

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7292932号
(P7292932)

(45)発行日 令和5年6月19日(2023.6.19)

(24)登録日 令和5年6月9日(2023.6.9)

(51)国際特許分類	F I	
B 0 1 D 53/18 (2006.01)	B 0 1 D 53/18	1 3 0
B 0 1 D 53/78 (2006.01)	B 0 1 D 53/78	Z A B
B 0 1 D 53/62 (2006.01)	B 0 1 D 53/62	
B 0 1 D 53/14 (2006.01)	B 0 1 D 53/14	2 2 0
C 0 1 B 32/50 (2017.01)	C 0 1 B 32/50	
請求項の数 7 (全16頁)		

(21)出願番号	特願2019-72682(P2019-72682)	(73)特許権者	518018986 M H I エンジニアリング株式会社 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目 3番1号
(22)出願日	平成31年4月5日(2019.4.5)	(74)代理人	110000785 S S I P 弁理士法人
(65)公開番号	特開2020-168623(P2020-168623 A)	(72)発明者	反町 美樹 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目 3番1号 三菱重工エンジニアリング株 式会社内
(43)公開日	令和2年10月15日(2020.10.15)	(72)発明者	上條 孝 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目 3番1号 三菱重工エンジニアリング株 式会社内
審査請求日	令和4年3月1日(2022.3.1)	(72)発明者	岸本 真也
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 C O 2 回収装置及びC O 2 回収方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

外殻と、

前記外殻の内部に設けられ、排ガスを冷却するための冷却部と、

前記外殻の内部において前記冷却部の上方に設けられ、前記冷却部で冷却された前記排ガス中のC O 2 を吸収液に吸収させるように構成された吸収部と、を含む冷却吸収塔を備え、

前記吸収部は、該吸収部の最下部に設けられ、前記排ガス中のC O 2 を吸収した吸収液を貯留するためのチムニートレイを含み、

前記吸収部よりも下方に設けられた吸収液タンクと、

前記チムニートレイに貯留された前記吸収液を、前記吸収液タンクに導くためのタンク導入ラインと、をさらに備え、

前記タンク導入ラインは、前記チムニートレイのライザーの上半部の高さ範囲内に接続されるオーバーフローラインを含み、

前記オーバーフローラインに設けられたバルブと、

前記冷却吸収塔に排ガスを圧送するためのブロワと、を備え、

前記バルブは、前記ブロワの停止を示す信号に基づいて開かれるように構成された

C O 2 回収装置。

【請求項2】

前記吸収部は、該吸収部の最下部に設けられ、前記排ガス中のC O 2 を吸収した吸収液

を貯留するためのチムニートレイを含む
請求項 1 に記載の C O₂ 回収装置。

【請求項 3】

前記冷却部における前記外殻の内径は、前記吸収部における前記外殻の内径よりも大きい
請求項 1 又は 2 に記載の C O₂ 回収装置。

【請求項 4】

前記タンク導入ラインは、地下を經由せずに前記吸収液タンクまで延びている
請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の C O₂ 回収装置。

【請求項 5】

外殻と、
前記外殻の内部に設けられ、排ガスを冷却するための冷却部と、
前記外殻の内部において前記冷却部の上方に設けられ、前記冷却部で冷却された前記排
ガス中の C O₂ を吸収液に吸収させるように構成された吸収部と、を含む冷却吸収塔を備
え、
前記吸収部は、該吸収部の最下部に設けられ、前記排ガス中の C O₂ を吸収した吸収液
を貯留するためのチムニートレイを含み、
前記吸収部よりも下方に設けられた吸収液タンクと、
前記チムニートレイに貯留された前記吸収液を、前記吸収液タンクに導くためのタンク
導入ラインと、

10

前記吸収部からの前記吸収液を再生するための再生塔と、
前記チムニートレイから前記吸収液を抜き出して前記再生塔へ導くための再生塔導入ラ
インと、
前記再生塔導入ラインから分岐して前記吸収液タンクに接続される分岐ラインと、を備
え、
前記タンク導入ラインは、前記分岐ラインと、前記再生塔導入ラインのうち前記分岐ラ
インの分岐位置よりも上流側の部位と、を含む
C O₂ 回収装置。

20

【請求項 6】

前記再生塔導入ラインのうち、前記分岐位置よりも下流側の部位に設けられ、前記吸収
液を前記再生塔へ圧送するための吸収液ポンプをさらに備える
請求項 5 に記載の C O₂ 回収装置。

30

【請求項 7】

外殻の内部に設けられた冷却部で排ガスを冷却するステップと、
前記外殻の内部において前記冷却部の上方に設けられた吸収部に前記冷却部で冷却され
た前記排ガスを送るステップと、
前記吸収部で前記排ガス中の C O₂ を吸収液に吸収させるステップと、
前記吸収部で前記排ガス中の C O₂ を吸収した前記吸収液を、該吸収部の最下部に設け
られたチムニートレイに貯留するステップと、
前記チムニートレイに貯留された前記吸収液を、タンク導入ラインを介して前記吸収部
よりも下方に設けられた吸収液タンクに導くステップと、
ブロウを用いて前記冷却部に排ガスを圧送するステップと、
を備え、
前記冷却するステップでは、前記ブロウにより圧送された前記排ガスを冷却し、
前記吸収液タンクに導くステップでは、前記ブロウが停止したとき、前記タンク導入ラ
インに設けられたバルブを開けて、前記吸収液を前記吸収液タンクに導く

40

C O₂ 回収方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、冷却吸収塔及びこれを備えた C O₂ 回収装置並びに C O₂ 回収方法に関する。

