

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4417142号
(P4417142)

(45) 発行日 平成22年2月17日(2010.2.17)

(24) 登録日 平成21年12月4日(2009.12.4)

(51) Int.Cl. F 1
F 2 5 J 3/04 (2006.01) F 2 5 J 3/04 Z

請求項の数 2 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2004-66272 (P2004-66272)	(73) 特許権者	000126115 エア・ウォーター株式会社
(22) 出願日	平成16年3月9日(2004.3.9)		北海道札幌市中央区北3条西1丁目2番地
(65) 公開番号	特開2005-257108 (P2005-257108A)	(74) 代理人	100079382 弁理士 西藤 征彦
(43) 公開日	平成17年9月22日(2005.9.22)	(72) 発明者	官本 篤 大阪府堺市築港新町2丁6番地40 エア ・ウォーター株式会社堺事業所内
審査請求日	平成19年2月6日(2007.2.6)	(72) 発明者	垣見 康浩 大阪府堺市築港新町2丁6番地40 エア ・ウォーター株式会社堺事業所内
		(72) 発明者	伊藤 大介 大阪府堺市築港新町2丁6番地40 エア ・ウォーター株式会社堺事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空気分離方法およびそれに用いる装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外部より取り入れた空気を空気圧縮手段で圧縮し、この空気圧縮手段により圧縮された圧縮空気中の不純物を除去手段で除去し、この除去手段を経た圧縮空気を熱交換器で冷却し、上記熱交換器を経由し低温に冷却された圧縮空気を各成分の沸点差を利用して分離し所望の成分を気体状態で精留手段の上部に溜め、残りを液体空気として上記精留手段の底部に溜め、上記精留手段内で生成される廃ガスを廃ガス取出路に取り出して上記熱交換器に導入し、この熱交換器から導出した廃ガスを放出路により外部に放出するようにした空気分離方法であって、上記精留手段の上部に溜る気体の一部を取り出し凝縮器により冷却して液化させた後、上記精留手段の上部に還流し、その還流液を上記精留手段内で下方に流下させ、上記精留手段の底部から上昇する圧縮空気と向流的に接触させ、この接触により上記還流液と圧縮空気との間で熱交換させ、その圧縮空気の一部を液化させて上記精留手段の底部に流下させるとともに、上記還流液の一部を気化させて上記精留手段の上部に上昇させるようにし、一方、パルスチューブ式膨張器を設け、このパルスチューブ式膨張器に廃ガス取出路内の廃ガスを導入しここで断熱膨張させて冷却したのち上記パルスチューブ式膨張器から取り出し、上記廃ガス取出路に戻すようにしたことを特徴とする空気分離方法。

【請求項2】

外部より取り入れた空気を圧縮する空気圧縮手段と、この空気圧縮手段により圧縮された圧縮空気中の不純物を除去する除去手段と、この除去手段を経た圧縮空気を冷却する熱

交換器と、この熱交換器を經由し低温に冷却された圧縮空気を各成分の沸点差を利用して分離し所望の成分を気体状態でその上部に溜め、残りを液体空気としてその底部に溜める精留手段と、上記精留手段内で生成される廃ガスを取り出して上記熱交換器に導入する廃ガス取出路と、上記熱交換器から導出した廃ガスを外部に放出する放出路とを備えた空気分離装置であって、上記精留手段の外側に設けた凝縮器と、上記精留手段の上部に溜る気体の一部を取り出して上記凝縮器に挿入する第1還流パイプと、上記凝縮器で液化された上記気体を上記精留手段の上部に還流する第2還流パイプとを備え、その第2還流パイプからの還流液が上記精留手段内で下方に流下し、上記精留手段の底部から上昇する圧縮空気と向流的に接触し、この接触により上記還流液と圧縮空気との間で熱交換され、その圧縮空気の一部が液化して上記精留手段の底部に流下するとともに、上記還流液の一部が気 10
化して上記精留手段の上部に上昇するように構成し、一方、パルスチューブ式膨張器を設け、このパルスチューブ式膨張器に廃ガス取出路内の廃ガスを導入しここで断熱膨張させて冷却したのち上記パルスチューブ式膨張器から取り出し、上記廃ガス取出路に戻すように構成したことを特徴とする空気分離装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空気分離方法およびそれに用いる装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、深冷空気分離装置は、寒冷により空気を液化して各成分(N_2 , O_2 , Ar等)に精留分離したのち、所望の成分を気体状態または液体状態で取り出すようにしており、寒冷源として、膨張タービン等の冷熱エネルギーを利用している。このような深冷空気分離装置として、図9に示すような、膨張タービン30を用いた高純度窒素ガス製造装置がある。図において、11は原料空気を圧縮する原料空気圧縮機であり、12は2個一対の吸着塔であり、原料空気圧縮機11により圧縮された圧縮空気中の水分(H_2O)、炭酸ガス(CO_2)等の不純物を吸着除去する作用をする。13は吸着塔12を経た圧縮空気を熱交換器14に供給する圧縮空気供給パイプである。

【0003】

14は熱交換器であり、この内部に、吸着塔12により H_2O , CO_2 等が吸着除去された圧縮空気が送り込まれ、超低温に冷却される。16は精留塔であり、熱交換器14により超低温に冷却され圧縮空気導入パイプ15を経て送り込まれた圧縮空気をさらに冷却し、その一部を液化し液体空気21として底部に溜め、 N_2 を気体状態で上部に溜めるようになっている。17は精留塔16の上方に配設された凝縮器18内蔵のコンデンサー(分縮器)である。上記凝縮器18には、精留塔16の上部に溜る N_2 ガスの一部が第1還流液パイプ19を介して送入される。また、上記コンデンサー17内は、精留塔16内よりも減圧状態になっており、精留塔16の底部の貯留液体空気(N_2 ; 50~70%, O_2 ; 30~50%)21が膨脹弁22a付き送給パイプ22を経て送り込まれ、気化して内部温度を液体窒素(LN_2)の沸点以下の温度に冷却するようになっている。この冷却により、精留塔16から第1還流液パイプ19を介して凝縮器18内に送入された N_2 ガスが液化し、この凝縮器18で液化、生成した LN_2 が第2還流液パイプ20を流下し、精留塔16の上部に還流供給される。そして、この精留塔16の上部に還流供給された還流液が精留塔16内を下方に流下し、精留塔16の底部から上昇する圧縮空気と向流的に接触し冷却してその一部を液化するようになっている。この過程で圧縮空気中の高沸点成分(O_2)は液化されて精留塔16の底部に溜り、低沸点成分の N_2 ガスが精留塔16の上部に溜る。

