

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6449099号
(P6449099)

(45) 発行日 平成31年1月9日(2019.1.9)

(24) 登録日 平成30年12月14日(2018.12.14)

(51) Int.Cl.

F I

B O 1 D 53/14 (2006.01)

B O 1 D 53/14 2 2 O

B O 1 J 19/00 (2006.01)

B O 1 J 19/00 3 2 1

B O 1 D 19/00 (2006.01)

B O 1 D 19/00 D

B O 1 D 19/00 F

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2015-105838 (P2015-105838)
 (22) 出願日 平成27年5月25日(2015.5.25)
 (65) 公開番号 特開2016-215167 (P2016-215167A)
 (43) 公開日 平成28年12月22日(2016.12.22)
 審査請求日 平成29年9月1日(2017.9.1)

(73) 特許権者 000001199
 株式会社神戸製鋼所
 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番
 4号
 (74) 代理人 100067828
 弁理士 小谷 悦司
 (74) 代理人 100115381
 弁理士 小谷 昌崇
 (74) 代理人 100109058
 弁理士 村松 敏郎
 (72) 発明者 藤澤 彰利
 兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号
 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放出処理装置及び放出処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

特定気体成分を吸収した吸収液であるリッチ吸収液から前記特定気体成分を放出させるための放出処理装置であって、

前記リッチ吸収液を流通させながらそのリッチ吸収液から前記特定気体成分を放出させるマイクロチャネルである放出流路と、熱を供給する熱供給部であって熱媒体を流通させる熱媒体流路を有するものとが内部に設けられた流路構造体を備え、

前記放出流路は、前記リッチ吸収液と前記リッチ吸収液よりも沸点が低く且つ前記リッチ吸収液に対して非相溶性の遊離剤の蒸気とを、前記特定気体成分が前記リッチ吸収液から遊離して前記遊離剤の蒸気へ移動するように前記リッチ吸収液と前記遊離剤の蒸気が互いに接触した状態で流通させる処理流路部と、前記リッチ吸収液が導入される第1導入流路部と、液状の前記遊離剤が導入される第2導入流路部と、前記第1導入流路部の下流側の端部及び前記第2導入流路部の下流側の端部に繋がり、前記第1導入流路部から流入した前記リッチ吸収液と前記第2導入流路部から流入した液状の前記遊離剤とを合流させる合流部と、前記合流部の下流側に繋がるとともに前記処理流路部の上流側の端部に繋がり、前記合流部から流入した前記リッチ吸収液と前記遊離剤との合流流体を流通させながらその合流流体中の前記遊離剤を前記熱供給部から供給される熱によって気化させて前記遊離剤の蒸気を発生させ、その発生した遊離剤の蒸気と前記リッチ吸収液とを前記処理流路部へ導く気化流路部と、を有し、

前記流路構造体は、前記放出流路が形成された放出流路基板と、前記熱媒体流路が形成

10

20

された熱媒体流路基板であって前記熱媒体流路が前記放出流路に対してその熱媒体流路を流れる前記熱媒体と前記放出流路を流れる流体とが熱交換可能な距離で隣接して配置されて前記気化流路部を流れる前記合流流体中の液状の前記遊離剤が前記熱媒体流路を流れる前記熱媒体から供給される熱によって気化するように前記放出流路基板と積層された熱媒体流路基板と、を有する、放出処理装置。

【請求項 2】

前記流路構造体は、前記処理流路部を流れる前記リッチ吸収液を加熱するための熱を供給する処理流路用熱供給部を内部に有する、請求項 1 に記載の放出処理装置。

【請求項 3】

特定気体成分を吸収した吸収液であるリッチ吸収液から前記特定気体成分を放出させるための放出処理方法であって、

前記リッチ吸収液を流通させながらそのリッチ吸収液から前記特定気体成分を放出させるためのマイクロチャネルである放出流路と、熱を供給可能な熱供給部であって熱媒体を流通させる熱媒体流路を有するものとが内部に設けられた流路構造体であって、前記放出流路は、前記リッチ吸収液と前記リッチ吸収液よりも沸点が低く且つ前記リッチ吸収液に対して非相溶性の遊離剤の蒸気とを互いに接触した状態で流通させることが可能な処理流路部と、第 1 導入流路部と、第 2 導入流路部と、前記第 1 導入流路部及び前記第 2 導入流路部に繋がる合流部と、前記合流部に繋がるとともに前記処理流路部に繋がる気化流路部とを備えている流路構造体を用意する用意工程と、

前記第 1 導入流路部に前記リッチ吸収液を導入するとともに前記第 2 導入流路部に液状の前記遊離剤を導入する導入工程と、

前記合流部において前記第 1 導入流路部から流入した前記リッチ吸収液と前記第 2 導入流路部から流入した液状の前記遊離剤とを合流させる合流工程と、

前記合流部で合流した前記リッチ吸収液と液状の前記遊離剤との合流流体を前記気化流路部に流通させながらその合流流体中の前記遊離剤を前記熱供給部から供給される熱によって気化させて前記遊離剤の蒸気を発生させ、その発生した遊離剤の蒸気と前記リッチ吸収液とを前記処理流路部へ導く気化処理工程と、

前記処理流路部に前記リッチ吸収液と前記遊離剤の蒸気とを互いに接触した状態で流通させることにより前記リッチ吸収液から前記特定気体成分を遊離させてその特定気体成分を前記遊離剤の蒸気へ移動させる遊離処理工程と、を備え、

前記用意工程で用意する前記流路構造体は、前記放出流路が形成された放出流路基板と、前記熱媒体流路が形成された熱媒体流路基板であって前記熱媒体流路が前記放出流路に対してその熱媒体流路を流れる前記熱媒体と前記放出流路を流れる流体とが熱交換可能な距離で隣接して配置されて前記気化流路部を流れる液状の前記遊離剤が前記熱媒体流路を流れる前記熱媒体から供給される熱によって気化するように前記放出流路基板と積層された熱媒体流路基板とを有し、

前記気化処理工程では、前記気化流路部を流れる前記合流流体中の液状の前記遊離剤を、前記熱媒体流路を流れる前記熱媒体から供給される熱により気化させる、放出処理方法。

【請求項 4】

前記用意工程では、前記流路構造体として、前記処理流路部へ熱を供給可能な処理流路用熱供給部を内部に有するものを用意し、

前記遊離処理工程では、前記処理流路用熱供給部から供給される熱により前記リッチ吸収液を加熱しながら前記処理流路部に流通させる、請求項 3 に記載の放出処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放出処理装置及び放出処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

従来、特定気体成分を吸収した吸収液から特定気体成分を放出させるための放出処理装置が知られている。例えば、下記特許文献 1 には、そのような放出処理装置の一例が開示されている。

【0003】

特許文献 1 には、特定気体成分としての CO_2 を回収するための CO_2 回収装置の一部として放出処理装置が開示されている。この特許文献 1 の CO_2 回収装置では、吸収塔で CO_2 含有ガスから吸収液に CO_2 を吸収させ、その CO_2 を吸収した吸収液から再生塔を用いた放出処理装置で CO_2 を放出させて CO_2 を回収するようになっている。

