

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6541342号
(P6541342)

(45) 発行日 令和1年7月10日(2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日(2019.6.21)

(51) Int. Cl. F I
E O 4 H 12/20 (2006.01) E O 4 H 12/20 C

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2014-248583 (P2014-248583)	(73) 特許権者	000000099
(22) 出願日	平成26年12月9日(2014.12.9)		株式会社 I H I
(65) 公開番号	特開2016-108866 (P2016-108866A)		東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(43) 公開日	平成28年6月20日(2016.6.20)	(73) 特許権者	505374783
審査請求日	平成29年11月21日(2017.11.21)		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
		(74) 代理人	110000512 特許業務法人山田特許事務所
		(72) 発明者	大谷 章仁 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会 社 I H I 内
		(72) 発明者	佐藤 祐二 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会 社 I H I 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 構造物の支持装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

立設される構造物が他の構造物の側へ倒れないようにする構造物の支持装置であって、前記構造物の他の構造物に対向する側とは反対側の箇所に設定される基礎側固定部と、該基礎側固定部と前記構造物とを、通常時に構造物に対して張力による負荷が掛からないよう、緩みを持たせて接続し且つ該構造物の倒伏範囲を前記他の構造物の配置位置からずらして限定する索状体と、

前記構造物の下端ベース部における荷重の水平方向成分 R_H と、前記構造物の下端ベース部における荷重の鉛直方向成分 R_V とが

$$R_H = M \cdot a - T \cdot \cos \theta$$

$$R_V = M \cdot g + T \cdot \sin \theta$$

$$\theta = \cos^{-1} \left((L \cdot \cos \alpha + H \cdot \sin \alpha) / (L + \kappa + L) \right)$$

但し、M：構造物の質量

a：地震加速度

g：重力加速度

T：索状体の張力

α ：通常時の索状体の傾斜角度

θ ：地震発生時の索状体の傾斜角度

L：索状体の基礎側固定部と索状体の構造物に対する接続部との間の初期直線距離

離

- H：構造物の下端ベース部から索状体の接続部までの高さ
 ：地震発生時の構造物の傾斜角度
 k ：索状体の伸び
 L ：索状体の初期緩み長さ

より求められ、前記 R_H 及び R_V に耐える強度を有する前記構造物の下端ベース部とを備えたことを特徴とする構造物の支持装置。

【請求項 2】

前記索状体の張力が

$$T = (M \cdot \cos \theta + M \cdot g \cdot \sin \theta) \cdot H_G / \sin (\theta / 2 - \phi - \alpha) \cdot H$$

但し、 H_G ：構造物の下端ベース部から重心までの高さ

より求められ、前記索状体の張力 T に耐える強度を有する索状体と、
 前記索状体の張力 T に耐える強度を有する前記索状体の基礎側固定部と、
 前記索状体の張力 T に耐える強度を有する前記索状体の構造物に対する接続部と
 を備えた請求項 1 記載の構造物の支持装置。

【請求項 3】

前記基礎側固定部は、前記構造物の他の構造物に対向する側とは反対側の複数箇所に設定され、前記基礎側固定部と前記構造物とを接続する索状体は、複数系統配設される請求項 1 又は 2 記載の構造物の支持装置。

【請求項 4】

前記構造物は原子力発電プラントに設置される排気筒を含む塔状構造物であり、前記他の構造物は原子炉格納容器を含む建造施設である請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の構造物の支持装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、構造物の支持装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、原子力発電プラントに設置されている排気筒は、煙突のような形をした構造物であり、原子炉建屋内を換気した空気やタービン駆動後の蒸気を水に戻す復水器を真空にするために抽出した空気等を外部に排出するためのものである。

【0003】

前記排気筒から外部に排出される空気は、活性炭式希ガスホールドアップ装置やフィルタを通過させることにより、周辺の環境に影響を及ぼさないレベルまで放射性物質が除去されるようになっている。

【0004】

前記排気筒は、周辺環境への影響を考慮すると重要な構造物となっており、又、万が一、倒れた場合、原子炉格納容器や原子炉建屋等の他の重要な建造施設へ被害を及ぼす可能性がある。前記排気筒に作用する厳しい自然現象としては、地震、台風、竜巻等が挙げられる。