【0004】

23は精留塔16の底部の貯留液体空気21の液面を制御する液面コントローラーであり、後述する流量調節弁28aの開閉を行い、膨張タービン30に供給する廃ガス量を制御している。すなわち、上記液面が所定値を上回ると、流量調節弁28aの開度を小さく 40

10

20

30

40

50

して、膨張タービン30に供給する廃ガス量を減少させ、上記液面が所定値を下回ると、流量調節弁28aの開度を大きくして、膨張タービン30に供給する廃ガス量を増大させるようになっている。

【0005】

25は精留塔16の上部に溜まる N_2 ガスを製品 N_2 ガスとして取り出す N_2 ガス取出パイプであり、低温の N_2 ガスを熱交換器14内に案内し、そこに送り込まれた圧縮空気と熱交換させて常温にしメインパイプ26に送り込む作用をする。27はコンデンサー17の上部に溜まる気化液体空気を廃ガスとして取り出す廃ガス取出パイプであり、低温の廃ガスの全部もしくは一部(全く無い場合を含む)を分岐パイプ28を経て膨張タービン30の駆動部に送り込み、一方、残部を熱交換器14内に案内する作用をする。上記熱交換器14内に案内された廃ガスは、そこに送り込まれた圧縮空気と熱交換されて常温にされたのち、熱交換器14から導出され、放出パイプ29を経て外部に放出される。27aは廃ガス取出パイプ27に設けた圧力調節弁であり、27bは廃ガス取出パイプ27に設けた圧力コントローラーであり、(膨張タービン30への廃ガスの供給量の変動に起因する)廃ガスの流量変動による圧力変動を抑えるために圧力調節弁27aを開閉して廃ガスラインの圧力を保持する作用をする。

10

【0006】

30は膨張タービンであり、分岐パイプ28から供給された廃ガスを膨張させてさらに低温の廃ガスを得たのち、戻しパイプ31を経て廃ガス取出パイプ27の圧力調節弁27a下流側部分に合流させる。これにより、廃ガス取出パイプ27を通る廃ガス(廃ガス取出パイプ27から分岐しなかった低温の廃ガス、および廃ガス取出パイプ27から分岐して膨張タービン30を経由したさらに低温の廃ガス)、分岐パイプ28を通る廃ガスおよび N_2 ガス取出パイプ25から送り込まれた製品 N_2 ガスにより、熱交換器14内へ送り込まれた圧縮空気を低温に冷却するようになっている。28aは膨張タービン30のタービン入口に設けた流量調節弁であり、膨張タービン30に供給する廃ガス量を制御することにより膨張タービン30で発生する寒冷量の調節を行う作用をする。図において、32は真空保冷箱である。

20

【0007】

この装置は、つぎのようにして製品窒素ガスを製造する。すなわち、まず、空気圧縮機11により空気を圧縮し、ドレン分離器(図示せず)により圧縮された空気中の H_2O を除去してフロン冷却器(図示せず)により冷却し、その状態で吸着筒12に送り込み、圧縮空気中の H_2O 、 CO_2 等を吸着除去する。ついで、 H_2O 、 CO_2 等が吸着除去された圧縮空気を、精留塔16から N_2 ガス取出パイプ25を経て送り込まれる製品 N_2 ガス、膨張タービン30から送り込まれる廃ガス等の冷媒によって冷やされている熱交換器14に送り込んで超低温に冷却し、その状態で精留塔16の下部内に投入する。つぎに、この投入圧縮空気を、凝縮器18で液化し、生成した還流液と接触させて冷却し、一部を液化して精留塔16の底部に液体空気21として溜める。この過程において、 N_2 と O_2 の沸点の差により、圧縮空気中の高沸点成分である O_2 が液化し、 N_2 が気体のまま残る。つぎに、この気体のまま残った N_2 を N_2 ガス取出パイプ25から取り出して熱交換器14に送り込み、常温近くまで昇温させメインパイプ26から製品 N_2 ガスとして送り出す。一方、精留塔16の下部に溜った液体空気21については、これをコンデンサー17内に送り込み凝縮器18を冷却させる。この冷却により、精留塔16の上部から凝縮器18に送入された N_2 ガスが液化して精留塔16用の還流液となり、第2還流液パイプ20を経て精留塔16に戻る。また、凝縮器18を冷却し終えた液体空気21は気化し、廃ガスとして廃ガス取出パイプ27により取り出される。そして、その全部もしくは一部は分岐パイプ28を経て膨張タービン30に導入され、ここで寒冷を発生させて熱交換器14に送り込まれ、この熱交換器14内へ送り込まれる圧縮空気を冷却するようになっている。また、その残部は、直接に熱交換器14に送り込まれ、この熱交換器14内へ送り込まれる圧縮空気を冷却するようになっている。このような廃ガスは熱交換器14から導出されたのち、放出パイプ29により空気中に放出される。

30

40

50

【特許文献1】特公昭52-41232号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記の膨張タービン30は、そのガス処理変動可能量が一般的に2割程度であるため、そのガス処理量を大幅に変化させることができない。したがって、起動時のように、定常運転時と比べて、製品N₂ガスの発生量が少なく、廃ガスの発生量が多いときにも、多量の廃ガスを膨張タービン30に導入して大きな寒冷を得ることができず、起動に長時間を要する。しかも、上記の膨張タービン30は、単独では流量調節が困難であるため、膨張タービン30のタービン入口に流量調節弁28aを設ける必要があり、その分高価になる。

