

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-181069

(P2012-181069A)

(43) 公開日 平成24年9月20日(2012.9.20)

(51) Int. Cl.  
G01M 3/26 (2006.01)

F I  
G01M 3/26

テーマコード(参考)  
2G067

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2011-43315(P2011-43315)  
(22) 出願日 平成23年2月28日(2011.2.28)

(71) 出願人 000006208  
三菱重工業株式会社  
東京都港区港南二丁目16番5号  
(74) 代理人 100089118  
弁理士 酒井 宏明  
(74) 代理人 100118762  
弁理士 高村 順  
(72) 発明者 神山 直行  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内  
(72) 発明者 宮地 剛之  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

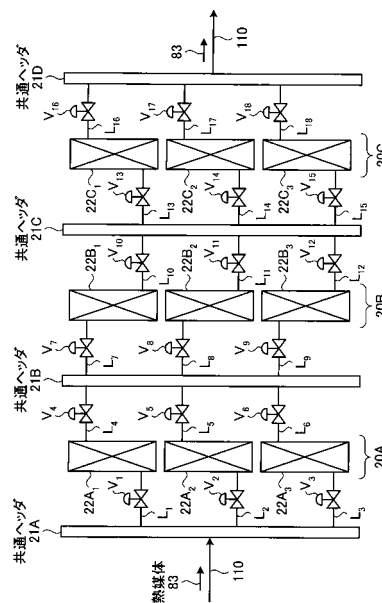
(54) 【発明の名称】 熱交換器の漏洩検査方法

(57) 【要約】

【課題】漏洩検査時間の短縮を図ることができる熱交換器の漏洩検査方法を提供する。

【解決手段】特定の伝熱管バンドル22A<sub>1</sub>への熱媒体の流入を停止しても、液面変化がある場合には、熱媒体の流入を停止した伝熱管バンドル22A<sub>1</sub>の異常が無いと判断し、他の伝熱管バンドルの検査を行う。次に、特定の伝熱管バンドル22A<sub>2</sub>への熱媒体の流入を停止し、液面変化が無い場合には、熱媒体の流入を停止した伝熱管バンドルに異常があると判断する。そして、熱媒体の流入を停止した伝熱管バンドル(22A<sub>2</sub>)に異常があると判定できる

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

排ガスのガス流れ方向に熱回収又は熱交換用の複数の伝熱管バンドルを所定間隔配した熱交換器の漏洩検査方法において、

各伝熱管バンドルの前後に設けられ、伝熱管バンドルを構成する各伝熱管バンドルに熱媒体を分配する共通熱媒体用ヘッダと、

前記共通熱媒体用ヘッダと各伝熱管バンドルとを連結すると共に、各伝熱管バンドルへ熱媒体を供給又は停止する電磁弁を備えた熱媒ラインと、

熱媒体の漏洩の際、前記電磁弁を操作して特定の伝熱管バンドルへの熱媒体の流入を停止する制御を行う制御手段とを具備し、

特定の伝熱管バンドルへの熱媒体の流入を停止し、残りの伝熱管バンドルでの運転状態が定常になったことを確認し、熱媒体を供給する熱媒タンクの液面変化を確認し、熱媒体の漏れの検査を行うことを特徴とする熱交換器の漏洩検査方法。

**【請求項 2】**

請求項 1 において、

前記熱媒体の漏れの検査は、特定の伝熱管バンドルへの熱媒体の流入を停止しても、熱媒体の液面変化がある場合には、熱媒体の流入を停止した伝熱管バンドルの異常が無いと判断し、他の伝熱管バンドルの検査を行うことを特徴とする熱交換器の漏洩検査方法。

**【請求項 3】**

請求項 1 において、

前記熱媒体の漏れの検査は、特定の伝熱管バンドルへの熱媒体の流入を停止し、液面変化が無い場合には、熱媒体の流入を停止した伝熱管バンドルに異常があると判断することを特徴とする熱交換器の漏洩検査方法。

**【請求項 4】**

請求項 2 又は 3 において、

前記熱媒体の漏れの検査の液面変化は、熱媒体の流入を停止した際に循環している熱媒体の温度変化を考慮し、所定時間ごとに毎回熱媒体の密度を補正し、補正した熱媒体の密度をもとに液面変化を判断することを特徴とする熱交換器の漏洩検査方法。

