

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6959565号
(P6959565)

(45) 発行日 令和3年11月2日(2021.11.2)

(24) 登録日 令和3年10月12日(2021.10.12)

(51) Int. Cl. F I
B 2 3 D 21/04 (2006.01) B 2 3 D 21/04
G 2 1 C 19/02 (2006.01) G 2 1 C 19/02 1 0 0

請求項の数 4 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-43918 (P2017-43918) (22) 出願日 平成29年3月8日(2017.3.8) (65) 公開番号 特開2018-144194 (P2018-144194A) (43) 公開日 平成30年9月20日(2018.9.20) 審査請求日 令和2年2月5日(2020.2.5)</p> <p>特許法第30条第2項適用 (公開1・2) 開催日 平成28年9月8日 集会名 日本原子力学会「2016年秋の大会」 開催場所 久留米シティプラザ(福岡県久留米市六ツ門町8-1)</p>	<p>(73) 特許権者 505374783 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 茨城県那珂郡東海村大字舟石川765番地1</p> <p>(73) 特許権者 000006208 三菱重工株式会社 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号</p> <p>(74) 代理人 100113608 弁理士 平川 明</p> <p>(74) 代理人 100126505 弁理士 佐貫 伸一</p> <p>(74) 代理人 100131392 弁理士 丹羽 武司</p> <p>(74) 代理人 100175190 弁理士 大竹 裕明</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 遠隔加工装置及び遠隔加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

棒状体が集合する集合体の特定の棒状体に機械加工を施す遠隔加工装置であって、
 前記棒状体に加工を施す加工ツールと、
 前記加工ツールをスイングさせる第1のスイング機構を介して前記加工ツールが先端側に設けられたアームであり、先端側とその反対側とを相対的に捻転させる捻転機構を有する第1のアームと、
 前記第1のアームをスイングさせる第2のスイング機構を介して前記第1のアームが先端側に設けられた第2のアームと、
 前記加工ツールから出し入れ可能な可動式の突出部材を前記加工ツールから突き出し、前記加工ツールが機械加工を施す前記特定の棒状体の付近にある他の棒状体に接触させ、前記特定の棒状体から反力を受ける前記加工ツールを支持する反力受け部を備える、
 遠隔加工装置。

【請求項2】

前記加工ツール、前記第1のアーム及び前記第2のアームは、直線状に伸ばした状態で前記集合体に側方から挿入され、
 前記第1のアームは、前記第1のアームと前記第2のアームとの連結部分が前記集合体内に位置する状態において、前記棒状体と平行になるように前記第2のスイング機構でスイングされ、
 前記加工ツールは、前記第1のスイング機構のスイング方向が前記特定の棒状体へ向か

うように前記捻転機構で前記第 1 のアームの先端側の向きが調整された後、前記特定の棒状体の方へ向くように前記第 1 のスイング機構でスイングされる、

請求項 1 に記載の遠隔加工装置。

【請求項 3】

前記集合体は、前記棒状体が互いに隙間を空けて縦横に整列したものである、

請求項 1 または 2 に記載の遠隔加工装置。

【請求項 4】

棒状体が集合する集合体の特定の棒状体に機械加工を施す遠隔加工方法であって、

請求項 1 から 3 のうち何れか一項の遠隔加工装置が備える前記加工ツール、前記第 1 のアーム及び前記第 2 のアームを、直線状に伸ばした状態で前記集合体に側方から挿入し、

前記第 1 のアームを、前記第 1 のアームと前記第 2 のアームとの連結部分が前記集合体内に位置する状態において、前記棒状体と平行になるように前記第 2 のスイング機構でスイングし、

前記加工ツールを、前記第 1 のスイング機構のスイング方向が前記特定の棒状体へ向かうように前記捻転機構で前記第 1 のアームの先端側の向きが調整された後、前記特定の棒状体の方へ向くように前記第 1 のスイング機構でスイングする、

遠隔加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、遠隔加工装置及び遠隔加工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、狭小で人の手が届かない箇所での機械加工を実現するべく、各種の装置類が提案されている（例えば、特許文献 1 - 2 を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2003 - 94236 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 15413 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

管やその他の棒状体が集合する狭小な箇所において、特定の棒状体に機械加工を施したい場合、棒状体の隙間に機械加工用のツールを通すことになる。そして、機械加工時には、棒状体から受ける反力に耐えられるようにツールを支持する。なお、棒状体が集合する狭小な箇所としては、例えば、新型転換炉原型炉施設ふげんに用いられているような圧力管型原子炉、水管が密集するボイラーの燃焼室内、使用済み核燃料を貯蔵する燃料プールの燃料ラック、配管を多数擁する化学プラント等が挙げられる。