【0004】

具体的に、再生塔には、吸収塔で CO_2 を吸収した吸収液であるリッチ溶液が供給され、その再生塔内の上部からリッチ溶液が散布される。再生塔内には、充填層が設けられている。散布されたリッチ溶液は、この充填層中を通過して下降し、その過程で当該リッチ溶液から CO_2 が遊離する。これにより、リッチ溶液は、ほぼ全ての CO_2 が除去された吸収液であるリーン溶液（再生液）となり、再生塔内の底部に溜まる。

【0005】

再生塔内の底部に溜まったリーン溶液の少なくとも一部は、再生加熱器に導かれ、その再生加熱器において加熱されて蒸発し、その後、再生塔内の下部に戻される。再生塔内の下部に戻されたリーン溶液の蒸気は、再生塔内を上昇し、下降するリッチ溶液と接触してリッチ溶液から CO_2 を遊離させる。これにより、リッチ溶液から CO_2 が放出される。再生塔は、その頂部から再生処理後の気体が排出されるようになっており、その排出気体として前記蒸気とリッチ溶液から遊離した CO_2 との混合気体が排出される。この排出された混合気体は、コンデンサに導入される。コンデンサでは混合気体中の蒸気のみが凝縮されて分離され、残りの CO_2 はコンデンサから排出されて回収される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2008 - 62165 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記特許文献 1 に開示された技術では、リッチ溶液から特定気体成分としての CO_2 を放出させる放出処理に要するエネルギーが増大するとともに、放出処理の効率が悪いという問題がある。その理由は以下の通りである。

【0008】

特許文献 1 では、再生加熱器で生成したリーン溶液の蒸気を用いて再生塔でリッチ溶液から CO_2 を遊離させているが、この場合には、リーン溶液を気化させて再生塔でのリッチ溶液からの CO_2 の遊離に必要な蒸気を得るために再生加熱器で大きな熱量を要する。その結果、 CO_2 の放出処理に要するエネルギーが増大する。

【0009】

また、再生塔内でリッチ溶液から遊離した CO_2 は、そのリッチ溶液と接触した蒸気へ移動するが、この移動速度によって放出処理の効率が左右される。しかし、再生塔内のように容積の大きい空間では、リッチ溶液と蒸気との単位体積当たりの接触面積が小さいため、リッチ溶液から蒸気への CO_2 の移動速度を向上させることは難しい。その結果、 CO_2 の放出処理の効率を向上させることが難しくなる。

【0010】

本発明の目的は、特定気体成分を吸収した吸収液からその特定気体成分を放出させる処理に要するエネルギーを低減可能であり且つ特定気体成分の放出処理の効率を向上可能な放出処理装置及び放出処理方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明による放出処理装置は、特定気体成分を吸収した吸収液であるリッチ吸収液から前記特定気体成分を放出させるための放出処理装置であって、前記リッチ吸収液を流通させながらそのリッチ吸収液から前記特定気体成分を放出させるマイクロチャネルである放出流路と、熱を供給する熱供給部であって熱媒体を流通させる熱媒体流路を有するものとが内部に設けられた流路構造体を備え、前記放出流路は、前記リッチ吸収液と前記リッチ吸収液よりも沸点が低く且つ前記リッチ吸収液に対して非相溶性の遊離剤の蒸気とを、前記特定気体成分が前記リッチ吸収液から遊離して前記遊離剤の蒸気へ移動するように前記リッチ吸収液と前記遊離剤の蒸気が互いに接触した状態で流通させる処理流路部と、前記リッチ吸収液が導入される第1導入流路部と、液状の前記遊離剤が導入される第2導入流路部と、前記第1導入流路部の下流側の端部及び前記第2導入流路部の下流側の端部に繋がり、前記第1導入流路部から流入した前記リッチ吸収液と前記第2導入流路部から流入した液状の前記遊離剤とを合流させる合流部と、前記合流部の下流側に繋がるとともに前記処理流路部の上流側の端部に繋がり、前記合流部から流入した前記リッチ吸収液と前記遊離剤との合流流体を流通させながらその合流流体中の前記遊離剤を前記熱供給部から供給される熱によって気化させて前記遊離剤の蒸気を発生させ、その発生した遊離剤の蒸気と前記リッチ吸収液とを前記処理流路部へ導く気化流路部と、を有し、前記流路構造体は、前記放出流路が形成された放出流路基板と、前記熱媒体流路が形成された熱媒体流路基板であって前記熱媒体流路が前記放出流路に対してその熱媒体流路を流れる前記熱媒体と前記放出流路を流れる流体とが熱交換可能な距離で隣接して配置されて前記気化流路部を流れる前記合流流体中の液状の前記遊離剤が前記熱媒体流路を流れる前記熱媒体から供給される熱によって気化するように前記放出流路基板と積層された熱媒体流路基板と、を有する。

【0012】

この放出処理装置では、放出流路の処理流路部が、リッチ吸収液とそのリッチ吸収液よりも沸点が低く且つそのリッチ吸収液に対して非相溶性の遊離剤の蒸気とを、特定気体成分がリッチ吸収液から遊離して遊離剤の蒸気へ移動するようにリッチ吸収液と遊離剤の蒸気が互いに接触した状態で流通させるため、吸収液の気化に必要な熱量よりも小さい熱量で気化させた遊離剤の蒸気をリッチ吸収液からの特定気体成分の遊離に用いることができる。このため、吸収液を気化させた蒸気を用いてリッチ吸収液から特定気体成分を遊離させる従来の構成に比べて、リッチ吸収液からの特定気体成分の放出処理に要するエネルギーを低減できる。また、この放出処理装置では、マイクロチャネルである放出流路の処理流路部が、リッチ吸収液と遊離剤の蒸気とを互いに接触させた状態で流通させるため、リッチ吸収液と遊離剤の蒸気の単位体積当たりの接触面積を増加させることができる。このため、リッチ吸収液から遊離剤の蒸気へのそれらの間の接触界面を介した特定気体成分の移動の効率を向上できる。その結果、リッチ吸収液からの特定気体成分の放出処理の効率を向上できる。また、この放出処理装置では、流路構造体内の熱供給部から供給される熱により、流路構造体内の放出流路の気化流路部を流れる遊離剤を気化させてその遊離剤の蒸気を発生させることができる。このため、流路構造体の外部で遊離剤を加熱して遊離剤の蒸気を発生させる加熱装置を備える放出処理装置に比べて、放出処理装置を小型化することができる。

【0017】

前記流路構造体を備える構成において、前記流路構造体は、前記処理流路部を流れる前記リッチ吸収液を加熱するための熱を供給する処理流路用熱供給部を内部に有することが好ましい。

