

種々のAm、Cm回収システムに関する検討

－平成12年度報告－

(研究報告)



核燃料サイクル開発機構
大洗工学センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4-49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184

Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2001

2001年1月

種々の Am、Cm 回収システムに関する検討

— 平成 12 年度報告 —

(研究報告)

渡部 雅之* 紙谷 正仁* 田中 博*

要旨

核燃料サイクル開発機構で進めている実用化戦略調査研究の一環として、高レベル放射性廃液からの Am、Cm 回収システムに関し、溶媒抽出法を基本とする種々の方法^{*1}について、プロセスフローダイアグラムの作成や物質収支計算等を行い、それぞれの設備規模や経済性等の比較評価を実施した。その結果、各システムの設備規模、経済性及び廃棄物発生量は、昨年度検討した SETFICS 法を基本とするシステムに対し、それぞれ約 1.1 倍～約 1.4 倍、約 0.9 倍～約 1.4 倍及び約 1.2 倍～約 1.5 倍の範囲内にあることが分かった。

これらの結果から、各システムとも、今回の設計検討レベルでは、設備規模が同程度のシステムと判断でき、いずれも Am、Cm 回収システムとして適用可能と考えられる。しかし、回収すべき Am と Cm の量を考えると U と Pu を回収する主工程である簡素化溶媒抽出工程に対して、大きな設備追加となってしまう。

したがって、Am、Cm 回収システムとしていずれの方法を適用するとしても、そのシステムをよりコンパクトに、かつ、より経済的に確立するための開発が必要であり、今後も、今回検討の各システムの開発状況や新規システムの情報等を加え、比較評価を継続し、最終的に実用化システムを選定すべきであろう。

*1：検討したシステム

- DIAMEX 法+SANEX 法 (仏-CEA)
- TRPO 法+Cyanex 法 (中国)
- DIDPA 法 (日-原研)
- TALSPEAK 法 (米-ORNL 等)

* 大洗工学センター システム技術開発部 再処理システム Gr.

実用化戦略調査研究 フェーズ I WBS I-2-A

January, 2001

Investigation of Various Recovery Systems for Am and Cm

— Results in 2000 —

Masayuki Watanabe* Masayoshi Kamiya* Hiroshi Tanaka*

Abstract

In Japan Nuclear Cycle Development Institute, the feasibility study has been carried out in order to evaluate various methods of FBR cycle technology and to propose candidate concepts as practical technology. As a part of this, we investigated a process flow diagram and material balance of various recovery systems^{*1} for Am and Cm from high level radioactive liquid waste, and we preliminarily evaluated the equipment scale, the cost and waste generation rate of these systems. As a result, it was obtained that these values are about 1.1 - 1.4, 0.9 - 1.4 and 1.2 - 1.5 times, respectively, of the SETFICS process.

From these results, the systems we evaluated are considered to be same for the equipment scale at conceptual design stage, and each system is applicable as the recovery system of Am and Cm. But these results suggest that the facility may be much larger than the PUREX plant, in spite of small contents of the materials (Am and Cm) that is to be recovered.

Therefore, whichever method is applied to the recovery system of Am and Cm, we need to develop the process in order to make the system more compact and economical. And then, we need to continue to collect information of these systems and new systems and to comparatively evaluate each system. And we should select finally a practical system of recovery for Am and Cm.

*1 Various recovery systems to :

- DIAMEX process + SANEX process (France - CEA)
- TRPO process + Cyanex process (China)
- DIDPA process (Japan - JAERI)
- TALSPEAK process (U.S.A. - ORNL etc.)

* Reprocessing System Engineering Group, System Engineering Technology Division,
O-arai Engineering Center

目 次

1. はじめに -----	1
2. 各システムのフローシート条件の検討 -----	1
3. 各システムの物質収支の検討 -----	6
4. 各システムのフローシートの策定-----	7
5. 各システムにおける必要工程の PFD の作成及び主要機器の検討 -----	7
6. 各システムに関する設備規模、経済性及び廃棄物発生量の評価 -----	8
7. 各システムの比較評価 -----	11
8. まとめ -----	12
9. 謝辞 -----	13
10. 参考文献 -----	14
 参考資料 — 各システムに関する物質収支計算書 — -----	111
参考-1. DS システムにおける DIAMEX 法の物質収支計算 -----	112
参考-2. DS システムにおける SANEX 法の物質収支計算 -----	115
参考-3. TC システムにおける TRPO 法の物質収支計算 -----	118
参考-4. TC システムにおける Cyanex 法の物質収支計算 -----	120
参考-5. DI システムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法の物質収支計算 -----	124
参考-6. DI システムにおける DIDPA 法の物質収支計算 -----	130
参考-7. DI システムにおける製品溶液組成変換法の物質収支計算 -----	134
参考-8. TA システムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法の物質収支計算 -----	135
参考-9. TA システムにおける TALSPEAK 法の物質収支計算 -----	142
参考-10. TA システムにおける製品溶液組成変換法の物質収支計算 -----	146

表 目 次

表 1.	DS システムにおける DIAMEX 法のフローシート条件	16
表 2.	DS システムにおける SANEX 法のフローシート条件	17
表 3.	TC システムにおける TRPO 法のフローシート条件	18
表 4.	TC システムにおける Cyanex 法のフローシート条件	19
表 5.	DI システムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法のフローシート条件	20
表 6.	DI システムにおける DIDPA 法のフローシート条件	21
表 7.	DI システムにおける製品溶液組成変換法のフローシート条件	22
表 8.	TA システムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法のフローシート条件	23
表 9.	TA システムにおける TALSPEAK 法のフローシート条件	24
表 10.	TA システムにおける製品溶液組成変換法のフローシート条件	25
表 11.	DS システムにおける DIAMEX 法の物質収支	26
表 12.	DS システムにおける SANEX 法の物質収支	27
表 13.	TC システムにおける TRPO 法の物質収支	28
表 14.	TC システムにおける Cyanex 法の物質収支	29
表 15.	DI システムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法の物質収支	30
表 16.	DI システムにおける DIDPA 法の物質収支	31
表 17.	DI システムにおける製品溶液組成変換法の物質収支	32
表 18.	TA システムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法の物質収支	33
表 19.	TA システムにおける TALSPEAK 法の物質収支	34
表 20.	TA システムにおける製品溶液組成変換法の物質収支	35
表 21.	各システムにおける主要機器の図示記号	36
表 22.	DS システムにおける DIAMEX 法の主要機器一覧	37
表 23.	DS システムにおける SANEX 法の主要機器一覧	38
表 24.	DS システムにおける溶媒洗浄工程の主要機器一覧	39
表 25.	DS システムにおけるリワーク工程の主要機器一覧	40
表 26.	DS システムにおける試薬調整工程の主要機器一覧	41
表 27.	DS システムにおける Am, Cm 製品濃縮工程の主要機器一覧	42
表 28.	DS システムにおける HLLW 濃縮工程の主要機器一覧	43
表 29.	TC システムにおける TRPO 法の主要機器一覧	44
表 30.	TC システムにおける Cyanex 法の主要機器一覧	45
表 31.	TC システムにおける溶媒洗浄工程の主要機器一覧	46
表 32.	TC システムにおけるリワーク工程の主要機器一覧	47

表 33.	TC システムにおける試薬調整工程の主要機器一覧	48
表 34.	TC システムにおける Am, Cm 製品濃縮工程の主要機器一覧	49
表 35.	TC システムにおける HLLW 濃縮工程の主要機器一覧	50
表 36.	DI システムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法の主要機器一覧	51
表 37.	DI システムにおける DIDPA 法の主要機器一覧	52
表 38.	DI システムにおける製品溶液組成変換法の主要機器一覧	53
表 39.	DI システムにおける溶媒洗浄工程の主要機器一覧	54
表 40.	DI システムにおけるリワーク工程の主要機器一覧	55
表 41.	DI システムにおける試薬調整工程の主要機器一覧	56
表 42.	DI システムにおける Am, Cm 製品濃縮工程の主要機器一覧	57
表 43.	DI システムにおける HLLW 濃縮工程の主要機器一覧	58
表 44.	TA システムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法の主要機器一覧	59
表 45.	TA システムにおける TALSPEAK 法の主要機器一覧	60
表 46.	TA システムにおける製品溶液組成変換法の主要機器一覧	61
表 47.	TA システムにおける溶媒洗浄工程の主要機器一覧	62
表 48.	TA システムにおけるリワーク工程の主要機器一覧	63
表 49.	TA システムにおける試薬調整工程の主要機器一覧	64
表 50.	TA システムにおける Am, Cm 製品濃縮工程の主要機器一覧	65
表 51.	TA システムにおける HLLW 濃縮工程の主要機器一覧	66
表 52.	各システムからの廃棄物発生量	67
表 53.	各システムの比較	68

図 目 次

図 1.	DS システムにおける DIAMEX 法のフローシート	69
図 2.	DS システムにおける SANEX 法のフローシート	70
図 3.	TC システムにおける TRPO 法のフローシート	71
図 4.	TC システムにおける Cyanex 法のフローシート	72
図 5.	DI システムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法のフローシート	73
図 6.	DI システムにおける DIDPA 法のフローシート	74
図 7.	DI システムにおける製品溶液組成変換法のフローシート	75
図 8.	TA システムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法のフローシート	76
図 9.	TA システムにおける TALSPEAK 法のフローシート	77
図 10.	TA システムにおける製品溶液組成変換法のフローシート	78
図 11.	DS システムにおける DIAMEX 法の PFD	79
図 12.	DS システムにおける SANEX 法の PFD	80
図 13.	DS システムにおける溶媒洗浄工程の PFD	81
図 14.	DS システムにおけるリワーク工程の PFD	82
図 15.	DS システムにおける試薬調整工程の PFD	83
図 16.	DS システムにおける Am, Cm 製品濃縮工程の PFD	84
図 17.	DS システムにおける HLLW 濃縮工程の PFD	85
図 18.	TC システムにおける TRPO 法の PFD	86
図 19.	TC システムにおける Cyanex 法の PFD	87
図 20.	TC システムにおける溶媒洗浄工程の PFD	88
図 21.	TC システムにおけるリワーク工程の PFD	89
図 22.	TC システムにおける試薬調整工程の PFD	90
図 23.	TC システムにおける Am, Cm 製品濃縮工程の PFD	91
図 24.	TC システムにおける HLLW 濃縮工程の PFD	92
図 25.	DI システムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法の PFD	93
図 26.	DI システムにおける DIDPA 法の PFD	94
図 27.	DI システムにおける製品溶液組成変換法の PFD	95
図 28.	DI システムにおける溶媒洗浄工程の PFD	96
図 29.	DI システムにおけるリワーク工程の PFD	97
図 30.	DI システムにおける試薬調整工程の PFD	98
図 31.	DI システムにおける Am, Cm 製品濃縮工程の PFD	99
図 32.	DI システムにおける HLLW 濃縮工程の PFD	100

図 33. TA システムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法の PFD	101
図 34. TA システムにおける TALSPEAK 法の PFD	102
図 35. TA システムにおける製品溶液組成変換法の PFD	103
図 36. TA システムにおける溶媒洗浄工程の PFD	104
図 37. TA システムにおけるリワーク工程の PFD	105
図 38. TA システムにおける試薬調整工程の PFD	106
図 39. TA システムにおける Am, Cm 製品濃縮工程の PFD	107
図 40. TA システムにおける HLLW 濃縮工程の PFD	108
図 41. 各システムにおける各種槽類のセル内配置図	109
図 42. 各システム毎の TRU 回収一体化プラントの概略建家図	110

1. はじめに

現在、核燃料サイクル開発機構（JNC）では、高速増殖炉（FBR）サイクル技術の実用化に向けた研究開発として、幅広い技術的選択肢の評価を行い、実用化の候補概念を抽出するため、実用化戦略調査研究（FS）を実施している⁽¹⁾。

FSでは、再処理システム技術開発として、高レベル放射性廃液（HLLW）からのAm、Cmの回収システムに関する検討を行い、経済性等に及ぼす影響等を定量的に評価することとしている。

平成11年度は、JNCで開発を進めているSETFICS法を基本としたシステム（以後、STシステムと省略）について、その設備規模や経済性等の評価を行うとともに、その他、以下に示す溶媒抽出法を基本とする4種類のシステムについて、フローシートを作成し、液量等の比較を行った⁽²⁾。しかし、この比較は、フローシートからの比較であり、定性的なものであった。

- ・仏-CEA開発システム：DIAMEX法+SANEX法（以後、DSシステムと省略）
- ・中国開発システム：TRPO法+Cyanex法（以後、TCシステムと省略）
- ・日-原研開発システム：DIDPA法（以後、DIシステムと省略）
- ・米-ORNL等開発システム：TALSPEAK法（以後、TAシステムと省略）

今回、昨年度に引き続き、STシステムについてと同様の方法により、それぞれのシステムに関し、物質収支計算やプロセスフローダイアグラム（PFD）の作成等を行い、概略の設備規模及び経済性等の推定を行い、昨年度検討したSTシステムも含め、より定量的に比較評価したので、その結果について報告する。

2. 各システムのフローシート条件の検討

2-1. 設定条件の追加

各システムにおける基本的なフローシート条件は、昨年度検討時の条件⁽²⁾と同様であるが、昨年度未検討であった部分や以後の物質収支計算等を考慮し、それぞれに関し、以下の設定条件を追加した。

2-1-1. DSシステムに関する設定条件の追加

(1) DIAMEX法に関する設定条件の追加

①簡素化溶媒抽出法からのHLLW中の元素量が、DIAMEX法の文献フロー⁽³⁾における抽出元素量と同量となるように調整液を供給する。

②昨年度検討したフロー⁽²⁾では、MoとZrを抽出段で除去する条件を参考としたため、抽出元素量を1.5g/L(REのみ抽出)にしたが、その条件では、抽出剤濃度等が未定であった。しかし、今回の検討では、フローをより詳細にするため、同じ文献⁽³⁾に記載のZr単独回収を考慮したフローも参考とする。この場合、抽出剤濃度は0.5Mで、抽出元素濃度は2.3g/L(RE+Zrの抽出)となる。また、昨年度の検討では、逆抽出工程の段数を未定(X段と表記)していたが、Zr単独回収を考慮したフローでは8段となっているので、今回は、逆抽出工程の段数を8段とする。

③今回の検討では、文献記載の2種類のフローのうち、溶液量等を少なくできる条件を採用する。

- ・洗浄液の液量：供給液×0.3（昨年度の検討条件と同；他方のフローでは、×0.75）
- ・逆抽出液の液量：供給液×0.55（他方のフロー条件；昨年度の検討条件では、×1）
- ・抽出元素量はZr単独回収を考慮したフロー条件の2.3g/Lとするが、洗浄条件としては、昨年度の検討条件と同様に、Mo、Zrを除去する条件にし、抽出元素の中にはZrを含めない(Am、Cm、REのみ抽出とする)。

④調整液に関しては、昨年度検討したフロー中の供給液の硝酸濃度及びシユウ酸濃度に合せて添加する。

⑤使用溶媒への硝酸の抽出挙動が不明のため、物質収支における使用溶媒中への硝酸の抽出は無視する。この条件は、後述の各プロセスに関しても同じである。

⑥使用溶媒の密度が不明のため、物質収支における溶媒密度は、便宜上30%TBPの密度($\rho=0.815$)を用いる。この条件は、後述の各プロセスに関しても同じである。

⑦Am、Cm、REは全量製品側へ移行し、RE以外のFPは全量抽出残液へ移行するものとする。

(2) SANEX法に関する設定条件の追加

①DIAMEX法回収製品中に含まれる本法での抽出元素量727mg/L(Am、Cm)を、参考文献フローの供給液中に含まれる抽出元素量353mg/L⁽⁴⁾になるよう調整液を供給する。

②調整液に関しては、昨年度検討したフロー中の供給液の硝酸濃度に合せて添加する。

③Am、Cmは全量製品側へ移行し、REは全量抽出残液へ移行するものとする。

2-1-2.TCシステムに関する設定条件の追加

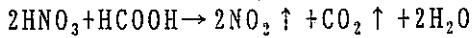
(1) TRPO法に関する設定条件の追加

①Am、Cm、REは全量製品側へ移行し、RE以外のFPは全量抽出残液へ移行するものとする。

(2) Cyanex 法に関する設定条件の追加

①調整液-1 として、酸分解のためのギ酸を添加する。ギ酸の添加量は、供給液-2 中の酸濃度を pH=3.5 程度⁽⁵⁾にするのに必要な量とする。

②ギ酸による酸分解反応は以下の通りとする。



③供給液-1 では、②の反応により TRPO 法回収製品中の硝酸がほとんど分解されるため、H₂O のみ移行するのと同じと考えられる。したがって、供給液-1 の流量は、それに応じて TRPO 法回収製品より減少することを考慮する。また、供給液-1 では、②の反応による H₂O 量を考慮する。②の反応による NO₂ 及び CO₂ は全て気体として放出されるものとした。

④調整液-2 は、供給液-2 中の抽出元素量が 0.0018M⁽⁵⁾となるように供給する。

⑤Am、Cm は全量製品側へ移行し、RE は全量抽出残液へ移行するものとする。

2-1-3. DI システムに関する設定条件の追加

(1) 前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法に関する設定条件の追加

①簡素化溶媒抽出法⁽¹⁾から排出される HLLW を 10 倍濃縮する⁽⁶⁾。

②濃縮液の酸濃度は便宜上、13.4M と仮定する。なお、酸回収塔では、通常 9M 程度までの濃縮を行っているが、本システムの濃縮液の酸濃度もこの程度とした場合も、下記③のギ酸添加量等において、本システムの評価には特に影響のないことを確認している。

③脱硝試薬（ギ酸）は便宜上、硝酸分解分を供給する（文献では、硝酸の 1.5 倍当量供給⁽⁷⁾）。

④脱硝液では、酸分解反応により生成する H₂O を考慮する。

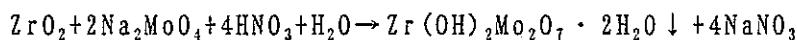
⑤沈澱のろ過・回収設備としては、遠心清澄機を使用する。

⑥沈澱の洗浄液流量は、先進湿式法の晶析法を参考⁽¹⁾に、沈澱 1kg 当り 1L 必要と仮定する。

⑦沈澱回収のリンシング液流量は、RETF の清澄工程を参考に、沈澱 1kg 当り 5L 必要と仮定する。

⑧ Zr の共沈試薬として、モリブデン酸ナトリウムを便宜上、共沈反応分供給する（文献では、Zr の 2~3 倍量供給⁽⁷⁾）。

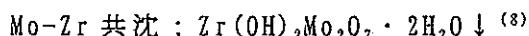
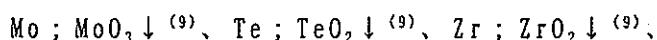
⑨ Zr-Mo 共沈反応は以下の通りとする⁽⁸⁾。



⑩ 前処理法で生成する沈殿は、Mo, Zr, Te のみと仮定する。各工程毎の沈殿生成量は以下の通りとする⁽⁷⁾。

- ・ 脱硝工程； Mo, Te, 50%-Zr が沈殿すると仮定
- ・ 共沈工程； 残り 50%-Zr が沈殿すると仮定

⑪ 各沈殿の形態は、便宜上、以下の通りとする。



⑫ 回収した沈殿は、0.5M-シュウ酸にて溶解すると仮定する⁽¹⁰⁾。その際のシュウ酸量は、沈殿 1kg 当り 25L 必要とする⁽¹⁰⁾。

⑬ 各沈殿のシュウ酸による溶解反応は便宜上、以下と想定する。

- ・ Mo ; $MoO_3 \downarrow + 3H_2C_2O_4 \rightarrow Mo(C_2O_4)_3 + 3H_2O$
- ・ Te ; $TeO_2 \downarrow + 2H_2C_2O_4 \rightarrow Te(C_2O_4)_2 + 2H_2O$
- ・ Zr ; $ZrO_2 \downarrow + 2H_2C_2O_4 \rightarrow Zr(C_2O_4)_2 + 2H_2O$
- ・ Zr-Mo 共沈 ; $Zr(OH)_2Mo_2O_7 \cdot 2H_2O \downarrow + 8H_2C_2O_4 \rightarrow Zr(C_2O_4)_2 + 2Mo(C_2O_4)_3 + 11H_2O$

⑭ 沈殿溶解後の溶解液中のシュウ酸は、電解により分解する。

⑮ ⑭により、再沈殿の可能性があるため、沈殿溶解後の溶液が 1M 硝酸濃度となるように、沈殿溶解時に、シュウ酸と共に硝酸も供給する。

⑯ 処理能力は、1 バッチ/d とする。

⑰ 1M-モリブデン酸ナトリウムの密度は、式量(206)を考慮し、便宜上 $\rho = 1.2$ と仮定する。

(2) DIDPA 法に関する設定条件の追加

① 抽出元素は Am, Cm, RE のみと仮定する。

② Am, Cm 製品には、10% の RE が混入と仮定する（製品純度 75%⁽⁶⁾ より）。

③本検討の HLLW 中には Pu, U, Np はないとしている⁽²⁾ことから、洗浄液として過酸化水素の供給はなしとする⁽¹¹⁾。

④本検討の HLLW 中には Pu, U, Np はないとしていることから、抽出段数は 7 段とする⁽⁶⁾。

(3) 製品溶液組成変換法に関する設定条件の追加

①DIDPA 法の回収製品をそのまま供給する（製品の pH は DIDPA 法の Am, Cm 逆抽出液の pH (=3.5) よりも小さくなり、直接抽出が可能であることより^{(12), (13)}：文献値は、pH=3.63→pH~3.05⁽¹³⁾であるが、物質収支計算は、便宜上、pH=3.5 のまま評価）。

②洗浄液の供給はなしとする。

③抽出溶媒は、DIDPA 法と同様とする。

④抽出溶媒量は、抽出元素量に応じて、以下の通り供給する。

・ DIDPA 法の抽出元素量が 3.6g/L(Am, Cm, RE)、本法の抽出元素量が 0.92g/L(Am, Cm, 10%-RE) であることから、ここでの抽出溶媒流量は DIDPA 法の抽出溶媒流量の 0.256 倍 ($0.92/3.6$) 供給する。

⑤Am, Cm 逆抽出液は溶媒供給量を基に、DIDPA 法のフローの比率で供給する。

⑥抽出及び逆抽出の段数は、DIDPA 法の抽出及び RE 逆抽出の段数と同じとする。

⑦Am, Cm 逆抽出液の酸濃度は、DIDPA 法の RE 逆抽出液の酸濃度と同じとする。

2-1-4. TA システムに関する設定条件の追加

(1) 前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法に関する設定条件の追加

①TA システムで使用する溶媒は酸性抽出剤であり、簡素化溶媒抽出法から排出される HLLW を、前述の DI システムと同様に、脱硝し、液性を pH 領域にする必要がある。そこで、基本的な条件は、前述の DI システムの前処理法と同様とする。ただし、脱硝後の酸濃度は 0.001M (pH=3) となるようとする⁽¹⁴⁾。

(2) TALSPEAK 法に関する設定条件の追加

①抽出元素は Am, Cm, RE のみと仮定する。

②Am, Cm 製品への RE の混入は無視する。

③抽出溶媒の金属装荷度を 2.74g/L に調整する⁽²⁾（ただし、参考文献の O/A 比（O；有機相、A；水相）及び試験試料の金属濃度⁽¹⁴⁾より求めた値であり、実際の装荷度とは違う）。この条件は、後述（3）の製品溶液組成変換法に関しても同じである。

④洗浄液として供給する HC00H（辛酸）については、本法が室温程度に制御されるものと考え、供給液の硝酸との分解反応はないと仮定する。

（3）製品溶液組成変換法の検討における設定条件の追加

①DI システムと同様に、TALSPEAK 法の回収製品をそのまま供給する（ただし、物質収支計算は、便宜上、pH=～3 のまま評価）。

②Am, Cm 製品の再抽出及び再逆抽出の段数は、TALSPEAK 法の抽出及び逆抽出の段数と同様にそれぞれ 8 段と仮定する。

③Am, Cm 製品及び装荷溶媒の供給段は、TALSPEAK 法と同様にそれぞれ 6 段目及び 5 段目と仮定する。

2-2. 各システムのフローシート条件の設定

昨年度の検討結果⁽²⁾、各参考文献^{(3)～(6)}、^{(14)～(17)}及び上記 2-1. の追加設定条件を基にした各システムのフローシート条件を表 1.～表 10. に示す。ここで、表中の物流番号は、後述の物質収支計算結果の表及びフローシートの図に対応している。

なお、表中の流量比や各種溶液濃度等は、各参考文献のフローをベースとしており、そのフローは、基礎試験段階の結果が反映されていることから、例えば溶媒の金属装荷度が不明である等、以後の物質収支の検討やフローシート策定において必要な情報の不足部分が多くあり、仮定条件を多く含んだものとなっている。したがって、各システムの今後の研究開発の進捗によっては、それぞれの条件が大幅に変更となる可能性があるが、現状で得られる各条件の情報として、それらを参考に、以後の検討におけるフローシート条件とした。

3. 各システムの物質収支の検討

上記 2-2. 節のフローシート条件を基に、昨年度検討した ST システムと同様の物質収支計算方法⁽²⁾により、各システムに関する主要物質の収支を計算した。計算結果を表 11.～表 20. に示す。

ここで、物質収支計算における各元素の化学形態はそれぞれ以下のように定義した。

- ・ Am、 Cm、 RE : M(NO₃)₃
 - ・ Zr、 Mo、 Tc⁽⁹⁾ : ZrO₄⁴⁻、 MoO₄²⁻、 TcO₄⁻
 - ・ Ru⁽⁹⁾ : RuNO(NO₃)₃
 - ・ その他 FP : M(NO₃)₂ (便宜上)
- * M ; 各金属元素

なお、各々の物質収支の詳細な計算については、参考資料に示している。

4. 各システムのフローシートの策定

上記 2. 節及び 3. 節を基に、各システムに関するフローシートを策定した。策定したフローシートを図 1. ~ 図 10. に示す。

5. 各システムにおける必要工程の PFD の作成及び主要機器の検討

前述までの検討により得られた各システムに関する物質収支計算結果及び策定したフローシートを基に、昨年度検討した ST システムと同様の方法⁽²⁾で、必要となる工程の PFD を作成した。作成した PFD は、Am、Cm 回収の主工程の他、付随する周辺工程として、溶媒洗浄工程／リワーク工程／試薬調整工程／製品濃縮工程／HLLW 濃縮工程に関するものである。作成したそれぞれの PFD を図 11. ~ 図 40. に示す。また、図中で使用した主要機器の図示記号を表 21. に示す。なお、PFD の作成に当たり、各システムの溶媒洗浄方法が不明のため、この工程は、ST システムと同様の方法で溶媒の洗浄が可能と仮定し、アルカリ洗浄工程では、0.4M の炭酸ヒドラジン、希硝酸洗浄工程では、0.1M の硝酸をそれぞれ O/A=25 で供給することとし、また、遠心抽出器の段数は 4 段とした⁽²⁾。

また、作成した PFD、前述までの検討により得られた各システムの物質収支計算結果及び策定したフローシートを基に、ST システムと同様の方法で、それぞれのシステムにおける各工程毎の主要機器の容量等を検討した。検討結果を、主要機器一覧表として、それぞれ表 22. ~ 表 51. に示す。なお、主要機器の検討に当たっては、以下の点を考慮した。

- ・ 分析時間を 4 時間、エアリフトの送液能力を最大で 1m³/hr 程度と仮定し、各種タンク容量を設定した。ただし、DI システム及び TA システムの前処理法に関しては、各槽～1 日分程度の容量を設定した。
- ・ リワーク工程について、各工程の供給液量の 10 時間程度以上の容量を設定した。
- ・ 試薬調整工程について、試薬原料用の各貯槽は十分な裕度を確保するため全て 15m³ とし、調整槽／供給槽は 1 日 (24 時間) 程度の裕度を考慮し、容量を設定した。
- ・ Am、Cm 製品濃縮工程について、各槽は 1 日 (24 時間) 程度の裕度を考慮し、容量を設定した。また、蒸発缶能力は、ST システムの製品液量と蒸発缶能力の関係を参考に、各システムの製品液量から、それぞれ以下の濃縮能力とした。

* DS システム及び TC システム ; ~50 倍程度

- * DI システム ; ~3 倍程度
- * TA システム ; ~6 倍程度
- ・ HLLW 濃縮工程について、各槽の容量及び蒸発缶能力は、各システムでの HLLW の液量と ST システムでの HLLW の液量を比較し、それぞれ以下のように設定した。
 - * DS システム及び TC システム ; ST システムと同程度
 - * DI システム ; ST システムの 1/3 程度
 - * TA システム ; ST システムの 1/5 程度
- ・ 希釀剤洗浄部の O/A は 0.02 とした。

なお、ここでの PFD の作成及び主要機器の検討では、付隨する周辺工程に関しては、物質収支計算及びフローシートの策定は行わずに、ST システムの検討結果⁽²⁾及び各システムにおける Am, Cm 回収の各主工程からの排出液量を参考に、それぞれ検討した。また、簡素化溶媒抽出法⁽¹⁾との設備の共有や、各機器の実際の処理能力（例えば、電解槽での試薬分解能力や蒸発缶での蒸発能力等）を考慮した機器数の設定をしていないため、今後の詳細な設計検討においては、機器数の増減等の変更が有り得る。

6. 各システムに関する設備規模、経済性及び廃棄物発生量の評価

各システムに関する前述までの検討結果を基に、昨年度検討した ST システムと同様の方法⁽²⁾で、それぞれの設備規模、経済性及び廃棄物発生量の評価を行った。

(1) 各システムの設備規模の評価

前節で作成した主要機器一覧表を基に、各システムに必要な各種タンクの配置平面図を検討・作成した。その結果、各システムにおける各種タンクは、以下の面積で設置可能であった。作成した配置平面図を図 41. に示す。なお、この図には、参考として、ST システムの配置平面図⁽²⁾も併せて示している。

- ・ DS システム : 20m × 50m (1000m²)
- ・ TC システム : 18m × 48m (864m²)
- ・ DI システム : 17m × 50m (850m²)
- ・ TA システム : 16m × 50m (800m²)
- ・ ST システム : 14m × 46m (644m²) (参考値)⁽²⁾

また、これらの平面図及びこれまでに検討した PFD 等を基に、各システムの概念的な建家の立面図を検討・作成した。その結果、各システムの設備規模は、以下の建家容積となった。作成した立面図を図 42. に示す。なお、この図には、参考として、ST システムの立面図⁽²⁾及び簡素化溶媒抽出法に関する昨年度の検討で得られた再処理-燃料一体化プラントの立面図⁽¹⁾も併せて示している。

- ・ DS システム : 約 14 万 m³
- ・ TC システム : 約 12 万 m³
- ・ DI システム : 約 12 万 m³
- ・ TA システム : 約 11 万 m³

- ・ ST システム：約 10 万 m^3 (参考値) ⁽²⁾
- ・ 再処理-燃料製造一体化プラント：約 60 万 m^3 (参考値) ⁽¹⁾

これらの結果から、各システムの設備規模は、ST システム及び再処理-燃料製造一体化プラントの設備規模に対し、それぞれ以下のようになることが分かった。

- ・ DS システム：ST システムの約 1.4 倍程度
再処理-燃料製造一体化プラントの約 23% 程度
- ・ TC システム：ST システムの約 1.2 倍程度
再処理-燃料製造一体化プラントの約 20% 程度
- ・ DI システム：ST システムの約 1.2 倍程度
再処理-燃料製造一体化プラントの約 20% 程度
- ・ TA システム：ST システムの約 1.1 倍程度
再処理-燃料製造一体化プラントの約 18% 程度
- ・ ST システム：再処理-燃料製造一体化プラントの約 17% 程度 (参考値) ⁽²⁾

なお、平面図の作成に当っては、各設備の設置時や保守時の作業性等を考慮し、槽と槽の間は～1m 程度離して配置した。また、一つの槽に対し最低でも 1 方向（壁または別の槽等のある面から）は～3m 程度離して各槽を配置した。

また、立面図の作成に当っては、地下 2 階に各種タンクを含む主要機器、地下 1 階にクレーン等の保守機器、地上 1 階に試薬供給設備、地上 2 階にユーティリティ設備及び地上 3 階に換排気・電気設備をそれぞれ配置する地上 3 階、地下 2 階の建家を考えた。さらに、立面図では、大きさとして各システムの配置平面積と同程度となる保守区域も考慮した。

(2) 各システムの経済性の評価

前節までの PFD、主要機器の検討結果及び設備規模の評価結果を基に、ST システムの経済性の評価方法と同様の考え方で、各システムの経済性の評価を行った。評価に当っては、詳細の分からぬ部分について、以下のような仮定をおいた。

- ・ 各槽類： m^3 数で単純比例すると仮定して算定
- ・ DI システム及び TA システムにおけるスラッジ混入用槽類及び各反応槽（脱硝・共沈）：通常の槽類と同等と仮定して算定
- ・ 製品濃縮缶：液量に単純比例すると仮定し、ST システムとの比較により算定
- ・ HLLW 濃縮工程：HLLW の液量に単純比例すると仮定し、ST システムとの比較により算定
- ・ 保守設備：設備規模に単純比例すると仮定し、ST システムとの比較により算定
- ・ VOG 設備：総液量（製品、HLLW、溶媒の合計量）に単純比例すると仮定し、ST システムとの比較により算定
- ・ サンプリング装置：各システムとも、全工程合計で ST システムと同等の設備が必要と仮定して算定
- ・ 建／電／換／計装／ユーティリティ設備：建家容積に単純比例すると仮定

し、ST システムとの比較により算定

- ・主要機器以外の設備（配管等）：その他付属品として各主要設備の 50% 相当と仮定して算定

以上の仮定を含めた経済性評価の結果、各システムの建設費は、ST システム⁽²⁾、昨年度検討した簡素化溶媒抽出法を基本とした再処理施設⁽¹⁾及びこの再処理施設に燃料製造施設を加えた一体化プラント⁽¹⁾の建設費に対し、それぞれ以下のようになることが分かった。

- ・ DS システム：ST システムの約 1.4 倍程度

再処理施設の約 34% 相当

再処理-燃料製造一体化プラントの約 20% 相当

- ・ TC システム：ST システムの約 1.2 倍程度

再処理施設の約 29% 相当

再処理-燃料製造一体化プラントの約 17% 相当

- ・ DI システム：ST システムの約 0.97 倍程度

再処理施設の約 24% 相当

再処理-燃料製造一体化プラントの約 14% 相当

- ・ TA システム：ST システムの約 0.92 倍程度

再処理施設の約 22% 相当

再処理-燃料製造一体化プラントの約 13% 相当

- ・ ST システム：再処理施設の約 25% 相当（参考値）⁽²⁾

再処理-燃料製造一体化プラントの約 15% 相当（参考値）⁽²⁾

(3) 各システムからの廃棄物発生量の評価

各システムから発生する廃棄物はプロセス廃棄物とその他の雑廃棄物に大別される。

プロセス廃棄物としては、ガラス固化体、廃溶媒、その他廃液に大別できる。

ガラス固化体の量は、ST システムと同様に、基本的に FP 量で決めることと仮定すると、DS システム及び TC システムでは、その発生量に変化はない。しかし、DI システム及び TA システムに関しては、Zr の共沈試薬として添加するモリブデン酸ナトリウムが HLLW 側へ移行することから、下記の計算の通り、5.6m³/年程度増加することになる。

* DI システム及び TA システムにおけるガラス固化体の増加量の計算

簡素化溶媒抽出法におけるガラス固化体量の評価結果⁽¹⁾；

FP 量 58.3kg/d に対しガラス固化体量 60m³/年

各システムで共沈用に添加される Mo 量；11.7(kg/d) × 96/206=5.45kg/d

増加するガラス固化体量を Xm³/年とすると

$$58.3 : 60 = 5.45 : X \quad X = 5.6m^3/\text{年}$$

廃溶媒は、各システムでの溶媒使用量に応じて発生することから、ST システムの溶媒使用量と比較して評価する。

その他廃液については、各システムにおいても ST システムと同様に、蒸発濃縮

を繰り返すことにより、高レベル廃液（ガラス固化体）と極低レベル廃液（海洋放出）の2極化を図ることとし、低レベル濃縮廃液固化体は発生しないと考える。

その他の雑廃棄物に関しては、その物量の確定が困難なため、STシステムの廃棄物発生量の考え方と同様に、発生元となる施設の設備規模等に比例するものと考える。したがって、前述の各システムの設備規模の評価結果とSTシステムの設備規模の比較により、それからの雑廃棄物の発生量を評価することとした。

以上の考え方及び仮定に基づき、廃棄物発生量を評価した結果、各システムからの廃棄物発生量は、STシステム⁽²⁾及び昨年度検討した簡素化溶媒抽出法での全廃棄物発生量⁽¹⁾に対し、それぞれ以下のようにになった。評価結果を、STシステム及び簡素化溶媒抽出法の廃棄物発生量と併せて表52.に示す。

- ・ DSシステム：STシステムの約1.5倍程度
簡素化溶媒抽出法の約20%相当
- ・ TCシステム：STシステムの約1.2倍程度
簡素化溶媒抽出法の約14%相当
- ・ DIシステム：STシステムの約1.2倍程度
簡素化溶媒抽出法の約14%相当
- ・ TAシステム：STシステムの約1.3倍程度
簡素化溶媒抽出法の約15%相当
- ・ STシステム：簡素化溶媒抽出法の約10%相当（参考値）⁽²⁾

ここで、昨年度のSTシステムの検討では、このシステムで使用する塩析剤の硝酸ナトリウムのガラス固化体の発生量に対する影響について、今後の課題ではあるが、再利用すること、または、ソルトフリー試薬（硝酸ヒドロキシルアミン；HAN等）を使用すると考え、特に評価は行わなかった。しかし、この課題は、まだ解決されていないことから、この硝酸ナトリウムがそのままHLLWに移行するものとし、ガラス固化体中のナトリウム量をNa₂O換算で10wt%⁽³⁾とした場合のガラス固化体発生量を評価した。その結果、簡素化溶媒抽出法のみの場合に発生するガラス固化体の量に対し、STシステムを付加した場合、その発生量は、約6倍になることが分かった。ただし、この評価では、ナトリウム量がガラス固化体発生量の律速になり、その発生量が増加したのであって、ガラス固化体全体に含まれるトータルのFP量及び熱量は変わらない。

7. 各システムの比較評価

今回、昨年度に引き続き、基本的にSTシステムと同様の方法で、他のシステムとして、溶媒抽出法を基本とした4種のシステム（DSシステム、TCシステム、DIシステム、TAシステム）について、物質収支計算やPFDの作成等を行い、それぞれの設備規模や経済性等の評価を行った。それらの結果について、STシステム⁽²⁾及び簡素化溶媒抽出法⁽¹⁾の検討結果も含め、まとめて表53.に示す。

設備規模に関しては、各システムとも、STシステムの約1.1倍から1.4倍程度であり、STシステムよりも大きくなることが分かった。この原因として、DSシステム及びTCシステムについては、A_m、C_mを回収する主工程の大きさは、工程数が少ない

ことから小さくできるが、使用溶媒が 2 種類あり、溶媒洗浄工程を 2 ライン設ける必要があるためと考えられる。また、DI システム及び TA システムについては、Am、Cm を回収する主工程の大きさは、液量及び工程数が少ないとから小さくできるが、これらのシステムでは簡素化溶媒抽出法から排出される HLLW を前処理する必要があり、この工程の占める割合が大きくなるためと考えられる。

建設費に関しては、各システムで、ST システムの約 0.9 倍から 1.4 倍と、ST システムに比べて若干安いシステムから高いシステムと幅のあることが分かった。この原因として、DS システム及び TC システムについては、各工程毎の設備費は、どちらのシステムも ST システムとほぼ同様であったが、建設費の約 5 割程度を占める建電換／計装／ユーティリティ費が、それぞれのシステムの建家容積が大きいために高くなつたと考えられる。また、DI システム及び TA システムについては、Am、Cm を回収する主工程や溶媒洗浄工程等のその他周辺工程に関しては、液量が少ないとから ST システムに比べ安くできるが、設備規模が大きくなつた原因と同様、HLLW の前処理工程に占める設備費の割合が高いため、結果として、ST システムよりも若干安い程度であった。

廃棄物発生量に関しては、各システムとも、ST システムの約 1.2 倍から 1.5 倍程度であり、ST システムよりも多く発生することが分かった。これは、各システムとも設備規模が ST システムよりも大きかったこと、また、DI システム及び TA システムに関しては、共沈試薬の添加により、ガラス固化体の量が 1 割程度増加することに起因していると考えられる。なお、ST システムに関しては、前述の廃棄物発生量の評価のところでも述べた通り、使用する塩析剤を再利用せずに直接 HLLW へ移行させる場合、ガラス固化体の発生量が、簡素化溶媒抽出法のみの場合に発生するガラス固化体の量に対し、約 6 倍程度になる。

ここで、今回の各システムの検討では、溶媒の装荷度が未定のまま検討していることから、それぞれのシステムでの使用液量が減少する可能性が残されている。その場合、今回の結果よりも、設備規模や建設費等を削減できる可能性があると考えられる。しかし、昨年度の簡素化溶媒抽出法の検討⁽¹⁾において、晶析法を導入し、使用溶液量を半減させた場合でも、建設費等は 1 割弱程度の削減という結果であったことから、各システムに関して、その使用液量が減少しても、設備規模や建設費等の削減の程度は大きくないと推定される。また、DI システム及び TA システムに関しては、前処理工程に関し、脱硝反応や共沈反応等の処理時間が不明であったため、それを考慮せずに 1 バッチ/d として設備規模等を評価したが、各反応等の処理時間によっては、2 バッチ/d や 3 バッチ/d 等と 1 日の処理回数を増加できる可能性があり、その場合、設備規模や建設費の削減の可能性があると考えられる。しかし、その削減程度は、前処理工程に必要な各設備の機器数が同じであることから、それ程大きくないと考えられる。

8.まとめ

FS の一環として、HLLW からの Am、Cm 回収システムについて、溶媒抽出法を基本とする 4 種類のシステムに関して、物質収支や PFD 等を作成し、その設備規模や経済

性等の比較評価を実施した。その結果、各システムとも、設備規模、経済性及び廃棄物発生量は、昨年度検討した ST システムに対し、それぞれ 0.9 倍から 1.5 倍の範囲内であり、今回の設計検討レベルでは、建設費も含め、いずれも同程度の設備規模のシステムと判断でき、Am、Cm 回収システムとして適用可能と考えられる。しかし、昨年度の液量等からの定性的な比較においても述べた通り⁽²⁾、回収する元素量 (Am、Cm 量) を考えた場合、いずれのシステムも U、Pu を回収する主工程である簡素化溶媒抽出工程に対して、大きな設備追加となってしまう。したがって、その適用に当っては、これらのシステムをよりコンパクトに、かつ、より経済的にする必要があろう。

ここで、これまでの検討で明らかとなった各システムを大きなものとしてしまう原因について、簡単にまとめると以下の通りとなる。

- ・ 使用溶液量が多い；各種槽類等の設備容量の増加
- ・ 工程数が多い；各種槽類等の設備数の増加
- ・ 使用溶媒の複数化；溶媒洗浄工程の複数化
- ・ HLLW の前処理の追加；工程数及び設備数の増加

以上のこと踏まえると、Am、Cm 回収システムの実用化に向けた今後の開発としては、各システムの高度化とともに、上記の原因を少なくできる技術として以下のような研究が有効であろうと考えられる。

- ・ 金属装荷度を大きくできる新規溶媒や希釀剤の開発
- ・ 1 種類で Am、Cm の分離回収が可能な新規溶媒の開発
- ・ 工程数を少なくできる新規溶媒の開発（例えば、硝酸濃度の変更のみで分離/回収が可能な溶媒や HLLW の直接処理が可能な溶媒等）

しかし、上記のような新規溶媒の開発には、再処理技術が研究開発されて以来數十年が経過しても PUREX 法において使用している TBP を超えるような画期的な新規溶媒が開発されていない現状を考えると、多大な時間と労力が必要であり、難しいことが予想される。

したがって、上記のような問題も解決でき、かつ、これまでの技術開発成果も有效地に利用できる開発として、例えば、既存の溶媒で金属装荷度を高め、かつ、設備をコンパクト化できるような方法として、抽出クロマトグラフィー技術を応用すること^{(1), (19)}や、Am、Cm の酸化を利用し、既存の溶媒で、それらの元素を含む TRU を一括で回収すること⁽¹⁾等も、Am、Cm 回収システムの実用化に向けた一つの方法であろうと考える。

Am、Cm 回収システムに関しては、今回検討のいずれのシステムも基礎的な開発段階であり、技術的課題も多数あることから⁽²⁾、上記のような問題点の解決策も考慮し、各システムの開発状況や新規システムの情報等を加え、比較評価を継続し、最終的に実用化システムを選定すべきであろう。

9. 謝辞

本件を実施するにあたり、DI システム、特にその前処理法の検討において、多大なるご指導及びご協力を頂いた日本原子力研究所の森田泰治氏に深く感謝の意を表

します。

10. 参考文献

- (1) 田中 博他, 「再処理システムの技術検討書」, JNC TY9400 2000-025(2000)
- (2) 渡部 雅之他, 「Am、Cm回収システムの検討 一 平成11年度報告 一」, JNC TN9400 2000-084(2000)
- (3) Pascal Baron et al., "STATE OF PROGRESS OF THE DIAMEX PROCESS", Global' 97
- (4) Clement Hill et al., "TRIVALENT ACTINIDES/LANTHANIDES SEPARATION USING BIS - TRIAZINYL - PYRIDINES", Global' 99
- (5) Yongjun Zhu et al., "Hot Test and Process Parameter Calculation of Purified Cyanex 301 Extraction for Separating Am and Fission Product Lanthanides", Global' 97
- (6) M. Kubota et al., "PRELIMINARY ASSESSMENT ON FOUR GROUP PARTITIONING PROCESS DEVELOPED IN JAERI", Global' 97
- (7) 森田 泰治他, 「群分離法の開発: 群分離プロセス前処理工程におけるコロイドの生成防止及び除去」, JAERI-Research, 97-046, 1997
- (8) Tatsuo IZUMIDA et al., "Precipitates Formation Behavior in Simulated High Level Liquid Waste of Fuel Reprocessing", J. Nucl. Sci. Technol., 27[3], pp. 267~274, 1990
- (9) 大木 道則 他編, 「化学辞典」, 東京化学同人発行, 1994
- (10) Koichi SHIRAHASHI et al., "Precipitation Behavior of Transuranium Elements during Denitration of High-Level Radioactive Liquid Waste by Formic Acid", J. Nucl. Sci. Technol., 29(6), pp. 559 ~ 565, 1992
- (11) Yasuji Morita et al., "THE FIRST TEST OF 4-GROUP PARTITIONING PROCESS WITH HIGH-LEVEL LIQUID WASTE", Global' 99
- (12) 近藤 康雄他, 「群分離法の開発: 群分離プロセスの化学工学的試験 一 溶媒抽出工程試験装置による連続抽出試験 一」, JAERI-Tech, 94-008, 1994
- (13) G. Persson et al., "Hot Test of a Talspeak Procedure for Separation of Actinides and Lanthanides using Recirculating DTPA - Lactic Acid Solution", Solvent Extraction and Ion Exchange, 2(1), 89-113, 1984
- (14) F. MANNONE et al., "Actinide Partitioning by HDEHP Solvent Extraction. A Verification of the Process Scheme by Countercurrent Experiments in Hot Cells", Inorganica Chimica Acta, 94, (1984) 179-182
- (15) Song Chongli et al., "TREATMENT OF HIGH SALINE HLLW BY TOTAL PARTITIONING PROCESS", Global' 97
- (16) W. D. BOND et al., "Removal of Americium and Curium from High - Level Wastes", ACTINIDE SEPARATIONS, ACS Symposium Series 117, p441-453, 1980
- (17) Boyd Weaver et al., "TALSPEAK: A NEW METHOD OF SEPARATING AMERICIUM AND CURIUM FROM THE LANTHANIDES BY EXTRACTION FROM AN AQUEOUS SOLUTION

OF AN AMINOPOLYACETIC ACID COMPLEX WITH A MONOACIDIC ORGANOPHOSPHATE OR
PHOSPHONATE", ORNL-3559, 1964

- (18) 吉岡 正弘 他, 「ガラス固化技術開発施設(TVF) コールド試運転結果」,
動燃技報, No. 91, 1994
- (19) 章 悅周 他, 「イオン交換法によるFBR燃料再処理の研究」, JNC TJ9400
2000-002(2000)

表 1. DSシステムにおけるDIAMEX 法のフローシート条件

物流番号	物流名称	流量	各元素移行率	各溶液量			密度	備考
				硝酸	シュウ酸	DMDBT DMA		
DX 1	HLLW	簡素化溶媒抽出法より	簡素化溶媒抽出法より	簡素化溶媒抽出法より	-	-	簡素化溶媒抽出法より	-
DX 2	調整液	抽出元素量調整分	-	DX 3 調整分	DX 3 調整分	-	硝酸密度と同	抽出元素量: 2.3 g/L
DX 3	供給液	DX 1 + DX 2	DX 1 と同	3.5 M	0.1 M	-	全体重量/流量	-
DX 4	洗浄液 - 1	0.3 × DX 3	-	3.4 M	0.3 M	-	3.4 M - 硝酸	-
DX 5	洗浄液 - 2	0.3 × DX 3	-	1.5 M	-	-	1.5 M - 硝酸	-
DX 6	抽出溶媒	1.5 × DX 3	-	-	-	0.5 M	30 % - TBP	-
DX 7	抽出残液	DX 3 + DX 4 + DX 5	RE 以外の FP	DX 3 + DX 4 + DX 5	DX 3 + DX 4	-	全体重量/流量	-
DX 8	装荷溶媒	DX 6 と同	Am, Cm, RE	-	-	DX 6 と同	全体重量/流量	硝酸の抽出無視
DX 9	逆抽出液	0.55 × DX 3	-	0.1 M	-	-	$\rho = 1.00$ と仮定	-
DX 10	Am, Cm・RE 製品	DX 9 と同	DX 8 と同	DX 9 と同	-	-	全体重量/流量	-
DX 11	使用済溶媒	DX 8 と同	-	-	-	DX 8 と同	全体重量/流量	硝酸の抽出無視

表 2. DSシステムにおけるSANEX 法のフローシート条件

物流番号	物流名称	流量	各元素移行率	各溶液量			密度	備考
				硝酸	nPr - BTP	TPH/n - octanol		
SX 1	DIAMEX法回収製品	DIAMEX 法より	DIAMEX 法より	DIAMEX 法より	-	-	DIAMEX 法より	-
SX 2	調整液	抽出元素量調整分	-	SX 3 調整分	-	-	硝酸密度と同	抽出元素量 : 353 mg/L
SX 3	供給液	SX 1 + SX 2	SX 1 と同	1 M	-	-	全体重量／流量	-
SX 4	洗浄液	0.15 × SX 3	-	0.1 M	-	-	$\rho = 1.00$ と仮定	-
SX 5	抽出溶媒	0.6 × SX 3	-	-	0.4 M	70 % / 30 % _{vol.}	30 % - TBP	-
SX 6	抽出残液	SX 3 + SX 4	RE	SX 3 + SX 4	-	-	全体重量／流量	-
SX 7	装荷溶媒	SX 5 と同	Am, Cm	-	SX 5 と同	SX 5 と同	全体重量／流量	硝酸の抽出無視
SX 8	洗浄溶媒	0.18 × SX 3	-	-	0.4 M	70 % / 30 % _{vol.}	30 % - TBP	-
SX 9	Am, Cm 逆抽出液	0.8 × SX 3	-	0.05 M	-	-	$\rho = 1.00$ と仮定	-
SX 10	Am, Cm 製品	SX 9 と同	SX 7 と同	SX 9 と同	-	-	全体重量／流量	-
SX 11	使用済溶媒	SX 7 + SX 8	-	-	SX 7 + SX 8	SX 7 + SX 8	全体重量／流量	硝酸の抽出無視

表 3. TCシステムにおけるTRPO法のフローシート条件

物流番号	物流名称	流量	各元素移行率	各種液量		密度	備考
				硝酸	TRPO		
TR 1	HLLW	簡素化溶媒抽出法より	簡素化溶媒抽出法より	簡素化溶媒抽出法より	-	簡素化溶媒抽出法より	-
TR 2	調整液	希釈分	-	-	-	$\rho = 1.00$ と仮定	2.7 倍希釈
TR 3	供給液	TR 1 + TR 2	TR 1 と同	TR 1 + TR 2	-	全体重量／流量	-
TR 4	洗浄液 - 1	0.2 × TR 5	-	1.2 M	-	1 M - 硝酸	溶媒流量に比例
TR 5	抽出溶媒	抽出元素量分	-	-	30%	30 % - TBP	抽出元素量 : 1.2 g/L
TR 6	抽出残液	TR 3 + TR 4	RE 以外の FP	TR 3 + TR 4	-	全体重量／流量	-
TR 7	装荷溶媒	TR 5 と同	Am, Cm, RE	-	TR 5 と同	全体重量／流量	硝酸の抽出無視
TR 8	Am, Cm, RE 逆抽出液	0.8 × TR 5	-	5.5 M	-	5 M - 硝酸	溶媒流量に比例
TR 9	洗浄液 - 2	0.2 × TR 5	-	0.1 M	-	$\rho = 1.00$ と仮定	溶媒流量に比例
TR 10	Am, Cm・RE 製品	TR 8 + TR 9	TR 7 と同	TR 8 + TR 9	-	全体重量／流量	-
TR 11	使用済溶媒	TR 7 と同	-	-	TR 7 と同	全体重量／流量	硝酸の抽出無視

表 4. TCシステムにおけるCyanex法のフローシート条件

物流番号	物流名称	流量	各元素移行率	各溶液量			密度	備考
				硝酸	辛酸	HBTMPDTP		
Cy 1	TRPO 法回収製品	TRPO 法より	TRPO 法より	TRPO 法より	-	-	TRPO 法より	-
Cy 2	調整液 - 1	pH 調整分	-	-	Cy 1 の硝酸分解分	-	99 % の辛酸の比重	Cy 5 の pH を 3.5 に調整
Cy 3	供給液 - 1	Cy 1 の H ₂ O + 酸分解反応の H ₂ O	Cy 1 と同	硝酸分解残量	-	-	全体重量/流量	-
Cy 4	調整液 - 2	抽出元素量調整分	-	-	-	-	$\rho = 1.00$	Cy 5 の抽出元素量を 0.0018 M に調整
Cy 5	供給液 - 1	Cy 3 + Cy 4	Cy 3 と同	pH = 3.5	-	-	全体重量/流量	抽出元素量 : 0.0018 M
Cy 6	抽出溶媒	Cy 5 と同	-	-	-	0.5 M	30 % - TBP	-
Cy 7	抽出残液	Cy 5 と同	RE	Cy 5 と同	-	-	全体重量/流量	-
Cy 8	装荷溶媒	Cy 6 と同	Am, Cm	-	-	Cy 6 と同	全体重量/流量	硝酸の抽出無視
Cy 9	Am, Cm 逆抽出液	Cy 8 と同	-	1 M	-	-	1 M - 硝酸	-
Cy 10	Am, Cm 製品	Cy 9 と同	Cy 8 と同	Cy 9 と同	-	-	全体重量/流量	-
Cy 11	使用清溶媒	Cy 8 と同	-	-	-	Cy 8 と同	全体重量/流量	硝酸の抽出無視

表 5. DIシステムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法のフローシート条件

物流番号	物流名称	流量	各元素移行率	各浴液量				密度	備考
				硝酸	ギ酸	シュウ酸	モリブデン酸ナトリウム		
cdfp 1	HLLW	簡素化浴媒抽出法より	簡素化浴媒抽出法より	-	-	-	-	簡素化浴媒抽出法より	-
cdfp 2	濃縮液	cdfp1×1/10	cdfp1と同	13.4Mと仮定	-	-	-	全体重量/流量	HLLWを10倍濃縮
cdfp 3	凝縮液	cdfp1-cdfp2	無し	cdfp1-cdfp2	-	-	-	全体重量/流量	-
cdfp 4	脱硝試薬	硝酸分解分	-	-	硝酸分解分	-	-	99%ギ酸の比重	cdfp12の酸濃度が0.5M
cdfp 5	脱硝液	cdfp2のH ₂ O ₂ 酸分解反応のH ₂ O	cdfp1と同	分解残分	-	-	-	全体重量/流量	Mo, Te, 50%Zrが沈殿
cdfp 6	洗浄液 - 1	沈澱量による	-	0.5M	-	-	-	0.5M-硝酸	沈澱1kg当り1L
cdfp 7	ろ液 - 1	cdfp5+cdfp6	Mo, Te, 50%Zr以外	cdfp5+cdfp6	-	-	-	全体重量/流量	-
cdfp 8	共沈試薬	共沈反応分	-	-	-	-	共沈反応分	$\rho = 1.50$ と仮定	-
cdfp 9	共沈溶液	cdfp7, 8-反応のH ₂ O	Mo, Te, 50%Zr以外+共沈Mo	cdfp7-反応硝酸	-	-	-	全体重量/流量	50%ZrがMoと共に沈
cdfp 10	洗浄液 - 2	沈澱量による	-	0.5M	-	-	-	0.5M-硝酸	沈澱1kg当り1L
cdfp 11	ろ液 - 2	cdfp9+cdfp10	Mo, Te, Zr以外	cdfp9+cdfp10	-	-	-	全体重量/流量	酸濃度 : ~0.5M
cdfp 12	リンシング液 - 1	沈澱量による	-	-	-	-	-	$\rho = 1.00$	沈澱1kg当り5L
cdfp 13	沈澱 - 1	cdfp12と同	Mo, Te, 50%Zr	-	-	-	-	全体重量/流量	-
cdfp 14	リンシング液 - 2	沈澱量による	-	-	-	-	-	$\rho = 1.00$	沈澱1kg当り5L
cdfp 15	沈澱 - 2	cdfp14と同	50%Zr+cdfp8のMo	-	-	-	-	全体重量/流量	-
cdfp 16	沈澱物	cdfp13+cdfp15	Mo, Te, Zr+cdfp8のMo	-	-	-	-	全体重量/流量	-
cdfp 17	沈澱溶解液	沈澱量による	-	-	-	0.5M	-	0.5M-シュウ酸	沈澱1kg当り25L
cdfp 18	再沈澱防止試薬	cdfp19の酸濃度による	cdfp16と同	10M	-	-	-	10M-硝酸	-
cdfp 19	HLLW	cdfp16+cdfp17+cdfp18	cdfp16と同	cdfp18と同	-	cdfp17と同	-	全体重量/流量	酸濃度 ; ~1M

