

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6679548号  
(P6679548)

(45) 発行日 令和2年4月15日 (2020.4.15)

(24) 登録日 令和2年3月23日 (2020.3.23)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B O 1 D 53/50 (2006.01)</b>	B O 1 D 53/50 2 O O
<b>B O 1 D 53/78 (2006.01)</b>	B O 1 D 53/78 Z A B
<b>B O 1 D 53/18 (2006.01)</b>	B O 1 D 53/18 1 5 O
<b>B O 5 B 1/20 (2006.01)</b>	B O 5 B 1/20 1 O 1

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2017-180339 (P2017-180339)	(73) 特許権者	514030104
(22) 出願日	平成29年9月20日 (2017.9.20)		三菱日立パワーシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2019-55355 (P2019-55355A)		神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(43) 公開日	平成31年4月11日 (2019.4.11)	(74) 代理人	100112737
審査請求日	令和1年12月17日 (2019.12.17)		弁理士 藤田 考晴
早期審査対象出願		(74) 代理人	100140914
			弁理士 三苫 貴織
		(74) 代理人	100136168
			弁理士 川上 美紀
		(74) 代理人	100172524
			弁理士 長田 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脱硫装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

排ガスの通路となる吸収塔と、  
 前記吸収塔の内部に配置されるスプレイパイプと、を備える脱硫装置であって、  
 前記スプレイパイプが、  
水平方向に沿って延びるとともに先端部が閉塞された筒状のパイプ部と、  
前記パイプ部の鉛直方向の上部の複数箇所に配置されて前記パイプ部を水平方向に流通  
する吸収液を鉛直方向の上方へ導く複数のノズル部と、  
 前記パイプ部に取り付けられる第1フランジ部と、  
 前記パイプ部の鉛直方向の下部に取り付けられた脚部と、を備え、  
 前記吸収塔が、  
 側方に向けて開口する開口穴と、  
 該開口穴の周囲に配置される第2フランジ部と、を備え、  
 前記第1フランジ部と前記第2フランジ部とが、着脱可能に取り付けられており、  
 前記脚部の鉛直方向の下端の位置が、前記開口穴の鉛直方向の下端の位置よりも低く配  
 置された脱硫装置。

【請求項 2】

所定数の前記スプレイパイプを備え、  
 前記吸収塔が、  
 前記所定数の前記開口穴と、

10

20

前記所定数の前記第 2 フランジ部と、を備え、  
前記所定数の前記第 2 フランジ部のそれぞれに、前記所定数の前記第 1 フランジ部が一対で取り付けられている請求項 1 に記載の脱硫装置。

【請求項 3】

前記パイプ部の軸線の鉛直方向の位置が、前記開口穴の鉛直方向の中心位置よりも低く配置された請求項 1 に記載の脱硫装置。

【請求項 4】

前記パイプ部は、下端部が前記開口穴に接触しない状態で配置される請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の脱硫装置。

【請求項 5】

前記開口穴は矩形である請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の脱硫装置。

【請求項 6】

前記第 1 フランジ部と前記第 2 フランジ部の形状は、矩形である請求項 5 に記載の脱硫装置。

【請求項 7】

前記ノズル部が、  
前記パイプ部を水平方向に流通する吸収液を鉛直方向の上方へ導くノズルホルダと、  
前記ノズルホルダに着脱可能に取り付けられ、吸収液を鉛直方向の上方に吐出するスプレイノズルと、を備え、

前記吸収塔に設置されて前記スプレイパイプを支持するとともに第 2 面を有する支持部を備え、

前記スプレイパイプが、前記脚部が有する第 1 面を前記第 2 面に対向させた状態で前記支持部に支持されており、

鉛直方向において、前記開口穴の下端部から上端部までの高さが前記脚部の前記第 1 面から前記ノズルホルダの上端部までの高さよりも高い請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の脱硫装置。

【請求項 8】

前記吸収塔を側方からみた場合、前記第 1 フランジ部および前記第 2 フランジ部は、鉛直方向の上端および下端を通過する水平線と水平方向の左端および右端が通過する鉛直線とが交わる 4 箇所の角部が切り欠かれた形状である請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の脱硫装置。

【請求項 9】

前記吸収塔を側方からみた場合、前記第 1 フランジ部の水平方向の左端および右端の中心の位置と、前記パイプ部の中心位置とが、水平方向に離間している請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の脱硫装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、吸収塔とスプレイパイプとを備えた脱硫装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

発電所等に設置されるボイラ等の排ガス系統には、排ガスから硫黄酸化物を除去する脱硫装置が設けられる。これにより、大気に排出される排ガスに含まれる硫黄酸化物を低減できる。特許文献 1 および特許文献 2 には、水平に設置されるスプレイパイプ（枝管、ヘッダ）に設けられた複数のノズルから吸収液を上方へ吐出し、燃焼排ガスと吸収液の間の化学反応で燃焼排ガス中の硫黄酸化物を除去する液柱式の脱硫装置が開示されている。

【0003】

液柱式の脱硫装置において、スプレイパイプには、吸収液を上方に吐出するのに伴って下方へ向けた反力が加わる。また、スプレイパイプには、上方に吐出した吸収液が落下してスプレイパイプに接触する際にも下方へ向けた衝撃力が加わる。そのため、かかる反力

10

20

30

40

50

や衝撃力を受けたとしても、破損に至らないように、スプレイパイプを吸収塔内に設置する必要がある。また、液柱式の脱硫装置において、吸収液を効果的に排ガスと気液接触させるためには、吸収液をスプレイパイプのノズルから鉛直方向に沿って吐出する必要がある。特に、液柱高さが高い場合には、液頭が傾くと、ガス抵抗に分布が生じて脱硫性能に影響がでることとなる。例えば液高さ13mで吐出角度が鉛直方向から0.5°ずれた場合、液頭は0.1m横方向にずれることとなる。そのため、スプレイパイプを、排ガスの通路となる吸収塔の内部に、正確に設置する必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

10

【特許文献1】特開平9-225256号公報

【特許文献2】米国特許第6613133号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1には、吸収剤スラリー供給管4の噴霧用枝管5が吸収塔2を貫通する図が示されている。噴霧用枝管5が貫通する吸収塔2の開口穴から外部への吸収剤や排ガスの漏れを防止するためには、開口穴と噴霧用枝管5とを溶接により接合し、あるいは開口穴と噴霧用枝管5との間にコーキング材を充填する必要がある。

また、特許文献2には、枝管(ヘッダ)14, 15がシェル12を貫通する図が示されている。特許文献2においては、枝管14, 15が貫通するシェル12の開口穴に貫通ポート18, 19を設けることにより、開口穴と枝管14, 15との間の隙間を無くしている。

20

【0006】

しかしながら、特許文献1および特許文献2のように、吸収塔とスプレイパイプとを開口穴の部分で溶接やコーキング材等で固定してしまうと、交換や点検のために枝管(スプレイパイプ)を吸収塔から取り外すことが困難となる。そのため、スプレイパイプの一部に損傷や詰まり等の不具合が生じた場合に、その不具合を解消するための作業工程が煩雑となり作業時間も長くなってしまふ。

【0007】

30

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、スプレイパイプの一部に損傷や詰まり等の不具合が生じた場合に、スプレイパイプの交換や点検を容易に行うことが可能な脱硫装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用する。

本発明の一態様にかかる脱硫装置は、排ガスの通路となる吸収塔と、前記吸収塔の内部に配置されるスプレイパイプと、を備え、前記スプレイパイプが、水平方向に沿って延びるとともに先端部が閉塞された筒状のパイプ部と、前記パイプ部の鉛直方向の上部の複数箇所に配置されて前記パイプ部を水平方向に流通する吸収液を鉛直方向の上方へ導く複数のノズル部と、前記パイプ部に取り付けられる第1フランジ部と、を備え、前記吸収塔が、側方に向けて開口する開口穴と、該開口穴の周囲に配置される第2フランジ部と、を備え、前記第1フランジ部と前記第2フランジ部とが、着脱可能に取り付けられている。

40

【0009】

本発明の一態様にかかる脱硫装置によれば、吸収塔の内部に配置されるスプレイパイプの第1フランジ部と、吸収塔が有する開口穴の周囲に配置される第2フランジ部とが、着脱可能に取り付けられている。交換や点検のためにスプレイパイプを吸収塔から容易に取り外すことができるため、スプレイパイプの一部に損傷や詰まり等の不具合が生じた場合に、スプレイパイプの交換や点検を容易に行うことが可能となる。

【0010】

50

本発明の一態様にかかる脱硫装置は、所定数の前記スプレイパイプを備え、前記吸収塔が、前記所定数の前記開口穴と、前記所定数の前記第2フランジ部と、を備え、前記所定数の前記第2フランジ部のそれぞれに、前記所定数の前記第1フランジ部が一对で取り付けられているものであってよい。

このようにすることで、所定数のスプレイパイプのうち交換や点検が必要なスプレイパイプのみを、吸収塔から取り外すことができる。そのため、吸収塔の1つの開口穴に複数のスプレイパイプが取り付けられている場合に比べ、スプレイパイプの交換や点検を容易に行うことができる。また、吸収塔の開口穴とスプレイパイプが一对で対応しているため、スプレイパイプを吸収塔に設置する際の設置作業を容易かつ正確に行うことができる。

10

#### 【0011】

本発明の一態様にかかる脱硫装置は、前記パイプ部の軸線が水平方向に沿って延び、前記軸線の鉛直方向の位置が、前記開口穴の鉛直方向の中心位置よりも低く配置されてもよい。

このようにすることで、パイプ部を開口穴に設置する際にパイプ部の上方に十分な空間が確保されるため、パイプ部の設置作業を容易に行うことができる。また、パイプ部を開口穴に挿入した後にパイプ部を重力に沿って下方に移動させながら設置作業を行うことができるため、パイプ部の設置作業が容易になるとともに設置精度も向上する。

#### 【0012】

本発明の一態様にかかる脱硫装置において、前記パイプ部は、下端部が前記開口穴に接触しない状態で配置されてもよい。

20

このようにすることで、パイプ部と開口穴が接触することによる不具合を防止することができる。

#### 【0013】

本発明の一態様にかかる脱硫装置において、前記スプレイパイプが、前記パイプ部の鉛直方向の下部に取り付けられた脚部を備え、前記脚部の鉛直方向の下端の位置が、前記開口穴の鉛直方向の下端の位置よりも低く配置されてもよい。

このようにすることで、吸収塔の開口穴を通過させる際に開口穴の上方へ引き上げられた脚部を、重力に沿って下方に移動させながら設置作業を行うことができる。そのため、スプレイパイプの脚部を吸収塔に設けられた支持部に設置する際の設置作業を容易かつ正確に行うことができる。