【0005】

しかし、棒状体が集合する狭小な箇所に、例えば、ロボットアームのような長尺の道具でツールを入れた場合、機械加工時にツールが棒状体から受ける反力に耐えるようにツールを当該長尺の道具で支持することは難しい。そこで、本願は、棒状体が密集する狭小な箇所に挿入して特定の棒状体に機械加工を施しても、棒状体から受ける反力に耐えられる遠隔加工装置及び遠隔加工方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するため、本発明では、棒状体に加工を施す加工ツールを、スイング機構や捻転機構を設けたアームの先端に設けると共に、当該加工ツールから出し入れ可能な可動式の突出部材を設け、当該加工ツールで棒状体に加工を施す際は当該突出部材を突出

10

20

30

40

50

させて他の棒状体に接触させ、反力をこれで受けることにした。

【0007】

詳細には、本発明は、棒状体が集合する集合体の特定の棒状体に機械加工を施す遠隔加工装置であって、棒状体に加工を施す加工ツールと、加工ツールをスイングさせる第1のスイング機構を介して加工ツールが先端側に設けられたアームであり、先端側とその反対側とを相対的に捻転させる捻転機構を有する第1のアームと、第1のアームをスイングさせる第2のスイング機構を介して第1のアームが先端側に設けられた第2のアームと、加工ツールから出し入れ可能な可動式の突出部材を加工ツールから突き出し、加工ツールが機械加工を施す特定の棒状体の付近にある他の棒状体に接触させ、特定の棒状体から反力を受ける加工ツールを支持する反力受け部を備える。

10

【0008】

このような遠隔加工装置であれば、例えば、少なくとも2以上ある各アームを棒状体の隙間に集合体の側方から挿入した状態で、何れかのアームを棒状体と平行な形態にしてからスイングさせたり、アームの先端に設けられた加工ツールをスイングさせたりすることができるので、加工ツールを集合体内で適宜の位置に配置することができる。そして、加工ツールには、可動式の突出部材が設けられており、機械加工を施す際には加工対象の周辺にある棒状体に当該突出部材が接触して加工ツールを支持するので、機械加工により反力を受ける加工ツールが動いて加工に支障を来すことが無い。

【0009】

なお、加工ツール、第1のアーム及び第2のアームは、例えば、直線状に伸ばした状態で集合体に側方から挿入され、第1のアームは、第1のアームと第2のアームとの連結部分が集合体内に位置する状態において、棒状体と平行になるように第2のスイング機構でスイングされ、加工ツールは、第1のスイング機構のスイング方向が特定の棒状体へ向かうように捻転機構で第1のアームの先端側の向きが調整された後、特定の棒状体の方へ向くように第1のスイング機構でスイングされてもよい。加工ツールや各アームをこのように動かせば、加工ツールが集合体内の適宜の位置に配置された状態になるので、棒状体に加工ツールで加工を施すことが可能となる。

20

【0010】

また、集合体は、棒状体が互いに隙間を空けて縦横に整列したものであってもよい。集合体がこのように構成されていれば、加工ツールや各アームを直線状の形態で集合体に側方から挿入することが可能となるため、加工ツールを所望の位置へ配置することが容易となる。

30

【0011】

また、本発明は、方法の側面から捉えることも可能である。例えば、本発明は、棒状体が集合する集合体の特定の棒状体に機械加工を施す遠隔加工方法であって、上記の遠隔加工装置が備える加工ツール、第1のアーム及び第2のアームを、直線状に伸ばした状態で集合体に側方から挿入し、第1のアームを、第1のアームと第2のアームとの連結部分が集合体内に位置する状態において、棒状体と平行になるように第2のスイング機構でスイングし、加工ツールを、第1のスイング機構のスイング方向が特定の棒状体へ向かうように捻転機構で第1のアームの先端側の向きが調整された後、特定の棒状体の方へ向くように第1のスイング機構でスイングするものであってもよい。

40

【発明の効果】

【0012】

上記の遠隔加工装置及び遠隔加工方法であれば、棒状体が密集する狭小な箇所に挿入して特定の棒状体に機械加工を施しても、棒状体から受ける反力に耐えられる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、実施形態に係る試料採取装置を示した図である。

【図2】図2は、試料採取装置の各部の詳細を示した図である。

【図3】図3は、試料採取装置が実現可能な動作を示した図である。

50

【図４】図４は、試料採取装置の適用対象物の一例を示した図である。

【図５】図５は、原子炉の内部構造を側方から示した全体構成図である。

【図６】図６は、原子炉の内部構造を上方から示した部分拡大図である。

【図７】図７は、制御棒案内管の試料を採取する際の試料採取装置の動作例を示した図である。

【図８】図８は、試料の採取準備が整った状態の加工ツールを示した図である。

【図９】図９は、防振板の試料を採取する際の試料採取装置の動作例を示した図である。

【図１０】図１０は、試料の採取準備が整った状態の加工ツールを示した図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

