

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4895467号  
(P4895467)

(45) 発行日 平成24年3月14日(2012.3.14)

(24) 登録日 平成24年1月6日(2012.1.6)

(51) Int. Cl. F I  
**CO1B 13/02 (2006.01)** CO1B 13/02 A  
**BO1D 53/04 (2006.01)** BO1D 53/04 B

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-320093 (P2003-320093)	(73) 特許権者	507048053 昭和環境システム株式会社 東京都港区海岸三丁目20番20号
(22) 出願日	平成15年9月11日(2003.9.11)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(65) 公開番号	特開2004-262743 (P2004-262743A)	(74) 代理人	100108578 弁理士 高橋 詔男
(43) 公開日	平成16年9月24日(2004.9.24)	(74) 代理人	100089037 弁理士 渡邊 隆
審査請求日	平成18年2月28日(2006.2.28)	(74) 代理人	100094400 弁理士 鈴木 三義
審査番号	不服2010-202 (P2010-202/J1)	(74) 代理人	100107836 弁理士 西 和哉
審査請求日	平成22年1月6日(2010.1.6)	(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(31) 優先権主張番号	特願2003-35402 (P2003-35402)		
(32) 優先日	平成15年2月13日(2003.2.13)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸素濃縮方法および酸素濃縮装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

窒素を選択的に吸着あるいは脱着するゼオライト等の分子ふるいを充填した少なくとも1本の吸着塔と、該吸着塔内の圧力を大気圧以下に減圧する減圧手段と、製造された濃縮酸素を一時蓄積しておく均圧塔と、該均圧塔から濃縮酸素を系外に取り出す濃縮酸素抜き出し手段とを具備する酸素濃縮装置であって、

酸素および窒素を含む原料ガスが、前記減圧手段により大気圧以下に減圧された前記吸着塔内に自然吸入されるとともに、前記分子ふるいに前記原料ガス中の前記窒素が吸着され、前記濃縮酸素抜き出し手段により濃縮酸素が系外に取り出されるように構成されていることを特徴とする酸素濃縮装置。

【請求項2】

前記濃縮酸素抜き出し手段は酸素圧縮機であるとともに、前記濃縮酸素は前記酸素圧縮機により所定の圧力に昇圧された後、系外に送り出されるようになっていたことを特徴とする請求項1に記載の酸素濃縮装置。

【請求項3】

窒素を選択的に吸着あるいは脱離する分子ふるいを充填した少なくとも1本の吸着塔と、該吸着塔内の圧力を大気圧以下に減圧する減圧手段と、製造された濃縮酸素を一時蓄積しておく均圧塔と、該均圧塔から濃縮酸素を系外に取り出す濃縮酸素抜き出し手段とを具備する酸素濃縮装置により濃縮酸素を得る酸素濃縮方法であって、

前記吸着塔内の圧力を前記減圧手段により大気圧以下に減圧する段階と、

大気圧以下に減圧された前記吸着塔内に、該吸着塔の供給口から酸素および窒素を含む原料ガスを自然吸入させるとともに、前記分子ふるいに前記原料ガス中の前記窒素を吸着させる段階と、

前記原料ガスから前記窒素が取り除かれた濃縮酸素を、濃縮酸素抜き出し手段により系外に取り出す段階とを具備し、

前記一連の段階を1サイクル50秒以下で繰り返し行うことを特徴とする酸素濃縮方法

【請求項4】

前記濃縮酸素抜き出し手段は酸素圧縮機であるとともに、前記濃縮酸素を前記酸素圧縮機により所定の圧力に昇圧した後、系外に送り出すことを特徴とする請求項3に記載の酸素濃縮方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、PSA法によって空気など窒素および酸素を含む原料ガスから窒素を選択的に吸着分離して濃縮酸素を製造する酸素濃縮方法および酸素濃縮装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ゼオライト等の分子ふるいを吸着剤として用い、空気など窒素および酸素を含む原料ガスから吸着/脱着を繰り返しながら窒素を選択的に吸着分離して濃縮酸素を製造する方法としてプレッシャスイング吸着法(以下「PSA法」という)が工業的に重要であり、電気炉製鋼、パルプ漂白、発酵、化学、水処理、オゾン製造、熔融炉等酸素富化燃焼等、酸素を大量に使用する産業において広く用いられている。

【0003】

PSA法によって酸素を濃縮する従来の技術としては、吸着剤を充填した吸着塔内に、低圧ターボブロア等の空気圧縮機で空気等を供給して吸着剤に窒素を吸着させた後、吸着塔内を減圧ポンプ等で減圧することにより吸着剤に吸着した窒素を脱着させるようにしたものがある(たとえば、特許文献1参照)。

また、複数の吸着装置と、真空ポンプと、コンプレッサーとを主たる要素として構成されたものもある(たとえば、特許文献2参照)。

【特許文献1】特開平11-292506号公報(図1)

【特許文献2】特許第2783358号公報(図1)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記特許文献1の発明では、吸着塔内に、低圧ターボブロア等の空気圧縮機で空気等を供給しているため、この空気圧縮機の運転に要する電力が多量で、運転コストが高くなってしまおうといった問題があった。