30

#### 【0014】

本発明の一態様にかかる脱硫装置において、前記開口穴は矩形である構成としてもよい。また、上記構成において、前記第1フランジ部と前記第2フランジ部の形状は矩形であってもよい。

開口穴を矩形とすると、鉛直方向、水平方向ともに、広い範囲でスプレイパイプの位置を変化、調整できる。また、フランジの形状も同じく矩形とすることで、開口穴の周囲に、第1フランジ部と前記第2フランジ部を締結するための締結部を効率的に配置できる。

#### 【0015】

本発明の一態様にかかる脱硫装置においては、前記ノズル部が、前記パイプ部を水平方向に流通する吸収液を鉛直方向の上方へ導くノズルホルダと、前記ノズルホルダに着脱可能に取り付けられ、吸収液を鉛直方向の上方に吐出するスプレイノズルと、を備え、前記吸収塔に設置されて前記スプレイパイプを支持するとともに支持面としての第2面を有する支持部を備え、前記スプレイパイプが、前記脚部が有する第1面を前記第2面に対向させた状態で前記支持部に支持されており、鉛直方向において、前記開口穴の下端部から上端部までの高さが前記脚部の前記第1面から前記ノズルホルダの上端部までの高さよりも高い構成であってよい。

40

#### 【0016】

本構成の脱硫装置においては、複数のノズルホルダのそれぞれにスプレイノズルを取り付けない状態でスプレイパイプを吸収塔へ挿入する際に、スプレイパイプの鉛直方向の高

50

さは、脚部の第1面からノズルホルダの上端部までの高さとなる。そして、開口穴の下端部から上端部までの高さが、スプレイパイプの鉛直方向の高さよりも高い。そのため、脚部を有するスプレイパイプを、開口穴を介して吸収塔の外部から内部へ挿入することができる。また、スプレイパイプを吸収塔の内部へ設置した後に、複数のノズルホルダのそれぞれにスプレイノズルを取り付けることにより、スプレイパイプから吸収液を吐出可能な状態とすることができる。

#### 【0017】

本発明の一態様にかかる脱硫装置において、前記吸収塔を側方からみた場合、前記第1フランジ部および前記第2フランジ部は、鉛直方向の上端および下端を通過する水平線と水平方向の左端および右端が通過する鉛直線とが交わる4箇所の角部が切り欠かれた形状となる構成でもよい。

10

本構成の脱硫装置によれば、吸収塔を側方からみた場合に、第1フランジ部および第2フランジ部の形状が4箇所の角部が切り欠かれた形状である。そのため、4箇所の角部が切り欠かれていない場合に比べ、作業者の作業スペースが十分に確保され、スプレイパイプの設置作業が容易となる。

#### 【0018】

本発明の一態様にかかる脱硫装置において、前記吸収塔の側方から前記開口部をみた場合、前記第1フランジ部の水平方向の左端および右端の midpoint の位置と、前記パイプ部の中心位置とが、水平方向に離間していてもよい。

このようにすることで、開口部の近傍に障害物が存在する場合であっても、第1フランジ部に対するパイプ部の設置位置を水平方向に離間させ、障害物を回避した状態でスプレイパイプを吸収塔に設置することができる。そのため、吸収塔に設置される開口部の位置を変更して障害物を回避する場合に比べ、容易に障害物を回避することができる。

20

#### 【発明の効果】

#### 【0019】

本発明によれば、スプレイパイプの一部に損傷や詰まり等の不具合が生じた場合に、スプレイパイプの交換や点検を容易に行うことが可能な脱硫装置を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0020】

【図1】本発明の一実施形態の脱硫装置の概略構成を示す縦断面図である。

30

【図2】図1に示す脱硫装置のスプレイパイプ部分の側面図である。

【図3】図2に示すスプレイパイプを上方からみた平面図である。

【図4】図2に示す脱硫装置のスプレイパイプ部分のI-I矢視図である。

【図5】図2に示すノズル部の部分拡大図である。

【図6】図4に示す脱硫装置のスプレイパイプ部分のII-II矢視図である。

【図7】図6に示す脱硫装置のスプレイパイプ部分のIII-III矢視図である。

【図8】図4に示す脱硫装置のスプレイパイプ部分のIV-IV矢視図である。

【図9】図8に示す脱硫装置のスプレイパイプ部分のV-V矢視図である。

【図10】図9に示す脚部のVI-VI矢視断面図である。

【図11】図9に示す板状部材のVI-VI矢視図である。

40

【図12】図4に示す脱硫装置のスプレイパイプの取付フランジ部分の部分拡大図である。

【図13】吸収塔の内部にスプレイパイプを設置する設置方法を示すフローチャートである。

【図14】スプレイパイプを開口部から挿入する工程を示す部分拡大図である。

【図15】吸収塔の側方から脱硫装置をみた図である。

【図16】吸収塔の側方から脱硫装置をみた図である。

【図17】図1に示す吸収塔の側面図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0021】

50

以下に、本発明の一実施形態に係る脱硫装置 100 について、図面を参照して説明する。

図 1 に示すように、本実施形態の脱硫装置 100 は、吸収塔 10 と、スプレイパイプ 20 と、デミスタ 30 と、循環ポンプ 40 と、を備える。

【0022】

吸収塔 10 は、鉛直方向に延びるように形成されて排ガスの通路となる筒状のケーシングである。吸収塔 10 は、側面に形成された排ガス導入部 11 から導入された硫黄酸化物を含む排ガスを鉛直方向の上方へ導く。また、吸収塔 10 は、硫黄酸化物が除去された排ガスを鉛直方向の上方に形成された排ガス排出部 12 から排出する。

【0023】

スプレイパイプ 20 は、吸収塔 10 の内部に水平方向に沿って配置される筒状部材である。図 1 に示すように、スプレイパイプ 20 は、吸収液を鉛直方向の上方に向けて吐出することにより、排ガス導入部 11 から導入された排ガスと吸収液を気液接触させる。ここで、吸収液は、石灰を含む液体であり、石灰石膏法によって、排ガスに含まれる硫黄酸化物が除去される。スプレイパイプ 20 から鉛直方向の上方に向けて吐出された吸収液は、落下して、吸収塔 10 の底部 13 に溜まる。底部 13 に溜まった吸収液は、循環ポンプ 40 によってスプレイパイプ 20 へ供給される。

【0024】

デミスタ 30 は、例えば折れ板型デミスタであり、吸収塔 10 の内部で発生した吸収液のミストを物理的衝突によって除去するものである。

【0025】

次に、本実施形態の脱硫装置 100 が備えるスプレイパイプ 20 およびその周辺部分の構造について詳細に説明する。

図 2 は、図 1 に示す脱硫装置 100 のスプレイパイプ 20 部分の側面図である。

図 2 に示すように、脱硫装置 100 には、複数のスプレイパイプ 20 が吸収塔 10 の外部から吸収塔 10 の内部へ挿入されている。脱硫装置 100 には、鉛直方向の所定位置に配置される 5 本のスプレイパイプ 20 が水平方向に等間隔で配置されている。なお、脱硫装置 100 が備えるスプレイパイプ 20 の本数は吸収塔 10 の大きさ等により 5 本以外の任意の本数としてもよい。また、スプレイパイプ 20 は、鉛直方向の異なる位置にそれぞれ複数本ずつ複数段で配置されていてもよい。

【0026】

図 2 に示すように、スプレイパイプ 20 には、取付フランジ（第 1 フランジ部）24 と供給口 25 とが設けられている。取付フランジ 24 は、スプレイパイプ 20 を吸収塔 10 に設けられた開口部 14（図 4 参照）に取り付けるための部材である。取付フランジ 24 は、複数の締結具（図示略）によって吸収塔 10 の開口部 14 の開口穴 14e の周囲に配置された取付フランジ（第 2 フランジ部）（図 12、図 17 参照）に取り付けられる。

吸収塔 10 の側面には、作業者が通り抜けるためのマンホール 15 が設けられている。マンホール 15 は、吸収塔 10 の外部から内部へ保守用の部品等を持ち込む場合や、吸収塔 10 の内部から外部へ使用済みの部品等を運び出す場合にも利用可能である。

【0027】

図 3 は、図 2 に示す 5 本のスプレイパイプ 20 を上方からみた平面図である。図 4 は、図 2 に示す脱硫装置 100 のスプレイパイプ 20 部分の I-I 矢視図である。

図 3 および図 4 に示すように、スプレイパイプ 20 は、パイプ部 21 と、複数のノズル部 22（ノズルホルダ 22b）と、複数の脚部 23 と、を有する。

【0028】

パイプ部 21 は、水平方向の軸線 X1 に沿って基端部 21b から先端部 21a まで直線状に延びるとともに先端部 21a が閉塞された円筒状の部材である。パイプ部 21 の基端部 21b には、循環ポンプ 40 から吸収液が供給される供給口 25 が設けられており、供給口 25 の周囲には、吸収液供給管 41（図 1 参照）を接続するためのフランジ 26 が形成されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 9 】

パイプ部 2 1 の先端部 2 1 a が閉塞されているため、供給口 2 5 からパイプ部 2 1 の内部へ供給された吸収液は、複数のノズル部 2 2 へ導かれる。パイプ部 2 1 の軸線 X 1 に沿った基端部 2 1 b から先端部 2 1 a までの長さは、3 m 以上かつ 1 5 m 以下となっている。また、パイプ部 2 1 の外径は、2 0 0 mm 以上かつ 4 0 0 mm 以下となっている。

## 【 0 0 3 0 】

複数のノズル部 2 2 は、パイプ部 2 1 の鉛直方向の上端部（上部）2 1 c の複数箇所に軸線 X 1 に沿って等間隔に配置される部材である。ここで、図 5 は、図 2 に示すノズル部 2 2 の部分拡大図である。図 5 に示すように、ノズル部 2 2 は、スプレイノズル 2 2 a と、ノズルホルダ 2 2 b と、ガスケット 2 2 c と、を有する。

10

## 【 0 0 3 1 】

スプレイノズル 2 2 a は、パイプ部 2 1 を軸線 X 1 に沿って水平方向に流通する吸収液を軸線 X 2 に沿って鉛直方向の上方へ導く部材である。スプレイノズル 2 2 a は、循環ポンプ 4 0 から供給された吸収液を鉛直方向の上方に吐出し、吸収塔 1 0 の内部で排ガスと吸収液とを気液接触させる。スプレイノズル 2 2 a は、ノズルホルダ 2 2 b に着脱可能に取り付けられており、例えば、S i C（シリコンカーバイド）により形成されている。