10

【0009】

本発明は、このような事情に鑑みなされたもので、起動時間を短縮することができ、しかも、安価な空気分離方法およびそれに用いる装置の提供をその目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の目的を達成するため、本発明は、外部より取り入れた空気を空気圧縮手段で圧縮し、この空気圧縮手段により圧縮された圧縮空気中の不純物を除去手段で除去し、この除去手段を経た圧縮空気を熱交換器で冷却し、上記熱交換器を経由し低温に冷却された圧縮空気を各成分の沸点差を利用して分離し所望の成分を気体状態で精留手段の上部に溜め、残りを液体空気として上記精留手段の底部に溜め、上記精留手段内で生成される廃ガスを廃ガス取出路に取り出して上記熱交換器に導入し、この熱交換器から導出した廃ガスを放出路により外部に放出するようにした空気分離方法であって、上記精留手段の上部に溜る気体の一部を取り出し凝縮器により冷却して液化させた後、上記精留手段の上部に還流し、その還流液を上記精留手段内で下方に流下させ、上記精留手段の底部から上昇する圧縮空気と向流的に接触させ、この接触により上記還流液と圧縮空気との間で熱交換させ、その圧縮空気の一部を液化させて上記精留手段の底部に流下させるとともに、上記還流液の一部を気化させて上記精留手段の上部に上昇させるようにし、一方、パルスチューブ式膨張器を設け、このパルスチューブ式膨張器に廃ガス取出路内の廃ガスを導入しここで断熱膨張させて冷却したのち上記パルスチューブ式膨張器から取り出し、上記廃ガス取出路に戻すようにした空気分離方法を第1の要旨とし、外部より取り入れた空気を圧縮する空気圧縮手段と、この空気圧縮手段により圧縮された圧縮空気中の不純物を除去する除去手段と、この除去手段を経た圧縮空気を冷却する熱交換器と、この熱交換器を経由し低温に冷却された圧縮空気を各成分の沸点差を利用して分離し所望の成分を気体状態でその上部に溜め、残りを液体空気としてその底部に溜める精留手段と、上記精留手段内で生成される廃ガスを取り出して上記熱交換器に導入する廃ガス取出路と、上記熱交換器から導出した廃ガスを外部に放出する放出路とを備えた空気分離装置であって、上記精留手段の外側に設けた凝縮器と、上記精留手段の上部に溜る気体の一部を取り出して上記凝縮器に挿入する第1還流パイプと、上記凝縮器で液化された上記気体を上記精留手段の上部に還流する第2還流パイプとを備え、その第2還流パイプからの還流液が上記精留手段内で下方に流下し、上記精留手段の底部から上昇する圧縮空気と向流的に接触し、この接触により上記還流液と圧縮空気との間で熱交換され、その圧縮空気の一部が液化して上記精留手段の底部に流下するとともに、上記還流液の一部が気化して上記精留手段の上部に上昇するように構成し、一方、パルスチューブ式膨張器を設け、このパルスチューブ式膨張器に廃ガス取出路内の廃ガスを導入しここで断熱膨張させて冷却したのち上記パルスチューブ式膨張器から取り出し、上記廃ガス取出路に戻すように構成した空気分離装置を第2の要旨とする。

20

30

40

【発明の効果】

【0011】

すなわち、本発明の空気分離方法では、その寒冷源として、パルスチューブ式膨張器の

50

冷熱エネルギーを利用している。このパルスチューブ式膨張器は、これに設けた廃ガス吸入用開閉弁、廃ガス吐出用開閉弁等の開閉弁の開閉時間、開閉回数等を適宜変更することにより、廃ガスの吸入量、吐出量を適宜変化させることができ、ガス処理変動可能量が大きい。したがって、起動時のように、製品ガスの発生量が少なく、廃ガスの発生量が多いときには、多量の廃ガスをパルスチューブ式膨張器に供給することができるため、大きな寒冷を得ることができ、起動時間を短縮させることができる。しかも、パルスチューブ式膨張器は、単独で流量調節が可能であるため、従来例のように、膨脹タービンのタービン入口に流量調節弁を設ける必要がなく、その分安価になる。また、本発明の空気分離装置によれば、上記優れた空気分離方法を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

つぎに、本発明の実施の形態を図面にもとづいて詳しく説明する。

【0013】

図1は本発明の空気分離装置の一実施の形態を示す構成図である。この実施の形態では、図9の深冷空気分離装置において用いた膨脹タービン30に代えて、パルスチューブエキスパンダ(パルスチューブ式膨張器)1を用いている。このパルスチューブエキスパンダ1は、単独で流量調節が可能であるため、図9の深冷空気分離装置では設けていた、膨脹タービン30のタービン入口の流量調節弁28aを設けていない。また、液面コントローラ23は、図9に示す深冷空気分離装置と同様に、精留塔16の底部に溜まる液体空気21の液面を制御するものであるが、この実施の形態では、後述するパルスチューブエキスパンダ1の各開閉弁3, 4, 7a, 8aの開閉を行い、そのパルスチューブ2に供給する廃ガス量を制御している。すなわち、上記液面が所定値を上回ると、パルスチューブエキスパンダ1に設けたガス吸入用開閉弁3、廃ガス吐出用開閉弁4(図2参照)の開閉回数を少なくして、パルスチューブエキスパンダ1に供給する廃ガス量を減少させ、上記液面が所定値を下回ると、上記ガス吸入用開閉弁3、廃ガス吐出用開閉弁4の開閉回数を多くして、パルスチューブエキスパンダ1に供給する廃ガス量を増大させるようになっている。このとき、上記両開閉弁7a, 8aも適宜に開閉制御される。それ以外の部分は図9に示す空気分離装置と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。

【0014】

上記パルスチューブエキスパンダ1は、この実施の形態では、図2に示すように、アクティブバッファ型のものが用いられており、それ自体の低温端部に分岐パイプ28と戻しパイプ31とが連結されるパルスチューブ2と、上記分岐パイプ28に設けたガス吸入用開閉弁3と、上記戻しパイプ31に設けた廃ガス吐出用開閉弁4と、上記パルスチューブ2の高温端部に開閉弁7a, 8a付き接続パイプ7, 8を介して連結される2つのアクティブバッファタンク5, 6とを備えている。そして、分岐パイプ28からパルスチューブ2内に吸入した低温の廃ガスを、パルスチューブ2内で断熱膨張させて冷却することにより、さらに低温にしたのち戻しパイプ31に吐出し、この吐出された廃ガスを寒冷として、熱交換器14に送給するようになっている。上記パルスチューブエキスパンダ1では、上記両開閉弁3, 4の開閉時間、開閉回数等を適宜設定することにより、パルスチューブ2に吸入、吐出する廃ガス量を変動させることができる。このため、起動時のように、製品ガスの発生量が少なく、廃ガスの発生量が多いときには、多量の廃ガスをパルスチューブ2に供給することができ、起動時間を短縮することができる。なお、この実施の形態では、パルスチューブ2の低温端部に第一連結パイプ2aを介して分岐パイプ28と戻しパイプ31とが連結しているが、それぞれ別々に連結してもよい。また、パルスチューブ2の高温端部に第2連結パイプ2bを介して2つの接続パイプ7, 8が連結しているが、それぞれ別々に連結してもよい。

【0015】

上記の構成において、上記パルスチューブエキスパンダ1の作動を、つぎのサイクルを繰り返すことにより行う。すなわち、まず、図3に示すように、ガス吸入用開閉弁3、廃ガス吐出用開閉弁4および第2開閉弁7aを閉弁する。この状態で、パルスチューブ2内