【0018】

この構成によれば、処理流路部を流れるリッチ吸収液を加熱してそのリッチ吸収液からの CO_2 の遊離を促進できる。

【0019】

また、本発明による放出処理方法は、特定気体成分を吸収した吸収液であるリッチ吸収液から前記特定気体成分を放出させるための放出処理方法であって、前記リッチ吸収液を

流通させながらそのリッチ吸収液から前記特定気体成分を放出させるためのマイクロチャネルである放出流路と、熱を供給可能な熱供給部であって熱媒体を流通させる熱媒体流路を有するものとが内部に設けられた流路構造体であって、前記放出流路は、前記リッチ吸収液と前記リッチ吸収液よりも沸点が低く且つ前記リッチ吸収液に対して非相溶性の遊離剤の蒸気とを互いに接触した状態で流通させることが可能な処理流路部と、第1導入流路部と、第2導入流路部と、前記第1導入流路部及び前記第2導入流路部に繋がる合流部と、前記合流部に繋がるとともに前記処理流路部に繋がる気化流路部とを備えている流路構造体を用意する用意工程と、前記第1導入流路部に前記リッチ吸収液を導入するとともに前記第2導入流路部に液状の前記遊離剤を導入する導入工程と、前記合流部において前記第1導入流路部から流入した前記リッチ吸収液と前記第2導入流路部から流入した液状の前記遊離剤とを合流させる合流工程と、前記合流部で合流した前記リッチ吸収液と液状の前記遊離剤との合流流体を前記気化流路部に流通させながらその合流流体中の前記遊離剤を前記熱供給部から供給される熱によって気化させて前記遊離剤の蒸気を発生させ、その発生した遊離剤の蒸気と前記リッチ吸収液とを前記処理流路部へ導く気化処理工程と、前記処理流路部に前記リッチ吸収液と前記遊離剤の蒸気とを互いに接触した状態で流通させることにより前記リッチ吸収液から前記特定気体成分を遊離させてその特定気体成分を前記遊離剤の蒸気へ移動させる遊離処理工程と、を備え、前記用意工程で用意する前記流路構造体は、前記放出流路が形成された放出流路基板と、前記熱媒体流路が形成された熱媒体流路基板であって前記熱媒体流路が前記放出流路に対してその熱媒体流路を流れる前記熱媒体と前記放出流路を流れる流体とが熱交換可能な距離で隣接して配置されて前記気化流路部を流れる液状の前記遊離剤が前記熱媒体流路を流れる前記熱媒体から供給される熱によって気化するように前記放出流路基板と積層された熱媒体流路基板とを有し、前記気化処理工程では、前記気化流路部を流れる前記合流流体中の液状の前記遊離剤を、前記熱媒体流路を流れる前記熱媒体から供給される熱により気化させる。

10

20

【0020】

この放出処理方法では、上記放出処理装置の場合と同様の理由により、リッチ吸収液からの特定気体成分の放出処理に要するエネルギーを低減できるとともに、リッチ吸収液からの特定気体成分の放出処理の効率を向上でき、また、放出処理装置を小型化することができる。

【0025】

前記用意工程において前記流路構造体を用意する構成において、前記用意工程では、前記流路構造体として、前記処理流路部へ熱を供給可能な処理流路用熱供給部を内部に有するものを用意し、前記遊離処理工程では、前記処理流路用熱供給部から供給される熱により前記リッチ吸収液を加熱しながら前記処理流路部に流通させることが好ましい。

30

【0026】

この構成によれば、処理流路部を流れるリッチ吸収液を加熱してそのリッチ吸収液からの CO_2 の遊離を促進できる。

【発明の効果】

【0027】

以上説明したように、本発明によれば、特定気体成分を吸収した吸収液からその特定気体成分を放出させる処理に要するエネルギーを低減できるとともに、特定気体成分の放出処理の効率を向上できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の一実施形態による放出処理装置を含む吸収分離装置の模式図である。

【図2】放出処理装置の放出処理部の概略的な斜視図である。

【図3】図2に示した放出処理部の流路構造体を構成する放出流路基板の一方の板面を示す平面図である。

【図4】図3に示した放出流路基板の反対側の板面を示す平面図である。

【図5】図2に示した放出処理部の流路構造体を構成する熱媒体流路基板の平面図である

50

。

【図 6】気化処理工程及び遊離処理工程を説明するための模式図である。

【図 7】本発明に対する参考例による放出処理装置を含む吸収分離装置の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

まず、図 1～図 6 を参照して、本発明の一実施形態による放出処理装置 3 について説明する。

【0030】

本実施形態による放出処理装置 3（図 1 参照）は、特定気体成分を吸収した吸収液であるリッチ吸収液から特定気体成分を放出させる処理を行う装置である。放出処理装置 3 は、特定気体成分を含有する処理ガスから吸収液に特定気体成分を吸収させ、その後、吸収液から特定気体成分を放出させて回収する吸収分離装置 1 の一部を構成している。

10

【0031】

吸収分離装置 1 は、図 1 に示すように、吸収塔 2 と、放出処理装置 3 と、熱交換器 6 と、第 1 ポンプ 9 と、第 2 ポンプ 10 と、を備える。

【0032】

吸収塔 2 は、特定気体成分を含有する処理ガスから吸収液に特定気体成分を吸収させる処理を行うものである。吸収塔 2 内の上下方向の中間部には、充填層 12 が設けられている。吸収塔 2 内における充填層 12 の上側、すなわち吸収塔 2 内の上部には、吸収液を散布する散布部 14 が設けられている。また、吸収塔 2 内における充填層 12 の下側、すな

20

【0033】

吸収塔 2 内において散布部 14 から吸収液が散布され、その散布された吸収液は、充填層 12 の中を通して降下しつつ、吸収塔 2 内の下部に導入されて上昇する処理ガスと接触する。この接触により、処理ガスから吸収液に特定気体成分が吸収される。特定気体成分を吸収した吸収液は、吸収塔 2 内の底部に溜まり、当該吸収塔 2 内から排出されるようになっている。以下、特定気体成分を吸収した吸収液のことをリッチ吸収液と称する。

【0034】

一方、吸収液に特定気体成分を吸収された後の処理ガスであるオフガスは、上昇して吸収塔 2 の頂部から排出されるようになっている。

30

【0035】

リッチ吸収液を排出する吸収塔 2 の底部の排出部は、管路を介して熱交換器 6 に接続されている。吸収塔 2 の底部の排出部と熱交換器 6 とを繋ぐ管路には、吸収塔 2 から排出されたリッチ吸収液を熱交換器 6 側へ送る第 1 ポンプ 9 が設けられている。

【0036】

熱交換器 6 は、リッチ吸収液と、後述するように放出処理部 4 で特定気体成分が遊離されることによってその特定気体成分の濃度が低下したリーン吸収液との間での熱交換を行うものである。熱交換器 6 では、熱交換によりリッチ吸収液を加熱するようになっている。

。

【0037】

熱交換器 6 のリーン吸収液の出口は、管路を介して吸収塔 2 の散布部 14 に繋がっている。これにより、熱交換器 6 から排出されたリーン吸収液は、吸収塔 2 へ供給されて散布部 14 から吸収液として吸収塔 2 内に散布されるようになっている。

40

【0038】

熱交換器 6 のリッチ吸収液の出口は、管路を介して放出処理部 4 に繋がっている。これにより、熱交換器 6 から排出されたリッチ吸収液は、放出処理部 4 へ供給されるようになっている。

【0039】

放出処理装置 3 は、熱交換器 6 から当該放出処理装置 3 の放出処理部 4 へ送られるリッチ吸収液から特定気体成分を放出させてその特定気体成分を回収するための処理を行う。