## 【 0 0 3 2 】

ノズルホルダ 2 2 b は、パイプ部 2 1 の上端部 2 1 c の複数箇所に配置され、鉛直方向の軸線 X 2 に沿って円筒状に形成される部材である。ノズルホルダ 2 2 b は、パイプ部 2 1 を水平方向に流通する吸収液を鉛直方向の上方へ導く。ノズルホルダ 2 2 b の内部には、スプレイノズル 2 2 a の下端側が挿入されている。ノズルホルダ 2 2 b の上端には、フランジが形成されている。

20

## 【 0 0 3 3 】

また、スプレイノズル 2 2 a には、ノズルホルダ 2 2 b のフランジと同形状のフランジが形成されている。図 5 に示すように、スプレイノズル 2 2 a のフランジとノズルホルダ 2 2 b のフランジとは、円環状のガスケット 2 2 c（例えば、ブチルゴム製）を挟んだ状態で、複数の締結具（図示略）により締結されている。

## 【 0 0 3 4 】

複数の脚部 2 3 は、図 4 に示すように、パイプ部 2 1 の下端部（下部）2 1 d に取り付けられる部材である。脚部 2 3 は、パイプ部 2 1 の先端部 2 1 a を含む複数箇所に取り付けられている。複数の脚部 2 3 は、パイプ部 2 1 の荷重を吸収塔 1 0 に設置されるパイプサポート（支持部）9 1、支持梁（支持部）9 2、および支持梁（支持部）9 3 に伝達する。パイプサポート 9 1、支持梁 9 2、および支持梁 9 3 は、吸収塔 1 0 に設置されてスプレイパイプ 2 0 を支持する部材である。パイプ部 2 1 に加えられる吸収液を吐出する際の反力や吸収液が落下して接触することによる衝撃力は、複数の脚部 2 3 を介して吸収塔 1 0 に伝達される。

30

## 【 0 0 3 5 】

図 4 に示すように、スプレイパイプ 2 0 は、脚部 2 3 がパイプサポート 9 1 および支持梁 9 2、9 3 に支持された状態で、脚部 2 3 の鉛直方向の下端の位置が開口部 1 4 の開口穴 1 4 e（図 1 2 参照）の鉛直方向の下端よりも低くなるように吸収塔 1 0 に設置されている。

40

## 【 0 0 3 6 】

ここで、パイプ部 2 1 の先端部 2 1 a に取り付けられる脚部 2 3 について説明する。

図 6 は、図 4 に示す脱硫装置 1 0 0 のスプレイパイプ 2 0 部分のII-II矢視図である。図 7 は、図 6 に示す脱硫装置 1 0 0 のスプレイパイプ 2 0 部分のIII-III矢視図である。図 6 および図 7 に示す脚部 2 3 は、パイプ部 2 1 の先端部 2 1 a の下端部 2 1 d に取り付けられるものである。図 6 に示すように、脚部 2 3 の上端はパイプ部 2 1 に取り付けられている。また、脚部 2 3 は、その下端に、設置面（第 1 面）2 3 a を有する。設置面 2 3 a は、水平面に沿った平坦な設置面であるが、他の態様であってもよい。例えば、設置面 2 3 a は、軸線 X 1 に直交する断面の形状が多角形、あるいは円弧形であってもよい。

50

## 【 0 0 3 7 】

図 7 に示すように、吸収塔 10 の内壁面には、金属材料等により形成されるパイプサポート 9 1 が設置されている。パイプサポート 9 1 は、その上端に、スプレイパイプ 2 0 を支持する支持面（第 2 面）9 1 a を有する。支持面 9 1 a は、水平面に沿った平坦な設置面であるが、他の態様であってもよい。例えば、支持面 9 1 a は、軸線 X 1 に直交する断面の形状が多角形、あるいは円弧形であってもよい。支持面 9 1 a の上面は、支持面 9 1 a を腐食等から保護するために樹脂製のライニングで被膜されるようにしてもよい。

## 【 0 0 3 8 】

図 6 および図 7 に示すように、脚部 2 3 の下端の設置面 2 3 a とパイプサポート 9 1 の上端の支持面 9 1 a との間には、シムプレート（shim plate；板状部材）9 9 が配置されている。

10

図 6 および図 7 に示すように、脚部 2 3 は、設置面 2 3 a を支持面 9 1 a に対向させた状態で配置される。すなわち、スプレイパイプ 2 0 が、設置面 2 3 a を支持面 9 1 a に対向させた状態でパイプサポート 9 1 に支持されている。よって、パイプ部 2 1 の軸心回りの回転方向角度は、支持面 9 1 a を基準にして決まることとなる。

## 【 0 0 3 9 】

脚部 2 3 の設置面 2 3 a を支持面 9 1 a に対向させたときに、パイプ部 2 1（ノズルホルダ 2 2 b）に取り付けられたスプレイノズル 2 2 a の軸芯が鉛直方向に沿うような回転方向角度となるように、脚部 2 3 をパイプ部 2 1 に取り付けておくことで、スプレイパイプ 2 0 を吸収塔 10 内に据え付ける時、パイプ部 2 1 の回転方向角度を調整する手間は不要となる。さらに、パイプ部 2 1 は、パイプ部 2 1 に取付けた脚部を介して、パイプサポート 9 1 に「面」で支持されるため、例えば、パイプ部に脚部を設けずに直接パイプサポートで支持する場合と比べると、パイプ部 2 1 の、パイプサポート 9 1 に接する部位にかかる局所的な応力を低くでき、さらに、吸収液の吐出に伴う反力や吸収液の落下による衝撃力を受けて、パイプ部 2 1 の回転方向角度がずれ、吸収液の吐出方向が鉛直方向に沿わなくなる可能性を小さくできる。

20

## 【 0 0 4 0 】

なお、シムプレート 9 9 は、パイプ部 2 1 を水平方向に沿って設置するために、支持面 9 1 a に対する設置面 2 3 a の鉛直方向の位置を調整する部材である。図 6 および図 7 では、設置面 2 3 a と支持面 9 1 a との間にシムプレート 9 9 が配置されているが、パイプ部 2 1 を水平方向に沿って設置するために不要であれば、シムプレート 9 9 を配置しなくてもよい。その場合、設置面 2 3 a と支持面 9 1 a とが直接的に接触した状態で配置される。また、シムプレート 9 9 は、パイプ部 2 1 を水平方向に沿って設置するために、鉛直方向に適切な厚さを持ったものを用いることができる。また、複数枚のシムプレート 9 9 を重ねて配置してもよい。

30

## 【 0 0 4 1 】

図 6 および図 7 に示すように、脚部 2 3 とパイプサポート 9 1 とシムプレート 9 9 とは、締結部（第 2 締結部）7 0 により締結されている。締結部 7 0 は、頭部と軸部とを有する締結ボルト 7 1 と、締結ボルト 7 1 の頭部とパイプサポート 9 1 との間に配置されるワッシャ 7 2 と、締結ボルト 7 1 の軸部に締結される締結ナット 7 3、7 4 と、締結ナット 7 4 と脚部 2 3 との間に配置されるワッシャ 7 5 と、を有する。

40

## 【 0 0 4 2 】

締結ボルト 7 1 の軸部に 2 つの締結ナット 7 3、7 4 を締結しているのは、締結ナット 7 4 の下方に隙間を設けることを可能にするためである。締結ナット 7 4 の下方に隙間を設けない場合、脚部 2 3 とパイプサポート 9 1 とシムプレート 9 9 とが強固に連結される点で有利である。一方で、脚部 2 3 とパイプサポート 9 1 とシムプレート 9 9 とが強固に連結されると、パイプ部 2 1 が熱膨張により変形する場合に、締結部分で変形や破損が生じる可能性がある。

## 【 0 0 4 3 】

本実施形態では、締結ナット 7 4 の下方に隙間を設けた状態とし、その状態で締結ナット

50



ト 7 3 を締め付けることにより、もしくは締結ナット 7 4 を締めた後で締結ナット 7 3 を締め、さらに締結ナット 7 4 を緩めることにより、締結ナット 7 3 と締結ナット 7 4 とが鉛直方向に動かない締結状態とすることができる。この場合、パイプ部 2 1 が熱膨張により変形する場合であっても、締結部分で変形や破損が生じる不具合を抑制することができる。

#### 【 0 0 4 4 】

次に、パイプ部 2 1 の先端部 2 1 a と基端部 2 1 b との間の中間部に取り付けられる脚部 2 3 について説明する。

図 8 は、図 4 に示す脱硫装置 1 0 0 のスプレイパイプ 2 0 部分の IV-IV 矢視図である。図 9 は、図 8 に示す脱硫装置 1 0 0 のスプレイパイプ 2 0 部分の V-V 矢視図である。図 8 および図 9 に示す脚部 2 3 は、パイプ部 2 1 の先端部 2 1 a と基端部 2 1 b との間の中間部に取り付けられるものである。図 8 に示すように、脚部 2 3 の上端はパイプ部 2 1 に取り付けられている。また、脚部 2 3 は、その下端に、設置面（第 1 面）2 3 a を有する。設置面 2 3 a は、水平面に沿った平坦な設置面であるが、他の態様であってもよい。例えば、設置面 2 3 a は、軸線 X 1 に直交する断面の形状が多角形、あるいは円弧形であってもよい。

#### 【 0 0 4 5 】

図 3 および図 8 に示すように、吸収塔 1 0 には、金属材料等により形成され、水平方向に延びる支持梁 9 2 および支持梁 9 3 が設置されている。支持梁 9 2 は、その上端に、支持面（第 2 面）9 2 a を有する。同様に、支持梁 9 3 は、その上端に、支持面（第 2 面）9 3 a を有する。

支持面 9 2 a , 9 3 a は、水平面に沿った平坦な設置面であるが、他の態様であってもよい。例えば、支持面 9 2 a , 9 3 a は、軸線 X 1 に直交する断面の形状が多角形、あるいは円弧形であってもよい。支持面 9 2 a , 9 3 a の上面は、支持面 9 2 a , 9 3 a を腐食等から保護するために樹脂製のライニングで被膜されるようにしてもよい。

#### 【 0 0 4 6 】

図 8 および図 9 に示すように、脚部 2 3 の下端の設置面 2 3 a と支持梁 9 2 , 9 3 の上端の支持面 9 2 a , 9 3 a との間には、シムプレート 9 9 が配置されている。

