

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6753298号
(P6753298)

(45) 発行日 令和2年9月9日(2020.9.9)

(24) 登録日 令和2年8月24日(2020.8.24)

(51) Int.Cl. F I
F 2 5 J 3/04 (2006.01) F 2 5 J 3/04 1 0 1

請求項の数 6 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-243281 (P2016-243281) (22) 出願日 平成28年12月15日(2016.12.15) (65) 公開番号 特開2018-96645 (P2018-96645A) (43) 公開日 平成30年6月21日(2018.6.21) 審査請求日 令和1年8月5日(2019.8.5)</p>	<p>(73) 特許権者 000006655 日本製鉄株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 (74) 代理人 100101557 弁理士 萩原 康司 (74) 代理人 100096389 弁理士 金本 哲男 (72) 発明者 姫田 章夫 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新 日鐵住金株式会社内 審査官 中村 泰三</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空気液化分離方法および空気液化分離装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

原料空気圧縮機で圧縮された原料空気を、原料空気管を介して水洗冷却塔、MS吸着器、主熱交換器、高圧部と低圧部とを有する精留塔の順に供給して、前記精留塔で製品酸素、製品窒素、及び粗アルゴンを生成する空気液化分離方法であって、

前記原料空気中の酸素濃度の一定時間における平均値が、予め設定した閾値を下回ると、前記原料空気の供給量を増量するとともに、前記原料空気の増加量に応じて、前記精留塔からの粗アルゴンの抜き取り量を増量し、前記平均値が元に戻ると、前記原料空気の供給量および粗アルゴンの抜き取り量を元に戻すことを特徴とする、空気液化分離方法。

【請求項2】

前記原料空気中の酸素濃度の10～30分間の平均値が、20.5%を下回ると、前記原料空気の供給量を2%増量し、前記平均値が20.9%になると、前記原料空気の供給量を元に戻すことを特徴とする、請求項1に記載の空気液化分離方法。

【請求項3】

前記原料空気の供給量を増量する際、前記粗アルゴンの抜き取り量を2%増量することを特徴とする、請求項2に記載の空気液化分離方法。

【請求項4】

前記原料空気中の酸素濃度をリアルタイムで計測することを特徴とする、請求項1～3のいずれか一項に記載の空気液化分離方法。

【請求項5】

10

20

原料空気を圧縮する原料空気圧縮機と、前記原料空気圧縮機から原料空気を介して水洗冷却塔、MS吸着器、主熱交換器、高圧部と低圧部とを有する精留塔が順に配置され、前記精留塔で製品酸素、製品窒素、及び粗アルゴンを生成する空気液化分離装置であって、

前記原料空気中の酸素濃度を検知する酸素濃度検知部と、前記酸素濃度に応じて前記原料空気の供給量及び前記粗アルゴンの抜き取り量を制御する制御部とを有し、

前記制御部は、前記酸素濃度の一定時間における平均値が、予め設定した閾値を下回ると、前記原料空気の供給量を増量するとともに、前記原料空気の増加量に応じて、前記精留塔からの粗アルゴンの抜き取り量を増量し、前記平均値が元に戻ると、前記原料空気の供給量および粗アルゴンの抜き取り量を元に戻すことを特徴とする、空気液化分離装置。

10

【請求項6】

前記酸素濃度検知部は、前記MS吸着器と前記主熱交換器との間に設けられたジルコニア式酸素濃度計であることを特徴とする、請求項5に記載の空気液化分離装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、原料空気から酸素、窒素、およびアルゴンガスを分離する空気液化分離方法および空気液化分離装置に関するものであり、殊に、原料空気の酸素濃度が低下しても安定して製品酸素を供給できる方法および装置に関する。

【背景技術】

20

【0002】

例えば製鉄所などに設置される空気の液化分離装置、いわゆる深冷空気液化分離装置において、原料空気は、原料空気圧縮機により圧縮した後、水洗冷却塔で予冷され、さらにMS吸着器で水分や炭酸ガスが除去されて、主熱交換器で冷却される。冷却された原料空気は、高圧部および低圧部を有する精留塔で酸素と窒素及びアルゴン原料ガスに分離され、酸素は製品酸素として、窒素は製品窒素として、それぞれ需要先に供給される。アルゴン原料ガスは、精留塔の外部に設けられた粗アルゴン塔に送り出し、さらに精留が行われる。