【0005】

前記排気筒の下端ベース部の強度を、前述のような過酷な自然現象を新たに考慮して再評価すると、必ずしも充分ではない場合がある。

【0006】

このため、オイルダンパー等の制振装置が組み込まれた支持鉄塔を前記排気筒の周りを取り囲むように建設し、該排気筒の下端ベース部の強度を補いつつ制振を行うことにより、排気筒が倒れることを防止し、他の重要な建造施設へ被害を及ぼさないようにすることが行われている。

【0007】

10

20

30

40

50

尚、前記排気筒のような構造物に関連する一般的技術水準を示すものとしては、例えば、特許文献 1、2 がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特開平 7 - 192784 号公報

【特許文献 2】特開 2011 - 185801 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、前述の如く、オイルダンパー等の制振装置が組み込まれた支持鉄塔を排気筒の周りを取り囲むように建設するのでは、工事に多大な費用と時間が掛かると共に、支持鉄塔を立設するための十分な敷地が必要となっていた。

【0010】

因みに、前記排気筒は原子炉建屋の屋上の端部に設置されており、このような場合、支持鉄塔を立設することが通常の場合よりも困難となる。

【0011】

本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなしたもので、構造物の設置場所にかかわらず簡単な構成で安価且つ短期間に構造物を支持し得、構造物の特定方向への倒壊を防止して他の重要な建造施設に対する被害の発生を回避し得る構造物の支持装置を提供しようとするものである。又、前述の制振装置、支持鉄塔による構造物の補強を行う場合に、該構造物の施工中の特定方向への倒壊を防止するための仮設の支持装置も提供し得るものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、立設される構造物が他の構造物の側へ倒れないようにする構造物の支持装置であって、

前記構造物の他の構造物に対向する側とは反対側の箇所に設定される基礎側固定部と、該基礎側固定部と前記構造物とを、通常時に構造物に対して張力による負荷が掛からないよう、緩みを持たせて接続し且つ該構造物の倒伏範囲を前記他の構造物の配置位置からずらして限定する索状体と、

前記構造物の下端ベース部における荷重の水平方向成分 R_H と、前記構造物の下端ベース部における荷重の鉛直方向成分 R_V とが

$$R_H = M \cdot a + T \cdot \cos \theta$$

$$R_V = M \cdot g + T \cdot \sin \theta$$

$$\theta = \cos^{-1} \left((L \cdot \cos \alpha + H \cdot \sin \alpha) / (L + \kappa + L) \right)$$

但し、M：構造物の質量

a：地震加速度

g：重力加速度

T：索状体の張力

α ：通常時の索状体の傾斜角度

θ ：地震発生時の索状体の傾斜角度

L：索状体の基礎側固定部と索状体の構造物に対する接続部との間の初期直線距離

離

H：構造物の下端ベース部から索状体の接続部までの高さ

α ：地震発生時の構造物の傾斜角度

κ ：索状体の伸び

L：索状体の初期緩み長さ

より求められ、前記 R_H 及び R_V に耐える強度を有する前記構造物の下端ベース部とを備えたことを特徴とする構造物の支持装置にかかるものである。

【0014】

10

20

30

40

50

前記構造物の支持装置においては、前記索状体の張力を

$$T = (M \cdot \cos \theta + M \cdot g \cdot \sin \theta) / \sin (\theta / 2 - \alpha - \beta)$$

但し、 H_G ：構造物の下端ベース部から重心までの高さ

より求められ、前記索状体の張力 T に耐える強度を有する索状体と、
前記索状体の張力 T に耐える強度を有する前記索状体の基礎側固定部と、
前記索状体の張力 T に耐える強度を有する前記索状体の構造物に対する接続部と
を備えるようにすることが好ましい。

【0015】

又、前記基礎側固定部は、前記構造物の他の構造物に対向する側とは反対側の複数箇所
に設定され、前記基礎側固定部と前記構造物とを接続する索状体は、複数系統配設される
ことが好ましい。 10

【0016】

又、前記構造物の支持装置において、前記構造物は原子力発電プラントに設置される排
気筒を含む塔状構造物であり、前記他の構造物は原子炉格納容器を含む建造施設であるよ
うにすることができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明の構造物の支持装置によれば、構造物の設置場所にかかわらず簡単な構成で安価
且つ短期間に構造物を支持し得、構造物の特定方向への倒壊を防止して他の重要な建造施
設に対する被害の発生を回避し得るといった優れた効果を奏し得る。 20

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の構造物の支持装置の実施例を示す概要構成図であって、(a)は平面図
、(b)は側面図である。