以下、本願発明の実施形態について説明する。以下に示す実施形態は、本願発明の一態様であり、本願発明の技術的範囲を以下の態様に限定するものではない。

【００１５】

図１は、実施形態に係る試料採取装置を示した図である。試料採取装置１は、棒状体が集合する集合体の特定の棒状体に機械加工を施す遠隔加工装置であり、図１に示すように、加工ツール２、アーム３（本願でいう「第１のアーム」の一例である）、アーム４（本願でいう「第２のアーム」の一例である）を備える。試料採取装置１は、オペレータが操作する操作盤を通じて遠隔操作される。加工ツール２には、加工ツール２付近の様子をオペレータの監視モニタに映す撮像手段が設けられていてもよい。

【００１６】

図２は、試料採取装置１の各部の詳細を示した図である。試料採取装置１の先端部分を形成する加工ツール２は、ボディ２０、刃物２１、ストッパ２２、反力受２３（本願でいう「反力受け部」の一例である）、軸２４（本願でいう「第１のスイング機構」の一例である）を備える。ボディ２０は、軸２４を介してアーム３の先端に設けられている。ボディ２０には、駆動装置類が連結されており、軸２４を中心に約９０度の範囲内で遠隔操作によりスイング可能である。ボディ２０には、刃物２１を回転駆動させ、刃物２１や反力受２３を出し入れする機構が内蔵されている。刃物２１は、回転式の切削刃であり、例えば、棒状体を切削し、切削によって切り出した試料を収容する機能を発揮する。ストッパ２２は、切削中の刃物２１が棒状体へ過剰に食い込むのを抑制する役割を果たす部材であり、切削対象の棒状体に接触することで刃物２１と棒状体との位置関係を適当に保つ。反力受２３は、ボディ２０の外周面において周方向沿いに９０度毎に均等配置されている部材であり、遠隔操作によりボディ２０の外周面から突き出たり引っ込んだりする。反力受２３は、刃物２１が棒状体を切削する際、加工ツール２が棒状体から受ける反力で動かないよう、試料採取装置１が用いられる箇所（加工箇所）の構造物に接触する部材であり、当該構造物の寸法に合わせて突出量や突出箇所が設計されている。なお、加工ツール２は軸２４を含んでおり、軸２４を中心に回転するのはボディ２０であって軸２４ではないが、説明の便宜上、以下においてはボディ２０が軸２４を中心に回転することを加工ツール２の回転と表現する場合がある。

【００１７】

また、先端に加工ツール２が設けられたアーム３は、アームボディ３１、軸３２、シリンダ３３を備える。アームボディ３１は、アーム４の先端に軸３２（本願でいう「第１のスイング機構」の一例である）を介して延設される棒状体である。アームボディ３１は、アームボディ３１を長手方向に伸縮させる機構を内蔵しており、遠隔操作によって伸縮可能である。また、アームボディ３１は、加工ツール２が設けられている先端側と、アーム４が設けられている側とを相対的に捻転させる機構を内蔵しており、遠隔操作によって捻転可能である。また、アームボディ３１は、遠隔操作によって伸縮されるシリンダ３３により、軸３２を中心に９０度の範囲で回転可能である。なお、アーム３はアームボディ３１の他に軸３２とシリンダ３３を含んでおり、軸３２を中心に回転するのはアームボディ３１であって軸３２やシリンダ３３ではないが、説明の便宜上、以下においてはアームボディ３１が軸３２を中心に回転することをアーム３の回転と表現する場合がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

また、先端にアーム 3 が設けられたアーム 4 は、アームボディ 4 0 とクランプシリンダ 4 1 と突起 4 2 を備える。アームボディ 4 0 は、アームボディ 3 1 と同様、遠隔操作によってアームボディ 4 0 を長手方向に伸縮させる機構を内蔵する伸縮可能な棒状体である。また、アームボディ 4 0 は、アームボディ 4 0 が挿入される管の内周面を押圧することにより、試料採取装置 1 全体の姿勢を保持するクランプシリンダ 4 1 を備える。クランプシリンダ 4 1 は、遠隔操作によってアームボディ 4 0 の外周面から突き出たり引っ込んだりする。突起 4 2 は、クランプシリンダ 4 1 の突出方向からアームボディ 4 0 の中心軸回りに 1 2 0 度傾く方向へ向かって突出する突起であり、アームボディ 4 0 が挿入される管の内周面をクランプシリンダ 4 1 が押圧する際、当該内周面に接触する。

10

【 0 0 1 9 】

図 3 は、試料採取装置 1 が実現可能な動作を示した図である。試料採取装置 1 は、図 3 (1) に示すように、アーム 3 やアーム 4 を伸縮可能である。また、試料採取装置 1 は、図 3 (2) に示すように、アーム 3 を捻転可能である。また、試料採取装置 1 は、図 3 (3) に示すように、軸 2 4 を中心に加工ツール 2 が回転したり、軸 3 2 を中心にアーム 3 が回転したりすることにより、軸 2 4 や軸 3 2 の部分で屈曲可能である。試料採取装置 1 は、このような動作を実現できるため、例えば、以下に例示するように、棒状体が密集する狭小な箇所へ挿入し、特定の棒状体に機械加工を施すことができる。