【0003】

製鉄所等の敷地内に、このような空気液化分離装置のプラントが複数併設されている場合、隣接する他のプラントが放散する窒素の影響を受けて、原料となる空気中の窒素濃度が一時的に上昇し、これに伴い酸素濃度が一時的に低下することがある。近年用いられている高収率酸素製造用空気液化分離装置においては、一時的に原料空気中の窒素濃度が増加し酸素濃度が低下すると、精留バランスが崩れて精留が不安定になる。特に、アルゴンを分離精製する空気液化分離装置では、精留不能となったり、製品酸素純度の低下を起ししやすい。

30

【0004】

これに対し、供給する製品酸素量を一時的に減量して対応する方法もあるが、原料空気の酸素濃度低下が頻発すれば、その都度製品酸素量を調整しなければならず、操作が煩雑になる。しかも、必要とされる製品酸素量が供給できなくなるという問題が生じる。

40

【0005】

そこで、特許文献1には、原料空気中の酸素濃度が低下し、精留が不安定になることを防止する手段として、主凝縮器の液体酸素を高圧部に注入する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2016-80297号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

50

しかしながら、粗アルゴン塔を有する空気液化分離装置の場合、上記特許文献1のように、アルゴンの供給量が変わらず酸素のみを増量する方法では、粗アルゴン中の酸素濃度が上昇し、アルゴン精製装置の脱酸素塔での酸素反応量が増えすぎて過熱し、能力超過に至る場合がある。

【0008】

本発明の目的は、粗アルゴン塔を有する高収率酸素製造用の深冷空気液化分離装置において、原料空気中の酸素濃度が低下しても安定して製品酸素の製造量および純度を維持することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記問題を解決するため、本発明は、原料空気圧縮機で圧縮された原料空気を、原料空気を介して水洗冷却塔、MS吸着器、主熱交換器、高圧部と低圧部とを有する精留塔の順に供給して、前記精留塔で製品酸素、製品窒素、及び粗アルゴンを生成する空気液化分離方法であって、前記原料空気中の酸素濃度の一定時間における平均値が、予め設定した閾値を下回ると、前記原料空気の供給量を増量するとともに、前記原料空気の増加量に応じて、前記精留塔からの粗アルゴンの抜き取り量を増量し、前記平均値が元に戻ると、前記原料空気の供給量および粗アルゴンの抜き取り量を元に戻すことを特徴とする、空気液化分離方法を提供する。

【0010】

前記空気液化分離方法において、前記原料空気中の酸素濃度の10～30分間の平均値が20.5%を下回ると、前記原料空気の供給量を2%増量し、前記平均値が20.9%になると、前記原料空気の供給量を元に戻してもよい。前記原料空気の供給量を増量する際、前記粗アルゴンの抜き取り量を2%増量してもよい。

【0011】

前記原料空気中の酸素濃度をリアルタイムで計測することが好ましい。

【0012】

また、本発明は、原料空気を圧縮する原料空気圧縮機と、前記原料空気圧縮機から原料空気を介して水洗冷却塔、MS吸着器、主熱交換器、高圧部と低圧部とを有する精留塔が順に配置され、前記精留塔で製品酸素、製品窒素、及び粗アルゴンを生成する空気液化分離装置であって、前記原料空気中の酸素濃度を検知する酸素濃度検知部と、前記酸素濃度に応じて前記原料空気の供給量及び前記粗アルゴンの抜き取り量を制御する制御部とを有し、前記制御部は、前記酸素濃度の一定時間における平均値が、予め設定した閾値を下回ると、前記原料空気の供給量を増量するとともに、前記原料空気の増加量に応じて、前記精留塔からの粗アルゴンの抜き取り量を増量し、前記平均値が元に戻ると、前記原料空気の供給量および粗アルゴンの抜き取り量を元に戻すことを特徴とする、空気液化分離装置を提供する。