図 8 および図 9 に示すように、脚部 2 3 は、設置面 2 3 a を支持面 9 2 a , 9 3 a に対向させた状態で配置される。スプレイパイプ 2 0 が、設置面 2 3 a を支持面 9 2 a , 9 3 a に対向させた状態で支持梁 9 2 , 9 3 に支持されている。

#### 【 0 0 4 7 】

よって、パイプ部 2 1 の軸心回りの回転方向角度は、支持面 9 2 a , 9 3 a を基準にして決まることとなる。脚部 2 3 の設置面 2 3 a を支持面 9 2 a , 9 3 a に対向させたときに、パイプ部 2 1（ノズルホルダ 2 2 b）に取り付けられたスプレイノズル 2 2 a の軸芯が鉛直方向に沿うような回転方向角度となるように、脚部 2 3 をパイプ部 2 1 に取り付けておくことで、スプレイパイプ 2 0 を吸収塔 1 0 内に据え付ける時、パイプ部 2 1 の回転方向角度を調整する手間は不要となる。さらに、パイプ部 2 1 は、パイプ部 2 1 に取付けた脚部を介して、支持梁 9 2 , 9 3 に「面」で支持されるため、例えば、パイプ部に脚部を設けずに直接支持梁 9 2 , 9 3 で支持する場合と比べると、パイプ部 2 1 の、支持梁 9 2 , 9 3 に接する部位にかかる局所的な応力を低減でき、さらに、吸収液の吐出に伴う反力や吸収液の落下による衝撃力を受けて、パイプ部 2 1 の回転方向角度がずれ、吸収液の吐出方向が鉛直方向に沿わなくなる可能性を小さくできる。

#### 【 0 0 4 8 】

なお、シムプレート 9 9 は、パイプ部 2 1 を水平方向に沿って設置するために、支持面 9 2 a , 9 3 a に対する設置面 2 3 a の鉛直方向の位置を調整する部材である。図 8 および図 9 では、設置面 2 3 a と支持面 9 2 a , 9 3 a との間にシムプレート 9 9 が配置されているが、パイプ部 2 1 を水平方向に沿って設置するために不要であれば、シムプレート 9 9 を配置しなくてもよい。その場合、設置面 2 3 a と支持面 9 2 a , 9 3 a とが直接的に接触した状態で配置される。また、シムプレート 9 9 は、パイプ部 2 1 を水平方向に沿

って設置するために、鉛直方向に適切な厚さを持ったものを用いることができる。また、複数枚のシムプレート 99 を重ねて配置してもよい。

【0049】

図 8 および図 9 に示すように、脚部 23 と支持梁 92, 93 とシムプレート 99 とは、締結部 (第 2 締結部) 80 により締結されている。締結部 80 は、頭部と軸部とを有する締結ボルト 81 と、締結ボルト 81 の頭部と支持梁 92, 93 との間に配置されるワッシャ 82 と、締結ボルト 81 の軸部に締結される締結ナット 83, 84 と、締結ナット 84 と脚部 23 との間に配置されるワッシャ 85 と、を有する。なお、締結ボルト 81 の軸部に 2 つの締結ナット 83, 84 を締結しているのは、締結ナット 84 の下方に隙間を設けることを可能にするためである。

10

【0050】

ここで、スプレイパイプ 20 の製造方法について説明する。本実施形態のスプレイパイプ 20 は、パイプ部 21 と、ノズル部 22 のノズルホルダ 22b と、脚部 23 とを繊維強化プラスチック (Fiber-Reinforced Plastic) により一体に形成したものである。一方、ノズルホルダ 22b に取り付けられるスプレイノズル 22a は、例えば、SiC (シリコンカーバイド) により形成されたものである。

【0051】

本実施形態のスプレイパイプ 20 は、繊維強化プラスチックによりパイプ部 21 と、ノズル部 22 のノズルホルダ 22b と、脚部 23 とを一体に形成することにより製造される。スプレイパイプ 20 は、上方に吐出した吸収液が落下して衝突すること等により摩耗が生じる可能性が高い。本実施形態では、スプレイパイプ 20 に繊維強化プラスチックを用いているため、摩耗に対する耐性が高い。さらに、腐食に対する耐性も高い。

20

【0052】

なお、スプレイパイプ 20 を形成する材料として、繊維強化プラスチックに変えて金属材料 (例えば、UNS S31254 やハステロイ C-276) を用いても良い。油焚ボイラ向け脱硫装置の場合、316L などを用いても良い。スプレイパイプ 20 を金属製としたとき、脚部 23 は、別途金属材料で製造して、溶接もしくはネジ接合により、スプレイパイプ 20 に取り付けてもよい。

なお、脚部 23 は剛体とすることが好ましい。スプレイパイプ 20 を剛に支持することで、水平方向の傾斜や断面方向の回転を抑制でき、吸収液を精度よく鉛直方向に吐出できるためである。

30

【0053】

次に、脚部 23 に形成される挿入穴 23b について説明する。

図 10 は、図 9 に示す脚部 23 の VI-VI 矢視断面図である。図 10 に示すように、脚部 23 の設置面 23a には、締結ボルト 81 が挿入される挿入穴 23b が形成されている。挿入穴 23b は、軸線 X1 に直交する方向の長さ L1 よりも軸線 X1 に沿った方向の長さ L2 が長い。挿入穴 23b を長穴としているのは、スプレイパイプ 20 が熱伸びして脚部 23 がパイプ部 21 の先端部 21a に向けて移動する際に、挿入穴 23b が締結ボルト 81 に接触する不具合を抑制するためである。

【0054】

40

なお、本実施形態では、脚部 23 の設置面 23a に設けられる挿入穴 23b を長穴とし、パイプサポート 91, 支持梁 92, 93 に設けられる挿入穴 (図示略) を円形の丸穴とするものであるが、他の態様であってもよい。例えば、脚部 23 の設置面 23a に設けられる挿入穴 23b を円形の丸穴とし、パイプサポート 91, 支持梁 92, 93 に設けられる挿入穴を軸線 X1 に直交する方向の長さ L1 よりも軸線 X1 に沿った方向の長さ L2 が長い長穴としてもよい。あるいは、脚部 23 の設置面 23a に設けられる挿入穴 23b とパイプサポート 91, 支持梁 92, 93 に設けられる挿入穴の双方を長穴としてもよい。

【0055】

次に、シムプレート 99 に形成される切欠部 99a について説明する。

図 11 は、図 9 に示す板状部材の VI-VI 矢視図である。図 11 に示すように、シムプレ

50

ート 99 には、一端へ向けて開口する切欠部 99a が形成されている。切欠部 99a は、脚部 23 の設置面 23a と支持梁 92, 93 の支持面 92a, 93a との間に配置された状態で締結ボルト 81 を挿入可能とする部分である。また、切欠部 99a は、脚部 23 の設置面 23a とパイプサポート 91 の支持面 91a との間に配置された状態（図 7 参照）で締結ボルト 71 を挿入可能とする部分である。

【0056】

シムプレート 99 は、切欠部 99a を有するため、締結ボルト 71 を取り外すことなく、脚部 23 の設置面 23a とパイプサポート 91 の支持面 91a との間に挿入することができる。同様に、シムプレート 99 は、切欠部 99a を有するため、締結ボルト 81 を取り外すことなく、脚部 23 の設置面 23a と支持梁 92, 93 の支持面 92a, 93a との間に挿入することができる。このように、スプレイパイプ 20 が備える脚部 23 をパイプサポート 91, 支持梁 92, 93 へ設置する際に、適宜の箇所にシムプレート 99 を設置することにより、スプレイパイプ 20 が水平方向に配置されるように調整することができる。

【0057】

なお、シムプレート 99 は、切欠部 99a が軸線 X1 に沿ってパイプ部 21 の先端部 21a へ向けて開口した状態で配置される。すなわち、シムプレート 99 の切欠部 99a がパイプ部 21 の基端部 21b 側には開口していない。そのため、シムプレート 99 は、先端部 21a へ向けた力が脚部 23 から加えられても、締結ボルト 71、81 に接触するため先端部 21a へ向けて移動することがない。よって、シムプレート 99 が先端部 21a へ向けて移動してパイプサポート 91, 支持梁 92, 93 から脱落する不具合を防止することができる。

【0058】

次に、スプレイパイプ 20 のパイプ部 21 の先端部 21a と吸収塔 10 の内壁面との間に形成される隙間 CL について説明する。

図 7 に示すように、パイプ部 21 の先端部 21a と吸収塔 10 の内壁面との間には、隙間 CL が形成されている。この隙間 CL は、パイプ部 21 の先端部 21a が吸収塔 10 の内壁面と接触しないために必要な間隔である。なお、スプレイパイプ 20 は高温の排ガスにより熱膨張する。そのため、本実施形態のパイプ部 21 は、排ガスによりスプレイパイプ 20 が加熱された状態においても、隙間 CL が確保できるように配置される。すなわち、パイプ部 21 は、スプレイパイプ 20 を設置する状態（大気温度と同じ状態）において、熱伸びが生じたとしても隙間 CL が確保できるように設置される。本実施形態においては、排ガスにより加熱されていない状態では、パイプ部 21 の先端部 21a と吸収塔 10 の内壁面との隙間 CL が、10mm 以上かつ 100mm 以下となっている。

【0059】

次に、スプレイパイプ 20 の取付フランジ 24（第 1 フランジ部）を吸収塔 10 の開口部 14 へ取り付ける構造について説明する。

図 12 は、図 4 に示す脱硫装置 100 のスプレイパイプ 20 の取付フランジ 24 部分の部分拡大図である。図 12 に示すように、吸収塔 10 の開口部 14 は、吸収塔 10 の側方へ向けて開口するとともに軸線 X1 に沿って延びるように筒状に形成されている。開口部 14 は、側方に向けて開口する開口穴 14e を有する。開口部 14 の端部には、開口穴 14e の周囲に配置されるフランジ（第 2 フランジ部）14a が形成されている。フランジ 14a の内周面にはフランジ 14a を排ガスによる腐食等から保護するための樹脂製のライニング部 14b が設けられている。

【0060】

図 12 に示すように、スプレイパイプ 20 の取付フランジ 24 は、パイプ部 21 の外周面から突出するとともに鉛直方向に沿った取付面（第 1 取付面）24a を有する。一方、開口部 14 のフランジ 14a は、吸収塔 10 の側方から突出しており、その先端に鉛直方向に沿った取付面（第 2 取付面）14d が形成されている。取付面 24a と取付面 14d とは、ガスケット 14c を挟んで対向した状態で取り付けられている。