表 6. DIシステムにおけるDIDPA法のフローシート条件

物流番号	物流名称	流量	各元素移行率	各溶液量					密度	備考
				硝酸	DTPA	乳酸	DIDPA	TBP		
DI 1	供給液	前処理法より	前処理法より	前処理法より	-	-	-	-	前処理法より	-
DI 2	洗浄液	DI 1×2	-	0.5 M	-	-	-	-	0.5 M - 硝酸	-
DI 3	抽出溶媒	DI 1×8	-	-	-	-	0.5 M	0.1 M	30% - TBP	-
DI 4	抽出残液	DI 1+DI 2	RE以外のFP	DI 1+DI 2	-	-	-	-	全体重量/流量	Zr, Mo, Teは除く
DI 5	荷物溶媒-1	DI 3と同	Am, Cm, RE	-	-	-	DI 3と同	DI 3と同	全体重量/流量	硝酸の抽出無視
DI 6	Am, Cm逆抽出液	DI 3と同	-	pH = 3.5	0.05 M	1 M	-	-	10% - 乳酸ナトリウム	-
DI 7	Am, Cm製品	DI 6と同	Am, Cm, 10%RE	DI 6と同	DI 6と同	DI 6と同	-	-	全体重量/流量	10%REが移行
DI 8	荷物溶媒-2	DI 5と同	90%RE	-	-	-	DI 5と同	DI 5と同	全体重量/流量	硝酸の抽出無視
DI 9	RE逆抽出液	DI 5×1/4	-	4 M	-	-	-	-	4 M - 硝酸	-
DI 10	RE廃液	DI 9と同	DI 8と同	DI 9と同	-	-	-	-	全体重量/流量	-
DI 11	使用済溶媒	DI 8と同	-	-	-	-	DI 8と同	DI 8と同	全体重量/流量	硝酸の抽出無視

表 7. DIシステムにおける製品溶液組成変換法のフローシート条件

物流番号	物流名称	流量	各元素移行率	各溶液体積					密度	備考
				硝酸	DTPA	乳酸	DIDPA	TBP		
sfc 1	Am, Cm製品	DIDPA法より	DIDPA法より	DIDPA法より	DIDPA法より	DIDPA法より	-	-	DIDPA法より	-
sfc 2	抽出溶媒	DI 3×0.256	-	-	-	-	0.5 M	0.1 M	30%-TBP	流量：抽出元重量による
sfc 3	抽出残液	sfc1と同	-	sfc1と同	sfc1と同	sfc1と同	-	-	全体重量/流量	元素の移行無視
sfc 4	装荷溶媒	sfc2と同	sfc1と同	-	-	-	sfc2と同	sfc2と同	全体重量/流量	硝酸の抽出無視
sfc 5	Am, Cm逆抽出液	sfc2×1/4	-	4 M	-	-	-	-	4M-硝酸	-
sfc 6	Am, Cm製品	sfc5と同	sfc4と同	sfc5と同	-	-	-	-	全体重量/流量	-
sfc 7	使用済溶媒	sfc4と同	-	-	-	-	sfc4と同	sfc4と同	全体重量/流量	硝酸の抽出無視

表 8. TAシステムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法のフローシート条件

物流番号	物流名称	流量	各元素移行率	各浴液量				密度	備考
				硝酸	ギ酸	シュウ酸	モリブデン酸ナトリウム		
Tcdp 1	HLLW	簡素化溶媒抽出法より	簡素化溶媒抽出法より	簡素化溶媒抽出法より	-	-	-	簡素化溶媒抽出法より	-
Tcdp 2	濃縮液	cdlp1×1/10	cdlp1と同	13.4μと仮定	-	-	-	全体重量/流量	HLLWを10倍濃縮
Tcdp 3	凝縮液	cdlp1-cdlp2	無し	cdlp1-cdlp2	-	-	-	全体重量/流量	-
Tcdp 4	脱硝試薬	硝酸分解分	-	-	硝酸分解分	-	-	99% ギ酸の比重	cdlp12のpHが3(0.001M)
Tcdp 5	脱硝液	cdlp2のH ₂ O+波分解反応のH ₂ O	cdlp1と同	分解残分	-	-	-	全体重量/流量	Mo, Te, 50%Zrが沈殿
Tcdp 6	洗浄液 - 1	沈澱量による	-	pH=3	-	-	-	ρ=1.00	沈殿1kg当り1L
Tcdp 7	ろ液 - 1	cdlp5+cdlp6	Mo, Te, 50%Zr以外	cdlp5+cdlp6	-	-	-	全体重量/流量	-
Tcdp 8	共沈試薬	共沈反応分	-	-	-	-	共沈反応分	ρ=1.50と仮定	-
Tcdp 9	共沈溶液	cdlp7, 8-反応のH ₂ O	Mo, Te, 50%Zr以外+共沈Mo	cdlp7-反応硝酸	-	-	-	全体重量/流量	50%ZrがMoと共に沈
Tcdp 10	洗浄液 - 2	沈澱量による	-	pH=3	-	-	-	ρ=1.00	沈殿1kg当り1L
Tcdp 11	ろ液 - 2	cdlp9+cdlp10	Mo, Te, Zr以外	cdlp9+cdlp10	-	-	-	全体重量/流量	酸濃度: ~0.5M
Tcdp 12	リンシング液 - 1	沈澱量による	-	-	-	-	-	ρ=1.00	沈殿1kg当り5L
Tcdp 13	沈殿 - 1	cdlp12と同	Mo, Te, 50%Zr	-	-	-	-	全体重量/流量	-
Tcdp 14	リンシング液 - 2	沈澱量による	-	-	-	-	-	ρ=1.00	沈殿1kg当り5L
Tcdp 15	沈殿 - 2	cdlp14と同	50%Zr+cdlp8のMo	-	-	-	-	全体重量/流量	-
Tcdp 16	沈殿物	cdlp13+cdlp15	Mo, Te, Zr+cdlp8のMo	-	-	-	-	全体重量/流量	-
Tcdp 17	沈殿溶解液	沈澱量による	-	-	-	0.5M	-	0.5M-シュウ酸	沈殿1kg当り25L
Tcdp 18	再沈殿防止試薬	cdlp19の濃度による	cdlp15と同	10M	-	-	-	10M-硝酸	-
Tcdp 19	HLLW	cdlp16+cdlp17+反応H ₂ O+cdlp18	cdlp16と同	cdlp18と同	-	cdlp17と同	-	全体重量/流量	酸濃度: ~1M

表 9. TAシステムにおけるTALSPEAK法のフローシート条件

物流番号	物流名称	流量	各元素移行率	各溶 液量						密度	備考
				硝酸	HCOOH	DTPA	グリコール酸	HDEHP	TBP		
TA 1	供給液	前処理法より	前処理法より	前処理法より	-	-	-	-	-	前処理法より	-
TA 2	洗浄液	TA 3×0.2	-	-	0.5 M	-	-	-	-	4% - 硝酸	-
TA 3	抽出浴媒	抽出元素量による	-	-	-	-	-	0.3 M	0.2 M	30% - TBP	装荷度を2.74g/Lに調整
TA 4	抽出残液	TA 1+TA 2	RE以外のFP	TA 1と同	TA 2と同	-	-	-	-	全体重量/流量	Zr, Mo, Teは除く
TA 5	装荷浴媒-1	TA 3と同	Am, Co, RE	-	-	-	-	TA 3と同	TA 3と同	全体重量/流量	硝酸の抽出無視
TA 6	洗浄浴媒	TA 5×0.12	-	-	-	-	-	0.3 M	-	30% - TBP	-
TA 7	Am, Co逆抽出液	TA 5×0.22	-	pH = 3	-	0.05 M	1 M	-	-	10% - 乳酸ナトリウム	-
TA 8	Am, Co製品	TA 7と同	Am, Co	TA 7と同	-	TA 7と同	TA 7と同	-	-	全体重量/流量	RE混入無視
TA 9	装荷浴媒-2	TA 5+TA 6	RE	-	-	-	-	TA 5+TA 6	TA 5と同	全体重量/流量	硝酸の抽出無視
TA 10	RE逆抽出液	TA 7と同	-	6 M	-	-	-	-	-	6 M - 硝酸	-
TA 11	RE廃液	TA 10と同	TA 9と同	TA 10と同	-	-	-	-	-	全体重量/流量	-
TA 12	使用済浴媒	TA 9と同	-	-	-	-	-	TA 9と同	TA 9と同	全体重量/流量	硝酸の抽出無視

表 10. TAシステムにおける製品溶液組成変換法のフローシート条件

物流番号	物流名称	流量	各元素移行率	各溶 液量				密度	備考
				硝酸	DTPA	グリコール酸	HDEHP		
Tsfc 1	Am, Cm製品	TALSPEAK法より	TALSPEAK法より	TALSPEAK法より	TALSPEAK法より	TALSPEAK法より	-	TALSPEAK法より	-
Tsfc 2	洗浄液	Tsfc3×0.55	-	pH=1.5	0.05 M	1 M	-	10%乳酸ナトリウム	-
Tsfc 3	抽出溶媒	抽出元素量による	-	-	-	-	0.3 M	30%-TBP	装荷度を2.74g/Lに調整
Tsfc 4	抽出残液	Tsfc1+Tsfc2	-	Tsfc1+Tsfc2	Tsfc1+Tsfc2	Tsfc1+Tsfc2	-	全体重量/流量	元素の移行無視
Tsfc 5	装荷溶媒	Tsfc3と同	Tsfc1と同	-	-	-	Tsfc3と同	全体重量/流量	硝酸の抽出無視
Tsfc 6	洗浄溶媒	Tsfc3×0.18	-	-	-	-	0.3 M	30%-TBP	-
Tsfc 7	Am, Cm逆抽出液	Tsfc3×0.55	-	1 M	-	-	-	1M-硝酸	-
Tsfc 8	Am, Cm製品	Tsfc7と同	Tsfc5と同	Tsfc7と同	-	-	-	全体重量/流量	-
Tsfc 9	使用済溶媒	Tsfc5+Tsfc6	-	-	-	-	Tsfc5+Tsfc6	全体重量/流量	硝酸の抽出無視

表 11. DSシステムにおけるDIAMEX法の物質収支

工程名称		抽出・洗浄工程							逆抽出工程			備考	
物流番号		DX 1	DX 2	DX 3	DX 4	DX 5	DX 6	DX 7	DX 8	DX 9	DX 10	DX 11	
物流名称		HLLW	調整液	供給液	洗浄液 - 1	洗浄液 - 2	抽出溶媒	抽出残液	装荷溶媒	逆抽出液	Am, Cm・RE 製品	使用済溶媒	
成分	単位												
Am	kg / h	1.24E-01		1.24E-01					1.24E-01		1.24E-01		全量 Am, Cm・RE 製品
Cm	kg / h	3.95E-02		3.95E-02					3.95E-02		3.95E-02		全量 Am, Cm・RE 製品
RE	kg / h	7.83E-01		7.83E-01					7.83E-01		7.83E-01		全量 Am, Cm・RE 製品
RE 以外の FP	kg / h	1.63E+00		1.63E+00				1.63E+00					全量抽出残液
HNO ₃	kg / h	5.91E+01	3.55E+01	9.46E+01	2.68E+01	1.18E+01		1.33E+02		1.42E+00	1.42E+00		溶媒への抽出は無視
H ₂ O	kg / h	2.72E+02	8.93E+01	3.61E+02	1.08E+02	1.19E+02		5.88E+02		2.24E+02	2.24E+02		
シュウ酸	kg / h		3.70E+00	3.70E+00	3.38E+00			7.08E+00					
DMDBTDMA	kg / h						1.36E+02		1.36E+02			1.36E+02	
TPH	kg / h						3.69E+02		3.69E+02			3.69E+02	
全体 - 1	kg / h	3.34E+02	1.29E+02	4.62E+02	1.38E+02	1.31E+02	5.05E+02	7.30E+02	5.06E+02	2.25E+02	2.26E+02	5.05E+02	
全体 - 2	kg / h	3.37E+02		4.65E+02				7.32E+02	5.07E+02		2.28E+02		含化学形態重量
流量	L / h	300.6	111.1	411.7	125.0	125.0	620.0	661.7	620.0	225.0	225.0	620.0	
密度	g / cc	1.12	1.16	1.13	1.11	1.05	0.82	1.11	0.82	1.00	1.01	0.81	化学形態考慮
備考		簡素化溶媒抽出法	5 M 硝酸密度使用	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	3.4M硝酸密度使用	1.5M硝酸密度使用	30 % TBP密度使用	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	密度 = ρ = 1.00 と仮定	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	密度 = (全体-1) ÷ (流量)	密度 = (全体-1) ÷ (流量)	
O/A		620 / 661.7 = 0.937							620 / 225 = 2.756				

表 12. DSシステムにおけるSANEX法の物質収支

工程名称		抽出・洗浄工程						Am, Cm 逆抽出工程					備考
物流番号		SX 1	SX 2	SX 3	SX 4	SX 5	SX 6	SX 7	SX 8	SX 9	SX 10	SX 11	
物流名称		DIAMEX法 回収製品	調整液	供給液	洗浄液	抽出溶媒	抽出残液	装荷溶媒	洗浄溶媒	Am, Cm 逆抽出液	Am, Cm 製品	使用済 溶媒	
成分	単位												
Am	kg / h	1.24E-01		1.24E-01				1.24E-01			1.24E-01		全量 Am, Cm 製品
Cm	kg / h	3.95E-02		3.95E-02				3.95E-02			3.95E-02		全量 Am, Cm 製品
RE	kg / h	7.83E-01		7.83E-01			7.83E-01						全量抽出残液
HNO ₃	kg / h	1.42E+00	2.78E+01	2.92E+01	4.41E-01		2.97E+01			1.17E+00	1.17E+00		溶媒への抽出は無視
H ₂ O	kg / h	2.24E+02	2.28E+02	4.52E+02	6.96E+01		5.22E+02			3.69E+02	3.69E+02		
nPr - BTP	kg / h					4.55E+01		4.55E+01	1.38E+01			5.93E+01	
TPH	kg / h					1.28E+02		1.28E+02	3.88E+01			1.67E+02	
n - octanol	kg / h					5.48E+01		5.48E+01	1.66E+01			7.14E+01	
全体 - 1	kg / h	2.26E+02	2.56E+02	4.82E+02	7.00E+01	2.28E+02	5.52E+02	2.28E+02	6.92E+01	3.70E+02	3.70E+02	2.98E+02	
全体 - 2	kg / h	2.28E+02		4.83E+02			5.53E+02	2.29E+02			3.70E+02		含化学形態重量
流量	L / h	225	240.0	465.0	70.0	280.0	535.0	280.0	85.0	370.0	370.0	365.0	
密度	g / cc	1.01	1.06	1.04	1.00	0.82	1.03	0.82	0.82	1.00	1.00	0.82	化学形態考慮
備考		DIAMEX 法の 物質収支	2 M 硝酸 密度使用 ÷ (流量)	密度 = (全体 - 2)	$\rho = 1.00$	30 % TBP 密度使用 ÷ (流量)	密度 = (全体 - 2)	30 % TBP 密度使用 ÷ (流量)	$\rho = 1.00$	密度 = (全体 - 2)	30 % TBP 密度使用 ÷ (流量)	$\rho = 1.00$	
O/A		280 / 535 = 0.523						365 / 370 = 0.986					

表 13. TCシステムにおけるTRPO法の物質収支

工程名称		抽出・洗浄工程						Am, Cm, RE 逆抽出工程					備考
物流番号		TR 1	TR 2	TR 3	TR 4	TR 5	TR 6	TR 7	TR 8	TR 9	TR 10	TR 11	
物流名称		HLLW	調整液	供給液	洗浄液 - 1	抽出溶媒	抽出残液	装荷溶媒	Am, Cm, RE 逆抽出液	洗浄液 - 2	Am, Cm · RE 製品	使用済 溶媒	
成分	単位												
Am	kg / h	1.24E-01		1.24E-01				1.24E-01			1.24E-01		全量 Am, Cm · RE 製品
Cm	kg / h	3.95E-02		3.95E-02				3.95E-02			3.95E-02		全量 Am, Cm · RE 製品
RE	kg / h	7.83E-01		7.83E-01				7.83E-01			7.83E-01		全量 Am, Cm · RE 製品
RE 以外の FP	kg / h	1.63E+00		1.63E+00			1.63E+00						全量抽出残液
HNO ₃	kg / h	5.91E+01		5.91E+01	4.16E+00		6.33E+01		7.62E+01	3.47E-01	7.65E+01		溶媒への抽出は無視
H ₂ O	kg / h	2.72E+02	5.11E+02	7.83E+02	5.25E+01		8.36E+02		1.78E+02	5.47E+01	2.33E+02		
TRPO	kg / h					6.72E+01		6.72E+01				6.72E+01	
kerosene	kg / h					1.57E+02		1.57E+02				1.57E+02	
全体 - 1	kg / h	3.34E+02	5.11E+02	8.45E+02	5.67E+01	2.24E+02	9.00E+02	2.25E+02	2.54E+02	5.50E+01	3.10E+02	2.24E+02	
全体 - 2	kg / h	3.37E+02		8.48E+02			9.02E+02	2.26E+02			3.11E+02		合化学形態重量
流量	L / h	300.6	511.0	811.6	55.0	275.0	866.6	275.0	220.0	55.0	275.0	275.0	
密度	g / cc	1.12	1.00	1.04	1.03	0.82	1.04	0.82	1.16	1.00	1.13	0.82	化学形態考慮
備考		簡素化溶媒抽出法 物質収支	$\rho = 1.00$	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	1M硝酸 密度使用	30 % TBP 密度使用	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	5M硝酸 密度使用 と仮定	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	密度 = (全体-1) ÷ (流量)		
0/A		275 / 866.6 = 0.317						275 / 275 = 1					

表 14. TCシステムにおけるCyanex法の物質収支

工程名称		Am, Cm 抽出工程							Am, Cm 逆抽出工程			備考	
物流番号		Cy 1	Cy 2	Cy 3	Cy 4	Cy 5	Cy 6	Cy 7	Cy 8	Cy 9	Cy 10	Cy 11	
物流名称		TRPO法 回収製品	調整液 - 1	供給液 - 1	調整液 - 2	供給液 - 2	抽出溶媒	抽出残液	装荷溶媒	Am, Cm 逆抽出液	Am, Cm 製品	使用済 溶媒	
成分	単位												
Am	kg / h	1.24E-01		1.24E-01		1.24E-01			1.24E-01		1.24E-01		全量 Am, Cm 製品
Cm	kg / h	3.95E-02		3.95E-02		3.95E-02			3.95E-02		3.95E-02		全量 Am, Cm 製品
RE	kg / h	7.83E-01		7.83E-01		7.83E-01		7.83E-01					全量抽出残液
HNO ₃	kg / h	7.65E+01		7.56E-03		7.56E-03		7.56E-03		2.36E+01	2.36E+01		溶媒への抽出は無視
H ₂ O	kg / h	2.33E+02		2.55E+02	1.20E+02	3.75E+02		3.75E+02		3.63E+02	3.63E+02		
辛酸	kg / h		2.79E+01	-									
HBTPMPOTP	kg / h						6.06E+01		6.06E+01			6.06E+01	
kerosene	kg / h						2.45E+02		2.45E+02			2.45E+02	
NO ₂	kg / h			5.58E+01									
CO ₂	kg / h			2.67E+01									
全体 - 1	kg / h	3.10E+02	2.79E+01	2.56E+02	1.20E+02	3.76E+02	3.06E+02	3.76E+02	3.06E+02	3.87E+02	3.87E+02	3.06E+02	
全体 - 2	kg / h	3.12E+02		2.57E+02		3.77E+02		3.77E+02	3.06E+02	3.87E+02			合化学形態重量
流量(液体)	L / h	275.0	23.3	254.8	120.2	375.0	375.0	375.0	375.0	375.0	375.0	375.0	
流量(気体)	Nm ³ / h			40.8									
密度	g / cc	1.13	1.20	1.01	1.00	1.01	0.82	1.00	0.82	1.03	1.03	0.81	化学形態考慮
備考	TRPO法の 物質収支	99 % 辛酸 比重使用	・密度 = (全体 - 2) / (流量) ・全体重量に気体含まず	$\rho = 1.00$	密度 = (全体 - 2) ÷ (流量)	密度 = 密度使用 (全体 - 2) ÷ (流量)	密度 = (全体 - 2) ÷ (流量)	密度 = 密度使用 (全体 - 1) ÷ (流量)					
0/A				375 / 375 = 1					375 / 375 = 1				

表 15. DIシステムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈殿処理）法の物質収支

工程名称		濃縮工程			脱硝工程		ろ過工程		共沈工程		ろ過工程		沈殿回収工程					沈殿溶解工程			備考	
物流番号	cdlp 1	cdlp 2	cdlp 3	cdlp 4	cdlp 5	cdlp 6	cdlp 7	cdlp 8	cdlp 9	cdlp 10	cdlp 11	cdlp 12	cdlp 13	cdlp 14	cdlp 15	cdlp 16	cdlp 17	cdlp 18	cdlp 19			
物流名称	HLLW	濃縮液	粗縮液	脱硝試薬	脱硝液	洗净液 - 1	ろ液 - 1	共沈試薬	共沈溶液	洗净液 - 2	ろ液 - 2	リンシング液 - 1	沈液 - 1	リンシング液 - 2	沈液 - 2	沈殿物	沈殿溶解液	再生液	防止試薬	HLLW		
成分	単位																					
Am	kg / d	2.98E+00	2.98E+00			2.98E+00		2.98E+00		2.98E+00											全量ろ液-2	
Ce	kg / d	9.47E-01	9.47E-01			9.47E-01		9.47E-01		9.47E-01											全量ろ液-2	
RE	kg / d	1.88E+01	1.88E+01			1.88E+01		1.88E+01		1.88E+01											全量ろ液-2	
Mo	kg / d	6.21E+00	6.21E+00			6.21E+00						6.21E+00		6.21E+00							6.21E+00	
Zr	kg / d	5.15E+00	5.15E+00			5.15E+00		2.58E+00				2.58E+00									2.58E+00	
Te	kg / d	1.26E+00	1.26E+00			1.26E+00						1.26E+00									1.26E+00	
Zr - Mo (共沈)	kg / d											8.00E+00									8.00E+00	
上記以外の FP	kg / d	2.69E+01	2.69E+01			2.69E+01		2.69E+01		2.69E+01											全量ろ液-2	
HNO ₃	kg / d	1.42E+03	6.08E+02	8.10E+02		3.00E+01	4.73E-01	3.05E+01		2.34E+01	4.73E-01	2.39E+01								5.86E+01	5.86E+01	
H ₂ O	kg / d	6.53E+03	3.78E+02	6.15E+03		7.08E+02	1.47E+01	7.23E+02	5.67E+01	7.79E+02	1.47E+01	7.94E+02	7.20E+01	7.20E+01	6.60E+01	6.60E+01	1.38E+02	8.59E+02	6.22E+01	8.80E+02		
硝酸	kg / d					2.11E+02																
Na ₂ MoO ₄	kg / d											1.17E+01										
ショウ酸	kg / d																			3.10E+01	3.10E+01	
NaNO ₃	kg / d											9.62E+00		9.62E+00								
NO _x	kg / d					4.22E+02																
CO ₂	kg / d					2.02E+02																
全体 - 1	kg / d	8.01E+03	1.05E+03	6.98E+03	2.11E+02	8.00E+02	1.52E+01	8.05E+02	6.84E+01	8.70E+02	1.52E+01	8.77E+02	7.20E+01	8.20E+01	6.60E+01	7.40E+01	1.56E+02	7.80E+02	1.21E+02	9.87E+02		
全体 - 2	kg / d	8.08E+03	1.12E+03			8.68E+02		8.69E+02		9.37E+02		9.39E+02		8.64E+01		7.92E+01	1.66E+02				- 化学形態重量	
流量 (液体)	L / d	7214.4	720.0	6494.4	176.0	708.0	15.0	723.0	57.0	779.0	15.0	794.0	72.0	72.0	66.0	66.0	138.0	688.0	93.0	929.4		
流量 (気体)	Nm ³ / d					308.0																
密度	g / cc	1.12	1.55	1.07	1.20	1.23	1.01	1.20	1.20	1.20	1.01	1.18	1.00	1.20	1.00	1.20	1.20	1.02	1.30	1.06	化学形態考慮	
備考	関係化浴	密度 =	密度 =	99%半酸	密度 = (全体-2)	0.5M硝酸	密度 =	$\rho = 1.20$	密度 =	0.5M硝酸	密度 =	$\rho = 1.00$	密度 =	$\rho = 1.00$	密度 =	$\rho = 1.00$	密度 =	0.5M	10M硝酸	密度 = (全体-1)		
	媒抽出法	(全体-2)	(全体-1)	比重使用	÷ (流量)	密度使用	(全体-2)	と仮定	密度使用	(全体-2)	密度使用	(全体-2)	と仮定	密度使用	(全体-2)	と仮定	(全体-2)	と仮定	と仮定	と仮定	と仮定	・化学形態はショウ酸、H ₂ Oにて考慮
	物質収支	÷ (流量)	÷ (流量)	・全体重量に	気体含まず																	

表 16. DIシステムにおけるDIDPA法の物質収支

工程名称		抽出・洗浄工程				Am, Cm逆抽出工程			RE逆抽出工程				備考
物流番号		DI 1	DI 2	DI 3	DI 4	DI 5	DI 6	DI 7	DI 8	DI 9	DI 10	DI 11	
物流名称		供給液	洗浄液	抽出溶媒	抽出残液	装荷溶媒-1 逆抽出液	Am, Cm 製品	装荷溶媒-2 RE逆抽出液	RE逆抽出液	RE廃液	使用溶媒		
成分	単位												
Am	kg / h	1.24E+01				1.24E-01		1.24E-01					全量Am, Cm製品
Cm	kg / h	3.95E-02				3.95E-02		3.95E-02					全量Am, Cm製品
RE	kg / h	7.83E-01				7.83E-01		7.83E-02	7.05E-01		7.05E-01		10%がAm, Cm製品(残りは抽出残液)
その他FP (Zr, Mo, Teを除く)	kg / h	1.12E+00			1.12E+00								全量抽出残液
HNO ₃	kg / h	1.00E+00	2.08E+00			3.08E+00		5.32E-03	5.32E-03		1.66E+01	1.66E+01	溶媒への抽出は無視
H ₂ O	kg / h	3.15E+01	6.48E+01			9.63E+01		2.48E+02	2.48E+02		5.76E+01	5.76E+01	
NaNO ₃	kg / h	1.72E-01				1.72E-01							
DTPA	kg / h						5.19E+00	5.19E+00					
乳酸	kg / h						2.38E+01	2.38E+01					
DIDPA	kg / h				5.00E+01		5.00E+01			5.00E+01		5.00E+01	
TBP	kg / h				7.02E+00		7.02E+00			7.02E+00		7.02E+00	
n-DD	kg / h				1.58E+02		1.58E+02			1.58E+02		1.58E+02	
全体 - 1	kg / h	3.47E+01	6.69E+01	2.15E+02	1.01E+02	2.16E+02	2.77E+02	2.77E+02	2.16E+02	7.42E+01	7.49E+01	2.15E+02	
全体 - 2	kg / h	3.73E+01			1.02E+02	2.17E+02		2.77E+02	2.17E+02		7.58E+01		含む化学形態重量
流量(液体)	L / h	33	66.0	264.0	99.0	264.0	264.0	264.0	264.0	66.0	66.0	264.0	
密度	g / cc	1.13	1.01	0.82	1.03	0.82	1.05	1.05	0.82	1.12	1.15	0.81	化学形態考慮
備考	前処理法 物質収支	0.5M 硝酸 密度使用	30%TBP 密度使用	密度= (全体-2) ÷ (流量)	密度= (全体-2) ÷ (流量)	10% 乳酸 ナトリウム 密度使用	密度= (全体-2) ÷ (流量)	密度= (全体-2) ÷ (流量)	4M 硝酸 密度使用	密度= (全体-2) ÷ (流量)	密度= (全体-1) ÷ (流量)		
O/A		264/99=2.67				264/264=1			264/66=4				

表 17. DIシステムにおける製品溶液組成変換法の物質収支

工程名称		Am, Cm再抽出工程			Am, Cm再逆抽出工程			備考
物流番号		sfc 1	sfc 2	sfc 3	sfc 4	sfc 5	sfc 6	
物流名称		Am, Cm製品	抽出溶媒	抽出残液	装荷溶媒	Am, Cm 逆抽出液	Am, Cm製品	
成分	単位							
Am	kg / h	1.24E-01			1.24E-01		1.24E-01	全量Am, Cm製品
Cm	kg / h	3.95E-02			3.95E-02		3.95E-02	全量Am, Cm製品
RE	kg / h	7.83E-02			7.83E-02		7.83E-02	全量Am, Cm製品
HNO ₃	kg / h	5.32E-03		5.32E-03		4.28E+00	4.28E+00	溶媒への抽出は無視
H ₂ O	kg / h	2.48E+02		2.48E+02		1.48E+01	1.48E+01	
DTPA	kg / h	5.19E+00		5.19E+00				
乳酸	kg / h	2.38E+01		2.38E+01				
DIDPA	kg / h		1.29E+01		1.29E+01		1.29E+01	
TBP	kg / h		1.81E+00		1.81E+00		1.81E+00	
n-DD	kg / h		4.07E+01		4.07E+01		4.07E+01	
全体 - 1	kg / h	2.77E+02	5.54E+01	2.77E+02	5.57E+01	1.91E+01	1.93E+01	5.54E+01
全体 - 2	kg / h	2.77E+02			5.59E+01		1.96E+01	合化学形態重量
流量(液体)	L / h	264	68.0	264.0	68.0	17.0	17.0	68.0
密度	g / cc	1.05	0.82	1.05	0.82	1.12	1.15	0.81
備考		DIDPA法 物質収支	30%TBP 密度使用	密度= (全体-1) ÷ (流量)	密度= (全体-2) ÷ (流量)	4M 硝酸 密度使用	密度= (全体-2) ÷ (流量)	(全体-1) ÷ (流量)
O/A		68/264=0.258			68/17=4			

表 18. TAシステムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈殿処理）法の物質収支

工程名称		漂浴工程			胡塗工程		ろ過工程		共沈工程		ろ過工程		沈殿回収工程					沈殿溶解工程			備考	
物流番号		Tcdip 1	Tcdip 2	Tcdip 3	Tcdip 4	Tcdip 5	Tcdip 6	Tcdip 7	Tcdip 8	Tcdip 9	Tcdip 10	Tcdip 11	Tcdip 12	Tcdip 13	Tcdip 14	Tcdip 15	Tcdip 16	Tcdip 17	Tcdip 18	Tcdip 19		
物流名称		HLLW	漂浴液	濁浴液	脱硝試薬	脱硝液	洗浄液 - 1	ろ液 - 1	共沈試薬	共沈溶液	洗浄液 - 2	ろ液 - 2	リンシング 液 - 1	沈殿 - 1	リンシング 液 - 2	沈殿 - 2	沈殿物	沈殿溶解液	再沈殿	防止試薬	HLLW	
成分	単位																					
As	kg / d	2.98E+00	2.98E+00				2.98E+00		2.98E+00		2.98E+00										全量ろ液-2	
Cn	kg / d	9.47E-01	9.47E-01				9.47E-01		9.47E-01		9.47E-01		9.47E-01								全量ろ液-2	
RE	kg / d	1.88E+01	1.88E+01				1.88E+01		1.88E+01		1.88E+01		1.88E+01								全量ろ液-2	
Mo	kg / d	6.21E+00	6.21E+00				6.21E+00						6.21E+00		6.21E+00						全量沈殿	
Zr	kg / d	5.15E+00	5.15E+00				5.15E+00		2.50E+00				2.50E+00		2.50E+00						2.50E+00	
Te	kg / d	1.26E+00	1.26E+00				1.26E+00						1.26E+00		1.26E+00						1.26E+00	
Zr - Mo (共沈)	kg / d												8.00E+00					8.00E+00	8.00E+00		8.00E+00	
上記以外のFP	kg / d	2.69E+01	2.69E+01				2.69E+01		2.69E+01		2.69E+01		2.69E+01								50%Zr共沈	
HNO ₃	kg / d	1.42E+03	6.08E+02	8.10E+02			7.17E+00	9.45E-04	7.17E+00	5.00E-02	9.45E-04	5.00E-02						5.36E+01	5.36E+01		全量ろ液-2	
H ₂ O	kg / d	6.53E+03	3.78E+02	6.15E+03			7.08E+02	1.50E+01	7.23E+02	6.67E+01	7.79E+02	1.50E+01	7.94E+02	7.20E+01	7.20E+01	6.60E+01	6.60E+01	1.38E+02	6.69E+02	6.22E+01	8.10E+02	
手盤	kg / d						2.20E+02															
Na ₂ MoO ₄	kg / d												1.17E+01									
ショウ酸	kg / d																	3.10E+01		3.10E+01		
NaNO ₃	kg / d												9.62E+00		9.62E+00							
ND ₂	kg / d						4.22E+02															
CO ₂	kg / d						2.02E+02															
全体 - 1	kg / d	8.01E+03	1.85E+03	6.96E+03	2.20E+02	7.77E+02	1.50E+01	7.82E+02	6.84E+01	8.46E+02	1.50E+01	8.53E+02	7.20E+01	8.20E+01	6.60E+01	7.40E+01	1.56E+02	7.00E+02	1.21E+02	9.87E+02		
全体 - 2	kg / d	8.08E+03	1.12E+03				8.45E+02		8.45E+02		9.13E+02		9.15E+02		8.64E+01		7.92E+01	1.66E+02		-	含化学形態量	
流量 (液体)	L / d	7214.4	720.0	6494.4	183.0	708.0	15.0	723.0	57.0	778.0	15.0	794.0	72.0	72.0	66.0	66.0	138.0	688.0	93.0	929.4		
流量 (気体)	Nm ³ / d						321.0															
密度	g / cc	1.12	1.55	1.07	1.20	1.19	1.00	1.17	1.20	1.17	1.00	1.15	1.00	1.20	1.00	1.20	1.02	1.30	1.06	化学形態考慮		
備考		簡素化溶媒抽出法	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	密度 = (全体-1) ÷ (流量)	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	ρ = 1.00	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	ρ = 1.20	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	ρ = 1.00	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	ρ = 1.00	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	ρ = 1.00	密度 = (全体-2) ÷ (流量)	ρ = 0.5M	10M硝酸密度使用	・密度 = (全体-1) ÷ (流量)			
物質収支		÷ (流量)	÷ (流量)			・全体質量に 气体含まず														・化学形態はショウ酸、H ₂ Oにて考慮		

表 19. TAシステムにおけるTALSPEAK法の物質収支

工程名称		抽出・洗浄工程				Am, Cm逆抽出工程				RE逆抽出工程				備考
物流番号		TA 1	TA 2	TA 3	TA 4	TA 5	TA 6	TA 7	TA 8	TA 9	TA 10	TA 11	TA 12	
物流名称		供給液	洗浄液	抽出溶媒	抽出残液	装荷溶媒-1	洗浄溶媒	Am, Cm製品	装荷溶媒-2	RE逆抽出液	RE廃液	使用済溶媒		
成分	単位													
Am	kg / h	1.24E-01				1.24E-01			1.24E-01					全量Am, Cm製品
Cm	kg / h	3.95E-02				3.95E-02			3.95E-02					全量Am, Cm製品
RE	kg / h	7.83E-01				7.83E-01			7.83E-01			7.83E-01		全量RE廃液
その他FP (Zr, Mo, Teを除く)	kg / h	1.12E+00			1.12E+00									全量抽出残液
HNO ₃	kg / h	2.12E-03			2.12E-03			4.79E-03	4.79E-03		2.87E+01	2.87E+01		溶媒への抽出は無視
H ₂ O	kg / h	3.31E+01	6.86E+01		1.02E+02			7.24E+01	7.24E+01		6.17E+01	6.17E+01		
NaNO ₃	kg / h	4.00E-01			4.00E-01									
HCOOH	kg / h		1.61E+00		1.61E+00									
DTPA	kg / h							1.49E+00	1.49E+00					
グリコール酸	kg / h							5.78E+00	5.78E+00					
HDEHP	kg / h			3.34E+01		3.34E+01	4.06E+00			3.75E+01			3.75E+01	
TBP	kg / h			1.84E+01		1.84E+01				1.84E+01			1.84E+01	
n-DD	kg / h			2.30E+02		2.30E+02	3.02E+01			2.60E+02			2.60E+02	
全体 - 1	kg / h	3.56E+01	7.02E+01	2.82E+02	1.05E+02	2.83E+02	3.43E+01	7.97E+01	7.98E+01	3.17E+02	9.04E+01	9.12E+01	3.16E+02	
全体 - 2	kg / h	3.81E+01			1.06E+02	2.84E+02			8.00E+01	3.18E+02		9.22E+01		含化学形態重量
流量(液体)	L / h	33	70.0	346.0	103.0	346.0	42.0	76.0	76.0	388.0	76.0	76.0	388.0	
密度	g / cc	1.16	1.00	0.82	1.03	0.82	0.82	1.05	1.05	0.82	1.19	1.21	0.81	化学形態考慮
備考	前処理法 物質収支	4% 酢酸 密度使用	30% TBP 密度使用	密度= (全体-2) ÷ (流量)	密度= (全体-2) ÷ (流量)	30% TBP 密度使用	10% 乳酸 ナトリウム 密度使用	密度= (全体-2) ÷ (流量)	密度= (全体-2) ÷ (流量)	6M 硝酸 密度使用	密度= (全体-2) ÷ (流量)	密度= (全体-1) ÷ (流量)		
0/A	346/103=3.359				388/76=5.105				388/76=5.105					

表 20. TAシステムにおける製品溶液組成変換法の物質収支

工程名称		Am, Cm再抽出工程				Am, Cm再逆抽出工程				備考	
物流番号		Tsfc 1	Tsfc 2	Tsfc 3	Tsfc 4	Tsfc 5	Tsfc 6	Tsfc 7	Tsfc 8		
物流名称		Am, Cm製品	洗浄液	抽出溶媒	抽出残液	装荷溶媒	洗浄溶媒	Am, Cm 逆抽出液	Am, Cm製品	使用済溶媒	
成分	単位										
Am	kg / h	1.24E-01				1.24E-01			1.24E-01		全量Am, Cm製品
Cm	kg / h	3.95E-02				3.95E-02			3.95E-02		全量Am, Cm製品
HNO ₃	kg / h	4.79E-03	6.65E-02		7.13E-02			2.08E+00	2.08E+00		溶媒への抽出は無視
H ₂ O	kg / h	7.24E+01	3.14E+01		1.04E+02			3.19E+01	3.19E+01		
DTPA	kg / h	1.49E+00	6.49E-01		2.14E+00						
グリコール酸	kg / h	5.78E+00	2.51E+00		8.29E+00						
HDEHP	kg / h			4.79E+00		4.79E+00	9.66E-01			5.76E+00	
n-DD	kg / h			4.41E+01		4.41E+01	7.18E+00			5.13E+01	
全体 - 1	kg / h	7.98E+01	3.46E+01	4.89E+01	1.14E+02	4.91E+01	8.15E+00	3.40E+01	3.41E+01	5.70E+01	
全体 - 2	kg / h	8.00E+01				4.92E+01			3.43E+01		含化学形態重量
流量(液体)	L / h	76	33	60.0	109.0	60.0	10.0	33.0	33.0	70.0	
密度	g / cc	1.05	1.05	0.82	1.05	0.82	0.82	1.03	1.04	0.81	化学形態考慮
備考	TALSPEAK法 物質収支	10% 乳酸 ナトリウム 密度使用	30% TBP 密度使用 ÷ (流量)	密度= (全体-1) ÷ (流量)	密度= (全体-2) ÷ (流量)	30% TBP 密度使用	1M 硝酸 密度使用 ÷ (流量)	密度= (全体-2) ÷ (流量)	密度= (全体-1) ÷ (流量)		
O/A		60/109=0.55				70/33=2.12					

表 21. 各システムにおける主要機器の図示記号

記号	名称	備考	記号	名称	備考
	溶液タンク(槽類)			ポット	・送液用 ・オーバーフロー用
	溶液タンク(槽類)	スラッジ混入用		エアリフト	
	遠心清澄機			エアスパージャ	
	電解槽			エア供給装置	
	遠心分離器	xx:段番号		サンプリング装置	
	蒸発缶			搅拌機	モータ付
	脱硝槽			液位計	
	相分離器			スチームジェット	
	溶媒フィルタ			スチーム供給装置	
	加熱／冷却装置			物流表示	xx:物流番号
	ダネード	流量制限装置		出入工程表示	○○:工程名称
	デミスタ	気液分離用		水相流	オーバーフロー流 については、水相 ／有機相が未定の ため、実線で表示
	ポンプ			有機相流	
	配管冷却装置			共沈反応槽	環流機能付

表 22. DSシステムにおけるDIAMEX法の主要機器一覧

工程名	機器名	容積	致置	主要材質	付属機能/必要性能	分析項目	備考
HLLW供給工程	HLLW受槽	3 m ³ (7時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	供給液槽整機	3 m ³ (7時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/シウ酸濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	HLLW供給槽	3 m ³ (7時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	ダネード		1 個	SUS 304 系	流量を 411.7 L/hr に制限		
	供給液ポンプ	10 L	2 個	SUS 304 系	オーバーフロー戻りライン (1個のみ)		
	エアリフト		3 個	SUS 304 系	400 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
抽出・洗浄工程	遠心抽出器(抽出・洗浄部)	2 L	21段	SUS 304 系			
	遠心抽出器(希釈剤洗浄部)	2 L	4段	SUS 304 系			
	抽出液ポンプ	6 m ³ (10時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	シユウ酸分解槽	6 m ³ (10時間相当)	1 式	SUS 304 系	冷却機能、7.5 kg/hr のシユウ酸分解能力		
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系	冷却機能		
	抽出液ポンプ	6 m ³ (10時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	抽出液計量槽	6 m ³ (10時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	酸濃度/シウ酸濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ポンプ	10 L	4個	SUS 304 系			
	送液用ポンプ	10 L	3個	SUS 304 系	オーバーフロー戻りライン (1個のみ)		
	デミスター	10 L	2個	SUS 304 系			
	ダネード		1 個	SUS 304 系	流量を 661.7 L/hr に制限		
	エアリフト		5個	SUS 304 系	20 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
逆抽出工程	遠心抽出器(逆抽出部)	2 L	8段	SUS 304 系			
	遠心抽出器(希釈剤洗浄部)	2 L	4段	SUS 304 系			
	Am, Cm, RE製品受槽	1 m ³ (5時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm, RE製品計量槽	1 m ³ (5時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	酸濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ポンプ	10 L	4個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4個	SUS 304 系	5 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 23. DSシステムにおけるSANEX法の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能／必要能力	分析項目	備考
Am, Ca, RE 製品供給工程	Am, Ca, RE 製品受槽	3 m ³ (7 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	供給液調整槽	3 m ³ (7 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	濃度 / Pu, U, Am, Ca, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	Am, Ca, RE 製品供給槽	3 m ³ (7 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	ダネード		1 個	SUS 304 系	流量を 466 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	2 個	SUS 304 系	オーバーフロー戻りライン (1 個のみ)		
	エアリフト		3 個	SUS 304 系	450 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
抽出・洗浄工程	遠心抽出器 (抽出・洗浄用)	2 L	8 個	SUS 304 系			
	遠心抽出器 (希釈用洗浄用)	2 L	4 個	SUS 304 系			
	抽出液浴受槽	3 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	抽出液浴計量槽	3 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	濃度 / Pu, U, Am, Ca, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4 個	SUS 304 系			
	送液用ボット	10 L	1 個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	15 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
Am, Ca 逆抽出工程	遠心抽出器 (Am, Ca 逆抽出用)	2 L	8 個	SUS 304 系			
	遠心抽出器 (希釈用洗浄用)	2 L	4 個	SUS 304 系			
	Am, Ca 製品浴液受槽	2 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	Am, Ca 製品浴液計量槽	2 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	濃度 / Pu, U, Am, Ca, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4 個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	10 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 24. DSシステムにおける溶媒洗浄工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	仕様	付属機器/機能	冷却装置	説明
DIAMET 滅菌洗浄	使用済溶媒受槽	4 m ³ (10 吨貯蔵用)	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		2 段タンク、滅菌対応なし
	使用済溶媒貯蔵槽	0.5 m ³ (10 吨貯蔵用)	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能、サンプリング端部、リワークエンドライン	Pn, U, Aa, Ca, Re, 正面 FP (Na, Ir, Ru, Fe, Ni, Cr) 温度	2 段タンク、滅菌対応なし
	使用済溶媒送液槽	4 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		2 段タンク、滅菌対応なし
	ゲミスク	1 基		SUS 304 瓶		
	グロード	1 基	SUS 304 瓶 洗浄水 100 l/hr に制限			
	供給直ボット	10 L	2 基	SUS 304 瓶 オーバーフロー式リライン (1 基のみ)		
	エアリフト		2 基	SUS 304 瓶 500 l/hr ~ 1 s/hr		
	サンプリング装置		1 基			
	その他洗浄器具		1 基			
使用済溶媒洗浄工程	滅心洗浄槽 (アルカリ洗浄部)	2 L	4 台	SUS 304 瓶		
	滅心洗浄槽 (過酸化水素部)	2 L	4 台	SUS 304 瓶		
	オーバーフロー式洗浄槽	0.5 m ³	2 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		1 段タンク、滅菌対応なし
	オーバーフロー式直ボット	10 L	4 基	SUS 304 瓶		
	供給直ボット	10 L	2 基	SUS 304 瓶		
	エアリフト		2 基	SUS 304 瓶 10 l/hr		
	その他洗浄器具		1 基			
洗浄滅菌処理工程	滅心洗浄槽 (滅菌洗浄部)	2 L	4 台	SUS 304 瓶		
	滅菌用洗浄槽	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		2 段タンク、滅菌対応なし
	滅菌ヒドライジング装置	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 冷却機能、1.1 l/hr の吸収ヒドライジング分解能力		
	滅菌用洗浄槽		1 基	SUS 304 瓶 冷却機能		
	オーバーフロー滅菌洗浄槽	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		2 段タンク、滅菌対応なし
	滅菌用洗浄槽	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		2 段タンク、滅菌対応なし
	滅菌用洗浄槽	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		2 段タンク、滅菌対応なし
	滅菌用洗浄槽	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能、サンプリング端部	滅菌室/滅菌ヒドライジング装置/Pn, U, Aa, Ca, Re, 正面 FP (Na, Ir, Ru, Fe, Ni, Cr) 温度	2 段タンク、滅菌対応なし
	オーバーフロー用ボット	10 L	2 基	SUS 304 瓶		
	供給直ボット	10 L	2 基	SUS 304 瓶 オーバーフロー式リライン (1 基のみ)		
	ゲミスク	10 L	2 基	SUS 304 瓶		
	グロード	1 基	SUS 304 瓶 洗浄水 10 l hr に制限			
	エアリフト		5 基	SUS 304 瓶 2 l/hr ~ 100 l/hr		
	サンプリング装置		1 基			
	その他洗浄器具		1 基			
滅菌滅菌処理工程	滅菌滅菌槽	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		1 段タンク、滅菌対応なし
	滅菌滅菌直ボット	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、サンプリング端部、滅菌滅菌工程ライン	DHODATDA 温度/滅菌温度/生葉 FP (Na, Ir, Ru, Fe, Ni, Cr) 温度	2 段タンク、滅菌対応なし
	滅菌滅菌直ボット	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク		2 段タンク、滅菌対応なし
	滅菌フィルタ		1 基	SUS 304 瓶 滤液 1.42 l/hr に保持		
	供給直ボット	10 L	7 基	SUS 304 瓶 オーバーフロー式リライン (1 基)		
	ゲミスク	10 L	2 基	SUS 304 瓶		
	グロード	1 基	SUS 304 瓶 洗浄水 10 l hr に制限			
	エアリフト		5 基	SUS 304 瓶 1.42 l hr		
	サンプリング装置		1 基			
	その他洗浄器具		1 基			
EMEX 滅菌洗浄	使用済溶媒洗浄工程	2 m ³ (5 吨貯蔵用)	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		2 段タンク、滅菌対応なし
	使用済溶媒洗浄工程	2 m ³ (5 吨貯蔵用)	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能、サンプリング端部、滅菌滅菌工程ライン	Pn, U, Aa, Ca, Re, 正面 FP (Na, Ir, Ru, Fe, Ni, Cr) 温度	2 段タンク、滅菌対応なし
	使用済溶媒洗浄槽	2 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク		2 段タンク、滅菌対応なし
	ゲミスク	10 L	2 基	SUS 304 瓶		
	グロード	1 基	SUS 304 瓶 洗浄水 10 l hr に制限			
	供給直ボット	10 L	2 基	SUS 304 瓶 オーバーフロー式リライン (1 基のみ)		
	エアリフト		2 基	SUS 304 瓶 1.42 l hr		
	サンプリング装置		1 基			
	その他洗浄器具		1 基			
使用済溶媒洗浄工程	滅心洗浄槽 (アルカリ洗浄部)	2 L	4 台	SUS 304 瓶		
	滅心洗浄槽 (過酸化水素部)	2 L	4 台	SUS 304 瓶		
	オーバーフロー洗浄洗浄槽	0.5 m ³	2 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		2 段タンク、滅菌対応なし
	オーバーフロー直ボット	10 L	4 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		
	供給直ボット	10 L	2 基	SUS 304 瓶		
	エアリフト		2 基	SUS 304 瓶 10 l hr		
	サンプリング装置		1 基			
	その他洗浄器具		1 基			
滅菌滅菌洗浄工程	滅心洗浄槽 (滅菌洗浄部)	2 L	4 台	SUS 304 瓶		
	滅菌用洗浄槽	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		2 段タンク、滅菌対応なし
	滅菌ヒドライジング装置	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 冷却機能、1.1 l hr の吸収ヒドライジング分解能力		
	滅菌用洗浄槽		1 基	SUS 304 瓶 冷却機能		
	オーバーフロー滅菌洗浄槽	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		2 段タンク、滅菌対応なし
	滅菌用洗浄槽	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能、サンプリング端部	滅菌室/滅菌ヒドライジング装置/Pn, U, Aa, Ca, Re, 正面 FP (Na, Ir, Ru, Fe, Ni, Cr) 温度	2 段タンク、滅菌対応なし
	オーバーフロー直ボット	10 L	2 基	SUS 304 瓶 オーバーフロー式リライン (1 基)		
	供給直ボット	10 L	2 基	SUS 304 瓶 オーバーフロー式リライン (1 基のみ)		
	ゲミスク	10 L	2 基	SUS 304 瓶		
	グロード	1 基	SUS 304 瓶 洗浄水 10 l hr に制限			
	エアリフト		5 基	SUS 304 瓶 1.42 l hr ~ 100 l hr		
	サンプリング装置		1 基			
	その他洗浄器具		1 基			
滅菌滅菌洗浄工程	滅菌滅菌槽	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、冷却機能		2 段タンク、滅菌対応なし
	滅菌滅菌直ボット	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク、サンプリング端部、滅菌滅菌工程ライン	Pn, U, Aa, Ca, Re, 正面 FP (Na, Ir, Ru, Fe, Ni, Cr) 温度	2 段タンク、滅菌対応なし
	滅菌滅菌直ボット	0.5 m ³	1 基	SUS 304 瓶 エアスパーク		2 段タンク、滅菌対応なし
	滅菌フィルタ		1 基	滤液 1.42 l hr に保持		
	供給直ボット	10 L	1 基	SUS 304 瓶 オーバーフロー式リライン (1 基)		
	ゲミスク	10 L	2 基	SUS 304 瓶		
	グロード	1 基	SUS 304 瓶 洗浄水 10 l hr に制限			
	エアリフト		5 基	SUS 304 瓶 1.42 l hr ~ 100 l hr		
	サンプリング装置		1 基			
	その他洗浄器具		1 基			

表 25. DSシステムにおけるリワーク工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能/必要能力	分析項目	備考
DIAMEX リワーク工程	リワーク受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液受槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/各試薬濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶媒受槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/各試薬濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液供給槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶媒供給槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	相分離器		1 式	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	3 個	SUS 304 系			
	ダネード		2 個	SUS 304 系	流量を 400 L/hr ~ 600 L/hr に制限		
	供給液ポット	10 L	4 個	SUS 304 系	オーバーフロー戻りライン (2 個)		
	エアリフト		5 個	SUS 304 系	400 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		2 式				
	その他付属品		1 式				
SANEX リワーク工程	リワーク受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液受槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/各試薬濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶媒受槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/各試薬濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液供給槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶媒供給槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	相分離器		1 式	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	3 個	SUS 304 系			
	ダネード		2 個	SUS 304 系	流量を 250 L/hr ~ 450 L/hr に制限		
	供給液ポット	10 L	4 個	SUS 304 系	オーバーフロー戻りライン (2 個)		
	エアリフト		5 個	SUS 304 系	250 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		2 式				
	その他付属品		1 式				

表 26. DSシステムにおける試薬調整工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能/必要能力	分析項目
原液貯槽	純水貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	硝酸貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	ショウ酸貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	炭酸ヒドラジン貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	DMDBTDA 貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	TPH 貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	nPr - BTP 貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	n-octanol 貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	ポンプ		8 個		1 m ³ /hr ~ 5 m ³ /hr 程度	
	その他付属品		1 式			
各溶液調整工程	0.37 M シュウ酸 - 5.07 M 硝酸調整槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	シュウ酸濃度 / 硝酸濃度
	0.3 M シュウ酸 - 3.4 M 硝酸調整槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	シュウ酸濃度 / 硝酸濃度
	1.5 M 硝酸調整槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度
	1.84 M 硝酸調整槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度
	0.05 M 硝酸調整槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度
	0.1 M 硝酸調整槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度
	0.4 M 炭酸ヒドラジン調整槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	炭酸ヒドラジン濃度
	0.5 M DMDBTDA - TPH 調整槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	DMDBTDA 濃度
	0.4 M nPr - BTP - 70 % TPH - 30 % n-octanol 調整槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	nPr - BTP 濃度 / TPH · n-octanol 比 (vol %)
	70 % TPH - 30 % n-octanol 調整槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	TPH · n-octanol 比 (vol %)
	ポンプ		10 個		1 L/hr ~ 1 m ³ /hr 程度	
	攪拌機		10 式			
	溶液濃度微調整ボット	10 L	10 個	SUS 304 系		
	液位計		10 式			
	サンプリング装置		10 式			
	その他付属品		1 式			
各溶液供給工程	0.37 M シュウ酸 - 5.07 M 硝酸供給槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能	
	0.3 M シュウ酸 - 3.4 M 硝酸供給槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能	
	1.5 M 硝酸供給槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能	
	1.84 M 硝酸供給槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能	
	0.05 M 硝酸供給槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能	
	0.1 M 硝酸供給槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能	
	0.4 M 炭酸ヒドラジン供給槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能	
	0.5 M DMDBTDA - TPH 供給槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能	
	TPH 供給槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能	
	0.4 M nPr - BTP - 70 % TPH - 30 % n-octanol 供給槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能	
	70 % TPH - 30 % n-octanol 供給槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能	
	ポンプ		20 個		1 L/hr ~ 1 m ³ /hr 程度	
	攪拌機		10 式			
	その他付属品		1 式			