【0013】

前記空気液化分離装置において、前記酸素濃度検知部は、前記MS吸着器と前記主熱交換器との間に設けられたジルコニア式酸素濃度計でもよい。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、原料空気の酸素濃度が一時的に低下しても、粗アルゴン中の酸素濃度上昇を抑制しつつ、製品酸素を安定的に精留することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本実施の実施形態にかかる空気液化分離装置の構成を示す図である。

【図2】図1の空気液化分離装置の精留塔の低圧部内の平常時の状態を示す説明図である。

。

【図3】図1の空気液化分離装置の精留塔の低圧部内の、酸素濃度が低下したときの状態を示す説明図である。

10

20

30

40

50

【図4】図1の空気液化分離装置の精留塔の低圧部内の、酸素濃度が低下した後、原料空気の供給量を増量したときの状態を示す、本発明の実施形態の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態を、図を参照して説明する。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0017】

空気液化分離装置1は、吸入フィルタ10を介して吸い込まれた空気を圧縮して原料空気として供給する原料空気圧縮機11と、冷却水と原料空気とを接触させることで原料空気の冷却及び除塵を行う水洗冷却塔12と、水洗冷却塔12を通過した原料空気から水と二酸化炭素を除去するMS(Molecular Sieve)吸着器13と、原料空気を所定の温度まで冷却する主熱交換器14と、原料空気から製品酸素と製品窒素とに分離するパッキントレータイプの精留塔15と、を有している。これらの機器は、原料空気管20を介して、この順で直列に接続されている。さらに、精留塔15の下流側には、精留塔15で分離されたアルゴン原料ガスから粗アルゴンガスを生成する粗アルゴン塔16が設けられている。

10

【0018】

原料空気管20の、MS吸着器13と主熱交換器14との間には、原料空気の酸素濃度を検出する酸素濃度検知部としての酸素濃度計21、および、原料空気の流量を計測する流量計22が設けられている。酸素濃度計21は、応答性が速くリアルタイムで計測できるものが好ましく、例えばジルコニア式酸素濃度計が用いられる。流量計22は、例えばオリフィス流量計が用いられる。

20

【0019】

精留塔15は、高圧で温度が高い高圧部15aと、高圧部よりも低圧で温度が低い低圧部15bとを有している。なお、本実施の形態では、低圧部15bは高圧部15aの上方に配置されているが、そうした態様に限らず、低圧部15bと高圧部15aを別置タイプにする等といった種々の態様とすることも可能である。主熱交換器14を通過して精留塔15の高圧部15aへ接続される原料空気管20は、その一部が分岐し、その分岐管20aは膨張タービン23を介して低圧部15bに接続されている。低圧部15bに送られる原料空気は、膨張タービン23により減圧されることで、高圧部15aに送られる原料空気よりも低温になる。

30

【0020】

低圧部15bの上部には、低圧部15bから純度の高い製品窒素を抽出する窒素抽出管31が設けられている。窒素抽出管31により抽出された製品窒素は、過冷却器51を通過した後、主熱交換器14に送られ、主熱交換器14で原料空気と熱交換が行われる。

【0021】

また、低圧部15bの下部には、低圧部15bから製品酸素を抽出する酸素抽出管32が設けられている。酸素抽出管32により抽出された製品酸素は、主熱交換器14に送られ、主熱交換器14で原料空気と熱交換が行われる。

40

【0022】

低圧部15bの上部の、窒素抽出管31との接合部よりも下方には、製品窒素よりも純度の低い廃窒素を抽出する廃窒素抽出管33が設けられている。廃窒素抽出管33により抽出された廃窒素は、過冷却器52を通過し、さらに主熱交換器14で原料空気と熱交換を行った後、MS吸着器13に送られる。MS吸着器13では、MS吸着器13に吸着した二酸化炭素や水分を廃窒素により除去する再生工程が行われる。廃窒素抽出管33には圧力調整弁43が設けられ、この圧力調整弁43により、低圧部15b内の圧力を一定に保ち、圧力が高くなると余分な廃窒素を排出するようになっている。