## 【 0 0 6 1 】

開口部 1 4 のフランジ 1 4 a には、ガスケット 1 4 c (例えば、ブチルゴム製) を挟んだ状態で、スプレイパイプ 2 0 の取付フランジ 2 4 が締結部 (第 1 締結部) 5 0 により取り付けられる。図 1 2 に示すように、第 1 締結部 5 0 は、頭部と軸部とを有する締結ボルト 5 1 と、締結ボルト 5 1 の頭部と取付フランジ 2 4 との間に配置されるワッシャ 5 2 と、締結ボルト 5 1 の軸部に締結される締結ナット 5 3 と、を有する。図 1 2 には、第 1 締結部 5 0 が鉛直方向の上下の 2 箇所にもみ示されているが、第 1 締結部 5 0 は、取付フランジ 2 4 の外周端を取り囲むように複数箇所に設けられている。

## 【 0 0 6 2 】

スプレイパイプ 2 0 の取付フランジ 2 4 と開口部 1 4 のフランジ 1 4 a とは、締結ボルト 5 1 と締結ナット 5 3 とを含む締結具により、着脱可能に取り付けられている。そのため、スプレイパイプ 2 0 の交換や点検を行う際には、締結ボルト 5 1 と締結ナット 5 3 との締結を解除することにより、スプレイパイプ 2 0 を容易に吸収塔 1 0 から取り外すことができる。

## 【 0 0 6 3 】

本実施形態の脱硫装置 1 0 0 は、図 3 に示すように 5 本のスプレイパイプ 2 0 を備えている。また、本実施形態の脱硫装置 1 0 0 が備える吸収塔 1 0 は、スプレイパイプ 2 0 の本数と同数の 5 箇所形成された開口穴 1 4 e と、開口穴 1 4 e の周囲に配置される 5 つのフランジ 1 4 a と、を備える。そして、5 つのフランジ 1 4 a のそれぞれに、5 本のスプレイパイプ 2 0 の 5 つの取付フランジ 2 4 が一対一で取り付けられている。本実施形態の脱硫装置 1 0 0 は、スプレイパイプ 2 0 を 5 本備えるものとしたが、任意の本数としてもよい。この場合、吸収塔 1 0 には、スプレイパイプ 2 0 と同数の開口穴 1 4 e とその周囲に配置されるフランジ 1 4 a を設けるものとする。

## 【 0 0 6 4 】

ここで、開口部 1 4 の端面が鉛直方向から傾斜している場合、開口部 1 4 に、取付フランジ 2 4 を介して取り付けられるスプレイパイプ 2 0 が水平方向から傾斜した状態になってしまう。そこで、開口部 1 4 の端面が鉛直方向と一致するように、ライニング部 1 4 b の取付フランジ 2 4 と挟まれる部分の厚さが適宜に調整される。また、開口部 1 4 の端面が鉛直方向と一致するように、取付フランジ 2 4 とガスケット 1 4 c との間にシーリング材を塗布してもよい。なお、シーリング材の塗布は、ライニング部 1 4 b の厚さを調整することに代えて行っても良いし、ライニング部 1 4 b の厚さを調整することに加えて行ってもよい。

## 【 0 0 6 5 】

図 1 2 に示すように、開口部 1 4 の取付面 1 4 d とスプレイパイプ 2 0 の取付フランジ 2 4 に形成された取付面 2 4 a とは、ガスケット 1 4 c を挟んで対向しており、その状態で、スプレイパイプ 2 0 は吸収塔 1 0 の開口部 1 4 に取り付けられている。この状態においては、鉛直方向において、パイプ部 2 1 の下端部 2 1 d よりも開口穴 1 4 e の下端部 1 4 e B が低く、パイプ部 2 1 の上端部 2 1 c よりも開口穴 1 4 e の上端部 1 4 e A が高く配置される。また、この状態において、パイプ部 2 1 は、その下端部 2 1 d が開口部 1 4 の内周面および開口穴 1 4 e に接触しない状態で配置されている。

## 【 0 0 6 6 】

また、図 1 2 に示すように、スプレイパイプ 2 0 は、パイプ部 2 1 が延びる軸線 X 1 の鉛直方向の位置が、開口穴 1 4 e の鉛直方向の中心位置よりも低くなるように、開口部 1 4 に取り付けられている。

## 【 0 0 6 7 】

次に、吸収塔 1 0 の内部にスプレイパイプ 2 0 を設置する設置方法について説明する。図 1 3 は、吸収塔 1 0 の内部にスプレイパイプ 2 0 を設置する設置方法を示すフローチャートである。図 1 3 に示す各処理は、作業員あるいは作業員が操作するクレーン等の作業機器により実行される処理である。

## 【 0 0 6 8 】

ステップS 1 3 0 1 (挿入工程)で、作業者は、吸収塔 1 0 の外部に載置されたスプレイパイプ 2 0 をクレーン (図示略) により吊り上げ、スプレイパイプ 2 0 を吸収塔 1 0 の開口部 1 4 へ水平方向に挿入する。作業員は、スプレイパイプ 2 0 が吸収塔 1 0 と接触しないように、パイプ部 2 1 に結びつけられたガイドロープ (図示略) でパイプ部 2 1 の位置を調整する。図 1 4 に示すように、スプレイパイプ 2 0 は、ノズルホルダ 2 2 b にスプレイノズル 2 2 a が取り付けられていない状態で、吸収塔 1 0 の開口部 1 4 に挿入される。

#### 【 0 0 6 9 】

図 1 4 に示すように、本実施形態の脱硫装置 1 0 0 においては、開口穴 1 4 e の下端部 1 4 e B から上端部 1 4 e A までの鉛直方向の高さ H 1 は、脚部 2 3 の設置面 2 3 a からノズルホルダ 2 2 b の上端部 2 2 b A までの鉛直方向の高さ H 2 よりも高い。このようにしているのは、ノズルホルダ 2 2 b にスプレイノズル 2 2 a を取り付けない状態で、開口部 1 4 を介してスプレイパイプ 2 0 を吸収塔 1 0 の内部へ挿入することを可能にするためである。

#### 【 0 0 7 0 】

ステップS 1 3 0 2 (配置工程)で、作業者は、開口部 1 4 から吸収塔 1 0 の内部に挿入されたスプレイパイプ 2 0 を、複数の脚部 2 3 に支持されるように吸収塔 1 0 の内部に配置する。作業者は、図 2 に示すように、複数の脚部 2 3 の設置面 2 3 a が、パイプサポート 9 1 の支持面 9 1 a、支持梁 9 2、9 3 の支持面 9 2 a、9 3 a と対向した状態となるようにスプレイパイプ 2 0 を配置する。

#### 【 0 0 7 1 】

ステップS 1 3 0 3 (補正工程)で、作業者は、取付フランジ 2 4 の取付面 2 4 a が鉛直方向に沿って配置されるように取付面 1 4 d の鉛直度を補正する。取付面 1 4 d の鉛直度の補正は、例えば、ライニング部 1 4 b の厚さを調整することにより行われる。また、ガスケット 1 4 c と取付フランジ 2 4 の取付面 2 4 a との間に塗布するシーラント剤 (例えば、シリコン製) の厚さを調整することにより、取付フランジ 2 4 の取付面 2 4 a が鉛直方向に沿って配置されるようにしてもよい。

#### 【 0 0 7 2 】

ステップS 1 3 0 4 (仮締め工程)で、作業者は、スプレイパイプ 2 0 の取付フランジ 2 4 と吸収塔 1 0 の開口部 1 4 のフランジ 1 4 a とを、第 1 締結部 5 0 を用いて仮締めする。図 1 2 に示すように、取付フランジ 2 4 および開口部 1 4 のフランジ 1 4 a は、取付面 2 4 a と取付面 1 4 d とをガスケット 1 4 c を挟んで対向させて状態で、複数箇所の第 1 締結部 5 0 をそれぞれ仮締めすることにより連結される。

ここで、仮締めとは、後述する本締めで第 1 締結部 5 0 を締結する際のトルク (Nm) を 1 0 0 % とした場合に、3 0 % 以上 7 0 % 以下のトルクで締結ボルト 5 1 と締結ナット 5 3 とを締結することをいう。

#### 【 0 0 7 3 】

ステップS 1 3 0 5 (調整工程)で、作業者は、取付フランジ 2 4 と開口部 1 4 のフランジ 1 4 a とを仮締めした状態で、パイプ部 2 1 の軸線 X 1 が水平方向と一致するように、パイプ部 2 1 の水平度を調整する。なお、ここでいう水平方向とは、水平方向から所望の許容度の範囲内の角度であることを含む (以下同様)。

#### 【 0 0 7 4 】

具体的に、作業者は、パイプサポート 9 1 と脚部 2 3 との間に挿入するシムプレート 9 9 の厚さ、支持梁 9 2 と脚部 2 3 との間に挿入するシムプレート 9 9 の厚さ、支持梁 9 3 と脚部 2 3 との間に挿入するシムプレート 9 9 の厚さを適宜に選定し、支持面 9 1 a、9 2 a、9 3 a に対する設置面 2 3 a の高さを調整する。作業者は、例えば、スプレイパイプ 2 0 のノズルホルダ 2 2 b の上面に水平器 (図示略) を配置して水平器を目視することにより、パイプ部 2 1 の軸線 X 1 が水平方向と一致するかどうかを確認する。作業者は、水平器が示す水平度が所望の許容度の範囲内であると確認した場合に、水平度の調整を終了する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 5 】

作業者は、ステップ S 1 3 0 5（調整工程）で、パイプ部 2 1 の水平度を調整した後に、ステップ S 1 3 0 6（連結工程）で、パイプサポート 9 1 とスプレイパイプ 2 0 の先端部 2 1 a に隣接して配置される脚部 2 3 とを締結部 7 0 により連結する。具体的に、作業者は、締結ボルト 7 1 の軸部をパイプサポート 9 1 の下方から挿入し、脚部 2 3 を貫通した軸部に締結ナット 7 3 , 7 4 を締結することにより、パイプサポート 9 1 と脚部 2 3 とを連結する。なお、後に行われるステップ S 1 3 0 8（本締め工程）において取付フランジ 2 4 と開口部 1 4 の間隔を微調整できるように、ステップ S 1 3 0 6 の連結工程ではパイプサポート 9 1 と脚部 2 3 とは仮締めとしてもよい。

## 【 0 0 7 6 】

さらに、前述したように、パイプ部 2 1 が熱膨張する際の変形や破損を抑制するために、締結ナット 7 4 の下方には隙間を設けるのが望ましい。締結ナット 7 4 の下方に隙間を設ける場合、一对の締結ナット 7 3 , 7 4 が近接するように締め付けることで一对の締結ナット 7 3 , 7 4 が外れない状態となる。このように、ステップ S 1 3 0 6 では、パイプ部 2 1 が熱伸びした場合でも、パイプ部 2 1 に取り付けられた脚部 2 3 が軸線 X 1 に沿って移動可能な状態で、パイプサポート 9 1 と脚部 2 3 とが連結される。