**【請求項 5】**

請求項 1 乃至 4 のいずれか一つにおいて、

特定の伝熱管バンドルへの熱媒体の流入の停止を、少なくとも 1 つ以上とすることを特徴とする熱交換器の漏洩検査方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、熱交換器の漏洩検査方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

火力発電プラントや化学プラント用のボイラの排ガス処理装置は、システム構成の一般的な一例として、排ガス流路に脱硝装置、空気予熱器エアヒータ、再加熱用ガスガスヒータの熱回収器、乾式電気集塵機、湿式脱硫装置、上記ガスガスヒータの再加熱器及び煙突が順に配設されている。ここで水管式ガスガスヒータは、上記熱回収器と再加熱器とを冷水循環ラインで接続して水を媒体として循環ポンプにより排ガスと熱交換を行なうものである。

この処理装置では、ボイラの排ガスをエアヒータに導き燃焼用空気と熱交換して排ガス温度を例えば 130 ~ 150 程度まで冷却してガスガスヒータ熱回収器に導き更に排ガス温度を冷却した後、電気集塵装置に導きフライアッシュを除去した後、電気集塵装置の出口における高温排ガスを水との熱交換により更に低温にして湿式脱硫装置に導く。湿式脱硫装置では、排ガス中の SO<sub>2</sub> を例えば石灰石をスラリー状に溶かし込んだ吸収液で吸収除去し、更にこの気液接触過程で、排ガス中の残存フライアッシュも除去する。次いで

10

20

30

40

50

S O<sub>2</sub>及びフライアッシュが除去された排ガスをガスガスヒータ再加熱器に導く。ここでは、湿式脱硫装置の処理過程においてS O<sub>2</sub>吸収液等で降温された排ガス温度をガスガスヒータ再加熱器に配された配管内部を通過する熱媒水との熱交換により高める。このことにより煙突から大気放出する際、水分凝縮量の低減による白煙発生防止と、温度上昇による拡散効率向上の機能を果たしている。

例えば石炭火力発電所における大型のガスガスヒータ熱回収器及び再加熱器の熱交換方式としてフィンチューブ式熱交換器が提案されている（特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

10

【特許文献1】特開平11-304138号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、熱交換器の伝熱バンドルのメンテナンスを行う際、以下の問題点が発生していた。

1) 火力発電プラントにおけるフィンチューブ式熱交換器の伝熱管への燃焼飛灰のブラスト効果による経時摩耗、或いは同灰組成が付着性・腐食性を持つ場合、該灰が伝熱面に固着して腐食が進行し、チューブの肉厚が経年的に低下していく。

バンドルの大規模補修や更新で計画外停止をすると、商業運転阻害による売電損害が発生する。このため熱媒水漏洩は非常に重要な問題とされている。

20

【0005】

2) 熱媒漏洩を把握する為の監視方法として、熱媒タンクの水位を検知しこれが所定レベルまで低下した場合は制御装置から警報を発するようにしており、これが発報した場合、まず漏洩が熱回収側か再加熱側かを推定（熱媒入出弁を1個ずつ閉め熱媒タンク水位低下有無を確認）し、その後特定できた側の個別バンドルに対して気密リークチェックを行っていき、更に漏洩バンドルの漏洩チューブ箇所を気密試験で絞り込み補修を行う。

熱媒タンク水位による検知は排ガス・熱媒温度の安定時間律則で数時間/1バンドル要し、気密試験は1箇所あたり数分を要し、しかも、漏洩箇所が経時的に増加していく場合は、特定が非常に困難を極める。

30

【0006】

本発明は、前記問題に鑑み、漏洩検査時間の短縮を図ることができる熱交換器の漏洩検査方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決するための本発明の第1の発明は、排ガスのガス流れ方向に熱回収又は熱交換用の複数の伝熱管バンドルを所定間隔配した熱交換器の漏洩検査方法において、各伝熱管バンドルの前後に設けられ、伝熱管バンドルを構成する各伝熱管バンドルに熱媒体を分配する共通熱媒体用ヘッダと、前記共通熱媒体用ヘッダと各伝熱管バンドルとを連結すると共に、各伝熱管バンドルへ熱媒体を供給又は停止する電磁弁を備えた熱媒ラインと、熱媒体の漏洩の際、前記電磁弁を操作して特定の伝熱管バンドルへの熱媒体の流入を停止する制御を行う制御手段とを具備し、特定の伝熱管バンドルへの熱媒体の流入を停止し、残りの伝熱管バンドルでの運転状態が定常になったことを確認し、熱媒体を供給する熱媒タンクの液面変化を確認し、熱媒体の漏れの検査を行うことを特徴とする熱交換器の漏洩検査方法にある。