50

この放出処理装置 3 は、放出処理部 4 と、凝縮器 8 とを備える。

【 0 0 4 0 】

放出処理部 4 は、リッチ吸収液から特定気体成分を遊離させてその特定気体成分を遊離剤中へ移動させることによりリッチ吸収液からの特定気体成分の放出処理を行うものである。換言すれば、放出処理部 4 は、リッチ吸収液から特定気体成分を放出させてそのリッチ吸収液を特定気体成分の濃度が低下したリーン吸収液に再生する機能を有する。

【 0 0 4 1 】

放出処理部 4 は、図 2 に示すように、流路構造体 3 2 と、リッチ吸収液導入ヘッダ 3 4 と、遊離剤導入ヘッダ 3 6 と、分離ヘッダ 3 8 と、熱媒体導入ヘッダ 4 0 と、熱媒体排出ヘッダ 4 2 と、を有する。

10

【 0 0 4 2 】

流路構造体 3 2 は、リッチ吸収液を流通させながらそのリッチ吸収液から特定気体成分を放出させる多数の放出流路 5 0 (図 3 参照) と、熱媒体を流通させて、放出流路 5 0 のうちの後述する合流流体流路部 5 4 を流れる流体を加熱するための熱を供給する多数の熱媒体流路 5 6 (図 5 参照) とを内部に有する。放出流路 5 0 と熱媒体流路 5 6 は、微小な流路を有するマイクロチャネルである。また、熱媒体流路 5 6 は、本発明における熱供給部及び処理流路用熱供給部の一例である。

【 0 0 4 3 】

流路構造体 3 2 は、図 2 に示すように、例えばステンレス鋼からなる多数の板が積層されて互いに接合されることによって形成された積層体からなる。流路構造体 3 2 を構成する多数の板には、複数の放出流路基板 4 4 と、複数の熱媒体流路基板 4 5 と、複数の封止板 4 6 とが含まれる。流路構造体 3 2 では、放出流路基板 4 4 と熱媒体流路基板 4 5 とがそれらの間に封止板 4 6 を挟みながら交互に繰り返し積層されている。

20

【 0 0 4 4 】

各放出流路基板 4 4 には、図 3 に示すように、複数の放出流路 5 0 が並列に配置された状態で形成される。各放出流路 5 0 は、図 3 及び図 4 に示すように、第 1 導入流路部 5 1 と、第 2 導入流路部 5 2 と、合流部 5 3 と、合流流体流路部 5 4 とを有する。

【 0 0 4 5 】

第 1 導入流路部 5 1 は、リッチ吸収液が導入されてそのリッチ吸収液を合流部 5 3 へ導く流路である。第 2 導入流路部 5 2 は、遊離剤が導入されてその遊離剤を合流部 5 3 へ導く流路である。合流部 5 3 は、第 1 導入流路部 5 1 の下流側の端部と第 2 導入流路部 5 2 の下流側の端部に繋がっている。合流部 5 3 は、第 1 導入流路部 5 1 から流入したリッチ吸収液と、第 2 導入流路部 5 2 から流入した遊離剤とを合流させる部分である。合流流体流路部 5 4 は、合流部 5 3 の下流側に繋がっている。合流流体流路部 5 4 は、合流部 5 3 から流入したリッチ吸収液と遊離剤とを互いに接触した状態で流通させながら、遊離剤を気化させる気化処理と、リッチ吸収液から特定気体成分を遊離させて遊離剤蒸気中に移動させる遊離処理とが行われる流路である。

30

【 0 0 4 6 】

図 6 では、放出流路 5 0 を模式的に示しているが、この図 6 に示されているように、合流流体流路部 5 4 は、合流部 5 3 に繋がる上流側の気化流路部 5 4 b と、その気化流路部 5 4 b の下流側に繋がる遊離流路部 5 4 c とを有する。気化流路部 5 4 b は、合流部 5 3 から流入したリッチ吸収液と遊離剤を流通させながら、熱媒体流路 5 6 から供給される熱により遊離剤を気化させて遊離剤の蒸気を発生させる気化処理が行われる部分である。遊離流路部 5 4 c は、遊離処理が行われる部分であり、気化流路部 5 4 b から流入したリッチ吸収液と遊離剤蒸気とを、リッチ吸収液から特定気体成分が遊離して遊離剤蒸気中に移動するようにそのリッチ吸収液と遊離剤蒸気とが互いに接触した状態で流通させる部分である。遊離流路部 5 4 c は、本発明における処理流路部の一例である。

40

【 0 0 4 7 】

各放出流路基板 4 4 の一方の板面には、各第 1 導入流路部 5 1 に対応した形状の微細な複数の溝と、各合流流体流路部 5 4 に対応した形状の微細な複数の溝とが形成されている

50

。当該一方の板面におけるそれらの溝の開口がこの一方の板面に積層された封止板 4 6 (図 2 参照) によって封止されることにより、各第 1 導入流路部 5 1 及び各合流流体流路部 5 4 が形成されている。

【 0 0 4 8 】

また、各放出流路基板 4 4 の前記一方の板面と反対側の板面には、各第 2 導入流路部 5 2 に対応した形状の微細な複数の溝が形成されている。この反対側の板面におけるそれらの溝の開口がこの反対側の板面に積層された封止板 4 6 (図 2 参照) によって封止されることにより、各第 2 導入流路部 5 2 が形成されている。

【 0 0 4 9 】

各放出流路基板 4 4 には、各合流部 5 3 に対応した形状の複数の貫通孔が前記一方の板面から前記反対側の板面へ当該放出流路基板 4 4 を厚み方向に貫通するように形成されており、その貫通孔によって各合流部 5 3 が形成されている。

【 0 0 5 0 】

各第 1 導入流路部 5 1 は、リッチ吸収液を受け入れる第 1 導入口 5 1 a をその上流側の端部に有し、各第 2 導入流路部 5 2 は、遊離剤を受け入れる第 2 導入口 5 2 a をその上流側の端部に有する。また、各合流流体流路部 5 4 は、遊離処理後のリーン吸収液と遊離剤蒸気を流出させる流出口 5 4 a をその下流側の末端に有する。各第 1 導入口 5 1 a、各第 2 導入口 5 2 a 及び各流出口 5 4 a は、流路構造体 3 2 のそれぞれ対応する側面において開口している。

【 0 0 5 1 】

各熱媒体流路基板 4 5 には、図 5 に示すように複数の熱媒体流路 5 6 が並列に配置された状態で形成される。各熱媒体流路 5 6 は、蛇行形状を有する。各熱媒体流路基板 4 5 の一方の板面には、各熱媒体流路 5 6 に対応した形状の微細な複数の溝が形成されている。この一方の板面におけるそれらの溝の開口がこの板面に積層された封止板 4 6 (図 2 参照) によって封止されることにより、各熱媒体流路 5 6 が形成されている。

【 0 0 5 2 】

流路構造体 3 2 では、放出流路基板 4 4 と熱媒体流路基板 4 5 とがそれらの間に封止板 4 6 を挟みながら交互に積層されていることにより、各放出流路基板 4 4 に形成された複数の放出流路 5 0 と各熱媒体流路基板 4 5 に形成された複数の熱媒体流路 5 6 とが各板の積層方向において交互に配列されている。前記積層方向において隣り合う放出流路 5 0 と熱媒体流路 5 6 は、それらを流れる混合流体と熱媒体とが互いに熱交換可能な距離をそれらの間にあけて隣接して配置されている。各熱媒体流路 5 6 は、熱媒体を受け入れる導入口 5 6 a をその上流側の端部に有し、熱媒体を流出させる流出口 5 6 b をその下流側の端部に有する。各導入口 5 6 a 及び各流出口 5 6 b は、流路構造体 3 2 のそれぞれ対応する側面において開口している。