【 0 0 2 0 】

図 4 は、試料採取装置 1 の適用対象物の一例を示した図である。試料採取装置 1 は、例えば、日本国福井県にある新型転換炉原型炉施設ふげんの原子炉 1 0 0 から試料を採取する際に用いることが可能である。新型転換炉原型炉施設ふげんの原子炉 1 0 0 は、圧力管型の原子炉であり、図 4 に示すように、炉心タンク 1 0 1、炉心タンク 1 0 1 における核反応によって放射される放射線を遮る遮蔽体 1 0 2 U、1 0 2 S、1 0 2 B を備える。遮蔽体 1 0 2 S には、原子炉 1 0 0 の通常運転中に原子炉 1 0 0 内に供給されるヘリウムガスを原子炉 1 0 0 の内外で循環させるヘリウム循環系のヘリウム配管 1 0 2 S P が、原子炉 1 0 0 の内部へ物理的にアクセス可能な経路の一つとして備わっている。長年使用された原子炉 1 0 0 内の放射線量は比較的高い。よって、解体する原子炉 1 0 0 の放射能インベントリの評価に用いる原子炉 1 0 0 内の構造物の試料を、作業者の被ばく量を可及的に抑制しながら採取することが求められる。

20

30

【 0 0 2 1 】

図 5 は、原子炉 1 0 0 の内部構造を側方から示した全体構成図である。また、図 6 は、原子炉 1 0 0 の内部構造を上方から示した部分拡大図である。原子炉 1 0 0 は、運転中に内部が重水とヘリウムで満たされるカランドリアタンク 1 0 3 を、外側から遮蔽体 1 0 2 U、1 0 2 S、1 0 2 B で覆う構造となっている。そして、炉心タンク 1 0 1 は、カランドリアタンク 1 0 3 の中に立設されている。また、原子炉 1 0 0 は、燃料集合体が各々装荷される 2 2 4 本の圧力管 1 0 5 が原子炉 1 0 0 の中心部を上下に貫通する構造を有する。圧力管 1 0 5 は、図 6 を見ると判るように、互いに隙間を空けて縦横に規則正しく整理している。圧力管 1 0 5 は、カランドリア管 1 0 4 に挿通されており、カランドリア管 1 0 4 と共に二重管構造を形成する。原子炉 1 0 0 の中心部には、カランドリア管 1 0 4 や圧力管 1 0 5 の他に、原子炉 1 0 0 内に抜き差しされる制御棒を案内するための制御棒案内管 1 0 6 が 4 9 本設けられている。制御棒案内管 1 0 6 は、カランドリア管 1 0 4 の隙間に配置されており、原子炉 1 0 0 の中心部の適当な箇所に離散配置されている。また、原子炉 1 0 0 の中心部には、核計装として用いる中性子検出器を案内するための中性子検出器案内管 1 0 8 が適当な箇所に離散配置されている。カランドリア管 1 0 4 や制御棒案内管 1 0 6 は、炉心タンク 1 0 1 の中で水平に配設された管板状の防振板 1 0 7 により、上下方向における中央部付近が側方から固定されている。

40

【 0 0 2 2 】

カランドリア管 1 0 4、圧力管 1 0 5、制御棒案内管 1 0 6 は、何れも本願でいう「棒状体」の一例である。また、カランドリア管 1 0 4、圧力管 1 0 5、制御棒案内管 1 0 6

50

は、何れも原子炉 100 の中心部に集合しているため、本願でいう「集合体」の一例に相当する形態を構成する。

【0023】

試料採取装置 1 は、このような構造を有する原子炉 100 に側方から挿入され、制御棒案内管 106 の一部を試料として採取することが可能である。すなわち、試料採取装置 1 は、原子炉 100 の内部にヘリウム配管 102SP から挿入される。そして、カランドリア管 104 の隙間を通りながら特定の制御棒案内管 106 に加工ツール 2 を近づけ、制御棒案内管 106 を切削して制御棒案内管 106 の一部を試料として採取する。試料採取装置 1 は、試料を採取した後、ヘリウム配管 102SP から引き抜かれる。

【0024】

なお、図 4 や図 5 に示す原子炉 100 の構造から明らかなように、試料採取装置 1 をヘリウム配管 102SP から挿入しても、炉心タンク 101 が障害物となり、試料採取装置 1 の加工ツール 2 を制御棒案内管 106 に近づけることができない。そこで、試料採取装置 1 の使用に際しては、棒状体の先端にレーザ切断装置を取り付けた装置をヘリウム配管 102SP から挿入し、炉心タンク 101 に試料採取装置 1 が通過可能な大きさの孔を予め穿孔する作業が行われた後に、試料採取装置 1 の使用が開始される。以下、試料採取装置 1 の動作例について説明する。