【図2】本発明の構造物の支持装置の実施例における排気筒がワイヤロープで支持される
場合の荷重の釣り合い状態を示す側面図であって、(a)は通常時の側面図、(b)は地
震発生時の側面図である。

【図3】本発明の構造物の支持装置の実施例における排気筒の下端ベース部を示す側面図
である。

【図4】本発明の構造物の支持装置の実施例におけるワイヤロープの基礎側固定部及び排
気筒への接続部を示す側面図である。 30

【図5】原子力発電プラントの一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。

【0020】

図1～図5は本発明の構造物の支持装置の実施例であって、構造物としての排気筒1の
原子炉格納容器2（他の構造物）に対向する側とは反対側の複数箇所（図1の例では二箇
所）に、基礎側固定部3を設定し、該基礎側固定部3と前記排気筒1とを複数系統（図1
の例では二系統）のワイヤロープ4（索状体）によって接続し、前記排気筒1の倒伏範囲
Dを前記原子炉格納容器2の配置位置からずらして限定するようにしたものである。 40

【0021】

前記排気筒1の倒伏範囲Dは、図1(a)に示す如く、前記基礎側固定部3を中心とす
る円の内側領域の重合部分となるため、該重合部分が前記原子炉格納容器2を避けるよ
うに前記基礎側固定部3の位置を決定すれば良い。

【0022】

次に、前記ワイヤロープ4に作用する張力 T の求め方について、図2(a)及び図2(b)
を用いて説明する。

【0023】

図2(a)に示す如く、排気筒1の質量を M 、排気筒1の下端ベース部1aから重心ま 50

での高さを H_G 、排気筒 1 の下端ベース部 1 a からワイヤロープ 4 の接続部 5 までの高さを H とする。ワイヤロープ 4 の基礎側固定部 3 とワイヤロープ 4 の排気筒 1 に対する接続部 5 との間の初期直線距離を L 、通常時のワイヤロープ 4 の傾斜角度を θ とすると、排気筒 1 からワイヤロープ 4 の基礎側固定部 3 までの水平距離は、

$$L \cdot \cos \theta$$

となり、ワイヤロープ 4 の基礎側固定部 3 から排気筒 1 に対する接続部 5 までの高さは、

$$L \cdot \sin \theta$$

となる。尚、通常時に排気筒 1 に対してワイヤロープ 4 の張力による負荷が掛からないよう、該ワイヤロープ 4 には緩みを持たせてある。

【0024】

一方、図 2 (b) に示す如く、水平方向への地震加速度を a 、ワイヤロープ 4 の張力を T 、地震発生時のワイヤロープ 4 の傾斜角度を θ' 、排気筒 1 の下端ベース部 1 a における荷重の水平方向成分を R_H とすると、水平方向における荷重の釣り合いは、

$$M \cdot a = T \cdot \cos \theta' + R_H$$

と表される。このため、

$$R_H = M \cdot a - T \cdot \cos \theta'$$

となる。又、重力加速度を g 、排気筒 1 の下端ベース部 1 a における荷重の鉛直方向成分を R_V とすると、鉛直方向における荷重の釣り合いは、

$$M \cdot g + T \cdot \sin \theta' = R_V$$

と表される。このため、

$$R_V = M \cdot g + T \cdot \sin \theta'$$

となる。ここで、地震発生時の排気筒 1 の鉛直方向に対する傾斜角度を θ'' 、ワイヤロープ 4 の伸びを κ 、ワイヤロープ 4 の初期緩み長さを L_0 とすると、

$$\theta'' = \cos^{-1} \left((L \cdot \cos \theta + H \cdot \sin \theta) / (L + \kappa + L_0) \right)$$

となる。前記 R_H 及び R_V に基づき、前記排気筒 1 の下端ベース部 1 a の選定を行うようにする。前記排気筒 1 の下端ベース部 1 a は、例えば、図 3 に示す如く、台座 6 の上面から複数本のアンカーボルト 7 を突設し、該アンカーボルト 7 に対し排気筒 1 の底部に設けられたベースプレート 8 を嵌合させてナット 9 で締め付けるようにした構成を有している。このような下端ベース部 1 a においては、前記アンカーボルト 7 及びナット 9 とベースプレート 8 の強度が前記 R_H 及び R_V に耐え得るかを検討し、必要に応じて補強を行えば良い。