表 27. DSシステムにおけるAm, Cm製品濃縮工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能/必要能力	分析項目	備考
製品供給工程	Am, Cm 製品受槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品供給槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	2 個	SUS 304 系			
	エアリフト		2 個	SUS 304 系	~ 1 m ³ /hr		
	その他付属品		1 式				
製品濃縮工程	Am, Cm 製品濃縮缶		1 式	Ti - 5 Ta	加熱機能、~ 50 倍濃縮程度		2 種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品濃縮液受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品濃縮液貯槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品拡出計量槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Nb, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品凝縮液受槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系			2 種タンク、臨界対応無し
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系	冷却機能		
	デミスター	10 L	4 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	~ 500 L/hr		
	スチームジェット		1 式	SUS 304 系	~ 500 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 28. DSシステムにおけるHLLW濃縮工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能／必要能力	分析項目	備考
HLLW 供給工程	HLLW 受槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 供給槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	2 個	SUS 304 系			
	エアリフト		2 個	SUS 304 系	~ 1 m ³ /hr		
	その他付属品		1 式				
HLLW 濃縮工程	HLLW 濃縮缶		1 式	Ti - 5 Ta	加熱機能、~ 100 倍濃縮程度		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 濃縮液受槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 濃縮液貯槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 供給槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	破壊度/Pu, U, Am, Co, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 凝縮液受槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			2 種タンク、臨界対応無し
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系	冷却機能		
	デミスター	10 L	4 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	~ 1 m ³ /hr		
	スチームジェット		1 式	SUS 304 系	~ 2 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 29. TCシステムにおけるTRPO法の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能/必要能力	分析項目	備考
HLLW 供給工程	HLLW 受槽	6 m ³ (7時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	供給液調整槽	6 m ³ (7時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/Pu, U, Am, Ce, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	HLLW 供給槽	6 m ³ (7時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	1個	SUS 304 系			
	グネード		1個	SUS 304 系	流量を 811.6 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	2個	SUS 304 系	オーバーフロー汎リライン (1個のみ)		
	エアリフト		3個	SUS 304 系	800 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1式				
	その他付属品		1式				
抽出・洗浄工程	遠心抽出器 (抽出・洗浄部)	2 L	16段	SUS 304 系			
	遠心抽出器 (希釀剤洗浄部)	2 L	4段	SUS 304 系			
	抽出純液受槽	6 m ³ (7時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	抽出純液計量槽	6 m ³ (7時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	酸濃度/Pu, U, Am, Ce, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4個	SUS 304 系			
	送液用ボット	10 L	1個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1個	SUS 304 系			
	エアリフト		4個	SUS 304 系	25 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1式				
Am, Ce, RE 逆抽出工程	遠心抽出器 (逆抽出部)	2 L	8段	SUS 304 系			
	遠心抽出器 (希釀剤洗浄部)	2 L	4段	SUS 304 系			
	Am, Ce, RE 製品受槽	2 m ³ (7時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	Am, Ce, RE 製品計量槽	2 m ³ (7時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	酸濃度/Pu, U, Am, Ce, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1個	SUS 304 系			
	エアリフト		4個	SUS 304 系	5 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1式				
	その他付属品		1式				

表 30. TCシステムにおけるCyanex法の主要機器一覧

工段名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能／必要能力	分析項目	備考
An, Ca, RE 製品供給工程	An, Ca, RE 製品受槽	2 m ³ (7 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	供給液 - 1 損耗槽	2 m ³ (7 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、加熱機能、サンプリング機能	酸濃度／半減濃度／Pu, U, An, Ca, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 種タンク、臨界対応無し
	供給液 - I 受槽	2 m ³ (7 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	供給液 - 2 損耗槽	2 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度／Pu, U, An, Ca, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 種タンク、臨界対応無し
	An, Ca, RE 製品供給槽	2 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	ダネード		1 個	SUS 304 系	流量を 375 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	2 個	SUS 304 系	オーパーフロー戻りライン (1 個のみ)		
	エアリフト		6 個	SUS 304 系	250 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		2 式				
An, Ca 抽出工程	送心抽出器 (抽出・洗浄部)	2 L	5 段	SUS 304 系			
	送心抽出器 (希釈剤洗浄部)	2 L	4 段	SUS 304 系			
	抽出液受槽	2 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	抽出液計量槽	2 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	酸濃度／Pu, U, An, Ca, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 種タンク、臨界対応無し
	オーパーフロー用ボット	10 L	4 個	SUS 304 系			
	送液用ボット	10 L	1 個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	10 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
An, Ca 逆抽出工程	送心抽出器 (An, Ca 逆抽出部)	2 L	5 段	SUS 304 系			
	送心抽出器 (希釈剤洗浄部)	2 L	4 段	SUS 304 系			
	An, Ca 製品溶液受槽	2 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	An, Ca 製品溶液計量槽	2 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	酸濃度／Pu, U, An, Ca, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 種タンク、臨界対応無し
	オーパーフロー用ボット	10 L	4 個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	10 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 31. TCシステムにおける溶媒洗浄工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	仕事時間	付属機器/主要能力	分野項目	備考
109 溶媒洗浄 使用溶媒供給工程	使用溶媒貯蔵槽	2 m ³ (7時間運転)	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能		2 バンク、露界対応なし
	使用溶媒計量槽	2 m ³ (7時間運転)	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能、サンプリング装置、リワーク工程ライン	Pd, U, Au, Cd, Zr, 正常 FF (Mo, Ir, Ru, Tc, Fe, Al, Cr) 温度	2 バンク、露界対応なし
	使用溶媒供給槽	2 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能		2 バンク、露界対応なし
	デミスター	10 L	2 回	SUS 304 箱		
	ダニード		1 回	SUS 304 箱 漏斗を 274 L/hr に制限		
	汚物洗浄ボット	10 L	2 回	SUS 304 箱 オーパーフロー貯リライン (1 回のみ)		
	エアリフト		1 回	SUS 304 箱 250 L/hr ~ 1 m / hr		
	サンプリング装置		1 式			
	その他の器具		1 式			
使用溶媒洗浄工程	渦心抽出器 (アルカリ洗浄部)	2 L	4 回	SUS 304 箱		
	渦心抽出器 (溶剤洗浄部)	2 L	4 回	SUS 304 箱		
	オーパーフロー溶媒供給槽	0.5 m ³	2 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能		2 バンク、露界対応なし
	オーパーフロー用ボット	10 L	4 回	SUS 304 箱		
	汚液用ボット	10 L	1 回	SUS 304 箱		
	エアリフト		2 回	SUS 304 箱 10 L/hr		
	その他の器具		1 式			
洗浄洗浄工程	渦心抽出器 (無溶剂洗浄部)	2 L	4 回	SUS 304 箱		
	洗浄洗浄中間受槽	0.5 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能		2 バンク、露界対応なし
	洗浄ヒドランジ装置	0.5 m ³	1 式	SUS 304 箱 冷却機能、0.1 kg / hr の洗浄ヒドランジ分解能力		
	洗浄用器具		1 式	SUS 304 箱 冷却機能		
	オーパーフロー溶媒供給槽	0.5 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能		2 バンク、露界対応なし
	汚液洗浄受槽	0.5 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能		2 バンク、露界対応なし
	洗浄洗浄計量槽	0.5 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能、サンプリング装置	漏斗度/洗浄ヒドランジ洗浄/Pd, U, Au, Cd, Zr, 正常 FF (Mo, Ir, Ru, Tc, Fe, Al, Cr) 温度	2 バンク、露界対応なし
	オーパーフロー用ボット	10 L	2 回	SUS 304 箱		
	汚液用ボット	10 L	2 回	SUS 304 箱 オーパーフロー貯リライン (1 回のみ)		
	デミスター	10 L	2 回	SUS 304 箱		
	ダニード		1 回	SUS 304 箱 漏斗を 10 L/hr に制限		
	エアリフト		5 回	SUS 304 箱 1 L / hr ~ 100 L / hr		
	サンプリング装置		1 式			
	その他の器具		1 式			
洗浄洗浄処理工程	汚浴洗浄受槽	2 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、汚浴洗浄工程ライン		2 バンク、露界対応なし
	再利用洗浄受槽	2 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、サンプリング装置、汚浴洗浄工程ライン	109 温度/漏斗度/正常 FF (Mo, Ir, Ru, Tc, Fe, Al, Cr) 温度	2 バンク、露界対応なし
	再利用洗浄供給槽	2 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ		2 バンク、露界対応なし
	汚浴フィルタ		1 式			
	汎用ボット	10 L	2 回	SUS 304 箱 オーパーフロー貯リライン (1 回)		
	デミスター	10 L	2 回	SUS 304 箱		
	ダニード		1 回	SUS 304 箱 漏斗を 274 L/hr に制限		
	エアリフト		5 回	SUS 304 箱 1 L / hr ~ 100 L / hr		
	サンプリング装置		1 式			
	その他の器具		1 式			
Cassex 溶媒洗浄	使用溶媒供給工程	2 m ³ (5時間運転)	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能		2 バンク、露界対応なし
	使用溶媒計量槽	2 m ³ (5時間運転)	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能、サンプリング装置、リワーク工程ライン	Pd, U, Au, Cd, Zr, 正常 FF (Mo, Ir, Ru, Tc, Fe, Al, Cr) 温度	1 バンク、露界対応なし
	使用溶媒供給槽	2 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能		2 バンク、露界対応なし
	デミスター	15 L	2 回	SUS 304 箱		
	ダニード		1 回	SUS 304 箱 漏斗を 275 L/hr に制限		
	汚液洗浄ボット	10 L	2 回	SUS 304 箱 オーパーフロー貯リライン (1 回)		
	エアリフト		1 回	SUS 304 箱 250 L/hr ~ 1 m / hr		
	サンプリング装置		1 式			
	その他の器具		1 式			
使用溶媒洗浄工程	渦心抽出器 (無溶剂洗浄部)	2 L	4 回	SUS 304 箱		
	渦心抽出器 (有溶剂洗浄部)	2 L	4 回	SUS 304 箱		
	オーパーフロー溶媒供給槽	0.5 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能		2 バンク、露界対応なし
	オーパーフロー用ボット	10 L	4 回	SUS 304 箱		
	汎用ボット	10 L	1 回	SUS 304 箱		
	エアリフト		2 回	SUS 304 箱 10 L/hr		
	その他の器具		1 式			
洗浄洗浄工程	渦心抽出器 (無溶剂洗浄部)	2 L	4 回	SUS 304 箱		
	渦心抽出器 (有溶剂洗浄部)	0.5 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能		2 バンク、露界対応なし
	洗浄ヒドランジ装置	0.5 m ³	1 式	SUS 304 箱 冷却機能、0.1 kg / hr の洗浄ヒドランジ分解能力		
	汚浴洗浄受槽		1 式	SUS 304 箱 冷却機能		
	オーパーフロー溶媒供給槽	0.5 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能		2 バンク、露界対応なし
	汚浴洗浄受槽	0.5 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能		2 バンク、露界対応なし
	汚浴洗浄計量槽	0.5 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、冷却機能、サンプリング装置	漏斗度/洗浄ヒドランジ洗浄/Pd, U, Au, Cd, Zr, 正常 FF (Mo, Ir, Ru, Tc, Fe, Al, Cr) 温度	2 バンク、露界対応なし
	オーパーフロー用ボット	10 L	1 回	SUS 304 箱		
	汎用ボット	10 L	2 回	SUS 304 箱 オーパーフロー貯リライン (1 回)		
	エアリフト		2 回	SUS 304 箱 10 L / hr		
	その他の器具		1 式			
Cassex 溶媒洗浄工程	汚浴洗浄受槽	2 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、汎浴洗浄工程ライン		2 バンク、露界対応なし
	再利用洗浄受槽	2 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、サンプリング装置、汎浴洗浄工程ライン	NETPOTF 温度/漏斗度/正常 FF (Mo, Ir, Ru, Tc, Fe, Al, Cr) 温度	1 バンク、露界対応なし
	再利用洗浄供給槽	2 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ		2 バンク、露界対応なし
	汎浴フィルタ		1 式			
	汎用ボット	10 L	2 回	SUS 304 箱 オーパーフロー貯リライン (1 回)		
	デミスター	10 L	2 回	SUS 304 箱		
	ダニード		1 回	SUS 304 箱 漏斗を 10 L/hr に制限		
	エアリフト		5 回	SUS 304 箱 1 L / hr ~ 500 L / hr		
	サンプリング装置		1 式			
	その他の器具		1 式			
洗浄洗浄処理工程	汚浴洗浄受槽	2 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、汎浴洗浄工程ライン		2 バンク、露界対応なし
	再利用洗浄受槽	2 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ、サンプリング装置、汎浴洗浄工程ライン	NETPOTF 温度/漏斗度/正常 FF (Mo, Ir, Ru, Tc, Fe, Al, Cr) 温度	1 バンク、露界対応なし
	再利用洗浄供給槽	2 m ³	1 回	SUS 304 箱 エアスパージャ		2 バンク、露界対応なし
	汎浴フィルタ		1 式			
	汎用ボット	10 L	2 回	SUS 304 箱 オーパーフロー貯リライン (1 回)		
	デミスター	10 L	2 回	SUS 304 箱		
	ダニード		1 回	SUS 304 箱 漏斗を 275 L/hr に制限		
	エアリフト		5 回	SUS 304 箱 1 L / hr ~ 500 L / hr		
	サンプリング装置		1 式			
	その他の器具		1 式			

表 32. TCシステムにおけるリワーク工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能/必要能力	分析項目	備考
TRPO リワーク工程	リワーク受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液受槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/各試薬濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶媒受槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/各試薬濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液供給槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶媒供給槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	相分離器		1 式	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	3 個	SUS 304 系			
	ダネード		2 個	SUS 304 系	流量を 275 L/hr ~ 820 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	4 個	SUS 304 系	オーバーフロー戻りライン (2 個)		
	エアリフト		5 個	SUS 304 系	250 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
Cyanex リワーク工程	リワーク受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液受槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/各試薬濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶媒受槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/各試薬濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液供給槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶媒供給槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	相分離器		1 式	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	3 個	SUS 304 系			
	ダネード		2 個	SUS 304 系	流量を 375 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	4 個	SUS 304 系	オーバーフロー戻りライン (2 個)		
	エアリフト		5 個	SUS 304 系	375 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		2 式				
	その他付属品		1 式				

表 33. TCシステムにおける試薬調整工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能／必要能力	分析項目
原液貯槽	純水貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	硝酸貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	ギ酸貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	炭酸ヒドラジン貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	TRPO 貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	kerosene 貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	HBTMPDTP 貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系		
	ポンプ		7 個		1 m ³ /hr ~ 5 m ³ /hr 程度	
	その他付属品		1 式			
各溶液調整工程	1.2 M 硝酸調整槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度
	5.5 M 硝酸調整槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度
	1 M 硝酸調整槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度
	0.1 M 硝酸調整槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度
	0.4 M 炭酸ヒドラジン調整槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	炭酸ヒドラジン濃度
	30 % TRPO - kerosene 調整槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	TRPO 濃度
	0.5 M HBTMPDTP - kerosene 調整槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	HBTMPDTP 濃度
	ポンプ		7 個		1 m ³ /hr ~ 5 m ³ /hr 程度	
	搅拌機		7 式			
	溶液濃度微調整ポット	10 L	7 個	SUS 304 系		
	液位計		7 式			
	サンプリング装置		7 式			
	その他付属品		1 式			
各溶液供給工程	純水供給槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能	
	1.2 M 硝酸供給槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能	
	5.5 M 硝酸供給槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能	
	1 M 硝酸供給槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能	
	99 % ギ酸供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能	
	0.1 M 硝酸供給槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能	
	0.4 M 炭酸ヒドラジン供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能	
	30 % TRPO - kerosene 供給槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能	
	kerosene 供給槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系		
	0.5 M HBTMPDTP - kerosene 供給槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能	
	ポンプ		19 個		1 L/hr ~ 1 m ³ /hr 程度	
	搅拌機		7 式			
	その他付属品		1 式			

表 34. TCシステムにおけるAm, Cm製品濃縮工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能/必要能力	分析項目	備考
製品供給工程	Am, Cm 製品受槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品供給槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	2 個	SUS 304 系			
	エアリフト		2 個	SUS 304 系	~ 1 m ³ /hr		
	その他付属品		1 式				
製品濃縮工程	Am, Cm 製品濃縮缶		1 式	Ti - 5 Ta	加熱機能、~ 50 倍濃縮程度		2 種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品濃縮液受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品濃縮液貯槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品拵出計量槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能 破濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度		2 種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品凝縮液受槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系			2 種タンク、臨界対応無し
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系	冷却機能		
	デミスター	10 L	4 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	~ 500 L/hr		
	スチームジェット		1 式	SUS 304 系	~ 500 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 35. TCシステムにおけるHLLW濃縮工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能／必要能力	分析項目	備考
HLLW 供給工程	HLLW 受槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 供給槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	2 個	SUS 304 系			
	エアリフト		2 個	SUS 304 系	~ 1 m ³ /hr		
	その他付属品		1 式				
HLLW 濃縮工程	HLLW 濃縮缶		1 式	T1 - 5 Ta	加熱機能、~ 100 倍濃縮程度		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 濃縮液受槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 濃縮液貯槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 供給槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度 / Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 凝縮液受槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			2 種タンク、臨界対応無し
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系	冷却機能		
	デミスター	10 L	4 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	~ 1 m ³ /hr		
	スチームジェット		1 式	SUS 304 系	~ 2 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 36. DIシステムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈殿処理）法の主要機器一覧

工程名	機器名	容積	数	主要材質	付属機能／必要能力	分析項目	備考
濃縮工程	濃縮受槽	9 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	濃縮供給槽	9 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	ULV濃縮貯蔵所	9 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	加熱機能、10倍濃縮程度		
	ULV濃縮受槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能、サンプリング機能	液濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	ULV濃縮供給槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	ULV凝縮受槽	6 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	5 個	SUS 304 系			
	エアリフト		5 個	SUS 304 系	30 L/hr ~ 300 L/hr		
	ステームジェット		1 式	SUS 304 系			
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系			
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
脱硝工程	脱硝槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、加熱機能		
	脱硝液受槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能、サンプリング機能 (スラッジ混入用)	液濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	脱硝液供給槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能 (スラッジ混入用)		2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	4 個	SUS 304 系			
	エアリフト		3 個	SUS 304 系	~ 40 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
ろ過・沈殿回収工程	ろ過・沈殿受槽	2 m ³	2 個	SUS 304 系			
	ろ過・1受槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能、サンプリング機能	液濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	ろ過・1供給槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	ろ過・2受槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能、サンプリング機能	液濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	沈殿・1受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能、サンプリング機能 (スラッジ混入用)	液濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	沈殿・2受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能、サンプリング機能 (スラッジ混入用)	液濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	沈殿・1供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能 (スラッジ混入用)	液濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	8 個	SUS 304 系			
	エアリフト		2 個	SUS 304 系	2 L/hr ~ 40 L/hr		
	サンプリング装置		4 式				
	その他付属品		1 式				
汎処工程	汎処反応槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、加熱機能		
	汎処液受槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能、サンプリング機能 (スラッジ混入用)	液濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	汎処液供給槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能 (スラッジ混入用)		2種タンク、臨界対応無し
	汎処冷却装置		1 式	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	3 個	SUS 304 系			
	エアリフト		3 個	SUS 304 系	~ 40 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
沈殿崩解工程	沈殿溶解槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	シュウ酸溶解槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	冷却機能、31kg/dのシュウ酸分解能力		
	ULV受槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスバージャ、冷却機能 (スラッジ混入用)	液濃度/シュウ酸濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Mo, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	ULV冷却装置		1 式	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	2 個	SUS 304 系			
	エアリフト		2 個	SUS 304 系	~ 40 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 37. DIシステムにおけるDIDPA法の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能／必要能力	分析項目	備考
供給液（ろ液-2）供給工程	供給液（ろ液-2）供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	ダノード		1 個	SUS 304 系	流量を 33 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	2 個	SUS 304 系	オーバーフロー戻りライン（1個のみ）		
	エアリフト		1 個	SUS 304 系			
	その他付属品		1 式		～15 L/hr		
抽出・洗浄工程	遠心抽出器（抽出・洗浄部）	2 L	12 台	SUS 304 系			
	遠心抽出器（希釈剤洗浄部）	2 L	4 台	SUS 304 系			
	抽出液受槽	0.5 m ³ (5 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	抽出液計量槽	0.5 m ³ (5 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	酸濃度/Pu, U, Am, Ca, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4 個	SUS 304 系			
	送液用ボット	10 L	1 個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	2 L/hr ～ 100 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
Am, Ca 逆抽出工程	遠心抽出器（Am, Ca 逆抽出部）	2 L	16 台	SUS 304 系			
	遠心抽出器（希釈剤洗浄部）	2 L	4 台	SUS 304 系			
	Am, Ca 製品受槽	2 m ³ (7 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	Am, Ca 製品計量槽	2.5 m ³ (7 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	酸濃度/DTPA 濃度/乳酸濃度/Pu, U, Am, Ca, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4 個	SUS 304 系			
	送液用ボット	10 L	1 個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	5 L/hr ～ 270 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
RE 逆抽出工程	遠心抽出器（RE 逆抽出部）	2 L	7 台	SUS 304 系			
	遠心抽出器（希釈剤洗浄部）	2 L	4 台	SUS 304 系			
	RE 逆抽出液受槽	0.5 m ³ (7 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	RE 逆抽出液計量槽	0.5 m ³ (7 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	酸濃度/Pu, U, Am, Ca, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4 個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	1 L/hr ～ 70 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 38. DIシステムにおける製品溶液組成変換法の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数値	主要材質	付属機能/必要能力	分析項目	備考
Am, Ca製品供給工程	Am, Ca製品供給槽	2 m ³ (7時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	ダーネード		1 個	SUS 304 系	流量を 264 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	2 個	SUS 304 系	オーバーフロー英リライン (1個のみ)		
	エアリフト		1 個	SUS 304 系	~270 L/hr		
	その他付属品		1 式				
Am, Ca製品抽出工程	遠心抽出器 (抽出・洗浄部)	2 L	7段	SUS 304 系			
	遠心抽出器 (希釈剤洗浄部)	2 L	4段	SUS 304 系			
	抽出液濃度計量槽	2 m ³ (7時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	乳酸電解槽	2 m ³ (7時間相当)	1 式	SUS 304 系	冷却機能、23.8kg/hrの乳酸分解能力		
	回転浴槽装置		1 個	SUS 304 系	冷却機能		
	抽出液濃度受槽	2 m ³ (7時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	抽出液濃度計量槽	2 m ³ (7時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	塩濃度/DTPA濃度/乳酸濃度/Pu, U, Am, Ca, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4個	SUS 304 系			
	送添用ボット	10 L	3個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	2個	SUS 304 系			
	ダーネード		1 個	SUS 304 系	流量を 264 L/hr に制限		
	エアリフト		5 個	SUS 304 系	5 L/hr ~ 270 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
Am, Ca製品逆抽出工程	遠心抽出器 (Am, Ca 逆抽出部)	2 L	7段	SUS 304 系			
	遠心抽出器 (希釈剤洗浄部)	2 L	4段	SUS 304 系			
	Am, Ca 製品溶液受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	Am, Ca 製品溶液計量槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	塩濃度/Pu, U, Am, Ca, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	1 L/hr ~ 80 L/hr		
その他付属品	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 39. DIシステムにおける溶媒洗浄工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容積	数量	主要材質	付属機器/必要能力	分析項目	備考
使用溶浴媒供給工程	使用溶浴媒受槽 (DIDPA用)	2 m ³ (7時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、監界対応無し
	使用溶浴媒受槽 (製品溶液組成変換用)	0.5 m ³ (7時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、監界対応無し
	使用溶浴媒計量槽 (DIDPA用)	2 m ³ (7時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	Pu, U, Am, Ca, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 温度	2 槽タンク、監界対応無し
	使用溶浴媒計量槽 (製品溶液組成変換用)	0.5 m ³ (1時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	Pu, U, Am, Ca, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 温度	2 槽タンク、監界対応無し
	使用溶浴媒供給槽	2 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、監界対応無し
	デミスター	10 L	1個	SUS 304 系			
	ダネード		1個	SUS 304 系	流量を 346 L/hr に制限		
	供送ポンプ	10 L	2個	SUS 304 系	オーバーフロー洗りライン (1個のみ)		
	エアリフト		1個	SUS 304 系	70 L/hr ~ 350 L/hr		
	サンプリング装置		2式				
	その他付属品		1式				
使用溶浴媒洗浄工程	迷心抽出槽 (アルカリ洗浄部)	2 L	4段	SUS 304 系			
	迷心抽出槽 (希硝酸洗浄部)	2 L	4段	SUS 304 系			
	オーバーフロー溶液供給槽	0.5 m ³	2個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、監界対応無し
	オーバーフロー用ポンプ	10 L	4個	SUS 304 系			
	送液用ポンプ	10 L	1個	SUS 304 系			
	エアリフト		2個	SUS 304 系	10 L/hr		
	その他付属品		1式				
洗浄廻路処理工程	迷心抽出槽 (希硝酸洗浄部)	2 L	4段	SUS 304 系			
	洗浄廻路中間受槽	0.5 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、監界対応無し
	反応ヒドライジング溶解槽	0.5 m ³	1式	SUS 304 系	冷却機能、0.8 kg/hr の反応ヒドライジング溶解能力		
	配管冷却装置		1式	SUS 304 系	冷却機能		
	オーバーフロー溶液供給槽	0.5 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、監界対応無し
	洗浄廻路受槽	0.5 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、監界対応無し
	洗浄廻路計量槽	0.5 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	該温度/反応ヒドライジング温度/Pu, U, Am, Ca, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 温度	2 槽タンク、監界対応無し
	オーバーフロー用ポンプ	10 L	2個	SUS 304 系			
	送液用ポンプ	10 L	2個	SUS 304 系	オーバーフロー洗りライン (1個のみ)		
	デミスター	10 L	2個	SUS 304 系			
	ダネード		1個	SUS 304 系	流量を 30 L/hr に制限		
	エアリフト		5個	SUS 304 系	1 L/hr ~ 30 L/hr		
	サンプリング装置		1式				
	その他付属品		1式				
洗浄廻路処理工程	廻路受槽	2 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、廻路処理工程ライン		2 槽タンク、監界対応無し
	再利用溶液受槽	2 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、サンプリング機能、廻路処理工程ライン	DIDPA 温度/TBP 温度/硝酸温度/主要 FP (Ru, Tc 等) 温度	2 槽タンク、監界対応無し
	再利用溶媒供給槽	2 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ		2 槽タンク、監界対応無し
	溶媒フィルタ		1式		流量を 500 L/hr に保持		
	送液用ポンプ	10 L	4個	SUS 304 系	オーバーフロー洗りライン (2個)		
	デミスター	10 L	3個	SUS 304 系			
	ダネード		2個	SUS 304 系	流量を 60 L/hr ~ 264 L/hr に制限		
	エアリフト		5個	SUS 304 系	500 L/hr		
	サンプリング装置		1式				
	その他付属品		1式				

表 40. DIシステムにおけるリワーク工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能／必要能力	分析項目	備考
DIDPAリワーク工程	リワーク受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液受槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	該濃度／各試薬濃度／Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶媒受槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	該濃度／各試薬濃度／Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液供給槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶媒供給槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	相分離器		1 式	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	3 個	SUS 304 系			
	ダネード		2 個	SUS 304 系	流量を 300 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	4 個	SUS 304 系	オーバーフロー戻りライン (2 個)		
	エアリフト		5 個	SUS 304 系	300 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		2 式				
	その他付属品		1 式				
製品溶液組成変換リワーク工程	リワーク受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液受槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	該濃度／各試薬濃度／Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶媒受槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	該濃度／各試薬濃度／Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液供給槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶媒供給槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	相分離器		1 式	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	3 個	SUS 304 系			
	ダネード		2 個	SUS 304 系	流量を 60 L/hr ~ 300 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	4 個	SUS 304 系	オーバーフロー戻りライン (2 個)		
	エアリフト		5 個	SUS 304 系	60 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		2 式				
	その他付属品		1 式				

表 41. DIシステムにおける試薬調整工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能/必要能力	分析項目	備考
原液貯槽	純水貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	硝酸貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	シュウ酸貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	モリブデン酸ナトリウム貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	乳酸貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	DTPA 貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	炭酸ヒドロジン貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	TBP 貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	n - ドテカン貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	DIDPA 貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
ポンプ			10 個		500 L/hr ~ 5 m ³ /hr 程度		
	その他付属品		1 式				
各溶液調整工程	0.5 M シュウ酸調整槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	シュウ酸濃度	
	4 M 硝酸調整槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度	
	1 M モリブデン酸ナトリウム調整槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	モリブデン酸ナトリウム濃度	
	0.05 M DTPA - 1 M 乳酸 (pH=3.5) 調整槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	DTPA 濃度 / 乳酸濃度 / 硝酸濃度	
	0.5 M 硝酸調整槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度	
	0.1 M 硝酸調整槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度	
	0.4 M 炭酸ヒドロジン調整槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	炭酸ヒドロジン濃度	
	0.5 M DIDPA - 0.1 M TBP - n - ドテカン調整槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	DIDPA 濃度 / TBP 濃度	
	ポンプ		8 個		500 L/hr ~ 5 m ³ /hr 程度		
	搅拌機		8 式				
各溶液供給工程	溶液濃度微調整ボット	10 L	8 個	SUS 304 系			
	液位計		8 式				
	サンプリング装置		8 式				
	その他付属品		1 式				
	0.5 M シュウ酸供給槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能		
	4 M 硝酸供給槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能		
	1 M モリブデン酸ナトリウム供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能		
	0.05 M DTPA - 1 M 乳酸 (pH=3.5) 供給槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能		
	0.5 M 硝酸供給槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能		
	0.1 M 硝酸供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能		
	0.4 M 炭酸ヒドロジン供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能		
	0.5 M DIDPA - 0.1 M TBP - n - ドテカン供給槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	搅拌機能		
	H ₂ O 供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系			
	99 % ギ酸貯槽・供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系			
	n - ドテカン供給槽 (希釈剤洗浄用)	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系			
	ポンプ		21 個		1 L/hr ~ 500 L/hr 程度		
	搅拌機		8 式				
	その他付属品		1 式				

表 42. DIシステムにおけるAm, Cm製品濃縮工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能／必要能力	分析項目	備考
製品供給工程	Am, Cm 製品受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	2 個	SUS 304 系			
	エアリフト		2 個	SUS 304 系	~ 500 L/hr		
	その他付属品		1 式				
製品濃縮工程	Am, Cm 製品濃縮缶		1 式	Ti - 5 Ta	加熱機能、~5倍濃縮程度		2種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品濃縮液受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品濃縮液貯槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品抽出計量槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品凝縮液受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系			2種タンク、臨界対応無し
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系	冷却機能		
	デミスター	10 L	4 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	~ 500 L/hr		
	スチームジェット		1 式	SUS 304 系	~ 500 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 43. DIシステムにおけるHLLW濃縮工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能／必要能力	分析項目	備考
HLLW 供給工程	HLLW 受槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 供給槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	2 個	SUS 304 系			
	エアリフト		2 個	SUS 304 系	~ 1 m ³ /hr		
	その他付属品		1 式				
HLLW 濃縮工程	HLLW 濃縮缶		1 式	Ti - 5 Ta	加熱機能、~ 30 倍濃縮程度		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 濃縮液受槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 濃縮液貯槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度／DTPA 濃度／乳酸濃度／Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 供給槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 凝縮液受槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系			2 種タンク、臨界対応無し
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系	冷却機能		
	デミスター	10 L	4 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	~ 1 m ³ /hr		
	スチームジェット		1 式	SUS 304 系	~ 2 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 44. TAシステムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法の主要機器一覧

工程名	機器名	容積	数値	主要材質	付属機能／必要能力	分析項目	備考
濃縮工程	HLLW 受槽	9 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	HLLW 供給槽	3 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	HLLW 濃縮缶	9 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	加熱機能、10倍濃縮程度		
	HLLW 濃縮液受槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Nb, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	HLLW 濃縮液供給槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	HLLW 脱硝液受槽	6 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	5 個	SUS 304 系			
	エアリフト		5 台	SUS 304 系	30 L/hr ~ 300 L/hr		
	スチームジェット		1 式	SUS 304 系			
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系			
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
脱硝工程	脱硝槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、加熱機能		
	脱硝液受槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能 (スラッジ混入用)	濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Nb, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	脱硝液供給槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能 (スラッジ混入用)		2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	4 個	SUS 304 系			2種タンク、臨界対応無し
	エアリフト		3 台	SUS 304 系	~ 40 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
ろ過・沈殿工程	ろ過・沈殿機	2 機	SUS 304 系				
	ろ過-1受槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Nb, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	ろ過-1供給槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	ろ過-2受槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Nb, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	ろ過-2供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能 (スラッジ混入用)	濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Nb, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	沈殿-1受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能 (スラッジ混入用)	濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Nb, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	沈殿-1供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能 (スラッジ混入用)	濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Nb, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	沈殿-2受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能 (スラッジ混入用)	濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Nb, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	沈殿-2供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能 (スラッジ混入用)	濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Nb, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	8 個	SUS 304 系			
回収工程	エアリフト		7 台	SUS 304 系	2 L/hr ~ 40 L/hr		
	サンプリング装置		4 式				
	その他付属品		1 式				
	ろ過・沈殿工程						
	回収工程						
共沈工程	共沈反応槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、加熱機能		
	共沈前液受槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能 (スラッジ混入用)	濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Nb, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	共沈前液供給槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能 (スラッジ混入用)		2種タンク、臨界対応無し
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	3 個	SUS 304 系			
	エアリフト		3 台	SUS 304 系	~ 40 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
沈殿溶解工程	沈殿溶解槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	シウ酸重解槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	冷却機能、31kg/dのシウ酸分解能力		
	HLLW 受槽	1 m ³ (1日相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能 (スラッジ混入用)	濃度/シウ酸濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Nb, Zr, Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	2 個	SUS 304 系			
	エアリフト		2 台	SUS 304 系	~ 40 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 45. TAシステムにおけるTALSPEAK法の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数	主要材質	付属機器／必要能力	分析項目	備考
供給液（ろ液-2）供給工程	供給液（ろ液-2）供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	ダニード		1 個	SUS 304 系	流量を 33 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	2 個	SUS 304 系	オーバーフロー液リライン（1 台のみ）		
	エアリフト		1 個	SUS 304 系	～35 L/hr		
	その他付属品		1 式				
抽出・洗浄工程	遠心抽出器（抽出・洗浄部）	2 L	8 段	SUS 304 系			
	遠心抽出器（希釈剤洗浄部）	2 L	4 段	SUS 304 系			
	抽出残渣中間受槽	0.5 m ³ (5 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	干留観察槽	0.5 m ³ (5 時間相当)	1 式	SUS 304 系	冷却機能、1.6 kg/hr のガソ分解能力		
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系	冷却機能		
	抽出残渣受槽	0.5 m ³ (5 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	抽出残渣計量槽	0.5 m ³ (5 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	濃度/Pu, U, As, Cs, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4 個	SUS 304 系			
	送液用ボット	10 L	3 個	SUS 304 系	オーバーフロー液リライン（1 台のみ）		
	デミスター	10 L	2 個	SUS 304 系			
	ダニード		1 個	SUS 304 系	流量を 103 L/hr に制限		
	エアリフト		5 個	SUS 304 系	2 L/hr ～ 110 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
As, Cs 逆抽出工程	遠心抽出器（As, Cs 逆抽出部）	2 L	8 段	SUS 304 系			
	遠心抽出器（希釈剤洗浄部）	2 L	4 段	SUS 304 系			
	As, Cs 貨品受槽	0.5 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	As, Cs 貨品計量槽	0.5 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	濃度/DTPA 濃度/乳酸濃度/Pu, U, As, Cs, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4 個	SUS 304 系			
	送液用ボット	10 L	1 個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	2 L/hr ～ 80 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
RE 逆抽出工程	遠心抽出器（RE 逆抽出部）	2 L	16 段	SUS 304 系			
	遠心抽出器（希釈剤洗浄部）	2 L	8 段	SUS 304 系			
	RE 逆抽出液受槽	0.5 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	RE 逆抽出液計量槽	0.5 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	濃度/Pu, U, As, Cs, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4 個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	2 L/hr ～ 80 L/hr		
サンプリング装置			1 式				
			1 式				
			1 式				

表 46. TAシステムにおける製品溶液組成変換法の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能／必要能力	分折項目	備考
Au, Cu製品供給工程	Au, Cu製品供給槽	0.5 m ³ (6 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	ダーネード		1 個	SUS 304 系	流量を 76 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	2 個	SUS 304 系	オーバーフロー更リライン (1 個のみ)		
	エアリフト		1 個	SUS 304 系	~80 L/hr		
	その他付属品		1 式				
Au, Cu製品抽出工程	遠心抽出器 (抽出・洗浄部)	2 L	8 段	SUS 304 系			
	遠心抽出器 (希釈剤洗浄部)	2 L	4 段	SUS 304 系			
	抽出残液中間受槽	1 m ³ (9 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	グリコール塩浴槽	1 m ³ (9 時間相当)	1 式	SUS 304 系	冷却機能、0.5kg/hr のグリコール積分溶解能力		
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系	冷却機能		
	抽出残液受槽	1 m ³ (9 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	抽出残液計量槽	1 m ³ (9 時間相当)	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	濃度/DTPA 濃度/乳酸濃度/Pu, U, Au, Cu, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4 個	SUS 304 系			
	選択用ボット	10 L	3 個	SUS 304 系	オーバーフロー更リライン (1 個のみ)		
	デミスター	10 L	2 個	SUS 304 系			
	ダーネード		1 個	SUS 304 系	流量を 109 L/hr に制限		
	エアリフト		5 個	SUS 304 系	2 L/hr ~ 110 L/hr		
Au, Cu製品逆抽出工程	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				
	遠心抽出器 (Au, Cu 逆抽出部)	2 L	8 段	SUS 304 系			
	遠心抽出器 (希釈剤洗浄部)	2 L	4 段	SUS 304 系			
	Au, Cu 製品溶液受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	Au, Cu 製品溶液計量槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	濃度/Pu, U, Au, Cu, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4 個	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	1 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	1 L/hr ~ 40 L/hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 47. TAシステムにおける溶媒洗浄工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容積	数量	主要材質	付属機器/必要能力	分析項目	備考
使用済溶媒供給工程	使用済溶媒受槽 (TALSPEAK用)	3 m ³ (7時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	使用済溶媒受槽 (製品溶添組成変換用)	0.5 m ³ (6時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能	Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 温度	2種タンク、臨界対応無し
	使用済溶媒計量槽 (TALSPEAK用)	3 m ³ (7時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 温度	2種タンク、臨界対応無し
	使用済溶媒計量槽 (試品溶添組成変換用)	0.5 m ³ (6時間相当)	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能、リワーク工程ライン	Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 温度	2種タンク、臨界対応無し
	使用済溶媒供給槽	1 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	1個	SUS 304 系			
	ダーノード		1個	SUS 304 系	流量を 467 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	2個	SUS 304 系	オーバーフロー貯リライン (1個のみ)		
	エアリフト		7個	SUS 304 系	10 L/hr ~ 400 L/hr		
	サンプリング装置		2式				
	その他付属品		1式				
使用済溶媒洗浄工程	遠心抽出器 (アルカリ洗浄部)	2 L	4段	SUS 304 系			
	遠心抽出器 (希硫酸洗浄部)	2 L	4段	SUS 304 系			
	オーバーフロー溶添供給槽	0.5 m ³	2個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	4個	SUS 304 系			
	送液用ボット	10 L	1個	SUS 304 系			
	エアリフト		2個	SUS 304 系	20 L/hr		
	その他付属品		1式				
洗浄貯液処理工程	遠心抽出器 (希硫酸洗浄部)	2 L	4段	SUS 304 系			
	洗浄貯液中間受槽	0.5 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	貯留ヒドロゲン電解槽	0.5 m ³	1式	SUS 304 系	冷却機能、1 kg/hr の貯留ヒドロゲン分解能力		
	配管冷却装置		1式	SUS 304 系	冷却機能		
	オーバーフロー溶添供給槽	0.5 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	洗浄貯液受槽	0.5 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	洗浄貯液計量槽	0.5 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	液温度/貯留ヒドロゲン温度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 温度	2種タンク、臨界対応無し
	オーバーフロー用ボット	10 L	2個	SUS 304 系			
	送液用ボット	10 L	2個	SUS 304 系	オーバーフロー貯リライン (1個のみ)		
	デミスター	10 L	2個	SUS 304 系			
	ダーノード		1個	SUS 304 系	流量を 40 L/hr に制限		
	エアリフト		5個	SUS 304 系	1 L/hr ~ 40 L/hr		
	サンプリング装置		1式				
	その他付属品		1式				
洗浄溶媒処理工程	真溶媒受槽	3 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、真溶媒処理工程ライン		2種タンク、臨界対応無し
	再利用溶媒受槽	3 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ、サンプリング用貯槽、真溶媒処理工程ライン	HOEBP 温度/IBP 温度/胡麻油温/主要 FP (Ru, Tc 等) 温度	2種タンク、臨界対応無し
	再利用溶媒供給槽	3 m ³	1個	SUS 304 系	エアスパージャ		2種タンク、臨界対応無し
	溶媒フィルタ		1式		流量を 500 L/hr に保持		
	送液用ボット	10 L	2個	SUS 304 系	オーバーフロー貯リライン (1個)		
	デミスター	10 L	2個	SUS 304 系			
	ダーノード		1個	SUS 304 系	流量を 346 L/hr に制限		
	エアリフト		5個	SUS 304 系	500 L/hr		
	サンプリング装置		1式				
	その他付属品		1式				

表 48. TAシステムにおけるリワーク工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容積	数量	主要材質	付属機能/必要能力	分析項目	備考
TALSPEAKリワーク工程	リワーク受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液受槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/各試薬濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク浴媒受槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/各試薬濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液供給槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク浴媒供給槽	6 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	相分離器		1 式	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	3 個	SUS 304 系			
	ダネード		2 個	SUS 304 系	流量を 100L/hr ~ 300 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	4 個	SUS 304 系	オーバーフロー戻りライン (2 個)		
	エアリフト		5 個	SUS 304 系	100 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		2 式				
	その他付属品		1 式				
製品溶液組成変換リワーク工程	リワーク受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液受槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/各試薬濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク浴媒受槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/各試薬濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク溶液供給槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	リワーク浴媒供給槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2 槽タンク、臨界対応無し
	相分離器		1 式	SUS 304 系			
	デミスター	10 L	3 個	SUS 304 系			
	ダネード		2 個	SUS 304 系	流量を 50 L/hr ~ 100 L/hr に制限		
	供給液ボット	10 L	4 個	SUS 304 系	オーバーフロー戻りライン (2 個)		
	エアリフト		5 個	SUS 304 系	50 L/hr ~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		2 式				
	その他付属品		1 式				

表 49. TAシステムにおける試薬調整工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能／必要能力	分析項目	備考
原液貯槽	純水貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	硝酸貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	ショウ酸貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	チ酸貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	モリブデン酸ナトリウム貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	グリコール酸貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	DTPA 貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	炭酸ヒドラジン貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	TBP 貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	n-ドデカン貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
各溶液調整工程	HDEHP 貯槽	15 m ³	1 個	SUS 304 系			
	ポンプ	11 個	1 式		500 L/hr ~ 5 m ³ /hr 程度		
	その他付属品						
	0.5 M シュウ酸調整槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	シュウ酸濃度	
	6 M 硝酸調整槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度	
	1 M 硝酸調整槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度	
	10 M 硝酸調整槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度	
	0.5 M チ酸調整槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	チ酸濃度	
	1 M モリブデン酸ナトリウム調整槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	モリブデン酸ナトリウム濃度	
	0.05 M DTPA - 1 M グリコール酸 (pH=3) 調整槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	DTPA 濃度 / グリコール酸濃度 / 硝酸濃度	
各溶液供給工程	0.05 M DTPA - 1 M グリコール酸 (pH=1.5) 調整槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	DTPA 濃度 / グリコール酸濃度 / 硝酸濃度	
	0.001 M 硝酸調整槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度	
	0.1 M 硝酸調整槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	硝酸濃度	
	0.4 M 炭酸ヒドラジン調整槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	炭酸ヒドラジン濃度	
	0.3 M HDEHP - 0.2 M TBP - n - ドデカン調整槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	HDEHP 濃度 / TBP 濃度	
	0.3 M HDEHP - n - ドデカン調整槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能、サンプリング機能、液位測定機能、溶液濃度微調整機能	HDEHP 濃度	
	ポンプ	13 個	1 式		500 L/hr ~ 5 m ³ /hr 程度		
	攪拌機	13 式					
	溶液濃度微調整ボット	10 L	13 個	SUS 304 系			
	液位計	13 式					
その他付属品	サンプリング装置	13 式					
	その他付属品	1 式					
	0.5 M シュウ酸供給槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能		
	6 M 硝酸供給槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能		
	1 M 硝酸供給槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能		
	10 M 硝酸供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能		
	0.5 M チ酸供給槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能		
その他付属品	1 M モリブデン酸ナトリウム供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能		
	0.05 M DTPA - 1 M グリコール酸 (pH=3) 供給槽	2 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能		
	0.05 M DTPA - 1 M グリコール酸 (pH=1.5) 供給槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能		
	0.001 M 硝酸供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能		
	0.1 M 硝酸供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能		
	0.4 M 炭酸ヒドラジン供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能		
	0.3 M HDEHP - 0.2 M TBP - n - ドデカン供給槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能		
その他付属品	0.3 M HDEHP - n - ドデカン供給槽	3 m ³	1 個	SUS 304 系	攪拌機能		
	H ₂ O 供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系			
	99 % チ酸供給槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系			
	n - ドデカン供給槽 (希釈剤洗浄用)	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系			
その他付属品	ポンプ	25 個	1 式		1 L/hr ~ 500 L/hr 程度		
	攪拌機	13 式					
	その他付属品	1 式					

表 50. TAシステムにおけるAm, Cm製品濃縮工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能／必要能力	分析項目	備考
製品供給工程	Am, Cm 製品受槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品供給槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	2 個	SUS 304 系			
	エアリフト		2 個	SUS 304 系	~ 1 m ³ /hr		
	その他付属品		1 式				
製品濃縮工程	Am, Cm 製品濃縮缶		1 式	Tl - 5 Ta	加熱機能、6倍濃縮程度		2種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品濃縮液受槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品濃縮液貯槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能		2種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品拵出計量槽	0.5 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2種タンク、臨界対応無し
	Am, Cm 製品凝縮液受槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系			2種タンク、臨界対応無し
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系	冷却機能		
	デミスター	10 L	4 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	~ 500 L/hr		
	スチームジェット		1 式	SUS 304 系	~ 1 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 51. TAシステムにおけるHLLW濃縮工程の主要機器一覧

工程名	機器名	容量	数量	主要材質	付属機能/必要能力	分析項目	備考
HLLW 供給工程	HLLW 受槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 供給槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	デミスター	10 L	2 個	SUS 304 系			
	エアリフト		2 個	SUS 304 系	~ 1 m ³ /hr		
	その他付属品		1 式				
HLLW 濃縮工程	HLLW 濃縮缶		1 式	Ti - S Ta	加熱機能、~ 30 倍濃縮程度		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 濃縮液受槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 濃縮液貯槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能、サンプリング機能	酸濃度/DTPA 濃度/乳酸濃度/Pu, U, Am, Cm, RE, 主要 FP (Ru, Tc, Fe, Ni, Cr) 濃度	2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 供給槽	1 m ³	1 個	SUS 304 系	エアスパーージャ、冷却機能		2 種タンク、臨界対応無し
	HLLW 豪縮液受槽	9 m ³	1 個	SUS 304 系			2 種タンク、臨界対応無し
	配管冷却装置		1 式	SUS 304 系	冷却機能		
	デミスター	10 L	4 個	SUS 304 系			
	エアリフト		4 個	SUS 304 系	~ 1 m ³ /hr		
	ステームジェット		1 式	SUS 304 系	~ 2 m ³ /hr		
	サンプリング装置		1 式				
	その他付属品		1 式				

表 52. 各システムからの廃棄物発生量

廃棄物種類	廃棄物発生量	発生量 (m ³ /年)						備 考
		DSシステム	TCシステム	DIシステム	TAシステム	STシステム ^{*1}	簡素化溶媒抽出法 ^{*1}	
ガラス固化体	—	—	5.6 (増加量) ^{*2}	5.6 (増加量) ^{*2}	— ^{*3}	60		
TRU 深地層相当	ハルハードウェア	0	0	0	0	0	90	簡素化溶媒抽出法のみ発生
	焼却溶融体	1.7	1.3	1.3	1.2	1.1	5.6	設備規模に比例すると仮定
	難燃廃棄物	2.4	1.9	1.9	1.8	1.6	0.8	設備規模に比例すると仮定
	不燃廃棄物	9	7	7	6.6	6	30	設備規模に比例すると仮定
	廃鉛吸着剤	0	0	0	0	0	10	簡素化溶媒抽出法のみ発生
	小計	13.1	10.2	10.2	9.6	8.7	136.4	
TRU βγ相当	焼却溶融体	3.9	3.1	3.1	2.9	2.6	13	設備規模に比例すると仮定
	難燃廃棄物	0.6	0.5	0.5	0.44	0.4	1.9	設備規模に比例すると仮定
	不燃廃棄物	9	7	7	6.6	6	30	設備規模に比例すると仮定
	廃溶媒	0.8	0.5	0.3	0.36	0.4	0.4	使用溶媒量に比例すると仮定
	小計	14.3	11.1	10.9	10.3	9.4	45.3	
TRU 低レベル相当	不燃廃棄物	36	29	29	26.4	24	120	設備規模に比例すると仮定
	廃活性炭	0	0	0	0	0	0.3	簡素化溶媒抽出法のみ発生
	小計	36	29	29	26.4	24	120.3	
合 計		63.4	50.3	55.7	51.9	42.1	362	

*1: 平成11年度の検討結果より (1), (2)

*2: Zrの共沈試薬（モリブデン酸ナトリウム）の添加による増加

*3: 塩析剤（硝酸ナトリウム）を再利用せずに直接HLLWへ移行させる場合、約300m³/年程度増加（廃棄物発生量の合計は約340m³/年程度）

表 53. 各システムの比較

システム名	開発国	開発機関	製品液量 (m ³ /d)	HLLX 液量 (m ³ /d)	凝縮水液量 (m ³ /d)	使用済溶媒液量 (m ³ /d)	設備規模					建設費 (STシステムとの比)	廃棄物発生量				
							各種機器設置平面積			建室面積			(m ²)	STシステムとの比	(m ³ /年)	STシステムとの比	
							(m ²)	(m × m)	STシステムとの比	(m ²)	STシステムとの比						
STシステム ^{*1}	日本	JNC	0.7	37.1	-	12.5	644	46 × 14	1	10 万	1	1	42(340) ^{*1}	1	1		
DSシステム	仏	CEA	8.9	28.7	-	23.6	1000	50 × 20	1.55	14 万	1.4	1.4	63	1.5(0.15) ^{*1}			
TCシステム	中国	--	9	30	-	15.6	864	48 × 18	1.34	12 万	1.2	1.2	50	1.2(0.15) ^{*1}			
DIシステム	日本	産研	0.4	12	6.5	8	850	50 × 17	1.32	12 万	1.2	0.97	56	1.3(0.16) ^{*1}			
TAシステム	米等	ORNL 等	0.8	7.8	6.5	11	800	50 × 16	1.24	11 万	1.1	0.92	52	1.2(0.15) ^{*1}			
簡素化溶媒抽出法 ^{*1}	日本	JNC	20.7	7.2	-	12.5	784	56 × 14	1.22	60 万	5	4.13	362	8.62(1.06) ^{*1}			

*1: 平成11年度の検討結果より (1, 1)