50

【背景技術】

【0002】

燃料の燃焼等により生成する排ガス中のCO₂を回収する方法として、排ガスとCO₂吸収液とを気液接触させて、排ガス中のCO₂を回収する方法が提案されている。

【0003】

例えば、特許文献1には、冷却塔、吸収塔及び再生塔を含むCO₂回収装置が開示されている。このCO₂回収装置では、まず、冷却塔においてCO₂含有排ガスを冷却した後、吸収塔にて、CO₂含有ガスと吸収液とを接触させて、CO₂を吸収液に吸収させることによりガスから除去するようになっている。吸収塔でCO₂を吸収した吸収液（リッチ液）は再生塔に導かれ、再生加熱器において蒸気で加熱されることにより吸収液からCO₂が分離され、このように分離されたCO₂が回収されるようになっている。また、再生塔で再生された吸収液（リーン溶液）は、再び吸収塔に戻されて、CO₂吸収液として再使用されるようになっている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2013-59726号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、特許文献1に記載するCO₂回収装置では、冷却塔及び吸収塔は、それぞれ別個の外殻（塔）で構成されており、これらの外殻が接続ダクトで互いに連結されている。この構成では、冷却塔及び吸収塔を別々に設けるため、また、冷却塔と吸収塔との間に接続ダクトの取廻しエリアを確保する必要があるため、設置面積が大きくなる。特に、冷却塔と吸収塔との間の接続ダクトは、冷却塔の塔頂部から吸収塔の下部まで取廻す必要があるため、CO₂回収装置の設置面積が大きくなる大きな要因となっている。

20

そこで、CO₂回収装置の設置面積を低減することが望まれる。

【0006】

上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、設備の設置面積を低減可能な冷却吸収塔及びこれを備えたCO₂回収装置並びにCO₂回収方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1) 本発明の少なくとも一実施形態に係るCO₂回収装置用の冷却吸収塔は、外殻と、

前記外殻の内部に設けられ、排ガスを冷却するための冷却部と、

前記外殻の内部において前記冷却部の上方に設けられ、前記冷却部で冷却された前記排ガス中のCO₂を吸収液に吸収させるように構成された吸収部と、を備える。

【0008】

上記(1)の構成によれば、1つの外殻の内部に、冷却部と、冷却部の上方に位置する吸収部と、を設けたので、1つの外殻の内部で、冷却部にて排ガスを処理した後、該排ガスを上昇させて吸収部にて処理することができる。すなわち、上記(1)の構成によれば、冷却塔と吸収塔の両方の機能を1つの外殻に収めることができる。よって、冷却塔及び吸収塔を別々に設ける場合に比べて、外殻（塔）や、外殻同士を接続する接続ダクトの設置スペースを削減することができるため、設備の設置面積を低減することができる。また、上述の接続ダクトやその支持部材が不要となるので、材料費や製作費等のコストを削減することができる。

40

【0009】

(2) 幾つかの実施形態では、上記(1)の構成において、

前記吸収部は、該吸収部の最下部に設けられ、前記排ガス中のCO₂を吸収した吸収液

50

を貯留するためのチムニートレイを含む。

【 0 0 1 0 】

上記(2)の構成によれば、吸収部の最下部に、吸収部で用いられる吸収液を保持するためのチムニートレイを設けたので、吸収部の下方に位置する冷却部へ吸収液が落下することが抑制される。よって、冷却部で用いられる冷却水への吸収液の混入を適切に抑制しながら、上記(1)で述べたように、冷却塔と吸収塔の両方の機能を1つの外殻に収めることができる。

【 0 0 1 1 】

(3)幾つかの実施形態では、上記(1)又は(2)の構成において、

前記冷却部における前記外殻の内径は、前記吸収部における前記外殻の内径よりも大きい。

10

【 0 0 1 2 】

上記(3)の構成によれば、吸収部における外殻の内径が、冷却部における外殻の内径よりも小さくなるように設定したので、吸収部における内径が冷却部における内径と同一である場合に比べて、冷却吸収塔の製造にかかる材料費を削減することができる。なお、吸収部には、冷却部で冷却された後の排ガスが供給されるので、冷却による温度低下に伴う排ガスの体積の減少を考慮すれば、吸収部における内径を冷却部の内径に比べて小さくすることができる。

【 0 0 1 3 】

(4)本発明の少なくとも一実施形態に係るCO₂回収装置は、

上記(1)乃至(3)の何れか一項に記載の冷却吸収塔を備える。

20

【 0 0 1 4 】

上記(4)の構成によれば、1つの外殻の内部に、冷却部と、冷却部の上方に位置する吸収部と、を設けたので、1つの外殻の内部で、冷却部にて排ガスを処理した後、該排ガスを上昇させて吸収部にて処理することができる。すなわち、上記(1)の構成によれば、冷却塔と吸収塔の両方の機能を1つの外殻に収めることができる。よって、冷却塔及び吸収塔を別々に設ける場合に比べて、外殻(塔)や、外殻同士を接続する接続ダクトの設置スペースを削減することができるため、設備の設置面積を低減することができる。また、上述の接続ダクトやその支持部材が不要となるので、材料費や製作費等のコストを削減することができる。

30

【 0 0 1 5 】

(5)幾つかの実施形態では、上記(4)の構成において、

前記吸収部は、該吸収部の最下部に設けられ、前記排ガス中のCO₂を吸収した吸収液を保持するためのチムニートレイを含み、

前記CO₂回収装置は、

前記吸収部よりも下方に設けられた吸収液タンクと、

前記チムニートレイに保持された前記吸収液を、前記吸収液タンクに導くためのタンク導入ラインと、をさらに備える。

【 0 0 1 6 】

上記(5)の構成によれば、吸収部が吸収液タンクの上方に設けられている、吸収部のチムニートレイに貯留された吸収液を、チムニートレイと吸収液タンクとの高低差を利用して、タンク導入ラインを介して吸収液タンクに移送することができる。

40

【 0 0 1 7 】

(6)幾つかの実施形態では、上記(5)の構成において、

前記タンク導入ラインは、地下を経由せずに前記吸収液タンクまで延びている。

【 0 0 1 8 】

通常、吸収塔は地表上に設けられるが、この場合、吸収塔内の吸収液を高低差により貯留タンクに移送するためには、貯留タンクを地下に設け、地下を経由するラインを経由して、吸収塔の吸収液を貯留タンクまで導く必要がある。この点、上記(5)のCO₂回収装置では、通常地表に設けられる外殻の内部において、冷却部よりも上方に吸収部を設け

50

たので、上記(6)のように、地下を経由しないタンク導入ラインを介して、吸収部からの吸収液を吸収液タンクに導くことができる。すなわち、地下に設けられる配管やタンクを経由せずに、吸収部からの吸収液を吸収液タンクに導くことができるので、メンテナンス時等に吸収部からの吸収液の抜き出しに要する時間を短縮することができる。

