

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-108653
(P2004-108653A)

(43) 公開日 平成16年4月8日(2004.4.8)

(51) Int. Cl.⁷

F 2 5 J 3/04
F 2 5 J 5/00

F I

F 2 5 J 3/04
F 2 5 J 5/00

D

テーマコード(参考)

4 D 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2002-271230 (P2002-271230)	(71) 出願人	000231235 日本酸素株式会社 東京都港区西新橋1丁目16番7号
(22) 出願日	平成14年9月18日(2002.9.18)	(74) 代理人	100086210 弁理士 木戸 一彦
		(72) 発明者	遠藤 和人 東京都港区西新橋1-16-7 日本酸素株式会社内
		(72) 発明者	野島 俊幸 東京都港区西新橋1-16-7 日本酸素株式会社内
		Fターム(参考)	4D047 AA08 AB01 AB02 AB04 BA03 BA08 BB03 CA03 CA06 CA07 CA11 DA03 DA17

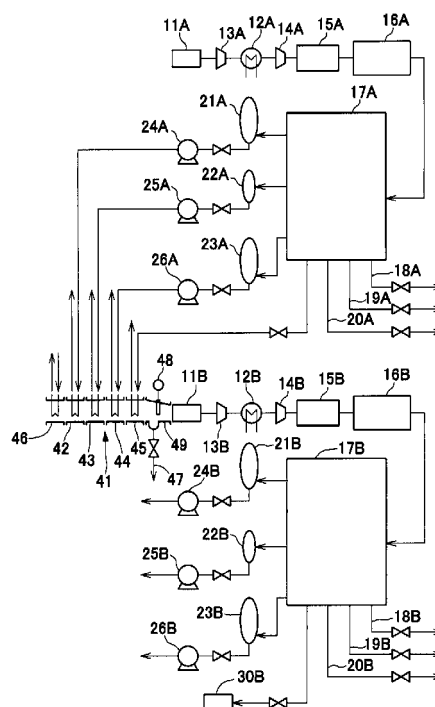
(54) 【発明の名称】 空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システム

(57) 【要約】

【課題】 空気分離装置における気化設備等で従来は大気等に放出されていた液化ガスの冷熱や、LNG等の冷熱を有効に利用して空気分離装置における原料空気圧縮機の圧縮効率を向上させ、消費動力の低減を図れる空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システムを提供する。

【解決手段】 空気分離装置における原料空気圧縮機13Bの吸入側に、圧縮機が吸入する原料空気を冷却するための熱交換器41を設けた圧縮機吸入空気の冷却システムであって、前記熱交換器41を設置したことにより生じる圧縮機吸入空気の圧力損失(P [Pa])と、該熱交換器41の前後における圧縮機吸入空気の温度差(T [])との関係が、 T (P / 500) を満足するように設定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空気分離装置における原料空気圧縮機の吸入側に、圧縮機が吸入する原料空気を冷却するための熱交換器を設けた圧縮機吸入空気の冷却システムであって、前記熱交換器を設置したことにより生じる圧縮機吸入空気の圧力損失（ P [Pa]）と、該熱交換器の前後における圧縮機吸入空気の温度差（ T []）との関係が、下記式、

$$T \quad (P / 500)$$

を満足するように設定したことを特徴とする空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システム。

【請求項 2】

前記熱交換器は、空気分離装置から発生する寒冷を冷却源としていることを特徴とする請求項 1 記載の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システム。

【請求項 3】

前記熱交換器は、ドレン分離手段を備えていることを特徴とする請求項 1 記載の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システム。

【請求項 4】

前記熱交換器は、該熱交換器の下流側における圧縮機吸入空気の組成を計測する組成計測器を備えるとともに、該組成計測器の測定値に基づいて、該熱交換器に導入される冷却源側の流体又は圧縮機吸入空気の流れを遮断する流路遮断手段を備えていることを特徴とする請求項 1 記載の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システム。

【請求項 5】

前記熱交換器を原料空気圧縮機の吸入側に複数基設置するにあたり、運転温度が低い熱交換器を原料空気圧縮機に近い位置に配置したことを特徴とする請求項 1 記載の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システム。

【請求項 6】

前記熱交換器を原料空気圧縮機の吸入側に複数基設置するにあたり、運転温度が高い熱交換器を原料空気圧縮機から遠い位置に配置したことを特徴とする請求項 1 記載の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システム。

【請求項 7】

前記熱交換器は、原料空気圧縮機の吸入側流路に対して着脱可能に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システム。

【請求項 8】

前記圧縮機吸入空気の冷却は、冷却源との間に中間冷媒を用いて間接的に熱交換させることを特徴とする請求項 1 記載の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システム。