また、均圧器内に貯められた濃縮酸素は、低圧ターボブロア等の空気圧縮機により抜き出し管を介して下流側に位置する装置に供給される(押し出される)ようになっているため、均圧器の容積が小さい場合、均圧器内の濃縮酸素の圧力が吸着塔内の圧力変動の影響を受けてしまうこととなる。そのため、均圧器の容積は、たとえば吸着塔の容積の3倍以上となるように構成され、これにより均圧器内の濃縮酸素の圧力変動を低減させている。したがって、均圧器の容積が非常に大きなものとなり、装置全体が大型化してしまうという問題点があった。

さらに、このような流体機械を使用した場合には、閉鎖系の圧力を上昇させる特性があるために、塔内の最高圧力の制御やアンロード時の負荷軽減に特別な制御装置や煩雑な操作が必要となり、騒音や振動が大きいのでその対策にも多量な経費が必要であり、設備コスト、運転コスト、修繕コストの面でも問題が大きかった。

10

20

30

40

50

## 【0005】

一方、上記特許文献2の発明では、吸着装置とコンプレッサーとの間が配管で直接結ばれているため、コンプレッサーの影響が直接吸着装置、すなわち、吸/脱着工程（濃縮酸素製造工程）に及んでしまい、製造効率を向上させることができないといった問題点があった。

## 【0006】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、従来よりも運転操作の簡易化を図ることができ、また電力消費量を軽減することができるとともに、設備・運転・修繕コストを改善することのできる酸素濃縮方法および酸素濃縮装置を提供することを目的とする。

また、本発明のもう一つの目的は、濃縮酸素の製造効率を向上させることである。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用した。

請求項1に記載の発明は、窒素を選択的に吸着あるいは脱着するゼオライト等の分子ふるいを充填した少なくとも1本の吸着塔と、該吸着塔内の圧力を大気圧以下に減圧する減圧手段と、製造された濃縮酸素を一時蓄積しておく均圧塔と、該均圧塔から濃縮酸素を系外に取り出す濃縮酸素抜き出し手段とを具備する酸素濃縮装置であって、酸素および窒素を含む原料ガスが、前記減圧手段により大気圧以下に減圧された前記吸着塔内に自然吸入されるとともに、前記分子ふるいに前記原料ガス中の前記窒素が吸着され、前記濃縮酸素抜き出し手段により濃縮酸素が系外に取り出されるように構成されていることを特徴とする。

20

## 【0008】

このような酸素濃縮装置によれば、減圧手段により吸着塔内の圧力が大気圧以下（負圧下）に減圧された後、原料ガスが吸着塔内に自然吸入されてくるとともに、吸着塔内に納められた分子ふるいに原料ガス中の窒素が吸着して、原料ガス中から窒素が取り除かれ、濃縮酸素が濃縮酸素抜き出し手段により系外に取り出されるようになっている。

すなわち、吸着塔内への原料ガスの供給が、たとえばルーツブロワやターボブロワなどの空気供給装置を使用することなく行われるようになっている。

また、少なくとも1本の吸着塔と濃縮酸素抜き出し手段との間には、均圧塔が配置されている。

30

## 【0009】

請求項2に記載の発明は、前記濃縮酸素抜き出し手段は酸素圧縮機であるとともに、前記濃縮酸素は前記酸素圧縮機により所定の圧力に昇圧された後、系外に送り出されるようになっていることを特徴とする。

## 【0010】

このような酸素濃縮装置によれば、酸素圧縮機により大気圧よりも高い所定圧力に高められた濃縮酸素が系外に吐出されるようになっている。

## 【0011】

請求項3に記載の発明は、窒素を選択的に吸着あるいは脱離する分子ふるいを充填した少なくとも1本の吸着塔と、該吸着塔内の圧力を大気圧以下に減圧する減圧手段と、製造された濃縮酸素を一時蓄積しておく均圧塔と、該均圧塔から濃縮酸素を系外に取り出す濃縮酸素抜き出し手段とを具備する酸素濃縮装置により濃縮酸素を得る酸素濃縮方法であって、前記吸着塔内の圧力を前記減圧手段により大気圧以下に減圧する段階と、大気圧以下に減圧された前記吸着塔内に、該吸着塔の供給口から酸素および窒素を含む原料ガスを自然吸入させるとともに、前記分子ふるいに前記原料ガス中の前記窒素を吸着させる段階と、前記原料ガスから前記窒素が取り除かれた濃縮酸素を、濃縮酸素抜き出し手段により系外に取り出す段階とを具備し、前記一連の段階を1サイクル50秒以下で繰り返し行うことを特徴とする。

40

## 【0012】

このような酸素濃縮方法によれば、減圧手段により吸着塔内の圧力が大気圧以下（負

50

圧下)に減圧された後、原料ガスが吸着塔の供給口から自然に吸入されてくるとともに、吸着塔内に納められた分子ふるいに原料ガス中の窒素が吸着して、原料ガス中から窒素が取り除かれ、濃縮酸素が濃縮酸素抜き出し手段により系外に取り出されるようになっている。

すなわち、吸着塔内への原料ガスの供給が、たとえばルーツブロワやターボブロワなどの空気供給装置を使用することなく行われるようになっている。

また、少なくとも1本の吸着塔と濃縮酸素抜き出し手段との間には、均圧塔が配置されている。

#### 【0013】

請求項4に記載の発明は、前記濃縮酸素抜き出し手段は酸素圧縮機であるとともに、前記濃縮酸素を前記酸素圧縮機により所定の圧力に昇圧した後、系外に送り出すことを特徴とする。