【0025】

図 7 は、制御棒案内管 106 の試料を採取する際の試料採取装置 1 の動作例を示した図である。原子炉 100 内に整列するカランドリア管 104 の間隔は、試料採取装置 1 の先端に設けられているツール 2 の長手方向の長さよりも狭い。よって、各カランドリア管 104 の隙間に挿入されたツール 2 の姿勢を自由に動かすことはできない。そこで、試料採取装置 1 は、例えば、オペレータによって以下のように動かされる。

【0026】

例えば、試料採取装置 1 を使って原子炉 100 から制御棒案内管 106 の試料を取り出す場合は、ヘリウム配管 102SP から試料採取装置 1 を原子炉 100 内へ挿入する（図 7（1）を参照）。そして、ヘリウム配管 102SP が設けられている箇所よりも上側から制御棒案内管 106 の試料を取り出したい場合には、クランプシリンダ 41 を突出させてアーム 4 をヘリウム配管 102SP に固定した後、軸 32 を中心にアーム 3 を 90 度回転させてアーム 3 の先端を上に向け、アーム 3 を垂直に立てる（図 7（2A）を参照）。そして、アーム 3 の捻転角度を適当に調整した後、軸 24 を中心に加工ツール 2 を 90 度回転させて加工ツール 2 の先端を制御棒案内管 106 の方へ横向きにする（図 7（2B）を参照）。加工ツール 2 の先端が制御棒案内管 106 の方へ向くと、加工ツール 2 の先端に設けられているストッパ 22 が制御棒案内管 106 に接触する。

【0027】

また、ヘリウム配管 102SP が設けられている箇所と同じ高さで制御棒案内管 106 の試料を取り出したい場合には、ヘリウム配管 102SP から試料採取装置 1 を原子炉 100 内へ挿入した後（図 7（1）を参照）、アーム 3 の捻転角度を適当に調整し、軸 24 を中心に加工ツール 2 を 90 度回転させて加工ツール 2 の先端を上または下へ向ける（図 7（3A）を参照）。そして、アーム 3 を 90 度捻転させ、加工ツール 2 の先端を制御棒案内管 106 の方へ横向きにする（図 7（3B）を参照）。加工ツール 2 の先端が制御棒案内管 106 の方へ向くと、加工ツール 2 の先端に設けられているストッパ 22 が制御棒案内管 106 に接触する。

【0028】

図 8 は、試料の採取準備が整った状態の加工ツール 2 を示した図である。例えば、ヘリウム配管 102SP が設けられている箇所と同じ高さで制御棒案内管 106 の試料を取り出す場合、試料採取装置 1 が最終的に図 7（3B）に示したような形態になるため、加工ツール 2 は、図 8 に示すように、横向きに延在する状態のアーム 3 に支持された状態となっている。加工ツール 2 がこのように制御棒案内管 106 の方へ先端を向けた状態で配置された後は、反力受 23 がボディ 20 の外周面から突き出される。反力受 23 の突出量や

10

20

30

40

50

突出箇所は制御棒案内管 106 や制御棒案内管 106 の周囲のカランドリア管 104 の寸法に合わせて設計されているため、ボディ 20 の外周面から突き出た反力受 23 は、カランドリア管 104 の外周面に接触する。加工ツール 2 の先端にあるストッパ 22 が制御棒案内管 106 に接触しているため、反力受 23 がボディ 20 の外周面から突き出ることにより、加工ツール 2 は、加工ツール 2 の左右両側へ突出してカランドリア管 104 に各々接触する 2 つの反力受 23 と、制御棒案内管 106 に接触するストッパ 22 の三カ所で三点支持されて固定状態になる。この状態で刃物 21 の駆動装置が作動し、刃物 21 が回転しながら制御棒案内管 106 を切削することにより、制御棒案内管 106 の試料の取り出しが行われる。刃物 21 の切削により加工ツール 2 が制御棒案内管 106 から反力を受けても、反力受 23 が反力に抗して加工ツール 2 を固定しているため、刃物 21 による切削が安定的に行われる。 10

【0029】

刃物 21 による制御棒案内管 106 の切削が完了し、制御棒案内管 106 の試料が刃物 21 の中に収容された後は、反力受 23 がボディ 20 の外周面から引っ込み、図 7 を使って上述したのと逆の手順で試料採取装置 1 が原子炉 100 から引き抜かれる。

