

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5080568号
(P5080568)

(45) 発行日 平成24年11月21日(2012.11.21)

(24) 登録日 平成24年9月7日(2012.9.7)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 M 16/10 (2006.01) A 6 1 M 16/10 B

請求項の数 12 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2009-513036 (P2009-513036)	(73) 特許権者	503369495 帝人ファーマ株式会社 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号
(86) (22) 出願日	平成20年5月2日(2008.5.2)	(74) 代理人	100169085 弁理士 為山 太郎
(86) 国際出願番号	PCT/JP2008/058688	(72) 発明者	切明 久 山口県岩国市日の出町2番1号 帝人ファーマ株式会社 医療技術研究所内
(87) 国際公開番号	W02008/136540		
(87) 国際公開日	平成20年11月13日(2008.11.13)		
審査請求日	平成21年11月24日(2009.11.24)		
(31) 優先権主張番号	特願2007-122329 (P2007-122329)		
(32) 優先日	平成19年5月7日(2007.5.7)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
		審査官	佐藤 高弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸素濃縮装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

酸素よりも窒素を選択的に吸着し得る吸着剤を充填した吸着床と、該吸着床へ空気を供給するコンプレッサ、該コンプレッサからの空気を該吸着床へ供給し濃縮酸素を取り出す吸着工程、該吸着床を減圧し吸着剤を再生する脱着工程を一定タイミングで繰り返すための流路切替弁、生成した濃縮酸素の供給流量を設定する流量設定手段、供給流量を測定する流量測定手段を具備した圧力変動吸着型酸素濃縮装置において、供給酸素の脈動を検出する脈動検知手段を備え、かかる脈動検知手段が該流量設定手段の設定流量値に対する該流量測定手段により計測された供給流量の変動量を検知する手段であり、該検知結果に基づいて、該コンプレッサの空気供給量を制御する制御手段を備えたことを特徴とする酸素濃縮装置。

【請求項2】

該脈動検出手段が、供給する濃縮酸素のピーク流量及び/またはボトム流量を測定する機能を備えた該流量測定手段であり、該制御手段が、所定時間当たりの該ピーク流量値または該ボトム流量値が予め設定した閾値範囲を超えた場合に該コンプレッサの空気供給量を増減させる制御を行なう手段であることを特徴とする請求項1記載の酸素濃縮装置。

【請求項3】

該脈動検出手段が、該流量測定手段で検知されたピーク流量値或いは該ボトム流量値が設定流量値に対して±5%の範囲を超えた場合に脈流が発生したと判断する手段であり、該制御手段が、かかる±5%の範囲を超える検知結果に基づいて該コンプレッサの空気供

給量を増加させるためモータ回転数を上げる制御を行なう手段であることを特徴とする請求項 2 記載の酸素濃縮装置。

【請求項 4】

該脈動検出手段が、圧力変動吸着法の吸脱着の 1 シーケンスにおける流量ピーク値 (L p) と流量ボトム値 (L b) を検知し、予め設定した閾値との比較を行なう手段である、請求項 2 または 3 記載の酸素濃縮装置。

【請求項 5】

該脈動検出手段が、(流量ピーク値 (L p) - 流量ボトム値 (L b)) / 流量設定値で表される流量変動率に基づいて、流量変動率にかかる予め設定した閾値との比較を行なう手段である、請求項 2 記載の酸素濃縮装置。

10

【請求項 6】

酸素よりも窒素を選択的に吸着し得る吸着剤を充填した吸着床と、該吸着床へ空気を供給するコンプレッサ、該コンプレッサからの空気を該吸着床へ供給し濃縮酸素を取り出す吸着工程、該吸着床を減圧し吸着剤を再生する脱着工程を一定タイミングで繰り返すための流路切替弁、生成した濃縮酸素を貯留する製品タンク及び、濃縮酸素の供給圧力を調整する調圧弁、供給流量を規定する流量設定手段、該調圧弁の下流側に設けられ濃縮酸素の供給圧力を測定する圧力センサを具備した圧力変動吸着型酸素濃縮装置において、供給酸素の脈動を検出する脈動検知手段を備え、かかる脈動検知手段が、該流量設定手段により規定された濃縮酸素の供給圧力に対する該圧力センサにより計測された供給圧力の変動量を検出する手段であり、該検知結果に基づいて、該コンプレッサの空気供給量を制御する制御手段を備えたことを特徴とする酸素濃縮装置。

20

【請求項 7】

酸素よりも窒素を選択的に吸着し得る吸着剤を充填した吸着床に加圧空気を供給し酸素濃縮ガスを取り出す吸着工程、該吸着床を減圧し吸着剤を再生する脱着工程を一定タイミングで繰り返すことで酸素濃縮ガスを生成する圧力変動吸着型の酸素濃縮方法において、該生成した酸素濃縮ガスの供給流量を設定値に基づき、該加圧空気の供給量を制御するステップ 1、該酸素濃縮ガスの供給流量の設定値に対する流量測定手段により計測された供給流量の変動量である脈動を検出するステップ 2、該脈動の検知結果に基づいて、該加圧空気の供給量を制御するステップ 3 を備えたことを特徴とする酸素濃縮方法。

【請求項 8】

該酸素濃縮ガスの脈動を検出するステップ 2 が、供給する酸素濃縮ガスのピーク流量及び / またはボトム流量を測定し、所定時間当たりの該ピーク流量値または該ボトム流量値が予め設定した閾値範囲内であるかどうかを検出するステップであり、該閾値範囲を超えた場合に該加圧空気の供給量を増減させる制御を行なうことを特徴とする請求項 7 記載の酸素濃縮方法。

30

【請求項 9】

該ピーク流量値或いは該ボトム流量値が設定流量値に対して $\pm 5\%$ の範囲を超えた場合に脈流が発生したと判断し、該加圧空気の供給量を増加させる制御を行なうことを特徴とする請求項 8 記載の酸素濃縮方法。