【0019】

(7) 幾つかの実施形態では、上記(5)又は(6)の構成において、

前記タンク導入ラインは、前記チムニートレイのライザーの上半部の高さ範囲内に接続されるオーバーフローラインを含む。

【0020】

上記(7)の構成によれば、チムニートレイのライザーの上半部の高さ範囲内にオーバーフローラインを接続したので、チムニートレイにおける吸収液の液位が急激に上昇したときに、オーバーフローラインを介して吸収液を吸収液タンクに導くことができる。よって、吸収部の吸収液が冷却部に落下して冷却水に混入するのをより確実に抑制することができる。

10

【0021】

(8) 幾つかの実施形態では、上記(7)の構成において、

前記CO₂回収装置は、

前記オーバーフローラインに設けられたバルブと、

前記冷却吸収塔に排ガスを圧送するためのブロワと、を備え、

前記バルブは、前記ブロワの停止を示す信号に基づいて開かれるように構成される。

20

【0022】

CO₂回収装置の通常運転中には、冷却吸収塔内の排ガスの圧力によって吸収部の充填材に吸収液が保持されるが、冷却吸収塔に排ガスを圧送するためのブロワが停止すると冷却吸収塔内の排ガス圧力が低下するため、排ガスの圧力による吸収液の保持力が低下し、充填材から吸収液が降下して、チムニートレイの液位が急激に上昇することがある。この点、上記(8)の構成によれば、ブロワの停止を示す信号に基づいてオーバーフローラインに設けたバルブを開くようにしたので、ブロワが停止して、チムニートレイにおける吸収液の液位が急激に上昇したときに、オーバーフローラインを介して吸収液を吸収液タンクに導くことができる。よって、吸収部の吸収液が冷却部に落下して冷却水に混入するのをより確実に抑制することができる。

30

【0023】

(9) 幾つかの実施形態では、上記(5)乃至(8)の何れかの構成において、

前記CO₂回収装置は、

前記吸収部からの前記吸収液を再生するための再生塔と、

前記チムニートレイから前記吸収液を抜き出して前記再生塔へ導くための再生塔導入ラインと、

前記再生塔導入ラインから分岐して前記吸収液タンクに接続される分岐ラインと、を備え、

前記タンク導入ラインは、前記分岐ラインと、前記再生塔導入ラインのうち前記分岐ラインの分岐位置よりも上流側の部位と、を含む。

40

【0024】

CO₂回収装置の通常運転時には、チムニートレイに貯留された吸収液は再生塔導入ラインを介して再生塔へ導かれる。上記(9)の構成によれば、メンテナンス時等に、再生塔導入ラインの一部(上述の分岐位置よりも上流側の部位)を介して、チムニートレイと吸収液タンクとの高低差を利用して、吸収液を吸収液タンクに導くことができる。よって、メンテナンス時等に吸収部からの吸収液の抜き出しに要する時間を短縮することができる。

【0025】

(10) 幾つかの実施形態では、上記(9)の構成において、

前記CO₂回収装置は、

50

前記再生塔導入ラインのうち、前記分岐位置よりも下流側の部位に設けられ、前記吸収液を前記再生塔へ圧送するための吸収液ポンプをさらに備える。

【0026】

上記(10)の構成によれば、再生塔購入ラインのうち分岐位置よりも下流側の部位に設けられた吸収液ポンプにより、チムニートレイに貯留された吸収液を、再生塔に圧送することができる。また、吸収液ポンプは、通常、吸収部よりも下方の地表付近に設けられるので、チムニートレイと吸収液ポンプの高低差により該吸収液ポンプの吸込圧力が増大するため、必要ヘッドを削減することができる。これにより、吸収液ポンプ及び該ポンプを駆動するためのモータの設置スペースを削減することができ、設備の設置面積をより低減することができる。

10

【0027】

(11)本発明の少なくとも一実施形態に係るCO₂回収方法は、

外殻の内部に設けられた冷却部で排ガスを冷却するステップと、

前記外殻の内部において前記冷却部の上方に設けられた吸収部に前記冷却部で冷却された前記排ガスを送るステップと、

前記吸収部で前記排ガス中のCO₂を吸収液に吸収させるステップと、を備える。

【0028】

上記(11)の方法によれば、1つの外殻の内部に、冷却部と、冷却部の上方に位置する吸収部と、を設け、1つの外殻の内部で、冷却部にて排ガスを処理した後、該排ガスを上昇させて吸収部にて処理する。すなわち、上記(11)の方法によれば、排ガスの冷却及び吸収液との接触を、1つの外殻の内部で行うことができるので、別々に設けられた冷却塔及び吸収塔においてこれらの処理を行う場合に比べて、外殻(塔)や、外殻同士を接続する接続ダクトの設置スペースを削減することができるため、設備の設置面積を低減することができる。また、上述の接続ダクトやその支持部材が不要となるので、材料費や製作費等のコストを削減することができる。

20

【0029】

(12)幾つかの実施形態では、上記(11)の方法は、

前記吸収部で前記排ガス中のCO₂を吸収した前記吸収液を、該吸収部の最下部に設けられたチムニートレイに保持するステップと、

前記チムニートレイに保持された前記吸収液を、タンク導入ラインを介して前記吸収部よりも下方に設けられた吸収液タンクに導くステップと、を備える。

30

【0030】

上記(12)の方法によれば、吸収液タンクを吸収部の下方に設けたので、吸収部のチムニートレイに貯留された吸収液を、チムニートレイと吸収液タンクとの高低差を利用して、タンク導入ラインを介して吸収液タンクに移送することができる。