10

20

30

40

50

は低圧廃ガス源の内圧と同一圧力となっている。ついで、第1開閉弁8aを開弁すると、高圧アクティブバッファタンク6内の高圧廃ガスがパルスチューブ2の高温端部に流れ込み、パルスチューブ2内のガス圧は高圧アクティブバッファタンク6の圧力近くまで上昇する。この過程Pのパルスチューブ2内の気体分布が図3に示されている。図3において、Dは高圧アクティブバッファタンク6から導入された高圧廃ガスで、B、Cは低圧から高圧になったパルスチューブ2内の廃ガスである。また、図3において、2c、2dはパルスチューブ2の低温端部および高温端部に配設される円盤状の層流化部材である。

【0016】

つぎに、図4に示すように、第1開閉弁8aを開弁した状態でガス吸入用開閉弁3のみを開弁する（その他の開閉弁4、7aは元のまま）と、高圧廃ガス源から高圧廃ガスが供給されてパルスチューブ2の低温端部に流入する。このとき、高圧廃ガス源の給気圧力が高圧アクティブバッファタンク6の圧力よりやや高く設定されており、上記過程Pでパルスチューブ2の高温端部に流れ込んだ高圧アクティブバッファタンク6の高圧廃ガスD（図3参照）はただちに高圧アクティブバッファタンク6内に戻される。この過程Qは基本的には等圧給気過程であり、パルスチューブ2内の気体分布が図4に示されている。図4において、Aは高圧廃ガス源からパルスチューブ2内に導入された高圧廃ガスである。

【0017】

つぎに、図5に示すように、第1開閉弁8aとガス吸入用開閉弁3を閉弁したのち（廃ガス吐出用開閉弁4は閉弁したまま）、第2開閉弁7aを開弁すると、パルスチューブ2の高温端部のガスC（図4参照）が低圧アクティブバッファタンク5に流入する（戻る）ため、パルスチューブ2内の圧力が低圧アクティブバッファタンク5の圧力まで低下する。すなわち、上記過程Qにおいてパルスチューブ2の低温端部に入った高圧廃ガスAは、廃ガスBとともに低圧アクティブバッファタンク5の圧力まで膨脹し、温度降下してパルスチューブ2の低温端部側を冷却する。この過程Rのパルスチューブ2内の気体分布が図5に示されている。

【0018】

つぎに、図6に示すように、廃ガス吐出用開閉弁4を開弁する（その他の開閉弁3、7a、8aは元のまま）と、上記過程Rにおいてパルスチューブ2内で膨脹した廃ガスAが低圧廃ガス源に排出され、低圧アクティブバッファタンク5の低圧廃ガスがパルスチューブ2内に流入する。

【0019】

こうして1サイクルが終わり、ついで新たに上記過程Pが始まる。このように循環してワークするので、高圧廃ガスは、不断に膨脹して低圧となる。気体のパルスチューブ2内における熱伝導、混合と、流動によるロスとを考慮しない場合、高圧アクティブバッファタンク6内の圧力は高圧廃ガス源の給気圧力に、また低圧アクティブバッファタンク5内の圧力は低圧廃ガス源の内圧にそれぞれ等しい。そして、上記の1サイクルが終わると、結局、廃ガスAが高圧廃ガス源からパルスチューブ2内に入り、このパルスチューブ2内で断熱膨脹し寒冷を発生したのち、低圧廃ガス源内に排出されたことになる。また、廃ガスBは常にパルスチューブ2内でガスピストンの役割を演じ、C、Dはそれぞれ各アクティブバッファタンク5、6から出入りしているだけである。

【0020】

図1および図9に示す装置のガス処理量の目安を、下記の表1に示す。まず、前提は、上記両装置において、寒冷として利用されるのは、廃ガスラインの低温の廃ガスのみである。また、スタートしてから定常運転になるまでの時間（起動時間）は、廃ガスラインで熱交換する量で決まる。この廃ガスラインの廃ガスのうち、ある割合の廃ガスは、膨張タービン30（図9参照）もしくはパルスチューブエキスパンダ1（図1参照）で自己膨張し、さらに低温になり、さらなる寒冷を得る。そして、より多くの廃ガスを膨張タービン30もしくはパルスチューブエキスパンダ1に供給することで、より多くの寒冷を得ることができる。すなわち、膨張タービン30もしくはパルスチューブエキスパンダ1への廃ガスの供給量が多いほど、より多くの寒冷が得られる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

上記両装置において、原料空気の全量を100体積%（以下「%」と略す）とする。また、上記両装置において、定常運転時、スタート時の製品N₂ガス量および廃ガスラインの廃ガス量を同等と仮定する。すなわち、上記両装置がともに、定常運転時には、製品N₂ガス量が上記全量の50%で、廃ガスラインの廃ガス量が上記全量の50%であるとし、スタート時には、製品N₂ガス量が上記全量の20%で、廃ガスラインの廃ガス量が上記全量の80%であると仮定する。また、上記したように、膨張タービン30のガス処理変動可能量は、一般的に2割程度である。

【 0 0 2 2 】

下記の表1に示すように、定常運転時には、上記両装置がともに、50%の廃ガスのうち、45%が膨張タービン30もしくはパルスチューブエキスパンダ1に供給されたのち熱交換器14に送り込まれ、5%が直接に（すなわち、膨張タービン30もしくはパルスチューブエキスパンダ1を経由せずに）熱交換器14に送り込まれている。

【 0 0 2 3 】

【表1】

	図9の装置		図1の装置	
	定常運転時	スタート時	定常運転時	スタート時
原料空気 (%)	100	100	100	100
製品N ₂ ガス (%)	50	20	50	20
廃ガス (%)	50	80	50	80
膨張タービン経由 もしくは パルスチューブエ キスパンダー経由 (%)	45	50	45	80
直接 (%)	5	30	5	0

（原料空気の全量を100%とする）

【 0 0 2 4 】

一方、スタート時には、図9の深冷空気分離装置では、80%の廃ガスのうち50%しか膨張タービン30に供給することができない。このため、50%の廃ガスだけが膨張タービン30に供給されたのち熱交換器14に送り込まれ、30%の廃ガスが直接に熱交換器14に送り込まれている。したがって、30%の低温の廃ガスと、50%の（膨張タービン30を経由した）さらに低温の廃ガスとにより、寒冷を得ている。一方、図1の空気分離装置では、80%の廃ガスをすべてパルスチューブエキスパンダ1に供給することができる。したがって、80%の（パルスチューブエキスパンダ1を経由した）さらに低温の廃ガスにより、寒冷を得ている。このように、図1の空気分離装置では、熱交換器14に送り込まれる廃ガス中に、よく冷えた廃ガスの量が多いため、寒冷量が多く、これにより、系全体が冷えるまでの時間（すなわち、スタートしてから定常運転になるまでの時間〔起動時間〕）が短縮される。