【請求項 10】

該酸素濃縮ガスの脈動を検出するステップ 2 が、圧力変動吸着法の吸脱着の 1 シーケンスにおける流量ピーク値 (L p) と流量ボトム値 (L b) を検知し、予め設定した閾値との比較を行なうことを特徴とする、請求項 8 または 9 記載の酸素濃縮方法。

40

【請求項 11】

該酸素濃縮ガスの脈動を検出するステップ 2 が、(流量ピーク値 (L p) - 流量ボトム値 (L b)) / 流量設定値で表される流量変動率に基づいて、流量変動率に係る予め設定した閾値との比較を行なうことを特徴とする、請求項 8 または 9 記載の酸素濃縮方法。

【請求項 12】

酸素よりも窒素を選択的に吸着し得る吸着剤を充填した吸着床に加圧空気を供給し酸素濃縮ガスを取り出す吸着工程、該吸着床を減圧し吸着剤を再生する脱着工程を一定タイミ

50

ングで繰り返すことで酸素濃縮ガスを生成する圧力変動吸着型の酸素濃縮方法において、該生成した酸素濃縮ガスの供給流量を設定値に基づき、該加圧空気の供給量を制御するステップ1、該酸素濃縮ガスの脈動を、供給する酸素濃縮ガスのピーク圧力及び/またはボトム圧力を測定し、所定時間当たりの該ピーク圧力値または該ボトム圧力値が予め設定した閾値範囲内であるかどうかを検知するステップ2、該脈動の検知結果に基づいて、該加圧空気の供給量を制御するステップ3を備えたことを特徴とする酸素濃縮方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、酸素よりも窒素を優先的に吸着する吸着剤を用いた圧力変動吸着型の酸素濃縮装置に関するものであり、特に慢性呼吸器疾患患者などに対して行われる酸素吸入療法に使用する医療用酸素濃縮装置に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

近年、喘息、肺気腫症、慢性気管支炎等の呼吸器系器官の疾患に苦しむ患者が増加する傾向にあるが、その治療法として最も効果的なもののひとつに酸素吸入療法がある。かかる酸素吸入療法とは、酸素ガスあるいは酸素富化空気を患者に吸入させるものである。その供給源として、酸素濃縮装置、液体酸素、酸素ガスボンベ等が知られているが、使用時の便利さや保守管理の容易さから、在宅酸素療法には酸素濃縮装置が主流で用いられている。

20

酸素濃縮装置は、空気中に存在する約21%の酸素を高濃度に濃縮して使用者に供給する装置である。かかる装置には酸素を選択的に透過する高分子膜を用いた膜式酸素濃縮装置や、酸素よりも窒素を優先的に吸着する吸着剤を用いた圧力変動吸着型酸素濃縮装置、空気中に含まれる酸素を電気化学的に分離して供給する装置などがある。90%以上の高濃度酸素を収率よく得られることから圧力変動吸着型酸素濃縮装置が主に市場で用いられている。

圧力変動吸着型酸素濃縮装置は、酸素よりも窒素を選択的に吸着する吸着剤として5A型や13X型、Li-X型、MD-X型などのモレキュラーシーブゼオライトを充填した吸着床を用い、吸着床にコンプレッサから圧縮空気を供給することにより、加圧条件下で窒素を吸着させ、未吸着の酸素を酸素濃縮ガスとして取り出す装置である。かかる装置には通常は2つ以上の吸着床が備えられており、一方の吸着床で吸着剤に窒素を吸着させ未吸着の酸素を生成する吸着工程と、他方の吸着床を減圧させ吸着した窒素を排気し再生する脱着再生工程を順次切替えながら行なうことにより連続して酸素を生成することができる。

30

圧力変動吸着法には、脱着工程を大気圧まで減圧するPSA(Pressure Swing Adsorption)法、吸着剤の再生効率を高める為にコンプレッサを用いて吸着筒を真空圧まで減圧するVPSA(Vacuum Pressure Swing Adsorption)法があり、何れも医療用酸素濃縮装置における酸素濃縮方法として採用されている。

かかる酸素濃縮装置は、慢性呼吸器疾患患者に対する酸素吸入療法用として病院だけでなく患者宅で使用される場合が多い。このため、所定濃度の酸素濃縮ガスを常に一定流量で安定的に供給するという酸素濃縮装置の主性能が要求させるだけでなく、低消費電力や静粛性、小型化などの装置に対する使用者の利便性を考慮した機器の二次性能の要求も大きくなってきている。

40

酸素濃縮装置の構成要素部品のうち、コンプレッサが装置全体の消費電力の大部分を消費しており、同時に筐体内でも一定の容積を占め、さらに騒音発生の主体でもある。このような装置の二次性能の要求を実現する為には、使用するコンプレッサを小型化することが必要となる。しかし、コンプレッサの小型化は、コンプレッサの供給風量や圧縮性能の低下を伴うため、酸素濃縮装置の吸脱着性能を維持する為の余裕が少なくなるという欠点を有する。

50

特開平11-207128号公報には、酸素濃縮装置の低消費電力化を図り、高い酸素収率を実現する手段として、設定酸素流量に応じて、コンプレッサの回転数を制御し原料空気の供給量を制御し、吸着工程、脱着工程の切換えタイミングを切換弁の開閉を制御することにより最適な加圧時間で空気を供給する装置が記載されている。

また特開2001-259341号公報には、生成された酸素濃縮ガスの酸素濃度と設定酸素流量に基づきコンプレッサの回転数をインバータ制御し、低流量時における消費電力を抑える機能を備えた装置が記載されている。

吸着工程時における吸着筒の昇圧時間を短縮し、早期に吸着効率を向上させる装置として、特開平6-31129号公報には、吸着工程時の所定時間コンプレッサ駆動モータの回転数を増速させ、それ以外は通常回転数に制御する気体分離装置が開示されている。