*2: () 内は、STシステムにおいて、塩析剤（硝酸ナトリウム）を再利用せずに直接HLLXへ移行させる場合の値

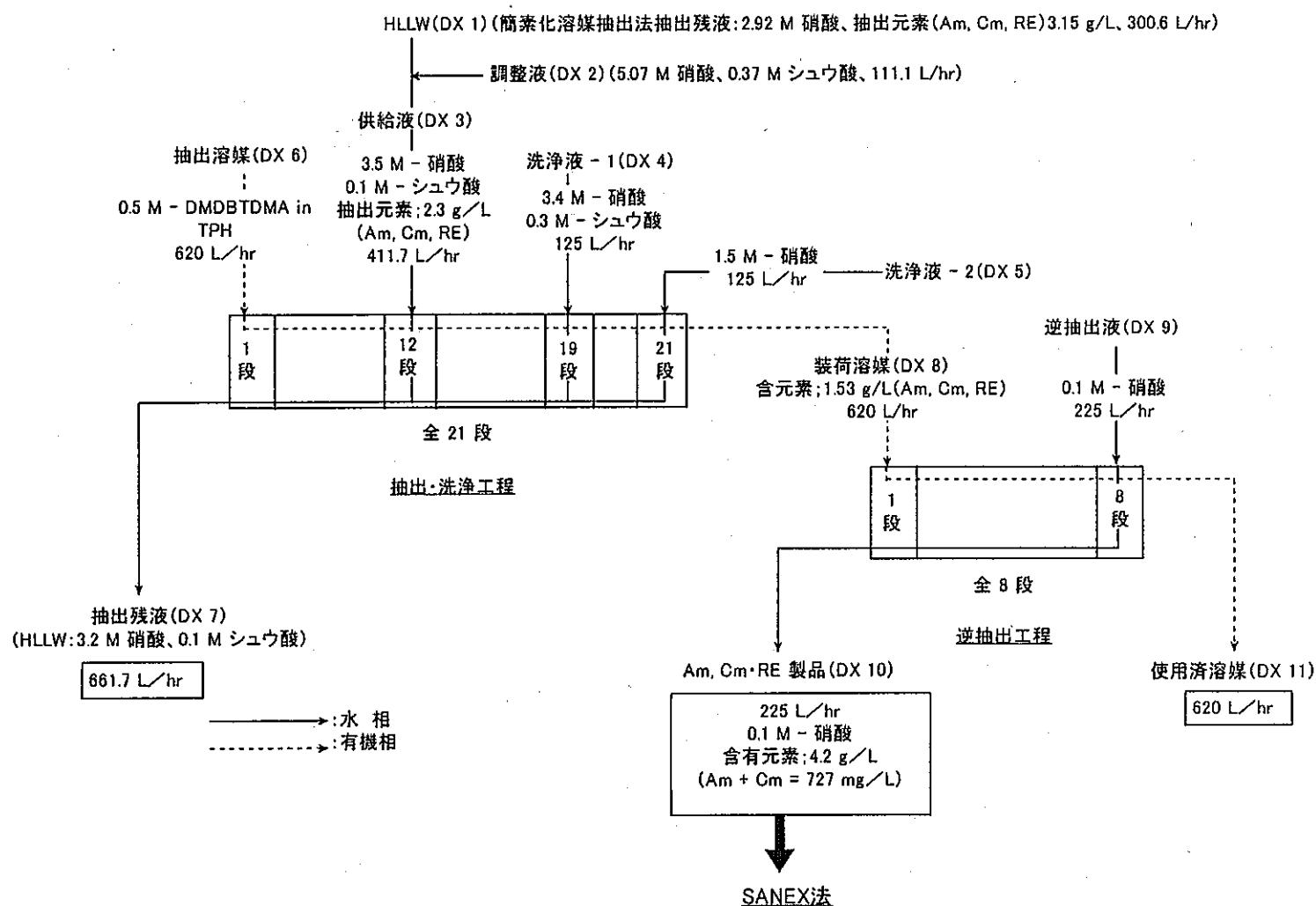


図 1. DSシステムにおけるDIAMEX法のフローシート

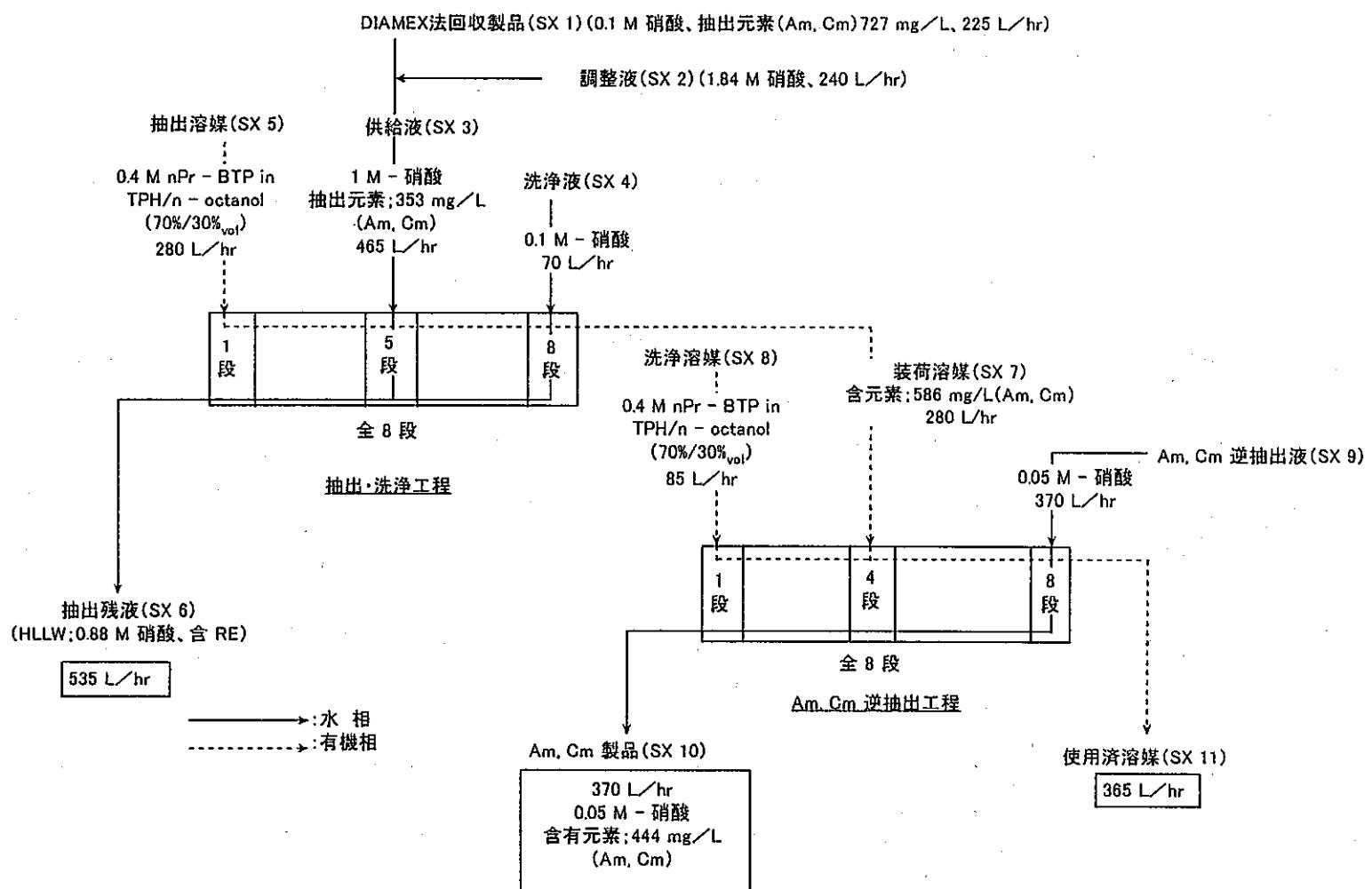


図 2. DSシステムにおけるSANEX法のフローシート

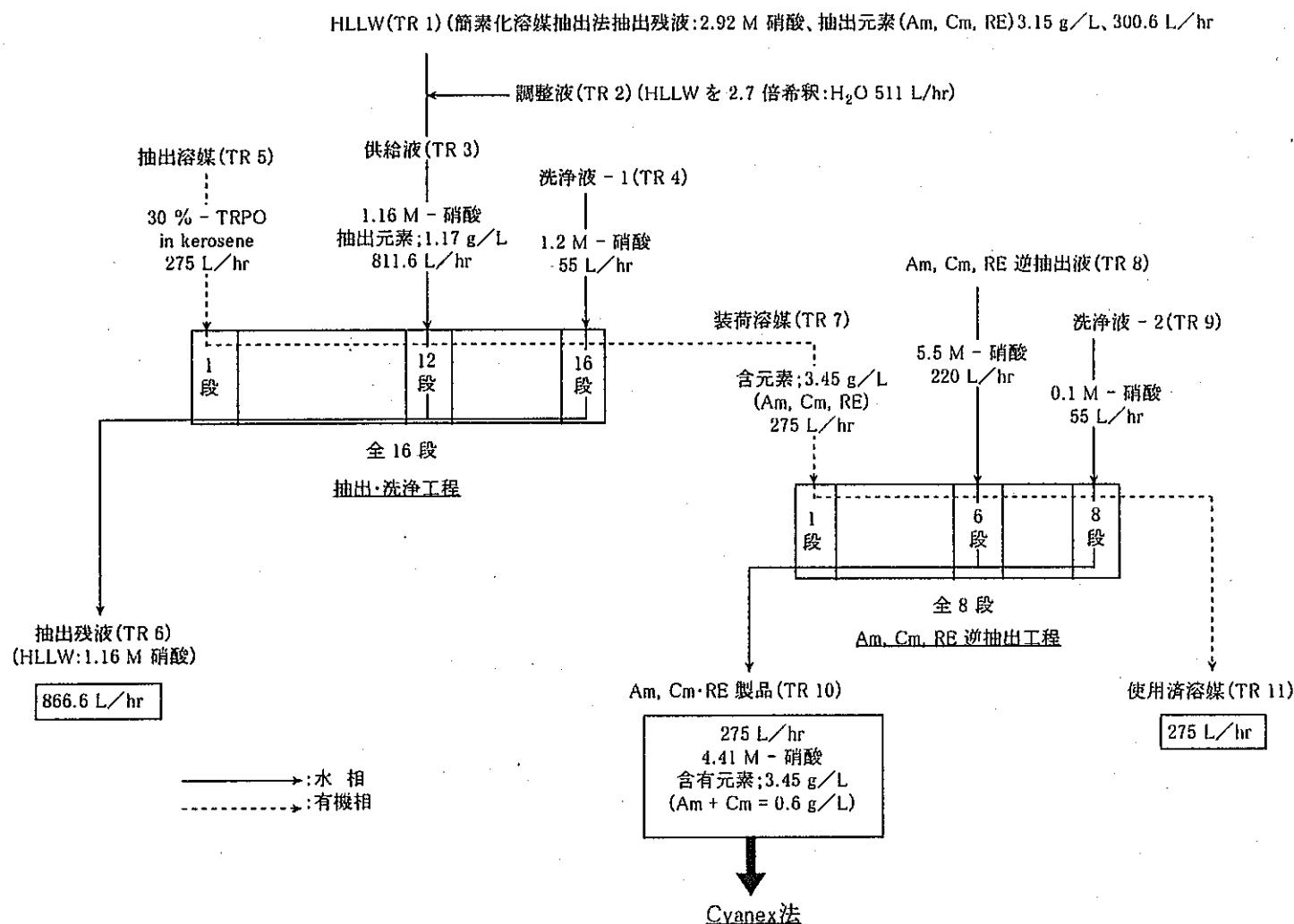


図 3. TCシステムにおけるTRPO法のフローシート

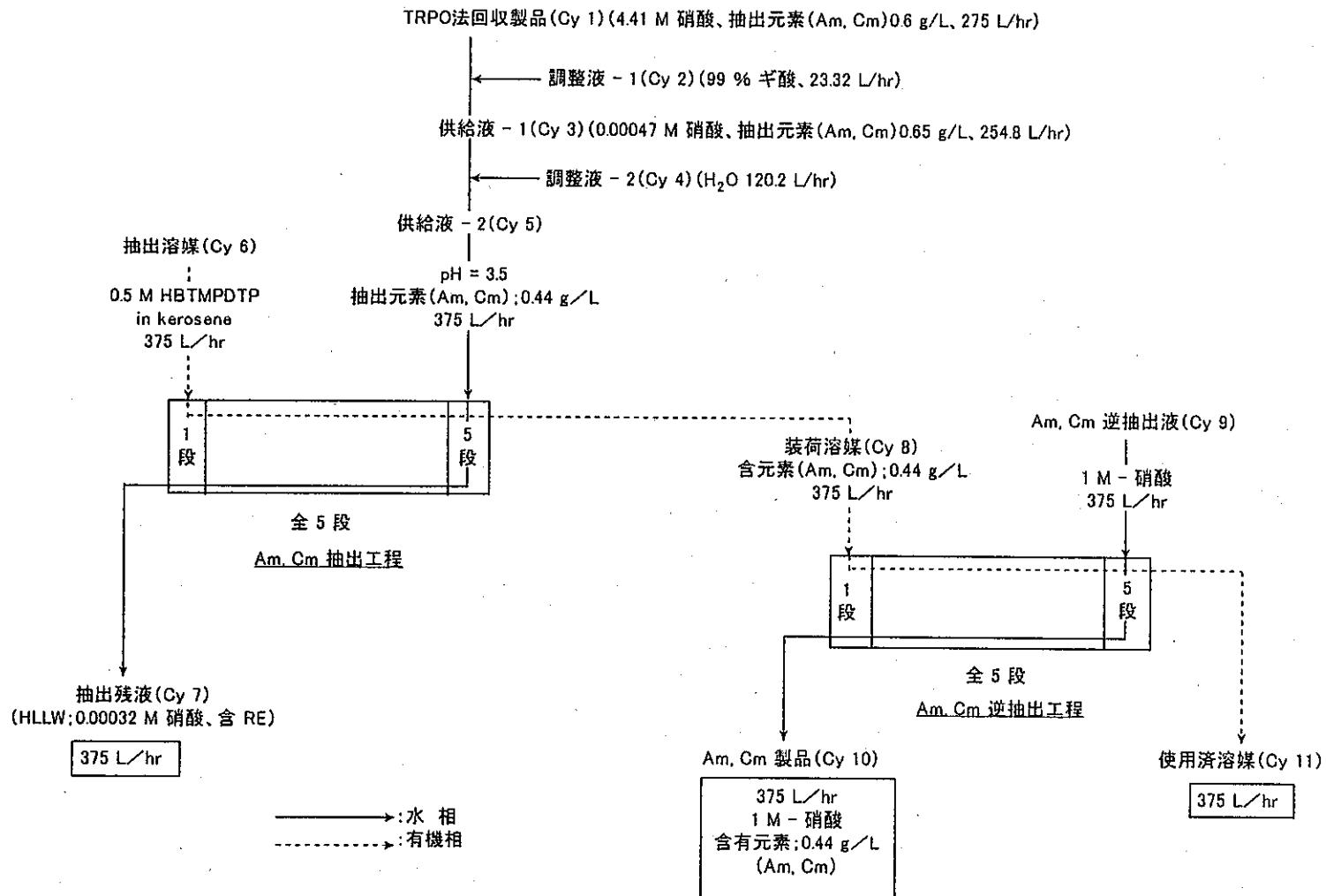


図 4. TCシステムにおけるCyanex法のフローシート

HLLW (cdfp1) (簡素化溶媒抽出法抽出残液: 2.92 M 硝酸、含元素 62.2 kg/d, 7214.4 L/d)

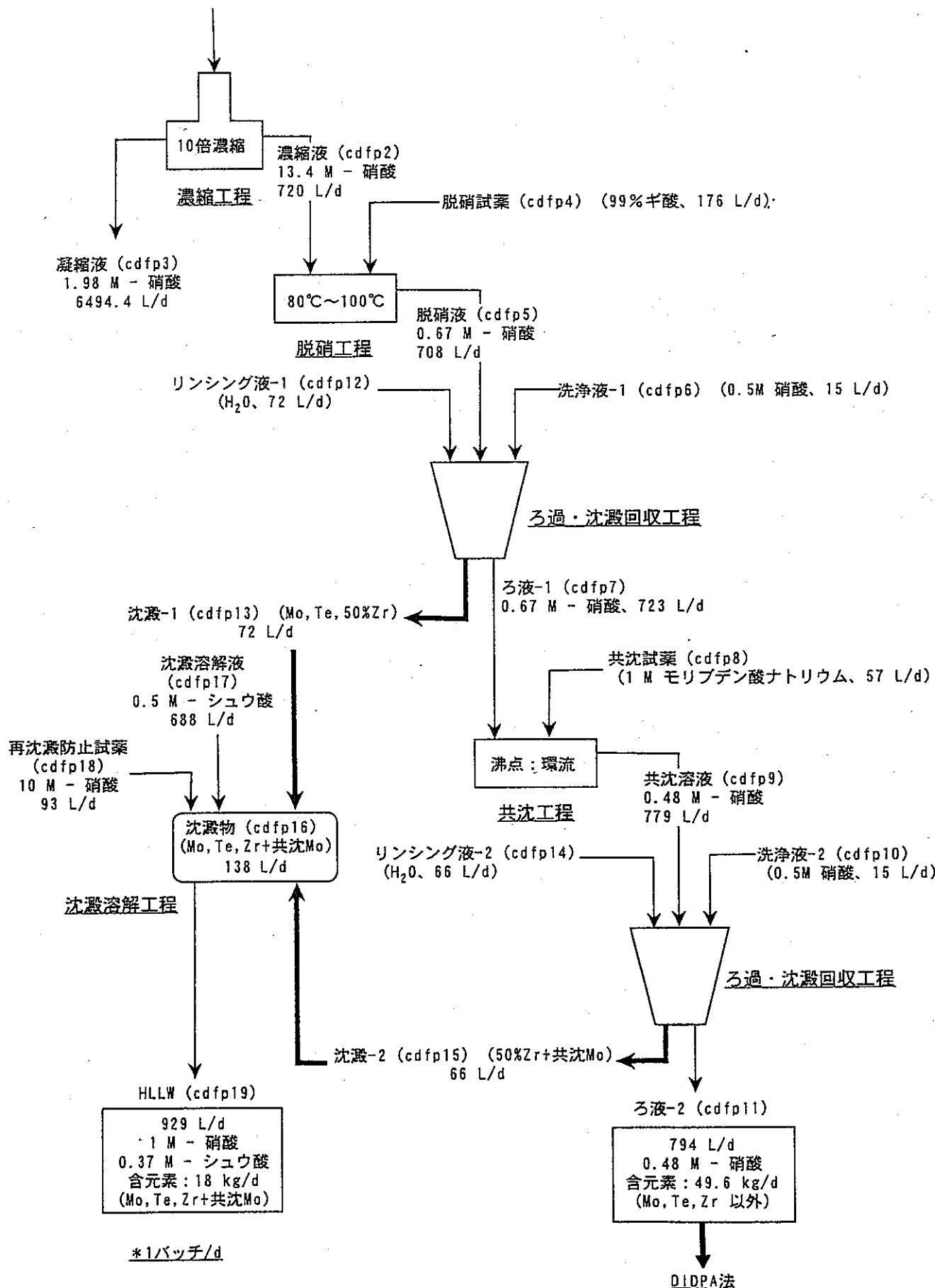


図 5. DIシステムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈殿処理）法のフローシート

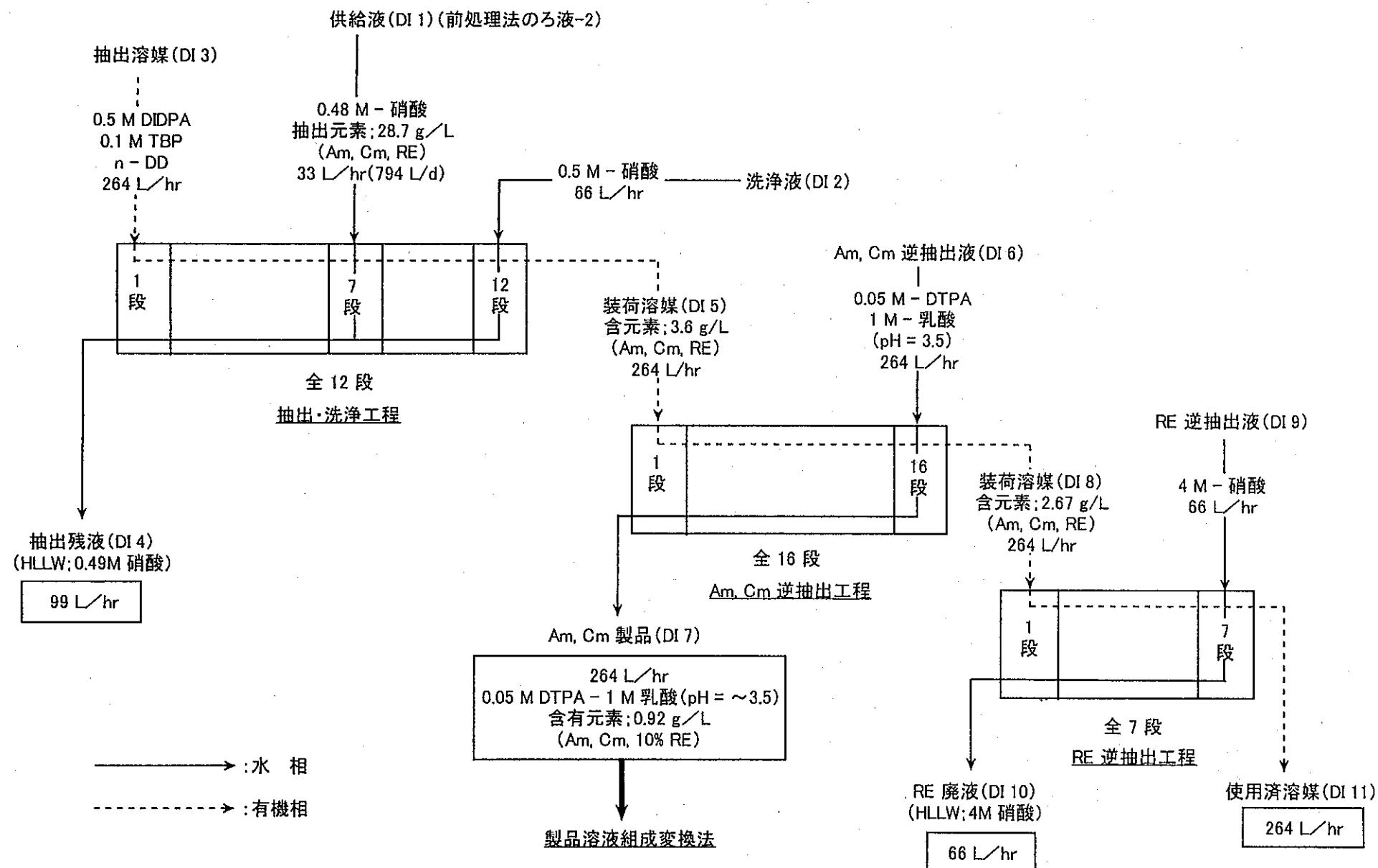


図 6. DIシステムにおけるDIDPA法のフローシート

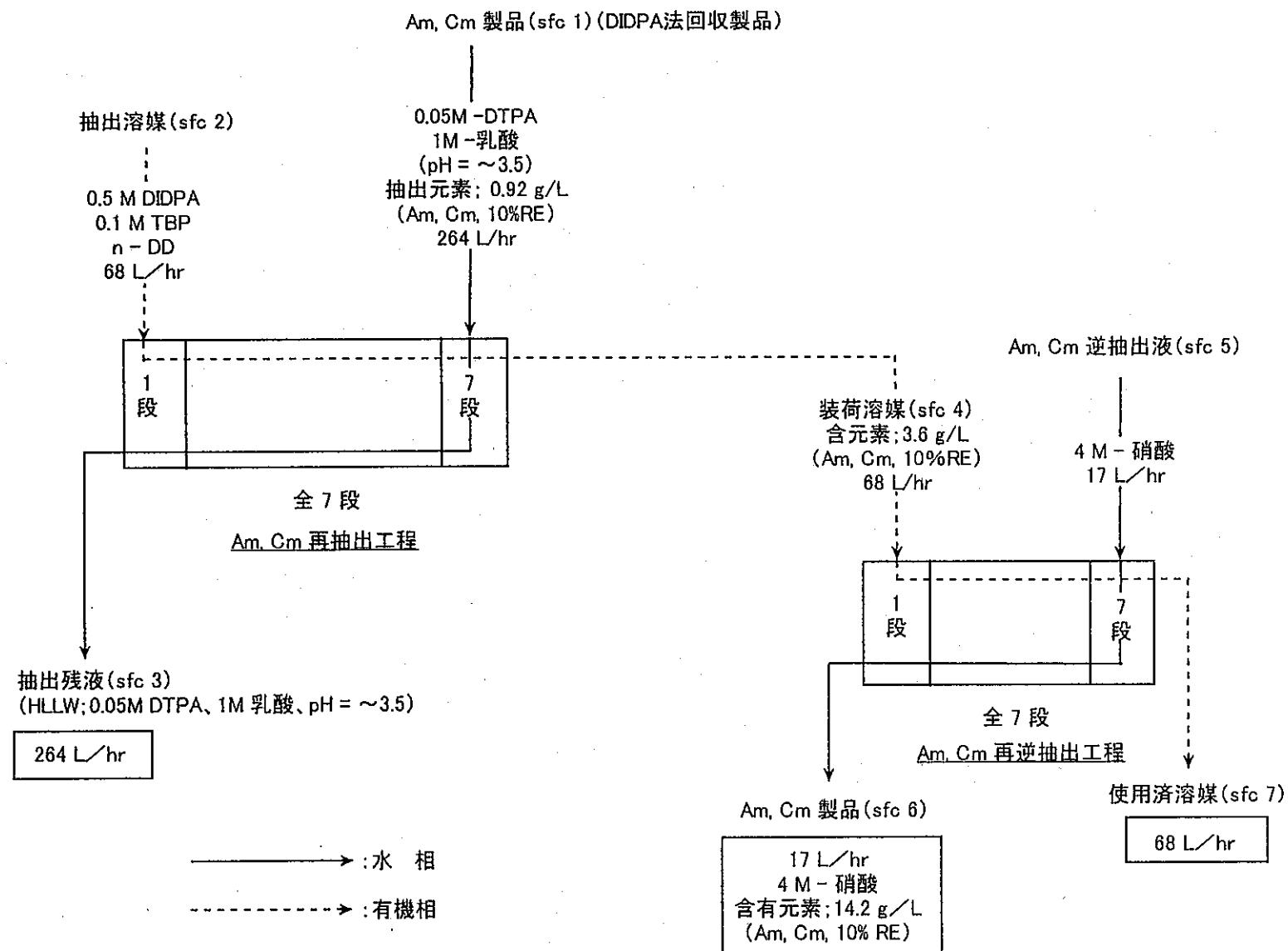


図 7. DIシステムにおける製品溶液組成変換法のフローシート

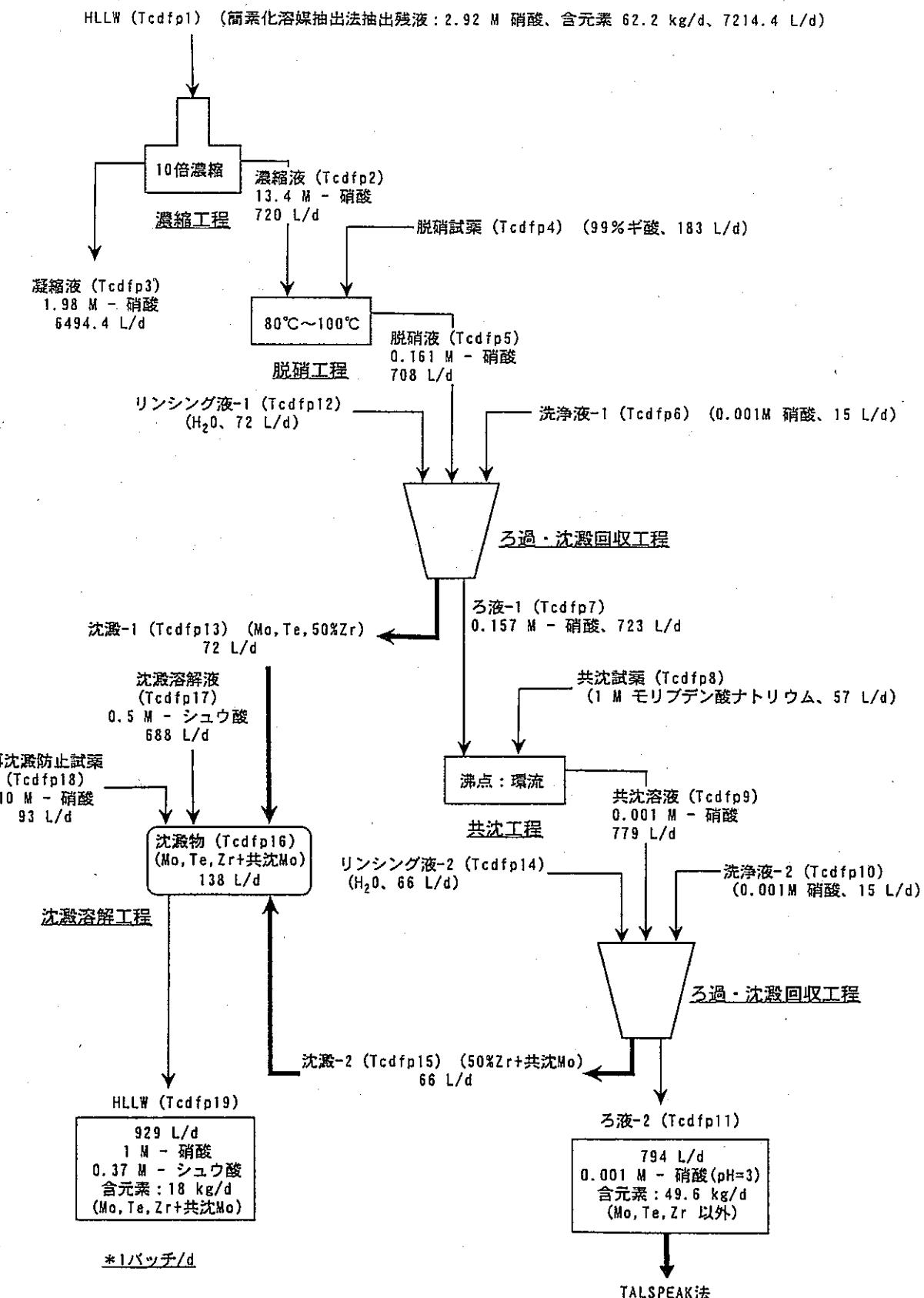


図 8. TAシステムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈殿処理）法のフローシート

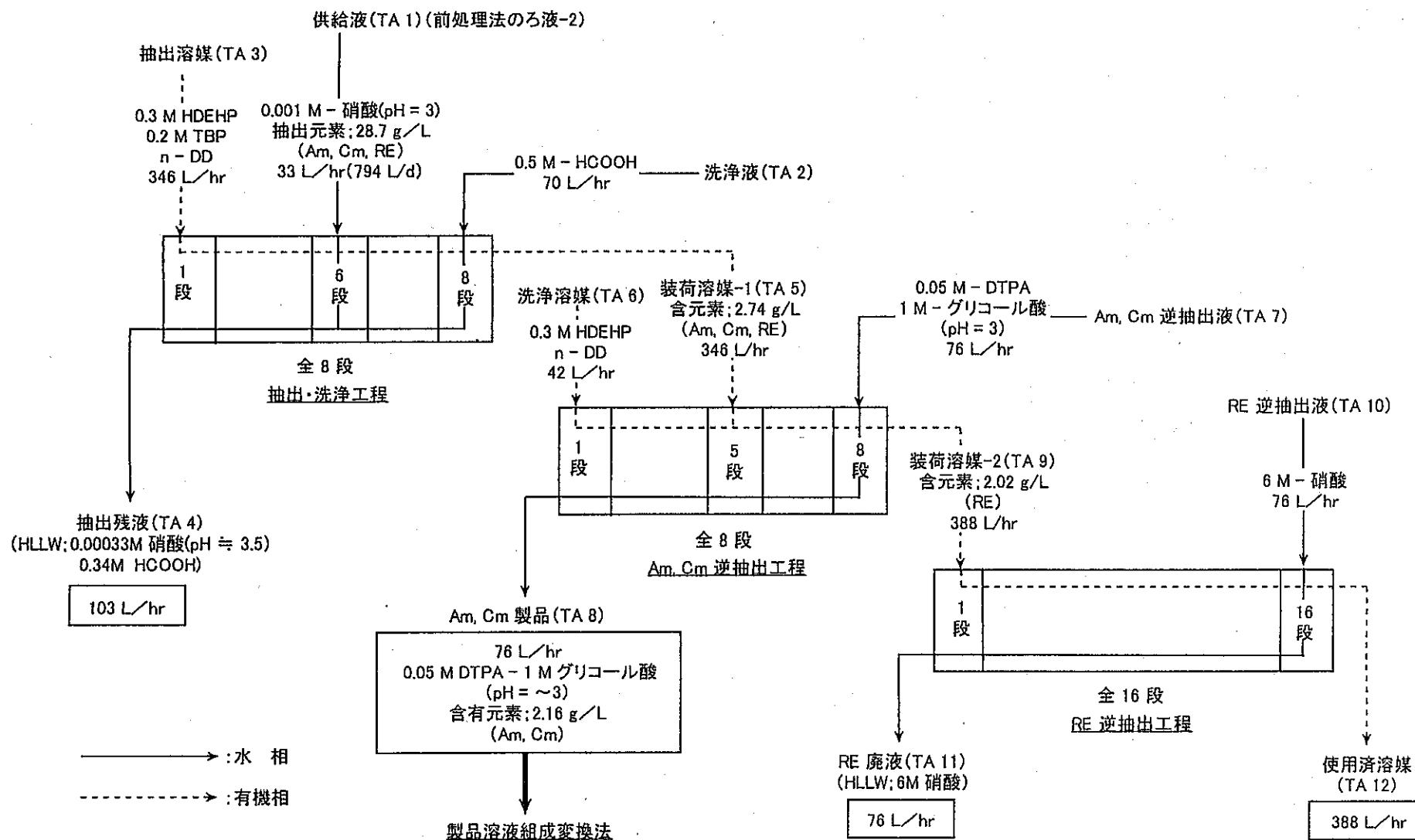


図 9. TAシステムにおけるTALSPEAK法のフローシート

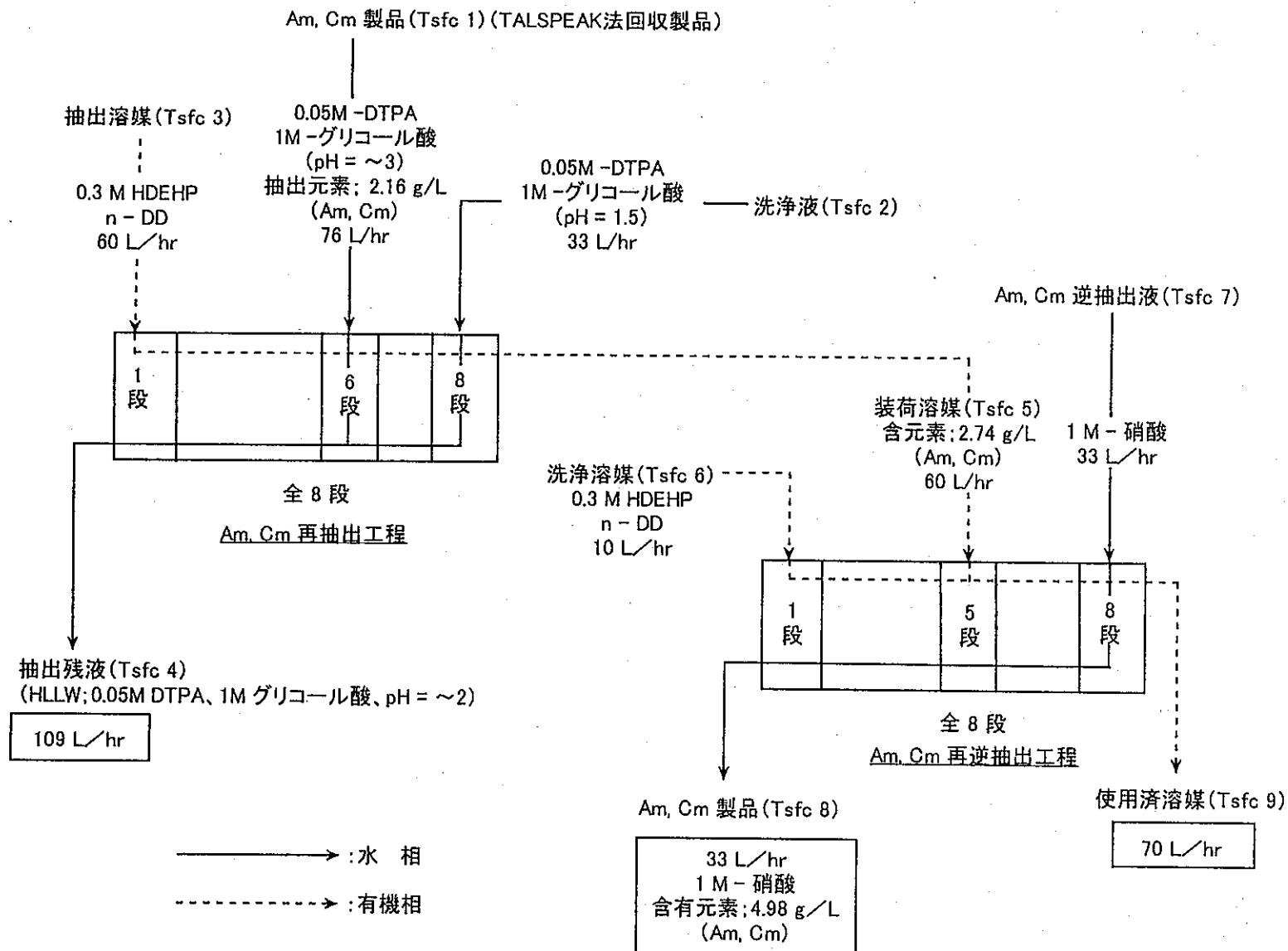


図 10. TAシステムにおける製品溶液組成変換法のフローシート

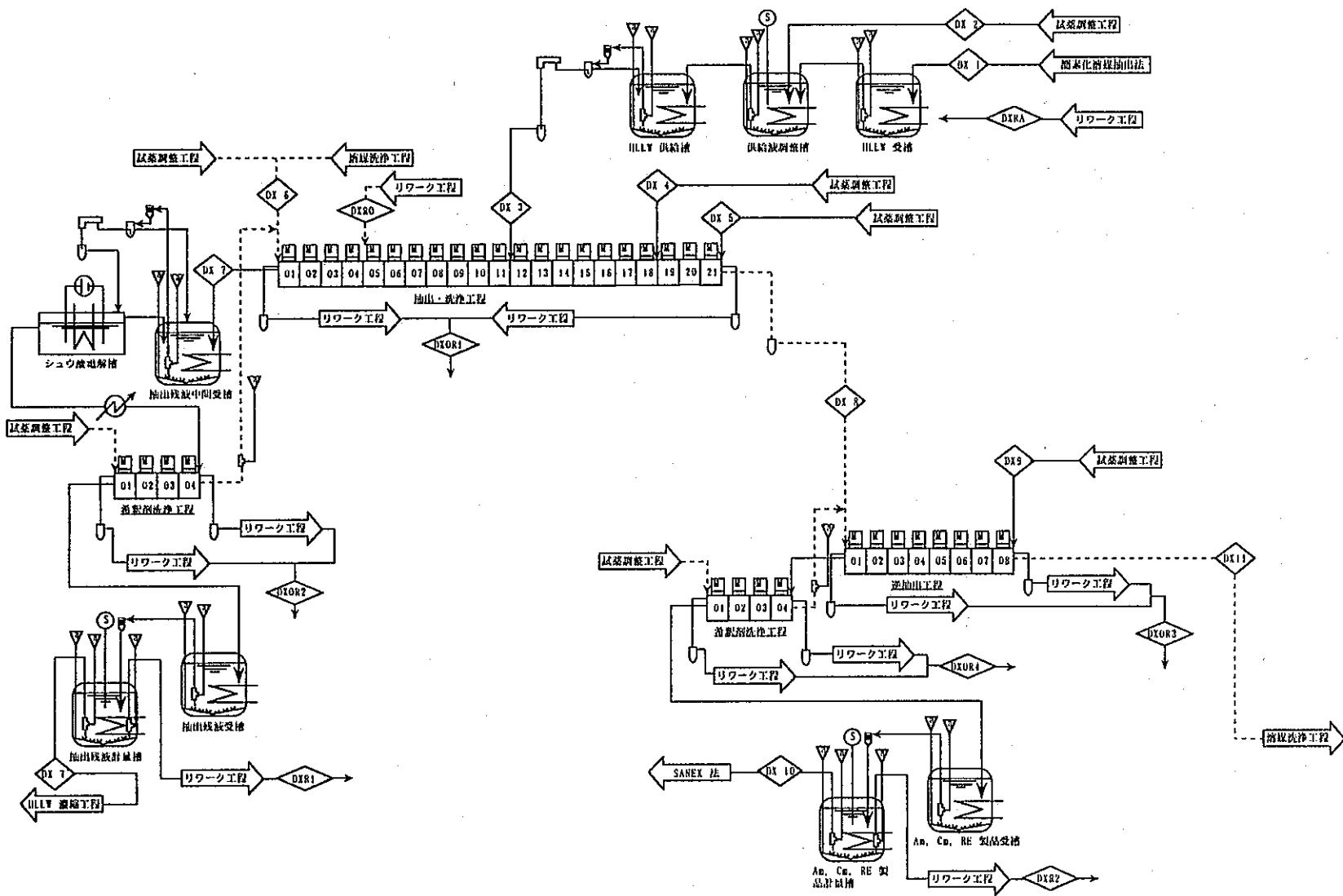


図 11. DSシステムにおけるDIAMEX法のPFD

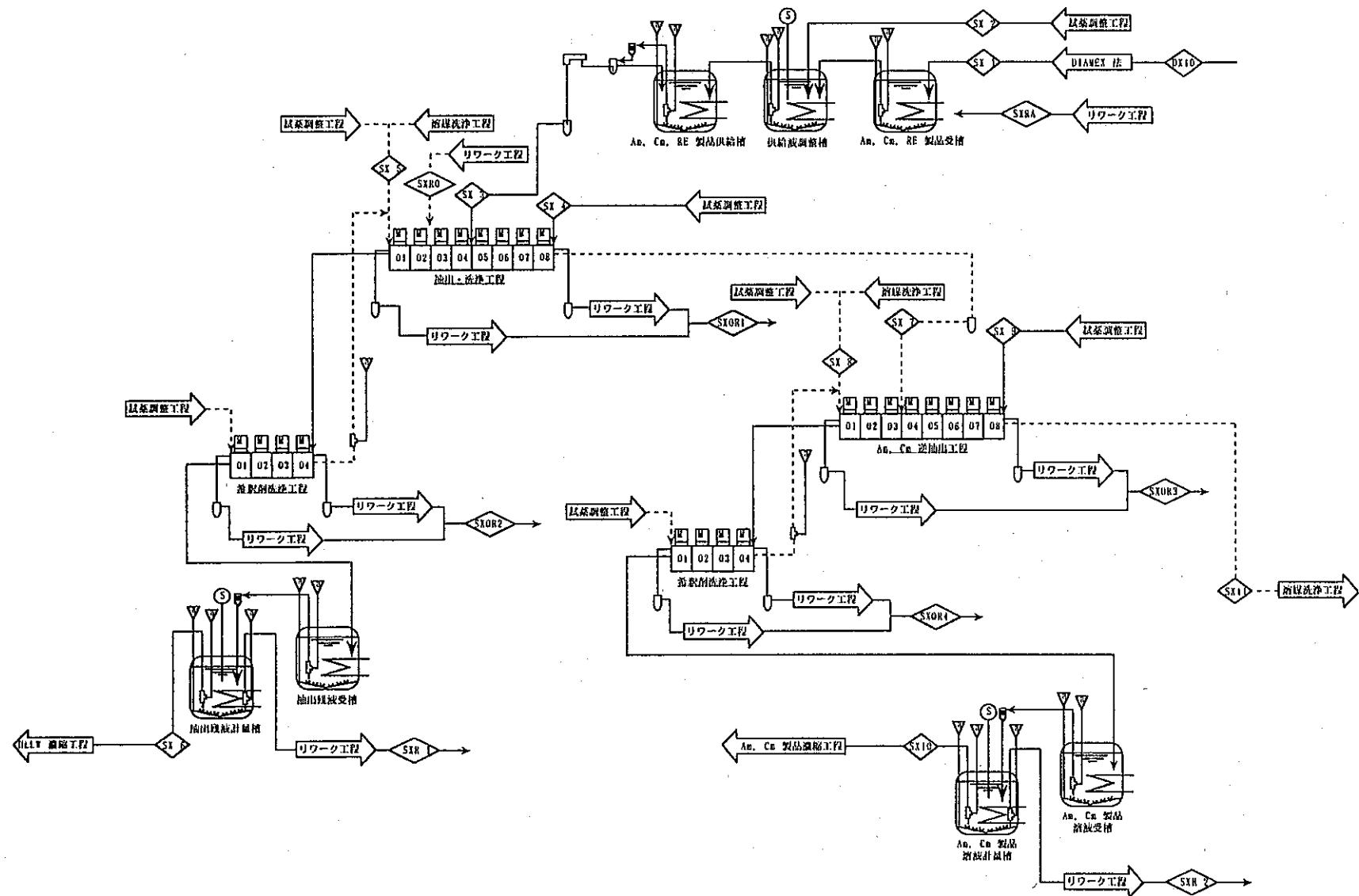
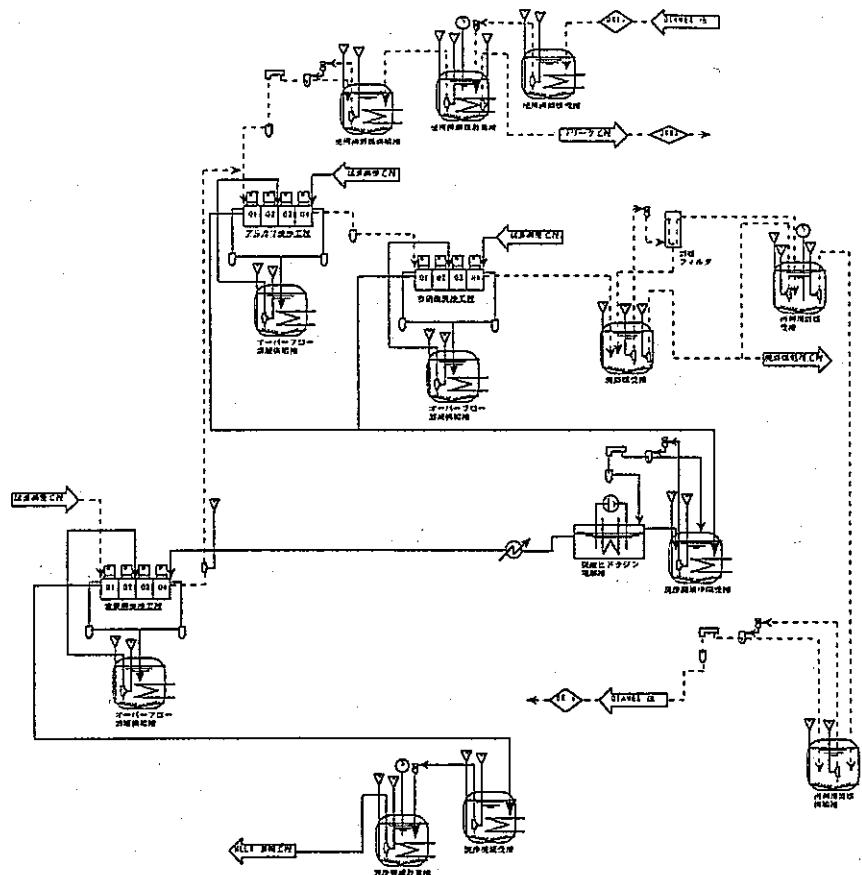
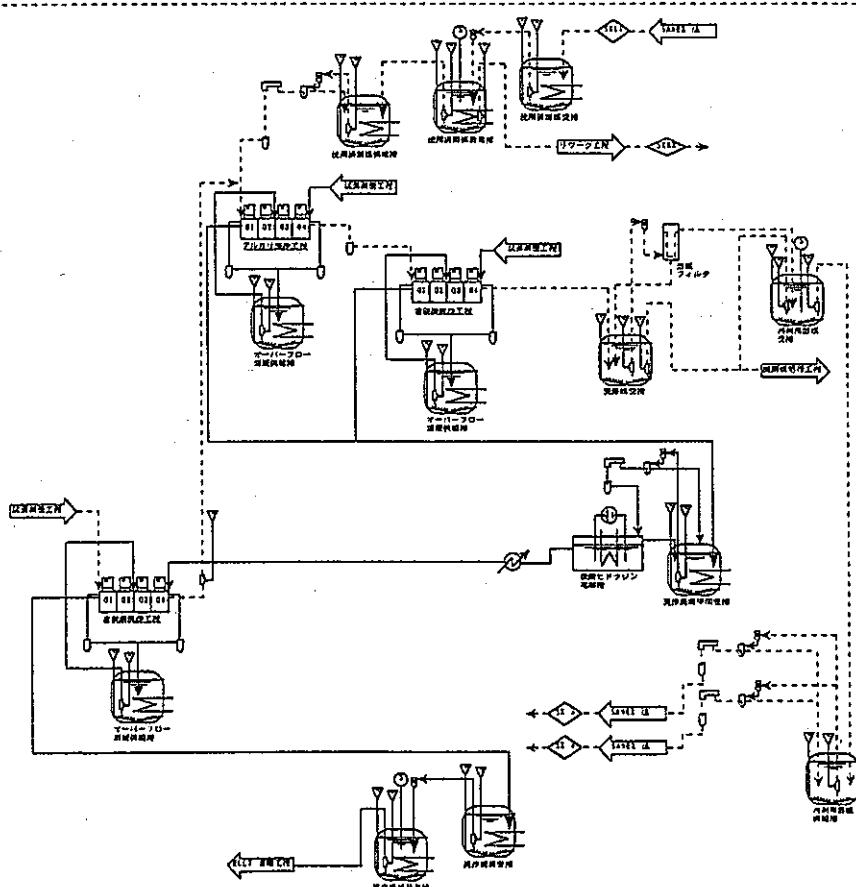