10

#### 【0014】

このような酸素濃縮方法によれば、酸素圧縮機により大気圧力よりも高い所定圧力に高められた濃縮酸素が系外に吐出されるようになっている。

#### 【発明の効果】

#### 【0015】

本発明の酸素濃縮方法および酸素濃縮装置によれば、以下の効果を奏する。

吸着塔内への原料ガスの供給が、たとえばルーツブロワやターボブロワなどの空気供給装置を使用することなく、減圧(負圧状態)とされた吸着塔内に自然吸入するようになっているので、電力消費量を大幅に低減させることができ、運転コストを大幅に低減させることができる。

20

また、少なくとも1本の吸着塔と濃縮酸素抜き出し手段との間に均圧塔が配置されているので、濃縮酸素抜き出し手段による吸/脱着工程(濃縮酸素製造工程)への影響を低減させることができ、製造効率を向上させることができる。

#### 【0016】

さらに、塔内の最高圧力の制御やアンロード時の負荷軽減に特別な制御装置や煩雑な操作が不要となり、運転操作の簡易化を図ることができるので、騒音や振動を低減させることができ、設備コストおよび修繕コストを低減させることができる。

さらにまた、製造された濃縮酸素は、酸素圧縮機により所定の圧力に昇圧された後、系外(すなわち下流側に位置する装置)に送り出されるようになっているので、下流側に位置する装置に濃縮酸素を安定的に供給することができ、プラント全体の運転を常に良好な状態に保つことができる。

30

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0017】

以下、本発明による酸素濃縮装置の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。

図1に示すように、本発明による酸素濃縮装置100は、たとえば2本の吸着塔A、Bと、これら吸着塔A、Bの上流側に設けられた吸入フィルター8と、吸着塔A、Bの下流側に設けられた均圧塔Cと、この均圧塔Cのさらに下流側に設けられた酸素圧縮機(濃縮酸素抜き出し手段)10と、吸着塔A、B内に納められた吸着剤の再生を図る減圧ポンプ(減圧手段:真空ポンプ)9とを主たる要素として構成されたものである。

40

#### 【0018】

吸着塔A、Bは同型のものであって、それぞれ供給口5A、5Bと流出口7A、7Bとを有し、これら吸着塔A、B内にはそれぞれ、窒素を選択的に吸着あるいは脱着するゼオライト系分子ふるいからなる吸着剤11A、11Bが充填されている。

吸入フィルター8は、吸着塔A、B内に流入していく原料ガス中から、塵や埃などの不純物を取り除くものである。

均圧塔Cは、製造した濃縮酸素を一時蓄積しておくための容器であり、たとえばその外觀形状が円筒形や球形とされたものである。なお、この均圧塔Cの容積は、前述した吸着

50

塔 A , B の容積の 0 . 5 倍以上 3 倍未満であることが望ましい。均圧塔 C の容積をこのように従来のものよりも小さくすることにより、装置全体の小型化を図ることができる。

【 0 0 1 9 】

酸素圧縮機 1 0 は、均圧塔 C 内に蓄えられた濃縮酸素（製品酸素）を抜き出すとともに昇圧して、下流側に位置する装置に濃縮酸素を供給する（送り出す）ものである。

減圧ポンプ 9 は、吸着塔 A , B 内に残存するガスを大気中に排出したり、あるいは吸着剤 1 1 A , 1 1 B に吸着した窒素ガス等を脱着するために用いられるものである。

【 0 0 2 0 】

吸着塔 A の供給口 5 A および吸着塔 B の供給口 5 B はそれぞれ、その途中に弁 1 A および弁 1 B が設けられた入口配管 2 0 を介して吸入フィルター 8 の出口側に接続されている。また、これら吸着塔 A の供給口 5 A および吸着塔 B の供給口 5 B はそれぞれ、その途中に弁 4 A および弁 4 B が設けられた配管 3 0 を介して減圧ポンプ 9 の吸入側にも接続されている

10

【 0 0 2 1 】

一方、吸着塔 A の流出口 7 A および吸着塔 B の流出口 7 B はそれぞれ、その途中に弁 2 A および弁 2 B が設けられた出口配管 1 2 を介して均圧塔 C の流入側に接続されている。また、これら吸着塔 A の流出口 7 A と吸着塔 B の流出口 7 B とは、その途中に並列配置された均圧弁 3 およびパージ弁 3 P を有する配管 4 0 により接続されている。

均圧塔 C の流出側と酸素圧縮機 1 0 の吸入側とは、抜き出し管 1 3 によって接続されているとともに、酸素圧縮機 1 0 の吐出側には製品酸素管 1 4 が接続されている。これにより、均圧塔 C から抜き出し管 1 3 を通った濃縮酸素は、酸素圧縮機 1 0 により所定の圧力に昇圧された後、製品酸素管 1 4 を通って系外（すなわち、下流側に位置する装置）に送り出されるようになっている。