【発明の開示】

【0003】

酸素濃縮装置は、酸素の設定流量切換え時における供給流量の変動に対応するため、吸着床の下流側に生成した濃縮酸素を一時的に貯留する製品タンクを備える。これにより供給流量変化に対応するバッファ機能を持たせると共に、更に製品タンク内圧力の変化を圧力センサで検知し、所定圧力以下になった場合にはコンプレッサの回転数を上げ、酸素生成量を増やすなどのフィードバック制御が行なわれている。

生成酸素量を必要最小限に抑え、その分、コンプレッサの必要供給風量の低減を図ることができ、消費電力が小さな小型タイプのものを酸素濃縮装置に搭載することが可能となる。それに合わせて製品タンク自体も小型化することができる。一方で供給酸素流量の設定変更や、温度や気圧など装置の使用環境の変化に対しては、装置の1次性能を維持するだけの余裕がなくなる。かかる問題に対して、酸素濃度センサや流量センサ、圧力センサなど各種検知手段を搭載することで変動に対応しようとする、新たな検知手段や制御機構の搭載は装置の大型化、コストアップに繋がる。

本発明は、上記の課題を解決するものであり、生成酸素量を抑えることにより生じる製品流量の変動に着目し、流量センサ単独で生成量のフィードバック制御を行なうことで小型、低消費電力、静粛性といった二次性能を満たす装置を実現するものである。

本発明は、酸素よりも窒素を選択的に吸着し得る吸着剤を充填した吸着床と、該吸着床へ空気を供給するコンプレッサ、該コンプレッサからの空気を該吸着床へ供給し濃縮酸素を取出す吸着工程、該吸着床を減圧し吸着剤を再生する脱着工程を一定タイミングで繰り返すための流路切替弁、生成した濃縮酸素の供給流量を測定する流量測定手段を具備した圧力変動吸着型酸素濃縮装置において、供給酸素の脈動を検出する脈動検知手段を備え、該検知結果に基づいて、該コンプレッサの空気供給量を制御する制御手段を備えたことを特徴とする酸素濃縮装置を提供する。

また本発明は、かかる脈動検出手段が、供給する濃縮酸素のピーク流量及び/ボトム流量を測定する機能を備えた該流量測定手段であり、該制御手段が、所定時間当たりの該ピーク流量値または該ボトム流量値が予め設定した閾値範囲を超えた場合に該コンプレッサの空気供給量を増減させる制御を行なう手段であることを特徴とする酸素濃縮装置を提供するものである。

また本発明は、酸素よりも窒素を選択的に吸着し得る吸着剤を充填した吸着床に加圧空気を供給し酸素濃縮ガスを取り出す吸着工程、該吸着床を減圧し吸着剤を再生する脱着工程を一定タイミングで繰り返すことで酸素濃縮ガスを生成する圧力変動吸着型の酸素濃縮方法において、該生成した酸素濃縮ガスの供給流量を設定値に基づき、該加圧空気の供給量を制御するステップ1、該酸素濃縮ガスの脈動を検出するステップ2、該脈動の検知結果に基づいて、該加圧空気の供給量を制御するステップ3を備えたことを特徴とする酸素濃縮方法を提供する。

また本発明は、かかる酸素濃縮ガスの脈動を検出するステップ2が、供給する酸素濃縮ガスのピーク流量及び/またはボトム流量を測定し、所定時間当たりの該ピーク流量値または該ボトム流量値が予め設定した閾値範囲内であるかどうかを検知するステップであり、該閾値範囲を超えた場合に該加圧空気の供給量を増減させる制御を行なうことを特徴と

10

20

30

40

50

し、該ピーク流量値或いは該ボトム流量値が設定流量値に対して±5%の範囲を超えた場合に脈流が発生したと判断し、圧力変動吸着法の吸脱着の1シーケンスにおける流量ピーク値(Lp)と流量ボトム値(Lb)を検知結果と所定閾値との比較、特に(流量ピーク値(Lp)-流量ボトム値(Lb))/流量設定値で表される流量変動率に基づいて、所定閾値との比較を行い、該閾値範囲を超えた場合に該加圧空気の供給量を増減させる制御を行なうことを特徴とする酸素濃縮方法を提供する。該酸素濃縮ガスの脈動は、供給する酸素濃縮ガスの流量値だけでなく圧力値によっても同様に測定可能である。

【図面の簡単な説明】

【0004】

図1は、本発明の酸素濃縮装置の実施態様例であるVPSA型の圧力変動吸着型酸素濃縮装置の模式図を示す。また図2は、本発明の酸素濃縮装置の別の実施態様例であるPSA型の圧力変動吸着型酸素濃縮装置の模式図を示す。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0005】

本発明の酸素濃縮装置の実施態様例を、以下の図面を用いて説明する。図1は本発明の一実施形態である2筒式VPSA型の圧力変動吸着型酸素濃縮装置を例示した概略装置構成図である。

この図1において、1は酸素濃縮装置、3は加湿された酸素濃縮ガスを吸入する使用者(患者)を示す。圧力変動吸着型の酸素濃縮装置1は、外部空気取り込みフィルタ101、圧縮および真空機能を有するコンプレッサ103、流路切換弁である三方電磁弁104a、104b、吸着筒105a、105b、逆止弁106a、106b、製品タンク107、調圧弁108、流量設定手段109、フィルタ110を備える。これにより外部から取り込んだ原料空気から酸素を分離して、濃縮した酸素濃縮ガスを製造することができる。

20

まず、外部から取り込まれる原料空気は、塵埃などの異物を取り除くための外部空気取り込みフィルタ101を備えた空気取り込み口から装置の筐体内に取り込まれる。このとき、通常の空気中には、約21%の酸素、約77%の窒素、0.8%のアルゴン、水蒸気やその他のガスが1.2%含まれている。かかる装置は、空気から呼吸用ガスとして必要な酸素ガスを濃縮して取り出す装置である。