【0031】

(13)幾つかの実施形態では、上記(12)の方法において、

前記CO₂回収方法は、

ブロウを用いて前記冷却部に排ガスを圧送するステップを備え、

前記冷却するステップでは、前記ブロウにより圧送された前記排ガスを冷却し、

前記吸収液タンクに導くステップでは、前記ブロウが停止したとき、前記タンク導入ラインに設けられたバルブを開けて、前記吸収液を前記吸収液タンクに導く。

40

【0032】

CO₂回収装置の通常運転中には、冷却吸収塔内の排ガスの圧力によって吸収部の充填材に吸収液が保持されるが、冷却吸収塔に排ガスを圧送するためのブロウが停止すると冷却吸収塔内の排ガス圧力が低下するため、排ガスの圧力による吸収液の保持力が低下し、充填材から吸収液が降下して、チムニートレイの液位が急激に上昇することがある。この点、上記(13)の方法によれば、ブロウが停止したときにオーバーフローラインに設けたバルブを開くようにしたので、ブロウが停止して、チムニートレイにおける吸収液の液位が急激に上昇したときに、オーバーフローラインを介して吸収液を吸収液タンクに導く

50

ことができる。よって、吸収部の吸収液が冷却部に落下して冷却水に混入するのをより確実に抑制することができる。

【発明の効果】

【0033】

本発明の少なくとも一実施形態によれば、設備の設置面積を低減可能な冷却吸収塔及びこれを備えたCO₂回収装置並びにCO₂回収方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】一実施形態に係る冷却吸収塔を備えたCO₂回収装置の概略図である。

【図2】一実施形態に係る冷却吸収塔のうち吸収部の最下部を示す概略図である。

10

【図3】一実施形態に係る冷却吸収塔のうち吸収部の最下部を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

【0036】

図1は、本発明の一実施形態に係る冷却吸収塔を備えたCO₂回収装置の概略図である。図1及び図2に示すCO₂回収装置1は、発電設備や工場等から排出された排ガスからCO₂を回収するための装置である。同図に示すように、CO₂回収装置1は、排ガスを冷却し、その後該排ガス中のCO₂を吸収液に吸収させるための冷却吸収塔2と、冷却吸収塔2でCO₂を吸収した吸収液を再生するための再生塔12と、を備えている。

20

【0037】

冷却吸収塔2は、外殻4と、外殻4の内部に設けられた冷却部6及び吸収部8と、を含む。冷却部6は、供給されたCO₂含有排ガスを冷却するように構成されている。吸収部8は、冷却部6の上方に設けられており、冷却部6で冷却された排ガス中のCO₂を吸収液に吸収させるように構成されている。吸収部8の最下部には、吸収液を保持するためのチムニートレイ10が設けられている。

【0038】

工場等からの排ガスは、排ガス導入ライン14を介して冷却吸収塔2の冷却部6に導入されるようになっている。排ガス導入ライン14にはブロワ16が設けられており、該ブロワ16によって、冷却吸収塔2に排ガスが圧送されるようになっている。

30

【0039】

冷却部6は、気液接触部18と、冷却水を循環させるための循環ライン20と、循環ライン20に設けられた冷却器22と、気液接触部18の上方に設けられたデミスタ24と、を含む。気液接触部18は、充填材を有していてもよい。

【0040】

気液接触部18には、循環ライン20からの冷却水が上方から供給されるようになっており、気液接触部18にて冷却水と排ガス導入ライン14からの排ガスとが接触することにより、排ガスが冷却されるようになっている。気液接触部18から降下した冷却水は冷却吸収塔2の塔底部に貯留され、循環ライン20を介して気液接触部18に再度供給されるようになっている。なお、冷却水は、循環ライン20に設けられた冷却器22にて冷却されてから、気液接触部18に供給されるようになっている。気液接触部18を通過した排ガスは、該排ガスに同伴する液滴がデミスタ24により除去された後、さらに上昇し、チムニートレイ10を介して吸収部8に流入する。

40

【0041】

吸収部8は、排ガス中のCO₂ガスを吸収する気液接触部36と、気液接触部36の上方に設けられ、CO₂ガス除去後の排ガスを水洗するための洗浄部40と、洗浄部40の上方に設けられ、排ガス中のミストを除去するためのデミスタ46と、を備えている。

【0042】

50

気液接触部 36 には、再生塔 12 の塔底部に貯留された吸収液（リーン液）が、リーン液ライン 30 を介して供給されるようになっている。リーン液ライン 30 には、リーン液を圧送するためのリーン液ポンプ 32 が設けられている。冷却吸収塔 2 の内部にて、チムニートレイ 10 を介して冷却部 6 から吸収部 8 に流入した排ガスは、冷却吸収塔 2 の内部（外殻 4 の内部）を上方に流れていき、気液接触部 36 において、該気液接触部 36 の上方から供給される吸収液（リーン液）と対向流接触するようになっている。これにより、排ガス中の CO_2 が吸収液に吸収されて、排ガス中から CO_2 が分離及び除去される。なお、気液接触部 36 は、任意の材質の充填物が充填された充填層によって形成されてもよい。

【0043】

吸収液は、 CO_2 吸収剤を含有する液体である。 CO_2 吸収剤の種類は特に限定されないが、 CO_2 吸収剤として、例えば、モノエタノールアミン、ジエタノールアミンに代表されるアルカノールアミン等のアミン類や、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム及水酸化カルシウム等のアミン類以外の各種アルカリ水溶液を使用することができる。

【0044】

気液接触部 36 において排ガス中の CO_2 を吸収した吸収液は、気液接触部 36 から降下し、チムニートレイ 10 に貯留される。このチムニートレイ 10 に貯留された吸収液は、再生塔 12 の塔底部に貯留される吸収液（リーン液）に比べて CO_2 濃度が高いリッチ液である。

【0045】

洗浄部 40 は、 CO_2 除去後の排ガスに含まれる CO_2 吸収剤を回収するため、該排ガスを水洗するように構成されている。洗浄部 40 には、循環ライン 42 からの洗浄水が上方から供給されるようになっている。洗浄部 40 にて、 CO_2 除去後の排ガスと洗浄水とを接触させることにより、排ガスに含まれる CO_2 回収剤を洗浄水に溶解させて回収することができる。洗浄部 40 の下方にはチムニートレイ 38 が設けられている。洗浄部 40 から降下してチムニートレイ 38 に貯留された洗浄水は、循環ポンプ（不図示）によって循環ライン 42 を介して循環されて、再び、洗浄部 40 の上方から洗浄部 40 に供給される。なお、循環ライン 42 には、洗浄水を冷却するための冷却器 44 が設けられている。