40

【0008】

第2の発明は、第1の発明において、前記熱媒体の漏れの検査は、特定の伝熱管バンドルへの熱媒体の流入を停止しても、熱媒体の液面変化がある場合には、熱媒体の流入を停止した伝熱管バンドルの異常が無いと判断し、他の伝熱管バンドルの検査を行うことを特徴とする熱交換器の漏洩検査方法にある。

50

## 【 0 0 0 9 】

第3の発明は、第1の発明において、前記熱媒体の漏れの検査は、特定の伝熱管バンドルへの熱媒体の流入を停止し、液面変化が無い場合には、熱媒体の流入を停止した伝熱管バンドルに異常があると判断することを特徴とする熱交換器の漏洩検査方法にある。

## 【 0 0 1 0 】

第4の発明は、第2又は3の発明において、前記熱媒体の漏れの検査の液面変化は、熱媒体の流入を停止した際に循環している熱媒体の温度変化を考慮し、所定時間ごとに毎回熱媒体の密度を補正し、補正した熱媒体の密度をもとに液面変化を判断することを特徴とする熱交換器の漏洩検査方法にある。

## 【 0 0 1 1 】

第5の発明は、第1乃至4のいずれか一つの発明において、特定の伝熱管バンドルへの熱媒体の流入の停止を、少なくとも1つ以上とすることを特徴とする熱交換器の漏洩検査方法にある。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 2 】

本発明によれば、各バンドルの入出口に電磁弁を設け、共通熱媒用ヘッダを設けることにより各バンドルのバイパスが可能となると共に、各電磁弁を例えば遠隔監視により実施することができ、熱媒タンクの液レベル検知と連動させることで、漏洩箇所の検知を迅速に把握することが可能となる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 3 】

【 図 1 - 1 】 図 1 - 1 は、熱交換器の概略図である。

【 図 1 - 2 】 図 1 - 2 は、熱交換器の概略図である。

【 図 2 】 図 2 は、実施例 1 に係る熱交換器の配管の構成図である。

【 図 3 】 図 3 は、本実施例に係る熱交換器が適用される排ガス処理システムの概略図である。

【 図 4 】 図 4 は、排ガス処理設備の熱交換器の概略図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 4 】

以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施例により本発明が限定されるものではなく、また、実施例が複数ある場合には、各実施例を組み合わせ構成するものも含むものである。また、下記実施例における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

## 【 実施例 1 】

## 【 0 0 1 5 】

図 3 は、本実施例に係る熱交換器が適用される排ガス処理システムの概略図である。

## 【 0 0 1 6 】

図 3 に示すように、排ガス処理システム 100 は、発電プラントや工場などのボイラ 101 から排出される排ガスが煙突 111 から放出される過程で、当該排ガスに含まれる窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ )、煤塵、および硫黄酸化物 ( $\text{SO}_x$ ) を除去するものである。

## 【 0 0 1 7 】

先ず、ボイラ 101 から排出された排ガス  $G_0$  は、触媒が充填された脱硝装置 102 に導入される。脱硝装置 102 において、還元剤として注入されるアンモニア ( $\text{NH}_3$ ) により、排ガス  $G_0$  に含まれる窒素酸化物が水と窒素とに還元され無害化される。

## 【 0 0 1 8 】

脱硝装置 102 から排出された排ガス  $G_1$  は、エアヒータ (AH) 103 を経由し、一般に 130 ~ 150 の温度に冷却される。

## 【 0 0 1 9 】

エアヒータ 103 を経た排ガス  $G_2$  は、ガスガスヒータの熱交換器である熱交換器 104 に導入され、熱媒体 (例えば水など) と熱交換を行うことにより、熱回収される。熱交