【 0 0 5 3 】

リッチ吸収液導入ヘッダ 3 4 (図 2 参照) は、各放出流路 5 0 (図 3 参照) の第 1 導入口 5 1 a にリッチ吸収液を分配して供給するためのものである。リッチ吸収液導入ヘッダ 3 4 は、流路構造体 3 2 内の全ての放出流路 5 0 の第 1 導入口 5 1 a を一括して覆うようにその第 1 導入口 5 1 a が形成された流路構造体 3 2 の側面に取り付けられている。リッチ吸収液導入ヘッダ 3 4 は、管路を介して熱交換器 6 のリッチ吸収液の出口と繋がっており、熱交換器 6 から排出されたリッチ吸収液が当該リッチ吸収液導入ヘッダ 3 4 に供給されるようになっている。

【 0 0 5 4 】

遊離剤導入ヘッダ 3 6 (図 2 参照) は、各放出流路 5 0 (図 3 参照) の第 2 導入口 5 2 a に液状の遊離剤を分配して供給するためのものである。遊離剤導入ヘッダ 3 6 は、流路構造体 3 2 内の全ての放出流路 5 0 の第 2 導入口 5 2 a を一括して覆うようにその第 2 導入口 5 2 a が形成された流路構造体 3 2 の側面に取り付けられている。

【 0 0 5 5 】

分離ヘッダ 3 8 (図 2 参照) は、各流出口 5 4 a (図 3 参照) から流出したリーン吸収

10

20

30

40

50

液と遊離剤蒸気の混合流体を気液分離させるものである。分離ヘッダ 38 は、流路構造体 32 内の全ての放出流路 50 の流出口 54a を一括して覆うようにその流出口 54a が形成された流路構造体 32 の側面に取り付けられている。分離ヘッダ 38 の内部空間には、各流出口 54a から混合流体が排出され、その内部空間において混合流体がリーン吸収液と遊離剤蒸気とに比重差によって気液分離するようになっている。

【0056】

分離ヘッダ 38 の下部には、当該分離ヘッダ 38 内で分離されたリーン吸収液を排出するための下部出口が設けられている。この下部出口は、管路を介して熱交換器 6（図 1 参照）に繋がっている。これにより、下部出口から排出されたリーン吸収液は、管路を通じて熱交換器 6 へ導かれるようになっている。

10

【0057】

また、分離ヘッダ 38 の上部には、当該分離ヘッダ 38 内で分離された遊離剤蒸気を排出するための上部出口が設けられている。この上部出口は、管路を介して凝縮器 8（図 1 参照）に繋がっている。これにより、上部出口から排出された遊離剤蒸気は、管路を通じて凝縮器 8 へ導かれるようになっている。

【0058】

熱媒体導入ヘッダ 40（図 2 参照）は、各熱媒体流路 56（図 5 参照）の導入口 56a に熱媒体を分配して供給するためのものである。熱媒体導入ヘッダ 40 は、流路構造体 32 内の全ての熱媒体流路 56 の導入口 56a を一括して覆うようにその導入口 56a が形成された流路構造体 32 の側面に取り付けられている。熱媒体導入ヘッダ 40 には、熱媒体の供給配管が接続されていて、その供給配管から熱媒体導入ヘッダ 40 に熱媒体が供給されるようになっている。

20

【0059】

熱媒体排出ヘッダ 42（図 2 参照）は、流路構造体 32 内での加熱に使用されて各熱媒体流路 56（図 5 参照）の流出口 56b から流出する使用後の熱媒体を受けるものである。熱媒体排出ヘッダ 42 は、流路構造体 32 内の全ての熱媒体流路 56 の流出口 56b を一括して覆うようにその流出口 56b が形成された流路構造体 32 の側面に取り付けられている。熱媒体排出ヘッダ 42 には、熱媒体の排出配管が接続されていて、熱媒体排出ヘッダ 42 内に排出された使用後の熱媒体はその排出配管を通じて排出されるようになっている。

30

【0060】

凝縮器 8 は、導入された遊離剤蒸気を冷却して凝縮させるものである。この凝縮器 8 における遊離剤の凝縮により、遊離剤蒸気に混ざっていた特定気体成分が分離する。凝縮器 8 の底部には、凝縮した液状の遊離剤を排出するための底部出口が設けられており、この底部出口は、管路を介して放出処理部 4 の遊離剤導入ヘッダ 36 に繋がっている。これにより、凝縮器 8 から排出された液状の遊離剤は、遊離剤導入ヘッダ 36 へ送られるようになっている。また、凝縮器 8 の上部には、分離した特定気体成分を排出するための上部出口が設けられている。

【0061】

次に、本実施形態による特定気体成分の放出処理方法について説明する。

40

【0062】

本実施形態の放出処理方法は、吸収分離装置 1 の吸収塔 2 において特定気体成分を吸収した吸収液であるリッチ吸収液から特定気体成分を放出させるためのものである。特定気体成分は、例えば CO_2 であり、吸収液は、例えばアミン系水溶液である。

【0063】

吸収塔 2 では、散布部 14 から散布された吸収液が充填層 12 中を通過して降下しつつ、吸収塔 2 内の下部に導入された処理ガスが充填層 12 中を通過して上昇し、その過程で吸収液と処理ガスが互いに接触することにより処理ガスから吸収液へ特定気体成分が吸収される。吸収液に特定気体成分が吸収された後の処理ガスであるオフガスは、吸収塔 2 の頂部から排出される。特定気体成分を吸収した後の吸収液であるリッチ吸収液は、吸収塔 2 内

50

の底部に溜まり、その底部から排出されて第 1 ポンプ 9 により熱交換器 6 へ送られる。吸収塔 2 から排出されて熱交換器 6 へ送られるリッチ吸収液の温度は、吸収塔 2 内での処理ガスから吸収液への特定気体成分の吸収反応によって生じる熱により 70 程度になっている。

【 0 0 6 4 】

熱交換器 6 では、リッチ吸収液と、後述するように放出処理部 4 の分離ヘッダ 3 8 から排出されるリーン吸収液との間での熱交換が行われる。リーン吸収液の温度は約 1 2 0 である。リッチ吸収液は、このリーン吸収液との間での熱交換により 1 2 0 近傍の温度まで加熱され、その後、放出処理部 4 へ送られる。一方、リーン吸収液は、熱交換によって冷却され、その後、吸収塔 2 の散布部 1 4 へ吸収処理に用いる吸収液として供給される。

10

【 0 0 6 5 】

放出処理部 4 では、以上のようにして送られてきたリッチ吸収液について特定気体成分を放出させる放出処理を行う。以下、この放出処理方法について説明する。

【 0 0 6 6 】

リッチ吸収液は、リッチ吸収液導入ヘッダ 3 4 (図 2 参照) に導入され、そのリッチ吸収液導入ヘッダ 3 4 から各放出流路 5 0 (図 3 参照) の第 1 導入流路部 5 1 に分配されて導入される。また、遊離剤導入ヘッダ 3 6 (図 2 参照) には、液状の遊離剤が供給され、その遊離剤導入ヘッダ 3 6 から各放出流路 5 0 の第 2 導入流路部 5 2 (図 3 参照) に分配されて導入される。