20

【 0 0 2 2 】

つぎに、上述した酸素濃縮装置 1 0 0 を用いて酸素を濃縮する酸素濃縮方法を、図 2 および図 3 を参照して説明する。

図 2 はこの方法における各ステップを示すものであり、説明に不要な要素は省略してある。また、図 3 は、前記各ステップにおける吸着塔 A , B のそれぞれの圧力パターンを示している。ここで、圧力はゲージ圧力である。

本発明による酸素濃縮方法は、以下に説明するステップ 1 ~ ステップ 6 を 1 サイクルとして継続運転する。このサイクルを、吸着塔 A が再生を終了して吸着を開始し、吸着塔 B が吸着を終了して再生を開始する状態から説明する。

30

【 0 0 2 3 】

ステップ 1（均圧化）：再生（窒素の脱着）を終了した吸着塔 A と吸着を終了した吸着塔 B とは、均圧弁 3 を開くことで均圧化される。前ステップ（ステップ 6）では吸着塔 A は再生処理により最低圧力（ - 約 6 3 k P a ）近くまで減圧状態となっている。吸着塔 B は、直前まで、窒素を吸着していたため、吸着塔圧力は大気圧力（ 0 k P a ）近くになっているので、このとき均圧弁 3 を通るガス流は吸着塔 B から吸着塔 A への方向となる。また、吸着塔 A は減圧状態のため、弁 1 A を開けることにより、吸入フィルター 8 を通して原料ガスが供給口 5 A を通して（自然に）供給される。一方、減圧ポンプ 9 は吸着塔 B の排気を開始する。

40

【 0 0 2 4 】

ステップ 2（吸着）：前記均圧化ステップ（ステップ 1）を終了したとき、吸着塔 A はなお減圧状態にあるので、そのまま、弁 1 A を開放しておくことにより、吸着塔 A は自然吸入によりほぼ大気圧力近くまで昇圧され、窒素が吸着される。吸着塔 A の流出口 7 A は、弁 2 A を開けることにより、製品酸素を一時蓄える均圧塔 C と連通状態となる。一方、吸着塔 B の流出口 7 B に通ずる均圧弁 3 を閉じて、減圧ポンプ 9 により、更に減圧され、吸着した窒素ガス等が脱着される。

【 0 0 2 5 】

ステップ 3（洗浄）：均圧塔 C は酸素圧縮機 1 0 により、製品酸素の抜き出しが行われ

50

ており、吸着塔 A への原料ガス供給も継続的に行われる。吸着塔 B は、その供給口 5 B から引き続き減圧ポンプ 9 による排気を続けながら、一方で、パージ弁 3 P を開いて吸着塔 A からの濃縮酸素を導入、吸着塔 B の残存窒素をパージ減圧状態を維持しながら排出し、吸着剤を再生させる。

【 0 0 2 6 】

次に吸着塔 A と吸着塔 B を切り替えて前記と同様にステップ 4 (均圧化)、ステップ 5 (吸着)、ステップ 6 (洗浄) の各ステップを順次行って 1 サイクルとし、このサイクルを繰り返して均圧塔 C に濃縮酸素を蓄積するとともに、抜き出し管 1 3 を通った濃縮酸素が、酸素圧縮機 1 0 により所定の圧力に昇圧されたのち、系外に送られる。

前記サイクルにおける各ステップの所要時間および開閉プログラムを表 1 に示す。

【 0 0 2 7 】

【表 1】

ステップ		1	2	3	4	5	6
操作時間 (秒)		5	20	5	5	20	5
吸着塔 A		均圧化	吸着	吸着	均圧化	脱着	洗浄
吸着塔 B		均圧化	脱着	洗浄	均圧化	吸着	吸着
弁開閉状態	1A	○	○	○			
	1B				○	○	○
	2A		○	○			
	2B					○	○
	3	○			○		
	3P			○			○
	4A				○	○	○
	4B	○	○	○			

○は弁開を示し、空欄は弁閉を示す

【 0 0 2 8 】

本発明による酸素濃縮方法および酸素濃縮装置の目的の 1 つは、従来必要とされていた低圧ターボブロワやルーツブロワ等の原料ガス供給装置 (空気圧縮機) を不要としたことにより、設備費、運転コストの低減をはかったことにある。

【 0 0 2 9 】

〔実験例 A〕

本発明による酸素濃縮装置の性能を実際に確認するため、図 4 に示す酸素濃縮装置 (上述した特許文献 1 の図 1 に開示されたものと略同じ装置) を用いて実験を行った。

図 4 に示す酸素濃縮装置は、原料空気の供給にターボブロワを使用する、いわゆる P S A 酸素製造装置である。図 4 に示す吸着塔 A および吸着塔 B はいずれも、直径 9 5 0 mm、高さ 1 5 0 0 mm の円筒形であり、塔内の下部には脱水剤として、活性アルミナ粒子が充填され、その上に窒素ガス分離用吸着剤として、合成ゼオライト系分子ふるいが充填されている。均圧塔 C は吸着塔の約 1 . 5 倍の容積を保つ空塔である。また、原料ガス供給用空気ブロワ 1 5 は吐出圧力 2 0 k P a の低圧ターボブロワであり、減圧ポンプ 9 は湿式 2 段型ルーツブロワである。酸素圧縮機 1 0 は吐出圧力 3 0 k P a のルーツブロワである。

【 0 0 3 0 】

(参考例 1)