【0046】

洗浄部 40 で CO_2 吸収剤が除去された排ガスは、洗浄部 40 の上方に設けられたデミスタ 46 を通過し、この際、排ガス中のミストが捕捉される。このようにしてミストが除去された排ガス（清浄ガス）は、冷却吸収塔 2 の塔頂部 48 より外部へ排出される。

【0047】

吸収部 8 の最下部に設けられたチムニートレイ 10 に貯留された吸収液（リッチ液）は、リッチ液ライン 26（再生塔導入ライン）を介して、冷却吸収塔 2 から再生塔 12 に供給されるようになっている。リッチ液ライン 26 には、リッチ液を再生塔 12 に圧送するためのリッチ液ポンプ 28 が設けられている。また、リッチ液ライン 26 には、リッチ液ライン 26 を流れるリッチ液と、リーン液ライン 30 を流れる吸収液（リーン液）とを熱交換するための熱交換器 34 が設けられている。熱交換器 34 にて比較的高温のリーン液との熱交換によりリッチ液を加熱することで、後述する再生塔 12 での吸収液の再生を促進することができる。

【0048】

再生塔 12 は、外殻 50 と、外殻 50 の内部に設けられ、リッチ液から CO_2 ガスを放出させるための放出部 52 と、放出部 52 の下方に設けられたチムニートレイ 54 と、を含む。放出部 52 は、充填材を有しており、リッチ液ライン 26 からの吸収液（リッチ液）が上方から供給されるようになっている。放出部 52 では、リッチ液ライン 26 から供給されたリッチ液が、再生加熱器 58 からの飽和蒸気により加熱されることにより CO_2 ガスを放出し、相対的に CO_2 の含有率が低い吸収液（リーン液）となる。放出部 52 から降下したリーン液は、チムニートレイ 54 に受け取られるようになっている。

【0049】

10

20

30

40

50

放出部 5 2 でリッチ液から放出された CO_2 ガスは、再生塔 1 2 内を放出部 5 2 の上方に向かって上昇し、デミスタ 6 0 にてガス中のミストが捕捉された後、再生塔 1 2 の塔頂部に接続された回収ライン 6 2 を介して再生塔 1 2 から排出される。回収ライン 6 2 には凝縮器 6 4 が設けられている。凝縮器 6 4 は、再生塔 1 2 から排出された CO_2 ガスを冷却水との熱交換により冷却して、 CO_2 ガス中に含まれる水分を凝縮するように構成されている。このようにして、水分を除去された CO_2 ガスが製品として回収されるようになっている。なお、回収ライン 6 2 において凝縮器 6 4 の下流側に、 CO_2 ガスと凝縮水とを分離するための気液分離器（不図示）が設けられていてもよい。

【 0 0 5 0 】

再生塔 1 2 には、再生加熱器 5 8 が設けられるリボイライン 5 6 が接続される。リボイライン 5 6 は、再生塔 1 2 に貯留された吸収液を抜き出し、再生加熱器 5 8 を介して再生塔 1 2 に戻すように構成される。再生加熱器 5 8 は、リボイライン 5 6 を介して導かれる吸収液（リーン液）を、加熱媒体との熱交換により加熱するように構成される。再生加熱器 5 8 には、加熱媒体としての蒸気が蒸気ライン 5 9 を介して供給されるようになっている。

10

【 0 0 5 1 】

再生加熱器 5 8 において加熱されたリーン液は、その少なくとも一部が飽和蒸気に相変化し、気液混相状態で再生加熱器 5 8 から排出される。再生加熱器 5 8 から排出された吸収液（リーン液）は、リボイライン 5 6 を介して再生塔 1 2 の塔底部（チムニートレイ 5 4 の下方）に導かれるようになっている。

20

【 0 0 5 2 】

リボイライン 5 6 から再生塔 1 2 の塔底部に導かれた飽和蒸気は、チムニートレイ 5 4 を介して再生塔 1 2 内を上昇し、上述したように、放出部 5 2 にてリッチ液の加熱に用いられ、これによりリッチ液に含まれる CO_2 ガスが放出される。

【 0 0 5 3 】

一方、リボイライン 5 6 を介して再生塔 1 2 の塔底部に導かれたリーン液（即ち再生加熱器 5 8 において相変化しなかったリーン液）は、再生塔 1 2 の塔底部に貯留される。このリーン液は、リーン液ライン 3 0 を介して再生塔 1 2 の塔底部から抜き出され、リーン液ライン 3 0 に設けられたリーン液ポンプ 3 2 によって、冷却吸収塔 2 の吸収部 8 に供給される。このようにして冷却吸収塔 2 に戻されたリーン液は、吸収部 8 にて、排ガスに含まれる CO_2 を吸収するための吸収液として再利用される。なお、リーン液ライン 3 0 を流れるリーン液は、熱交換器 3 4 において、リッチ液ライン 2 6 を流れるリッチ液との熱交換により冷却される。

30

【 0 0 5 4 】

上述したように、本実施形態に係る冷却吸収塔 2 は、外殻 4 と、外殻 4 の内部に設けられた冷却部 6 及び吸収部 8 と、を含み、吸収部 8 は、外殻 4 の内部において冷却部 6 の上方に設けられている。すなわち、平面視において、冷却部 6 と吸収部 8 とが少なくとも部分的に重なっている。あるいは、外殻 4 の中心線、冷却部 6 の中心線、及び吸収部 8 の中心線が、略一致している。

【 0 0 5 5 】

よって、上述の冷却吸収塔 2 によれば、1つの外殻 4 の内部で、冷却部 6 にて排ガスを冷却した後、外殻 4 の内部で排ガスを上昇させて吸収部 8 にて処理することができる。すなわち、1つの外殻の内部に、従来の冷却塔と吸収塔の両方の機能を収めることができるので、冷却塔及び吸収塔を別々に設ける場合に比べて、外殻（塔）や、外殻同士を接続する接続ダクトの設置スペースを削減することができるため、 CO_2 回収装置 1 の設置面積を低減することができる。また、上述の接続ダクトやその支持部材が不要となるので、材料費や製作費等のコストを削減することができる。

40

【 0 0 5 6 】

幾つかの実施形態では、冷却部 6 における外殻 4 の内径 d_C （図 1 参照）は、吸収部 8 における外殻 4 の内径 d_A （図 1 参照）よりも大きい。