20

【 0 0 6 7 】

遊離剤は、後述するように蒸気の状態でリッチ吸収液と接触することによりそのリッチ吸収液から特定気体成分を遊離させて当該遊離剤の蒸気中へその特定気体成分を移動させる媒体として用いられるものである。具体的には、遊離剤は、吸収液 (リッチ吸収液) よりも沸点が低く且つ吸収液に対して非相溶性の液体である。吸収液としてアミン系水溶液を用いる場合には、遊離剤として、例えばヘキサン、ヘプタン、オクタン又はトルエン等の有機溶剤が用いられる。

【 0 0 6 8 】

熱媒体導入ヘッダ 4 0 (図 2 参照) には、高温の熱媒体が供給される。この供給された熱媒体は、熱媒体導入ヘッダ 4 0 から各熱媒体流路 5 6 (図 5 参照) に分配されて導入される。

30

【 0 0 6 9 】

第 1 導入流路部 5 1 に導入されたリッチ吸収液と第 2 導入流路部 5 2 に導入された液状の遊離剤は、合流部 5 3 (図 3 参照) で合流し、互いに接触した状態で合流流体流路部 5 4 へ流れる。本実施形態では、リッチ吸収液と遊離剤は、合流流体流路部 5 4 をスラグ流の状態で行く。合流流体流路部 5 4 のうちの上流側の気化流路部 5 4 b (図 6 参照) では、スラグ流中における液状の遊離剤が熱媒体流路 5 6 (図 5 参照) を流れる熱媒体から供給される熱により加熱されて気化し、遊離剤蒸気となる。これにより、互いに接触したリッチ吸収液のスラグと遊離剤蒸気のスラグからなるスラグ流が、気化流路部 5 4 b から下流側の遊離流路部 5 4 c (図 6 参照) へ流れる。リッチ吸収液と遊離剤蒸気とのスラグ流が遊離流路部 5 4 c を流れる過程において、リッチ吸収液のスラグから特定気体成分 (CO_2) が遊離し、その遊離した特定気体成分がリッチ吸収液のスラグと接触している遊離剤蒸気のスラグ中へ両スラグ間の接触界面を介して移動する遊離処理が行われる。

40

【 0 0 7 0 】

具体的に、遊離剤蒸気中の特定気体成分の分圧はリッチ吸収液中の特定気体成分の分圧よりも低いため、遊離剤蒸気のスラグとリッチ吸収液のスラグとが互いに接触した状態では、特定気体成分の分圧の高いリッチ吸収液から特定気体成分が遊離して特定気体成分の分圧の低い遊離剤蒸気中へ移動する。また、リッチ吸収液からの特定気体成分の遊離は、吸熱反応であり、熱媒体流路 5 6 を流れる熱媒体から遊離流路部 5 4 c を流れるリッチ吸収液に熱が供給されることによってリッチ吸収液からの特定気体成分の遊離が促進される

50

。以上のような遊離処理によって、リッチ吸収液からの特定気体成分の放出が成される。

【 0 0 7 1 】

リッチ吸収液は、遊離処理によって、特定気体成分の濃度が低下したリーン吸収液となる。そして、このリーン吸収液と、特定気体成分を含有する遊離剤蒸気との混合流体が、各放出流路 5 0 の流出口 5 4 a から分離ヘッダ 3 8 の内部空間へ流出する。分離ヘッダ 3 8 (図 2 参照) の内部空間に流入した混合流体は、比重差により、特定気体成分を含有する遊離剤蒸気とリーン吸収液とに気液分離する。これにより、特定気体成分を含有する遊離剤蒸気が分離ヘッダ 3 8 の上部出口から排出され、リーン吸収液が分離ヘッダ 3 8 の下部出口から排出される。

【 0 0 7 2 】

分離ヘッダ 3 8 の下部出口から排出されたリーン吸収液は、第 2 ポンプ 1 0 により熱交換器 6 へ送られて上述のようにリッチ吸収液との熱交換に用いられた後、吸収塔 2 の散布部 1 4 へ供給される。

【 0 0 7 3 】

分離ヘッダ 3 8 の上部出口から排出された特定気体成分を含有する遊離剤蒸気は、凝縮器 8 へ導入される。そして、特定気体成分を含有する遊離剤蒸気は、凝縮器 8 において冷却されることによって、そのうちの遊離剤蒸気のみが凝縮して液状の遊離剤となる。この凝縮した液状の遊離剤は、凝縮器 8 から放出处理部 4 の遊離剤導入ヘッダ 3 6 へ流れ、その遊離剤導入ヘッダ 3 6 から各放出流路 5 0 の第 2 導入流路部 5 2 へ導入される。一方、凝縮器 8 において遊離剤蒸気が凝縮することにより特定気体成分のみが残り、その特定気体成分は、凝縮器 8 から排出されて回収される。

【 0 0 7 4 】

以上のようにして本実施形態によるリッチ吸収液からの特定気体成分の放出处理が行われる。

【 0 0 7 5 】

本実施形態では、放出流路 5 0 の処理流路部が、リッチ吸収液とそのリッチ吸収液よりも沸点が低く且つそのリッチ吸収液に対して非相溶性の遊離剤の蒸気とを、特定気体成分がリッチ吸収液から遊離して遊離剤の蒸気へ移動するようにリッチ吸収液と遊離剤の蒸気が互いに接触した状態で流通させる。このため、吸収液の気化に必要な熱量よりも小さい熱量で気化させた遊離剤の蒸気をリッチ吸収液からの特定気体成分の遊離に用いることができる。このため、吸収液を気化させた蒸気を用いてリッチ吸収液から特定気体成分を遊離させる従来の構成に比べて、リッチ吸収液からの特定気体成分の放出处理に要するエネルギーを低減できる。

【 0 0 7 6 】

また、本実施形態では、マイクロチャネルである放出流路 5 0 の処理流路部が、リッチ吸収液と遊離剤の蒸気とを互いに接触させた状態で流通させるため、リッチ吸収液と遊離剤の蒸気の単位体積当たりの接触面積を増加させることができる。このため、リッチ吸収液から遊離剤の蒸気へのそれらの間の接触界面を介した特定気体成分の移動の効率を向上できる。その結果、リッチ吸収液からの特定気体成分の放出处理の効率を向上できる。

【 0 0 7 7 】

また、本実施形態では、流路構造体 3 2 内の熱媒体流路 5 6 から供給される熱により、流路構造体 3 2 内の放出流路 5 0 の気化流路部 5 4 b を流れる遊離剤を気化させてその遊離剤の蒸気を発生させることができる。このため、流路構造体の外部で遊離剤を加熱して遊離剤の蒸気を発生させる加熱装置を備えるような放出处理装置に比べて、放出处理装置 3 を小型化することができる。