## 【 0 0 7 7 】

ステップ S 1 3 0 7（連結工程）で、作業者は、支持梁 9 2 , 9 3 と脚部 2 3 とを締結部 8 0 により連結する。具体的に、作業者は、締結ボルト 8 1 の軸部を支持梁 9 2 , 9 3 の下方から挿入し、脚部 2 3 を貫通した軸部に締結ナット 8 3 , 8 4 を締結することにより、支持梁 9 2 , 9 3 と脚部 2 3 とを連結する。なお、後に行われるステップ S 1 3 0 8（本締め工程）において取付フランジ 2 4 と開口部 1 4 の間隔を微調整できるように、ステップ S 1 3 0 7 の連結工程では支持梁 9 2 , 9 3 と脚部 2 3 とは仮締めとしてもよい。

## 【 0 0 7 8 】

さらに、前述したように、パイプ部 2 1 が熱膨張する際の変形や破損を抑制するために、締結ナット 8 4 の下方には隙間を設けるのが望ましい。締結ナット 8 4 の下方に隙間を設ける場合、一对の締結ナット 8 3 , 8 4 が近接するように締め付けることで一对の締結ナット 8 3 , 8 4 が外れない状態となる。このように、ステップ S 1 3 0 7 では、パイプ部 2 1 が熱伸びした場合でも、パイプ部 2 1 に取り付けられた脚部 2 3 が軸線 X 1 に沿って移動可能な状態で、支持梁 9 2 , 9 3 と脚部 2 3 とが連結される。

ここで、支持梁 9 2 と脚部 2 3 との連結は、支持梁 9 3 と脚部 2 3 との連結よりも先に行われる。ステップ S 1 3 0 7 の連結工程は、パイプ部 2 1 の先端部 2 1 a から基端部 2 1 b へ向けた順で行われる。

## 【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 3 0 8（本締め工程）で、作業者は、スプレイパイプ 2 0 の取付フランジ 2 4 と吸収塔 1 0 の開口部 1 4 の隙間を確認し、過大なギャップが存在しないことを確認する。ギャップが存在する場合は、スプレイパイプ 2 0 の位置を微調整して、同ギャップを解消する。その後、取付フランジ 2 4 と開口部 1 4 のフランジ 1 4 a とを、第 1 締結部 5 0 を用いて本締めする。図 1 2 に示すように、スプレイパイプ 2 0 の取付フランジ 2 4 と開口部 1 4 のフランジ 1 4 a とは、取付フランジ 2 4 の取付面 2 4 a とフランジ 1 4 a の取付面 1 4 d とをガスケット 1 4 c を挟んで対向させた状態で、複数箇所の第 1 締結部 5 0 をそれぞれ本締めすることにより連結される。ここで、本締めとは、ステップ S 1 3 0 4 で仮締めした第 1 締結部 5 0 を、トルク（Nm）を増加させて締結することをいう。

## 【 0 0 8 0 】

なお、以上のステップ S 1 3 0 1 からステップ S 1 3 0 8 においては、1 本のスプレイパイプ 2 0 を設置する方法を説明したが、ステップ S 1 3 0 1 からステップ S 1 3 0 8 を繰り返すことにより、複数本のスプレイパイプ 2 0 を設置するものとする。

## 【 0 0 8 1 】

ステップ S 1 3 0 9（設置工程）で、作業者は、吸収塔 1 0 の外部からマンホール 1 5 を介して複数の足場板（足場部材）6 0 を吸収塔 1 0 の内部へ搬入し、図 4 に示すように

10

20

30

40

50

、スプレイパイプ20のパイプ部21の上端部21cへ設置する。図3に示すように、足場板60は、複数本のスプレイパイプ20のそれぞれに掛け渡されて設置される。足場板60は、パイプ部21のノズルホルダ22bにスプレイノズル22aを取り付けるために作業者が載って作業するための部材である。

【0082】

ステップS1310（取付工程）で、作業者は、足場板60に載った状態で、スプレイノズル22aをノズルホルダ22bへ取り付ける。

作業者は、複数のスプレイパイプ20に設けられた複数のノズルホルダ22bに対して、足場板60の上を移動しながらスプレイノズル22aをノズルホルダ22bへ取り付ける。なお、ステップS1306（連結工程）、ステップS1307（連結工程）において、仮締めとした場合は、それぞれ本締めを行って連結する。また、本締めする順序は仮締めの際と同様とする。作業者は、全てのノズルホルダ22bへスプレイノズル22aを取り付けた後、また、上記本締めを行う場合は全ての本締めが終了した後、マンホール15を介して複数の足場板60を吸収塔10の外部へ搬出する。そして、作業者は、マンホール15から吸収塔10の外部へ移動し、本フローによる処理を終了する。

【0083】

以上で説明した本実施形態の脱硫装置100が奏する作用および効果について説明する。

本実施形態の脱硫装置100によれば、吸収塔10の内部に配置されるスプレイパイプ20の取付フランジ24と、吸収塔10が有する開口穴14eの周囲に配置されるフランジ14aとが、着脱可能に取り付けられている。交換や点検のためにスプレイパイプ20を吸収塔10から容易に取り外すことができるため、スプレイパイプ20の一部に損傷や詰まり等の不具合が生じた場合に、スプレイパイプ20の交換や点検を容易に行うことが可能となる。

【0084】

また、本実施形態の脱硫装置100によれば、スプレイパイプ20の取付フランジ24の取付面24aを、吸収塔10の開口部14のフランジ14aの取付面14dに対向させ、鉛直方向に沿った取付面14dを基準面として用いて、スプレイパイプ20を吸収塔10の開口部14に取り付けることができる。よって、スプレイパイプ20のパイプ部21の軸心方向を水平方向に、かつ、軸心回りの回転方向角度が所定の角度となるように調整する工数を減らすことができるため、スプレイパイプ20を吸収塔10の外部から挿入して内部へ設置する際の作業が容易となる。

【0085】

また、本実施形態の脱硫装置100によれば、スプレイパイプ20の取付フランジ24を、吸収塔10の開口部14のフランジ14aに締結して、スプレイパイプ20を吸収塔10に取り付けることにより、吸収塔10の開口部14（開口穴14e）から吸収液や排ガスが外部に漏れ出るのを防止できる。

【0086】

また、本実施形態の脱硫装置100は、所定数（5本）のスプレイパイプ20を備え、吸収塔10が、所定数（5箇所）の開口穴14eと、所定数（5つ）のフランジ14aとを備え、所定数（5つ）のフランジ14aのそれぞれに、所定数（5つ）の取付フランジ24が一对一で取り付けられている。

このようにすることで、所定数のスプレイパイプ20のうち交換や点検が必要なスプレイパイプ20のみを、吸収塔10から取り外すことができる。そのため、吸収塔10の1つの開口穴14eに複数のスプレイパイプ20が取り付けられている場合に比べ、スプレイパイプ20の交換や点検を容易に行うことができる。また、吸収塔10の開口穴14eとスプレイパイプ20が一对一で対応しているため、スプレイパイプ20を吸収塔10に設置する際の設置作業を容易かつ正確に行うことができる。

【0087】

また、本実施形態の脱硫装置100は、パイプ部21が延びる軸線X1の鉛直方向の位

置が、開口穴 1 4 e の鉛直方向の中心位置よりも低く配置されている。

このようにすることで、パイプ部 2 1 を開口穴 1 4 e に設置する際にパイプ部 2 1 の上方に十分な空間が確保されるため、パイプ部 2 1 の設置作業を容易に行うことができる。また、パイプ部 2 1 を開口穴 1 4 e に挿入した後にパイプ部 2 1 を重力に沿って下方に移動させながら設置作業を行うことができるため、パイプ部 2 1 の設置作業が容易になるとともに設置精度も向上する。

【 0 0 8 8 】

また、本実施形態の脱硫装置 1 0 0 において、パイプ部 2 1 は、下端部が開口穴 1 4 e に接触しない状態で配置される。

このようにすることで、パイプ部 2 1 と開口穴 1 4 e が接触することによる不具合を防止することができる。

【 0 0 8 9 】

また、本実施形態の脱硫装置 1 0 0 において、スプレイパイプ 2 0 が、パイプ部 2 1 の鉛直方向の下部に取り付けられて設置面 2 3 a を有する脚部 2 3 を備え、脚部 2 3 の鉛直方向の下端の位置が、開口穴 1 4 e の鉛直方向の下端の位置よりも低く配置される。

このようにすることで、吸収塔 1 0 の開口穴 1 4 e を通過させる際に開口穴 1 4 e の上方へ引き上げられた脚部 2 3 を、重力に沿って下方に移動させながら設置作業を行うことができる。そのため、スプレイパイプ 2 0 の脚部 2 3 を吸収塔 1 0 に設けられたパイプサポート 9 1 および支持梁 9 2 , 9 3 に設置する際の設置作業を容易かつ正確に行うことができる。

【 0 0 9 0 】

また、本実施形態の脱硫装置 1 0 0 においては、鉛直方向において、パイプ部 2 1 の下端部 2 1 d よりも開口穴 1 4 e の下端部 1 4 e B が低く、かつパイプ部 2 1 の上端部 2 1 c よりも開口穴 1 4 e の上端部 1 4 e A が高く配置されている。したがって、パイプ部 2 1 は、開口部 1 4 の開口穴 1 4 e から水平方向に沿って吸収塔 1 0 の外部から内部へ挿入された後、鉛直方向の位置を開口穴 1 4 e の上端部 1 4 e A と下端部 1 4 e B の間に維持した状態で吸収塔 1 0 の内部に設置される。そのため、吸収塔 1 0 の内部に挿入されてから設置されるまでのスプレイパイプ 2 0 の鉛直方向の移動量が少ない。よって、スプレイパイプ 2 0 を吸収塔 1 0 の外部から挿入して内部へ設置する際に、スプレイパイプ 2 0 の水平度を正確に維持することができる。

【 0 0 9 1 】

また、パイプ部 2 1 の上端部 2 1 c と開口穴 1 4 e の上端部 1 4 e A との間に隙間が確保され、パイプ部 2 1 の下端部 2 1 d と開口穴 1 4 e の下端部 1 4 e B との間に隙間が確保される。そのため、スプレイパイプ 2 0 を吸収塔 1 0 の外部から挿入する際に、パイプ部 2 1 が鉛直方向に移動することをおる程度許容することができる。