50

【 0 0 5 7 】

このように、吸収部 8 における外殻 4 の内径 d_A が、冷却部 6 における外殻 4 の内径 d_C よりも小さくなるように設定することにより、吸収部 8 における内径 d_A が冷却部 6 における内径 d_C と同一である場合に比べて、冷却吸収塔 2 の製造にかかる材料費を削減することができる。なお、吸収部 8 には、冷却部 6 で冷却された後の排ガスが供給されるので、冷却による温度低下に伴う排ガスの体積の減少を考慮すれば、吸収部 8 における内径 d_A を冷却部 6 の内径 d_C に比べて小さくすることができる。

【 0 0 5 8 】

冷却部 6 における外殻 4 の内径 d_C は、排ガス導入ライン 1 4 から冷却吸収塔 2 に供給される排ガス条件（温度等）に応じて調整してもよい。また、吸収部 8 における外殻 4 の内径 d_A は、冷却部 6 で冷却後の排ガスの温度に応じて調整してもよい。

10

【 0 0 5 9 】

上述した実施形態において、吸収部 8 は、該吸収部 8 の最下部に設けられ、排ガス中の CO_2 を吸収した吸収液を貯留するためのチムニートレイ 1 0 を含む。

【 0 0 6 0 】

このように、吸収部 8 の最下部に、吸収部 8 で用いられる吸収液を保持するためのチムニートレイ 1 0 を設けることにより、吸収部 8 の下方に位置する冷却部 6 へ吸収液が落下することが抑制される。よって、冷却部 6 で用いられる冷却水への吸収液の混入を適切に抑制しながら、従来の冷却塔と吸収塔の両方の機能を 1 つの外殻に収めることができる。

【 0 0 6 1 】

ここで、図 2 及び図 3 は、それぞれ、一実施形態に係る冷却吸収塔 2 のうち吸収部 8 の最下部を示す概略図である。図 2 及び図 3 に示す例示的な実施形態では、吸収部 8 は、それぞれ、チムニートレイ 1 0 A , 1 0 B（以下、まとめてチムニートレイ 1 0 ということがある。）を含む。

20

【 0 0 6 2 】

チムニートレイ 1 0（1 0 A , 1 0 B）は、外殻 4 の中心線に直交する平面に沿って設けられる底部 8 3 と、底部 8 3 よりも下方に凹んだ段差部と、底部 8 3 から上方に向けて突出するように延びるライザー 8 4 と、ライザー 8 4 の上方に設けられるカバー 8 6（8 6 A , 8 6 B）と、を含む。吸収部 8 の内部空間は、ライザー 8 4 を介して冷却部 6 の内部空間と連通している。

30

【 0 0 6 3 】

図 2 に示す例示的な実施形態では、ライザー 8 4 の上方に設けられるカバー 8 6 A は、ライザー 8 4 の上方にてライザー 8 4 を覆う蓋型のカバーである。

図 3 に示す例示的な実施形態では、ライザー 8 4 の上方に設けられるカバー 8 6 B は、ライザー 8 4 を上方及び側方から覆うように設けられるキャップ型のカバーである。キャップ型のカバー 8 6 B は、ライザー 8 4 の高さ方向において、該ライザー 8 4 と部分的に重なるように設けられている。この場合、キャップ型のカバー 8 6 によって、チムニートレイ 1 0 B に貯留された吸収液がライザー 8 4 の中に入り込むのをより効果的に防止することができる。よって、冷却部 6 で用いられる冷却水への吸収液の混入をより効果的に抑制することができる。

40

【 0 0 6 4 】

図 1 に戻って、幾つかの実施形態に係る CO_2 回収装置 1 についてさらに説明する。

図 1 に示すように、 CO_2 回収装置 1 は、吸収部 8 よりも下方に設けられた吸収液タンク 6 6 と、吸収部 8 の最下部に設けられたチムニートレイ 1 0 に貯留された吸収液を吸収液タンク 6 6 に導くためのタンク導入ライン 6 8 と、をさらに備えている。吸収液タンク 6 6 は、例えば、 CO_2 回収装置 1 のメンテナンス時や緊急停止時等に、吸収液を一時的に貯留するために使用される。

【 0 0 6 5 】

このように、吸収液タンク 6 6 を吸収部 8 よりも下方に設けたので、吸収部 8 のチムニートレイ 1 0 に貯留された吸収液を、チムニートレイ 1 0 と吸収液タンク 6 6 との高低差

50

を利用して、タンク導入ライン 6 8 を介して吸収液タンク 6 6 に移送することができる。

【 0 0 6 6 】

幾つかの実施形態では、例えば図 1 に示すように、タンク導入ライン 6 8 は、チムニートレイ 1 0 のライザー 8 4 (図 2 及び図 3 参照) の上半部の高さ範囲内に接続されるオーバーフローライン 7 0 を含む。即ち、ライザー 8 4 の長さ (底部 8 3 からの高さ) を h_0 とし、チムニートレイ 1 0 の底部 8 3 を基準とするオーバーフローライン 7 0 の冷却吸収塔 2 への接続位置の高さを h_1 としたとき、 $h_1 = h_0 / 2$ を満たす。

【 0 0 6 7 】

CO₂ 回収装置 1 の通常運転中には、冷却吸収塔 2 内の排ガスの圧力によって吸収部 8 の気液接触部 3 6 の充填材に吸収液が保持されるが、例えば、冷却吸収塔 2 に排ガスを圧送するためのブロウ 1 6 が停止した場合、冷却吸収塔 2 内の排ガス圧力が低下するため、排ガスの圧力による吸収液の保持力が低下し、充填材から吸収液が降下して、チムニートレイ 1 0 の液位が急激に上昇することがある。この点、上述の実施形態のように、チムニートレイ 1 0 のライザー 8 4 の上半部の高さ範囲内にオーバーフローライン 7 0 を接続したので、チムニートレイ 1 0 における吸収液の液位が急激に上昇したときに、オーバーフローライン 7 0 を介して吸収液を吸収液タンク 6 6 に導くことができる。よって、吸収部 8 の吸収液が冷却部 6 に落下して冷却水に混入するのをより確実に抑制することができる。