【 0 0 7 8 】

また、本実施形態では、流路構造体 3 2 内の熱媒体流路 5 6 から供給される熱により、処理流路部 を流れるリッチ吸収液を加熱することができる。このため、処理流路部を流れるリッチ吸収液を加熱してそのリッチ吸収液からの CO_2 の遊離を促進できる。

【 0 0 7 9 】

なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、また、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更を含む。

【0080】

例えば、上記実施形態では、処理ガスから吸収液に特定気体成分を吸収させる吸収装置として吸収塔を用いたが、吸収塔以外の吸収装置を用いてもよい。

【0081】

また、分離対象である特定気体成分は、必ずしもCO₂に限定されず、他の気体成分であってもよい。その場合、吸収液として、その分離対象の気体成分を選択的に吸収可能な吸収液を用い、その吸収液よりも沸点が低く且つその吸収液と相溶しない遊離剤を吸収液からの気体成分の遊離処理に用いればよい。

10

【0082】

また、本発明に対する参考例として、流路構造体内において合流流体流路部を流れる流体へ熱を供給する熱供給部は、上記のような熱媒体流路でなくともよい。例えば、気化流路部及び遊離流路部を流れる合流流体中の遊離剤と熱交換可能となるように流路構造体内の気化流路部及び遊離流路部に対応する領域に設けられて外部から供給された熱を保持する熱保持材を熱供給部として設けてもよい。また、気化流路部に熱を供給する熱供給部と、遊離流路部に熱を供給する熱供給部とが、それぞれ独立して設けられていてもよい。

【0083】

20

また、上記実施形態では、気化流路部及び遊離流路部において、遊離剤とリッチ吸収液とがスラグ流の形態で流れるように示したが、必ずしもこの形態で流れるものに限定されない。例えば、気化流路部及び遊離流路部において、遊離剤とリッチ吸収液が二層流の形態で流れるものであってもよい。この場合であっても、遊離剤の気化と遊離剤蒸気によるリッチ吸収液からの特定気体成分の遊離とを、上記実施形態と同様に実施することができる。

【0084】

また、本発明に対する参考例としては、放出処理装置の流路構造体内で液状の遊離剤を気化させなくともよい。例えば、流路構造体の外部で遊離剤を気化させて遊離剤蒸気を生成し、その生成した遊離剤蒸気を流路構造体内の放出流路に供給してもよい。図7には、このような参考例による放出処理装置3が用いられた吸収分離装置1の一例が示されている。

30

【0085】

この参考例による放出処理装置3は、放出処理部4の外部に設けられ、遊離剤を気化させてその遊離剤の蒸気を生成する気化装置60を備える。気化装置60は、凝縮器8と放出処理部4の遊離剤導入ヘッダ36とを繋ぐ管路に設けられている。気化装置60は、凝縮器8から排出された凝縮遊離剤を加熱することによって気化させるものである。気化装置60によって気化されることにより生成された遊離剤蒸気が遊離剤導入ヘッダ36へ供給され、その遊離剤導入ヘッダ36から流路構造体32内の各放出流路50（図3参照）の第2導入流路部52へ遊離剤蒸気が分配されて導入されるようになっている。

40

【0086】

各放出流路50の合流部53では、第1導入流路部51から流入したリッチ吸収液に第2導入流路部52から流入した遊離剤蒸気が合流する。そして、その合流したリッチ吸収液と遊離剤蒸気は、合流部53から合流流体流路部54に流入し、その合流流体流路部54を流れながらリッチ吸収液から特定気体成分が遊離して遊離剤蒸気中へ移動する遊離処理が行われる。

【0087】

この参考例では、流路構造体32の外部の気化装置60で生成した遊離剤の蒸気を第2導入流路部52を通じて合流部53へ流入させてその合流部53に第1導入流路部51から流入したリッチ吸収液と合流させることができる。液状の遊離剤は、気化して蒸気にな

50

ることによって体積が著しく増大するため、仮に放出流路に液状の遊離剤を導入してから気化させる場合には、リッチ吸収液に対する遊離剤の蒸気の混合比率の調節が難しくなる。これに対し、この参考例では、流路構造体 32 の外部で生成された遊離剤の蒸気を放出流路 50 内に導入するので、その導入する遊離剤の蒸気の量を流路構造体 32 の外部で調節することができ、リッチ吸収液に対する遊離剤の蒸気の混合比率を容易に調節できる。

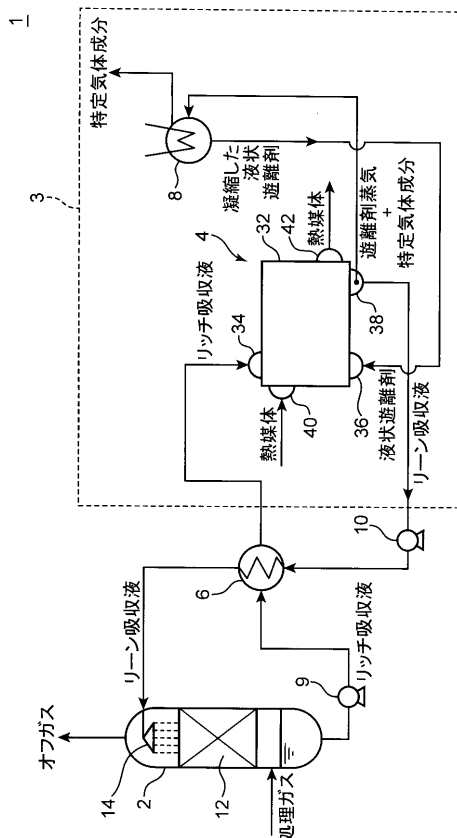
【符号の説明】

【 0 0 8 8 】

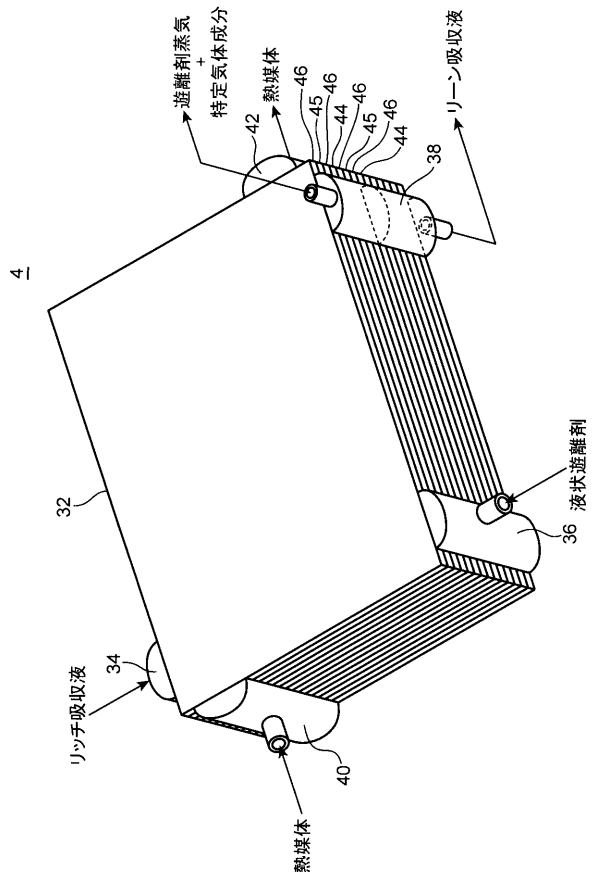
- 3 放出処理装置
- 4 放出処理部
- 32 流路構造体
- 50 放出流路
- 51 第1導入流路部
- 52 第2導入流路部
- 53 合流部
- 54b 気化流路部
- 54c 遊離流路部（処理流路部）
- 56 熱媒体流路（熱供給部）