本発明による酸素濃縮装置と同じ運転状態を得るため、図4に示す原料ガス供給用空気ブロウ15を使用せずに、図2および表1に示すステップおよび弁操作により濃縮酸素の製造を行った。なお、原料ガスとしては空気を用いた。

運転において、空気ブロウの吐出弁17は常時閉、バイパス弁16は常時開として、図1の装置と同じ状態を作り出した。また、各ステップにおける吸着塔Aおよび吸着塔Bの操作時間(秒)と圧力変化も図3に示すように変化させた。運転期間中、吸着塔の最高圧力(最高吸着圧)は-約1kPaであり、最低圧力(最低脱着圧)は-約63kPaであった。運転サイクルは1サイクル60秒とした。

この参考例1における運転の結果、90%の酸素濃度で $48.1 \text{ Nm}^3/\text{h}$ の製品酸素を得ることができた。また、100%酸素濃度に換算した製品酸素 $1 \text{ Nm}^3$ あたりの電力消費量は減圧ポンプが0.44kWh、酸素圧縮機が0.04kWhであり合計0.48kWhであった。

【0031】

(比較例1)

本発明による酸素濃縮装置と従来の酸素濃縮装置との性能を比較するため、図4に示す酸素濃縮装置を用いて、図5および以下の表2に示すステップおよび弁操作により濃縮酸素の製造を行った。この場合、原料ガス供給用空気ブロウ15を使用して原料ガスの供給を行った。

【0032】

【表2】

ステップ	1	2	3	4	5	6	7	8
操作時間(秒)	5	5	17	5	5	5	17	5
吸着塔A	均圧化	自然吸気	吸着	吸着	均圧化	脱着	脱着	洗浄
吸着塔B	均圧化	脱着	脱着	洗浄	均圧化	自然吸気	吸着	吸着
弁開閉状態	1A	○	○	○	○			
	1B					○	○	○
	2A		○	○	○			
	2B						○	○
	3	○				○		
	3P				○			○
	4A					○	○	○
	4B	○	○	○	○			
	16			○	○			○
17		○				○		

○は弁開を示し、空欄は弁閉を示す

【0033】

各ステップにおける吸着塔Aおよび吸着塔Bの操作時間(秒)と圧力変化も図6に示すように変化させた。運転期間中、吸着塔の最高圧力(最高吸着圧)は約21kPaであり、最低圧力(最低脱着圧)は-約61kPaであった。運転サイクルは1サイクル64秒とした。

この比較例1における運転の結果、90%の酸素濃度で $49.1 \text{ Nm}^3/\text{h}$ の製品酸素

が得られた。また、100%酸素濃度に換算した製品酸素1Nm<sup>3</sup>あたりの電力消費量は減圧ポンプが0.37kWh、酸素圧縮機が0.03kWh、空気ブロワが0.23kWhであり合計0.63kWhであった。

【0034】

このように、従来の設備をそのまま使用して本発明による酸素濃縮方法を行ったため、減圧ポンプの吸入圧力を下げることができず、製品酸素量は従来に比べて若干低下したが、電力コストとしては約24%低減させることができた。

【0035】

〔実験例B〕

本発明による酸素濃縮装置の性能を実際に確認するため、図4に示す酸素濃縮装置（ただし、吸着塔Aおよび吸着塔Bはいずれも、直径30mm、高さ1000mmの円筒形とされている）と図7に示す酸素濃縮装置（上述した特許文献2の図1に開示されたものと略同じ装置、すなわち本願の図1の構成から均圧塔Cを除いた装置）とを用いて実験を行った。

10

図7に示す酸素濃縮装置は、いわゆるPSA酸素製造装置である。図7に示す吸着塔Aおよび吸着塔Bはいずれも、直径30mm、高さ1000mmの円筒形であり、塔内の下部には脱水剤として、活性アルミナ粒子が充填され、その上に窒素ガス分離用吸着剤として、合成ゼオライト系分子ふるいが充填されている。均圧塔Cは吸着塔の約1.5倍の容積を保つ空塔である。また、減圧ポンプ9は湿式2段型ルーツブロワであり、酸素圧縮機10は吐出圧力30kPaのルーツブロワである。

20

【0036】

〔参考例2〕

本発明による酸素濃縮装置と同じ運転状態を得るため、図4に示す原料ガス供給用空気ブロワ15を使用せずに、図2および以下の表3に示すステップおよび弁操作により濃縮酸素の製造を行った。なお、原料ガスとしては空気をを用いた。

運転において、空気ブロワの吐出弁17は常時閉、バイパス弁16は常時開として、図1の装置と同じ状態を作り出した。また、各ステップにおける吸着塔Aおよび吸着塔Bの操作時間（秒）と圧力変化も図3に示すように変化させた。運転期間中、吸着塔の最高圧力（最高吸着圧）は - 約1kPaであり、最低圧力（最低脱着圧）は - 約73kPaであった。運転サイクルは1サイクル60秒とした。

30

【0037】



【表 3】

ステップ		1	2	3	4	5	6
操作時間 (秒)	参考例 2	5	20	5	5	20	5
	実施例 3	4	17	4	4	17	4
	実施例 4	2	15	3	2	15	3
吸着塔 A		均圧化	吸着	吸着	均圧化	脱着	洗浄
吸着塔 B		均圧化	脱着	洗浄	均圧化	吸着	吸着
弁開閉 状態	1 A	○	○	○			
	1 B				○	○	○
	2 A		○	○			
	2 B					○	○
	3	○			○		
	3 P			○			○
	4 A				○	○	○
	4 B	○	○	○			