【 0 0 6 8 】

幾つかの実施形態では、オーバーフローライン 7 0 には、遮断弁 7 2 (バルブ) が設けられていてもよい。遮断弁 7 2 は、ブロウ 1 6 の停止を示す信号に基づいて開かれるように構成されていてもよい。

【 0 0 6 9 】

なお、図 1 に示すように、CO₂ 回収装置 1 は、遮断弁 7 2 の開閉を制御するためのコントローラ 1 0 0 を備えていてもよい。コントローラ 1 0 0 は、ブロウ 1 6 の運転状態を示す信号を受け取るように構成されるとともに、ブロウ 1 6 の停止を示す信号を受け取ったときに、遮断弁 7 2 を開くように構成されていてもよい。

【 0 0 7 0 】

上述の実施形態では、ブロウ 1 6 の停止を示す信号に基づいてオーバーフローライン 7 0 に設けた遮断弁 7 2 (バルブ) を開くようにしたので、ブロウ 1 6 が停止して、チムニートレイ 1 0 における吸収液の液位が急激に上昇したときに、オーバーフローライン 7 0 を介して吸収液を吸収液タンク 6 6 に導くことができる。よって、吸収部 8 の吸収液が冷却部 6 に落下して冷却水に混入するのをより確実に抑制することができる。

【 0 0 7 1 】

なお、遮断弁 7 2 は、ブロウ 1 6 が稼働しているとき (すなわち、CO₂ 回収装置の通常運転時) には、閉じられるようになっていてもよい。また、チムニートレイ 1 0 の液位は、チムニートレイ 1 0 の液位を検出する液位センサの検出結果に基づいて制御されるようになっていてもよい。

【 0 0 7 2 】

幾つかの実施形態では、例えば図 1 に示すように、タンク導入ライン 6 8 は、リッチ液ライン 2 6 (再生塔導入ライン) から分岐して吸収液タンク 6 6 に接続される分岐ライン 7 4 と、リッチ液ライン 2 6 のうち、分岐ライン 7 4 の分岐位置よりも上流側の部位である上流側部分 2 6 a を含む。

【 0 0 7 3 】

図 1 に示すように、分岐ライン 7 4 には、チムニートレイ 1 0 の吸収液の貯留部と、吸収液タンク 6 6 との連通状態を切替えるためのバルブ 7 5 が設けられていてもよい。また、リッチ液ライン 2 6 には、リッチ液ライン 2 6 を流れるリッチ液 (吸収液) の流量を調節するためのバルブ 2 7 が設けられていてもよい。これらのバルブ 7 5 , 2 7 を適切に操作することによって、チムニートレイ 1 0 に貯留された吸収液の移送先 (吸収液タンク 6 6 又は再生塔 1 2) を適切に選択することができる。

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

50

上述の実施形態では、CO₂回収装置1の通常運転時には、チムニートレイ10に貯留された吸収液をリッチ液ライン26（再生塔導入ライン）を介して再生塔12へ導く一方、メンテナンス時等に、リッチ液ライン26（再生塔導入ライン）の一部である上流側部分26aを介して、チムニートレイ10と吸収液タンク66との高低差を利用して、吸収液を吸収液タンク66に導くことができる。よって、メンテナンス時等に吸収部8からの吸収液の抜き出しに要する時間を短縮することができる。

【0075】

幾つかの実施形態では、タンク導入ライン68は、地下を経由せずにチムニートレイ10から吸収液タンク66まで延びている。

【0076】

通常、吸収塔は地表上に設けられるが、この場合、吸収塔内の吸収液を高低差により貯留タンクに移送するためには、貯留タンクを地下に設け、地下を経由するラインを経由して、吸収塔の吸収液を貯留タンクまで導く必要がある。この点、地下を経由しないタンク導入ライン68を介して、チムニートレイ10（吸収部8）からの吸収液を、吸収部8よりも下方に位置する吸収液タンク66に導くことができる。すなわち、地下に設けられる配管やタンクを経由せずに、吸収部8からの吸収液を吸収液タンク66に導くことができるので、メンテナンス時等に吸収部8からの吸収液の抜き出しに要する時間を短縮することができる。

【0077】

幾つかの実施形態では、図1に示すように、リッチ液ライン26（再生塔導入ライン）において、分岐ライン74よりも下流側の部位に、吸収液を再生塔12へ圧送するためのリッチ液ポンプ28（吸収液ポンプ）が設けられている。リッチ液ポンプ28は、吸収部8よりも下方の位置に設けられていてもよい。

【0078】

この場合、チムニートレイ10とリッチ液ポンプ28（吸収液ポンプ）の高低差により該リッチ液ポンプ28の吸込圧力が増大するため、リッチ液ポンプ28の必要ヘッドを削減することができる。これにより、リッチ液ポンプ28及び該ポンプを駆動するためのモータの設置スペースを削減することができ、CO₂回収装置1の設置面積をより低減することができる。

【0079】

次に、幾つかの実施形態に係るCO₂回収方法（CO₂回収装置の運転方法）について説明する。

【0080】

上述のCO₂回収装置1を用いて排ガスからCO₂を回収する方法については、すでに詳述したとおりであり、一実施形態に係るCO₂回収方法は、上述の冷却吸収塔2の外殻4の内部に設けられた冷却部6で排ガスを冷却するステップと、外殻4の内部において冷却部6の上方に設けられた吸収部8に、冷却部6で冷却された排ガスを送るステップと、吸収部8で排ガス中のCO₂を吸収液に吸収させるステップと、を備える。

【0081】

CO₂回収装置1の通常運転時には、吸収部8のチムニートレイ10に貯留された吸収液を、リッチ液ライン26（再生塔導入ライン）を介して再生塔12に導く。このため、タンク導入ライン68に設けられたバルブ（遮断弁72及びバルブ75）を閉じるとともに、リッチ液ライン26に設けられたバルブ27を開状態とする。

【0082】

一方、CO₂回収装置1のメンテナンス時に、吸収部8のチムニートレイ10に貯留された吸収液を吸収液タンク66に移送するためには、リッチ液ライン26に設けられたバルブ27を閉じるとともに、分岐ライン74（タンク導入ライン68）に設けられたバルブ75を開く。これにより、吸収部8のチムニートレイ10に貯留された吸収液は、分岐ライン74を介して、吸収液タンク66に導かれる。