この酸素濃縮ガスの取り出しには、吸着床として、酸素分子よりも窒素分子を選択的に吸着する吸着剤を用いる。具体的には、5A型や13X型、Li-X型、あるいはMD-X型などのモレキュラーシーブゼオライトを窒素吸着剤として使用することができる。かかるゼオライト系の吸着剤が充填された吸着筒105aあるいは吸着筒105bに対して、切換弁104a、104bによって対象とする吸着筒105a、105bを順次切り換えながら、原料空気をコンプレッサ103により加圧して供給し、吸着筒内で、加圧条件下で原料空気中に含まれる約77%の窒素ガスを選択的に吸着除去する。

30

前記の吸着筒105a、105bは、前記吸着剤を充填した円筒状容器で形成され、通常、吸着筒の使用本数によって1筒式、2筒式や、3筒以上の吸着筒を用いた多筒式の酸素濃縮装置があるが、連続的かつ効率的に原料空気から酸素濃縮ガスを製造するためには、図1に記載の2筒式や多筒式の吸着筒を使用することが好ましい。

40

また、前記のコンプレッサ103には、圧縮機能及び真空機能を有するコンプレッサとして2ヘッドのタイプの揺動型空気圧縮機が用いられるほか、スクリー式、ロータリー式、スクロール式などの回転型空気圧縮機が用いられる場合もある。また、このコンプレッサ103を駆動する電動機の電源は、交流であっても直流であってもよい。

前記吸着筒105でゼオライト吸着剤に吸着されなかった酸素ガスを主成分とする酸素濃縮ガスは、吸着筒105へ逆流しないように設けられた逆止弁106a、106bを介して、製品タンク107に流入する。

吸着筒内に充填されたゼオライト吸着剤は、新たに導入される原料空気から再度窒素ガスを吸着するために、一旦吸着した窒素分子を吸着剤から脱着除去する必要がある。このために、コンプレッサ103によって実現される加圧状態から、三方電磁弁(切換弁)1

50

04a, 104bによってコンプレッサ103の真空ラインに接続され、真空減圧状態に切り換え、吸着されていた窒素ガスを脱着させて吸着剤を再生させる。さらにこの脱着工程において、その脱着効率を高めるため、均圧弁102を介して吸着工程中の吸着筒の製品端側から酸素濃縮ガスの一部をパージガスとして脱着工程中の吸着筒に逆流させるようにしてもよい。

このようにして原料空気から酸素濃縮ガスが製造され、製品タンク107へ蓄えられる。この製品タンク107に蓄えられた酸素濃縮ガスは、例えば95%といった高濃度の酸素ガスを含んでおり、調圧弁108や流量設定手段109などによってその圧力および供給流量が制御され、加湿器201へ供給され、加湿された酸素濃縮ガスが患者に供給される。

10

かかる加湿器201には、水分透過膜を有する水分透過膜モジュールによって、外部空気から水分を取り込んで乾燥状態の酸素濃縮ガスへ供給する無給水式の中空糸加湿器や、水を用いたバブリング式加湿器、或いは表面蒸発式の水加湿器を用いることができる。

VPSA型の酸素濃縮装置では、一方の吸着筒105aが加圧吸着工程を行っている場合は、他方の吸着筒105bでは真空脱着工程を行い、吸着工程、脱着工程を各々逆位相の形で順次切替え、酸素を連続的に生成している。

製品タンク107の圧力を、調圧弁108の出口側圧力を一定に維持するために必要な圧力より十分に大きくなるように、吸着筒から生成される酸素量を維持することができれば、流量設定手段109により安定した流量の酸素を供給することができる。

酸素濃縮装置の消費電力の低減や静粛性、小型化など、装置に対する使用者の利便性を考慮した機器の二次性能は、使用するコンプレッサのタイプやその運転制御方法によって決定される。

20

その一つの方法として、吸着床で生成される酸素生成量を必要最小限となるようにコンプレッサの供給風量を制御する方法があり、これにより消費電力を抑えることができる。これは同時に装置の静粛性や使用するコンプレッサの小型化にも繋がる。流量設定手段109で決定される酸素濃縮ガスの設定流量に基づいて酸素生成量を制御手段401により制御すれば、更に効率的になる。

これを実現するため、製品タンク内圧力を調圧弁の出口側圧力を一定に維持するために必要な圧力よりも若干高いレベルとなるように生成酸素量を制御し、流量値毎に酸素生成量を制御した場合には、流量設定値の変更により酸素取出し量が一時的に大きくなると、酸素生成量のフィードバック制御が追従せずに、製品タンク内圧力が一時的に下がり、供給する酸素ガスの脈流が生じる。この事態を防ぐため、製品タンク107の圧力を常時モニタすることにより酸素生成量を制御する方法が考えられるが、製品タンク内圧力を計測するために新たに圧力センサを設置する必要が生じる。

30

本発明の酸素濃縮装置では、供給酸素の脈動を検出する脈動検知手段を備え、脈動の有無によりコンプレッサの空気供給量を制御する制御手段を備えたことを特徴とする。脈動検出手段は、供給する濃縮酸素のピーク流量及びボトム流量を測定する機能を備えた流量センサ302であり、所定時間当たりのピーク流量値またはボトム流量値が予め設定した閾値範囲を超えた場合に、制御手段401により該コンプレッサ103の空気供給量を増減させる制御を行なう。例えばピーク流量値或いはボトム流量値が設定流量値に対して±5%の範囲を超えた場合に脈流が発生したと判断し、コンプレッサの空気供給量を増加させるためモータ回転数を上げる制御を行なう。