【0025】

更に、前記排気筒 1 の下端ベース部 1 a を中心とするモーメントの釣り合いは、

$$(M \cdot a \cdot \cos \theta' + M \cdot g \cdot \sin \theta') \cdot H_G = T \cdot \sin \left(\theta / 2 - \theta' - \theta'' \right) \cdot H$$

と表される。このため、

$$T = (M \cdot a \cdot \cos \theta' + M \cdot g \cdot \sin \theta') \cdot H_G / \left(\sin \left(\theta / 2 - \theta' - \theta'' \right) \cdot H \right)$$

となる。前記ワイヤロープ 4 の張力 T に基づき、前記ワイヤロープ 4 の選定と、前記ワイヤロープ 4 の基礎側固定部 3 の選定と、前記ワイヤロープ 4 の排気筒 1 に対する接続部 5 の選定とを行うようにする。前記ワイヤロープ 4 は前記張力 T に耐えるだけの十分な強度を有するものを選定すれば良い。前記ワイヤロープ 4 の基礎側固定部 3 には、種々の形式のものを採用できるが、例えば、図 4 に示す如く、基礎側に固定されるブラケット 10 及び該ブラケット 10 に連結されるシャックル 11 を用いる場合、前記ブラケット 10 及びシャックル 11 は、前記張力 T によって生じる荷重に耐えるだけの十分な強度を有するものを選定すれば良い。前記ワイヤロープ 4 の排気筒 1 に対する接続部 5 にも、例えば、図 4 に示す如く、構造物としての排気筒 1 側に固定されるブラケット 12 及び該ブラケット 12 に連結されるシャックル 13 を用いる場合、前記ブラケット 12 及びシャックル 13 は、前記張力 T によって生じる荷重に耐えるだけの十分な強度を有するものを選定すれば良い。尚、前記張力 T は、二系統あるワイヤロープ 4 のうち一系統のワイヤロープ 4 に作

10

20

30

40

50

用する力であり、一系統のワイヤロープ4を複数本のワイヤロープ4で形成する場合、一本のワイヤロープ4に作用する張力は、前記張力Tを本数で割った値となることは言うまでもない。

【0026】

因みに、図5に示す如く、原子炉格納容器2に内蔵された原子炉圧力容器14で加熱された蒸気は、タービン15を回転駆動して発電機16を回し、復水器17で水に戻された後、前記原子炉圧力容器14に戻されて循環されるようになっている。前記原子炉格納容器2が設置された原子炉建屋18内を換気した空気は、フィルタ19を通過させることにより、周辺の環境に影響を及ぼさないレベルまで放射性物質が除去された後、前記排気筒1から外部に排出されるようになっている。又、前記復水器17を真空にするために空気抽出器20によって抽出された空気は、活性炭式希ガスホールドアップ装置21及びフィルタ22を通過させることにより、周辺の環境に影響を及ぼさないレベルまで放射性物質が除去された後、前記排気筒1から外部に排出されるようになっている。

【0027】

次に、上記実施例の作用を説明する。

【0028】

図1(a)及び図1(b)に示す如く、構造物としての排気筒1の原子炉格納容器2(他の構造物)に対向する側とは反対側の二箇所に、基礎側固定部3を設定し、該基礎側固定部3と前記排気筒1とを二系統のワイヤロープ4(索状体)によって接続すると、前記排気筒1の倒伏範囲Dは、図1(a)に示す如く、前記基礎側固定部3を中心とする円の内側領域の重合部分となる。

【0029】

このため、前記重合部分が前記原子炉格納容器2を避けるように前記基礎側固定部3の位置を決定すると、地震等が発生しても、前記排気筒1が原子炉格納容器2側へ倒れることが避けられ、原子炉格納容器2に被害を及ぼす心配がなくなる。

【0030】

又、前記排気筒1の下端ベース部1aにおける荷重の水平方向成分 R_H と、前記排気筒1の下端ベース部1aにおける荷重の鉛直方向成分 R_V とが前述の数式より求められ、前記 R_H 及び R_V に基づき、前記排気筒1の下端ベース部1aの選定が行われるので、前記排気筒1に地震等による荷重が作用しても、前記排気筒1の下端ベース部1aが水平方向へ過度にずれたり、鉛直方向へ引き抜かれたりすることはない。