図 12. DSシステムにおけるSANEX法のPFD

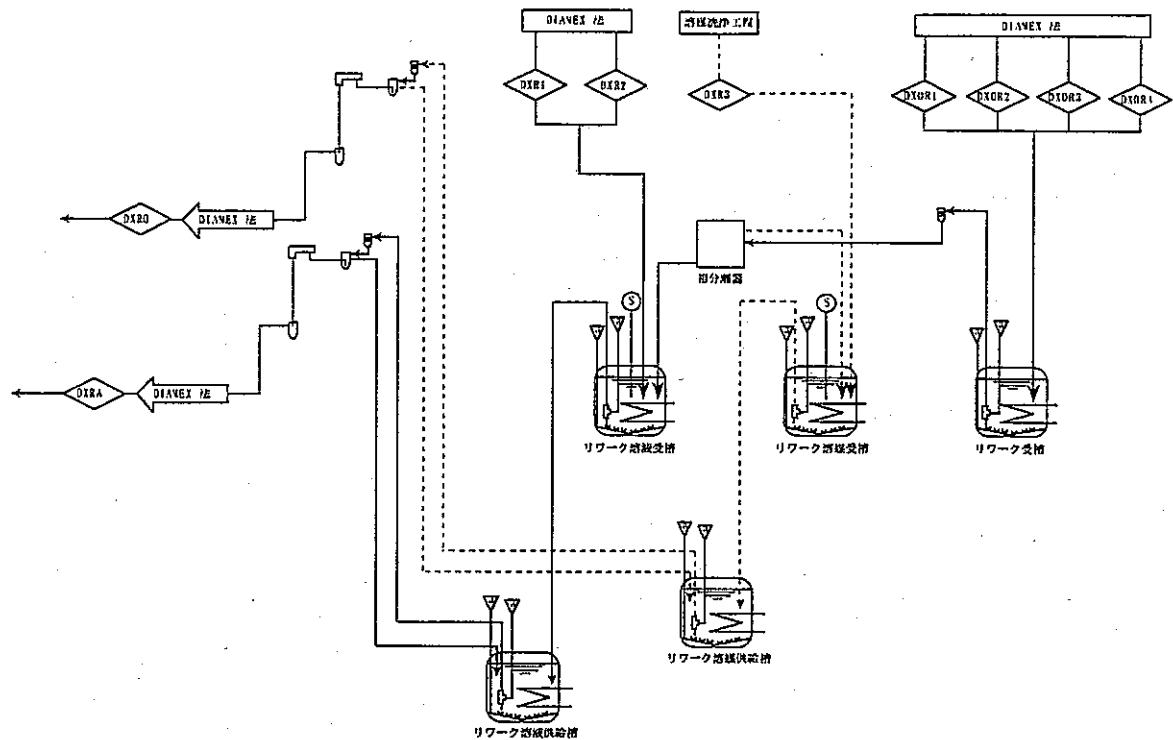


* DIANEX 法の溶媒洗浄

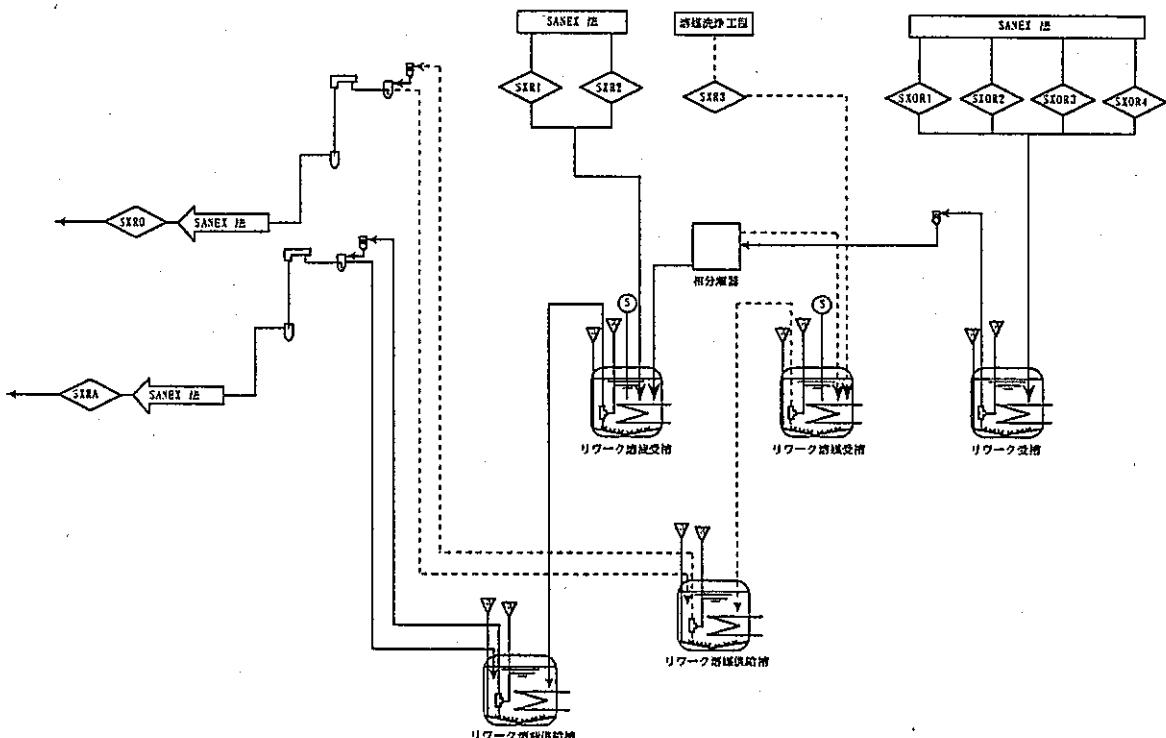


* SANEI 法の溶媒洗浄

図 13. DSシステムにおける溶媒洗浄工程のPFD



* DIAMEX 法のリワーク



* SANEX 法のリワーク

図 14. DSシステムにおけるリワーク工程のPFD

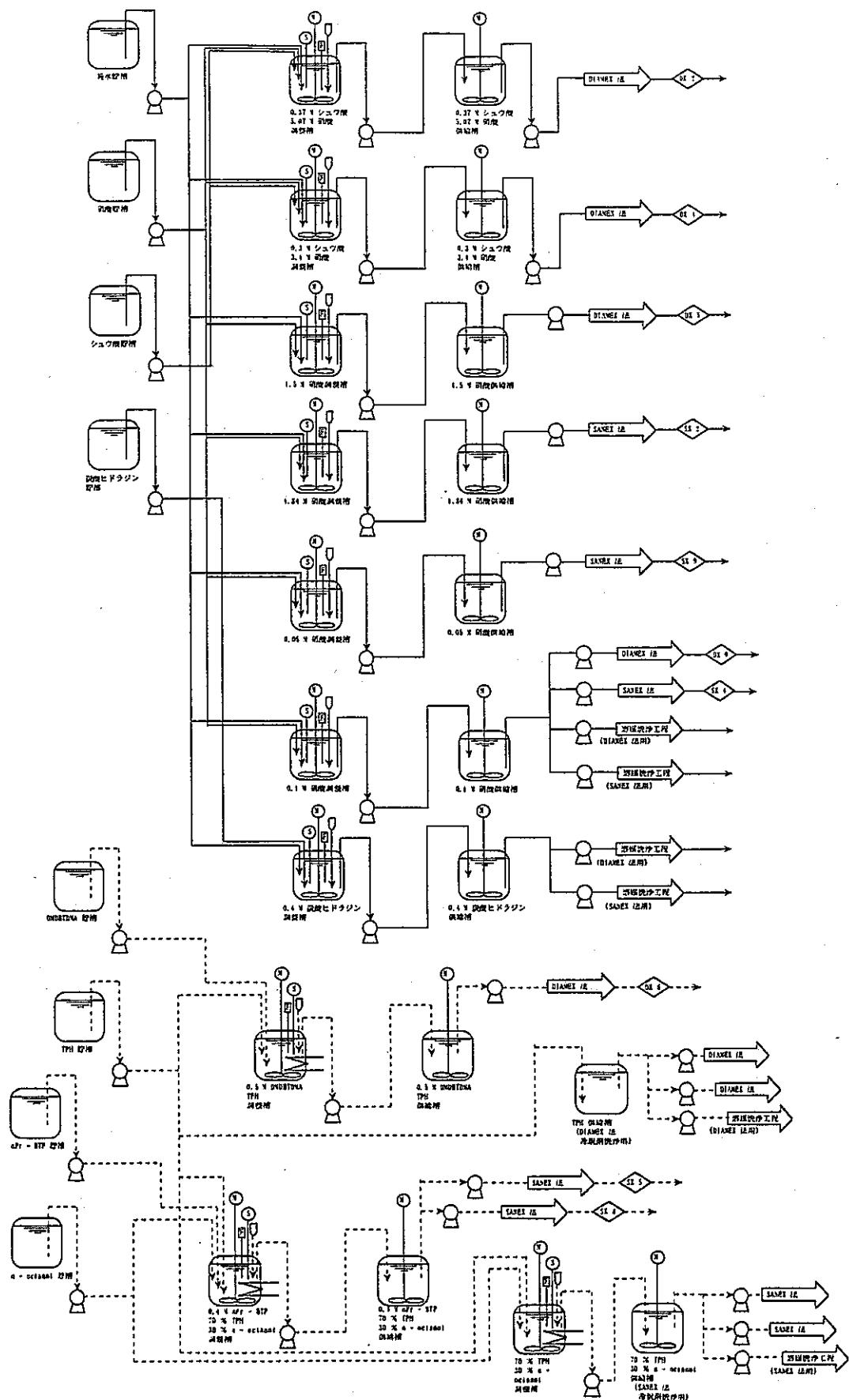


図 15. DSシステムにおける試薬調整工程のPFD

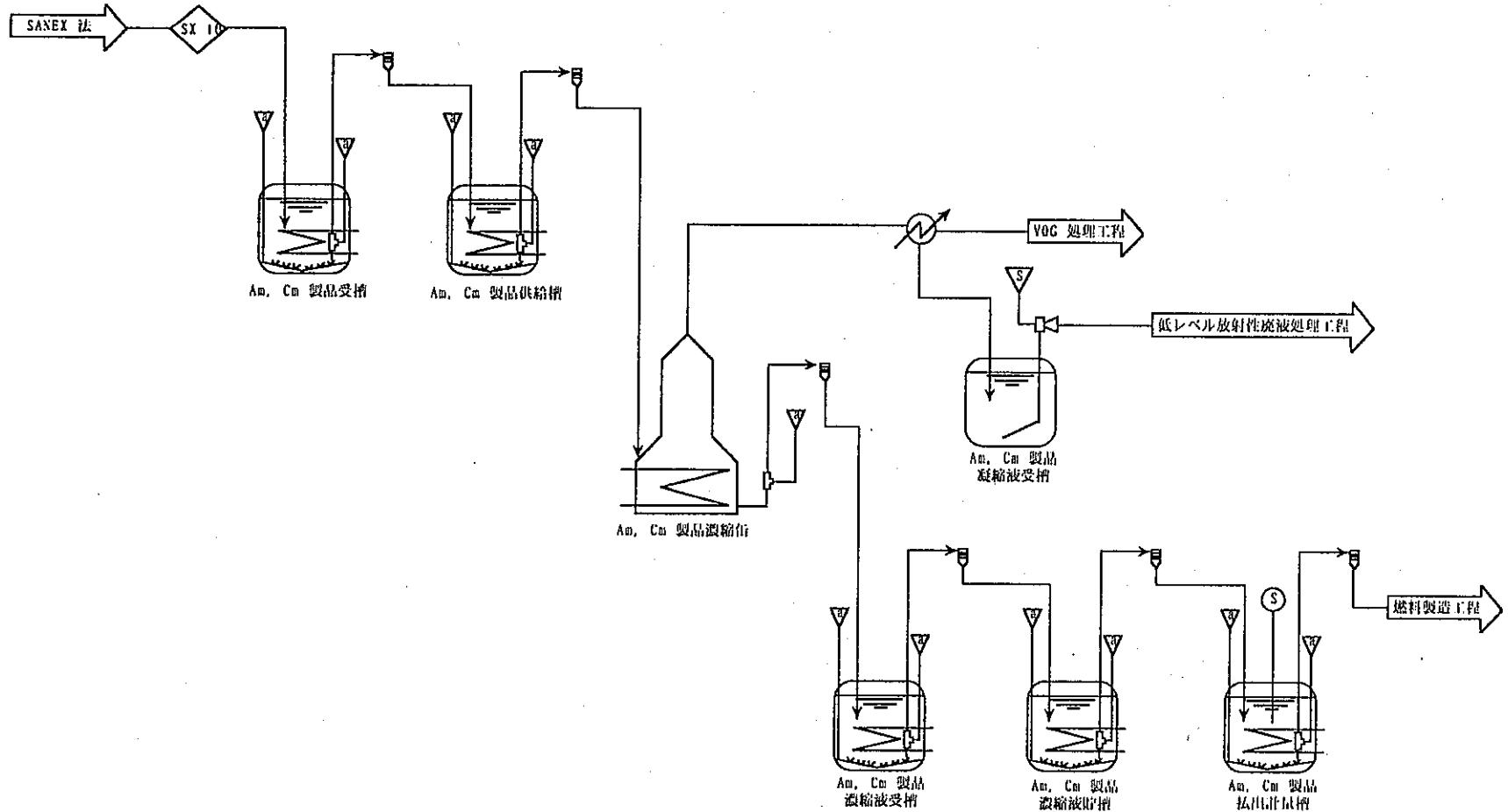


図 16. DSシステムにおけるAm,Cm製品濃縮工程のPFD

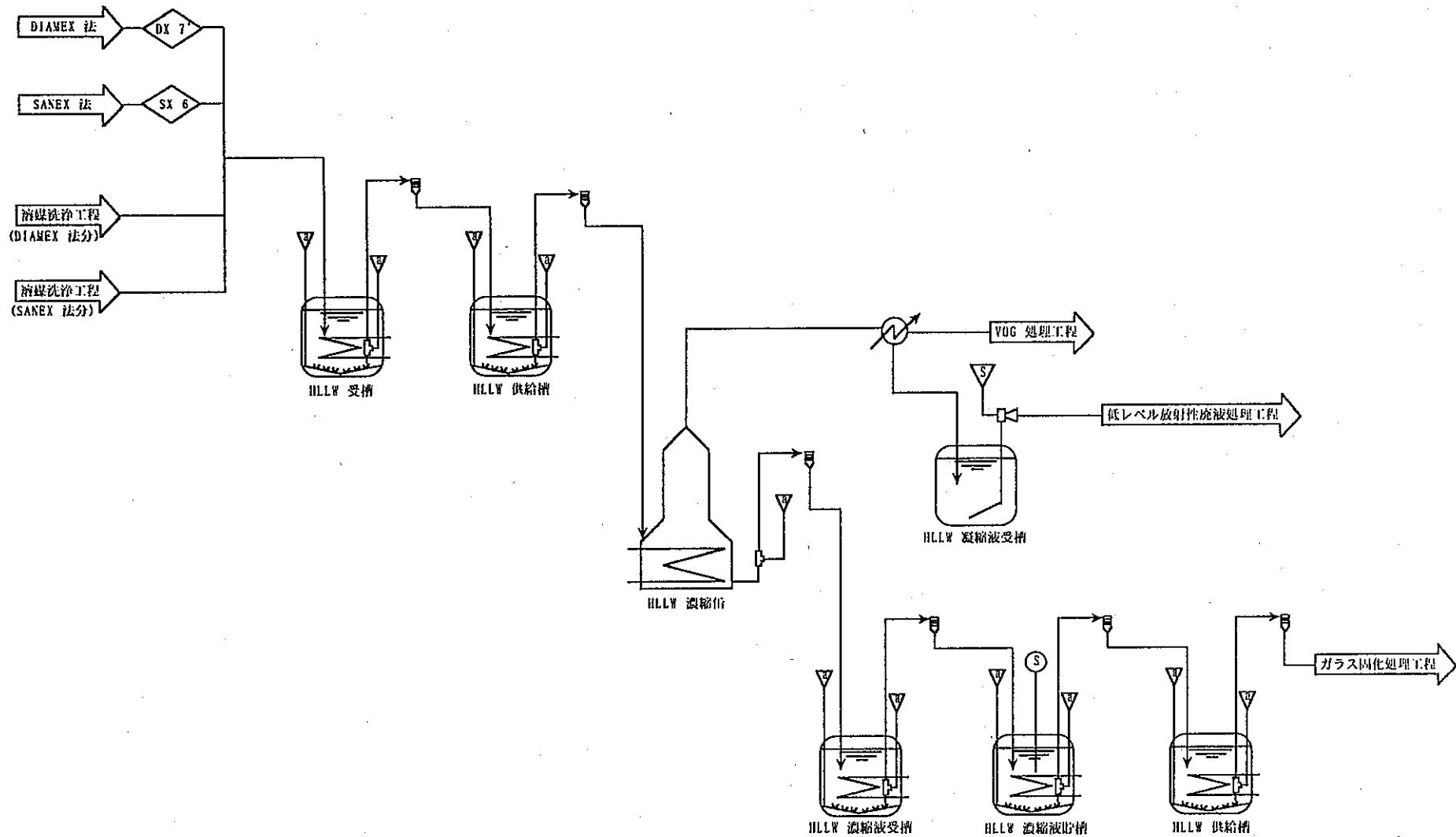
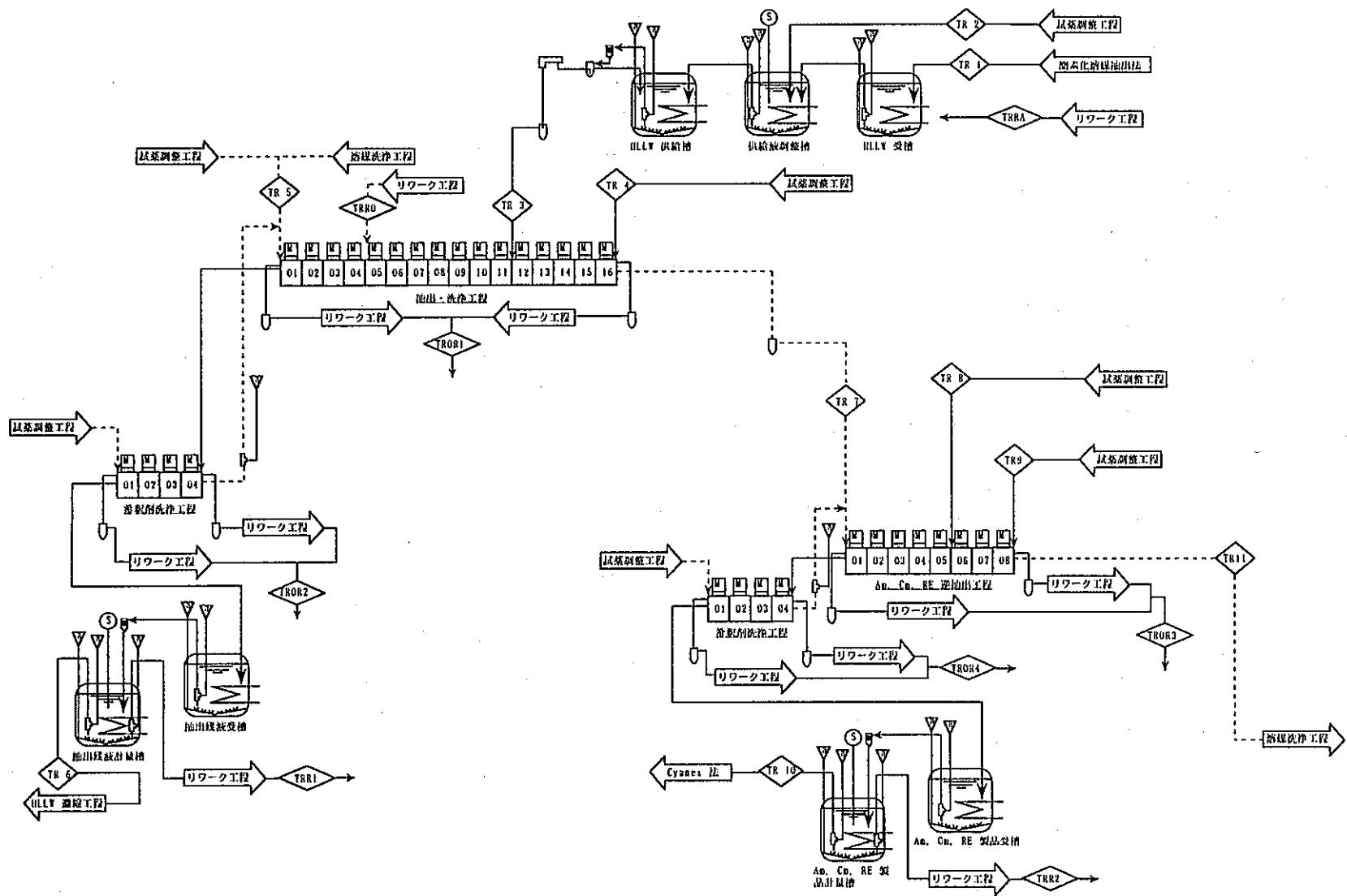


図 17. DSシステムにおけるHLLW濃縮工程のPFD



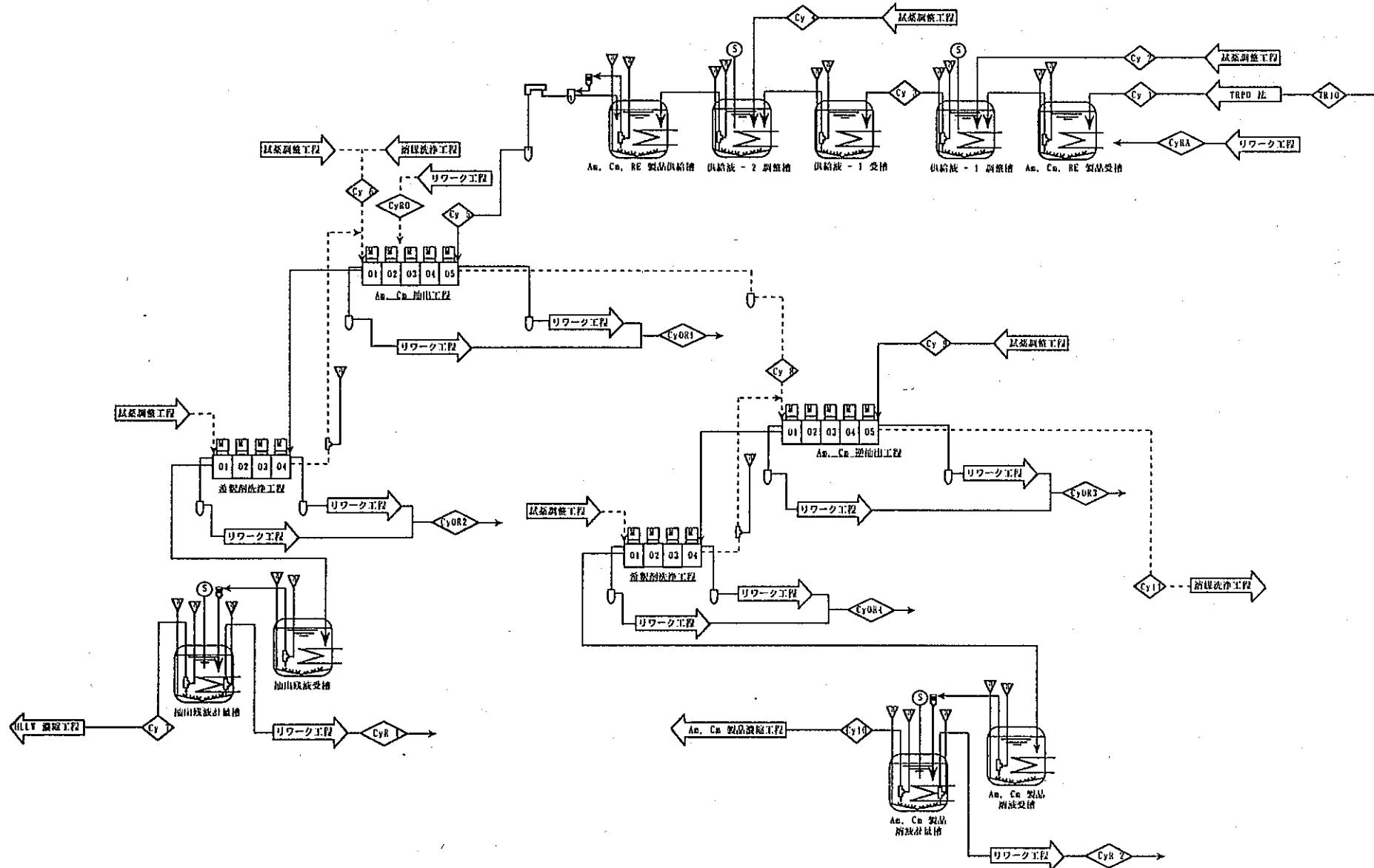


図 19. TCシステムにおけるCyanex法のPFD

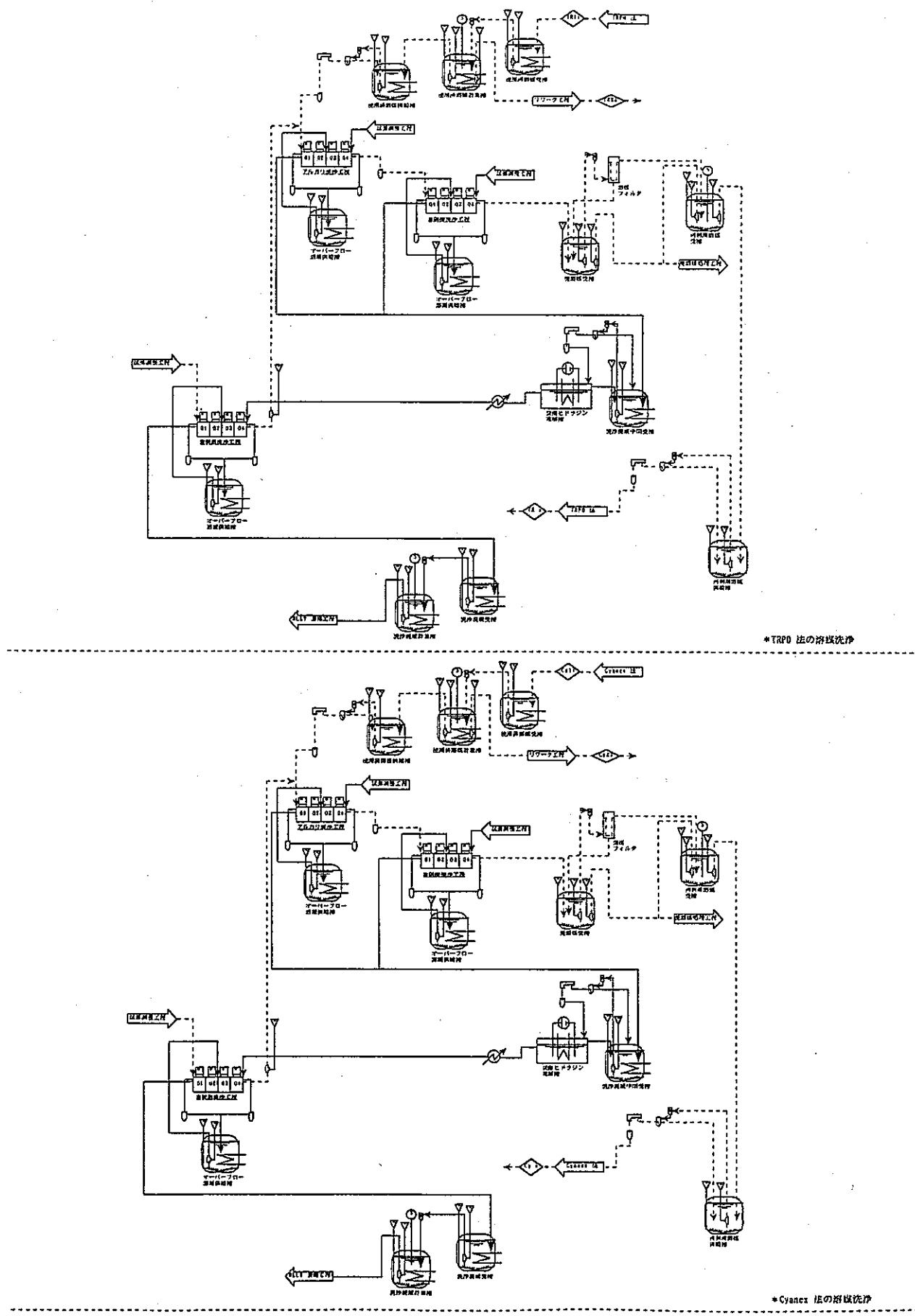
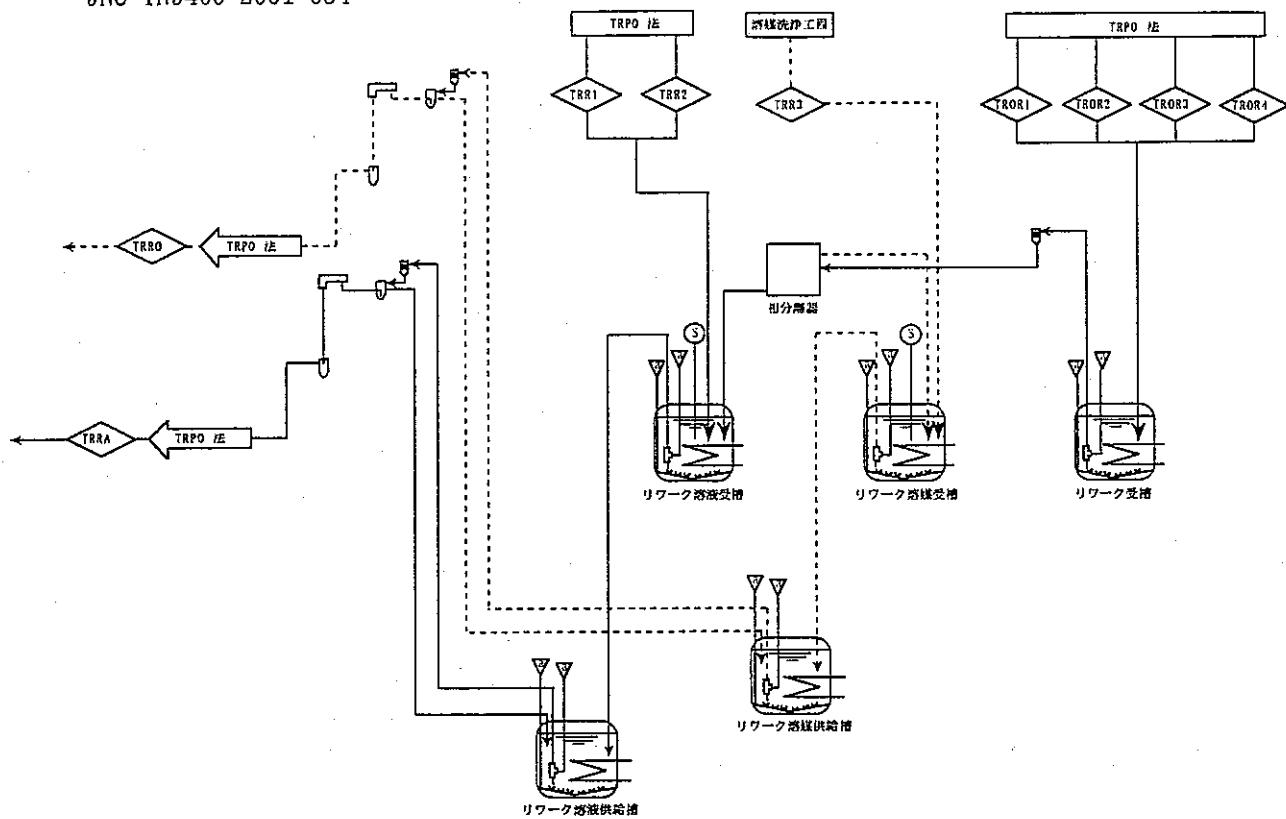
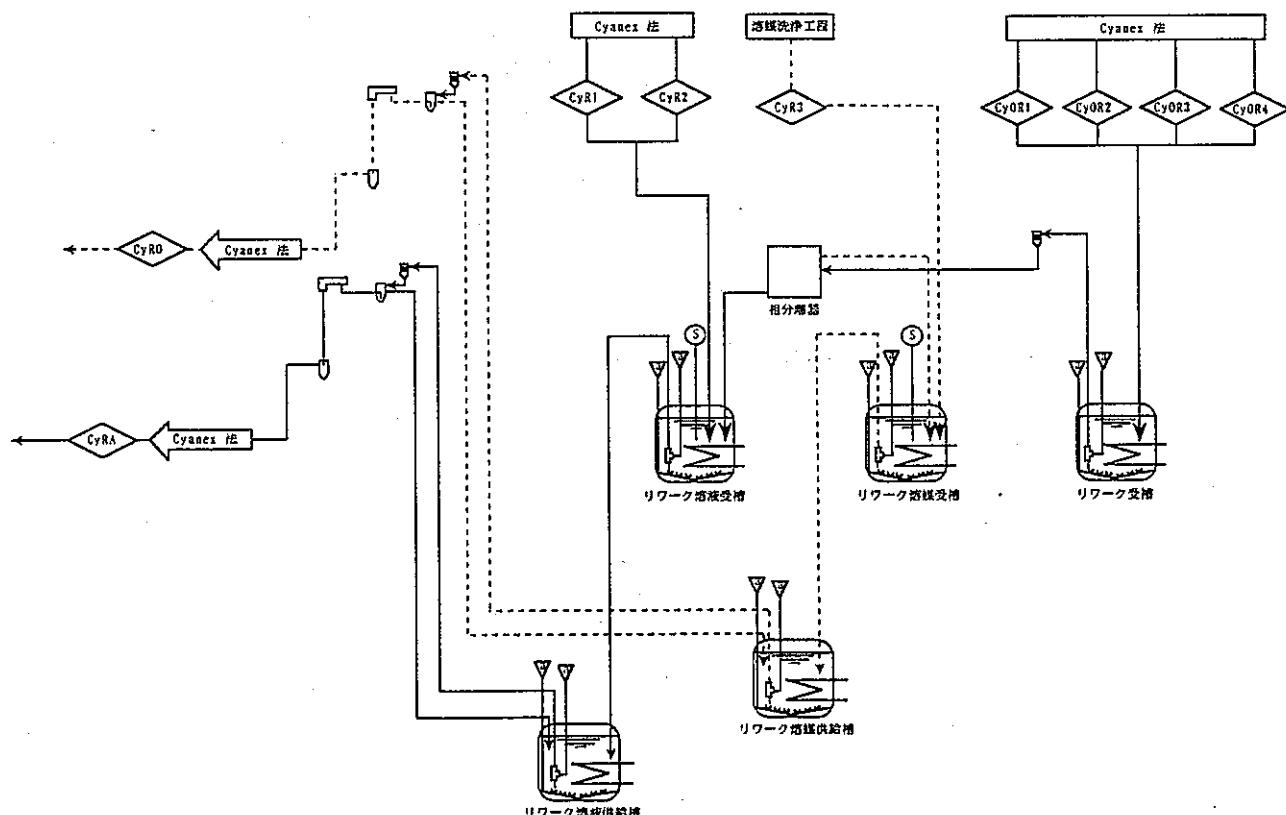


図 20. TCシステムにおける溶媒洗浄工程のPFD



* TRPO 法のリワーク



* Cyanex 法のリワーク

図 21. TCシステムにおけるリワーク工程のPFD

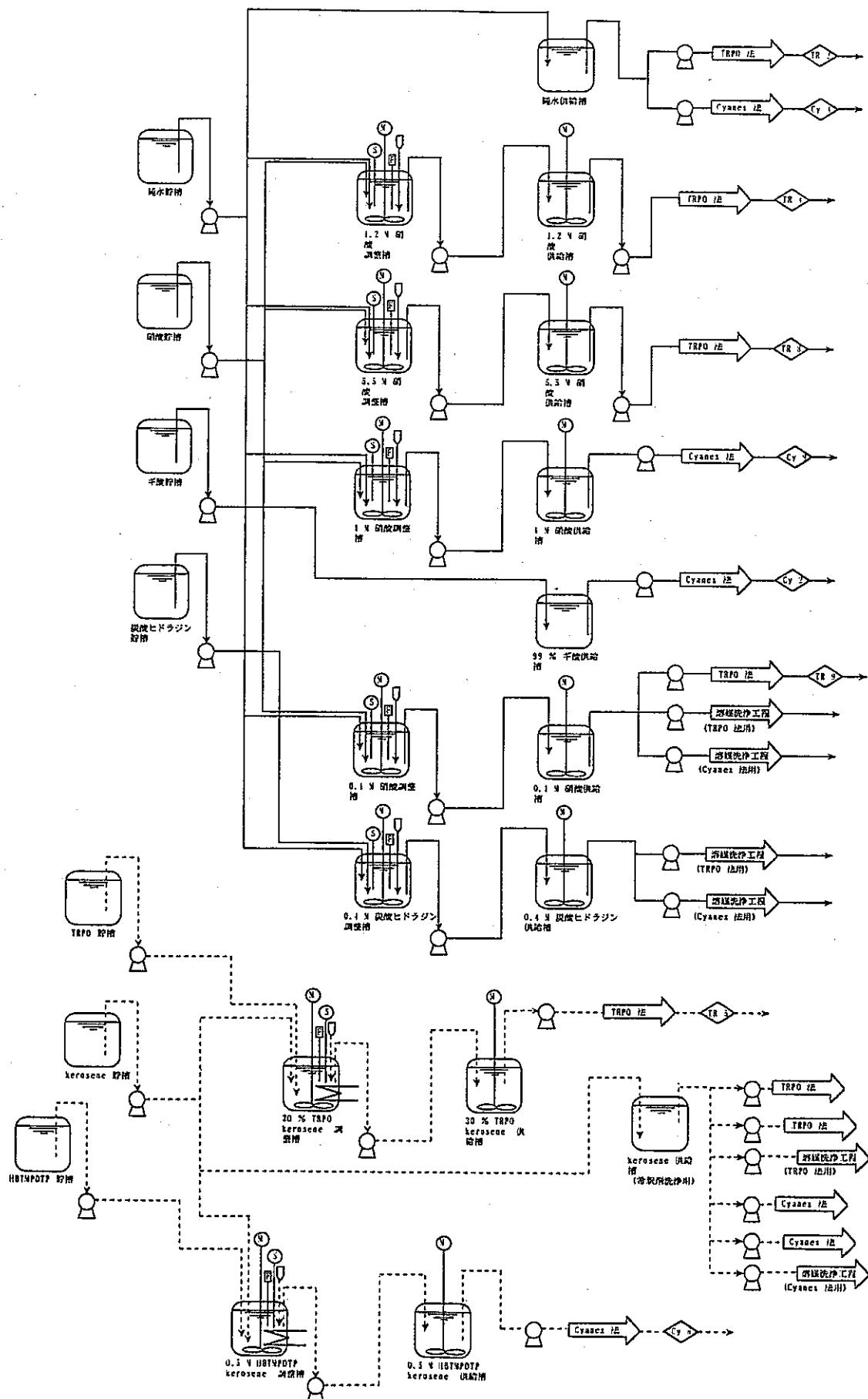


図 22. TCシステムにおける試薬調整工程のPFD

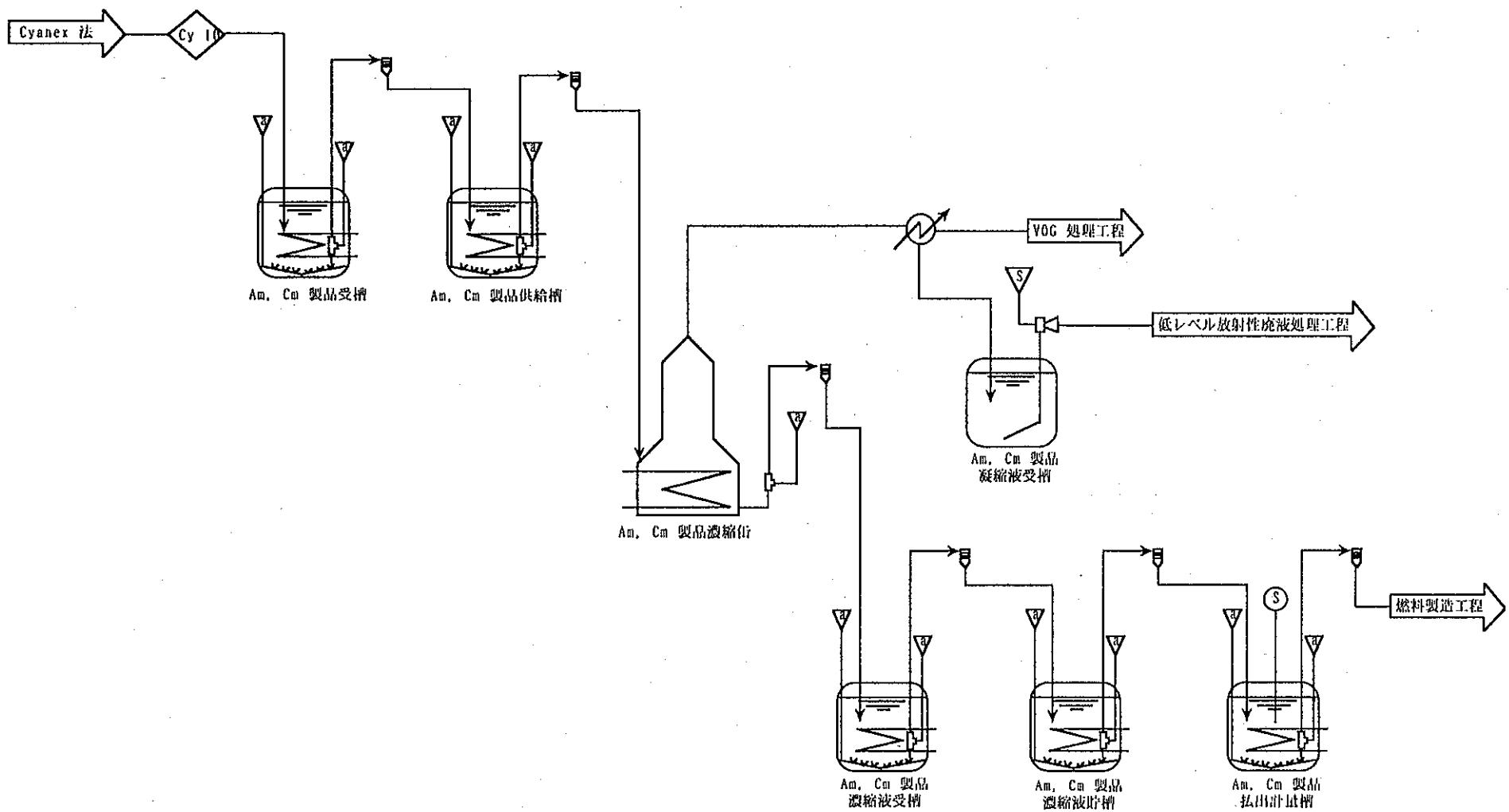


図 23. TCシステムにおけるAm,Cm製品濃縮工程のPFD

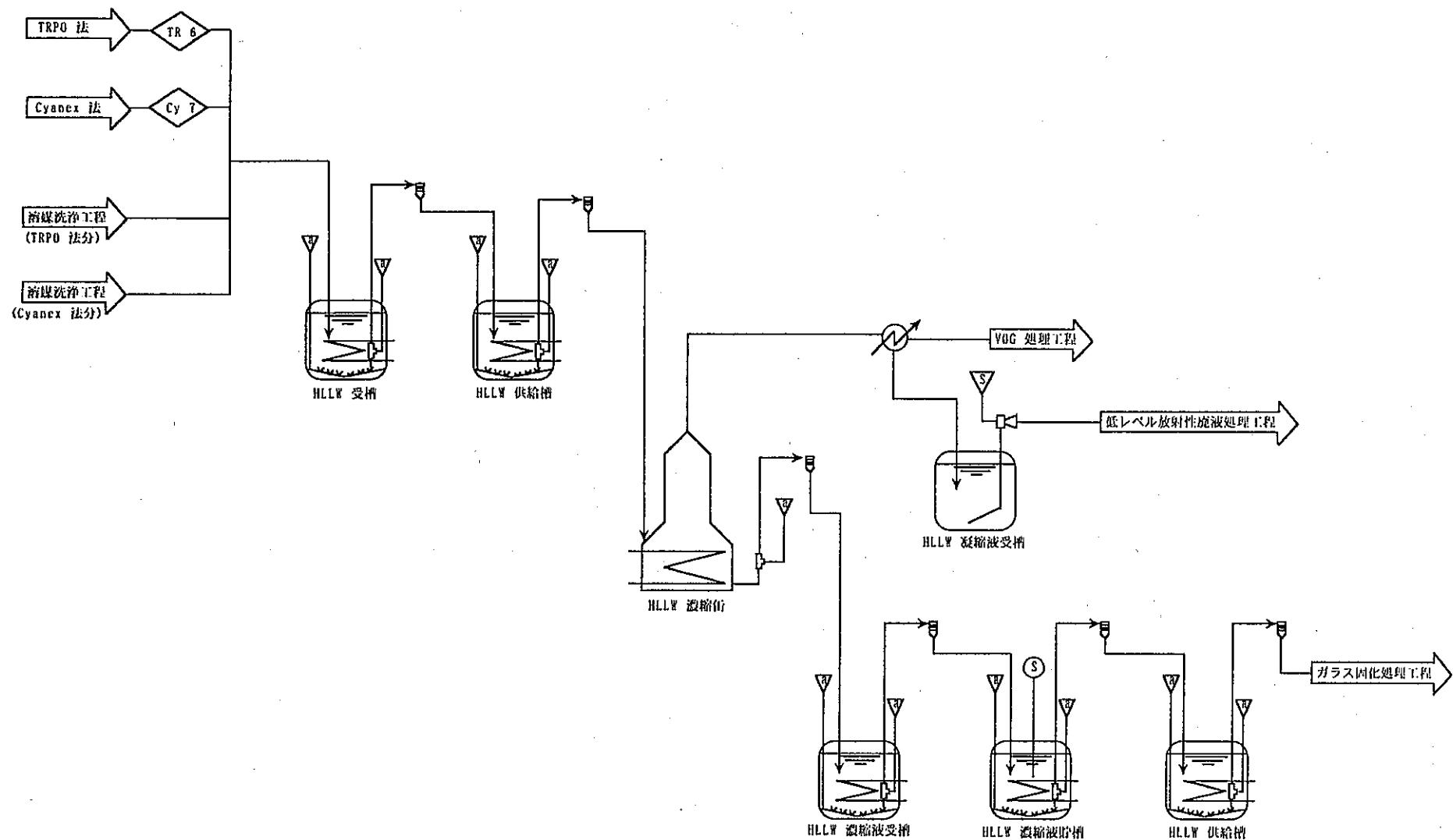


図 24. TCシステムにおけるHLLW濃縮工程のPFD

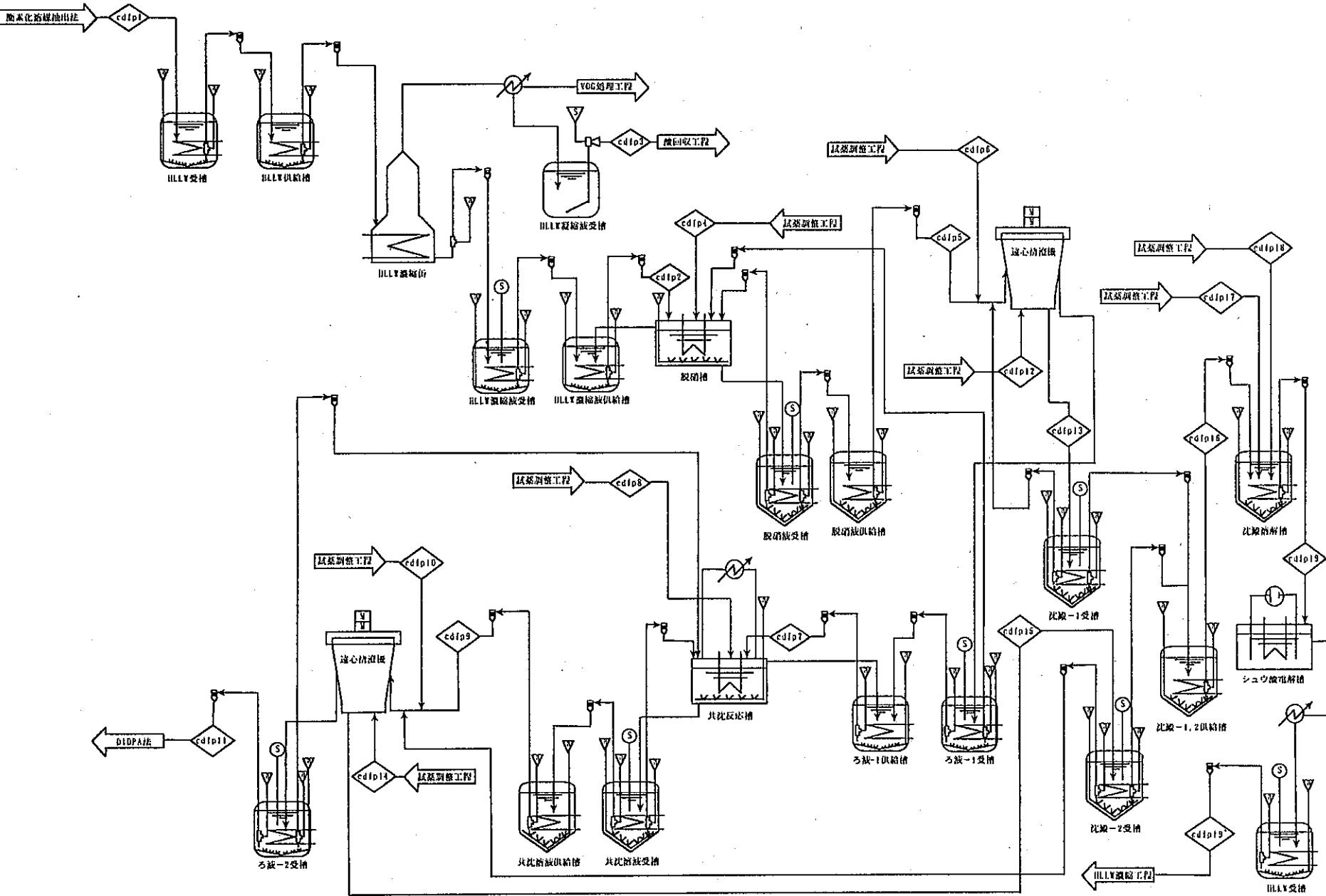


図 25. DIシステムにおける前処理(脱硝・ろ過・沈殿処理)法のPFD

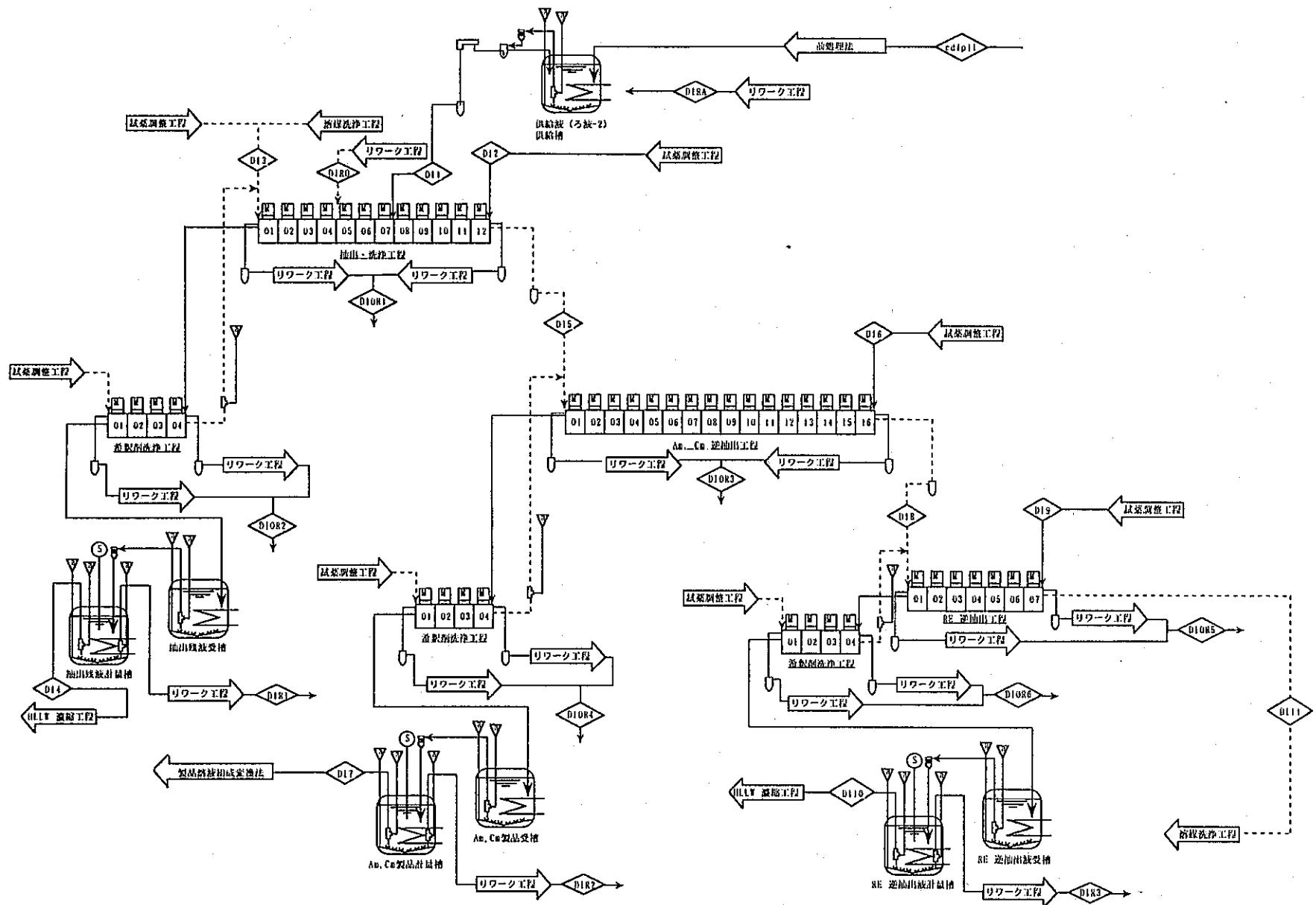


図 26. DIシステムにおけるDIDPA法のPFD

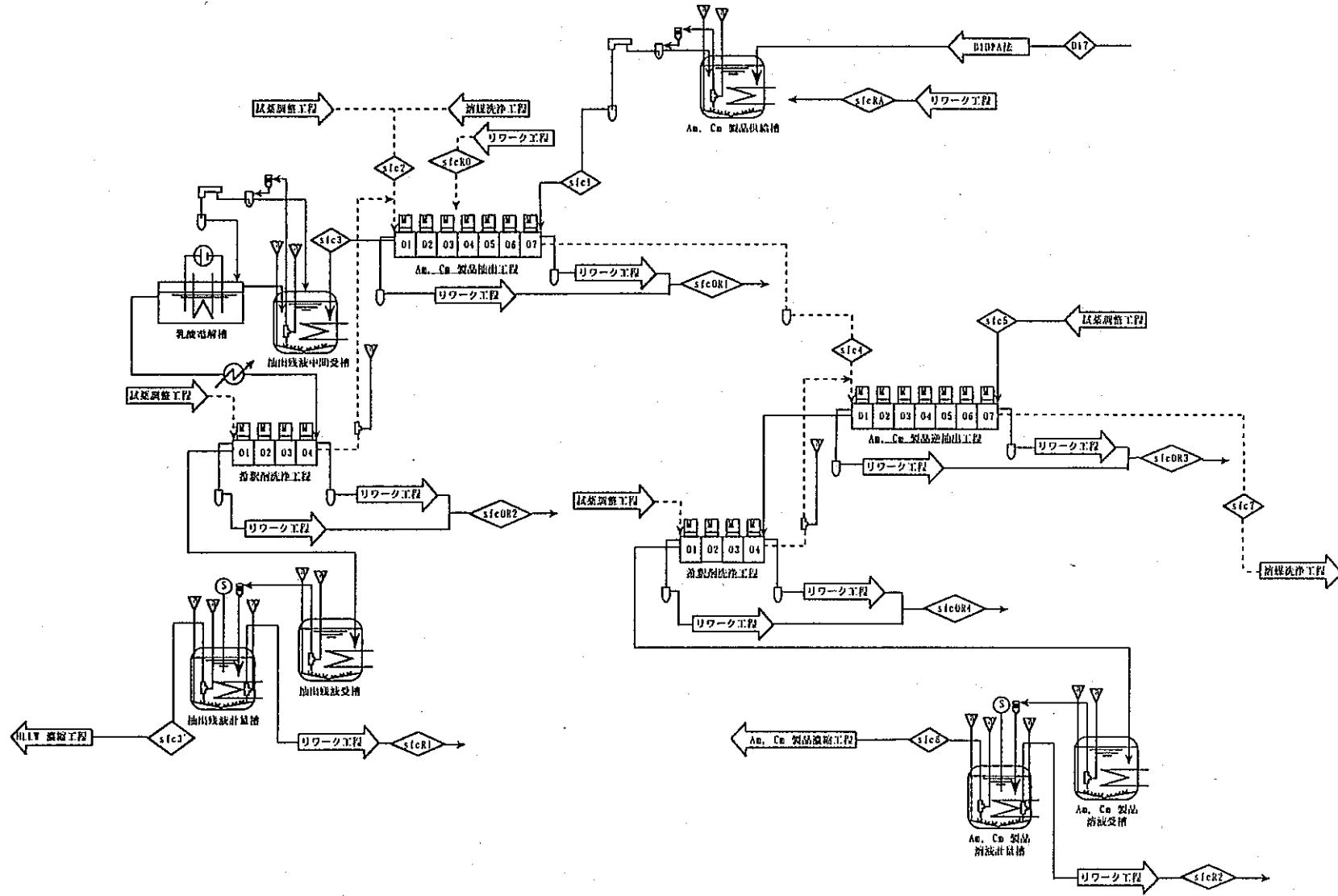


図 27. DIシステムにおける製品溶液組成変換法のPFD

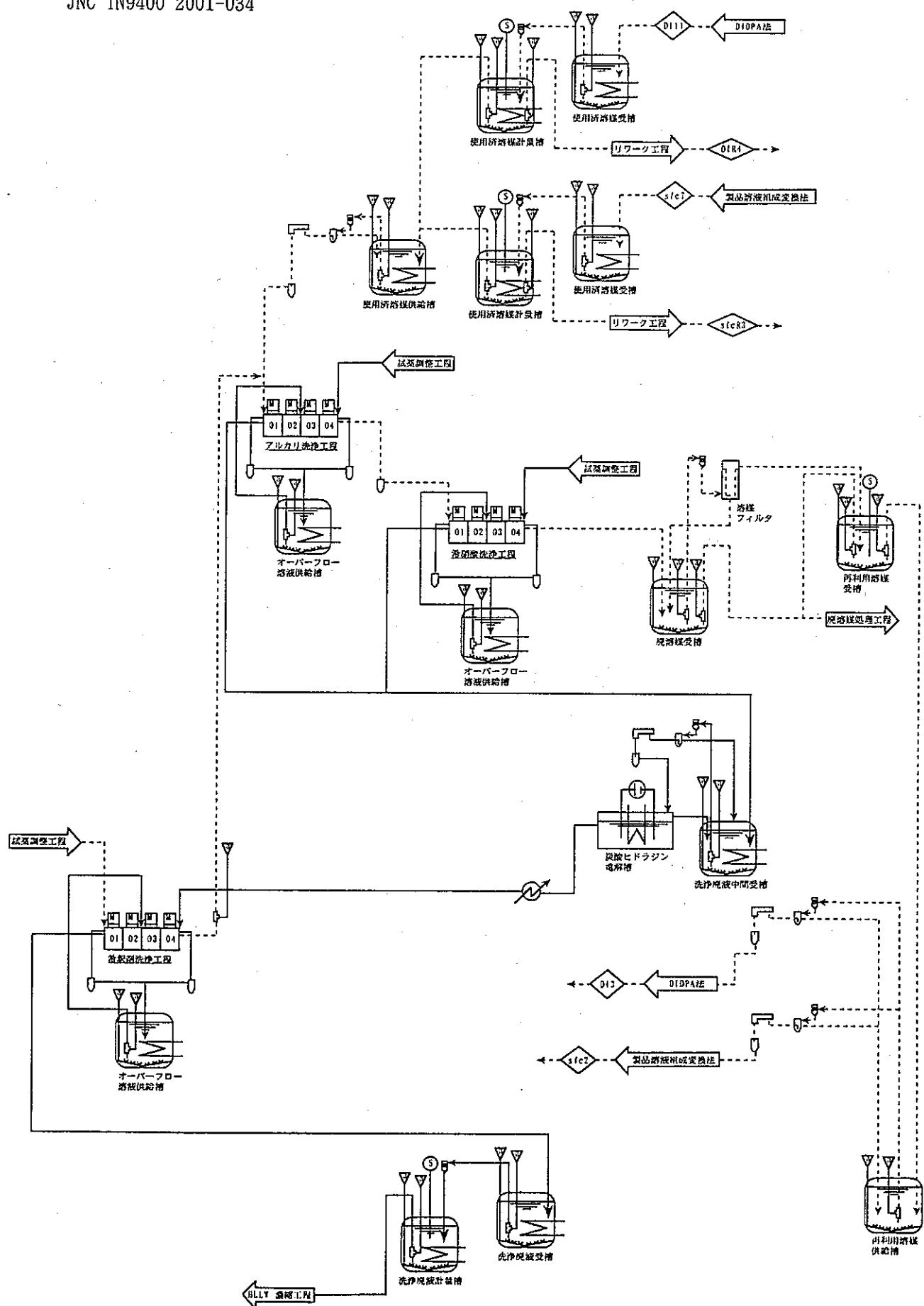
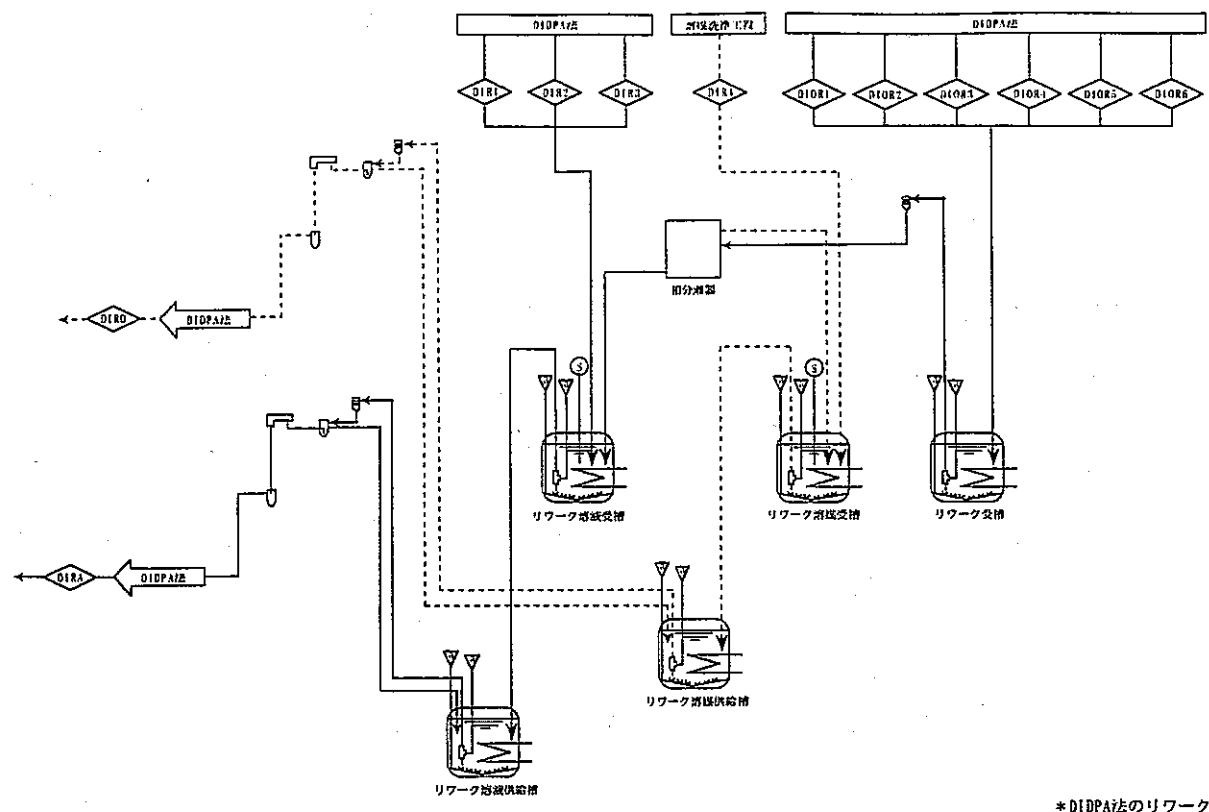
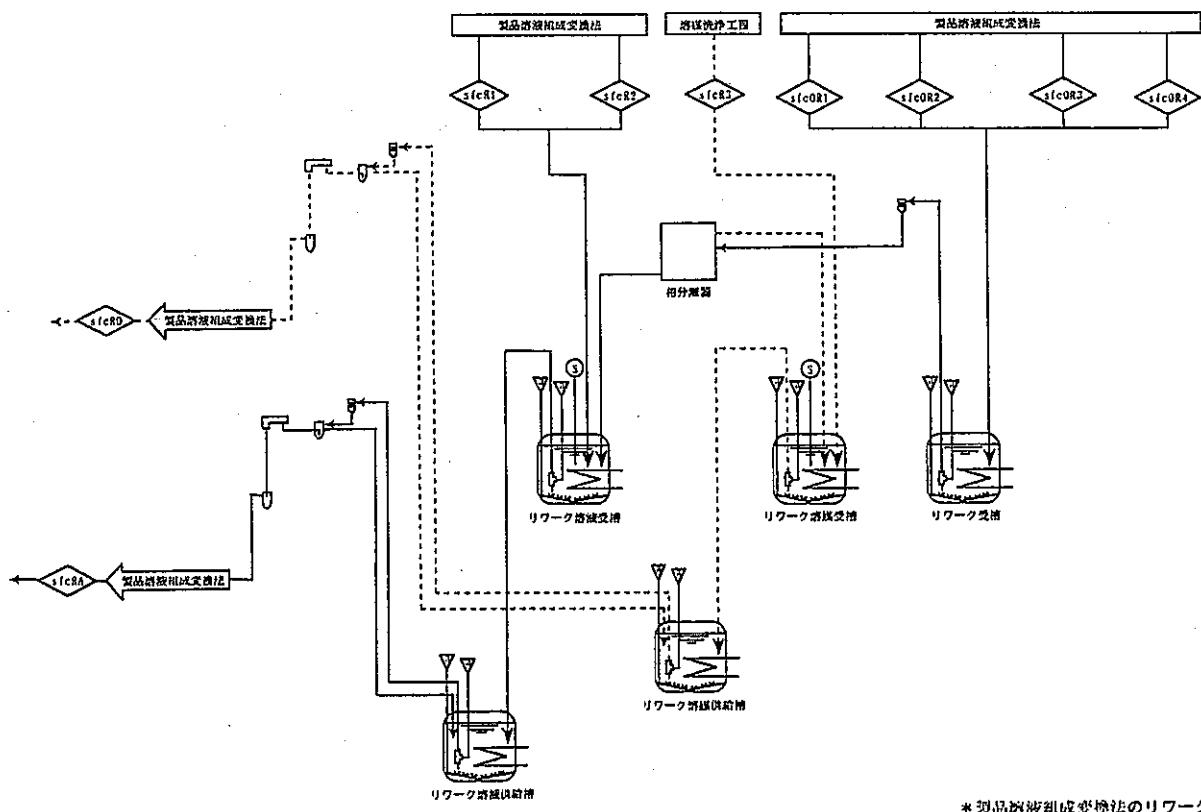