40

流量センサ302には、電磁式、機械式、超音波式、熱式など各種流量センサが用いられる。超音波式流量センサは酸素濃度も同時に測定することができる。生成酸素の圧力は吸脱着のシーケンス毎に変動するため、脈流の検出は、圧力変動吸着法の吸脱着の1シーケンスにおける流量ピーク値(Lp)と流量ボトム値(Lb)を検知、演算することで行なう。所定閾値との比較は、絶対値での比較の他、流量変動率((Lp-Lb)/流量設定値)で管理することも可能である。

脈動の検知は、上記流量センサ302の他、調圧弁下流側に圧力センサ301を備えている場合には圧力変動の検知により脈動を検知することも可能である。

50

このように既設のセンサを用いて供給酸素ガスの脈動を検知し、検知結果に基づいて酸素生成量を制御することにより、酸素生成に必要なコンプレッサが供給する風量を最小限に抑えることができ、コンプレッサの小型化、装置の消費電力低減、静音化など酸素濃縮装置に求められる患者コンプライアンスを充足するための各種二次効果を実現することができる。

コンプレッサの小型化は、コンプレッサの圧縮性能や真空性能の機械余力を省くことになり、使用環境温度の影響を受けやすくなる。酸素濃縮装置の起動時には、コンプレッサの圧縮部にかかる圧力負荷、摩擦抵抗などにより定常運転時に比較してコンプレッサを駆動するモータに負荷がかかる。静的負荷抵抗の大きさは酸素濃縮装置の使用環境によって大きく変動し、特に冬季における低温環境下ではコンプレッサが起動しないという事態も生じることがある。原因として起動時の必要トルクが大きくなり駆動モータの起動電流が大きくなることが考えられ、トルク不足、場合によっては装置が起動しないという事態が生じる。

10

このような酸素濃縮装置起動時のコンプレッサ負荷を抑える方法は、酸素よりも窒素を選択的に吸着し得る吸着剤を充填した複数の吸着筒、該吸着筒へ加圧空気を供給するコンプレッサ、該コンプレッサと各吸着筒間の流路を順次切り換え、各吸着筒へ加圧空気を供給し濃縮酸素を取り出す吸着工程、各吸着筒を減圧し吸着剤を再生する脱着工程を所定タイミングで繰り返すための流路切換手段を具備した圧力変動吸着型酸素濃縮装置において、該吸着筒の下流側に吸着筒間を均圧する均圧弁を有した均圧流路を備え、かつ該コンプレッサの起動時に該均圧弁を開いた状態で起動させる起動制御手段を備えることを特徴とする酸素濃縮装置により実現可能である。

20

更に詳細には、かかる吸着筒が2つの吸着筒、該流路切換手段が各吸着筒とコンプレッサ、排気管を切り換える電磁弁であり、該起動制御手段が、該コンプレッサの起動時に所定時間、該電磁弁を介してコンプレッサと吸着工程側吸着筒とを連通させると共に、均圧弁を開き、脱着工程側吸着筒と電磁弁を介し排気管を連通させるように、該均圧弁及び該電磁弁の開閉制御を行なう手段であることを特徴とし、特に該流路切換手段が三方電磁弁であることを特徴とする酸素濃縮装置であり、かかる起動制御手段が、該コンプレッサの起動時の回転数を定常状態よりも低回転数で起動させる制御手段であることを特徴とする酸素濃縮装置により実現可能となる。

図2は、2筒式P S A型の圧力変動吸着型酸素濃縮装置を例示した概略装置構成図である。脱着工程での排気の経路が図1に示すV P S A型酸素濃縮装置ではコンプレッサ103の真空排気ラインを経由しているのに対して、図2のP S A型酸素濃縮装置では大気開放ラインに接続される点以外は、装置は同じ構成である。従って、加圧状態の吸着筒105を、三方電磁弁(切換弁)104a, 104bによって大気圧状態まで減圧し、吸着されていた窒素ガスを脱着させて吸着剤を再生させる。さらにこの脱着工程において、その脱着効率を高めるため、均圧弁102を介して吸着工程中の吸着筒の製品端側から酸素濃縮ガスをパージガスとして逆流させるようにしてもよい。

30

圧力変動吸着法で使用される吸着剤は圧力に依存するため、酸素濃縮装置の起動初期には吸着筒の圧力が十分に上昇しない間に製品端からガスが精製されるため、起動初期の生成ガスの酸素濃度は定常状態の90~95%という高濃度の酸素濃縮ガスに比較して低値となり、結果として製品タンク107中のガス交換が完了し酸素濃度が定常状態に達するのに時間を要することになる。本発明の装置の起動時には、コンプレッサ(圧縮機)103の起動と合わせて制御手段401により吸着筒105の下流側(製品端側)の均圧弁102を開く制御を行い、例えば吸着工程である吸着筒105aに加圧空気を供給し、生成初期のガスを均圧弁102を介して、脱着工程の吸着筒105bの製品端から回収する。通常は数秒で吸着筒105aは昇圧するので、その後均圧弁102を閉じ、通常の吸着工程を開始し、例えば90%といった高濃度酸素を逆止弁106aを介して生成タンクにする貯留する。

40

コンプレッサの起動時には定常運転状態に比較して負荷がかかる。特に冬季などの低温状態で起動する際にはコンプレッサの駆動トルクが上昇するため、場合によっては電源を

50

入れてもコンプレッサが起動しない状態になる。通常、コンプレッサ起動時には必要トルクが大きく、駆動モータの起動電流が大きくなる。

本発明の装置では、コンプレッサ駆動時には吸着工程の吸着筒105aと脱着工程の吸着筒105bを均圧弁102を介して連通した状態で起動するため、コンプレッサの圧縮部に加圧負荷が殆どかからず、実質的に圧力負荷のかからない状態での起動となり、上記のような必要以上に突入電流が上げるといったことが起こらず、起動させることができる。