10

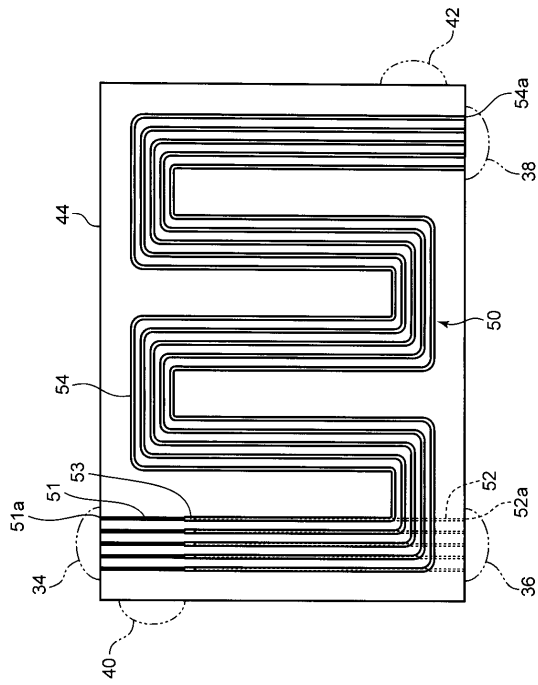
【図 1】



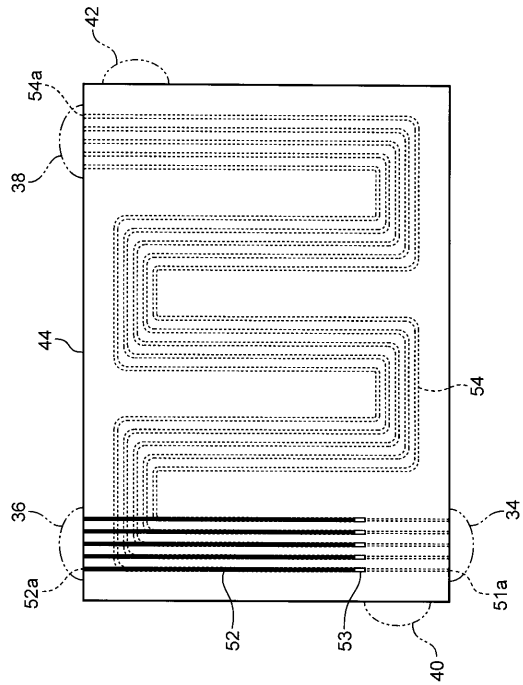
【図 2】



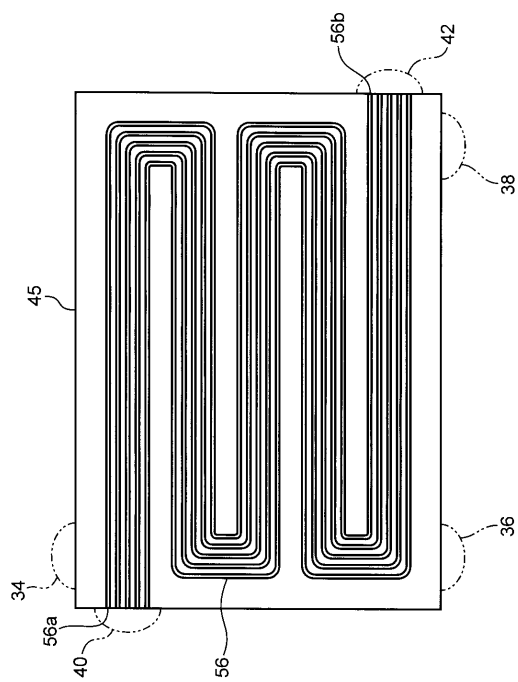
【図 3】



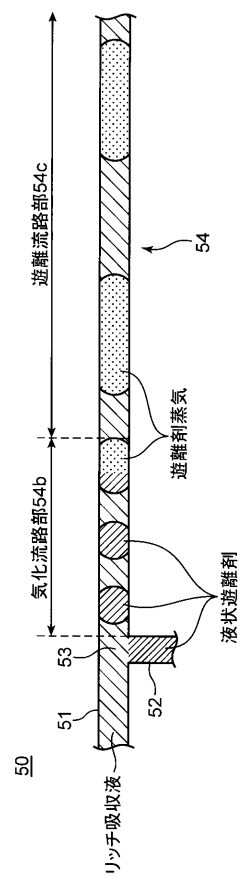
【図 4】



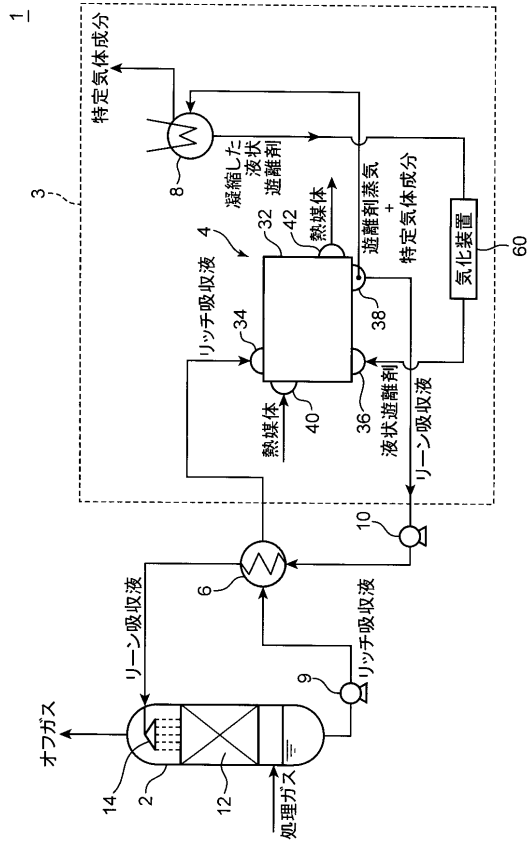
【図 5】



【図 6】



【図7】



フロントページの続き

- (72)発明者 半谷 広央
兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
- (72)発明者 松岡 亮
兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
- (72)発明者 野一色 公二
兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 3 番 1 号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内

審査官 佐々木 典子

- (56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 0 1 4 7 2 9 (J P , A)
特表 2 0 1 3 - 5 1 2 7 7 2 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 5 5 0 3 9 (J P , A)
特表 2 0 1 3 - 5 4 2 0 5 9 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 9 6 5 9 9 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 3 / 0 3 7 1 2 8 (W O , A 1)
特開昭 6 3 - 1 5 1 3 3 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 0 1 D 5 3 / 0 0 - 5 3 / 9 6
B 0 1 D 1 9 / 0 0 - 1 9 / 0 4
B 0 1 J 1 0 / 0 0 - 1 2 / 0 2
B 0 1 J 1 4 / 0 0 - 1 9 / 3 2