10

20

30

40

50

換器 104 を経た排ガス  $G_3$  の温度は、概略 85 ~ 110 となり例えば電気集塵機 (EP) 105 での集塵能力が向上される。

【0020】

熱交換器 104 を経た排ガス  $G_3$  は、電気集塵機 105 に導入され煤塵が除去される。

【0021】

電気集塵機 105 を経た排ガス  $G_4$  は、電動機により駆動される送風機 106 により昇圧される。なお、この送風機 106 は、設けない場合もあるし、ガスガスヒータ再加熱器の後流  $G_7$  に配置される場合もある。

【0022】

送風機 106 により昇圧された排ガス  $G_5$  は、脱硫装置 107 に導入される。脱硫装置 107 では、石灰石をスラリー状に溶かし込んだ吸収液により、排ガス  $G_5$  中の硫酸化合物が吸収除去され、副生成物として石膏 (図示せず) が生成される。そして、脱硫装置 107 を経た排ガス  $G_6$  の温度は、一般に約 50 程に低下する。

10

【0023】

図 4 は、排ガス処理設備の熱交換器の概略図である。図 4 に示すように、脱硫装置 107 を経た排ガス  $G_6$  は、ガスガスヒータの熱交換器である再加熱部 108 に導入される。再加熱部 108 は、上記熱回収部 104 との間で熱媒体 83 を循環ポンプ 109 により一対の循環配管 110 を往来して循環する過程で、熱回収部 104 により回収された回収熱により排ガス  $G_6$  を加熱する。ここで 50 程度の脱硫装置 107 の出口排ガス  $G_6$  の温度は、再加熱部 108 で約 85 ~ 110 に再加熱され、煙突 111 から大気放出される。

20

【0024】

図 4 に示すように、排ガス  $G_2$  が導入され、熱媒体 83 と熱交換する熱交換器が設けられている。

熱交換器は、熱回収器 104 と再加熱器 108 とを熱媒体 83 が循環するための熱媒体循環通路 110 を有する。熱媒体 83 は、熱媒体循環通路 110 を介して熱回収器 104 と再加熱器 108 との間を循環している。熱回収器 104 と再加熱器 108 との各々の内部に設けられる熱媒体循環通路 110 の表面には、複数のフィンがフィンチューブ 11 に設けられている。熱媒体循環通路 110 には熱交換部 86 が設けられ、熱媒体 83 が循環する際に放熱で奪われた降温相当のエネルギーをスチーム 87 で加熱することで補い、熱媒体 83 の媒体温度を維持調整することができる。

30

【0025】

熱媒体 83 は、熱媒体タンク 88 から熱媒体循環通路 110 に供給される。熱媒体 83 は、熱媒体送給ポンプ 109 により熱媒体循環通路 110 内を循環させる。また、脱硫装置 107 からの浄化ガス  $G_6$  のガス温度に応じて調節弁  $V_1$  によりスチーム 87 の供給量を調整し、熱回収器 104 から排出される排ガス  $G_3$  のガス温度に応じて調節弁  $V_2$  により再加熱器 108 に送給される熱媒体 83 を熱回収器 104 に供給し、再加熱器 108 に送給される熱媒体 83 の供給量を調整する。なお、再加熱器 104 から排出される浄化ガス  $G_7$  は煙突 111 から外部に排出される。

【0026】

以下、本実施例に係る前記熱回収器の漏洩検査方法について説明する。図 1 - 1 及び図 1 - 2 は、熱交換器の概略図である。

40

【0027】

図 1 - 1 及び図 1 - 2 に示すように、熱交換器は、伝熱管バンドル収納ダクト 20 内に、伝熱管バンドルを束ねた集合体である伝熱管バンドルを複数配置しており、排ガスの流入方向上流側から低温バンドル 22A、中温バンドル 22B、低温バンドル 22C としている。

そして、排ガスのガス流れ方向に熱回収又は熱交換用の複数の伝熱管バンドル群 22A (22A<sub>1</sub> ~ 22A<sub>3</sub>)、22B (22B<sub>1</sub> ~ 22B<sub>3</sub>)、22C (22C<sub>1</sub> ~ 22C<sub>3</sub>) を所定間を持って配置している。図 1 中、符号 G は排ガス、20a はダクト入口部、20b は