従って、装置起動時には、起動を制御する制御手段401が、コンプレッサの起動時の回転数を定常状態よりも低回転数で起動させることも可能である。

酸素濃縮装置の制御手段401は、定常状態では種々の運転制御を行う。流量設定手段109の設定値、流量センサ302による製品ガス流量値、酸素濃度センサ301による生成された酸素濃縮ガスの酸素濃度を検知し、制御手段401によりコンプレッサ103の電動機の回転数を制御することで吸着筒105への供給風量を制御する。設定流量が低流量の場合には回転数を落とすことで生成酸素量を抑え、且つ消費電力の低減を図る。切換弁104a, 104b, 均圧弁102の切り換えタイミングを制御し、吸脱着シーケンスタイムを変更することで最適な酸素生成を実現する。

コンプレッサの小型化は、それを搭載する酸素濃縮装置が発生する騒音の低減に有効である。しかし、その効果は定常運転時における効果であって、装置の起動時や停止時には大きな騒音が発生する。騒音低減、振動防止のために医療用酸素濃縮装置には各種の対策が採られている。例えば、レシプロ型コンプレッサから騒音の低いスクロール型、ヘリカル型コンプレッサに変更したり、ボックスやダクトを用いて遮蔽する方法、吸気管、排気管に共鳴型あるいは膨張型消音器を設置したり、筐体に吸音材を貼り付けたりする方法が採られている。定常運転中の騒音低減対策は上記のように、コンプレッサそのものの改良から筐体改良や消音器の搭載など各種の方法が行なわれている。しかし、装置に起動時や停止時の対策は全く採られていない。装置起動時には通常、酸素濃縮器の使用者である呼吸器疾患患者は起床しているが、装置停止時には患者は睡眠中で介護者が停止操作を行う可能性があり、停止時の騒音あるいは振動が就寝中の患者や周囲の人を起こしてしまう可能性がある。従って、圧力変動吸着型酸素濃縮器の装置停止時の騒音、振動を防止する技術が必要となる。

かかる課題は、酸素よりも窒素を選択的に吸着し得る吸着剤を充填した複数の吸着筒、該吸着筒へ加圧空気を供給するコンプレッサ、該コンプレッサと各吸着筒間の流路を順次切り換え、各吸着筒へ加圧空気を供給し濃縮酸素を取り出す吸着工程、各吸着筒を減圧し吸着剤を再生する脱着工程を所定タイミングで繰り返すための流路切換手段を具備した圧力変動吸着型酸素濃縮装置において、装置停止時に該吸着筒の内圧を常圧にする該流路切換手段の切り換え制御を行なう停止制御手段を備え、装置停止指令信号を受信した後、該吸着筒内圧が所定圧以下の時点で該コンプレッサの駆動を停止する制御を行なう手段であることを特徴とする酸素濃縮装置により解決する。

また、加圧側吸着筒と真空脱着側吸着筒の製品端同士を連通する均圧弁を備えた均圧流路をさらに備え、該停止制御手段が、装置停止指令信号に基づいて該均圧弁を開き、均圧弁を開放した状態で該コンプレッサの駆動を停止する制御を行なう手段、あるいは装置停止指令信号に基づいて、加圧側吸着筒とコンプレッサの真空ライン、真空脱着側吸着筒とコンプレッサ加圧ラインを連通するように該流路切換手段の切り換え制御を行い、切り換え制御の実施と同時に乃至その直後に該コンプレッサの駆動を停止する制御を行なう手段とすることで解決する。

具体的には、該停止制御手段が、該吸着筒内圧の最大圧力値の50%以下の時点で該コンプレッサの駆動を停止する制御を行なう手段であることを特徴とし、特に該吸着筒が2つの吸着筒、該コンプレッサが該吸着筒へ加圧空気を供給すると共に真空減圧する機能を備えたコンプレッサであり、該コンプレッサと各吸着筒間の流路を順次切り換え、各吸着筒へ加圧空気を供給し濃縮酸素を取り出す吸着工程、各吸着筒を真空減圧し吸着剤を再生する脱着工程を所定タイミングで繰り返すための流路切換手段を具備したことを特徴とす

10

20

30

40

50

る酸素濃縮装置に適用される。

かかる実施態様を、図1に記載の酸素濃縮装置を用いて説明する。V P S A型の酸素濃縮装置では、一方の吸着筒105aが加圧吸着工程を行っている場合は、他方の吸着筒105bでは真空脱着工程を行い、吸着工程、脱着工程を各々逆位相の形で順次切り替え、酸素を連続的に生成している。

装置停止時には、該吸着筒105a, 105bの内圧を常圧にするため、流路切換弁104a, 104bの切り換え制御を行なう制御手段401が、装置停止指令信号を受信した後、吸着筒内圧が所定圧以下の時点でコンプレッサ103の駆動を停止する制御を行なう。すなわち、吸脱着工程終了直後の圧力差が大きい時点ではなく、所定時間後の吸着筒間の圧力差が少ない時点でコンプレッサを停止させるように制御することにより、停止時の静穏化、振動抑制を実現する。

10

具体的には、加圧側吸着筒105aと真空脱着側吸着筒105bの製品端同士を連通する均圧弁102を備えた均圧流路を用い、停止制御手段401が、装置停止指令信号に基づき、均圧弁102を開き、製品ガスの一部を用いて脱着側吸着筒105bのパージを行なう均圧パージ工程の状態ではコンプレッサの駆動を停止する。均圧弁102を開くことにより加圧側吸着筒105aは最大圧力の50%以下になり、この状態でコンプレッサを停止させることで残圧も自動的に排気され、静穏状態で装置停止が実現できる。

また、制御手段401が、装置停止指令信号に基づいて、加圧側吸着筒105aとコンプレッサ103の真空ライン、真空脱着側吸着筒105bとコンプレッサ加圧ラインを連通するように流路切換弁104a, 104bの切り換え制御を行い、吸着工程と脱着工程の切り換え制御を行なったと同時に或いはその直後に該コンプレッサの駆動を停止する制御を行なうことで、大気圧付近でコンプレッサを停止させることができ、装置停止時の静穏化、制振化が実現できる。