【0023】

高圧部15aの底部には、液体空気抽出管34が設けられている。液体空気抽出管34

50

から抽出された液体空気は、過冷却器 5 1 および膨張弁 4 4 により低圧部 1 5 b の圧力に減圧された後、低圧部 1 5 b の高さ方向中央部に導入される。

【 0 0 2 4 】

高圧部 1 5 a の上部には頂部還流窒素抽出管 3 5 が設けられている。頂部還流窒素抽出管 3 5 から抽出された中圧窒素ガスは、過冷却器 5 1 および膨張弁 4 5 により低圧部 1 5 b の圧力に減圧された後、低圧部 1 5 b の上部に導入されて還流液化窒素となる。さらに、高圧部 1 5 a の高さ方向中央部には中部還流窒素抽出管 3 6 が設けられ、中部還流窒素抽出管 3 6 から抽出された窒素ガスは、過冷却器 5 2 および膨張弁 4 6 により低圧部 1 5 b の圧力に減圧された後、低圧部 1 5 b の上部の、頂部還流窒素抽出管 3 5 からの導入部分よりも下方に導入されて還流液化窒素となる。

10

【 0 0 2 5 】

高圧部 1 5 a と低圧部 1 5 b とは、主凝縮器 3 0 を介して接続されている。なお、主凝縮器 3 0 は、精留塔 1 5 内の高圧部 1 5 a と低圧部 1 5 b との間に内蔵されてもよい。

【 0 0 2 6 】

低圧部 1 5 b の下部の酸素濃度が高い部分よりも上方に、アルゴンガスの濃度が比較的高い部分が生じ、その部分からアルゴン原料ガスを抽出して粗アルゴン塔 1 6 に供給するアルゴン原料ガス抽出管 3 7 が設けられている。アルゴン原料ガス抽出管 3 7 は、粗アルゴン塔 1 6 の下部に接続される。粗アルゴン塔 1 6 に供給されたアルゴン原料ガスは上昇ガスとなり、粗アルゴン塔 1 6 の上部に設けられた後述する凝縮器 5 3 で液化され還流液となって下降し、粗アルゴン塔 1 6 の底部には液体酸素が滞留する。

20

【 0 0 2 7 】

粗アルゴン塔 1 6 の底部に滞留した液体酸素は、粗アルゴン塔 1 6 の底部に接続された第二の液体空気抽出管 3 8 により、例えば低圧部 1 5 b におけるアルゴン原料ガス抽出管 3 7 の下方に導入される。また、粗アルゴン塔 1 6 の上部には、粗アルゴン塔 1 6 内のアルゴン原料ガスを冷却して凝縮させる凝縮器 5 3 が設けられている。高圧部 1 5 a の底部に設けられた液体空気抽出管 3 4 から抽出された液体空気の一部は、この凝縮器 5 3 に供給される。凝縮器 5 3 で凝縮したアルゴン原料ガスは、粗アルゴン塔 1 6 の下部に向けて還流し、粗アルゴン塔 1 6 内を上昇するアルゴン原料ガスとの間で熱交換が行われる。

【 0 0 2 8 】

粗アルゴン塔 1 6 内のアルゴンガスは、粗アルゴンとして粗アルゴンガス抽出管 3 9 から抽出され、熱交換器 5 4 を介してアルゴン精製装置 5 5 に送られる。熱交換器 5 4 からアルゴン精製装置 5 5 へ向けて粗アルゴンを送り出す管 6 1 の途中には、アルゴン量検出器 6 2 が設けられ、アルゴン精製装置 5 5 から熱交換器 5 4 へ向けて精製されたアルゴンを送り出す管 6 3 の途中には、温度計 6 4 が設けられている。

30

【 0 0 2 9 】

以上の空気液化分離装置 1 には、制御部 1 0 0 が設けられている。制御部 1 0 0 は、例えば CPU やメモリなどを備えたコンピュータにより構成され、各種機器の動作状態の監視や動作の制御、各計測機器の測定値を用いた演算、弁の開閉制御等を行う。