50

拡張部を図示する。なお、伝熱管バンドルの排ガス導入方向上流側が正面 2 2 a であり、排ガス導入方向下流側が背面 2 2 b である。

図中、X 方向は排ガス流れ方向であり、Y 方向は伝熱管バンドルの挿入方向であり、Z 方向は伝熱管バンドルの積み上げ設置方向である。

【 0 0 2 8 】

図 2 は、実施例 1 に係る熱交換器の配管の構成図である。

図 2 では、熱交換器に格納される伝熱管バンドルを束ねた集合体である伝熱管バンドルを複数配置して、排ガスの流入方向上流側から高温バンドル 2 0 A、中温バンドル 2 0 B、低温バンドル 2 0 C としている。

【 0 0 2 9 】

そして、排ガスのガス流れ方向に熱回収又は熱交換用の複数の伝熱管バンドル（高温用伝熱管バンドル 2 2 A（2 2 A<sub>1</sub> ~ 2 2 A<sub>3</sub>）、中温用伝熱管バンドル 2 2 B（2 2 B<sub>1</sub> ~ 2 2 B<sub>3</sub>）、低音用伝熱管バンドル 2 2 C（2 2 C<sub>1</sub> ~ 2 2 C<sub>3</sub>）を所定間に隔配している。

【 0 0 3 0 】

各伝熱管バンドル 2 2 A、2 2 B、2 2 C の前後には、伝熱管バンドルを構成する各伝熱管バンドル 2 2 A<sub>1</sub> ~ 2 2 A<sub>3</sub> . . . に熱媒体 8 3 を分配する共通熱媒体用ヘッダ 2 1 A、2 1 B、2 1 C、2 1 D が設けられている。

また、共通熱媒体用ヘッダ 2 1 A、2 1 B、2 1 C、2 1 D と各伝熱管バンドル 2 2 A<sub>1</sub> ~ 2 2 A<sub>3</sub> . . . とを熱媒ライン L<sub>1</sub> ~ L<sub>18</sub> により連結している。

熱媒ライン L<sub>1</sub> ~ L<sub>18</sub> には、各伝熱管バンドル 2 2 A<sub>1</sub> ~ 2 2 A<sub>3</sub> . . . へ熱媒体 8 3 を供給又は停止する電磁弁 V<sub>1</sub> ~ V<sub>18</sub> を備えている。

【 0 0 3 1 】

また、熱媒体の漏洩の際、前記電磁弁を操作して特定の伝熱管バンドルへの熱媒体の流入を停止する制御を行う制御手段が設けられている。

【 0 0 3 2 】

漏洩検査を実施するには、先ず特定の伝熱管バンドル（2 2 A<sub>1</sub>）への熱媒体の流入を停止し、特定の伝熱管バンドル（2 2 A<sub>1</sub>）以外の残りの伝熱管バンドルでの運転を継続する。そして運転状態が定常になったことを確認し、熱媒体を供給する熱媒タンクの液面変化を確認する。

【 0 0 3 3 】

そして、液面変化の有無により漏れの検査を行う。検査中に例えば排ガス温度が変化する事により熱媒温度も変化する場合があります、このとき熱媒漏洩がなくとも密度変化して液面が変動するため、密度補正計算を行う事によって液面変動の有無を判断する必要がある。これに鑑み、該熱媒タンクの熱媒温度から密度補正演算を自動で行う機能を備える事で液レベルの低下の有無を迅速に発見できる。

【 0 0 3 4 】

このように、熱媒体の漏れの検査における液面変化は、停止した際の循環している熱媒体の温度変化を考慮し、所定時間ごとに毎回熱媒体の密度を補正し、補正した熱媒体の密度で液面変化を判断することで適正な判断を行うことができる。

【 0 0 3 5 】

すなわち、熱媒体の漏れの検査を行う場合、先ず液レベルを計測すると共に、停止した際の循環している熱媒体の温度を計測する。この温度計測結果から、熱媒体の密度を補正し、検査中における熱媒タンクの熱媒温度から熱媒の密度補正を自動に演算し、熱媒タンク液レベルの低下の有無を迅速に発見する事を可能とする。

この判断を自動で行う際には、例えば 5 ~ 1 0 分ごとに温度変化を判断して、密度補正を毎回行うようにすればよい。

【 0 0 3 6 】

この検査は、熱媒ライン L<sub>1</sub> ~ L<sub>18</sub> に設けた電磁弁 V<sub>1</sub> ~ V<sub>18</sub> を操作するだけで良いので、作業員が不要となると共に、遠隔監視による漏洩検査が可能となる。