【 0 0 2 5 】

上記のように、この実施の形態では、寒冷源として、パルスチューブエキスパンダ 1 を用いているため、起動時のように、製品 N₂ ガスの発生量が少なく、廃ガスの発生量が多いときには、この多量の廃ガスをパルスチューブエキスパンダ 1 に供給することで、起動時間を短縮することができる。しかも、パルスチューブエキスパンダ 1 は、単独で流量調節が可能であるため、従来例のように、膨脹タービンのタービン入口に流量調節弁を設ける必要がなく、安価になる。

【 0 0 2 6 】

図 7 は本発明の空気分離装置の他の実施の形態を示している。この実施の形態では、廃ガス取出パイプ 2 7 は、低温の廃ガスの全部もしくは一部（全く無い場合を含む）を分岐パイプ 2 8 を経てパルスチューブエキスパンダ 1 に送り込み、一方、残部を熱交換器 1 4 内に案内したのち外部に放出する作用をする。また、パルスチューブエキスパンダ 1 を経由した廃ガスを、戻しパイプ 3 1 で熱交換器 1 4 内に案内したのち、放出パイプ 2 9 から外部に放出するようにしている。それ以外の部分は図 1 に示す空気分離装置と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。この実施の形態でも、上記実施の形態と同様に作用し、同様の効果を奏する。

10

【 0 0 2 7 】

図 8 は本発明の空気分離装置のさらに他の実施の形態を示している。この実施の形態では、図 7 の空気分離装置において、熱交換器 1 4 内で廃ガス取出パイプ 2 7 から分岐パイプ 2 8 を分岐している。それ以外の部分は図 7 に示す空気分離装置と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。この実施の形態でも、図 7 の実施の形態と同様に作用し、同様の効果を奏する。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 本発明の空気分離装置の一実施の形態を示す構成図である。