【 0 0 9 2 】

また、本実施形態の脱硫装置 1 0 0 においては、複数のノズルホルダ 2 2 b のそれぞれにスプレイノズル 2 2 a を取り付けない状態でスプレイパイプ 2 0 を吸収塔 1 0 へ挿入する際に、スプレイパイプ 2 0 の鉛直方向の高さは、脚部 2 3 の設置面 2 3 a からノズルホルダ 2 2 b の上端部 2 2 b A までの高さ H 2 となる。そして、開口穴 1 4 e の下端部 1 4 e B から上端部 1 4 e A までの高さ H 1 が、スプレイパイプ 2 0 の鉛直方向の高さ H 2 よりも高い。そのため、脚部 2 3 を有するスプレイパイプ 2 0 を、開口穴 1 4 e を介して吸収塔 1 0 の外部から内部へ挿入することができる。また、スプレイパイプ 2 0 を吸収塔 1 0 の内部へ設置した後に、複数のノズルホルダ 2 2 b のそれぞれにスプレイノズル 2 2 a を取り付けることにより、スプレイパイプ 2 0 から吸収液を吐出可能な状態とすることができる。

【 0 0 9 3 】

図 1 7 に示すように、1 つの実施態様では、吸収塔 1 0 の側面に形成される開口部 1 4 は、矩形状の開口穴 1 4 e と、その周囲の矩形状のフランジ 1 4 a により構成されている。開口穴 1 4 e を矩形とすると、鉛直方向、水平方向ともに、広い範囲でスプレイパイプ

10

20

30

40

50



20の位置を変化、調整でき、スプレイパイプ20の設置が容易となる。さらに、取付フランジ24とフランジ14aの形状は、長方形である構成としてもよい。取付フランジ24およびフランジ14aの形状も同じく長方形とすることで、開口穴14eの周囲に、取付フランジ24とフランジ14aを締結するための締結部を効率的に配置できる。ここで、矩形とは、4つの角が直交している形状だけでなく、部分的に丸くなっている形状も含むものとする。

【0094】

〔他の実施形態〕

以上の説明においては、図2に示すように、吸収塔10の側方から開口部14をみた場合、フランジ14aおよび取付フランジ24は、鉛直方向の上方の左右2箇所と鉛直方向の下方の左右2箇所のそれぞれに角部を有する矩形状であったが、他の態様であってもよい。例えば、フランジ14aおよび取付フランジ24は、図15に示す形状としてもよい。

【0095】

図15は、吸収塔10の側方から脱硫装置をみた図である。図15に示すように、変形例の取付フランジ24Aは、吸収塔10の側方から開口部14をみた場合、フランジ14aおよび取付フランジ24Aは、鉛直方向の上端および下端を通過する水平線と、水平方向の左端および右端が通過する鉛直線とが交わる4箇所の角部CP1, CP2, CP3, CP4が切り欠かれた形状としてもよい。なお、図15においては、フランジ14aが図示されていないが、取付フランジ24Aと同じ形状であるものとする。

【0096】

このようにすることで、4箇所の角部CP1, CP2, CP3, CP4が切り欠かれていない場合に比べ、作業者の作業スペースが十分に確保され、例えば、作業者は、角部が切り欠かれた部位からフランジの裏側に手を入れて作業することができるなど、スプレイパイプ20の設置作業が容易となる。なお、フランジ14aおよび取付フランジ24Aは、角部CP1, CP2, CP3, CP4が切り欠かれた形状であれば、他の形状であってもよい。例えば、図15に示す8角形状ではなく各角部が円形に丸まった形状であってもよい。また、フランジ14aおよび取付フランジ24Aを楕円形状に形成してもよい。

【0097】

以上の説明においては、図2に示すように、吸収塔10の側方から開口部14をみた場合、取付フランジ24の左端および右端の中心位置と、パイプ部21の中心位置とが水平方向で一致するが、他の態様であってもよい。例えば、図16に示すように、吸収塔10の側方から開口部14をみた場合、取付フランジ24Bの左端lおよび右端rの中心位置C1と、パイプ部21の中心位置C2とが水平方向で離間していてもよい。図16に実線で示す位置にパイプ部21を配置することで、パイプ部21の左方に障害物が配置されていても、パイプ部21を設置することができる。

【0098】

また、図16に破線で示すように、吸収塔10の側方から開口部14をみた場合、取付フランジ24Bの左端lおよび右端rの中心位置C1と、パイプ部21の中心位置C3とが水平方向で離間していてもよい。図16に破線で示す位置にパイプ部21を配置することで、パイプ部21の右方に障害物が配置されていても、パイプ部21を設置することができる。

【0099】

以上の説明において、脱硫装置100は、石灰を含む吸収液を排ガスと気液接触させて排ガスに含まれる硫黄酸化物を除去する石灰石膏法を用いた装置であったが、他の態様であってもよい。例えば、アルカリ成分を含む海水を吸収液として用いる海水脱硫法を用いた脱硫装置であってもよい。

また、以上の説明において、スプレイパイプ20は、吸収塔10の内部に水平方向に沿って配置されるものとしたが、スプレイパイプ20は、水平方向からある角度をもって傾斜して配置されてもよい。

【0100】

10

20

30

40

50

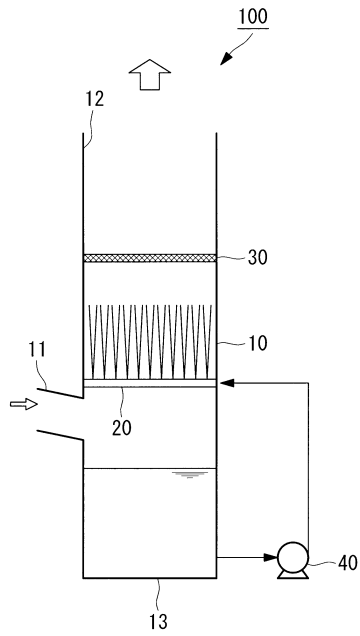
また、以上の説明においては、吸収塔 1 0 の開口部 1 4 のフランジ 1 4 a にスプレイパイプ 2 0 の取付フランジ 2 4 を取り付けるものとしたが、他の態様であってもよい。例えば、吸収塔 1 0 の開口部 1 4 にフランジ 1 4 a が設けられていない場合には、締結具を用いて、吸収塔 1 0 の側壁に取付フランジ 2 4 を直接的に取り付けるようにしてもよい。この場合、吸収塔 1 0 の側壁における開口穴を取り囲む部分が、スプレイパイプ 2 0 の取付フランジ 2 4 が取り付けられるフランジ部となる。

【符号の説明】

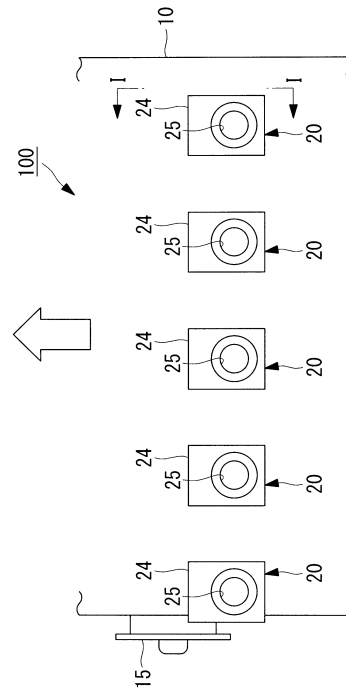
【 0 1 0 1 】

1 0	吸収塔	
1 4	開口部	10
1 4 a	フランジ (第 2 フランジ部)	
1 4 b	ライニング部	
1 4 d	取付面 (第 2 取付面)	
1 4 e	開口穴	
1 4 e A	上端部	
1 4 e B	下端部	
2 0	スプレイパイプ	
2 1	パイプ部	
2 1 a	先端部	
2 1 b	基端部	20
2 1 c	上端部	
2 1 d	下端部	
2 2	ノズル部	
2 2 a	スプレイノズル	
2 2 b	ノズルホルダ	
2 2 b A	上端部	
2 3	脚部	
2 3 a	設置面 (第 1 面)	
2 3 b	挿入穴	
2 4 , 2 4 A , 2 4 B	取付フランジ (第 1 フランジ部)	30
2 4 a	取付面 (第 1 取付面)	
2 5	供給口	
6 0	足場板 (足場部材)	
9 1	パイプサポート (支持部)	
9 1 a	支持面 (第 2 面)	
9 2 , 9 3	支持梁 (支持部)	
9 2 a , 9 3 a	支持面 (第 2 面)	
9 9	シムプレート (板状部材)	
9 9 a	切欠部	
1 0 0	脱硫装置	40
C L	隙間	
X 1 , X 2	軸線	