10

20

30

40

50

## 【0037】

漏洩の有無の検査の具体的な内容について説明する。

前記漏れの検査は、特定の伝熱管バンドル（例えば22A<sub>1</sub>）への熱媒体の流入を停止しても、液面変化がある場合には、熱媒体の流入を停止した伝熱管バンドル（22A<sub>1</sub>）の異常が無いと判断し、他の伝熱管バンドルの検査を行う。

すなわち、伝熱管バンドル（22A<sub>1</sub>）への熱媒体の流入を停止しても、未だ液面変化があるということは、熱媒体の流入を停止した伝熱管バンドル（22A<sub>1</sub>）は正常であると判定できる。

## 【0038】

前記漏れの検査は、特定の伝熱管バンドル（22A<sub>1</sub>）への熱媒体の流入を停止し、液面変化が無い場合には、熱媒体の流入を停止した伝熱管バンドルに異常があると判断する。そして、熱媒体の流入を停止した伝熱管バンドル（22A<sub>1</sub>）に異常があると判定できる。

10

## 【0039】

また、検査は、同時に2以上の伝熱管バンドルに対して実施するようにしてもよい。

すなわち、特定のバンドルへの熱媒体の流入の停止を、少なくとも1つ以上とし、同時に複数のバンドルへの熱媒体の流入を停止し、漏洩の検査を行うようにしてもよい。

## 【0040】

このように、各バンドルの入出口に電磁弁を設け、共通熱媒用ヘッダを設けることにより各バンドルのバイパスが可能となると共に、各電磁弁を例えば遠隔監視により実施することができ、熱媒タンクの液レベル検知と連動させることで、漏洩箇所の検知を迅速に把握することが可能となる。

20

## 【0041】

従来は、熱媒漏洩箇所が特定されると、検査時間を要するので、熱媒漏洩が確認された他の複数のバンドルでの熱媒漏洩調査を継続して行う事が困難であったが、本発明によれば、電磁弁の開閉操作を行うことでよいので、全ての伝熱管バンドルへの漏洩検査を実施することが可能となる。又、本発明により複数バンドルでの熱媒漏洩調査も同時に行えるようになるため、熱媒漏洩が疑われる全てのバンドルを一度にバイパスする事で補修を要するバンドル箇所の組合せの最終確認を行う事も可能となる。

また、この漏洩検査は遠隔による監視が可能となるので、複数のボイラ設備を監視するネットワークを構築して集中監視することもできる。

30

## 【0042】

なお、本発明では、漏洩の検知を熱媒タンクでの液面の水位の変化により確認しているが、本発明はこれに限定されず、例えば、熱媒漏洩した場合はガスガスヒータ熱回収器、再加熱器の排ガス圧損が上昇するためこれを監視するようにしてもよい。