図 28. DIシステムにおける溶媒洗浄工程のPFD



* DIOPA法のリワーク



* 製品溶液組成変換法のリワーク

図 29. DIシステムにおけるリワーク工程のPFD

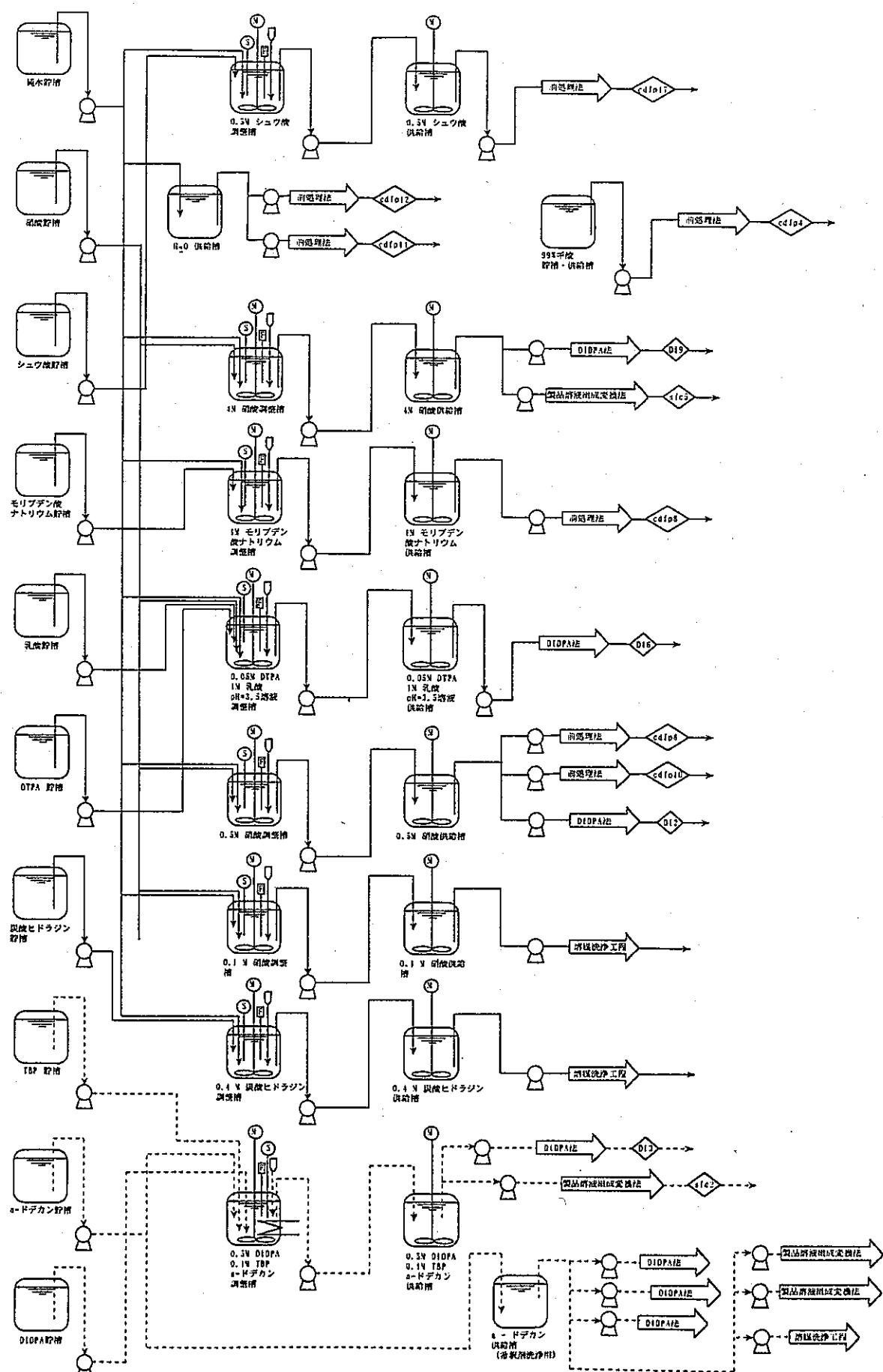


図 30. DIシステムにおける試薬調整工程のPFD

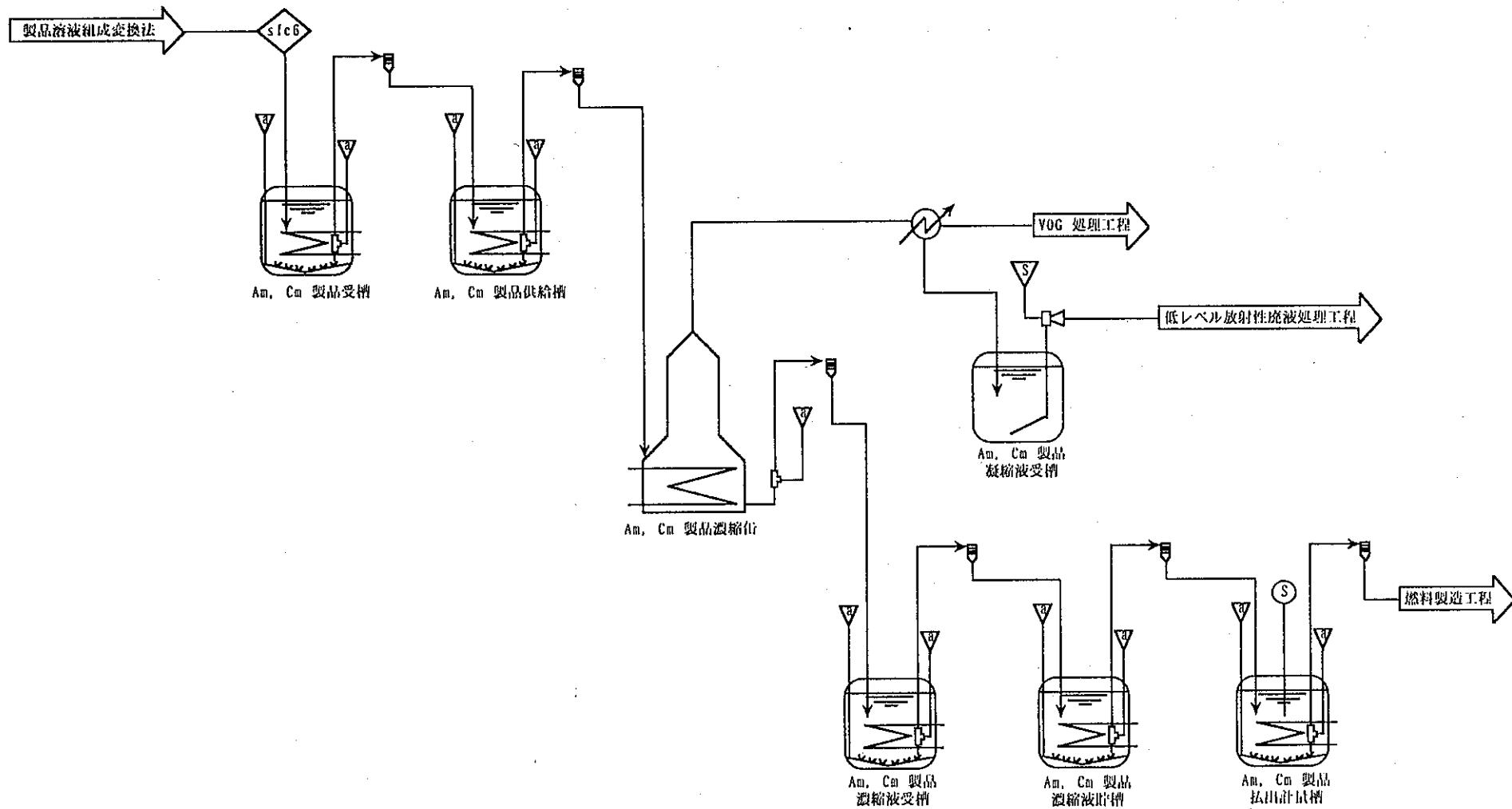


図 31. DIシステムにおけるAm,Cm製品濃縮工程のPFD

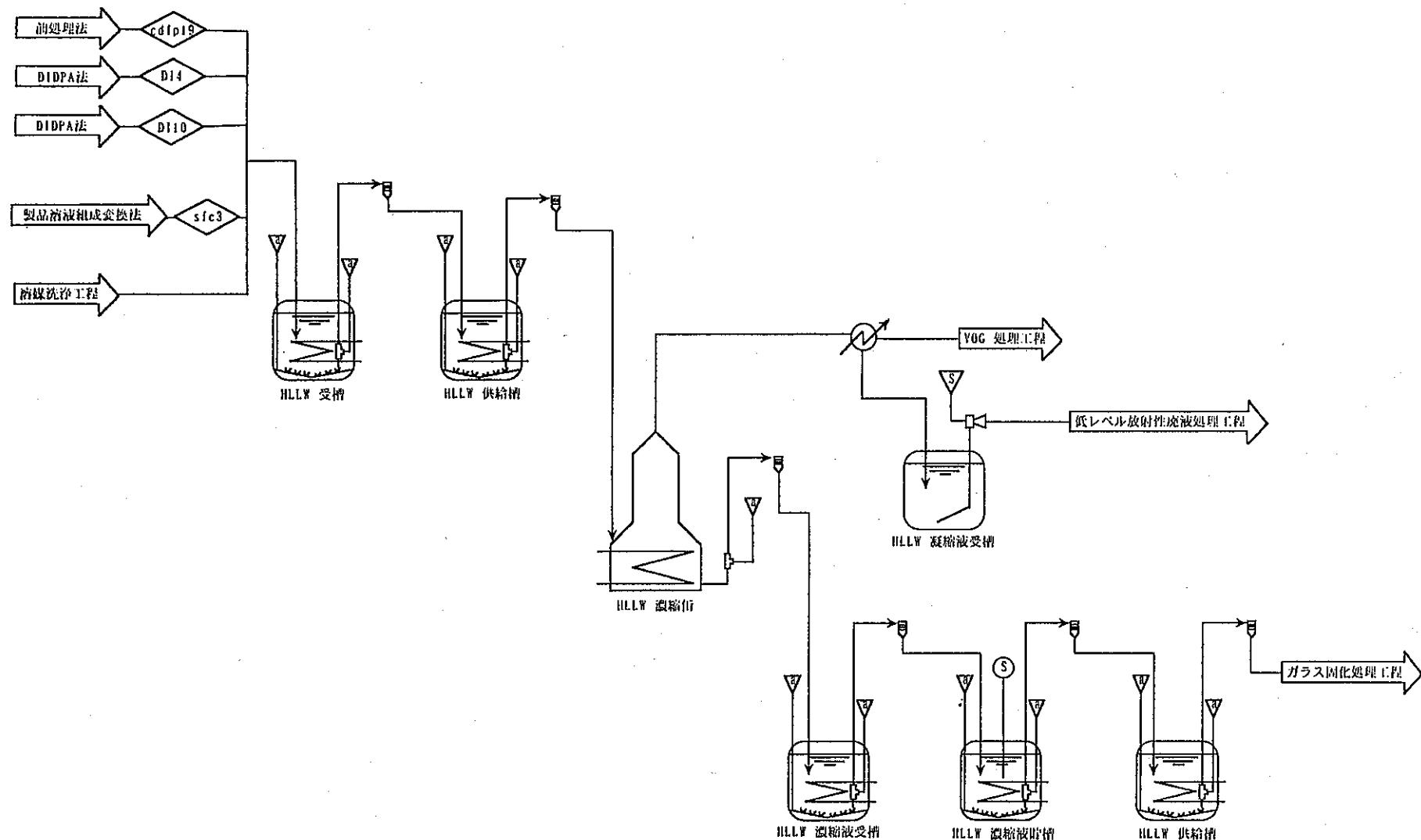


図 32. DIシステムにおけるHLLW濃縮工程のPFD

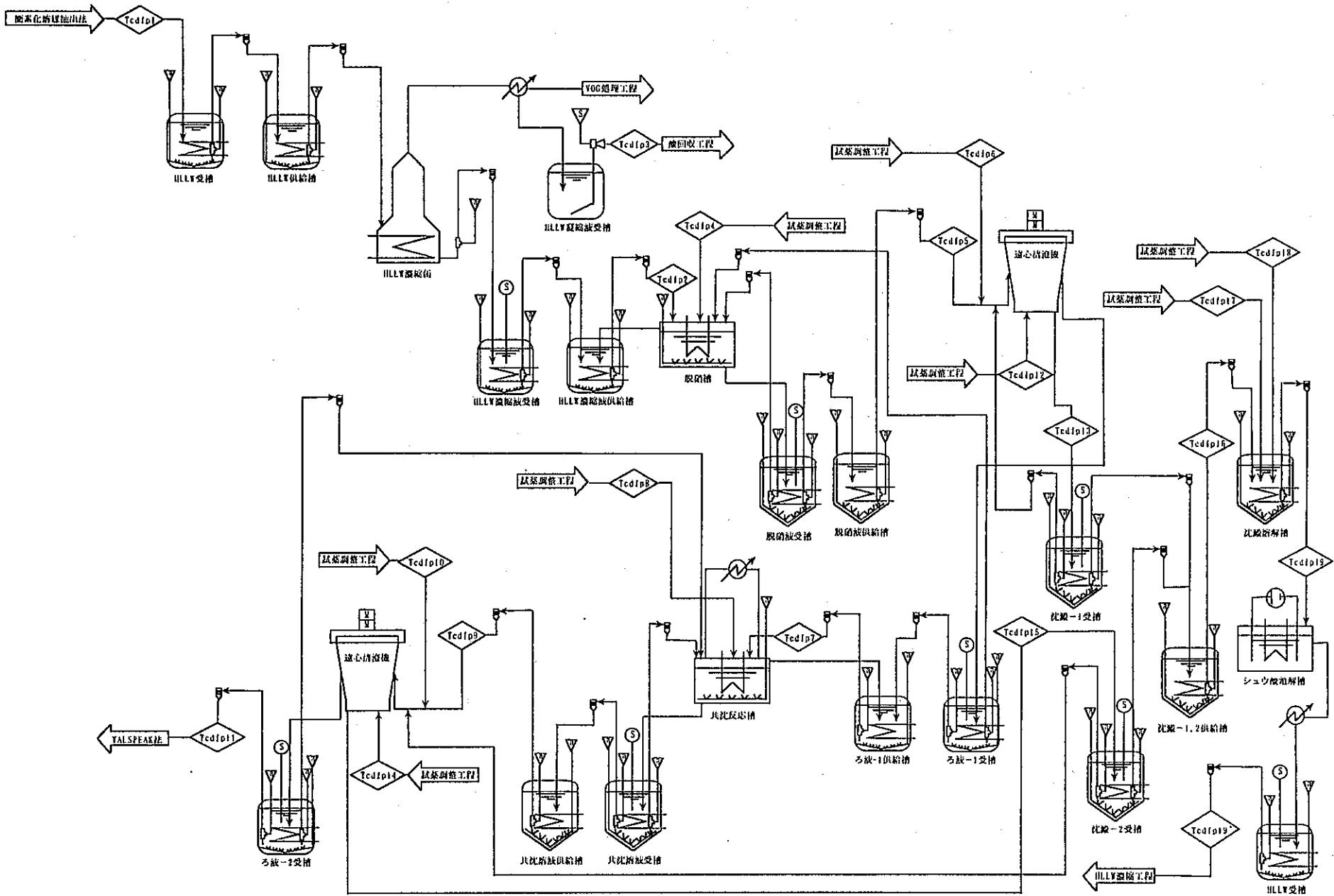


図 33. TAシステムにおける前処理(脱硝・ろ過・沈殿処理)法のPFD

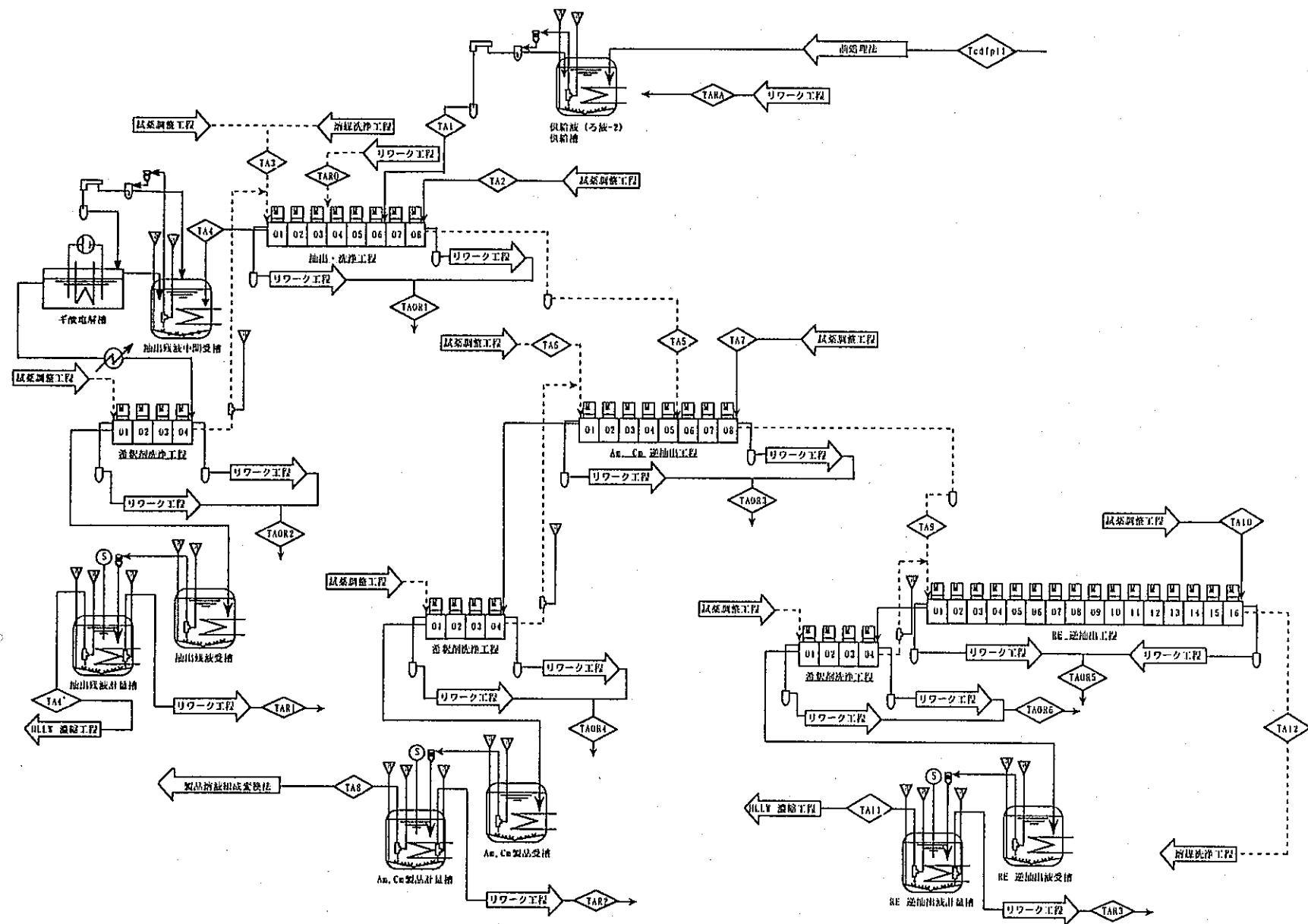


図 34. TAシステムにおけるTALSPEAK法のPFD

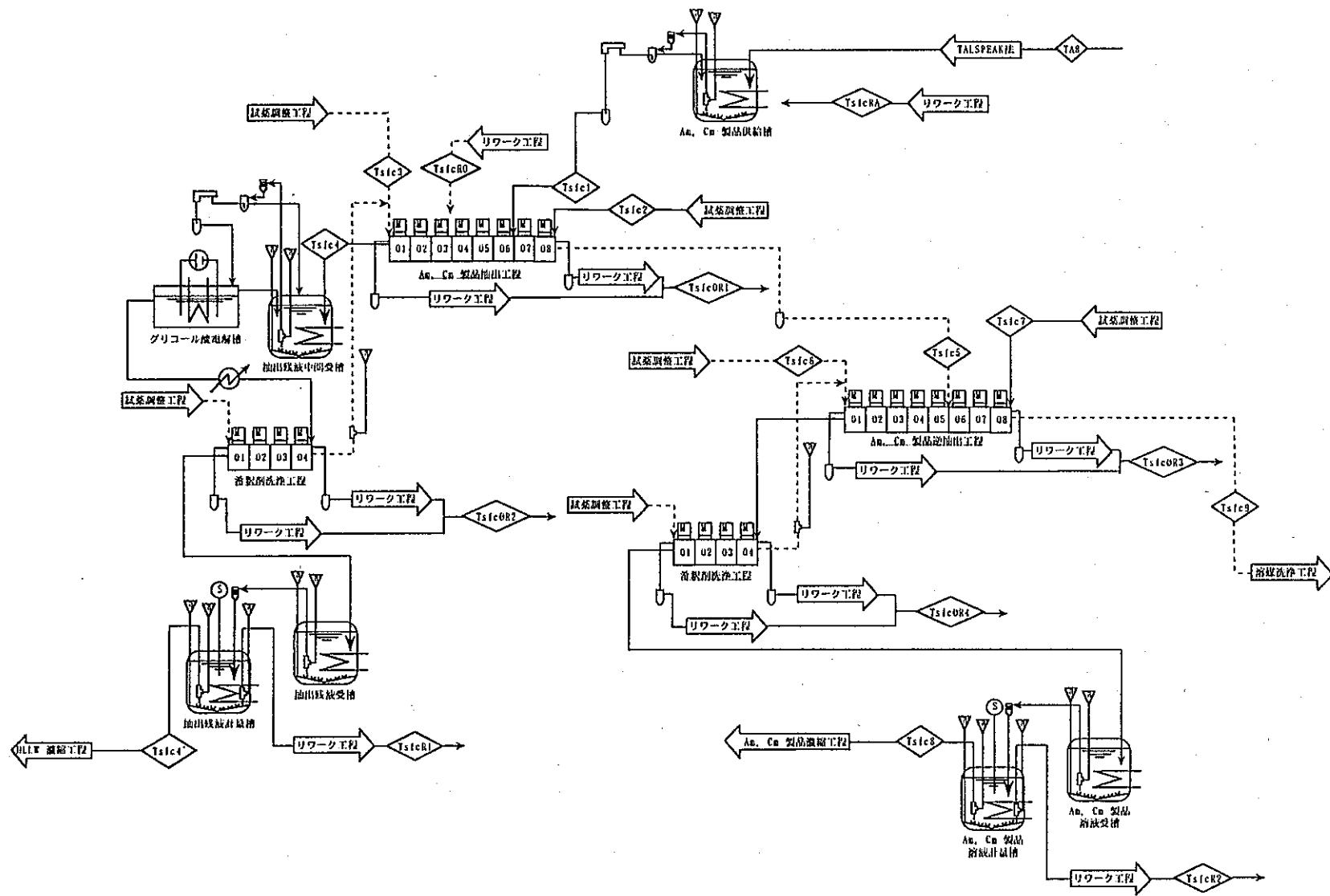


図 35. TAシステムにおける製品溶液組成変換法のPFD

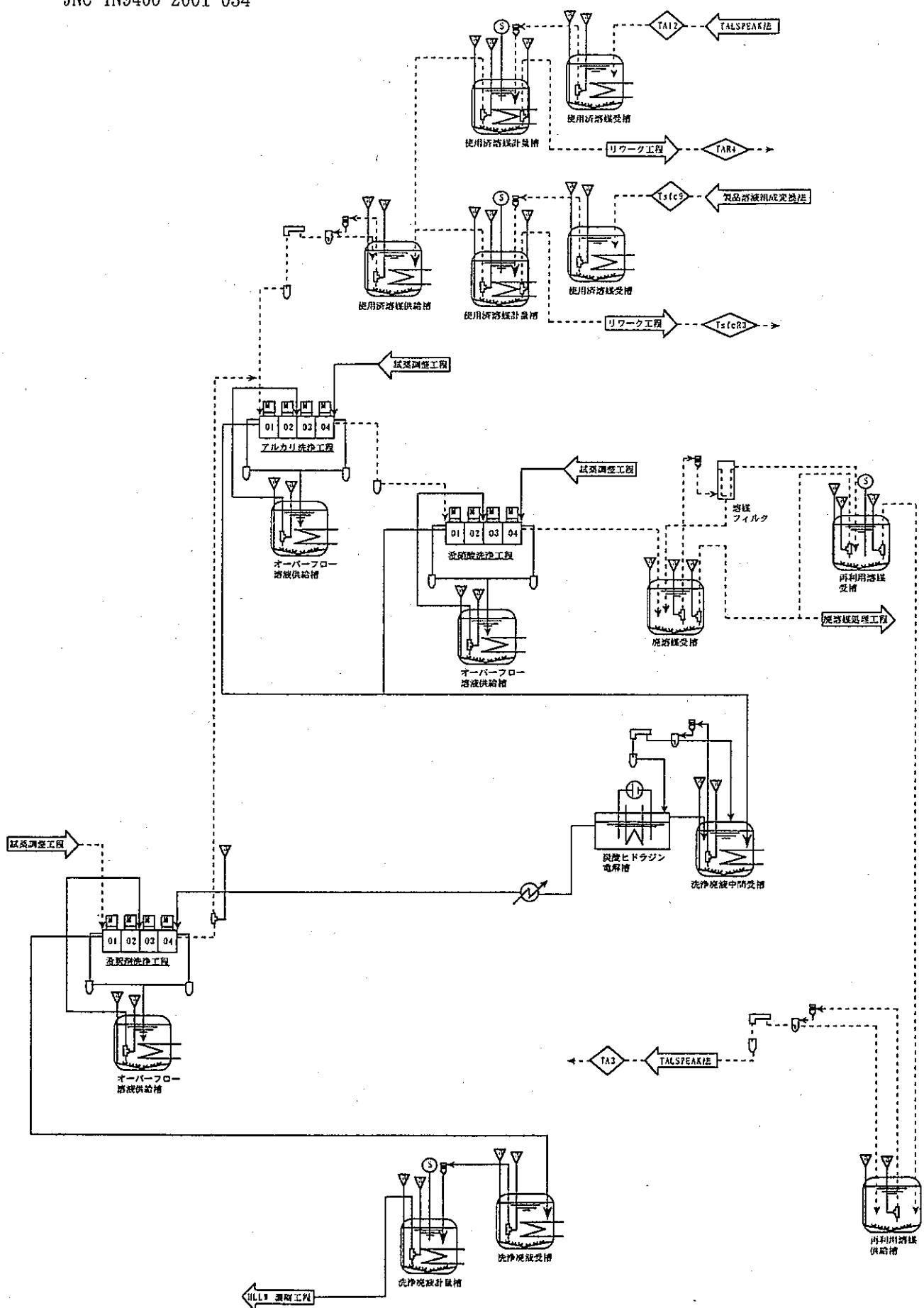


図 36. TAシステムにおける溶媒洗浄工程のPFD

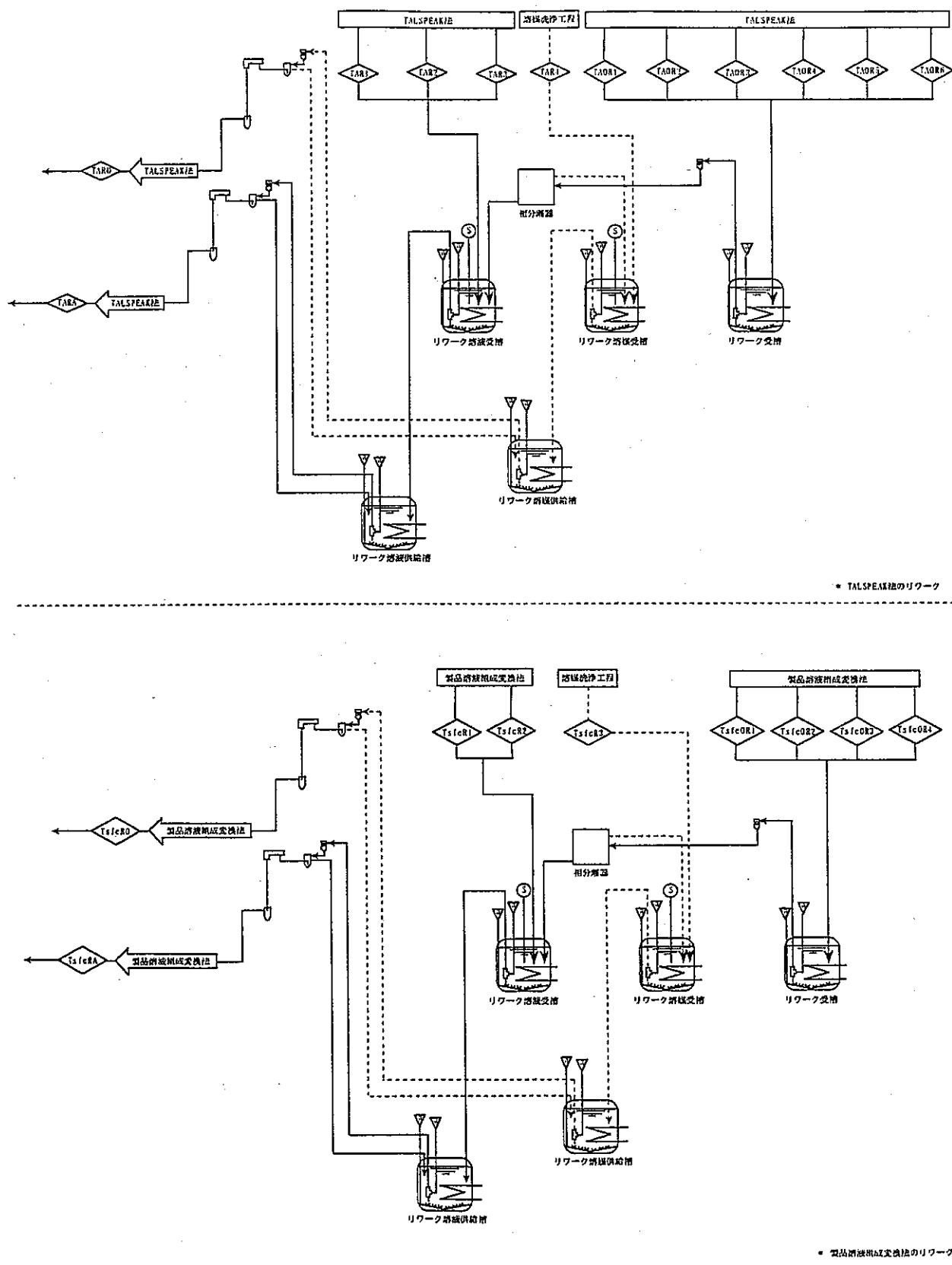


図 37. TAシステムにおけるリワーク工程のPFD

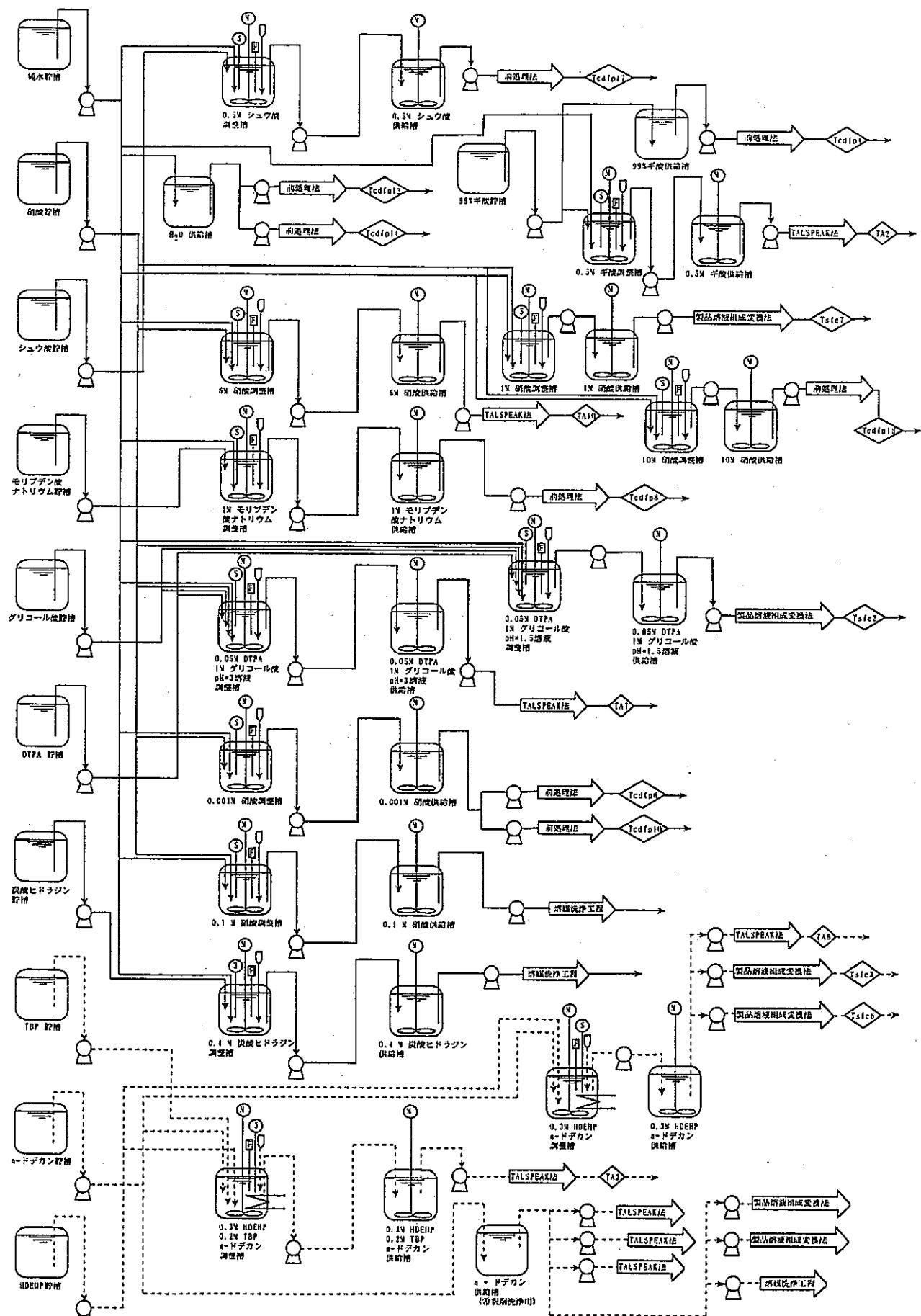


図 38. TAシステムにおける試薬調整工程のPFD

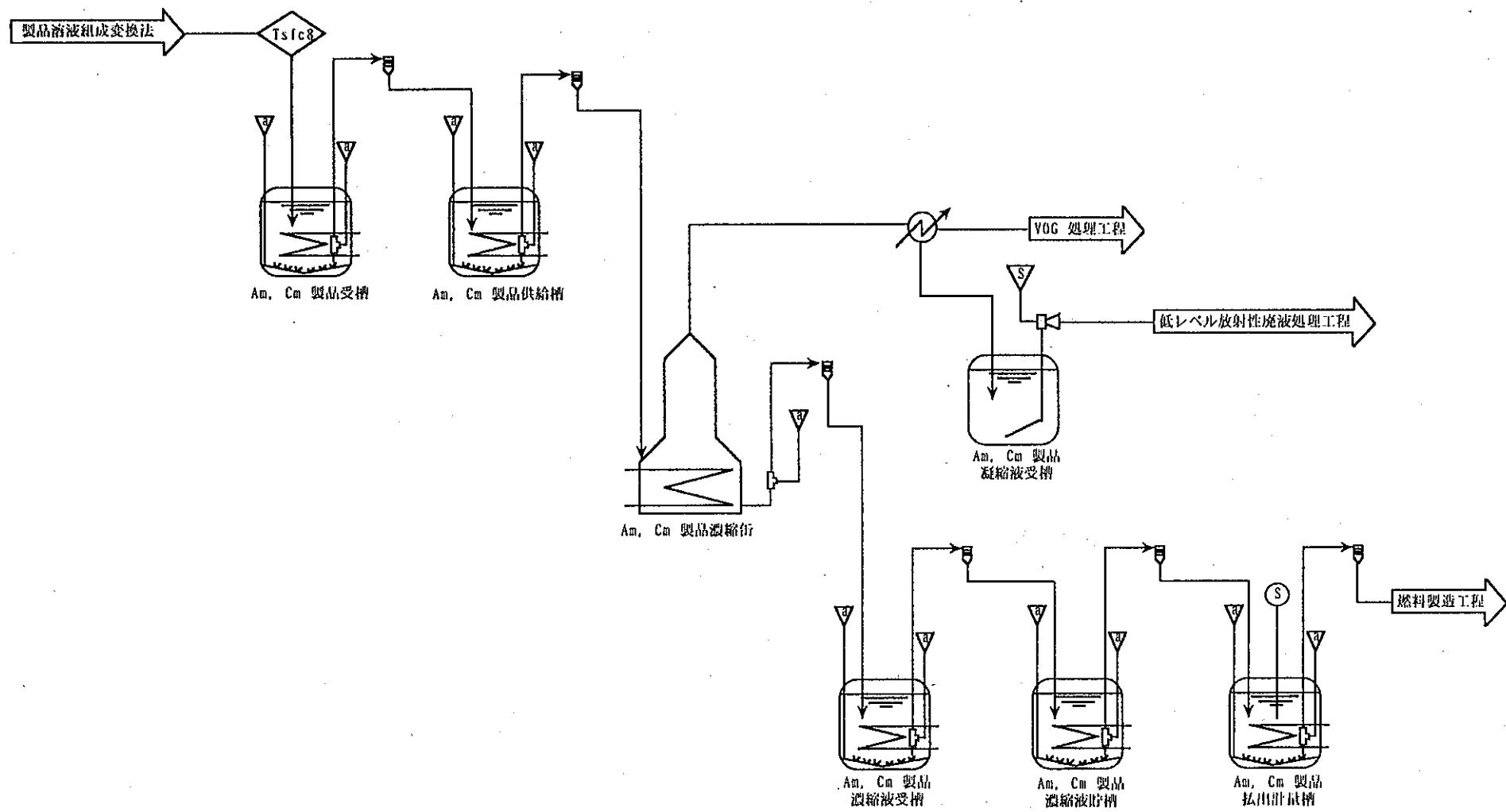


図 39. TAシステムにおけるAm,Cm製品濃縮工程のPFD

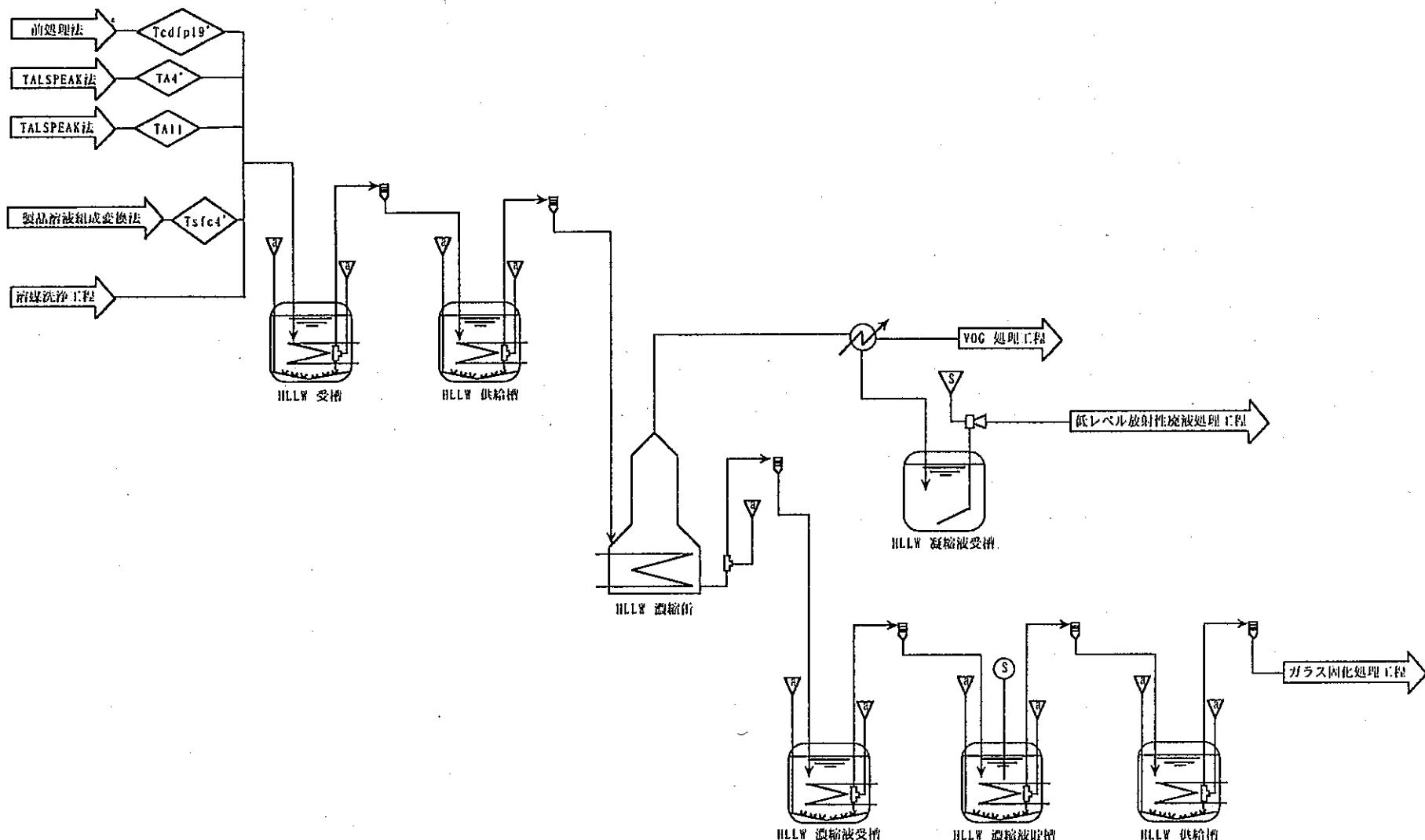


図 40. TAシステムにおけるHLLW濃縮工程のPFD

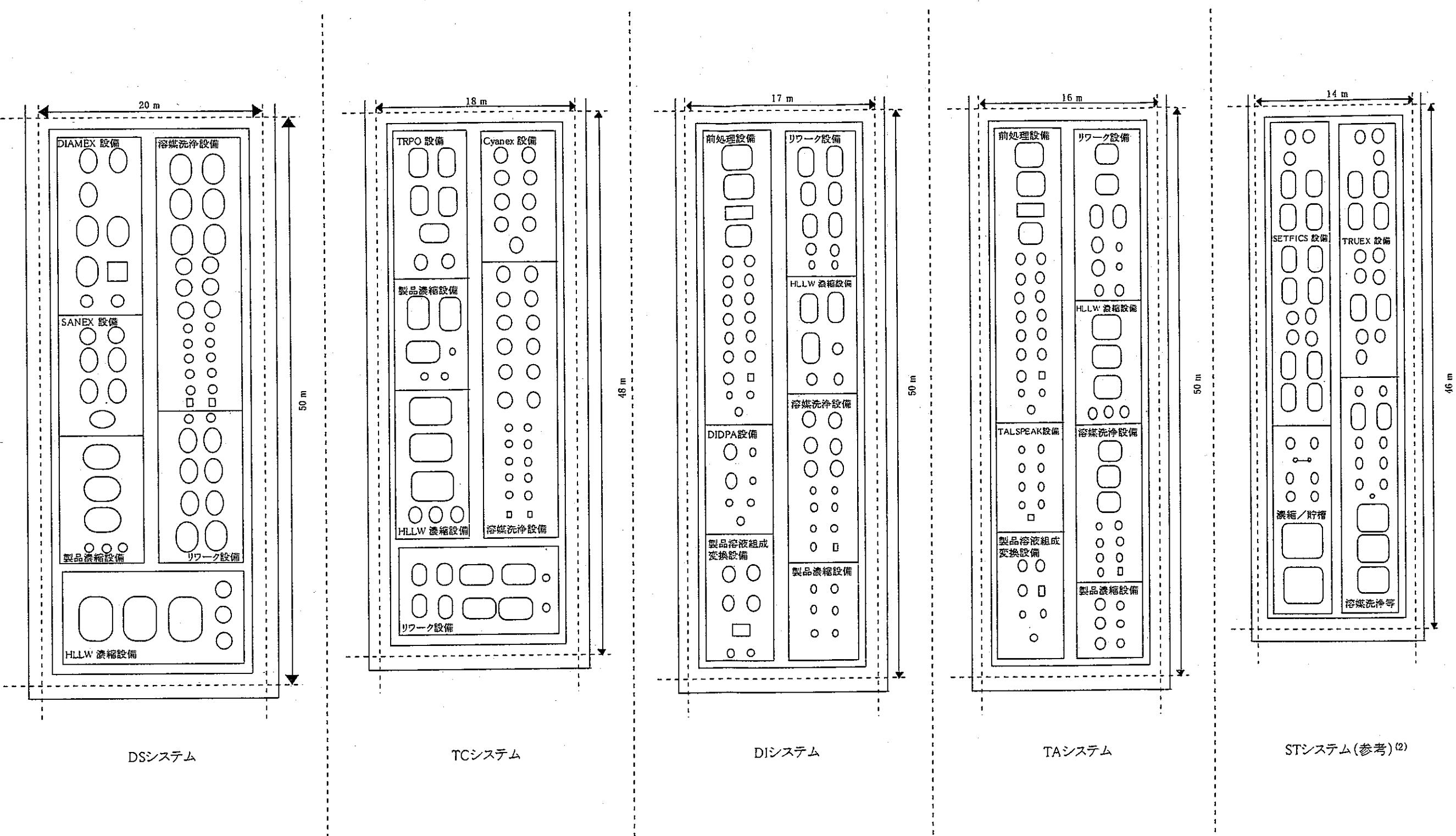


図 41. 各システムにおける各種槽類のセル内配置図

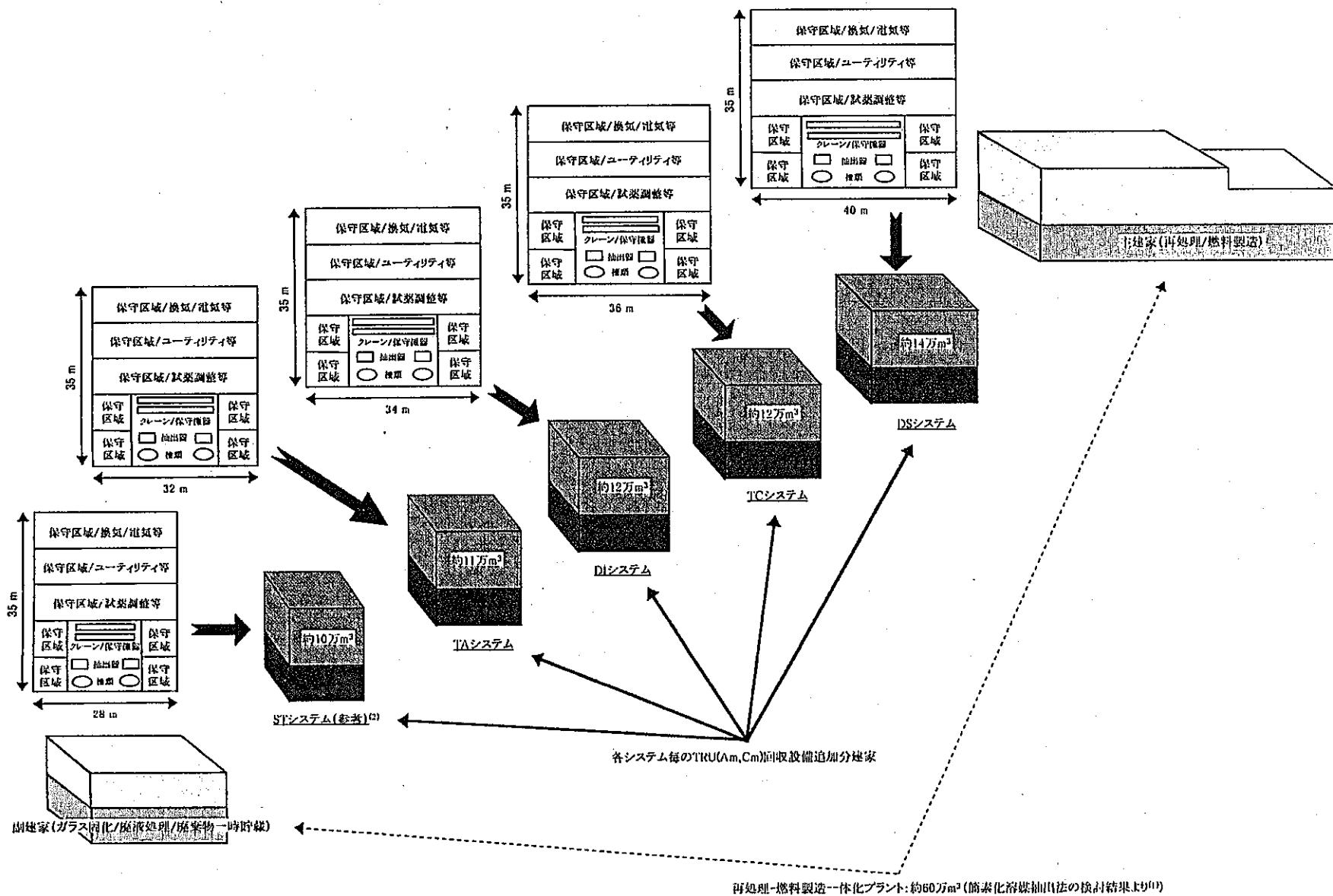


図 42. 各システム毎のTRU回収一体化プラントの概略建家図

参考資料

— 各システムに関する物質収支計算書 —

参考-1. DS システムにおける DIAMEX 法の物質収支計算

(1) HLLW(DX1) : 簡素化溶媒抽出法の物質収支計算値を使用^{(1), (2)}

①流量 : 300.6L/hr

②硝酸濃度 : 2.92M

③抽出元素量 (Am, Cm, RE) : 3.15g/L

(2) 調整液 (DX2)

①流量 : フローシート条件より 供給液(DX3)中の抽出元素量が 2.3g/L となる
ように添加

・流量を XL/hr とすると、

$$(300.6 \text{ (L/hr)} + X \text{ (L/hr)}) \times 2.3 \text{ (g/L)} = 300.6 \text{ (L/hr)} \times 3.15 \text{ (g/L)}$$

$$X = 111.1 \text{ L/hr}$$

②硝酸 : フローシート条件より 供給液の硝酸濃度が 3.5M となるように添加
・硝酸濃度を XM とすると、

$$(2.92 \text{ (M)} \times 300.6 \text{ (L/hr)} + X \text{ (M)} \times 111.1 \text{ (L/hr)})$$

$$\quad / (300.6 \text{ (L/hr)} + 111.1 \text{ (L/hr)}) = 3.5 \text{ (M)} \quad X = 5.07 \text{ M}$$

$$\cdot \text{硝酸量} = 5.07 \text{ (M)} \times 111.1 \text{ (L/hr)} \times 63.01 \times 10^{-3} = 3.55 \times 10 \text{ kg/hr}$$

* 硝酸 ; $\text{HNO}_3 = 63.01$ ③シュウ酸 : フローシート条件より 供給液のシュウ酸濃度が 0.1M となるよう
に添加

・シュウ酸濃度を XM とすると、

$$X \text{ (M)} \times 111.1 \text{ (L/hr)} / (300.6 \text{ (L/hr)} + 111.1 \text{ (L/hr)}) = 0.1 \text{ (M)} \quad X = 0.37 \text{ M}$$

$$\cdot \text{シュウ酸量} = 0.37 \text{ (M)} \times 111.1 \text{ (L/hr)} \times 90.04 \times 10^{-3} = 3.7 \text{ kg/hr}$$

* シュウ酸 ; $\text{HOOC-COOH} = 90.04$ ④水 : 5M-硝酸の密度 ($\rho = 1.1566$) を使用して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.1566 \text{ (kg/L)} \times 111.1 \text{ (L/hr)} - (35.5 + 3.7) \text{ (kg/hr)} = 8.93 \times 10 \text{ kg/hr}$$

(3) 供給液 (DX3)

①流量 : フローシート条件より $DX1 + DX2 = 300.6 + 111.1 = 411.7 \text{ L/hr}$

②含元素量 : フローシート条件より DX1 と同

③硝酸 : フローシート条件より 硝酸量 = $DX1 + DX2 = 59.1 + 35.5 = 9.46 \times 10 \text{ kg/hr}$

・硝酸濃度 = 3.5M (フローシート条件より)

④シュウ酸 : フローシート条件より シュウ酸量 = $DX2 = 3.7 \text{ kg/hr}$

・シュウ酸濃度 = 0.1M (フローシート条件より)

⑤水 : フローシート条件より 水量 = $DX1 + DX2 = 272 + 89.3 = 3.61 \times 10^2 \text{ kg/hr}$ ⑥密度 : $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ = (462 + 1.164 + 1.792) / 411.7 = 1.129$$

(4) 洗浄液-1 (DX4)

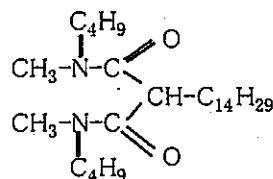
- ① 流量：フローシート条件より $0.3 \times DX3 = 0.3 \times 411.7 = 125 \text{L/hr}$
- ② 硝酸：フローシート条件より 硝酸濃度=3.4M
・硝酸量= $3.4(\text{M}) \times 125(\text{L}/\text{hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} = 2.68 \times 10 \text{kg}/\text{hr}$
- ③ シュウ酸：フローシート条件より シュウ酸濃度=0.3M
・シュウ酸量= $0.3(\text{M}) \times 125(\text{L}/\text{hr}) \times 90.04 \times 10^{-3} = 3.38 \text{kg}/\text{hr}$
- ④ 水：3.4M-硝酸の密度 ($\rho = 1.1062$) を使用して算出
・水量= $1.1062(\text{kg/L}) \times 125(\text{L}/\text{hr}) - (26.8 + 3.38)(\text{kg}/\text{hr}) = 1.08 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$

(5) 洗浄液-2(DX5)

- ① 流量：フローシート条件より $0.3 \times DX3 = 0.3 \times 411.7 = 125 \text{L/hr}$
- ② 硝酸：フローシート条件より 硝酸濃度=1.5M
・硝酸量= $1.5(\text{M}) \times 125(\text{L}/\text{hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} = 1.18 \times 10 \text{kg}/\text{hr}$
- ③ 水：1.5M-硝酸の密度 ($\rho = 1.0466$) を使用して算出
・水量= $1.0466(\text{kg/L}) \times 125(\text{L}/\text{hr}) - 11.8(\text{kg}/\text{hr}) = 1.19 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$

(6) 抽出溶媒(DX6)

- ① 流量：フローシート条件より $1.5 \times DX3 = 1.5 \times 411.7 = 620 \text{L/hr}$
- ② DMDBT DMA：フローシート条件より 濃度=0.5M
・DMDBT DMA 量= $0.5(\text{M}) \times 620(\text{L}/\text{hr}) \times 438 \times 10^{-3} = 1.36 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$
* DMDBT DMA ; N,N' Di-Methyl, N,N' Di-Butyl Tetradecyl Malonamide
 $[\text{CH}_3(\text{C}_4\text{H}_9)\text{NCO}]_2\text{CHC}_{14}\text{H}_{29} = 438$



- ③ TPH : 30%-TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出
・TPH 量= $0.815(\text{kg/L}) \times 620(\text{L}/\text{hr}) - 136(\text{kg}/\text{hr}) = 3.69 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$
* TPH : Hydrogenated Tetra-Propylene
(Complex mixture of branched dodecanes)

(7) 抽出残液(DX7)

- ① 流量：フローシート条件より $DX3+DX4+DX5 = 411.7 + 125 + 125 = 661.7 \text{L/hr}$
- ② 含元素量：フローシート条件より RE 以外の FP 全量=1.63kg/hr
- ③ 硝酸：フローシート条件より
・硝酸量= $DX3+DX4+DX5 = 94.6 + 26.8 + 11.8 = 1.33 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$
・硝酸濃度= $133.2(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 661.7 \text{L}/\text{hr}) = 3.19 \text{M}$
- ④ シュウ酸：フローシート条件より シュウ酸量= $DX3+DX4 = 3.7 + 3.38 = 7.08 \text{kg}/\text{hr}$
・シュウ酸濃度= $7.08(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (90.04 \times 661.7 \text{L}/\text{hr}) = 0.12 \text{M}$
- ⑤ 水：フローシート条件より

・水量 = $DX3 + DX4 + DX5 = 361 + 108 + 119 = 5.88 \times 10^2 \text{kg/hr}$

⑥密度 : $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量} = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})) \\ &= ((1.63 + 133 + 7.08 + 588) + 1.792) / 662 \approx 1.105\end{aligned}$$

(8) 装荷溶媒 (DX8)

①流量 : フローシート条件より $DX6 = 620 \text{L/hr}$

②含元素量 : フローシート条件より

$$Am, Cm, RE = 0.124 + 0.0395 + 0.783 = 0.947 \text{kg/hr}$$

③硝酸 : 仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視

④DMDBTDMA : フローシート条件より $DX6 = 1.36 \times 10^2 \text{kg/hr}$

⑤TPH : フローシート条件より $DX6 = 3.69 \times 10^2 \text{kg/hr}$

⑥密度 : $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.947 + 136 + 369) + (0.125 + 1.039)) / 620 \approx 0.8179\end{aligned}$$

(9) 逆抽出液 (DX9)

①流量 : フローシート条件より $0.55 \times DX3 = 0.55 \times 411.7 \approx 225 \text{L/hr}$

②硝酸 : フローシート条件より 硝酸濃度 = 0.1M

・硝酸量 = $0.1(\text{M}) \times 225(\text{L}/\text{hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 1.42 \text{kg/hr}$