【 図 2 】 パルスチューブエキスパンダの説明図である。

【 図 3 】 上記パルスチューブエキスパンダの作用を示す説明図である。

【 図 4 】 上記パルスチューブエキスパンダの作用を示す説明図である。

【 図 5 】 上記パルスチューブエキスパンダの作用を示す説明図である。

【 図 6 】 上記パルスチューブエキスパンダの作用を示す説明図である。

30

【 図 7 】 本発明の空気分離装置の他の実施の形態を示す構成図である。

【 図 8 】 本発明の空気分離装置のさらに他の実施の形態を示す構成図である。

【 図 9 】 従来例を示す構成図である。

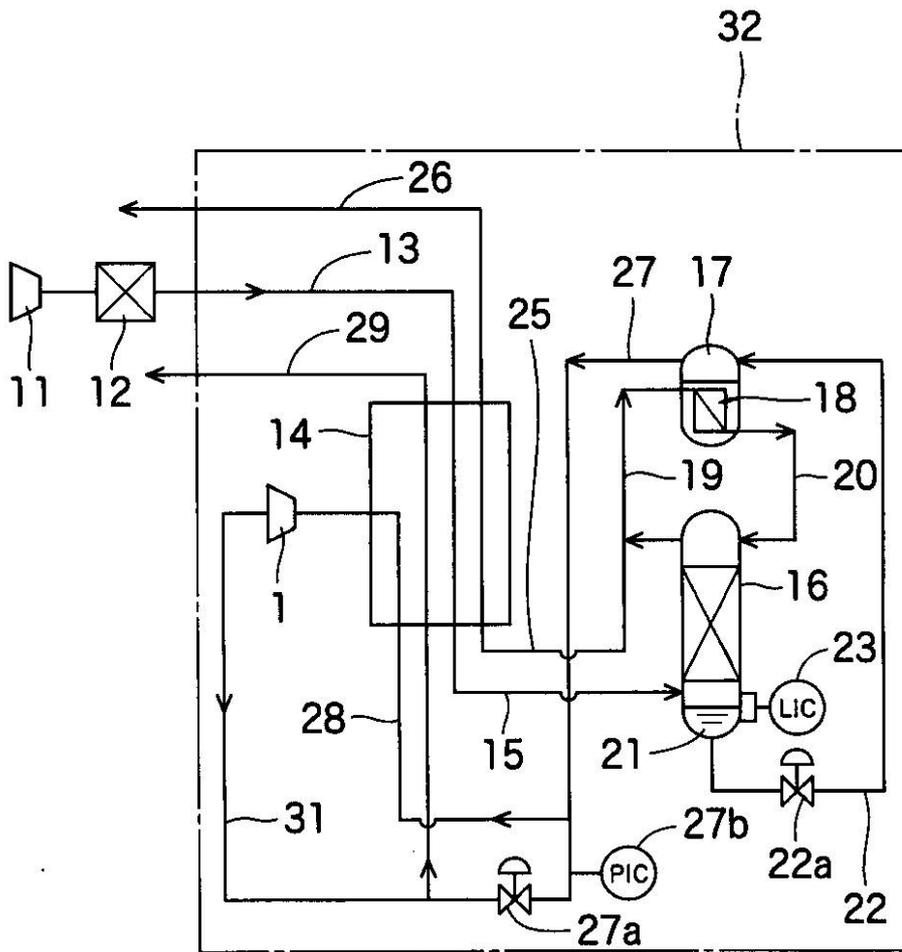
【 符号の説明 】

【 0 0 2 9 】

- 1 パルスチューブエキスパンダ
- 1 1 原料空気圧縮機
- 1 2 吸着塔
- 1 4 熱交換器
- 2 7 廃ガス取出パイプ
- 2 9 放出パイプ

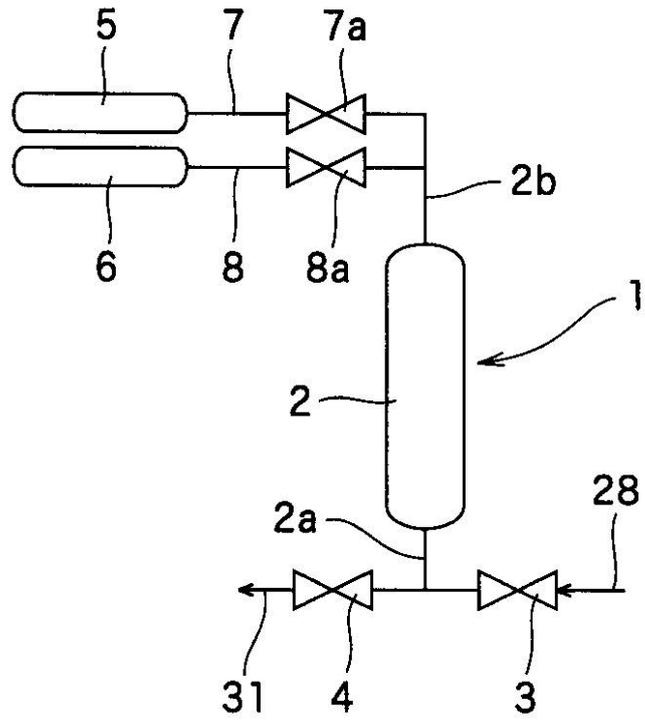
40

【図1】

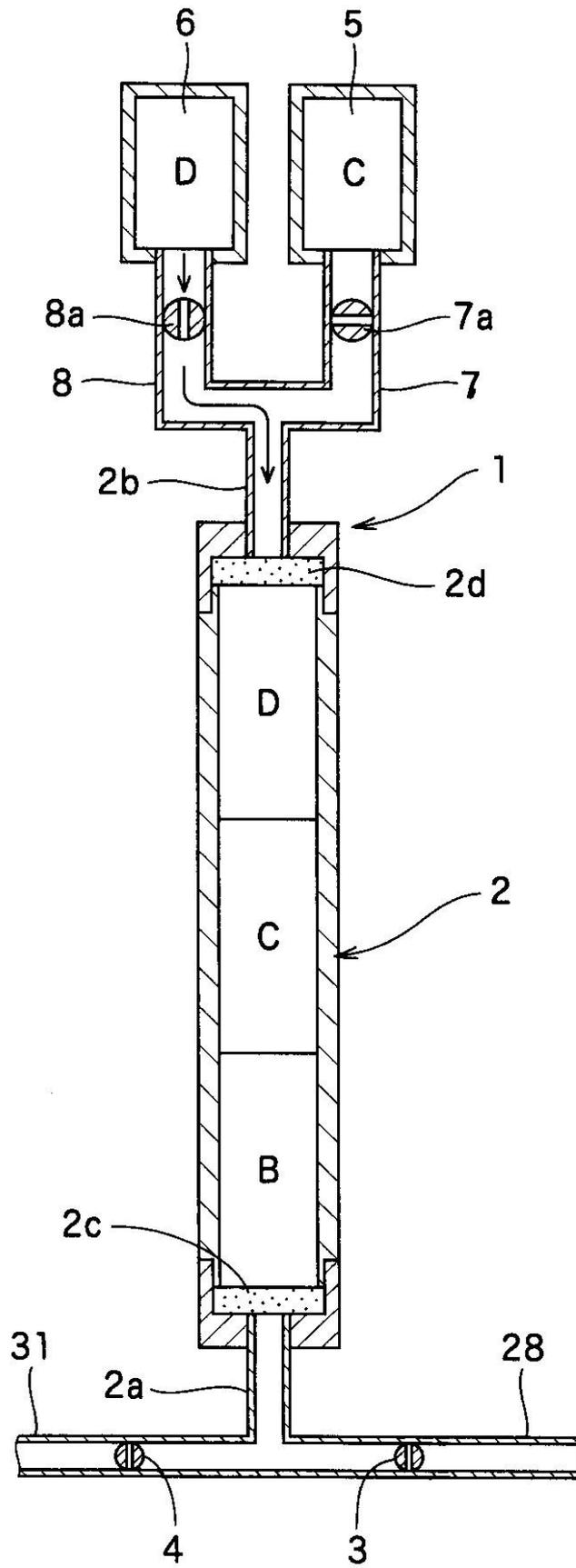


- 1 : パルスチューブエキスパンダ
- 11 : 原料空気圧縮機
- 12 : 吸着塔
- 14 : 熱交換器
- 27 : 廃ガス取出しパイプ
- 29 : 放出パイプ