【0031】

更に又、前記ワイヤロープ4の張力Tが前述の数式より求められ、該ワイヤロープ4の張力Tに基づき、前記ワイヤロープ4の選定と、前記ワイヤロープ4の基礎側固定部3の選定と、前記ワイヤロープ4の排気筒1に対する接続部5の選定とが行われるので、前記排気筒1に地震等による荷重が作用しても、前記ワイヤロープ4が破断することはない。しかも、前記ワイヤロープ4が基礎側固定部3から外れたり、前記排気筒1に対する接続部5から外れたりすることもない。

【0032】

この結果、オイルダンパー等の制振装置が組み込まれた支持鉄塔を排気筒1の周りを取り囲むように建設するのに比べ、工事に多大な費用と時間が掛からなくなる。尚、前記制振装置が組み込まれた支持鉄塔を建設して構造物の補強を行う場合にも、本実施例の支持装置を仮設の支持装置として利用することにより、建設中の地震等による構造物の特定方向への倒壊を防止するための有効な対策となり得る。

【0033】

又、前記排気筒1が原子炉建屋18の屋上の端部に設置されていて、支持鉄塔を立設することが困難となっていたとしても、対応することが可能となる。

【0034】

こうして、構造物としての排気筒1の設置場所にかかわらず簡単な構成で安価且つ短期間に排気筒1を支持し得、排気筒1の特定方向への倒壊を防止して他の重要な建造施設で

ある原子炉格納容器 2 や原子炉建屋 1 8 に対する被害の発生を回避し得る。

【 0 0 3 5 】

又、前記構造物（本実施例では、排気筒 1）の下端ベース部 1 a における荷重の水平方向成分 R_H と、前記構造物の下端ベース部 1 a における荷重の鉛直方向成分 R_V とを前述の数式より求め、該 R_H 及び R_V に基づき、構造物の下端ベース部 1 a の選定を行うようにしたので、前記構造物に地震等による荷重が作用しても、構造物の下端ベース部 1 a が水平方向へ過度にずれたり、鉛直方向へ引き抜かれたりすることを回避できる。よって、信頼性を向上させることができる。

【 0 0 3 6 】

更に又、前記索状体（本実施例では、ワイヤロープ 4）の張力 T を前述の数式より求め、該索状体の張力 T に基づき、前記索状体の選定と、前記索状体の基礎側固定部 3 の選定と、前記索状体の構造物に対する接続部 5 の選定とを行うようにしたので、前記構造物に地震等による荷重が作用しても、前記索状体が破断することを回避できる。しかも、前記索状体が基礎側固定部 3 から外れたり、前記構造物に対する接続部 5 から外れたりすることを回避でき、信頼性をより向上させることができる。

【 0 0 3 7 】

一方、前記基礎側固定部 3 を、前記構造物の他の構造物（本実施例では、原子炉格納容器 2）に対向する側とは反対側の一箇所だけに設定し、前記基礎側固定部 3 と前記構造物とを一系統の索状体のみで接続することも勿論可能である。しかし、前記基礎側固定部 3 は、前記構造物の他の構造物に対向する側とは反対側の複数箇所（本実施例では二箇所）に設定され、前記基礎側固定部 3 と前記構造物とを接続する索状体は、複数系統（本実施例では二系統）配設されるようにしたので、構造物の倒伏範囲 D をより狭めることができ、有効となる。

【 0 0 3 8 】

又、前記構造物は原子力発電プラントに設置される排気筒 1 を含む塔状構造物であり、前記他の構造物は原子炉格納容器 2 を含む建造施設であるので、厳しい自然現象に対して信頼性の高さが要求される原子力発電プラントのような設備において、排気筒 1 のような塔状構造物が倒れて原子炉格納容器 2 や原子炉建屋 1 8 のような建造施設へ被害を及ぼすことを、工事に多大な費用と時間を掛けずに防止できる。

【 0 0 3 9 】

尚、本発明の構造物の支持装置は、上述の実施例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【符号の説明】

【 0 0 4 0 】

- 1 排気筒（構造物、塔状構造物）
- 1 a 下端ベース部
- 2 原子炉格納容器（他の構造物、建造施設）
- 3 基礎側固定部
- 4 ワイヤロープ（索状体）
- 5 接続部
- D 倒伏範囲