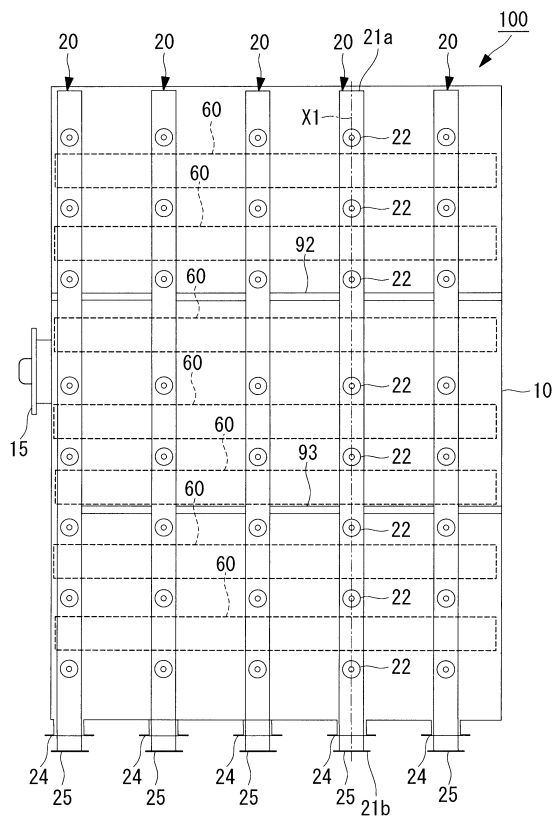
【図 1】



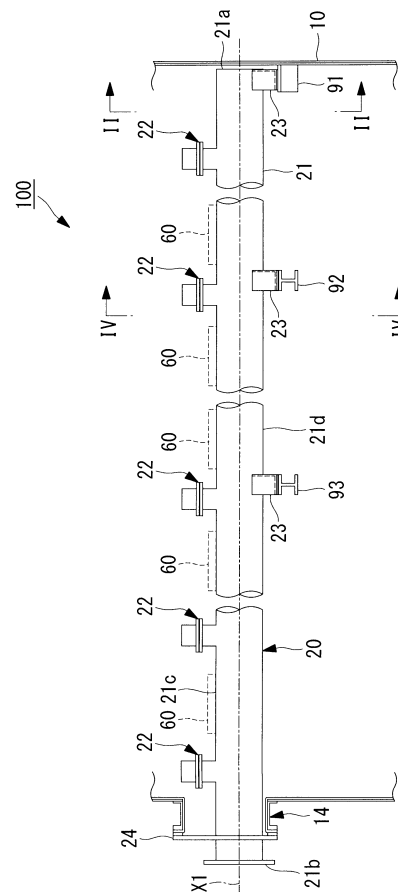
【図 2】



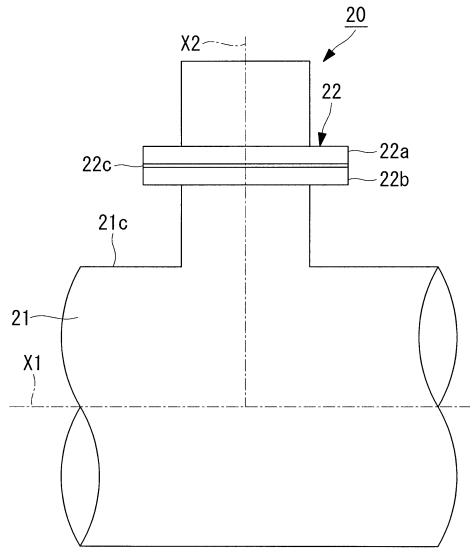
【図 3】



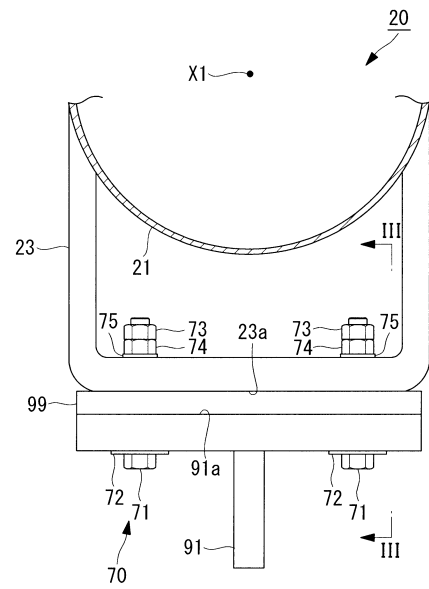
【図 4】



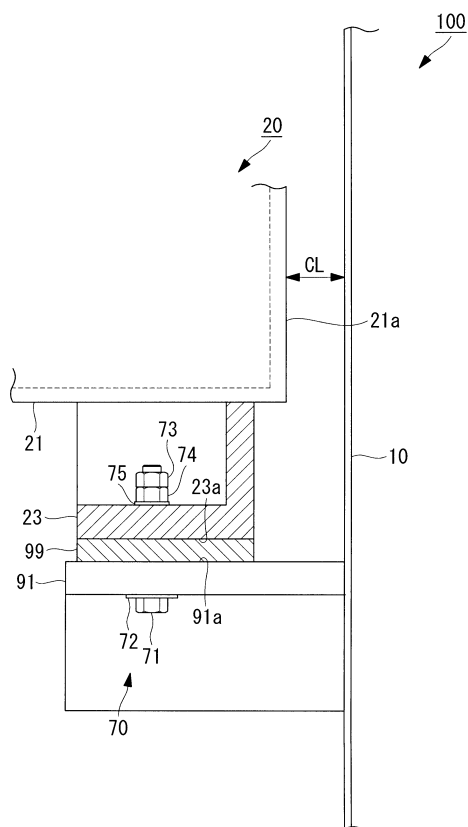
【図 5】



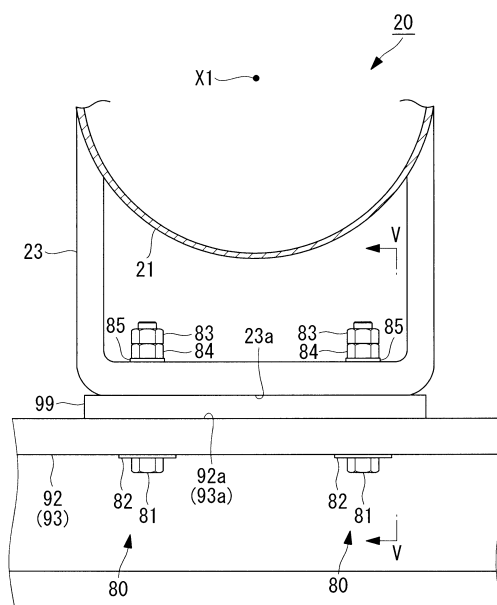
【図 6】



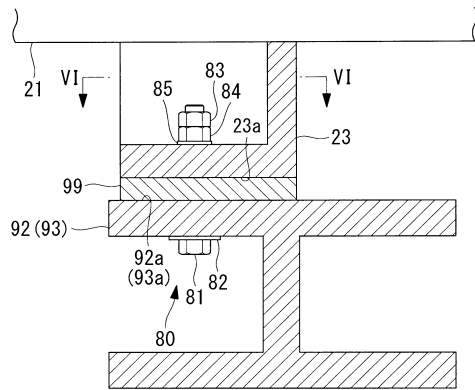
【図 7】



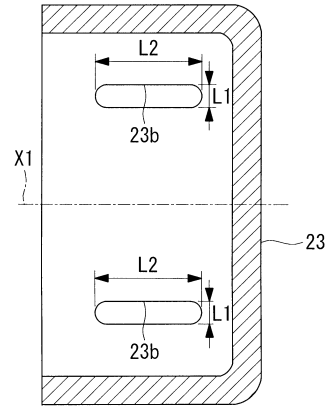
【図 8】



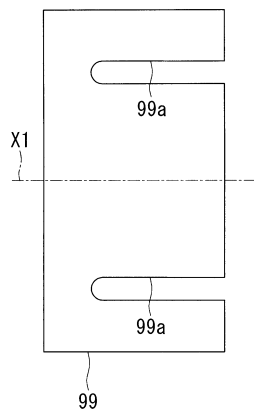
【図 9】



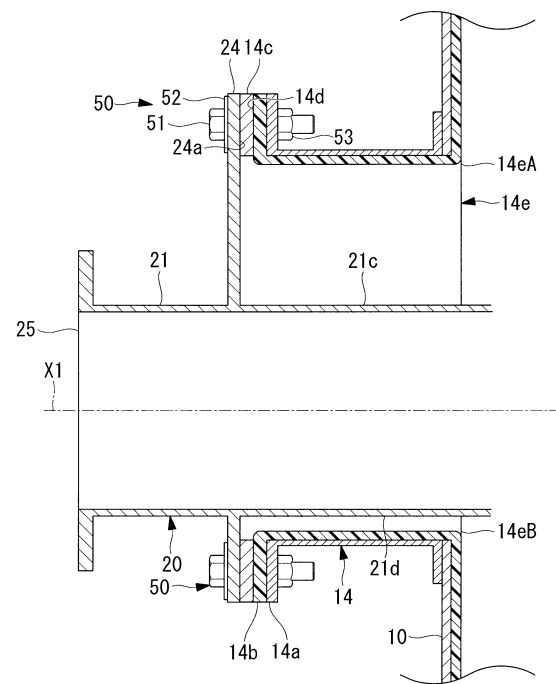
【図 10】



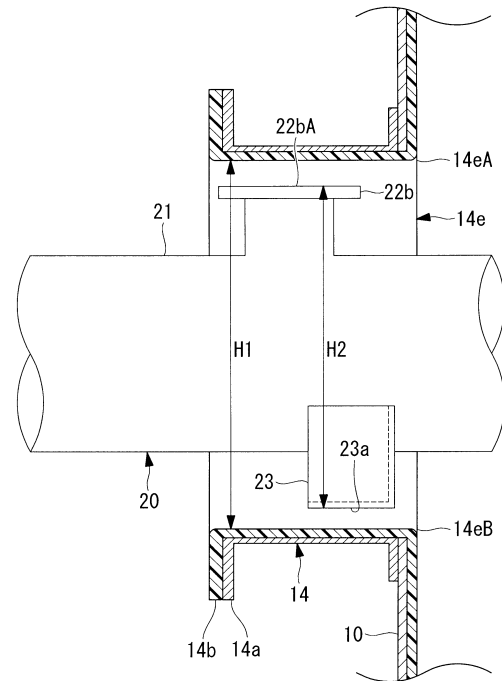
【図 11】



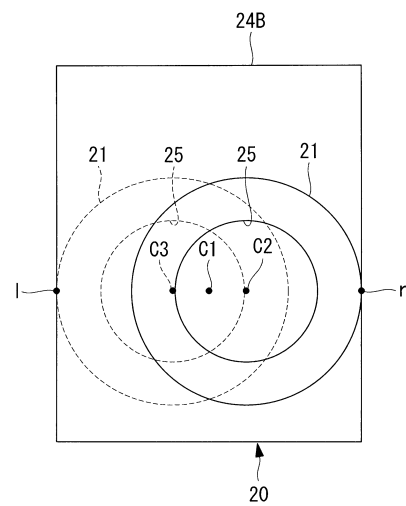
【図 12】



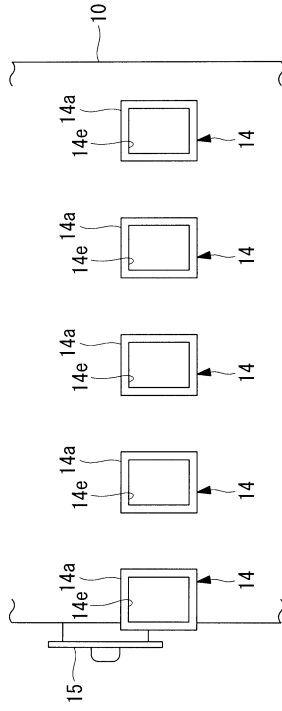
【 図 1 4 】



【 図 1 6 】



【図 17】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 杉田 寛  
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 牛久 哲  
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 佐々木 良三  
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 善積 直之  
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 宮地 剛之  
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 香川 晴治  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 岡田 三恵

- (56)参考文献 特開2012-179533(JP,A)  
特開2012-005978(JP,A)  
特開平11-104449(JP,A)  
特開平01-184023(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 53/50  
B01D 53/18  
B01D 53/78