20

酸素濃縮装置を停止させる際の留意点について更に付記する。一般にV P S A型酸素濃縮装置を停止させる際には、停止中の吸着剤劣化及び再起動時の早期の運転安定化など、多くのことに留意する必要がある。特に、装置運転停止時に吸着床やコンプレッサや配管中などの水分を排出するという点は従来の装置では考慮されておらず、運転停止後の吸着床内に残存している水分による吸着剤の吸湿劣化や、コンプレッサ、切換弁などにおける結露、錆びなどが問題となる。排気工程終了後に停止することで水分を排出する方法も考えられるが、その場合、一方の筒の水分は排出されるが、もう一方の筒には水分が溜まる。製品タンクからの製品ガスによるパージには、吸着床と製品タンク間に設けられる逆止弁で対応できず、新たに電磁弁を設ける必要が生じる。従って、装置停止後の吸着床や切換弁などにおける吸湿、結露を防止する技術が重要となる。

30

かかる課題は、酸素よりも窒素を選択的に吸着し得る吸着剤を充填した複数の吸着筒、該吸着筒へ加圧空気を供給すると共に真空減圧する機能を備えたコンプレッサ、該コンプレッサと各吸着筒間の流路を順次切り換え、各吸着筒へ加圧空気を供給し濃縮酸素を取り出す吸着工程、各吸着筒を真空減圧し吸着剤を再生する脱着工程を所定タイミングで繰り返すための流路切換手段を具備した圧力変動吸着型酸素濃縮装置において、装置停止時に該吸着筒の内圧を常圧にする該流路切換手段の切り換え制御を行なう停止制御手段を備えることを特徴とする酸素濃縮装置により解決される。

40

また該停止制御手段が、コンプレッサの停止信号に基づいて、加圧側吸着筒とコンプレッサの真空ライン、真空脱着側吸着筒とコンプレッサ加圧ラインを連通するように該流路切換手段の切り換え制御を行なう手段であることを特徴とし、特に該停止制御手段が、コンプレッサの停止信号に基づいて、加圧側吸着筒とコンプレッサの真空ライン、真空脱着側吸着筒とコンプレッサ加圧ラインを連通するように該流路切換手段の切り換え制御を実施した後、更に該加圧側吸着筒とコンプレッサの加圧ライン、該真空脱着側吸着筒とコンプレッサ真空ラインを連通するように該流路切換手段の切り換え制御を行なう手段であることを特徴とする酸素濃縮装置が実施態様として上げられる。

また加圧側吸着筒と真空脱着側吸着筒の製品端同士を連通する均圧弁を備えた均圧流路をさらに備え、該停止制御手段が、該均圧弁が開いた状態で該コンプレッサの駆動を停止

50

する制御を行なう手段であること、該吸着筒が2つの吸着筒であり、該流路切換手段が吸着筒とコンプレッサの加圧ラインまたは真空ラインとを切り換える三方弁から構成され、且つ電源停止時に、該吸着筒と該コンプレッサの真空ラインが接続されることを特徴とする酸素濃縮装置が好ましい態様例として考えられる。

かかる酸素濃縮装置では、VPSA型酸素濃縮装置の加圧吸着工程側と真空脱着工程側の双方の吸着床を大気圧状態で停止させることで、装置停止中における装置のガス移動を抑制することが出来、特に真空側吸着床への高湿度の外部空気の流入を防止することが出来る。また装置停止後の装置温度低下に伴う加圧空気の結露発生を、加圧空気の大気圧まで減圧排気すること未然に防止することが出来る。

更に2筒の吸着床とコンプレッサの加圧/真空を切り換える三方弁を、電源停止時に、吸着筒の双方がコンプレッサの真空ライン側に連通する接続形式を採用することで、若干吸着床の残る残圧をシールの甘いコンプレッサの真空ライン側板弁を介して排気することが出来、装置内を常圧に維持することが可能となる。

かかる実施態様を、図1に記載の酸素濃縮装置を用いて説明する。VPSA型の酸素濃縮装置では、一方の吸着筒105aが加圧吸着工程を行っている場合は、他方の吸着筒105bでは真空脱着工程を行い、吸着工程、脱着工程を各々逆位相の形で順次切り替え、酸素を連続的に生成している。吸着床105a, 105bの圧力が各々ゼロ(大気圧)になった時点でコンプレッサ103を停止できれば吸着筒内圧を大気圧で停止できるが、現実にはコンプレッサ103は、停止信号を受信してもコンプレッサは慣性で若干の時間駆動するため、両筒を大気圧状態で停止させる制御は困難である。装置停止信号そのものは、吸脱着工程終了直後の圧力差が大きい時点ではなく、所定時間後の吸着筒間の圧力差が小さい時点でコンプレッサを停止させるように制御するのが、両筒を大気圧に戻す効率の点から好ましい。またコンプレッサの停止時の静穏化、振動抑制の点からも好ましい。

装置停止後に、吸着床の圧力を大気開放する方法もあるが、VPSA装置の場合には、排気ラインはコンプレッサ103の真空ラインに接続されている為、コンプレッサ停止と共に排気も停止する。

本発明の装置では、装置停止時に該吸着筒の内圧を常圧にするため、コンプレッサ103の停止信号に基づいて、加圧側吸着筒105aとコンプレッサ加圧ライン、真空脱着側吸着筒105bとコンプレッサ真空ラインに接続されている流路切換弁104a, 104bを、加圧側吸着筒とコンプレッサの真空ライン、真空脱着側吸着筒とコンプレッサ加圧ラインを連通するように流路切換弁105a, 105bの切り換え制御を行なう。これにより、慣性で動くコンプレッサを利用して、加圧側吸着筒の減圧、真空側吸着筒の加圧を行なう。かかる操作により、吸着筒の常圧による均圧が達成されるが、残圧が残る場合もあり、さらに加圧側吸着筒とコンプレッサの加圧ライン、真空脱着側吸着筒とコンプレッサ真空ラインを連通するように流路切換弁を再度切り換えることで残圧を排気する。