【0030】

なお、例えば、ヘリウム配管 102SP が設けられている箇所よりも上側から制御棒案内管 106 の試料が取り出される場合には、試料採取装置 1 が図 7 (2B) に示したような形態になるため、加工ツール 2 は、垂直に立った状態のアーム 3 に支持された状態となり、図 8 とは少々異なる状態になるが、制御棒案内管 106 やカランドリア管 104 と加工ツール 2 との位置関係は基本的に同じであり、刃物 21 が制御棒案内管 106 を切削する際の加工ツール 2 の固定状態も上述と同様である。 20

【0031】

試料採取装置 1 は、このように、カランドリア管 104 が密集する狭小な原子炉 100 内に挿入して特定の制御棒案内管 106 に切削加工を施しても、制御棒案内管 106 から受ける反力に耐えて刃物 21 による切削を安定的に行うことができる。

【0032】

なお、本実施形態では、機械加工の一例として刃物 21 による切削加工を例示したが、試料採取装置 1 は、切削以外の機械加工を行うものであってもよい。切削以外の機械加工としては、例えば、研削、押圧、溶接、放電加工、レーザ加工、その他各種の機械加工が挙げられる。 30

【0033】

ところで、試料採取装置 1 は、制御棒案内管 106 の試料を取り出す形態に限定されるものではない。試料採取装置 1 は、一部の形態を変更することにより、例えば、防振板 107 の試料の取り出しに用いることも可能である。

【0034】

図 9 は、防振板 107 の試料を採取する際の試料採取装置 1 の動作例を示した図である。防振板 107 の試料を取り出す場合、防振板 107 からヘリウム配管 102SP までの高さに合うように、上記加工ツール 2 の寸法を改変した加工ツール 2' が用意される。試料採取装置 1 を使って原子炉 100 から防振板 107 の試料を取り出す場合は、ヘリウム配管 102SP から試料採取装置 1 を原子炉 100 内へ挿入する (図 9 (1) を参照)。そして、アーム 3 の捻転角度を適当に調整した後、軸 24 を中心に加工ツール 2' を 90 度回転させて加工ツール 2' の先端を防振板 107 の方へ下向きにする (図 8 (2) を参照)。加工ツール 2' の先端が防振板 107 の方へ向くと、加工ツール 2' の先端に設けられているストッパ 22 が防振板 107 に接触する。 40

【0035】

図 10 は、試料の採取準備が整った状態の加工ツール 2' を示した図である。防振板 107 の試料を取り出す場合、試料採取装置 1 が最終的に図 9 (2) に示したような形態になるため、加工ツール 2' は、図 10 に示すように、横向きに延在する状態のアーム 3 と、ストッパ 22 が接触する防振板 107 に支持された状態となっている。この状態で反力 50

受 2 3 がボディ 2 0 の外周面から突き出されると、反力受 2 3 がカランドリア管 1 0 4 の外周面に接触し、加工ツール 2 ' が固定された状態になる。この状態で刃物 2 1 の駆動装置が作動し、刃物 2 1 が回転しながら防振板 1 0 7 を切削することにより、防振板 1 0 7 の試料の取り出しが行われる。刃物 2 1 の切削により加工ツール 2 ' が防振板 1 0 7 から反力を受けても、反力受 2 3 が反力に抗して加工ツール 2 ' を固定しているため、刃物 2 1 による切削が安定的に行われる。

【 0 0 3 6 】

刃物 2 1 による防振板 1 0 7 の切削が完了し、防振板 1 0 7 の試料が刃物 2 1 の中に収容された後は、反力受 2 3 がボディ 2 0 の外周面から引き込まれ、図 9 を使って上述したのと逆の手順で試料採取装置 1 が原子炉 1 0 0 から引き抜かれる。

10

【 0 0 3 7 】

試料採取装置 1 は、このように、カランドリア管 1 0 4 が密集する狭小な原子炉 1 0 0 内に挿入して特定の防振板 1 0 7 に切削加工を施しても、防振板 1 0 7 から受ける反力に耐えて刃物 2 1 による切削を安定的に行うことができる。

【 0 0 3 8 】

また、試料採取装置 1 は、制御棒案内管 1 0 6 や防振板 1 0 7 の他、試料採取装置 1 の一部の形態を適宜変更することにより、炉心タンク 1 0 1 やカランドリア管 1 0 4 、圧力管 1 0 5 、その他の原子炉 1 0 0 各部の試料の取り出しに用いることも可能である。試料採取装置 1 を炉心タンク 1 0 1 の試料採取に適用する場合には、例えば、吸着方式で加工ツール 2 を炉心タンク 1 0 1 に吸着させる機構を反力受として加工ツール 2 の先端に設け、加工ツール 2 が受ける反力に対し、吸着力で耐えるようにしてもよい。吸着方式による反力受は、炉心タンク 1 0 1 のみならず、例えば、防振板 1 0 7 のような平板にも適用することができる。