○は弁開を示し、空欄は弁閉を示す

## 【0038】

(実施例 3)

本発明による酸素濃縮装置と同じ運転状態を得るため、図 4 に示す原料ガス供給用空気ブロワ 15 を使用せずに、図 2 および表 3 に示すステップおよび弁操作により濃縮酸素の製造を行った。なお、原料ガスとしては空気を用いた。

運転において、空気ブロワの吐出弁 17 は常時閉、バイパス弁 16 は常時開として、図 1 の装置と同じ状態を作り出した。また、各ステップにおける吸着塔 A および吸着塔 B の操作時間 (秒) と圧力変化も図 3 に示すように変化させた。運転期間中、吸着塔の最高圧力 (最高吸着圧) は - 約 1 kPa であり、最低圧力 (最低脱着圧) は - 約 73 kPa であった。運転サイクルは 1 サイクル 50 秒とした。

## 【0039】

(実施例 4)

本発明による酸素濃縮装置と同じ運転状態を得るため、図 4 に示す原料ガス供給用空気ブロワ 15 を使用せずに、図 2 および表 3 に示すステップおよび弁操作により濃縮酸素の製造を行った。なお、原料ガスとしては空気を用いた。

運転において、空気ブロワの吐出弁 17 は常時閉、バイパス弁 16 は常時開として、図 1 の装置と同じ状態を作り出した。また、各ステップにおける吸着塔 A および吸着塔 B の操作時間 (秒) と圧力変化も図 3 に示すように変化させた。運転期間中、吸着塔の最高圧力 (最高吸着圧) は - 約 1 kPa であり、最低圧力 (最低脱着圧) は - 約 73 kPa であった。運転サイクルは 1 サイクル 40 秒とした。

## 【0040】

(比較例 2)

本発明による酸素濃縮装置と従来の酸素濃縮装置との性能を比較するため、図 7 に示す酸素濃縮装置を用いて、図 8 および以下の表 4 に示すステップおよび弁操作により濃縮酸素の製造を行った。

運転期間中、吸着塔の最高圧力 (最高吸着圧) は - 約 1 kPa であり、最低圧力 (最低

10

20

30

40

50

脱着圧)は - 約 7.3 kPa であった。運転サイクルは 1 サイクル 50 秒とした。

【0041】

【表4】

ステップ		1	2	3	4
操作時間 (秒)	比較例 2	20	5	20	5
	比較例 3	17	4	17	4
	比較例 4	15	3	15	3
吸着塔 A		吸着	吸着	脱着	洗浄
吸着塔 B		脱着	洗浄	吸着	吸着
弁開閉状態	1A	○	○		
	1B			○	○
	2A	○	○		
	2B			○	○
	3				
	3P		○		○
	4A			○	○
	4B	○	○		

○は弁開を示し、空欄は弁閉を示す

【0042】

(比較例 3)

本発明による酸素濃縮装置と従来の酸素濃縮装置との性能を比較するため、図 7 に示す酸素濃縮装置を用いて、図 8 および表 4 に示すステップおよび弁操作により濃縮酸素の製造を行った。

運転期間中、吸着塔の最高圧力(最高吸着圧)は - 約 1 kPa であり、最低圧力(最低脱着圧)は - 約 7.3 kPa であった。運転サイクルは 1 サイクル 42 秒とした。

【0043】

(比較例 4)

本発明による酸素濃縮装置と従来の酸素濃縮装置との性能を比較するため、図 7 に示す酸素濃縮装置を用いて、図 8 および表 4 に示すステップおよび弁操作により濃縮酸素の製造を行った。

運転期間中、吸着塔の最高圧力(最高吸着圧)は - 約 1 kPa であり、最低圧力(最低脱着圧)は - 約 7.3 kPa であった。運転サイクルは 1 サイクル 36 秒とした。

【0044】

上述した参考例 2、実施例 3、4 および比較例 2 ~ 比較例 4 における運転結果を以下の表 5 に示す。

【0045】

【表 5】

	回収率	酸素生産量 (100%O <sub>2</sub> )
	%	kgO <sub>2</sub> /kgMS·D
参考例 2	46	1.96
実施例 3	47	2.38
実施例 4	50	2.91
比較例 2	35	1.79
比較例 3	31	1.85
比較例 4	27	1.82

10

## 【0046】

表 5 から、均圧塔 C を備えた酸素濃縮装置（参考例 2、実施例 3、4）の方が均圧塔 C を備えていない酸素濃縮装置（比較例 2～比較例 4）よりも、その回収率および酸素生産量において極めて高い性能を有していることがわかる。

ここで、回収率（%）とはいわゆる効率のことであり、原料中の酸素のうちどれくらいの酸素を取り出すことができたかを重量%で示したものである。

また、酸素生産量とは、1 kg の吸着剤が 1 日に生産する酸素量のことである。

## 【0047】

20

なお、上述した実施例では吸着塔を 2 塔有する酸素濃縮装置について実験を行ったが、本発明はこれに限定されるものではなく、1 塔、あるいは 3 塔以上の吸着塔を有する酸素濃縮装置にも適用できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0048】