【0083】

10

20

30

40

50

この際、オーバーフローライン70（タンク導入ライン68）に設けられた遮断弁72を開状態としてもよい。これにより、チムニートレイ10の液位が大幅に上昇した場合であっても、オーバーフローライン70を介して吸収液を吸収液タンク66に導くことができるため、吸収液がチムニートレイ10を介して冷却部6に侵入するのをより確実に抑制することができる。また、分岐ライン74及びオーバーフローライン70を介して、チムニートレイ10内の吸収液を吸収液タンク66に移送することができるので、より迅速に吸収液の移送を完了することができる。

【0084】

次に、CO₂回収装置1の緊急停止時、例えば、排ガス導入ライン14のプロワ16が停止したときには、プロワ16が停止したことを示す信号をコントローラ100が受け取る。コントローラ100は、この信号に基づき、オーバーフローライン70（タンク導入ライン）に設けられた遮断弁72を開く。

10

したがって、プロワ16の停止により、チムニートレイ10における吸収液の液位が急激に上昇したとしても、オーバーフローライン70を介して吸収液を吸収液タンク66に導くことができる。よって、吸収部8の吸収液が冷却部6に落下して冷却水に混入するのをより確実に抑制することができる。

【0085】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

20

【0086】

本明細書において、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

また、本明細書において、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

30

また、本明細書において、一の構成要素を「備える」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

【符号の説明】

【0087】

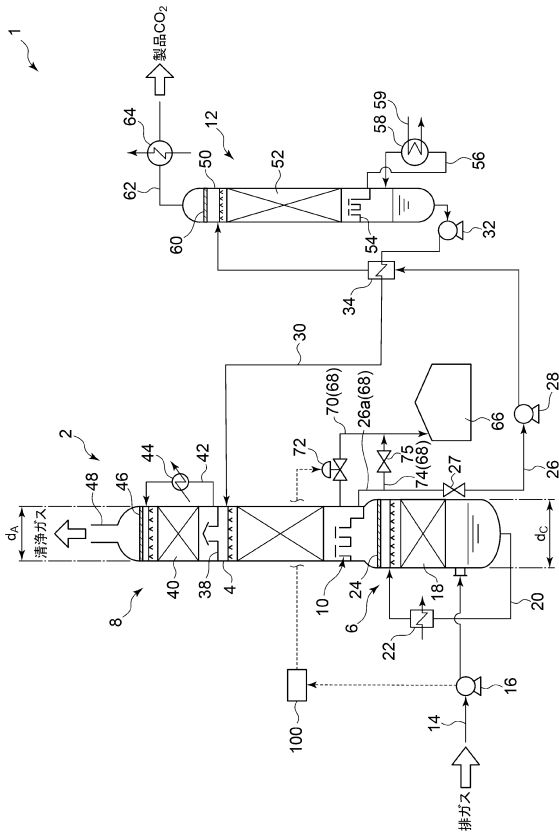
- 2 冷却吸収塔
- 4 外殻
- 6 冷却部
- 8 吸収部
- 10, 10A, 10B チムニートレイ
- 12 再生塔
- 14 排ガス導入ライン
- 16 プロワ
- 18 気液接触部
- 20 循環ライン
- 22 冷却器
- 24 デミスタ
- 26 リッチ液ライン
- 26a 上流側部分
- 27 バルブ

40

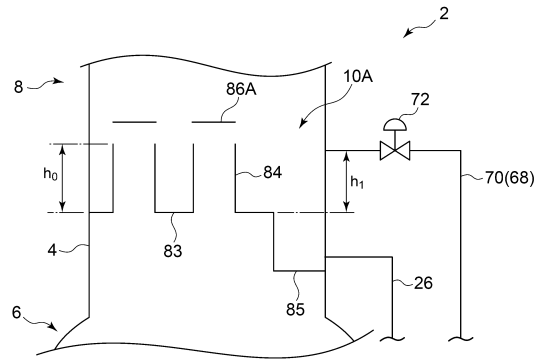
50

2 8	リッチ液ポンプ	
3 0	リーン液ライン	
3 2	リーン液ポンプ	
3 4	熱交換器	
3 6	気液接触部	
3 8	チムニートレイ	
4 0	洗浄部	
4 2	循環ライン	
4 4	冷却器	
4 6	デミスタ	10
4 8	塔頂部	
5 0	外殻	
5 2	放出部	
5 4	チムニートレイ	
5 6	リボイラライン	
5 8	再生加熱器	
5 9	蒸気ライン	
6 0	デミスタ	
6 2	回収ライン	
6 4	凝縮器	20
6 6	吸収液タンク	
6 8	タンク導入ライン	
7 0	オーバーフローライン	
7 2	遮断弁(バルブ)	
7 4	分岐ライン	
7 5	バルブ	
8 3	底部	
8 4	ライザー	
8 6 , 8 6 A , 8 6 B	カバー	
1 0 0	コントローラ	30

【図面】
【図 1】



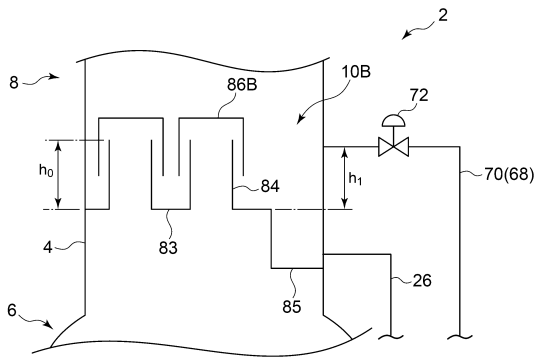
【図 2】



10

20

【図 3】



30

40

50

フロントページの続き

神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱重工エンジニアリング株式会社内

審査官 佐々木 典子

- (56)参考文献 特開2012-217971(JP,A)
特開昭62-023420(JP,A)
実開昭61-150033(JP,U)
特開平01-249127(JP,A)
特開2014-156392(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B01D 53/14 - 53/18、
53/34 - 53/85、
53/92、53/96
C01B 31/20