③水 : 密度を $\rho = 1.00$ と仮定して算出

・水量 = $1.00(\text{kg/L}) \times 225(\text{L}/\text{hr}) - 1.42(\text{kg}/\text{hr}) \approx 2.24 \times 10^2 \text{kg/hr}$

(10) Am, Cm, RE 製品 (DX10)

①流量 : フローシート条件より $DX9 = 225 \text{L/hr}$

②含元素量 : フローシート条件より DX8 と同 = 0.947kg/hr

③硝酸 : フローシート条件より 硝酸量 = $DX9 = 1.42 \text{kg/hr}$

・硝酸濃度 = $1.42(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 225(\text{L}/\text{hr})) = 0.1 \text{M}$

④水 : フローシート条件より 水量 = $DX9 = 2.24 \times 10^2 \text{kg/hr}$

⑤密度 : $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.947 + 1.42 + 224) + (0.125 + 1.039)) / 225 \approx 1.0112\end{aligned}$$

(11) 使用済溶媒 (DX11)

①流量 : フローシート条件より $DX8 = 620 \text{L/hr}$

②含元素量 : フローシート条件より 無し

③硝酸 : 仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視

④DMDBTDMA : フローシート条件より $DX8 = 1.36 \times 10^2 \text{kg/hr}$

⑤TPH : フローシート条件より $DX8 = 3.69 \times 10^2 \text{kg/hr}$

⑥密度 : $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量}) = (136+369) / 620 \approx 0.8145$$

参考-2. DS システムにおける SANEX 法の物質収支計算

(1) DIAMEX 法回収製品 (SX1) : DIAMEX 法の物質収支計算値を使用

- ① 流量 : 225L/hr
- ② 硝酸濃度 : 0.1M
- ③ 抽出元素量 (Am, Cm) : 727mg/L

(2) 調整液 (SX2)

- ① 流量 : フローシート条件より 供給液 (SX3) 中の抽出元素量が 353mg/L となるように添加

・ 流量を XL/hr とすると、

$$(225(\text{L}/\text{hr}) + X(\text{L}/\text{hr})) \times 353(\text{mg}/\text{L}) = 225(\text{L}/\text{hr}) \times 727(\text{mg}/\text{L}) \quad X \approx 240\text{L}/\text{hr}$$

- ② 硝酸 : フローシート条件より 供給液の硝酸濃度が 1M となるように添加

・ 硝酸濃度を XM とすると、

$$(0.1(\text{M}) \times 225(\text{L}/\text{hr}) + X(\text{M}) \times 240(\text{L}/\text{hr})) / (225(\text{L}/\text{hr}) + 240(\text{L}/\text{hr})) = 1(\text{M}) \\ X \approx 1.84\text{M}$$

・ 硝酸量 = $1.84(\text{M}) \times 240(\text{L}/\text{hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 2.78 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$

- ③ 水 : 2M-硝酸の密度 ($\rho = 1.0640$) を使用して算出

・ 水量 = $1.0640(\text{kg}/\text{L}) \times 240(\text{L}/\text{hr}) - 27.8(\text{kg}/\text{hr}) \approx 2.28 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$

(3) 供給液 (SX3)

- ① 流量 : フローシート条件より $SX1 + SX2 = 225 + 240 = 465\text{L}/\text{hr}$

- ② 含元素量 : フローシート条件より SX1 と同 (Am, Cm, RE ≈ 0.947kg/hr)

- ③ 硝酸 : フローシート条件より 硝酸量 = $SX1 + SX2 = 1.42 + 27.8 = 2.92 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$

・ 硝酸濃度 = 1M (フローシート条件より)

- ④ 水 : フローシート条件より 水量 = $SX1 + SX2 = 224 + 228 = 4.52 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$

- ⑤ 密度 : $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ = ((0.947 + 29.2 + 452) + 1.164) / 465 \approx 1.039$$

(4) 洗浄液 (SX4)

- ① 流量 : フローシート条件より $0.15 \times SX3 = 0.15 \times 465 \approx 70\text{L}/\text{hr}$

- ② 硝酸 : フローシート条件より 硝酸濃度 = 0.1M

・ 硝酸量 = $0.1(\text{M}) \times 70(\text{L}/\text{hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 4.41 \times 10^{-1} \text{kg}/\text{hr}$

- ③ 水 : 密度を $\rho = 1.00$ と仮定して算出

・ 水量 = $1.00(\text{kg}/\text{L}) \times 70(\text{L}/\text{hr}) - 0.441(\text{kg}/\text{hr}) \approx 6.96 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$

(5) 抽出溶媒 (SX5)

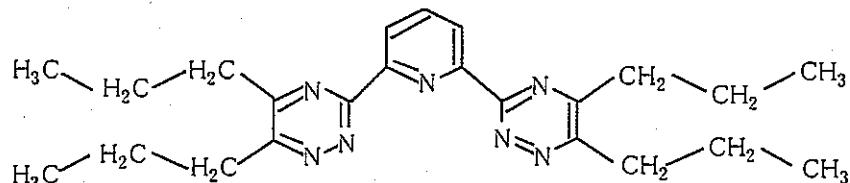
①流量：フローシート条件より $0.6 \times SX3 = 0.6 \times 465 = 280 \text{L/hr}$

②nPr-BTP：フローシート条件より 濃度=0.4M

・nPr-BTP 量= $0.4(\text{M}) \times 280(\text{L}/\text{hr}) \times 406 \times 10^{-3} = 4.55 \times 10 \text{kg}/\text{hr}$

* nPr-BTP ; 2, 6-bis(5, 6-n-propyl-1, 2, 4-triazin-3-yl)-pyridine

$C_{23}H_{31}N_7 = 406$



③TPH : 30%-TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出

フローシート条件より $\text{TPH}/\text{n-octanol} = 70\% / 30\% \text{vol}$

・TPH 量= $(0.815(\text{kg/L}) \times 280(\text{L}/\text{hr}) - 45.5(\text{kg}/\text{hr})) \times 0.7 = 1.28 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$

④n-octanol : 30%-TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出

フローシート条件より $\text{TPH}/\text{n-octanol} = 70\% / 30\% \text{vol}$

・n-octanol 量= $(0.815(\text{kg/L}) \times 280(\text{L}/\text{hr}) - 45.5(\text{kg}/\text{hr})) \times 0.3 = 5.48 \times 10 \text{kg}/\text{hr}$

* n-octanol ; $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{OH} = 130$

(6) 抽出残液(SX6)

①流量：フローシート条件より $SX3 + SX4 = 465 + 70 = 535 \text{L}/\text{hr}$

②含元素量：フローシート条件より RE 全量= $0.783 \text{kg}/\text{hr}$

③硝酸：フローシート条件より

・硝酸量= $SX3 + SX4 = 29.2 + 0.441 = 2.96 \times 10 \text{kg}/\text{hr}$

・硝酸濃度= $29.6(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 535(\text{L}/\text{hr})) = 0.88 \text{M}$

④水：フローシート条件より

・水量= $SX3 + SX4 = 452 + 69.6 = 5.22 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$

⑤密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$$

$$= ((0.783 + 29.6 + 522) + 1.039) / 535 = 1.035$$

(7) 装荷溶媒(SX7)

①流量：フローシート条件より $SX5 = 280 \text{L}/\text{hr}$

②含元素量：フローシート条件より $\text{Am}, \text{Cm} = 0.124 + 0.0395 = 0.164 \text{kg}/\text{hr}$

③硝酸：仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視

④nPr-BTP：フローシート条件より $SX5 = 4.55 \times 10 \text{kg}/\text{hr}$

⑤TPH：フローシート条件より $SX5 = 1.28 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$

⑥n-octanol：フローシート条件より $SX5 = 5.48 \times 10 \text{kg}/\text{hr}$

⑦密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$$

$$= ((0.164 + 45.5 + 128 + 54.8) + 0.125) / 280 = 0.8163$$

(8) 洗浄溶媒 (SX8)

- ① 流量：フローシート条件より $0.18 \times SX3 = 0.18 \times 465 \approx 85 \text{L/hr}$
- ② nPr-BTP：フローシート条件より 濃度=0.4M
・ nPr-BTP 量= $0.4(\text{M}) \times 85(\text{L}/\text{hr}) \times 406 \times 10^{-3} \approx 1.38 \times 10 \text{kg/hr}$
- ③ TPH：30%-TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出
フローシート条件より $\text{TPH/n-octanol} = 70\% / 30\% \text{vol}$
・ TPH 量= $(0.815(\text{kg/L}) \times 85(\text{L}/\text{hr}) - 13.8(\text{kg}/\text{hr})) \times 0.7 \approx 3.88 \times 10 \text{kg/hr}$
- ④ n-octanol：30%-TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出
フローシート条件より $\text{TPH/n-octanol} = 70\% / 30\% \text{vol}$
・ n-octanol 量= $(0.815(\text{kg/L}) \times 85(\text{L}/\text{hr}) - 13.8(\text{kg}/\text{hr})) \times 0.3 \approx 1.66 \times 10 \text{kg/hr}$

(9) Am、Cm 逆抽出液 (SX9)

- ① 流量：フローシート条件より $0.8 \times SX3 = 0.8 \times 465 \approx 370 \text{L/hr}$
- ② 硝酸：フローシート条件より 硝酸濃度=0.05M
・ 硝酸量= $0.05(\text{M}) \times 370(\text{L}/\text{hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 1.17 \text{kg/hr}$
- ③ 水：密度を $\rho = 1.00$ と仮定して算出
・ 水量= $1.00(\text{kg/L}) \times 370(\text{L}/\text{hr}) - 1.17(\text{kg}/\text{hr}) \approx 3.69 \times 10^2 \text{kg/hr}$

(10) Am、Cm 製品 (SX10)

- ① 流量：フローシート条件より $SX9 = 370 \text{L/hr}$
- ② 含元素量：フローシート条件より $SX7$ と同= 0.164kg/hr
- ③ 硝酸：フローシート条件より 硝酸量= $SX9 = 1.17 \text{kg/hr}$
・ 硝酸濃度= $1.17(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 370(\text{L}/\text{hr})) = 0.05 \text{M}$
- ④ 水：フローシート条件より 水量= $SX9 = 3.69 \times 10^2 \text{kg/hr}$
- ⑤ 密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出
$$\begin{aligned} \rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.164+1.17+369)+0.125) / 370 \approx 1.0012 \end{aligned}$$

(11) 使用済溶媒 (SX11)

- ① 流量：フローシート条件より $SX7+SX8 = 280+85 = 365 \text{L/hr}$
- ② 含元素量：フローシート条件より 無し
- ③ 硝酸：仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視
- ④ nPr-BTP：フローシート条件より $SX7+SX8 = 45.5+13.8 = 5.93 \times 10 \text{kg/hr}$
- ⑤ TPH：フローシート条件より $SX7+SX8 = 128+38.8 = 1.67 \times 10^2 \text{kg/hr}$
- ⑥ n-octanol：フローシート条件より $SX7+SX8 = 54.8+16.6 = 7.14 \times 10 \text{kg/hr}$
- ⑦ 密度： $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出
$$\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量}) = (59.3+167+71.4) / 365 \approx 0.8156$$

参考-3. TC システムにおける TRPO 法の物質収支計算

(1) HLLW(TR1) : 簡素化溶媒抽出法の物質収支計算値を使用^{(1), (2)}

- ① 流量 : 300.6L/hr
- ② 硝酸濃度 : 2.92M
- ③ 抽出元素量 (Am, Cm, RE) : 3.15g/L

(2) 調整液 (TR2)

① 流量 : フローシート条件より HLLW(TR1)が 2.7 倍希釈となるように H_2O を添加

- ・ 流量を $X L/hr$ とすると、

$$300.6(L/hr) + X(L/hr) \times 2.3(g/L) = 300.6(L/hr) \times 2.7 \quad X = 511L/hr$$

② 水 : 水の密度 ($\rho = 1.00$) を使用して算出

- ・ 水量 = $1.00(kg/L) \times 511(L/hr) = 5.11 \times 10^2 kg/hr$

(3) 供給液 (TR3)

① 流量 : フローシート条件より $TR1+TR2=300.6+511=811.6L/hr$

② 含元素量 : フローシート条件より $TR1$ と同 = $2.577kg/hr$

$$(3.15(g/L) \times 300.6(L/hr)) / 811.6(L/hr) = 1.17(g/L)$$

③ 硝酸 : フローシート条件より 硝酸量 = $TR1+TR2=59.1+0=5.91 \times 10kg/hr$

- ・ 硝酸濃度 = $59.1(kg/hr) \times 10^3 / (63.01 \times 811.6(L/hr)) = 1.16M$

④ 水 : フローシート条件より 水量 = $TR1+TR2=272+511=7.83 \times 10^2 kg/hr$

⑤ 密度 : $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned} \rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= (845 + 1.164 + 1.792) / 811.6 = 1.045 \end{aligned}$$

(4) 洗浄液-1 (TR4)

① 流量 : フローシート条件より $0.2 \times TR5 = 0.2 \times 275 = 55L/hr$

② 硝酸 : フローシート条件より 硝酸濃度 = 1.2M

- ・ 硝酸量 = $1.2(M) \times 55(L/hr) \times 63.01 \times 10^{-3} = 4.16kg/hr$

③ 水 : 1M-硝酸の密度 ($\rho = 1.0296$) を使用して算出

- ・ 水量 = $1.0296(kg/L) \times 55(L/hr) - 4.16(kg/hr) = 5.25 \times 10kg/hr$

(5) 抽出溶媒 (TR5)

① 流量 : フローシート条件より 抽出元素量に対応

* 文献(15)の抽出溶媒条件 :

供給液 77mL/hr、抽出元素量 1.8g/L に対し抽出溶媒を 40mL/hr 供給

* 今回検討の供給液条件 ; 供給液 811.6L/hr、抽出元素量 1.17g/L

* 両条件の抽出溶媒への金属装荷度を同じとする

- ・ 流量を $X L/hr$ とすると、

$$77(mL/hr) \times 1.8(g/L) / 40(mL/hr) = 811.6(L/hr) \times 1.17(g/L) / X(L/hr)$$

$$X = 275 \text{ L/hr}$$

② TRPO : フローシート条件より 濃度=30%

30%-TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出

$$\cdot \text{TRPO 量} = 0.815(\text{kg/L}) \times 0.3 \times 275(\text{L/hr}) = 6.72 \times 10^2 \text{ kg/hr}$$

・ TRPO 濃度 (参考値) ; n=6~8 の平均分子量として 345 を使用

$$\text{TRPO 濃度} = 0.815(\text{kg/L}) \times 0.3 \times 10^3 / 345 = 0.7 \text{ M}$$

* TRPO ; trialkyl phosphine oxide

$$(C_nH_{2n+1})_3P = 0; n=6 \sim 8 = 302 \sim 387 \text{ (平均; 345 と仮定)}$$

③ kerosene : 30%-TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出

$$\cdot \text{kerosene 量} = 0.815(\text{kg/L}) \times 275(\text{L/hr}) - 67.2(\text{kg/hr}) = 1.57 \times 10^2 \text{ kg/hr}$$

* kerosene : 灯油

(6) 抽出残液 (TR6)

① 流量 : フローシート条件より $TR3 + TR4 = 811.6 + 55 = 866.6 \text{ L/hr}$

② 含元素量 : フローシート条件より RE 以外の FP 全量 = 1.63 kg/hr

③ 硝酸 : フローシート条件より

$$\cdot \text{硝酸量} = TR3 + TR4 = 59.1 + 4.16 = 6.33 \times 10^2 \text{ kg/hr}$$

$$\cdot \text{硝酸濃度} = 63.3(\text{kg/hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 866.6(\text{L/hr})) = 1.16 \text{ M}$$

④ 水 : フローシート条件より

$$\cdot \text{水量} = TR3 + TR4 = 783 + 52.5 = 8.36 \times 10^2 \text{ kg/hr}$$

⑤ 密度 : $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned} \rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((1.63 + 63.3 + 836) + 1.792) / 866.6 = 1.042 \end{aligned}$$

(7) 装荷溶媒 (TR7)

① 流量 : フローシート条件より $TR5 = 275 \text{ L/hr}$

② 含元素量 : フローシート条件より

$$Am, Cm, RE = 0.124 + 0.0395 + 0.783 = 0.947 \text{ kg/hr}$$

$$(0.947(\text{kg/hr}) \times 10^3 / 275(\text{L/hr})) = 3.45(\text{g/L})$$

③ 硝酸 : 設定条件より 溶媒への硝酸の抽出は無視

④ TRPO : フローシート条件より $TR5 = 6.72 \times 10^2 \text{ kg/hr}$

⑤ kerosene : フローシート条件より $TR5 = 1.57 \times 10^2 \text{ kg/hr}$

⑥ 密度 : $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned} \rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.947 + 67.2 + 157) + (0.125 + 1.039)) / 275 = 0.8229 \end{aligned}$$

(8) Am, Cm, RE 逆抽出液 (TR8)

① 流量 : フローシート条件より $0.8 \times TR5 = 0.8 \times 275 = 220 \text{ L/hr}$

② 硝酸 : フローシート条件より 硝酸濃度 = 5.5 M

$$\cdot \text{硝酸量} = 5.5(\text{M}) \times 220(\text{L/hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} = 7.62 \times 10^2 \text{ kg/hr}$$

③水：5M-硝酸の密度 ($\rho = 1.1566$) を使用して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.1566(\text{kg/L}) \times 220(\text{L/hr}) - 76.2(\text{kg/hr}) = 1.78 \times 10^2 \text{kg/hr}$$

(9) 洗浄液-2(TR9)

①流量：フローシート条件より $0.2 \times \text{TR5} = 0.2 \times 275 = 55 \text{L/hr}$

②硝酸：フローシート条件より 硝酸濃度=0.1M

$$\cdot \text{硝酸量} = 0.1(\text{M}) \times 55(\text{L/hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} = 3.47 \times 10^{-1} \text{kg/hr}$$

③水：密度を $\rho = 1.00$ と仮定して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.00(\text{kg/L}) \times 55(\text{L/hr}) - 0.347(\text{kg/hr}) = 5.47 \times 10 \text{kg/hr}$$

(10) Am、Cm・RE 製品(TR10)

①流量：フローシート条件より $\text{TR8} + \text{TR9} = 220 + 55 = 275 \text{L/hr}$

②含元素量：フローシート条件より TR7 と同 = 0.947kg/hr

$$(0.947(\text{kg/hr}) \times 10^3) / 275(\text{L/hr}) = 3.45(\text{g/L})$$

③硝酸：フローシート条件より 硝酸量 = $\text{TR8} + \text{TR9} = 76.2 + 0.347 = 7.65 \times 10 \text{kg/hr}$

$$\cdot \text{硝酸濃度} = 76.5(\text{kg/hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 275(\text{L/hr})) = 4.41\text{M}$$

④水：フローシート条件より 水量 = $\text{TR8} + \text{TR9} = 178 + 54.7 = 2.33 \times 10^2 \text{kg/hr}$

⑤密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$$

$$= ((0.947 + 76.5 + 233) + (0.125 + 1.039)) / 275 = 1.1331$$

(11) 使用済溶媒(TR11)

①流量：フローシート条件より $\text{TR7} = 275 \text{L/hr}$

②含元素量：フローシート条件より 無し

③硝酸：仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視

④TRPO：フローシート条件より $\text{TR7} = 6.72 \times 10 \text{kg/hr}$

⑤kerosene：フローシート条件より $\text{TR7} = 1.57 \times 10^2 \text{kg/hr}$

⑥密度： $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量}) = (67.2 + 157) / 275 = 0.8153$$

参考-4. TC システムにおける Cyanex 法の物質収支計算

(1) TRPO 法回収製品(Cy1)：TRPO 法の物質収支計算値を使用

①流量 275L/hr

②硝酸濃度：4.41M

③抽出元素量 (Am、Cm) : 0.6g/L (0.00246M)

(2) 調整液-1(Cy2) : 99% - ギ酸 (比重 = 1.2) を供給

供給液-2(Cy5) 中の抽出元素量が 0.0018M となるのに必要な調整液の量を $X(\text{L/hr})$ とすると、

$$275(\text{L}/\text{hr}) + X(\text{L}/\text{hr}) \times 0.0018(\text{M}) = 275(\text{L}/\text{hr}) \times 0.00246(\text{M}) \quad X = 100 \text{ L}/\text{hr}$$

TRPO 回収製品に調整液を 100 L/hr 添加後の硝酸濃度が pH=3.5 (0.00032M) であることから、ギ酸により分解する硝酸量は、

$$\begin{aligned} \text{分解硝酸量} &= 4.41(\text{M}) \times 275(\text{L}/\text{hr}) - 0.00032(\text{M}) \times (275 + 100)(\text{L}/\text{hr}) \\ &= 1212.63(\text{mol}/\text{hr}) \end{aligned}$$

硝酸とギ酸の反応式 ; $2\text{HNO}_3 + \text{HCOOH} \rightarrow 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ より、

分解する硝酸量の 1/2 量のギ酸が必要

$$\textcircled{1} \text{ ギ酸量} = (1212.63(\text{mol}/\text{hr}) / 2) \times 46.03 \times 10^{-3} = 2.79 \times 10 \text{ kg}/\text{hr}$$

\textcircled{2} 流量 : 99%-ギ酸の比重 (1.2) を使用して算出

- ・ 99%-ギ酸のモル数 = $1200(\text{g}/\text{L}) / 46.03 = 26\text{M}$

- ・ 流量を $X(\text{L}/\text{hr})$ とすると、

$$26(\text{M}) \times X(\text{L}/\text{hr}) = 1212.63(\text{mol}/\text{hr}) / 2 \quad X = 23.32 \text{ L}/\text{hr}$$

* $\text{HCOOH} = 46.03$

(3) 供給液-1 (Cy3)

\textcircled{1} 流量 : フローシート条件より

- ・ (Cy1 の H_2O 分) + (Cy2 のギ酸添加による硝酸分解反応からの H_2O 分)

- ・ 硝酸とギ酸の反応による H_2O の生成量は硝酸の分解量に等しいことから、

$$\text{H}_2\text{O} \text{ 生成量} = 1212.63(\text{mol}/\text{hr}) \times 18 = 21.8 \text{ kg}/\text{hr}$$

- ・ H_2O の密度は $\rho = 1.00$ より、

- ・ 生成する H_2O の流量 = $21.8(\text{kg}/\text{hr}) / 1.00(\text{kg}/\text{L}) = 21.8 \text{ L}/\text{hr}$

- ・ Cy1 の H_2O 量は 233(kg/hr) であることから、その流量は 233(L/hr) となる

- ・ 流量 = $233 + 21.8 = 254.8 \text{ L}/\text{hr}$

\textcircled{2} 含元素量 : フローシート条件より Cy1 と同 = 0.947kg/hr

(抽出元素 (Am, Cm) = $0.6(\text{g}/\text{L}) \times 275(\text{L}/\text{hr}) / 254.8(\text{L}/\text{hr}) = 0.65\text{g}/\text{L}$)

\textcircled{3} 硝酸 : フローシート条件より ギ酸による硝酸分解の残り(供給液-2 で pH=3.5 分)

- ・ 硝酸量 = $0.00032(\text{M}) \times 375(\text{L}/\text{hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} = 7.56 \times 10^{-3} \text{ kg}/\text{hr}$

- ・ 硝酸濃度 = $0.00032(\text{M}) \times 375(\text{L}/\text{hr}) / 254.8(\text{L}/\text{hr}) = 0.00047(\text{M})$

\textcircled{4} 水 : 上記①より 水量 = $233 + 21.8 = 2.55 \times 10^2 \text{ kg}/\text{hr}$

\textcircled{5} NO_2 (気体) : 反応式より 硝酸分解量と同モル生成

- ・ NO_2 量 = $1212.63(\text{mol}/\text{hr}) \times 46 \times 10^{-3} = 5.58 \times 10 \text{ kg}/\text{hr}$

- ・ NO_2 を理想気体とすると 1mol 当たりの体積は $22.4 \times 10^{-3} (\text{Nm}^3)$

$$\text{NO}_2 \text{ 流量} = 1212.63(\text{mol}/\text{hr}) \times 22.4 \times 10^{-3} (\text{Nm}^3) = 2.72 \times 10 \text{ Nm}^3/\text{hr}$$

* $\text{NO}_2 = 46$

\textcircled{6} CO_2 (気体) : 反応式より 硝酸分解量の 1/2 モル生成

- ・ CO_2 量 = $(1212.63(\text{mol}/\text{hr}) / 2) \times 44 \times 10^{-3} = 2.67 \times 10 \text{ kg}/\text{hr}$

- ・ CO_2 を理想気体とすると 1mol 当たりの体積は $22.4 \times 10^{-3} (\text{Nm}^3)$

$$\text{CO}_2 \text{ 流量} = (1212.63(\text{mol}/\text{hr}) / 2) \times 22.4 \times 10^{-3} (\text{Nm}^3) = 1.36 \times 10 \text{ Nm}^3/\text{hr}$$

* $\text{CO}_2 = 44$

⑦密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.947+0.00756+254.8)+1.164) / 254.8 \approx 1.008\end{aligned}$$

* 全体重量には気体 (NO_2 、 CO_2) 重量は含まず

(4) 調整液-2(Cy4)

①流量：フローシート条件より

供給液-2(Cy5)の元素量が 0.0018M となるように H_2O を供給

調整液-1(Cy2)の計算結果より、供給液-2(Cy5)の流量を $375(\text{L}/\text{hr})$ とすることから、

$$\cdot \text{流量} = 375 - (\text{Cy3 の流量}) = 375 - 254.8 = 120.2 \text{L}/\text{hr}$$

②水：水の密度 ($\rho = 1.00$) を使用して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.00(\text{kg/L}) \times 120.2(\text{L}/\text{hr}) \approx 1.20 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$$

(5) 供給液-2(Cy5)

①流量：フローシート条件より $\text{Cy3} + \text{Cy4} = 254.8 + 120.2 = 375 \text{L}/\text{hr}$

②含元素量：フローシート条件より Cy3 と同 $= 0.947 \text{kg}/\text{hr}$

$$(\text{抽出元素 (Am, Cm)} = 0.1635(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / 375(\text{L}/\text{hr}) = 0.44 \text{g/L})$$

③硝酸：フローシート条件より 硝酸量 $= \text{Cy3} = 7.56 \times 10^{-3} \text{kg}/\text{hr}$

・硝酸濃度； $\text{pH}=3.5$ (0.00032M ；フローシート条件より)

④水：フローシート条件より 水量 $= \text{Cy3} + \text{Cy4} = 254.8 + 120.2 = 3.75 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$

⑤密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.947+0.00756+375)+1.164) / 375 \approx 1.0056\end{aligned}$$

(6) 抽出溶媒(Cy6)

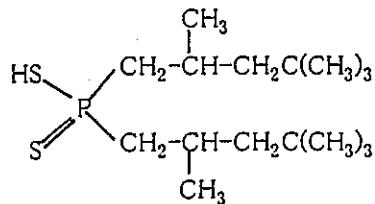
①流量：フローシート条件より Cy5 と同 $= 375 \text{L}/\text{hr}$

②HBTMPDTP：フローシート条件より 濃度 $= 0.5\text{M}$

$$\cdot \text{HBTMPDTP 量} = 0.5(\text{M}) \times 375(\text{L}/\text{hr}) \times 323 \times 10^{-3} \approx 6.06 \times 10 \text{kg}/\text{hr}$$

* HBTMPDTP (Cyanex 301 の精製溶媒)；

bis(2,4,4-trimethylpentyl)dithiophosphinic acid $\text{C}_{16}\text{H}_{35}\text{PS}_2 \approx 323$



③kerosene : 30%-TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出

$$\cdot \text{kerosene 量} = 0.815(\text{kg/L}) \times 375(\text{L}/\text{hr}) = 60.6(\text{kg}/\text{hr}) \approx 2.45 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$$

(7) 抽出残液(Cy7)

- ①流量：フローシート条件より Cy5 と同 = 375L/hr
 ②含元素量：フローシート条件より RE 全量 = 0.783kg/hr

$$(\text{含元素 (RE)} = 0.783(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / 375(\text{L}/\text{hr}) = 2.1 \text{g/L})$$

 ③硝酸：フローシート条件より
 ・硝酸量 = Cy5 と同 = $7.56 \times 10^{-3} \text{kg}/\text{hr}$
 ・硝酸濃度 = $0.00756(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 375(\text{L}/\text{hr})) = 0.00032\text{M}$
 ④水：フローシート条件より
 ・水量 = Cy5 と同 = $3.75 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$
 ⑤密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$$

$$= ((0.783+0.00756+375)+1.039) / 375 \approx 1.0049$$

(8) 装荷溶媒(Cy8)

- ①流量：フローシート条件より Cy6 = 375L/hr
 ②含元素量：フローシート条件より Am, Cm = $0.124+0.0395 = 0.164\text{kg}/\text{hr}$

$$(\text{含元素 (Am, Cm)} = 0.1635(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / 375(\text{L}/\text{hr}) = 0.44\text{g/L})$$

 ③硝酸：仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視
 ④HB TMPDTP：フローシート条件より Cy6 = $6.06 \times 10\text{kg}/\text{hr}$
 ⑤kerosene：フローシート条件より Cy6 = $2.45 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$
 ⑥密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$$

$$= ((0.164+60.6+245)+0.125) / 375 \approx 0.8157$$

(9) Am, Cm 逆抽出液(Cy9)

- ①流量：フローシート条件より Cy8 = 375L/hr
 ②硝酸：フローシート条件より 硝酸濃度 = 1M
 ・硝酸量 = $1(\text{M}) \times 375(\text{L}/\text{hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 2.36 \times 10\text{kg}/\text{hr}$
 ③水：1M-硝酸の密度 ($\rho = 1.0296$) を使用して算出
 ・水量 = $1.0296(\text{kg}/\text{L}) \times 375(\text{L}/\text{hr}) - 23.6(\text{kg}/\text{hr}) \approx 3.63 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$

(10) Am, Cm 製品(Cy10)

- ①流量：フローシート条件より Cy9 = 375L/hr
 ②含元素量：フローシート条件より Cy8 と同 = 0.164kg/hr

$$(\text{含元素 (Am, Cm)} = 0.1635(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / 375(\text{L}/\text{hr}) = 0.44\text{g/L})$$

 ③硝酸：フローシート条件より 硝酸量 = Cy9 = $2.36 \times 10\text{kg}/\text{hr}$
 ・硝酸濃度 = $23.6(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 375(\text{L}/\text{hr})) = 1\text{M}$
 ④水：フローシート条件より 水量 = Cy9 = $3.63 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$
 ⑤密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$$

$$= ((0.164+23.6+363)+0.125) / 375 \approx 1.0317$$

(11) 使用済溶媒(Cy11)

- ①流量：フローシート条件より $Cy8=375L/hr$
- ②含元素量：フローシート条件より 無し
- ③硝酸：仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視
- ④HBTMPDTP：フローシート条件より $Cy8=6.06 \times 10kg/hr$
- ⑤kerosene：フローシート条件より $Cy8=2.45 \times 10^2kg/hr$
- ⑥密度： $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量}) = (60.6+245) / 375 \approx 0.8149$$

参考-5.DIシステムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法の物質収支計算

(1) HLLW(cdfp1)：簡素化溶媒抽出法の物質収支計算値を使用^{(1), (2)}

- ①流量： $300.6 \times 24 = 7214.4L/d$
- ②硝酸濃度：2.92M
- ③含元素量： $62.2kg/d$ (沈澱元素量；Zr=5.15kg/d、Mo=6.21kg/d、Te=1.26kg/d)

(2) 濃縮液(cdfp2)

- ①流量：フローシート条件より HLLW(cdfp1)を10倍濃縮
 - 流量= $7214.4(L/d) / 10 = 720L/d$
- ②含元素量：フローシート条件より $cdfp1$ と同= $6.22 \times 10kg/d$
- ③硝酸：フローシート条件より 13.4Mになるものとする
 - 硝酸量= $13.4(M) \times 720(L/d) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 6.08 \times 10^2kg/d$
- ④水：13.4(M)硝酸の密度 ($\rho = 1.370$) を使用して算出
 - 水量= $1.37(kg/L) \times 720(L/d) - 608(kg/d) \approx 3.78 \times 10^2kg/d$
- ⑤密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$$

$$= ((62.2+608+378) + (27.9+8.97+34)) / 720 \approx 1.554$$

(3) 凝縮液(cdfp3)

- ①流量：フローシート条件より $cdfp1-cdfp2=7214.4-720=6494.4L/d$
- ②含元素量：フローシート条件より 無し
- ③硝酸：フローシート条件より 硝酸量= $cdfp1-cdfp2=1420-608=8.12 \times 10^2kg/d$
 - 硝酸濃度= $812(kg/hr) \times 10^3 / (63.01 \times 6494.4(L/hr)) \approx 1.98M$
- ④水：フローシート条件より 水量= $cdfp1-cdfp2=6530-378=6.15 \times 10^3kg/d$
- ⑤密度： $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量}) = (812+6150) / 6494.4 \approx 1.072$$

(4) 脱硝試薬(cdfp4)：99%-辛酸（比重≈1.2）を供給

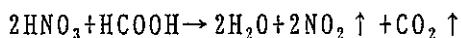
* フローシート条件より、ろ液-2(cdfp12)の硝酸濃度が0.5M程度になるように

ギ酸を添加

* ろ液-2(cdfp12)の液量は、cdfp2 の H₂O、脱硝反応による H₂O、共沈反応による H₂O 及び洗浄液-1、2(cdfp6、11)の合計量である。ここで、洗浄液-1、2(cdfp6、11)については、0.5M 硝酸を添加することから、ろ液-2(cdfp12)の硝酸濃度には影響しない。したがって、ろ液-2(cdfp12)の硝酸濃度を 0.5M 程度とするために考慮する液量は、cdfp2 の H₂O、脱硝反応による H₂O 及び共沈反応による H₂O 量である。

* cdfp2 の H₂O 量 : 378kg/d=378L/d (H₂O の密度 ; ρ = 1.00)

* 脱硝反応による H₂O 量 : 下記反応式より、分解される硝酸量と同量 ; XL/d とする

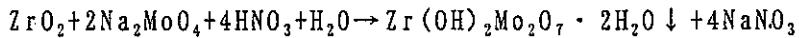


* 共沈反応による H₂O 量 : 下記反応式より、共沈する Zr と同量の H₂O を消費 フローシート条件より、共沈する Zr 量は HLLW 中の 50%

$$\text{共沈 Zr 量} = 5.15(\text{kg/d}) \times 0.5 \times 10^3 / 91.224 = 28.2 \text{mol/d}$$

$$\text{消費 H}_2\text{O 量} = 28.2(\text{mol/d}) \times 18 \times 10^{-3} = 0.508 \text{kg/d} = 0.508 \text{L/d}$$

(H₂O の密度 ; ρ = 1.00)



* cdfp2 の H₂O、脱硝反応による H₂O 及び共沈反応による H₂O 量 :

$$378 + X - 0.508 = (377.5 + X) \text{ L/d}$$

* 脱硝前の硝酸量 : cdfp2 と同 = 608kg/d

* 共沈反応で、共沈 Zr の 4 倍の硝酸が必要

$$\text{共沈反応で必要な硝酸量} = 28.2(\text{mol/d}) \times 4 \times 63.01 \times 10^{-3} = 7.12 \text{kg/d}$$

* 608 - 7.12 = 601kg/d の硝酸を、ろ液-2(cdfp12)で 0.5M になるように脱硝 脱硝する硝酸量を Ykg/d とすると、

$$(601 - Y)(\text{kg/d}) \times 10^3 / (63.01 \times (377.5 + X)(\text{L/d})) = 0.5 \text{M}$$

$$Y = 589 - 0.032X$$

* ここで、X については、前工程で 720L/d に濃縮していることから、ろ液-2(cdfp12)の流量も 720L/d 程度になることを考慮する。ろ液-2(cdfp12)には、洗浄液-1、2(cdfp6、11)、共沈試薬(cdfp8)及び硝酸アンモニウム分解試薬(cdfp9)も加わるが、その詳細液量は、以後の物質収支計算によるところから、ここでは、それらの液量を 13L/d と仮定しておく(洗浄液は、沈殿 1kg 当り 1L 必要との仮定より、沈殿元素量が 12.6kg/d(Mo、Zr、Te)であることから、13L/d と仮定した)。

$$X = 720 - 377.5 - 13 = 330 \text{L/d}$$

* 脱硝する硝酸量 : Y = 589 - 0.032 × 330 = 578kg/d

$$* \text{脱硝する硝酸濃度} = 578(\text{kg/d}) \times 10^3 / 63.01 = 9.17 \times 10^3 \text{mol/d}$$

①ギ酸量 : 反応式より 脱硝する硝酸の 1/2 倍量のギ酸が必要

$$\cdot \text{ギ酸量} = (9.17 \times 10^3(\text{mol/d}) / 2) \times 46.03 \times 10^{-3} = 2.11 \times 10^2 \text{kg/d}$$

②流量 : 99% - ギ酸の比重 (1.2) を使用して算出

・ 99% - ギ酸のモル数 = $1200(\text{g/L}) / 46.03 \approx 26\text{M}$

・ 流量を $X(L/d)$ とすると、

$$26(\text{M}) \times X(\text{L}/\text{d}) = 9.17 \times 10^3(\text{mol}/\text{d}) / 2 \quad X \approx 176 \text{ L/d}$$

(5) 脱硝液 (cdfp5)

① 流量： フローシート条件より (cdfp2 の H_2O) + (cdfp4 の脱硝反応からの H_2O)

・ 脱硝反応による H_2O 量は、(4)の計算より 330L/d

・ cdfp2 の H_2O 量は、 $378\text{kg/d} = 378\text{L/d}$ (H_2O の密度； $\rho = 1.00$)

・ 流量 = $330 + 378 \approx 708\text{L/d}$

② 含元素量： フローシート条件より cdfp1 と同 = $6.22 \times 10\text{kg/d}$

③ 硝酸： フローシート条件より ギ酸による脱硝分の残り

・ 硝酸量 = $608 - 578 = 3.0 \times 10\text{kg/d}$

・ 硝酸濃度 = $30(\text{kg/d}) \times 10^3 / (63.01 \times 708(\text{L/d})) = 0.672\text{M}$

④ 水： 上記①より 水量 = $330 + 378 = 7.08 \times 10^2\text{kg/d}$

⑤ NO_2 (気体)： 反応式より 脱硝硝酸量と同モル生成

・ NO_2 量 = $9.17 \times 10^3(\text{mol}/\text{d}) \times 46 \times 10^{-3} \approx 4.22 \times 10^2\text{kg/d}$

・ NO_2 流量； NO_2 を理想気体とすると $\text{NO}_2 1\text{mol}$ 当りの体積は $22.4 \times 10^{-3}\text{Nm}^3$

NO_2 流量 = $9.17 \times 10^3(\text{mol}/\text{d}) \times 22.4 \times 10^{-3}(\text{Nm}^3) \approx 2.05 \times 10^2\text{Nm}^3/\text{d}$

⑥ CO_2 (気体)： 反応式より 脱硝硝酸量の $1/2$ モル生成

・ CO_2 量 = $(9.17 \times 10^3(\text{mol}/\text{d}) / 2) \times 44 \times 10^{-3} \approx 2.02 \times 10^2\text{kg/d}$

・ CO_2 流量； CO_2 を理想気体とすると $\text{CO}_2 1\text{mol}$ 当りの体積は $22.4 \times 10^{-3}\text{Nm}^3$

CO_2 流量 = $(9.17 \times 10^3(\text{mol}/\text{d}) / 2) \times 22.4 \times 10^{-3}(\text{Nm}^3) \approx 1.03 \times 10^2\text{Nm}^3/\text{d}$

⑦ 密度： $\rho = (\text{全体} - 2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体} - 2) / (\text{流量}) = ((\text{全体} - 1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$$

$$= ((62.2 + 30 + 708) + (27.9 + 6.14 + 34)) / 708 \approx 1.226$$

* 全体重量には気体 (NO_2 , CO_2) 重量は含まず

⑧ 気体流量 = $2.05 \times 10^2 + 1.03 \times 10^2 = 3.08 \times 10^2\text{Nm}^3/\text{d}$

(6) 洗浄液-1 (cdfp6)

① 流量： フローシート条件より 沈殿量に応じて供給

・ 脱硝により沈殿するのは、Mo, Te, 50% Zr である

・ 沈殿量 = Mo + Te + 50% Zr + (化学形態分重量)

$$= 6.21 + 1.26 + 5.15 \times 0.5 + 4.33 \approx 14.4\text{kg/d}$$

・ 沈殿 1kg 当り 1L の洗浄液が必要であることから、

流量 = 15L/d

② 硝酸： フローシート条件より 0.5M

・ 硝酸量 = $0.5(\text{M}) \times 15(\text{L}/\text{d}) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 0.473\text{kg/d}$

③ 水： 0.5M-硝酸の密度 ($\rho = 1.0132$) を使用して算出

・ 水量 = $1.0132(\text{kg/L}) \times 15(\text{L}/\text{d}) - 0.473(\text{kg}/\text{d}) \approx 1.47 \times 10\text{kg/d}$

(7) 液-1(cdfp7)

- ①流量：フローシート条件より $cdfp5+cdfp6=708+15=723\text{L/d}$
- ②含元素量：フローシート条件より Mo, Te, 50%Zr 以外 $=62.2-10=5.22 \times 10\text{kg/d}$
- ③硝酸：フローシート条件より $cdfp5+cdfp6=30+0.473=3.05 \times 10\text{kg/d}$
 - ・硝酸濃度 $=30.5(\text{kg/d}) \times 10^3 / (63.01 \times 723(\text{L/d})) = 0.67\text{M}$
- ④水：フローシート条件より $cdfp5+cdfp6=708+14.7=7.23 \times 10^2\text{kg/d}$
- ⑤密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((52.2+30.5+723)+(27.9+1.805+34)) / 723 = 1.202\end{aligned}$$

(8) 共沈試薬(cdfp8)：モリブデン酸ナトリウム； $\text{Na}_2\text{MoO}_4=206$ を供給

- * フローシート条件より、共沈反応分を供給
- * 共沈する Zr 量は、 $50\% \text{Zr} = 5.15(\text{kg/d}) \times 0.5 = 2.58\text{kg/d}$
- * 添加する共沈試薬量は、反応式より共沈 Zr 量の 2 倍量

- ①共沈試薬量 $=(2.58(\text{kg/d}) \times 10^3 / 91.224) \times 2 \times 206 \times 10^{-3} = 1.17 \times 10\text{kg/d}$
- ②流量：1M-モリブデン酸ナトリウムを供給することとし、流量 $X\text{L/d}$ とすると、
 $1(\text{M}) \times X(\text{L/d}) \times 206 \times 10^{-3} = 11.7(\text{kg/d}) \quad X = 57 \text{ L/d}$
 - * 1M-モリブデン酸ナトリウムが調整可能と仮定
- ③水：1M-モリブデン酸ナトリウムの密度を $\rho = 1.2$ と仮定（式量を考慮）して算出
 - ・水量 $= 1.2(\text{kg/L}) \times 57(\text{L/d}) - 11.7(\text{kg/d}) = 5.67 \times 10\text{kg/d}$

(9) 共沈溶液(cdfp9)

- ①流量：フローシート条件より $cdfp7+cdfp8-\text{共沈反応の H}_2\text{O}$
 - ・反応で消費する H_2O 量は、反応式より共沈 Zr と同量
 - ・消費 H_2O 量 $=(2.58(\text{kg/d}) \times 10^3 / 91.224) \times 18 \times 10^{-3} = 0.509\text{kg/d}$
 $= 0.509 \text{ L/d} (\text{H}_2\text{O} \text{ の密度} ; \rho = 1.00)$
 - ・流量 $= 723 + 57 - 0.509 = 779\text{L/d}$
- ②含元素量：フローシート条件より Mo, Te, 50%Zr 以外の元素 + cdfp8 の Mo
 - ・cdfp8 の Mo 量は、添加したモリブデン酸ナトリウムの $96/206$ 倍量
 $cdfp8 \text{ の Mo 量} = 9.4(\text{kg/d}) \times 96/206 = 4.38\text{kg/d}$
 - ・含元素量 $=(2.98+0.947+18.8+26.9)+(2.58+4.38) = 5.66 \times 10\text{kg/d}$
- ③硝酸：フローシート条件より cdfp7-反応硝酸
 - ・反応式より、共沈反応で必要な硝酸量は共沈 Zr の 4 倍量
 $\text{反応硝酸} = (2.58(\text{kg/d}) \times 10^3 / 91.224) \times 4 \times 63.01 \times 10^{-3} = 7.13\text{kg/d}$
 - ・硝酸量 $= cdfp7-\text{反応硝酸} = 30.5 - 7.13 = 2.34 \times 10\text{kg/d}$
 - ・硝酸濃度 $= 23.4(\text{kg/d}) \times 10^3 / (63.01 \times 779(\text{L/d})) = 0.477\text{M}$
- ④水：フローシート条件より cdfp7+cdfp8+cdfp9+反応 H_2O
 - ・水量 $= 723 + 56.7 - 0.509 = 7.79 \times 10^2\text{kg/d}$

⑤ NaNO_3 ：反応式より 共沈 Zr の 4 倍量生成

$$\cdot \text{NaNO}_3 \text{ 量} = (2.58(\text{kg/d}) \times 10^3 / 91.224) \times 4 \times 85 \times 10^{-3} = 9.62 \text{ kg/d}$$

⑥密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned} \rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((56.6 + 23.4 + 779 + 9.62) + (27.9 + 34 + 5.15)) / 779 = 1.201 \end{aligned}$$

(10) 洗浄液-2 (cdfp10)

①流量：フローシート条件より 沈殿量に応じて供給

・沈殿するのは、共沈反応による 50% Zr の共沈分である

・共沈する沈殿の分子式： $\text{Zr(OH)}_2\text{Mo}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (≈ 465)

$$\cdot \text{沈殿量} = (2.58(\text{kg/d}) \times 10^3 / 91.224) \times 465 \times 10^{-3} = 1.32 \times 10 \text{ kg/d}$$

・沈殿 1kg 当り 1L の洗浄液が必要であることから、

$$\text{流量} = 15 \text{ L/d}$$

②硝酸：フローシート条件より 0.5M

$$\cdot \text{硝酸量} = 0.5(\text{M}) \times 15(\text{L/d}) \times 63.01 \times 10^{-3} = 0.473 \text{ kg/d}$$

③水：0.5M-硝酸の密度 ($\rho = 1.0132$) を使用して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.0132(\text{kg/L}) \times 15(\text{L/d}) - 0.473(\text{kg/d}) = 1.47 \times 10 \text{ kg/d}$$

(11) ろ液-2 (cdfp11)

①流量：フローシート条件より $\text{cdfp9} + \text{cdfp10} = 779 + 15 = 794 \text{ L/d}$

②含元素量：フローシート条件より Mo、Te、Zr 以外 $= 62.2 - 12.62 = 4.96 \times 10 \text{ kg/d}$

③硝酸：フローシート条件より $\text{cdfp9} + \text{cdfp10} = 23.4 + 0.473 = 2.39 \times 10 \text{ kg/d}$

$$\cdot \text{硝酸濃度} = 23.9(\text{kg/d}) \times 10^3 / (63.01 \times 794(\text{L/d})) = 0.478 \text{ M}$$

④ NaNO_3 ：フローシート条件より cdfp9 と同 $= 9.62 \text{ kg/d}$

⑤水：フローシート条件より $\text{cdfp9} + \text{cdfp10} = 779 + 14.7 = 7.94 \times 10^2 \text{ kg/d}$

⑥密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned} \rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((49.6 + 23.9 + 9.62 + 794) + (27.9 + 34)) / 794 = 1.183 \end{aligned}$$

(12) リンシング液-1 (cdfp12) : H_2O を供給

①流量：フローシート条件より cdfp5 中の沈殿量に応じて供給

・ cdfp5 中の沈殿量 = Mo + Te + 50% Zr + (化学形態分重量)

$$= (6.21 + 1.26 + 5.15 \times 0.5) + (3.11 + 0.316 + 0.902)$$

$$= 1.44 \times 10 \text{ kg/d}$$

・沈殿 1kg 当り 5L のリンシング液が必要であることから、

$$\text{流量} = 14.4 \times 5 = 7 \text{ L/d}$$

②水：水の密度 ($\rho = 1.00$) を使用して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.00(\text{kg/L}) \times 72(\text{L/d}) = 72 \text{ kg/d}$$

(13) 沈殿-1 (cdfp13)

- ①流量：フローシート条件より cdfp12 と同=72L/d
 ②含元素量：フローシート条件より Mo+Te+50%Zr=10kg/d
 ③水：フローシート条件より cdfp12 と同=72kg/d
 ④密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((10+72)+4.33) / 72 \approx 1.199\end{aligned}$$

(14) リンシング液-2(cdfp14) : H₂O を供給

- ①流量：フローシート条件より cdfp9 中の沈澱量に応じて供給
 ・cdfp9 中の沈澱量=50%Zr+共沈 Mo(cdfp8 の Mo)+(化学形態分重量)
 $=5.15 \times 0.5 + 5.42 + 5.15 = 1.32 \times 10 \text{kg/d}$
 ・沈澱 1kg 当り 5L のリンシング液が必要であることから、
 流量=13.2 × 5 ≈ 66L/d
- ②水：水の密度 ($\rho = 1.00$) を使用して算出
 ・水量=1.00(kg/L) × 66(L/d)=66kg/d

(15) 沈澱-2(cdfp15)

- ①流量：フローシート条件より cdfp14 と同=66L/d
 ②含元素量：フローシート条件より 50%Zr+共沈 Mo(cdfp8 の Mo)=8kg/d
 ③水：フローシート条件より cdfp14 と同=66kg/d
 ④密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((8+66)+5.15) / 66 \approx 1.199\end{aligned}$$

(16) 沈澱物(cdfp16)

- ①流量：フローシート条件より cdfp13+cdfp15=72+66=138L/d
 ②含元素量：フローシート条件より Mo+Te+Zr+(cdfp8 の Mo)=1.8×10kg/d
 ③水：cdfp13+cdfp15=72+66=1.38×10³kg/d
 ④密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((18+138) + (4.33+5.15)) / 138 \approx 1.199\end{aligned}$$

(17) 沈澱溶解液(cdfp17) : シュウ酸を供給

- ①流量：フローシート条件より cdfp16 中の沈澱量に応じて供給
 ・cdfp16 中の沈澱量=Mo+Te+Zr+共沈 Mo(cdfp8 の Mo)+(化学形態分重量)
 $=18+4.33+5.15=2.75 \times 10 \text{kg/d}$
 ・沈澱 1kg 当り 25L の溶解液が必要であることから、
 流量=27.5 × 25 ≈ 6.88 × 10²L/d
- ②シュウ酸：フローシート条件より 0.5M
 ・シュウ酸量=0.5(M) × 688(L/d) × 90 × 10⁻³ ≈ 3.1 × 10kg/d

③水 : 0.5M-シュウ酸の密度 ($\rho = 1.0181$) を使用して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.0181(\text{kg/L}) \times 688(\text{L/d}) - 31(\text{kg/d}) \approx 6.69 \times 10^2 \text{kg/d}$$

(18) 再沈澱防止試薬(cdfp18) : 硝酸を供給

* フローシート条件より cdfp19 の酸濃度が 1M になるように供給

① 流量 :

$$\cdot \text{cdfp19 の流量} = \text{cdfp16} + \text{cdfp17} + \text{反応 H}_2\text{O} + \text{cdfp18}$$

・ 沈澱溶解反応により生成する H_2O 量は、想定した反応式より

((Mo の 3 倍) + (Te の 2 倍) + (50%Zr の 2 倍) + (50%Zr の 11 倍)) 量である

$$\ast \text{Mo 量} = 6.21(\text{kg/d}) \times 10^3 / 95.94 = 64.7 \text{mol/d}$$

$$\ast \text{Te 量} = 1.26(\text{kg/d}) \times 10^3 / 127.6 = 9.87 \text{mol/d}$$

$$\ast 50\% \text{Zr 量} = 0.5 \times 5.15(\text{kg/d}) \times 10^3 / 91.224 = 28.2 \text{mol/d}$$

$$\begin{aligned} \text{生成 H}_2\text{O 量} &= (64.7 \times 3 + 9.87 \times 2 + 28.2 \times (2+11)) (\text{mol/d}) \times 18 \times 10^{-3} \\ &= 10.4(\text{kg/d}) = 10.4(\text{L/d}) \end{aligned}$$

・ 供給する 10(M) 硝酸の流量を X(L/d) とすると、

$$\text{cdfp19 の流量} = 138 + 688 + 10.4 + X = 836.4 + X(\text{L/d})$$

この溶液が 1M 硝酸となることから

$$10(\text{M}) \times X(\text{L/d}) / (836.4 + X)(\text{L/d}) = 1(\text{M}) \quad X \approx 93 \text{L/d}$$

② 硝酸 : フローシート条件より 10M

$$\cdot \text{硝酸量} = 10(\text{M}) \times 93(\text{L/d}) \times 63.01 \times 10^{-3} = 5.86 \times 10 \text{kg/d}$$

③ 水 : 10M-硝酸の密度 ($\rho = 1.2984$) を使用して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.2984(\text{kg/L}) \times 93(\text{L/d}) - 58.6(\text{kg/d}) \approx 6.22 \times 10 \text{kg/d}$$

(19) HLLW(cdfp19)

① 流量 : フローシート条件より cdfp16 + cdfp17 + 反応 $\text{H}_2\text{O} + \text{cdfp18}$

・ 反応 H_2O は(18)より 10.4L/d

$$\cdot \text{流量} = 138 + 688 + 10.4 + 93 = 929(\text{L/d})$$

② 含元素 : フローシート条件より cdfp16 と同 = $1.8 \times 10 \text{kg/d}$

③ 硝酸 : フローシート条件より cdfp18 と同 = $5.86 \times 10 \text{kg/d}$

$$\cdot \text{硝酸濃度} = 58.6(\text{kg/d}) \times 10^3 / (63.01 \times 929(\text{L/d})) = 1\text{M}$$

④ シュウ酸 : フローシート条件より cdfp17 と同 = $3.1 \times 10 \text{kg/d}$

$$\cdot \text{シュウ酸濃度} = 31(\text{kg/d}) \times 10^3 / (90 \times 929(\text{L/d})) = 0.37\text{M}$$

⑤ 水 : フローシート条件より cdfp16 + cdfp17 + 反応 $\text{H}_2\text{O} + \text{cdfp18}$

$$= 138 + 669 + 10.4 + 62.2 = 8.8 \times 10^2 \text{kg/d}$$

⑥ 密度 : $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量}) = (18 + 58.6 + 31 + 880) / 929 \approx 1.063$$

* 化学形態分重量は、本溶液のシュウ酸及び反応 H_2O にて考慮

(1) 供給液(DI1)：前処理法の物質収支計算値を使用

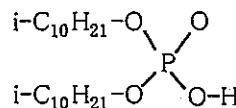
- ① 流量 : 33L/hr (794 L/d)
- ② 硝酸濃度 : 0.48M
- ③ 抽出元素量 (Am, Cm, RE) : 28.7g/L

(2) 洗浄液(DI2)

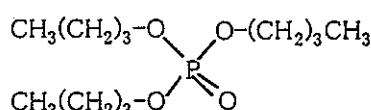
- ① 流量 : フローシート条件より $DI1 \times 2 = 33 \times 2 = 66 \text{L/hr}$
- ② 硝酸 : フローシート条件より 硝酸濃度 = 0.5M
・ 硝酸量 = $0.5(\text{M}) \times 66(\text{L}/\text{hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 2.08 \text{kg}/\text{hr}$
- ③ 水 : 仮定条件より 0.5M-硝酸の密度 ($\rho = 1.0132$) を使用して算出
・ 水量 = $1.0132(\text{kg}/\text{L}) \times 66(\text{L}/\text{hr}) - 2.08(\text{kg}/\text{hr}) \approx 6.48 \times 10 \text{kg}/\text{hr}$

(3) 抽出溶媒(DI3)

- ① 流量 : フローシート条件より $DI1 \times 8 = 33 \times 8 = 264 \text{L/hr}$
- ② DIDPA : フローシート条件より DIDPA 濃度 = 0.5M
・ DIDPA 量 = $0.5(\text{M}) \times 264(\text{L}/\text{hr}) \times 379 \times 10^{-3} \approx 5.0 \times 10 \text{kg}/\text{hr}$
* DIDPA ; Diisodecylphosphoric acid $C_{20}H_{43}O_4P \approx 379$



- ③ TBP : フローシート条件より TBP 濃度 = 0.1M
・ TBP 量 = $0.1(\text{M}) \times 264(\text{L}/\text{hr}) \times 266 \times 10^{-3} \approx 7.02 \text{kg}/\text{hr}$
* TBP ; リン酸トリブチル $C_{12}H_{27}O_4P \approx 266$



- ④ n-DD : 30%-TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出
・ n-DD 量 = $0.815(\text{kg}/\text{L}) \times 264(\text{L}/\text{hr}) - (50 + 7.02)(\text{kg}/\text{hr}) \approx 1.58 \times 10^2 \text{kg}/\text{hr}$
* n-DD ; ノルマル-ドデカン $C_{12}H_{26} \approx 170$ $CH_3(CH_2)_{10}CH_3$