【図 1】本発明による酸素濃縮装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図 2】図 1 に示す酸素濃縮装置を使用して行った、本発明による酸素濃縮方法の一実施形態を示す図であって、各ステップ毎のフロー状態を説明するための図である。

【図 3】図 2 に示す実施形態における操作時間と運転圧力との関係を示すグラフである。

【図 4】従来の酸素濃縮装置の一具体例を示す概略構成図である。

30

【図 5】図 4 に示す酸素濃縮装置を使用して行った、酸素濃縮方法の一具体例を示す図であって、各ステップ毎のフロー状態を説明するための図である。

【図 6】図 5 に示す一具体例における操作時間と運転圧力との関係を示すグラフである。

【図 7】従来の酸素濃縮装置の他の具体例を示す概略構成図である。

【図 8】図 7 に示す酸素濃縮装置を使用して行った、酸素濃縮方法の一具体例を示す図であって、各ステップ毎のフロー状態を説明するための図である。

## 【符号の説明】

## 【0049】

1 A 弁

1 B 弁

40

2 A 弁

2 B 弁

3 均圧弁

3 P パージ弁

4 A 弁

4 B 弁

5 A 供給口

5 B 供給口

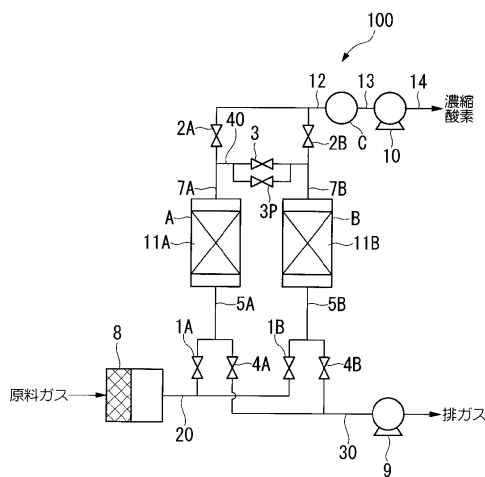
7 A 流出口

7 B 流出口

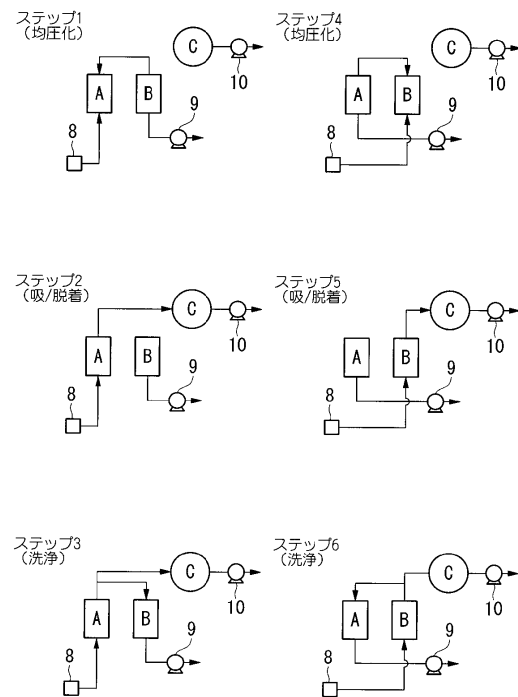
50

- 8 吸入フィルター
- 9 減圧ポンプ（減圧手段）
- 10 酸素圧縮機（濃縮酸素抜き出し手段）
- 11 A 吸着剤（分子ふるい）
- 11 B 吸着剤（分子ふるい）
- 12 出口配管
- 13 抜き出し管
- 14 製品酸素管
- 15 原料ガス供給用空気ブロワ
- 16 バイパス弁
- 17 吐出弁
- 100 酸素濃縮装置
- A 吸着塔
- B 吸着塔
- C 均圧塔