20

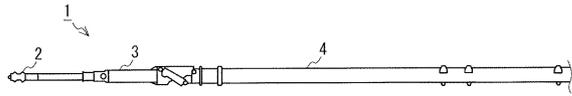
【符号の説明】

【 0 0 3 9 】

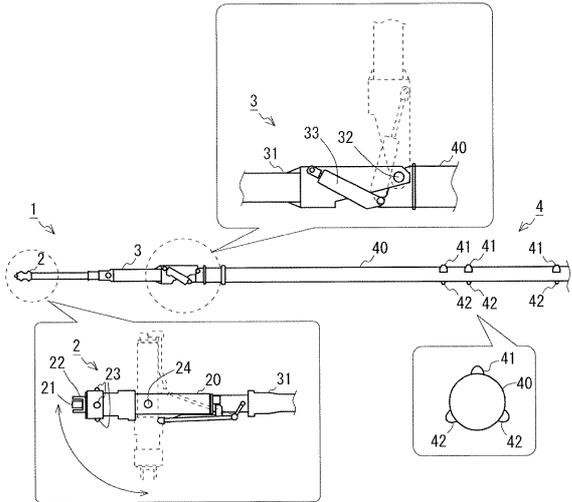
1 ・ ・ 試料採取装置 : 2 , 2 ' ・ ・ 加工ツール : 3 , 4 ・ ・ アーム : 2 0 ・ ・ ボディ : 2 1 ・ ・ 刃物 : 2 2 ・ ・ ストップ : 2 3 ・ ・ 反力受 : 2 4 ・ ・ 軸 : 3 1 ・ ・ アームボディ : 3 2 ・ ・ 軸 : 3 3 ・ シリンダ : 4 0 ・ ・ アームボディ : 4 1 ・ ・ クランプシリンダ : 4 2 ・ ・ 突起 : 1 0 0 ・ ・ 原子炉 : 1 0 1 ・ ・ 炉心タンク : 1 0 2 U , 1 0 2 S , 1 0 2 B ・ ・ 遮蔽体 : 1 0 2 S P ・ ・ ヘリウム配管 : 1 0 3 ・ ・ カランドリアタンク : 1 0 4 ・ ・ カランドリア管 : 1 0 5 ・ ・ 圧力管 : 1 0 6 ・ ・ 制御棒案内管 : 1 0 7 ・ ・ 防振板 : 1 0 8 ・ ・ 中性子検出器案内管