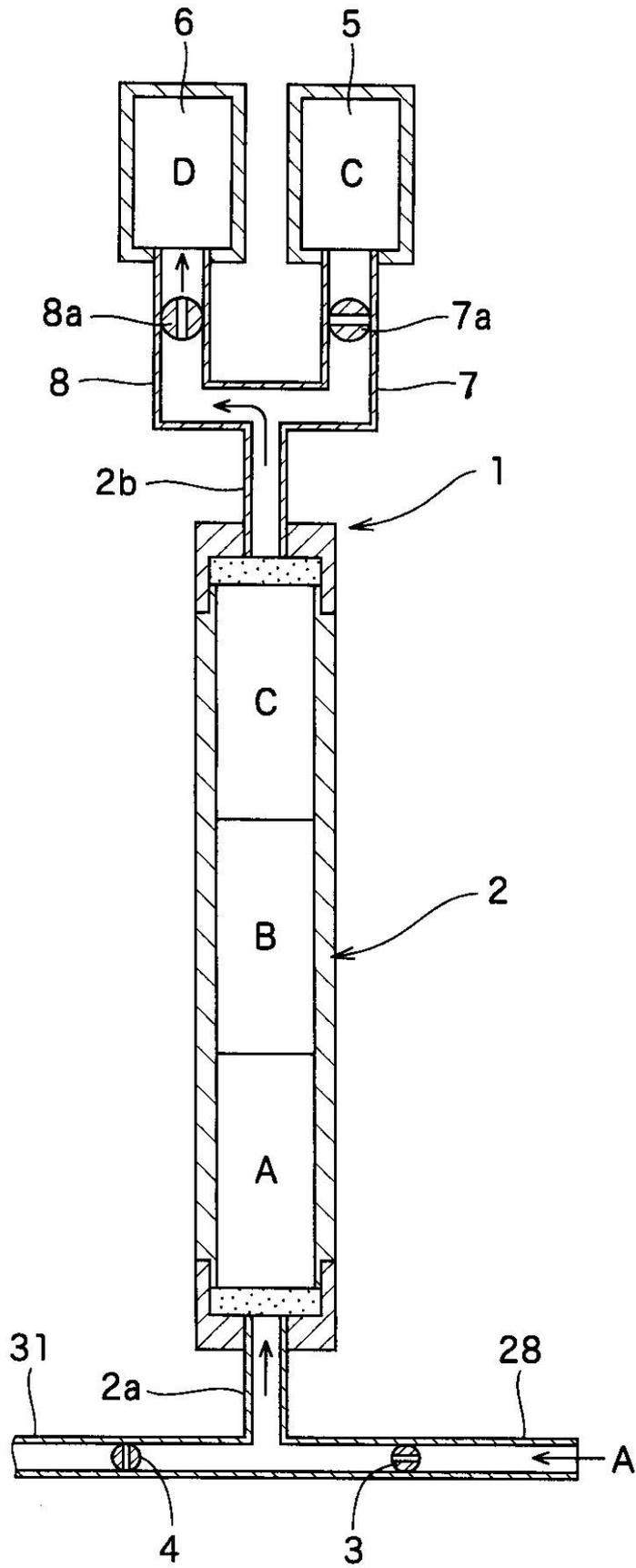
【 図 2 】



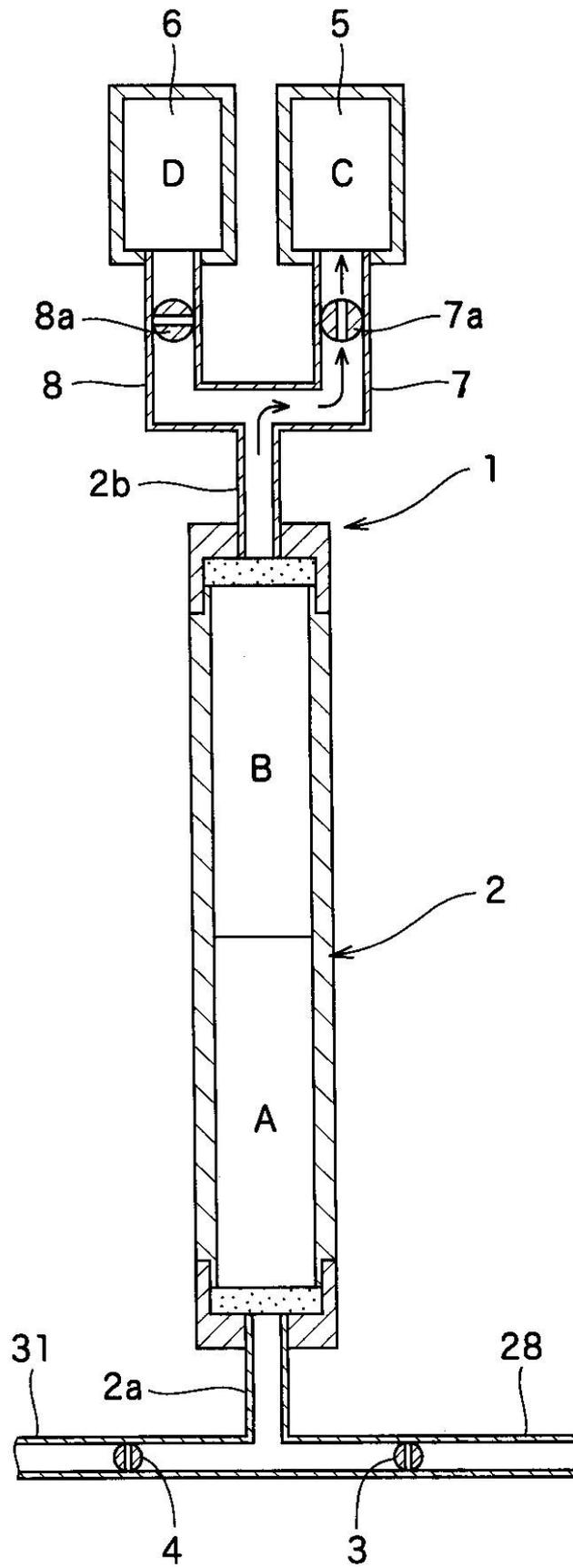
【図3】



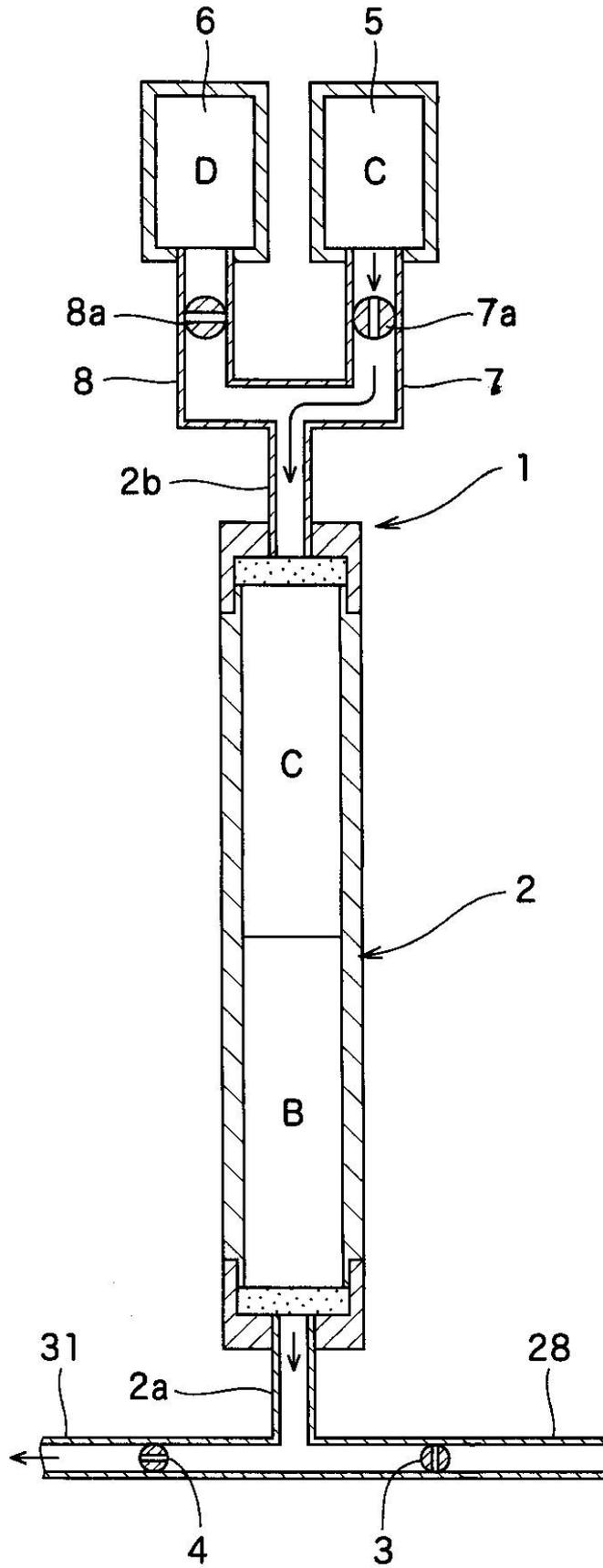
【図4】



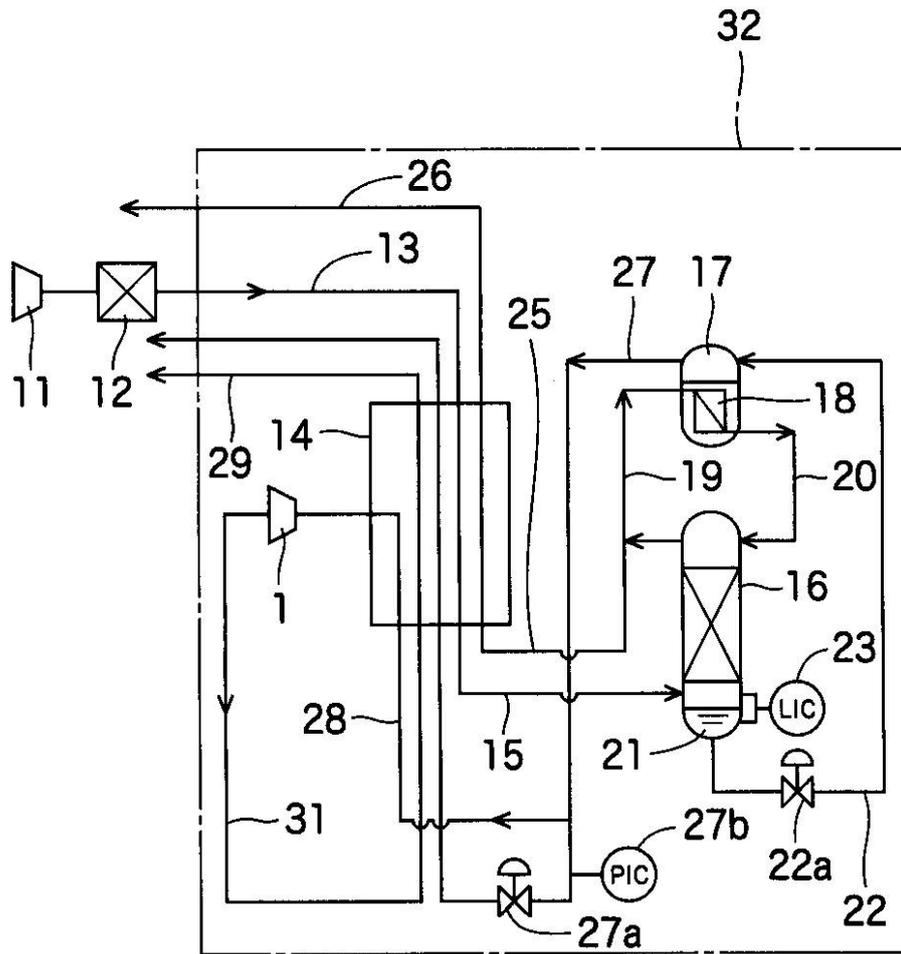
【図5】