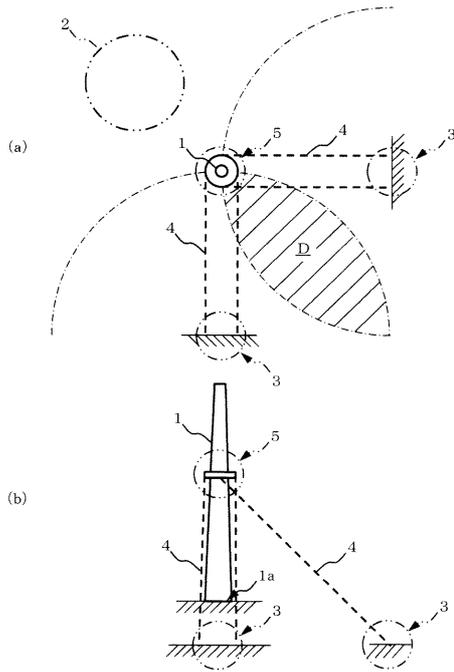
10

20

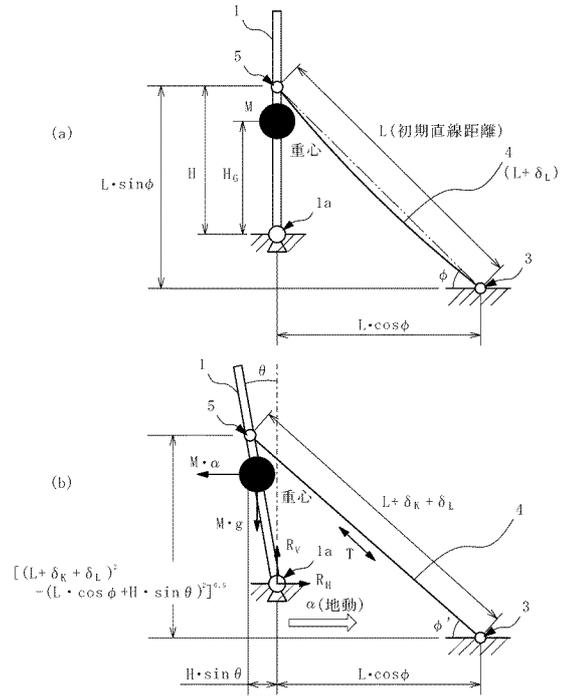
30

40

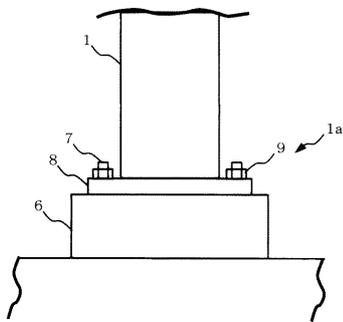
【 図 1 】



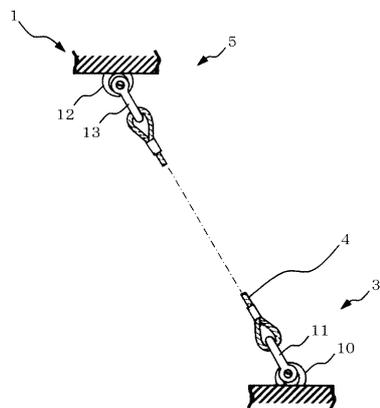
【 図 2 】



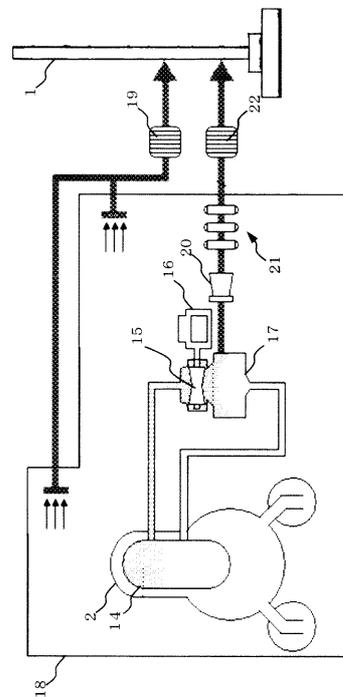
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 礒崎 和則

茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番 独立行政法人日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センター内

(72)発明者 川原 啓孝

茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番 独立行政法人日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センター内

(72)発明者 森本 吉輝

東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHIプラントエンジニアリング内

審査官 土屋 保光

(56)参考文献 米国特許第04800690(US, A)

特許第5592543(JP, B1)

特開2007-327301(JP, A)

特開2011-185801(JP, A)

特開2014-237990(JP, A)

特開平09-317242(JP, A)

特開2012-255299(JP, A)

特開平07-192784(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

E04H 12/00, 12/08 - 12/10