30

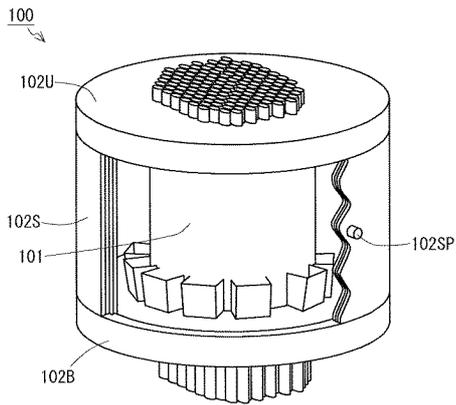
【 図 1 】



【 図 2 】

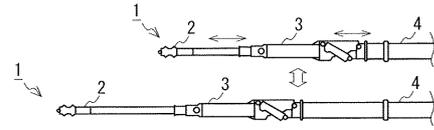


【 図 4 】

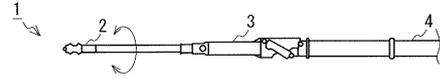


【 図 3 】

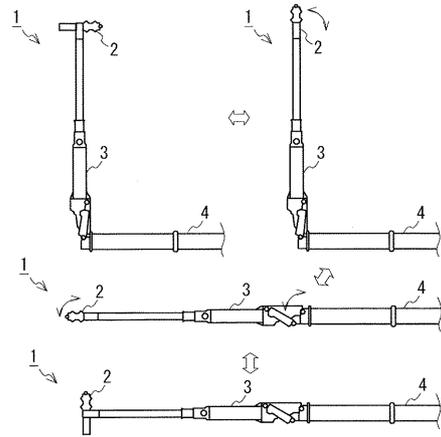
(1)伸縮動作



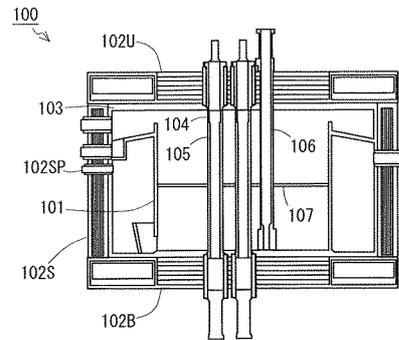
(2)捻転動作



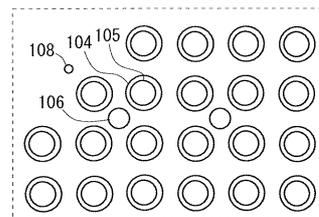
(3)屈曲動作



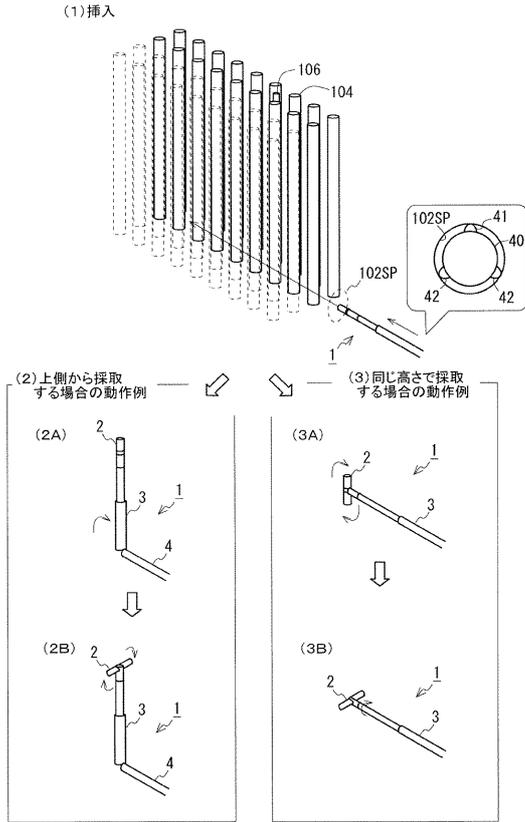
【 図 5 】



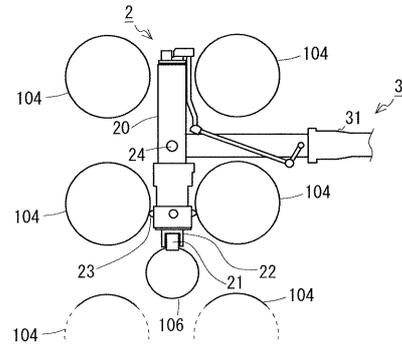
【 図 6 】



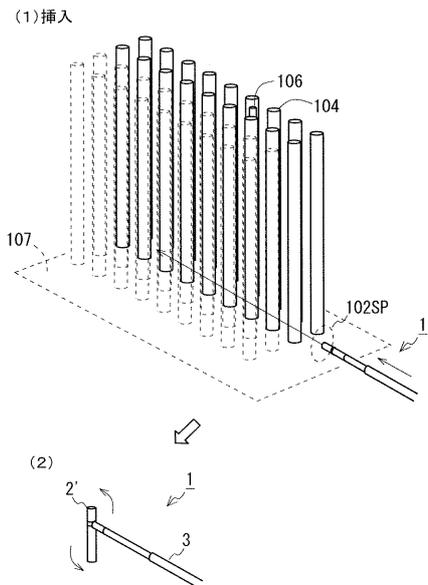
【 図 7 】



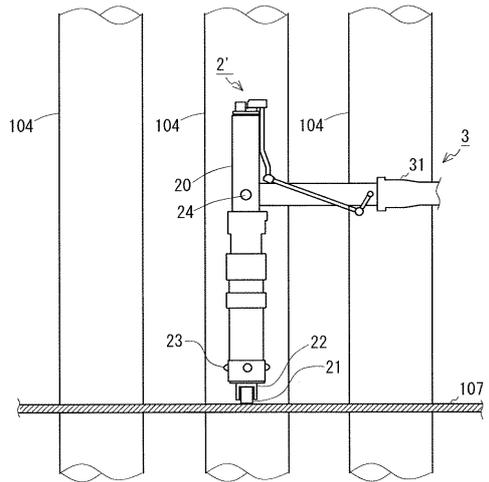
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



 フロントページの続き

- (72)発明者 岩井 紘基
 福井県敦賀市明神町3番地 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子炉廃止措置研究開発センター内
- (72)発明者 中村 保之
 福井県敦賀市明神町3番地 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子炉廃止措置研究開発センター内
- (72)発明者 佐野 一哉
 福井県敦賀市明神町3番地 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子炉廃止措置研究開発センター内
- (72)発明者 石飛 龍彦
 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社 神戸造船所内
- (72)発明者 松尾 公彦
 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社 神戸造船所内

審査官 中川 康文

- (56)参考文献 特開2010-078433(JP,A)
 特開2001-277066(JP,A)
 特開2001-246528(JP,A)
 国際公開第2014/125556(WO,A1)
 特開2001-147287(JP,A)
 米国特許第04446098(US,A)
 特開昭63-052988(JP,A)
 特開平10-010282(JP,A)
 特開2003-094236(JP,A)
 特開2004-294372(JP,A)
 特開2006-015413(JP,A)
 国際公開第2015/129567(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23D 21/00 - 21/14
 G21C 19/00 - 19/50
 G21C 23/00