加圧側吸着筒と真空脱着側吸着筒の製品端同士を連通する均圧弁102を備えており、通常吸脱着工程に均圧工程や製品パージ工程を行う。本発明では、停止制御手段401は、均圧弁が開いた状態でコンプレッサの駆動を停止する制御を同時に行い、原料端での均圧だけではなく、吸着筒の製品端同士の均圧を行なう。

図1に示すように2つの吸着筒を用い、流路切換手段として吸着筒とコンプレッサの加圧ラインまたは真空ラインとを切り換える三方弁を用いて流路を構成する場合、電源停止時に、吸着筒とコンプレッサの真空ラインが接続されるように流路を設定するのが好ましい。電源停止時のノーマルオープンの流路を吸着筒とコンプレッサの真空ラインに接続することにより、仮に吸着床が加圧状態で停止したとしても、機密シールの甘いコンプレッサの真空ライン側板弁を介してかかる残圧を排気することが出来、装置内を常圧に維持することが可能となる。

発明の効果

本発明の酸素濃縮装置は、既設のセンサを用いて供給酸素ガスの脈動を検知し、検知結果に基づいて酸素生成量を制御することにより、酸素生成に必要なコンプレッサが供給する風量を最小限に抑えることができ、コンプレッサの小型化、装置の消費電力低減、静音化

10

20

30

40

50

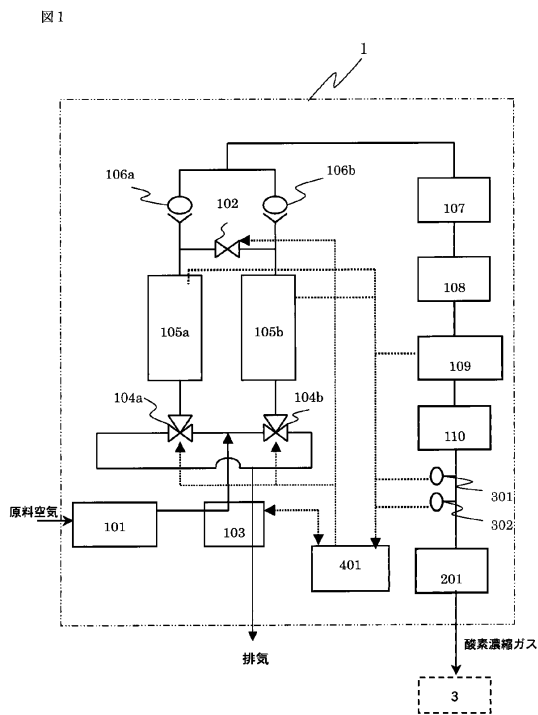
など酸素濃縮装置に求められる患者コンプライアンスを充足するための各種二次効果を実現することができる。

また、消費電力の低減に伴う起動時のコンプレッサの負荷トルクの上昇に対して、均圧弁を介して加圧側吸着筒、脱着側吸着筒が連通し、加圧空気が吸着筒内圧の加圧に利用されることなく、そのまま排気側に流れる制御を行なうことにより、実質的に圧力負荷のない状態でコンプレッサを起動させることが可能となる。従って、起動時に起動電流が大きくなることがなくなり、起動時の突入電流の低減に寄与する。また、起動時初期に加圧側吸着筒の製品端から生成される、不純物を含む低酸素濃度ガスを均圧弁を介して脱着工程側吸着筒に回収することで低濃度酸素ガスが製品タンク側に流れることを防止することが出来、90%といった高濃度酸素ガスを早期に使用者に供給することが出来る。

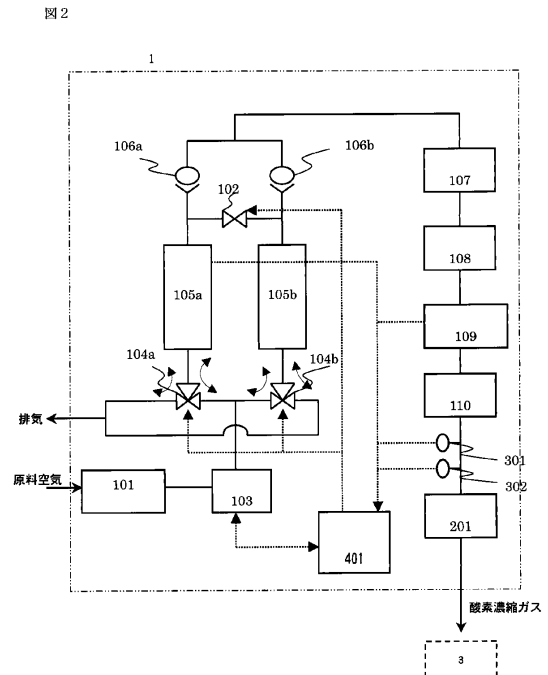
10

更に、コンプレッサの停止を吸着筒内圧が所定圧、特に最大吸着筒圧の50%以下の時点で駆動停止する制御を行なうことで、コンプレッサの停止騒音及び振動を抑えることが出来る。そのためには装置停止指令信号に基づいて該均圧弁を開き、均圧弁を開放した加圧パージ工程の状態でのコンプレッサの駆動を停止する、あるいは加圧側吸着筒とコンプレッサの真空ライン、真空脱着側吸着筒とコンプレッサ加圧ラインを連通するように該流路切換手段の切り換え制御を行なうと同時乃至その直後に停止することで実現可能である。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-259342(JP,A)
特開2000-354630(JP,A)
特開平02-157011(JP,A)
特開2005-052757(JP,A)
特開平11-207128(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61M 16/10