(4) 抽出残液(DI4)

- ① 流量 : フローシート条件より $DI1 + DI2 = 33 + 66 = 99 \text{L/hr}$
- ② 含元素量 : フローシート条件より RE 以外の FP (Zr, Mo, Te は除く) = $1.12 \text{kg}/\text{hr}$
- ③ 硝酸 : フローシート条件より 硝酸量 = $DI1 + DI2 = 1 + 2.08 = 3.08 \text{kg}/\text{hr}$
・ 硝酸濃度 = $3.08(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 99(\text{L}/\text{hr})) = 0.49 \text{M}$
- ④ NaNO_3 : フローシート条件より DI1 と同 = $0.172 \text{kg}/\text{hr}$
- ⑤ 水 : フローシート条件より 水量 = $DI1 + DI2 = 31.5 + 64.8 = 9.63 \times 10 \text{kg}/\text{hr}$
- ⑥ 密度 : $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出
$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$$

$$= ((1.12 + 3.08 + 0.172 + 96.3) + 1.42) / 99 \approx 1.0312$$

(5) 装荷溶媒-1(DI5)

① 流量：フローシート条件より DI3 と同=264L/hr

② 含元素量：フローシート条件より

$$Am, Cm, RE = 0.124 + 0.0395 + 0.783 = 0.947 \text{ kg/hr}$$

$$(\text{含元素 } (Am, Cm, RE)) = 0.947 (\text{kg/hr}) \times 10^3 / 264 (\text{L/hr}) = 3.6 \text{ g/L}$$

③ 硝酸：仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視

④ DIDPA：フローシート条件より DI3 と同=5.0×10kg/hr

⑤ TBP：フローシート条件より DI3 と同=7.02kg/hr

⑥ n-DD：フローシート条件より DI3 と同=1.58×10²kg/hr

⑦ 密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned} \rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.947+50+7.08+158) + 1.16) / 264 \approx 0.8225 \end{aligned}$$

(6) Am, Cm 逆抽出液(DI6)

① 流量：フローシート条件より DI3 と同=264L/hr

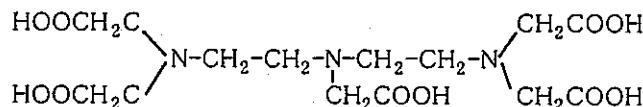
② 硝酸：フローシート条件より 硝酸濃度；pH=3.5 (0.00032M)

$$\cdot \text{硝酸量} = 0.00032 (\text{M}) \times 264 (\text{L/hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 5.32 \times 10^{-3} \text{ kg/hr}$$

③ DTPA：フローシート条件より DTPA 濃度=0.05M

$$\cdot \text{DTPA 量} = 0.05 (\text{M}) \times 264 (\text{L/hr}) \times 393.35 \times 10^{-3} \approx 5.19 \text{ kg/hr}$$

* DTPA；ジエチレントリアミン五酢酸 $C_{14}H_{23}N_3O_{10} \approx 393.35$



④ 乳酸：フローシート条件より 乳酸濃度=1M

$$\cdot \text{乳酸量} = 1 (\text{M}) \times 264 (\text{L/hr}) \times 90.08 \times 10^{-3} \approx 2.38 \times 10 \text{ kg/hr}$$

* 乳酸； $C_3H_6O_3 \approx 90.08$ $CH_3CH(OH)COOH$

⑤ 水：10% - 乳酸ナトリウムの密度 ($\rho = 1.0478$) を使用して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.0478 (\text{kg/L}) \times 264 (\text{L/hr}) - (0.00532 + 5.19 + 23.8) (\text{kg/hr})$$

$$\approx 2.48 \times 10^2 \text{ kg/hr}$$

(7) Am, Cm 製品(DI7)

① 流量：フローシート条件より DI6 と同=264L/hr

② 含元素量：フローシート条件より $Am + Cm + 10\%RE = 0.242 \text{ kg/hr}$

$$(\text{含元素 } (Am, Cm, 10\%RE)) = 0.242 (\text{kg/hr}) \times 10^3 / 264 (\text{L/hr}) = 0.92 \text{ g/L}$$

③ 硝酸：フローシート条件より 硝酸量=DI6 と同=5.32×10⁻³kg/hr

$$\cdot \text{硝酸濃度} = 0.00532 (\text{kg/hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 264 (\text{L/hr})) = 0.00032 \text{ M} (\text{pH}=3.5)$$

④ DTPA：フローシート条件より DI6 と同=5.19kg/hr

$$\cdot \text{DTPA 濃度} = 5.19 (\text{kg/hr}) \times 10^3 / (393.35 \times 264 (\text{L/hr})) = 0.05 \text{ M}$$

⑤ 乳酸：フローシート条件より DI6 と同=2.38×10kg/hr

・乳酸濃度=23.8(kg/hr)×10³ / (90.08×264(L/hr)) =1M

⑥水：フローシート条件より 水量=DI6と同=2.48×10²kg/hr

⑦密度： ρ =(全体-2)/(流量)にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.242+0.00532+5.19+23.8+248) + 0.229) / 264 \approx 1.051\end{aligned}$$

(8) 装荷溶媒-2(DI8)

①流量：フローシート条件より DI5と同=264L/hr

②含元素量：フローシート条件より 90%RE=0.9×0.783=0.705kg/hr

$$(\text{含元素 } (90\% \text{RE}) = 0.705(\text{kg/hr}) \times 10^3 / 264(\text{L/hr}) = 2.67\text{g/L})$$

③硝酸：仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視

④DIDPA：フローシート条件より DI5と同=5.0×10kg/hr

⑤TBP：フローシート条件より DI5と同=7.02kg/hr

⑥n-DD：フローシート条件より DI5と同=1.58×10²kg/hr

⑦密度： ρ =(全体-2)/(流量)にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.705+50+7.08+158) + 0.935) / 264 \approx 0.8209\end{aligned}$$

(9) RE逆抽出液(DI9)

①流量：フローシート条件より DI5×1/4=264×1/4=66L/hr

②硝酸：フローシート条件より 硝酸濃度=4M

$$\cdot \text{硝酸量}=4(\text{M}) \times 66(\text{L/hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 1.66 \times 10\text{kg/hr}$$

③水：仮定条件より 4M-硝酸の密度($\rho=1.1247$)を使用して算出

$$\cdot \text{水量}=1.1247(\text{kg/L}) \times 66(\text{L/hr}) - 16.6(\text{kg/hr}) \approx 5.76 \times 10\text{kg/hr}$$

(10) RE廃液(DI10)

①流量：フローシート条件より DI9と同=66L/hr

②含元素量：フローシート条件より DI8と同=0.705kg/hr

③硝酸：フローシート条件より 硝酸量=DI9と同=1.66×10kg/hr

$$\cdot \text{硝酸濃度}=16.6(\text{kg/hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 66(\text{L/hr})) \approx 4\text{M}$$

④水：フローシート条件より 水量=DI9と同=5.76×10kg/hr

⑤密度： ρ =(全体-2)/(流量)にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.705+16.6+57.6) + 0.935) / 66 \approx 1.1491\end{aligned}$$

(11) 使用済溶媒(DI11)

①流量：フローシート条件より DI8と同=264L/hr

②含元素量：フローシート条件より 無し

③硝酸：仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視

④DIDPA：フローシート条件より DI8と同=5.0×10kg/hr

- ⑤TBP：フローシート条件より DI8 と同=7.02kg/hr
 ⑥n-DD：フローシート条件より DI8 と同= 1.58×10^2 kg/hr
 ⑦密度： $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量}) = (50+7.08+158) / 264 \approx 0.8146$$

参考-7. DI システムにおける製品溶液組成変換法の物質収支計算

(1) Am, Cm 製品(sfc1)：DIDPA 法の物質収支計算値を使用

- ①流量：264L/hr
 ②硝酸濃度： $\text{pH} \approx 3.5$
 ③抽出元素量 (Am, Cm, 10%RE) : 0.92g/L

(2) 抽出溶媒(sfc2)

- ①流量：フローシート条件より $\text{DI3} \times 0.256 = 264 \times 0.256 = 68\text{L/hr}$
 ②DIDPA：フローシート条件より DIDPA 濃度=0.5M
 ・ DIDPA 量= $0.5(\text{M}) \times 68(\text{L}/\text{hr}) \times 379 \times 10^{-3} \approx 1.29 \times 10\text{kg}/\text{hr}$
 ③TBP：フローシート条件より TBP 濃度=0.1M
 ・ TBP 量= $0.1(\text{M}) \times 68(\text{L}/\text{hr}) \times 266 \times 10^{-3} \approx 1.81\text{kg}/\text{hr}$
 ④n-DD：30%-TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出
 ・ n-DD 量= $0.815(\text{kg}/\text{L}) \times 68(\text{L}/\text{hr}) - (12.9 + 1.81)(\text{kg}/\text{hr}) \approx 4.07 \times 10\text{kg}/\text{hr}$

(3) 抽出残液(sfc3)

- ①流量：フローシート条件より sfc1 と同=264L/hr
 ②含元素量：フローシート条件より 無し
 ③硝酸：フローシート条件より 硝酸量=sfc1 と同= $5.32 \times 10^{-3}\text{kg}/\text{hr}$
 ・ 硝酸濃度= $0.00532(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 264(\text{L}/\text{hr})) = 0.00032\text{ M} (\text{pH} \approx 3.5)$
 ④DTPA：フローシート条件より sfc1 と同=5.19kg/hr
 ・ DTPA 濃度= $5.19(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (393.35 \times 264(\text{L}/\text{hr})) = 0.05\text{M}$
 ⑤乳酸：フローシート条件より sfc1 と同= $2.38 \times 10\text{kg}/\text{hr}$
 ・ 乳酸濃度= $23.8(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (90.08 \times 264(\text{L}/\text{hr})) = 1\text{M}$
 ⑥水：フローシート条件より 水量=sfc1 と同= $2.48 \times 10^2\text{kg}/\text{hr}$
 ⑦密度： $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量}) = (0.00532 + 5.19 + 23.8 + 248) / 264 \approx 1.0492$$

(4) 装荷溶媒(sfc4)

- ①流量：フローシート条件より sfc2 と同=68L/hr
 ②含元素量：フローシート条件より sfc1 と同(Am, Cm, 10%RE)=0.242 kg/hr
 (含元素(Am, Cm, 10%RE)= $0.242(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / 68(\text{L}/\text{hr}) = 3.6\text{g}/\text{L}$)
 ③硝酸：仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視
 ④DIDPA：フローシート条件より sfc2 と同= $1.29 \times 10\text{kg}/\text{hr}$

- ⑤TBP: フローシート条件より sfc_2 と同=1.81kg/hr
 ⑥n-DD: フローシート条件より sfc_2 と同=4.07×10kg/hr
 ⑦密度: $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$$

$$= ((0.242+12.9+1.81+40.7) + 0.229) / 68 \approx 0.8218$$

(5) Am, Cm 逆抽出液 (sfc_5)

- ①流量: フローシート条件より $sfc_2 \times 1/4 = 68 \times 1/4 = 17 \text{L/hr}$
 ②硝酸: フローシート条件より 硝酸濃度=4M
 ・硝酸量=4(M) × 17(L/hr) × 63.01 × 10⁻³ ≈ 4.28kg/hr
 ③水: 仮定条件より 4M-硝酸の密度 ($\rho = 1.1247$) を使用して算出
 ・水量=1.1247(kg/L) × 17(L/hr) - 4.28(kg/hr) ≈ 1.48 × 10kg/hr

(6) Am, Cm 製品 (sfc_6)

- ①流量: フローシート条件より sfc_5 と同=17L/hr
 ②含元素量: フローシート条件より sfc_4 と同=0.242kg/hr
 (含元素 (Am, Cm, 10%RE) = 0.242(kg/hr) × 10³ / 17(L/hr) = 14.2g/L)
 ③硝酸: フローシート条件より 硝酸量= sfc_5 と同=4.28kg/hr
 ・硝酸濃度=4.28(kg/hr) × 10³ / (63.01 × 17(L/hr)) ≈ 4M
 ④水: フローシート条件より 水量= sfc_5 と同=1.48 × 10kg/hr
 ⑤密度: $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$$

$$= ((0.242+4.28+14.8) + 0.229) / 17 \approx 1.1501$$

(7) 使用済溶媒 (sfc_7)

- ①流量: フローシート条件より sfc_4 と同=68L/hr
 ②含元素量: フローシート条件より 無し
 ③硝酸: 仮定条件より 溶媒への硝酸の抽出は無視
 ④DIDPA: フローシート条件より sfc_4 と同=1.29×10kg/hr
 ⑤TBP: フローシート条件より sfc_4 と同=1.81kg/hr
 ⑥n-DD: フローシート条件より sfc_4 と同=4.07×10kg/hr
 ⑦密度: $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量}) = (12.9+1.81+40.7) / 68 \approx 0.8148$$

参考-8. TA システムにおける前処理（脱硝・ろ過・沈澱処理）法の物質収支計算

(1) HLLW(Tcdfp1): 簡素化溶媒抽出法の物質収支計算値を使用^{(1), (2)}

- ①流量: $300.6 \times 24 = 7214.4 \text{L/d}$
 ②硝酸濃度: 2.92M
 ③含元素量: 62.2kg/d (沈澱元素量; Tr=5.15kg/d, Mo=6.21kg/d, Te=1.26kg/d)

(2) 濃縮液 (Tcdfp2)

- ① 流量：フローシート条件より HLLW(Tcdfp1)を 10 倍濃縮
・流量 = $7214.4 \text{ (L/d)} / 10 = 720 \text{ L/d}$
- ② 含元素量：フローシート条件より Tcdfp1 と同 = $6.22 \times 10 \text{ kg/d}$
- ③ 硝酸：フローシート条件より 13.4M になるものとする
・硝酸量 = $13.4 \text{ (M)} \times 720 \text{ (L/d)} \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 6.08 \times 10^2 \text{ kg/d}$
- ④ 水：13.4(M) 硝酸の密度 ($\rho = 1.370$) を使用して算出
・水量 = $1.37 \text{ (kg/L)} \times 720 \text{ (L/d)} - 608 \text{ (kg/d)} \approx 3.78 \times 10^2 \text{ kg/d}$
- ⑤ 密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((62.2+608+378) + (27.9+8.97+34)) / 720 \approx 1.554\end{aligned}$$

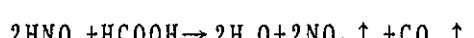
(3) 凝縮液 (Tcdfp3)

- ① 流量：フローシート条件より $Tcdfp1-Tcdfp2 = 7214.4 - 720 = 6494.4 \text{ L/d}$
- ② 含元素量：フローシート条件より 無し
- ③ 硝酸：フローシート条件より
硝酸量 = $Tcdfp1-Tcdfp2 = 1420 - 608 = 8.12 \times 10^2 \text{ kg/d}$
・硝酸濃度 = $812 \text{ (kg/hr)} \times 10^3 / (63.01 \times 6494.4 \text{ (L/hr)}) \approx 1.98 \text{ M}$
- ④ 水：フローシート条件より 水量 = $Tcdfp1-Tcdfp2 = 6530 - 378 = 6.15 \times 10^3 \text{ kg/d}$
- ⑤ 密度： $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出

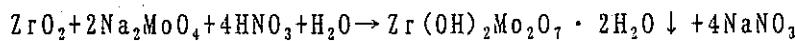
$$\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量}) = (812+6150) / 6494.4 \approx 1.072$$

(4) 脱硝試薬 (Tcdfp4) : 99%-ギ酸 (比重 ≈ 1.2) を供給

- * フローシート条件より、ろ液-2(Tcdfp12)の硝酸濃度が 0.001M (pH=3) 程度になるようにギ酸を添加
- * ろ液-2(Tcdfp12)の液量は、Tcdfp2 の H_2O 、脱硝反応による H_2O 、共沈反応による H_2O 及び洗浄液-1、2(Tcdfp6、11)の合計量である。ここで、洗浄液-1、2(Tcdfp6、11)については、0.001M 硝酸を添加することから、ろ液-2(Tcdfp12)の硝酸濃度には影響しない。したがって、ろ液-2(Tcdfp12)の硝酸濃度を 0.5M 程度とするために考慮する液量は、Tcdfp2 の H_2O 、脱硝反応による H_2O 及び共沈反応による H_2O 量である。
- * Tcdfp2 の H_2O 量 : $378 \text{ kg/d} = 378 \text{ L/d}$ (H_2O の密度 ; $\rho = 1.00$)
- * 脱硝反応による H_2O 量 : 下記反応式より、分解される硝酸量と同量 ; XL/d とする



- * 共沈反応による H_2O 量 : 下記反応式より、共沈する Zr と同量の H_2O を消費
フローシート条件より、共沈する Zr 量は HLLW 中の 50%
共沈 Zr 量 = $5.15 \text{ (kg/d)} \times 0.5 \times 10^3 / 91.224 \approx 28.2 \text{ mol/d}$
消費 H_2O 量 = $28.2 \text{ (mol/d)} \times 18 \times 10^{-3} \approx 0.508 \text{ kg/d} = 0.508 \text{ L/d}$

(H₂O の密度 ; ρ = 1.00)* Tcdfp2 の H₂O、脱硝反応による H₂O 及び共沈反応による H₂O 量 :

$$378+X-0.508 = (377.5+X) \text{ L/d}$$

* 脱硝前の硝酸量 : Tcdfp2 と同 = 608 kg/d

* 共沈反応で、共沈 Zr の 4 倍の硝酸が必要

$$\text{共沈反応で必要な硝酸量} = 28.2(\text{mol/d}) \times 4 \times 63.01 \times 10^{-3} = 7.12 \text{kg/d}$$

* 608 - 7.12 = 600.88 kg/d の硝酸を、ろ液-2(Tcdfp12) で 0.001M になるように脱硝

脱硝する硝酸量を Y kg/d とすると、

$$(601-Y) (\text{kg/d}) \times 10^3 / (63.01 \times (377.5+X)) (\text{L/d}) = 0.001 \text{M}$$

$$Y = 600.856 - 6.301X \times 10^{-6}$$

* ここで、X については、前工程で 720L/d に濃縮していることから、ろ液-2(Tcdfp12) の流量も 720L/d 程度になることを考慮する。ろ液-2(Tcdfp12) には、洗浄液-1, 2(Tcdfp6, 11)、共沈試薬(Tcdfp8) 及び硝酸アンモニウム分解試薬(Tcdfp9) も加わるが、その詳細液量は、以後の物質収支計算によることから、ここでは、それらの液量を 13L/d と仮定しておく（洗浄液は、沈澱 1kg 当り 1L 必要との仮定より、沈澱元素量が 12.6 kg/d (Mo, Zr, Te) であることから、13L/d と仮定した）。

$$X = 720 - 377.5 - 13 = 330 \text{L/d}$$

* 脱硝する硝酸量 : Y = 600.856 - 6.301 × 330 × 10⁻⁶ = 600.83 kg/d* 脱硝する硝酸濃度 = 600.83 (kg/d) × 10³ / 63.01 = 9.54 × 10³ mol/d

① ギ酸量 : 反応式より 脱硝する硝酸の 1/2 倍量のギ酸が必要

$$\cdot \text{ギ酸量} = (9.54 \times 10^3 (\text{mol/d}) / 2) \times 46.03 \times 10^{-3} = 2.2 \times 10^2 \text{kg/d}$$

② 流量 : 99% - ギ酸の比重 (1.2) を使用して算出

$$\cdot 99\% - \text{ギ酸のモル数} = 1200 (\text{g/L}) / 46.03 = 26 \text{M}$$

・ 流量を XL/d とすると、

$$26 (\text{M}) \times X (\text{L/d}) = 9.54 \times 10^3 (\text{mol/d}) / 2 \quad X = 183 \text{L/d}$$

(5) 脱硝液 (Tcdfp5)

① 流量 : フローシート条件より (Tcdfp2 の H₂O) + (Tcdfp4 の脱硝反応からの H₂O)・ 脱硝反応による H₂O 量は、(4) の計算より 330L/d・ Tcdfp2 の H₂O 量は、378 kg/d = 378L/d (H₂O の密度 ; ρ = 1.00)

・ 流量 = 330 + 378 = 708L/d

② 含元素量 : フローシート条件より Tcdfp1 と同 = 6.22 × 10 kg/d

③ 硝酸 : フローシート条件より ギ酸による脱硝分の残り

$$\cdot \text{硝酸量} = 608 - 600.83 = 7.17 \text{kg/d}$$

$$\cdot \text{硝酸濃度} = 7.17 (\text{kg/d}) \times 10^3 / (63.01 \times 708 (\text{L/d})) = 0.161 \text{M}$$

④ 水 : 上記①より 水量 = 330 + 378 = 7.08 × 10² kg/d

⑤NO₂（気体）：反応式より 脱硝酸量と同モル生成

$$\cdot NO_2 \text{量} = 9.54 \times 10^3 (\text{mol/d}) \times 46 \times 10^{-3} \approx 4.39 \times 10^2 \text{kg/d}$$

・NO₂流量：NO₂を理想気体とすると NO₂ 1mol 当りの体積は 22.4 × 10⁻³ Nm³

$$NO_2 \text{流量} = 9.54 \times 10^3 (\text{mol/d}) \times 22.4 \times 10^{-3} (\text{Nm}^3) \approx 2.14 \times 10^2 \text{Nm}^3/\text{d}$$

⑥CO₂（気体）：反応式より 脱硝酸量の 1/2 モル生成

$$\cdot CO_2 \text{量} = (9.54 \times 10^3 (\text{mol/d}) / 2) \times 44 \times 10^{-3} \approx 2.1 \times 10^2 \text{kg/d}$$

・CO₂流量：CO₂を理想気体とすると CO₂ 1mol 当りの体積は 22.4 × 10⁻³ Nm³

$$CO_2 \text{流量} = (9.54 \times 10^3 (\text{mol/d}) / 2) \times 22.4 \times 10^{-3} (\text{Nm}^3) \approx 1.07 \times 10^2 \text{Nm}^3/\text{d}$$

⑦密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$$

$$= ((62.2 + 7.17 + 708) + (27.9 + 6.14 + 34)) / 708 \approx 1.194$$

* 全体重量には気体（NO₂、CO₂）重量は含まず

$$⑧ \text{気体流量} = 2.14 \times 10^2 + 1.07 \times 10^2 = 3.21 \times 10^2 \text{Nm}^3/\text{d}$$

(6) 洗浄液-1(Tcdfp6)

①流量：フローシート条件より 沈澱量に応じて供給

・脱硝により沈澱するのは、Mo、Te、50% Zr である

$$\cdot \text{沈澱量} = Mo + Te + 50\% Zr + (\text{化学形態分重量})$$

$$= 6.21 + 1.26 + 5.15 \times 0.5 + 4.33 \approx 14.4 \text{kg/d}$$

・沈澱 1kg 当り 1L の洗浄液が必要であることから、

$$\text{流量} = 15 \text{L/d}$$

②硝酸：フローシート条件より 0.001M

$$\cdot \text{硝酸量} = 0.001 (\text{M}) \times 15 (\text{L/d}) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 9.45 \times 10^{-4} \text{kg/d}$$

③水：0.5M-硝酸の密度を $\rho = 1.00$ と仮定して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.00 (\text{kg/L}) \times 15 (\text{L/d}) - 9.45 \times 10^{-4} (\text{kg/d}) \approx 1.5 \times 10 \text{kg/d}$$

(7) ろ液-1(Tcdfp7)

①流量：フローシート条件より Tcdfp5+Tcdfp6=708+15=723L/d

②含元素量：フローシート条件より Mo、Te、50% Zr 以外 = 62.2 - 10 = 5.22 × 10 kg/d

③硝酸：フローシート条件より Tcdfp5+Tcdfp6=7.17+9.45×10⁻⁴=7.17kg/d

$$\cdot \text{硝酸濃度} = 7.17 (\text{kg/d}) \times 10^3 / (63.01 \times 723 (\text{L/d})) = 0.157 \text{M}$$

④水：フローシート条件より Tcdfp5+Tcdfp6=708+15=7.23×10²kg/d

⑤密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$$

$$= ((52.2 + 7.17 + 723) + (27.9 + 1.805 + 34)) / 723 \approx 1.1702$$

(8) 共沈試薬(Tcdfp8)：モリブデン酸ナトリウム；Na₂MoO₄=206 を供給

* フローシート条件より、共沈反応分を供給

* 共沈する Zr 量は、50% Zr=5.15 (kg/d) × 0.5 = 2.58 kg/d

* 添加する共沈試薬量は、反応式より共沈 Zr 量の 2 倍量

- ①共沈試薬量 = $(2.58 \text{ (kg/d)} \times 10^3 / 91.224) \times 2 \times 206 \times 10^{-3} \approx 1.17 \times 10 \text{ kg/d}$
- ②流量 : 1M-モリブデン酸ナトリウムを供給することとし、流量 $X \text{ L/d}$ とすると、
 $1(\text{M}) \times X(\text{L/d}) \times 206 \times 10^{-3} = 11.7 \text{ (kg/d)}$ $X \approx 57 \text{ L/d}$
 * 1M-モリブデン酸ナトリウムが調整可能と仮定
- ③水 : 1M-モリブデン酸ナトリウムの密度を $\rho = 1.2$ と仮定（式量を考慮）して算出
 • 水量 = $1.2 \text{ (kg/L)} \times 57 \text{ (L/d)} - 11.7 \text{ (kg/d)} \approx 5.67 \times 10 \text{ kg/d}$

(9) 共沈溶液(Tcdfp9)

- ①流量 : フローシート条件より Tcdfp7+Tcdfp8-共沈反応の H_2O
 • 反応で消費する H_2O 量は、反応式より共沈 Zr と同量
 • 消費 H_2O 量 = $(2.58 \text{ (kg/d)} \times 10^3 / 91.224) \times 18 \times 10^{-3} = 0.509 \text{ kg/d}$
 $= 0.509 \text{ L/d}$ (H_2O の密度 ; $\rho = 1.00$)
 • 流量 = $723 + 57 - 0.509 = 779 \text{ L/d}$
- ②含元素量 : フローシート条件より Mo、Te、50%Zr 以外の元素+Tcdfp8 の Mo
 • Tcdfp8 の Mo 量は、添加したモリブデン酸ナトリウムの 96/206 倍量
 $\text{Tcdfp8 の Mo 量} = 9.4 \text{ (kg/d)} \times 96 / 206 \approx 4.38 \text{ kg/d}$
 • 含元素量 = $(2.98 + 0.947 + 18.8 + 26.9) + (2.58 + 4.38) \approx 5.66 \times 10 \text{ kg/d}$
- ③硝酸 : フローシート条件より Tcdfp7-反応硝酸
 • 反応式より、共沈反応で必要な硝酸量は共沈 Zr の 4 倍量
 $\text{反応硝酸} = (2.58 \text{ (kg/d)} \times 10^3 / 91.224) \times 4 \times 63.01 \times 10^{-3} = 7.12 \text{ kg/d}$
 • 硝酸量 = Tcdfp7-反応硝酸 = $7.17 - 7.12 = 0.05 \text{ kg/d}$
 • 硝酸濃度 = $0.05 \text{ (kg/d)} \times 10^3 / (63.01 \times 779 \text{ (L/d)}) = 0.001 \text{ M}$
- ④水 : フローシート条件より Tcdfp7+Tcdfp8+Tcdfp9+反応 H_2O
 • 水量 = $723 + 56.7 - 0.509 = 7.79 \times 10^2 \text{ kg/d}$
- ⑤ NaNO_3 : 反応式より 共沈 Zr の 4 倍量生成
 $\text{NaNO}_3 \text{ 量} = (2.58 \text{ (kg/d)} \times 10^3 / 91.224) \times 4 \times 85 \times 10^{-3} = 9.62 \text{ kg/d}$
- ⑥密度 : $\rho = (\text{全体} - 2) / (\text{流量})$ にて算出
 $\rho = (\text{全体} - 2) / (\text{流量}) = ((\text{全体} - 1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$
 $= ((56.6 + 0.05 + 779 + 9.62) + (27.9 + 34 + 5.15)) / 779 \approx 1.171$

(10) 洗浄液-2(Tcdfp10)

- ①流量 : フローシート条件より 沈殿量に応じて供給
 • 沈殿するのは、共沈反応による 50% Zr の共沈分である
 • 共沈する沈殿の分子式 : $\text{Zr(OH)}_2\text{Mo}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (≈ 465)
 • 沈殿量 = $(2.58 \text{ (kg/d)} \times 10^3 / 91.224) \times 465 \times 10^{-3} = 1.32 \times 10 \text{ kg/d}$
 • 沈殿 1kg 当り 1L の洗浄液が必要であることから、
 流量 = 15 L/d
- ②硝酸 : フローシート条件より 0.001M

- ・硝酸量 = $0.001(\text{M}) \times 15(\text{L}/\text{d}) \times 63.01 \times 10^{-3} = 9.45 \times 10^{-4} \text{kg}/\text{d}$
- ③水 : 0.5M-硝酸の密度を $\rho = 1.00$ と仮定して算出
- ・水量 = $1.00(\text{kg}/\text{L}) \times 15(\text{L}/\text{d}) - 9.45 \times 10^{-4}(\text{kg}/\text{d}) = 1.5 \times 10 \text{kg}/\text{d}$

(11) ろ液-2(Tcdfp11)

- ①流量 : フローシート条件より $Tcdfp9 + Tcdfp10 = 779 + 15 = 794 \text{L}/\text{d}$
- ②含元素量 : フローシート条件より Mo、Te、Zr 以外 = $62.2 - 12.62 = 4.96 \times 10 \text{kg}/\text{d}$
- ③硝酸 : フローシート条件より $Tcdfp9 + Tcdfp10 = 0.05 + 9.45 \times 10^{-4} = 0.05 \text{kg}/\text{d}$
- ・硝酸濃度 = $0.05(\text{kg}/\text{d}) \times 10^3 / (63.01 \times 794(\text{L}/\text{d})) = 0.001 \text{M} (\text{pH}=3)$
- ④ NaNO_3 : フローシート条件より $Tcdfp9$ と同 = $9.62 \text{kg}/\text{d}$
- ⑤水 : フローシート条件より $Tcdfp9 + Tcdfp10 = 779 + 15 = 7.94 \times 10^2 \text{kg}/\text{d}$
- ⑥密度 : $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((49.6 + 0.05 + 9.62 + 794) + (27.9 + 34)) / 794 = 1.153\end{aligned}$$

(12) リンシング液-1(Tcdfp12) : H_2O を供給

- ①流量 : フローシート条件より $Tcdfp5$ 中の沈澱量に応じて供給
 - ・ $Tcdfp5$ 中の沈澱量 = $\text{Mo} + \text{Te} + 50\% \text{Zr} + (\text{化学形態分重量})$

$$\begin{aligned}&= (6.21 + 1.26 + 5.15 \times 0.5) + (3.11 + 0.316 + 0.902) \\ &= 1.44 \times 10 \text{kg}/\text{d}\end{aligned}$$
 - ・沈澱 1kg 当り 5L のリンシング液が必要であることから、
流量 = $14.4 \times 5 = 72 \text{L}/\text{d}$
- ②水 : 水の密度 ($\rho = 1.00$) を使用して算出
 - ・水量 = $1.00(\text{kg}/\text{L}) \times 72(\text{L}/\text{d}) = 72 \text{kg}/\text{d}$

(13) 沈澱-1(Tcdfp13)

- ①流量 : フローシート条件より $Tcdfp12$ と同 = $72 \text{L}/\text{d}$
- ②含元素量 : フローシート条件より $\text{Mo} + \text{Te} + 50\% \text{Zr} = 10 \text{kg}/\text{d}$
- ③水 : フローシート条件より $Tcdfp12$ と同 = $72 \text{kg}/\text{d}$
- ④密度 : $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((10 + 72) + 4.33) / 72 = 1.199\end{aligned}$$

(14) リンシング液-2(Tcdfp14) : H_2O を供給

- ①流量 : フローシート条件より $Tcdfp9$ 中の沈澱量に応じて供給
 - ・ $Tcdfp9$ 中の沈澱量 = $50\% \text{Zr} + \text{共沈 Mo} (Tcdfp8 \text{ の Mo}) + (\text{化学形態分重量})$

$$\begin{aligned}&= 5.15 \times 0.5 + 5.42 + 5.15 = 1.32 \times 10 \text{kg}/\text{d}\end{aligned}$$
 - ・沈澱 1kg 当り 5L のリンシング液が必要であることから、
流量 = $13.2 \times 5 = 66 \text{L}/\text{d}$
- ②水 : 水の密度 ($\rho = 1.00$) を使用して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.00(\text{kg/L}) \times 66(\text{L/d}) = 66\text{kg/d}$$

(15) 沈殿-2(Tcdfp15)

①流量：フローシート条件より Tcdfp14 と同=66L/d

②含元素量：フローシート条件より 50%Zr+共沈 Mo(Tcdfp8 の Mo)=8kg/d

③水：フローシート条件より Tcdfp14 と同=66kg/d

④密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((8+66)+5.15) / 66 \approx 1.199\end{aligned}$$

(16) 沈殿物(Tcdfp16)

①流量：フローシート条件より Tcdfp13+Tcdfp15=72+66=138L/d

②含元素量：フローシート条件より Mo+Te+Zr+(Tcdfp8 の Mo)=1.8×10kg/d

③水：Tcdfp13+Tcdfp15=72+66=1.38×10²kg/d

④密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((18+138)+4.33+5.15) / 138 \approx 1.199\end{aligned}$$

(17) 沈殿溶解液(Tcdfp17)：シュウ酸を供給

①流量：フローシート条件より Tcdfp16 中の沈殿量に応じて供給

$$\begin{aligned}\cdot \text{Tcdfp16 中の沈殿量} &= \text{Mo+Te+Zr+共沈 Mo(Tcdfp8 の Mo)+(化学形態分重量)} \\ &= 18+4.33+5.15=2.75 \times 10\text{kg/d}\end{aligned}$$

・沈殿 1kg 当り 25L の溶解液が必要であることから、

$$\text{流量}=27.5 \times 25 \approx 6.88 \times 10^2\text{L/d}$$

②シュウ酸：フローシート条件より 0.5M

$$\cdot \text{シュウ酸量}=0.5(\text{M}) \times 688(\text{L/d}) \times 90 \times 10^{-3} \approx 3.1 \times 10\text{kg/d}$$

③水：0.5M-シュウ酸の密度 ($\rho=1.0181$) を使用して算出

$$\cdot \text{水量}=1.0181(\text{kg/L}) \times 688(\text{L/d}) - 31(\text{kg/d}) \approx 6.69 \times 10^2\text{kg/d}$$

(18) 再沈殿防止試薬(Tcdfp18)：硝酸を供給

* フローシート条件より Tcdfp19 の酸濃度が 1M になるように供給

①流量：

$$\cdot \text{Tcdfp19 の流量}=Tcdfp16+Tcdfp17+\text{反応 H}_2\text{O}+\text{Tcdfp18}$$

・沈殿溶解反応により生成する H₂O 量は、想定した反応式より

$$((\text{Mo の 3 倍})+(\text{Te の 2 倍})+(50\%\text{Zr の 2 倍})+(50\%\text{Zr の 11 倍}))\text{量である}$$

$$\ast \text{Mo 量}=6.21(\text{kg/d}) \times 10^3 / 95.94=64.7\text{mol/d}$$

$$\ast \text{Te 量}=1.26(\text{kg/d}) \times 10^3 / 127.6=9.87\text{mol/d}$$

$$\ast 50\%\text{Zr 量}=0.5 \times 5.15(\text{kg/d}) \times 10^3 / 91.224=28.2\text{mol/d}$$

$$\text{生成 H}_2\text{O 量}=(64.7 \times 3+9.87 \times 2+28.2 \times (2+11))(\text{mol/d}) \times 18 \times 10^{-3}$$

$$=10.4(\text{kg/d})=10.4(\text{L/d})$$

・供給する 10(M) 硝酸の流量を X(L/d) とすると、

$$\text{Tcdfp19 の流量} = 138 + 688 + 10.4 + X = 836.4 + X (\text{L/d})$$

この溶液が 1M 硝酸となることから

$$10(\text{M}) \times X(\text{L/d}) / (836.4 + X)(\text{L/d}) = 1(\text{M}) \quad X \approx 93 \text{L/d}$$

②硝酸：フローシート条件より 10M

$$\cdot \text{硝酸量} = 10(\text{M}) \times 93(\text{L/d}) \times 63.01 \times 10^{-3} = 5.86 \times 10 \text{kg/d}$$

③水：10M-硝酸の密度 ($\rho = 1.2984$) を使用して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.2984(\text{kg/L}) \times 93(\text{L/d}) - 58.6(\text{kg/d}) \approx 6.22 \times 10 \text{kg/d}$$

(19) HLLW(Tcdfp19)

①流量：フローシート条件より $\text{Tcdfp16} + \text{Tcdfp17} + \text{反応 H}_2\text{O} + \text{Tcdfp18}$

$$\cdot \text{反応 H}_2\text{O} \text{ は(18)より } 10.4 \text{L/d}$$

$$\cdot \text{流量} = 138 + 688 + 10.4 + 93 = 929 (\text{L/d})$$

②含元素：フローシート条件より Tcdfp16 と同 $= 1.8 \times 10 \text{kg/d}$

③硝酸：フローシート条件より Tcdfp18 と同 $= 5.86 \times 10 \text{kg/d}$

$$\cdot \text{硝酸濃度} = 58.6(\text{kg/d}) \times 10^3 / (63.01 \times 929(\text{L/d})) = 1\text{M}$$

④シウ酸：フローシート条件より Tcdfp17 と同 $= 3.1 \times 10 \text{kg/d}$

$$\cdot \text{シウ酸濃度} = 31(\text{kg/d}) \times 10^3 / (90 \times 929(\text{L/d})) = 0.37\text{M}$$

⑤水：フローシート条件より

$$\text{Tcdfp16} + \text{Tcdfp17} + \text{反応 H}_2\text{O} + \text{Tcdfp18} = 138 + 669 + 10.4 + 62.2 = 8.8 \times 10^2 \text{kg/d}$$

⑥密度： $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量}) = (18+58.6+31+880) / 929 \approx 1.063$$

* 化学形態分重量は、本溶液のシウ酸及び反応 H_2O にて考慮

参考-9. TA システムにおける TALSPEAK 法の物質収支計算

(1) 供給液(TA1)：前処理法の物質収支計算値を使用

①流量：33L/hr (794L/d)

②硝酸濃度：0.001M (pH=3)

③抽出元素量 (Am, Cm, RE) : 28.7g/L

(2) 洗浄液(TA2)

①流量：フローシート条件より $\text{TA3} \times 0.2 = 346 \times 0.2 = 70 \text{L/hr}$

②HCOOH：フローシート条件より HCOOH 濃度=0.5M

$$\cdot \text{HCOOH 量} = 0.5(\text{M}) \times 70(\text{L/hr}) \times 46 \times 10^{-3} \approx 1.61 \text{kg/hr}$$

* HCOOH (乙酸) ≈ 46

③水：仮定条件より 4%-酢酸の密度 ($\rho = 1.0027$) を使用して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.0027(\text{kg/L}) \times 70(\text{L/hr}) - 1.61(\text{kg/hr}) \approx 6.86 \times 10 \text{kg/hr}$$

(3) 抽出溶媒(TA3)

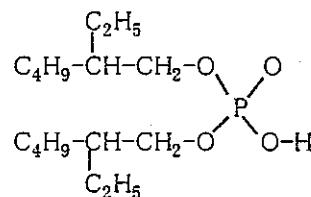
- ① 流量：フローシート条件より 溶媒の金属装荷度を 2.74(g/L)に調整
流量を X(L/hr)とすると、

$$X(L/hr) \times 2.74(g/L) = 33(L/hr) \times 28.7(g/L) \quad X=346L/hr$$

- ② HDEHP：フローシート条件より HDEHP 濃度=0.3M

$$\cdot \text{HDEHP 量} = 0.3(M) \times 346(L/hr) \times 322 \times 10^{-3} \approx 3.34 \times 10\text{kg/hr}$$

* HDEHP ; di-2-ethylhexylphosphoric acid $C_{16}H_{35}O_4P \approx 322$



- ③ TBP：フローシート条件より TBP 濃度=0.2M

$$\cdot \text{TBP 量} = 0.2(M) \times 346(L/hr) \times 266 \times 10^{-3} \approx 1.84 \times 10\text{kg/hr}$$

- ④ n-DD : 30%-TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出

$$\cdot \text{n-DD 量} = 0.815(\text{kg/L}) \times 346(\text{L/hr}) - (33.4 + 18.4)(\text{kg/hr}) \approx 2.3 \times 10^2\text{kg/hr}$$

(4) 抽出残液(TA4)

- ① 流量：フローシート条件より TA1+TA2=33+70=103L/hr

- ② 含元素量：フローシート条件より RE 以外の FP(Zr, Mo, Te は除く)=1.12kg/hr

- ③ 硝酸：フローシート条件より 硝酸量=TA1 と同=0.00212kg/hr

$$\cdot \text{硝酸濃度} = 0.00212(\text{kg/hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 103(\text{L/hr})) = 0.000327\text{M} (\text{pH} \approx 3.5)$$

- ④ NaNO₃：フローシート条件より TA1 と同=0.4kg/hr

- ⑤ HC0OH：フローシート条件より TA2 と同=1.61kg/hr

$$\cdot \text{HC0OH 濃度} = 1.61(\text{kg/hr}) \times 10^3 / (46 \times 103(\text{L/hr})) = 0.34\text{M}$$

* 仮定条件より、硝酸と HC0OH (辛酸) の分解反応なし

- ⑥ 水：フローシート条件より 水量=TA1+TA2=33.1+68.6=1.02×10²kg/hr

- ⑦ 密度： $\rho = (\text{全體}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned} \rho &= (\text{全體}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全體}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((1.12 + 0.00212 + 0.4 + 102) + 1.42) / 103 \approx 1.0189 \end{aligned}$$

(5) 装荷溶媒-1(TA5)

- ① 流量：フローシート条件より TA3 と同=346L/hr

- ② 含元素量：フローシート条件より

$$Am, Cm, RE = 0.124 + 0.0395 + 0.783 = 0.947\text{kg/hr}$$

$$(\text{含元素}(Am, Cm, RE)) = 0.947(\text{kg/hr}) \times 10^3 / 346(\text{L/hr}) = 2.74\text{g/L}$$

- ③ 硝酸：仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視

- ④ HDEHP：フローシート条件より TA3 と同=3.34×10kg/hr

- ⑤ TBP：フローシート条件より TA3 と同=1.84×10kg/hr

- ⑥ n-DD：フローシート条件より TA3 と同=2.3×10²kg/hr

⑦密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.947+33.4+18.4+230) + 1.16) / 346 \approx 0.8205\end{aligned}$$

(6) 抽出溶媒(TA6)

①流量：フローシート条件より $TA5 \times 0.12 = 346 \times 0.12 = 42L/hr$

②HDEHP：フローシート条件より HDEHP 濃度=0.3M

$$\cdot HDEHP \text{ 量} = 0.3(M) \times 42(L/hr) \times 322 \times 10^{-3} \approx 4.06kg/hr$$

③n-DD：30%-TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出

$$\cdot n-DD \text{ 量} = 0.815(kg/L) \times 42(L/hr) - 4.06(kg/hr) \approx 3.02 \times 10kg/hr$$

(7) Am, Cm 逆抽出液(TA7)

①流量：フローシート条件より $TA5 \times 0.22 = 346 \times 0.22 = 76L/hr$

②硝酸：フローシート条件より 硝酸濃度；pH=3(0.001M)

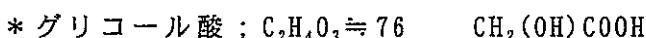
$$\cdot \text{硝酸量} = 0.001(M) \times 76(L/hr) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 4.79 \times 10^{-3}kg/hr$$

③DTPA：フローシート条件より DTPA 濃度=0.05M

$$\cdot DTPA \text{ 量} = 0.05(M) \times 76(L/hr) \times 393.35 \times 10^{-3} \approx 1.49kg/hr$$

④グリコール酸：フローシート条件より グリコール酸濃度=1M

$$\cdot \text{グリコール酸量} = 1(M) \times 76(L/hr) \times 76 \times 10^{-3} \approx 5.78kg/hr$$



⑤水：仮定条件より 10%-乳酸ナトリウムの密度 ($\rho = 1.0478$) を使用して算出

$$\cdot \text{水量} = 1.0478(kg/L) \times 76(L/hr) - (0.00479+1.49+5.78)(kg/hr)$$

$$\approx 7.24 \times 10kg/hr$$

(8) Am, Cm 製品(TA8)

①流量：フローシート条件より TA7 と同=76L/hr

②含元素量：フローシート条件より $Am+Cm=0.164kg/hr$

$$(\text{含元素 } (Am, Cm)) = 0.164(kg/hr) \times 10^3 / 76(L/hr) = 2.16g/L$$

③硝酸：フローシート条件より 硝酸量=TA7 と同= $4.79 \times 10^{-3}kg/hr$

$$\cdot \text{硝酸濃度} = 0.00479(kg/hr) \times 10^3 / (63.01 \times 76(L/hr)) = 0.001M(pH=3)$$

④DTPA：フローシート条件より TA7 と同=1.49kg/hr

$$\cdot DTPA \text{ 濃度} = 1.49(kg/hr) \times 10^3 / (393.35 \times 76(L/hr)) = 0.05M$$

⑤グリコール酸：フローシート条件より TA7 と同=5.78kg/hr

$$\cdot \text{グリコール酸濃度} = 5.78(kg/hr) \times 10^3 / (76 \times 76(L/hr)) = 1M$$

⑥水：フローシート条件より 水量=TA7 と同=7.24×10kg/hr

⑦密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned}\rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.164+0.00479+1.49+5.78+72.4) + 0.125) / 76 \approx 1.0522\end{aligned}$$

(9) 装荷溶媒-2(TA9)

- ①流量：フローシート条件より $TA5+TA6=346+42=388L/hr$
- ②含元素量：フローシート条件より $RE=0.783kg/hr$
 $(\text{含元素 } (RE) = 0.783(kg/hr) \times 10^3 / 388(L/hr) = 2.02g/L)$
- ③硝酸：仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視
- ④HDEHP：フローシート条件より $TA5+TA6=33.4+4.06=3.75 \times 10kg/hr$
 $\cdot HDEHP \text{ 濃度} = 37.5(kg/hr) \times 10^3 / (322 \times 388(L/hr)) = 0.3M$
- ⑤TBP：フローシート条件より $TA5 \text{ と同} = 1.84 \times 10kg/hr$
 $\cdot TBP \text{ 濃度} = 18.4(kg/hr) \times 10^3 / (266 \times 388(L/hr)) = 0.18M$
- ⑥n-DD：フローシート条件より $TA5+TA6=230+30.2=2.6 \times 10^2kg/hr$
- ⑦密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出
 $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$
 $= ((0.783+37.5+18.4+260) + 1.039) / 388 = 0.8189$

(10) RE 逆抽出液(TA10)

- ①流量：フローシート条件より $TA7 \text{ と同} = 76L/hr$
- ②硝酸：フローシート条件より 硝酸濃度=6M
 $\cdot \text{硝酸量} = 6(M) \times 76(L/hr) \times 63.01 \times 10^{-3} = 2.87 \times 10kg/hr$
- ③水：6M-硝酸の密度 ($\rho = 1.1896$) を使用して算出
 $\cdot \text{水量} = 1.1896(kg/L) \times 76(L/hr) - 28.7(kg/hr) = 6.17 \times 10kg/hr$

(11) RE 廃液(TA11)

- ①流量：フローシート条件より $TA10 \text{ と同} = 76L/hr$
- ②含元素量：フローシート条件より $TA9 \text{ と同} = 0.783kg/hr$
- ③硝酸：フローシート条件より 硝酸量=TA10 と同= $2.87 \times 10kg/hr$
 $\cdot \text{硝酸濃度} = 28.7(kg/hr) \times 10^3 / (63.01 \times 76(L/hr)) = 6M$
- ④水：フローシート条件より 水量=TA10 と同= $6.17 \times 10kg/hr$
- ⑤密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出
 $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量})$
 $= ((0.783+28.7+61.7) + 1.039) / 76 = 1.2134$

(12) 使用済溶媒(TA12)

- ①流量：フローシート条件より $TA9 \text{ と同} = 388L/hr$
- ②含元素量：フローシート条件より 無し
- ③硝酸：仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視
- ④HDEHP：フローシート条件より $TA9 \text{ と同} = 3.75 \times 10kg/hr$
 $\cdot HDEHP \text{ 濃度} = 37.5(kg/hr) \times 10^3 / (322 \times 388(L/hr)) = 0.3M$
- ⑤TBP：フローシート条件より $TA9 \text{ と同} = 1.84 \times 10kg/hr$
 $\cdot TBP \text{ 濃度} = 18.4(kg/hr) \times 10^3 / (266 \times 388(L/hr)) = 0.18M$
- ⑥n-DD：フローシート条件より $TA9 \text{ と同} = 2.6 \times 10^2kg/hr$
- ⑦密度： $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体} - 1) / (\text{流量}) = (37.5 + 18.4 + 260) / 388 \approx 0.8142$$

参考-10. TA システムにおける製品溶液組成変換法の物質収支計算

(1) Am, Cm 製品 (Tsfc1) : TALSPEAK 法の物質収支計算値を使用

- ① 流量 : 76L/hr
- ② 硝酸濃度 : pH=~3
- ③ 抽出元素量 (Am, Cm) : 2.16g/L

(2) Am, Cm 逆抽出液 (Tsfc2)

- ① 流量 : フローシート条件より $Tsfc3 \times 0.55 = 60 \times 0.55 = 33\text{L/hr}$
- ② 硝酸 : フローシート条件より 硝酸濃度 ; pH=1.5 (0.032M)
・ 硝酸量 = $0.032(\text{M}) \times 33(\text{L}/\text{hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 6.65 \times 10^{-2}\text{kg}/\text{hr}$
- ③ DTPA : フローシート条件より DTPA 濃度 = 0.05M
・ DTPA 量 = $0.05(\text{M}) \times 33(\text{L}/\text{hr}) \times 393.35 \times 10^{-3} \approx 0.649\text{kg}/\text{hr}$
- ④ グリコール酸 : フローシート条件より グリコール酸濃度 = 1M
・ グリコール酸量 = $1(\text{M}) \times 33(\text{L}/\text{hr}) \times 76 \times 10^{-3} \approx 2.51\text{kg}/\text{hr}$
- ⑤ 水 : 仮定条件より 10% - 乳酸ナトリウムの密度 ($\rho = 1.0478$) を使用して算出
・ 水量 = $1.0478(\text{kg}/\text{L}) \times 33(\text{L}/\text{hr}) - (0.0665 + 0.649 + 2.51)(\text{kg}/\text{hr})$
 $\approx 3.14 \times 10\text{kg}/\text{hr}$

(3) 抽出溶媒 (Tsfc3)

- ① 流量 : フローシート条件より 溶媒の金属装荷度を 2.74(g/L) に調整
流量を X(L/hr) とすると、
 $X(\text{L}/\text{hr}) \times 2.74(\text{g}/\text{L}) = 76(\text{L}/\text{hr}) \times 2.16(\text{g}/\text{L}) \quad X = 60\text{L}/\text{hr}$
- ② HDEHP : フローシート条件より HDEHP 濃度 = 0.3M
・ HDEHP 量 = $0.3(\text{M}) \times 60(\text{L}/\text{hr}) \times 322 \times 10^{-3} \approx 4.79\text{kg}/\text{hr}$
- ③ n-DD : 30% - TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出
・ n-DD 量 = $0.815(\text{kg}/\text{L}) \times 60(\text{L}/\text{hr}) - 4.79(\text{kg}/\text{hr}) \approx 4.41 \times 10\text{kg}/\text{hr}$

(4) 抽出残液 (Tsfc4)

- ① 流量 : フローシート条件より $Tsfc1 + Tsfc2 = 76 + 33 = 109\text{L}/\text{hr}$
- ② 含元素量 : フローシート条件より 無し
- ③ 硝酸 : フローシート条件より
硝酸量 = $Tsfc1 + Tsfc2 = 0.00479 + 0.0665 = 7.13 \times 10^{-2}\text{kg}/\text{hr}$
・ 硝酸濃度 = $0.0713(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 109(\text{L}/\text{hr})) = 0.01\text{M} (\text{pH}=~2)$
- ④ DTPA : フローシート条件より $Tsfc1 + Tsfc2 = 1.49 + 0.649 = 2.14\text{kg}/\text{hr}$
・ DTPA 濃度 = $2.14(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (393.35 \times 109(\text{L}/\text{hr})) = 0.05\text{M}$
- ⑤ グリコール酸 : フローシート条件より $Tsfc1 + Tsfc2 = 5.78 + 2.51 = 8.29\text{kg}/\text{hr}$
・ グリコール酸濃度 = $23.8(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^3 / (90.08 \times 264(\text{L}/\text{hr})) = 1\text{M}$

⑥水：フローシート条件より 水量=Tsfc1+Tsfc2=72.4+31.4=1.04×10³kg/hr

⑥密度： $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出

$$\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量}) = (0.0713+2.14+8.29+104) / 109 \approx 1.0505$$

(5) 装荷溶媒 (Tsfc5)

①流量：フローシート条件より Tsfc3 と同=60L/hr

②含元素量：フローシート条件より Tsfc1 と同(Am, Cm)=0.164kg/hr

$$(\text{含元素 } (Am, Cm)) = 0.164 (\text{kg/hr}) \times 10^3 / 60 (\text{L/hr}) = 2.74 \text{g/L}$$

③硝酸：仮定条件より溶媒への硝酸の抽出は無視

④HDEHP：フローシート条件より Tsfc3 と同=4.79kg/hr

⑤n-DD：フローシート条件より Tsfc3 と同=4.41×10kg/hr

⑥密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned} \rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.164+4.79+44.1) + 0.125) / 60 \approx 0.8197 \end{aligned}$$

(6) 洗浄溶媒 (Tsfc6)

①流量：フローシート条件より Tsfc3×0.18=60×0.18=10L/hr

②HDEHP：フローシート条件より HDEHP 濃度=0.3 M

$$\cdot HDEHP \text{ 量}=0.3 (M) \times 10 (\text{L/hr}) \times 322 \times 10^{-3} \approx 0.966 \text{kg/hr}$$

③n-DD：30%-TBP の密度 ($\rho = 0.815$) を使用して算出

$$\cdot n-DD \text{ 量}=0.815 (\text{kg/L}) \times 10 (\text{L/hr}) - 0.966 (\text{kg/hr}) \approx 7.18 \text{kg/hr}$$

(7) Am, Cm 逆抽出液 (Tsfc7)

①流量：フローシート条件より Tsfc3×0.55=60×0.55=33L/hr

②硝酸：フローシート条件より 硝酸濃度=1M

$$\cdot 硝酸量=1 (M) \times 33 (\text{L/hr}) \times 63.01 \times 10^{-3} \approx 2.08 \text{kg/hr}$$

③水：仮定条件より 1M-硝酸の密度 ($\rho = 1.0296$) を使用して算出

$$\cdot 水量=1.0296 (\text{kg/L}) \times 33 (\text{L/hr}) - 2.08 (\text{kg/hr}) \approx 3.19 \times 10 \text{kg/hr}$$

(8) Am, Cm 製品 (Tsfc8)

①流量：フローシート条件より Tsfc7 と同=33L/hr

②含元素量：フローシート条件より Tsfc5 と同=0.164kg/hr

$$(\text{含元素 } (Am, Cm)) = 0.164 (\text{kg/hr}) \times 10^3 / 33 (\text{L/hr}) = 4.98 \text{g/L}$$

③硝酸：フローシート条件より 硝酸量=Tsfc7 と同=2.08kg/hr

$$\cdot 硝酸濃度=2.08 (\text{kg/hr}) \times 10^3 / (63.01 \times 33 (\text{L/hr})) \approx 1M$$

④水：フローシート条件より 水量=Tsfc7 と同=3.19×10kg/hr

⑤密度： $\rho = (\text{全体}-2) / (\text{流量})$ にて算出

$$\begin{aligned} \rho &= (\text{全体}-2) / (\text{流量}) = ((\text{全体}-1) + (\text{化学形態分})) / (\text{流量}) \\ &= ((0.164+2.08+31.9) + 0.125) / 33 \approx 1.0385 \end{aligned}$$

(9) 使用 激溶媒 (T_{sfc9})

- ① 流量 : フローシート条件より $T_{sfc5}+T_{sfc6}=60+10=70L/hr$
- ② 含元素量 : フローシート条件より 無し
- ③ 硝酸 : 假定条件より 激溶媒への硝酸の抽出は無視
- ④ HDEHP : フローシート条件より $T_{sfc5}+T_{sfc6}=4.79+0.966=5.76kg/hr$
- ⑤ n-DD : フローシート条件より $T_{sfc5}+T_{sfc6}=44.1+7.18=5.13\times10kg/hr$
- ⑥ 密度 : $\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量})$ にて算出
$$\rho = (\text{全体}-1) / (\text{流量}) = (5.76+51.3) / 70 \approx 0.8151$$

以 上