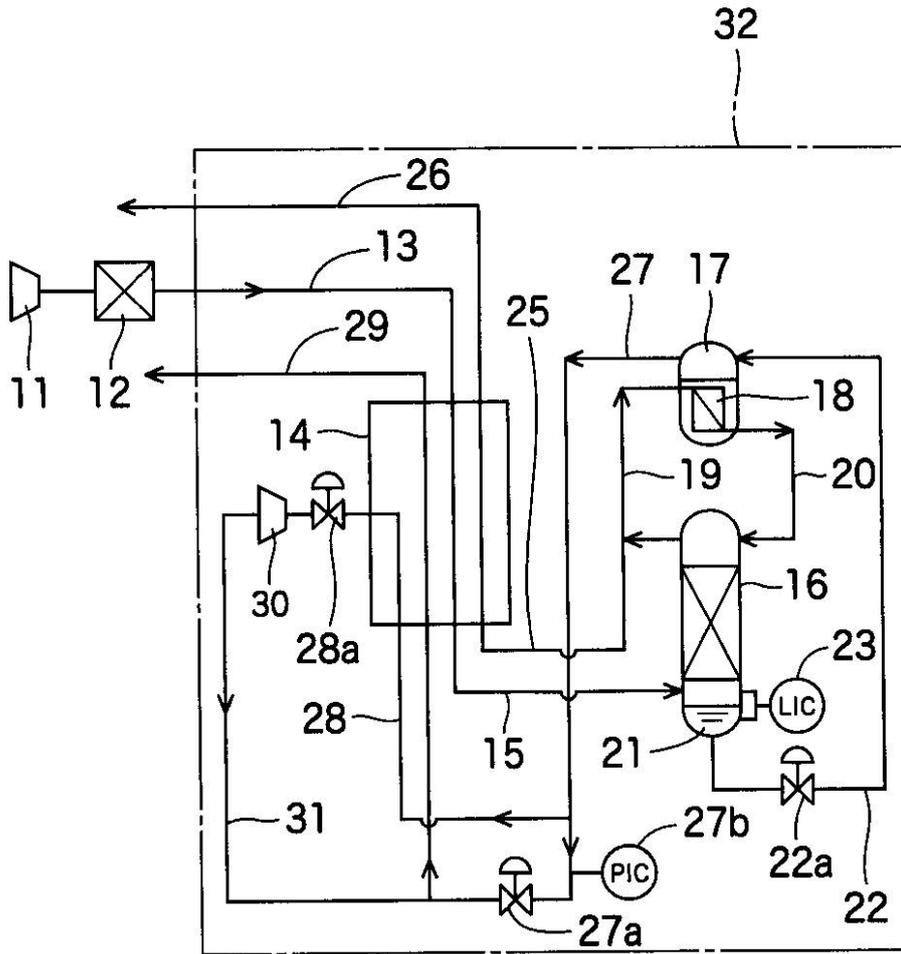
【図6】



【図7】



【 図 9 】



フロントページの続き

審査官 山本 吾一

(56)参考文献 特公昭52-041232(JP, B1)
特開2003-114064(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25J	1/00	-	5/00
F25B	9/00		