【 0 0 3 0 】

次に、上記の空気液化分離装置 1 を用いた、本実施形態にかかる空気液化分離方法を説明する。

40

【 0 0 3 1 】

空気液化分離装置 1 で製品酸素及び製品窒素を生成するにあたっては、まず、原料空気圧縮機 1 1 で圧縮されて高温高圧となった原料空気が、水洗冷却塔 1 2 に供給される。このとき、原料空気圧縮機 1 1 出口の原料空気の温度は、概ね 1 0 0 程度である。

【 0 0 3 2 】

水洗冷却塔 1 2 では、原料空気が 1 0 程度まで冷却されるとともに除塵が行われる。除塵された原料空気は、MS 吸着器 1 3 に供給される。MS 吸着器 1 3 では、主熱交換器 1 4 および精留塔 1 5 での氷やドライアイスが発生を防止するために、原料空気から水分と二酸化炭素が除去される。

50

【 0 0 3 3 】

M S 吸着器 1 3 を通過した原料空気は、主熱交換器 1 4 に供給されて、主熱交換器 1 4 により例えば約 - 1 7 0 程度まで冷却される。冷却された原料空気は、一部液化した状態で高圧部 1 5 a に供給され、高圧部 1 5 a の底部には液体空気が徐々に溜まっていく。また、M S 吸着器 1 3 を通過した原料空気の一部は分岐管 2 0 a により膨張タービン 2 3 に導かれ、膨張タービン 2 3 で減圧された原料空気が低圧部 1 5 b に供給される。

【 0 0 3 4 】

高圧部 1 5 a では、原料空気が粗精留され、液体空気と窒素に分離される。高圧部 1 5 a で分離された窒素の一部は、主凝縮器 3 0 で凝縮されて液化され、液化された窒素は低圧部 1 5 b の上部に還流する。また、高圧部 1 5 a で分離された液体空気は、液体空気抽出管 3 4 を通り膨張弁 4 4 を介して気液混合状態で低圧部 1 5 b の中間部に供給される。

【 0 0 3 5 】

低圧部 1 5 b では、原料空気がさらに精留され、低圧部 1 5 b の上部には窒素が溜まり、低圧部 1 5 b の上部ほど窒素の純度が高くなる。また、低圧部 1 5 b の下部には製品酸素が溜まる。低圧部 1 5 b の上部に溜まった純度の高い製品窒素は、窒素抽出管 3 1 を通って主熱交換器 1 4 に送られ、主熱交換器 1 4 で原料空気と熱交換が行われて昇温し、図示しない圧縮機で所定圧力に圧縮されて需要先へ供給される。

【 0 0 3 6 】

また、低圧部 1 5 b の下部に溜まった製品酸素は、酸素抽出管 3 2 を通って主熱交換器 1 4 に送られ、主熱交換器 1 4 で原料空気と熱交換が行われて昇温し、図示しない圧縮機で所定圧力に圧縮されて需要先へ供給される。

【 0 0 3 7 】

粗アルゴン塔 1 6 から抽出された粗アルゴンガスは、熱交換器 5 4 を介してアルゴン精製装置 5 5 に送られ、アルゴン精製装置 5 5 内に設けられた脱酸素塔において、水素ガスを加えて酸素が除去され、再び熱交換器 5 4 を介して、さらにアルゴンを最終精製する図示しない精製器へ送られる。アルゴン精製装置 5 5 へ送られるアルゴン量はアルゴン量検出器 6 2 で測定され、さらにアルゴン精製装置 5 5 から送られたアルゴンガスの温度を温度計 6 4 で測定することにより、アルゴン精製処理がアルゴン精製装置 5 5 の能力を超えないように監視する。

【 0 0 3 8 】

以上のような空気液化分離装置 1 において、図 2 は、原料空気が通常の大気、すなわち酸素濃度が 2 0 . 9 % のときの、精留塔 1 5 の低圧部 1 5 b の内部の状態を示す。原料空気の窒素濃度は 7 8 . 1 %、アルゴン濃度は 0 . 9 3 % とする。低圧部 1 5 b の上部は窒素濃度が高いエリア 1 5 1 であり、下部は酸素濃度が高いエリア 1 5 3、その中間が、アルゴン濃度が高いエリア 1 5 2 となっている。なお、図 2 では、各エリア 1 5 1、1 5 2、1 5 3 の境界を直線状に示したが、実際は、境界部分には複数種類の気体が混じる範囲が存在し、後述の図 3、図 4 についても同様である。この状態で、原料空気 293,000 N m³ / H の原料空気中の酸素量は、

$$293,000 (\text{N m}^3 / \text{H}) \times 20.9\% = 61,230 (\text{N m}^3 / \text{H})$$