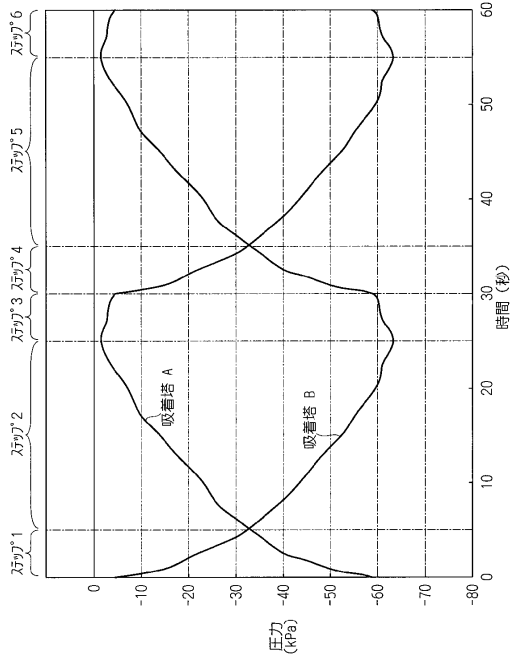
【図1】



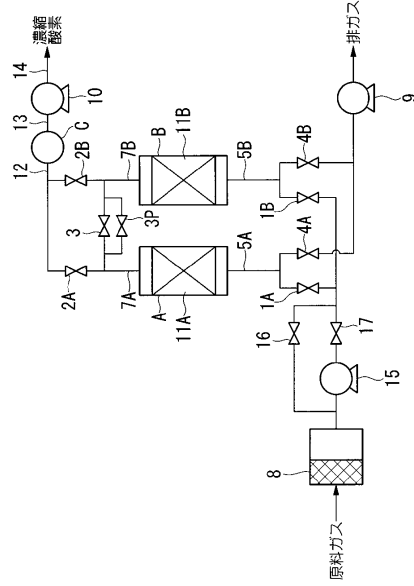
【図2】



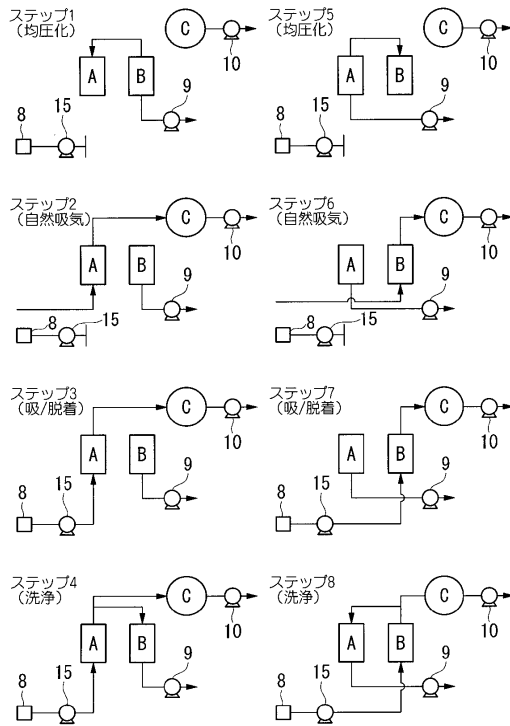
【図3】



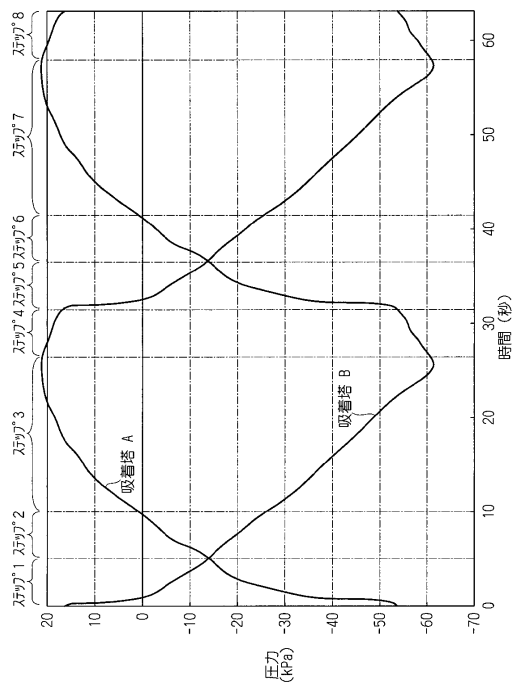
【図4】



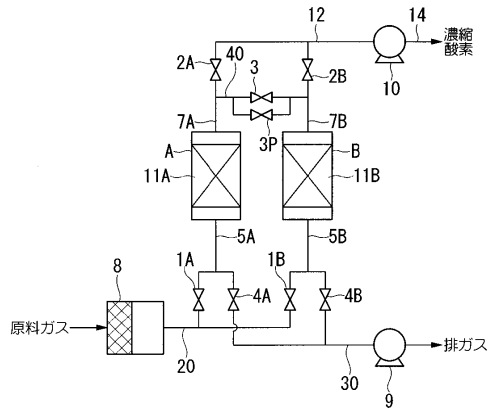
【図5】



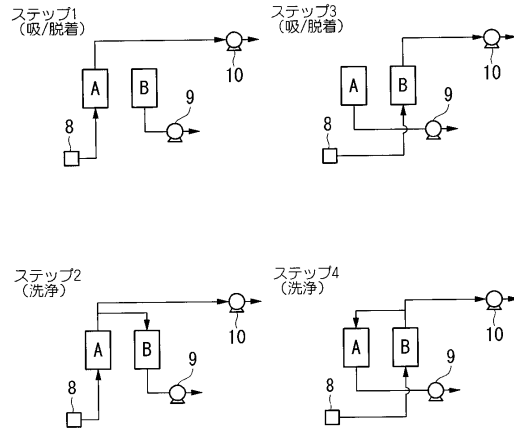
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 一柳 貴之  
神奈川県川崎市川崎区大川町5の1 昭和エンジニアリング株式会社 川崎研究センター内
- (72)発明者 松長 義則  
神奈川県川崎市川崎区大川町5の1 昭和エンジニアリング株式会社 川崎研究センター内
- (72)発明者 伊藤 哲夫  
東京都港区芝浦3丁目17番12号 昭和エンジニアリング株式会社 環境装置部内

合議体

- 審判長 木村 孔一  
審判官 中澤 登  
審判官 目代 博茂

- (56)参考文献 特開平11-292506(JP,A)  
特許第2783358(JP,B2)  
特開昭59-88304(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C01B13/02  
B01D53/02-53/12