## 【符号の説明】

## 【0043】

21A～21D 共通熱媒体用ヘッダ

22A～22C 伝熱管バンドル

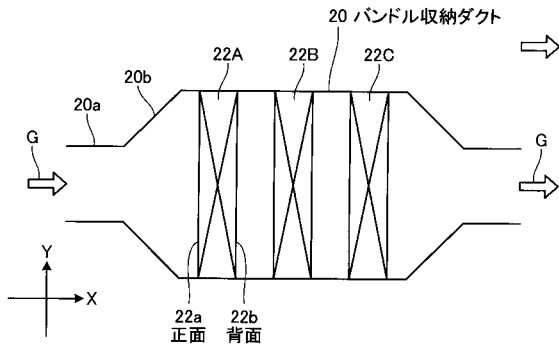
83 熱媒体

V<sub>1</sub>～V<sub>18</sub> 電磁弁

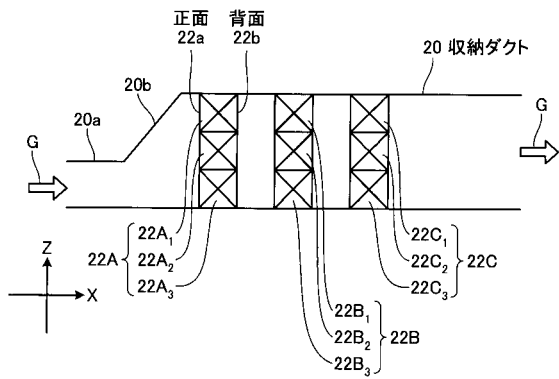
L<sub>1</sub>～L<sub>18</sub> 熱媒ライン

40

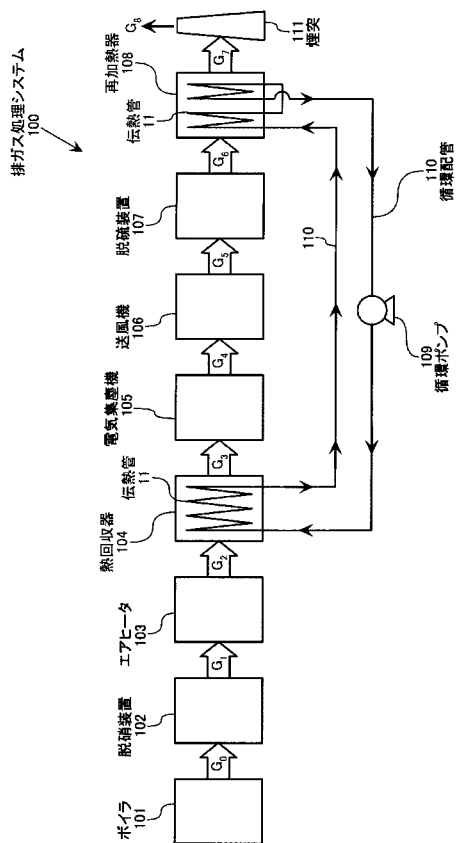
【図1-1】



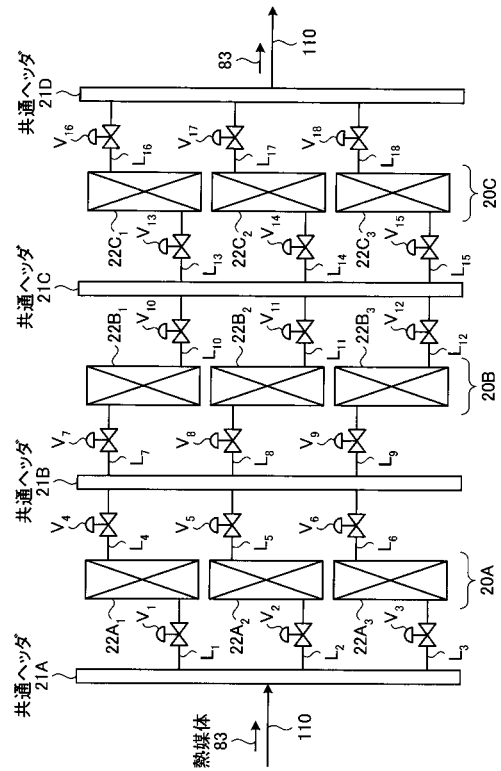
【図1-2】



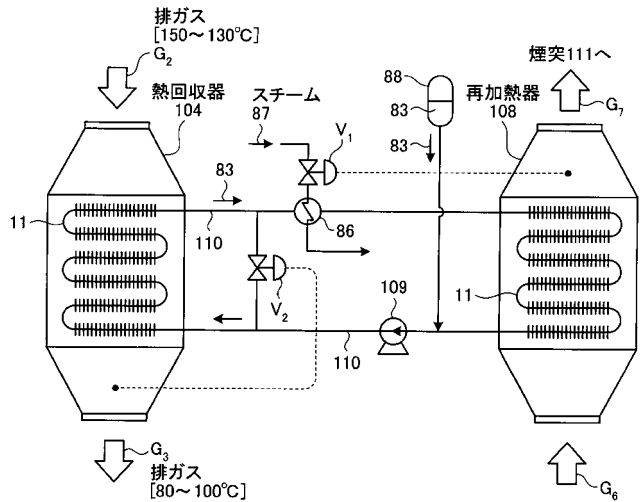
【図3】



【図2】



【図4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 岡本 卓也

東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 里 祐一郎

東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内

Fターム(参考) 2G067 AA34 BB02 BB22 BB36 CC01 DD07 EE01