であり、空気液化分離装置 1 の酸素収量を 98% とすると、

$$61,230 (\text{N m}^3 / \text{H}) \times 98\% = 60,000 (\text{N m}^3 / \text{H})$$

で、製品酸素の製造能力が 60,000 N m³ / H となる。

【 0 0 3 9 】

図 3 は、原料空気取込口付近の窒素濃度が上昇 (7 8 . 5 %) することで、原料空気中の窒素濃度が高く、それにより酸素濃度が 2 0 . 5 %、アルゴン濃度が 0 . 9 1 % に低下した際、従来通り (一定) の原料空気の供給量、酸素、窒素およびアルゴンガスの抽出量とした場合の低圧部 1 5 b の内部の状態を示す。この場合、窒素 - 酸素バランスが変化し、低圧部 1 5 b 内の窒素濃度が高くなり、粗アルゴン塔 1 6 に供給されるアルゴン原料ガスに混入する窒素の量が増え、粗アルゴン塔 1 6 の精留が不安定になる。また、沸点の低い窒素の濃度上昇により低圧部 1 5 b 内の温度が下がり、アルゴン濃度が高いエリア 1 5

2が下方に下がってくる。アルゴンが低圧部15b内の還流液に接すると、低圧部15bの温度が下がっているためにアルゴンが還流液中に溶解しやすく、低圧部15b下部の液体酸素の純度が低下するという現象が起きる。すなわち、酸素量が減少するとともに、酸素純度が低下する。この状態では、原料空気293,000Nm³/Hの原料空気中の酸素量は

、
 $293,000(\text{Nm}^3/\text{H}) \times 20.5\% = 60,000(\text{Nm}^3/\text{H})$

であり、空気液化分離装置1の酸素収量を98%とすると、

$60,000(\text{Nm}^3/\text{H}) \times 98\% = 58,800(\text{Nm}^3/\text{H})$

で、製品酸素の製造能力が図2の場合よりも2%低下する。すなわち、酸素純度、酸素量ともに低下している。

10

【0040】

図4は、原料空気の酸素濃度が20.5%に低下した際に、原料空気の供給量を2%増量した場合の低圧部15bの内部の状態を示す。このときの原料空気は、図3の場合と同様に、窒素濃度が高くなっている。この場合、空気液化分離装置1に供給される酸素の絶対量は戻るものの、原料空気中の窒素濃度が高いため、低圧部15b内の窒素-酸素バランスは悪いままであり、このままでは酸素純度が低下する。そこで、アルゴン原料ガスの抜き取り量を2%増量することで、アルゴン濃度が高いエリア152が下がるのを抑制し、酸素量と酸素濃度の確保を図る。また、原料空気の供給量を増量することで、低圧部15b内の窒素量も当然増えるため、低圧部15b内の圧力が一定になるように廃窒素の放出量を増やす。廃窒素の放出量は、廃窒素抽出管33に設けた圧力調整弁43によって低圧部15b内の圧力が一定に維持されるように調整される。

20

【0041】

すなわち、本実施形態においては、酸素濃度計21で原料空気中の酸素濃度をオンラインで計測し、一定の時間例えば10~30分間の酸素濃度の平均値が所定の閾値例えば20.5%を下回ったことを制御部100が検知すると、原料空気圧縮機11の稼働量を増やして、不足する酸素量に相当する原料空気量として例えば2%増量する。そして、低圧部15bからアルゴンを抜き取るアルゴン原料ガス抽出管37に設けた弁47の開度を調整し、増量した原料空気中に含まれるアルゴンの増分量に相当する2%増量した粗アルゴンを抽出する。原料空気中の酸素濃度が平常値(20.9%)に戻ったら、原料空気の供給量および粗アルゴンの抜き取り量を元に戻す。原料空気の供給量の増減は、例えば0.5% / 分程度で行うことが好ましい。

30

【0042】

以上のように、本発明によれば、原料空気の酸素濃度が一時的に低下しても、製品酸素の製造量および酸素純度を一定に保つことができ、さらに粗アルゴン塔の精留を安定させることができる。

【0043】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到しうることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

40

【産業上の利用可能性】

【0044】

本発明は、深冷空気分離システムにおける操業の安定に有用である。

【符号の説明】

【0045】

- 1 空気液化分離装置
- 10 吸入フィルタ
- 11 原料空気圧縮機
- 12 水洗冷却塔
- 13 MS吸着器

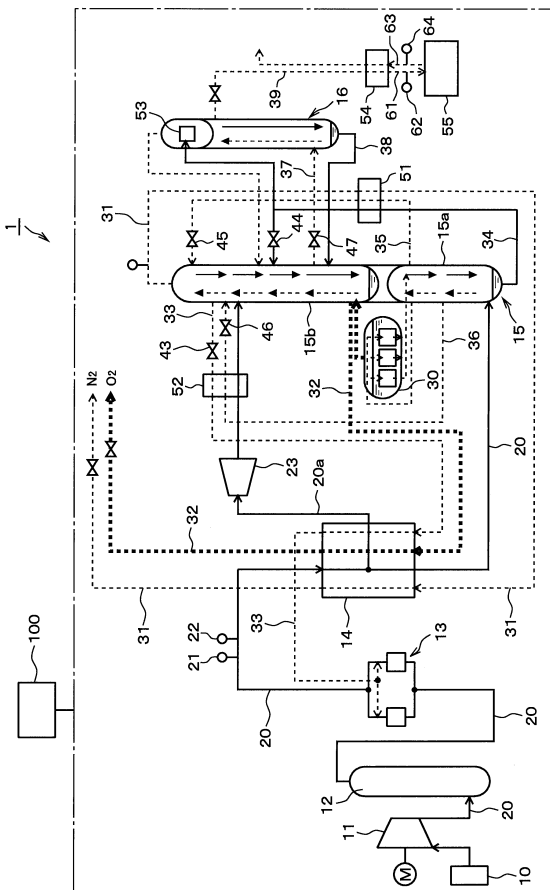
50

- 1 4 主熱交換器
- 1 5 精留塔
- 1 5 a 高压部
- 1 5 b 低压部
- 1 6 粗アルゴン塔
- 2 0 原料空気管
- 2 0 a 分岐管
- 2 1 酸素濃度計
- 2 2 流量計
- 2 3 膨張タービン
- 3 0 主凝縮器
- 3 1 窒素抽出管
- 3 2 酸素抽出管
- 3 3 廃窒素抽出管
- 3 4 液体空気抽出管
- 3 5 頂部還流窒素抽出管
- 3 6 中部還流窒素抽出管
- 3 7 アルゴン原料ガス抽出管
- 3 8 (第二の)液体空気抽出管
- 3 9 粗アルゴンガス抽出管
- 4 3 圧力調整弁
- 4 4、4 5、4 6 膨張弁
- 4 7 弁
- 1 0 0 制御部

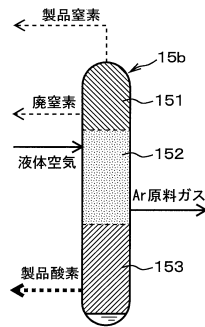
10

20

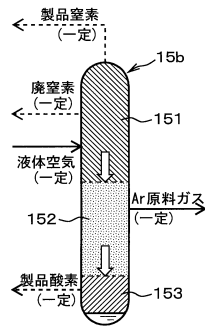
【図1】



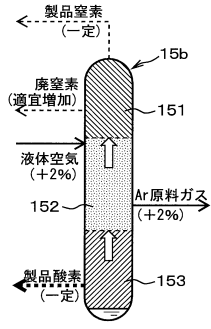
【図2】



【図3】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-080297(JP,A)
特開2016-080296(JP,A)
特開昭54-013469(JP,A)
特開平02-187586(JP,A)
米国特許出願公開第2005/072187(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F25J 3/04