【請求項 9】

原料空気との混合が危険を伴う低温物質を冷却源として使用するにあたり、前記低温物質と第 1 中間冷媒とを熱交換させて前記第 1 中間冷媒を冷却する第 1 間接熱交換器と、該第 1 間接熱交換器で冷却された第 1 中間冷媒と第 2 中間冷媒とを熱交換させて前記第 2 中間冷媒を冷却する第 2 間接熱交換器とを設け、前記第 2 中間冷媒として原料空気と混合しても安全な物質を使用するとともに、前記第 2 間接熱交換器で冷却された第 2 中間冷媒を前記熱交換器に導入して圧縮機吸入空気を冷却することを特徴とする請求項 1 記載の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システム。

【請求項 10】

前記第 2 中間冷媒の一部を貯留する冷媒貯槽を備えていることを特徴とする請求項 9 記載の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システムに関し、詳しくは、空気液化分離装置や各種ガス分離・精製装置等の低温設備から発生する液化ガスのような寒冷

10

20

30

40

50

、あるいは、LNGのような低温液化ガスの寒冷を有効に利用することにより、空気分離装置に導入する原料空気を効果的に冷却して原料空気圧縮機の圧縮効率を向上させることができる冷却システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

図5は、従来から知られている一般的な空気分離装置の一例を示す系統図である。このような空気分離装置において、まず、フィルター11を通して吸入された原料空気は、アフタークーラー12を備えた第1圧縮機13で圧縮され、必要に応じて第2圧縮機14で更に圧縮された後、冷却装置15で圧縮熱を除去されてから吸着装置16で原料空気中の水分や二酸化炭素等の不純物が除去される。

10

【0003】

圧縮、精製された原料空気は、主熱交換器や精留塔(蒸留塔)等を収納したコールドボックス17内に導入されて深冷分離され、製品ガスとして、例えば、経路18から酸素ガスが、経路19からアルゴンガスが、経路20から窒素ガス等が得られる。また、製品液化ガスとして、例えば、液化酸素貯槽21に液化酸素が、液化アルゴン貯槽22に液化アルゴンが、液化窒素貯槽23に液化窒素がそれぞれ抜き出される。これらの液化ガスは、そのまま製品液化ガスとして供給されるか、あるいは、ポンプ24、25、26から気化設備27、28、29を経て気化した後、製品ガスとして供給される。さらに、運転停止時や操業変更に伴う純度出しを行うための装置とし、液化ガス放出装置30が設けられている。

20

【0004】

前記気化設備27、28、29や液化ガス放出装置30における液化ガスの気化方式としては、自然蒸発による液溜方式、スチーム等を加熱源とした加温熱交換方式、大気を加熱源とした大気熱交換方式等が用いられている。これらのいずれの方式においても、液化ガスの冷熱は、有効に利用されることなく大気等に放出されている。

【0005】

一方、空気分離装置における原料空気を、外部冷却源により冷却する方法が提案されている(特許文献1参照)。この特許文献1に記載された方法では、吸入原料空気をLNGと熱交換させることによって-152に冷却することが開示されている。

【0006】

【特許文献1】

特開昭61-285373号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献1に記載の方法において、空気分離装置で原料とする大量の空気を常圧状態で熱交換させるためには、極めて大型の熱交換装置を必要とするため、設備的な問題だけでなく、運転上も問題があって現実的ではない。例えば、熱交換装置として、前記従来の空気分離装置のように圧縮後の原料空気を冷却する主熱交換器に比べて数倍以上の大きさの熱交換器が必要となる。さらに、原料空気量が増加すると、一般に熱交換器の圧力損失が上昇しやすいので、原料空気の吸入抵抗が増大して圧縮機の圧縮効率を向上させることが困難となる。また、空気とLNGとを一つの熱交換器で熱交換させると、万一、熱交換器中でLNGの漏洩が発生した場合、空気中の酸素とLNGとが反応して燃焼、爆発の危険がある。

40

【0008】

そこで本発明は、空気分離装置における気化設備等で従来は大気等に放出されていた液化ガスの冷熱や、LNG等の冷熱を有効に利用して空気分離装置における原料空気圧縮機の圧縮効率を向上させ、消費動力の低減を図れる空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システムを提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】

50

上記目的を達成するため、本発明の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システムは、空気分離装置における原料空気圧縮機の吸入側に、圧縮機が吸入する原料空気を冷却するための熱交換器を設けた圧縮機吸入空気の冷却システムであって、前記熱交換器を設置したことにより生じる圧縮機吸入空気の圧力損失（ $P [Pa]$ ）と、該熱交換器の前後における圧縮機吸入空気の温度差（ $T []$ ）との関係が、下記式、

$$T \quad (P / 500)$$

を満足するように設定したことを特徴としている。

【0010】

さらに、本発明の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システムでは、前記熱交換器が空気分離装置から発生する寒冷を冷却源としていること、前記熱交換器がドレン分離手段を備えていること、前記熱交換器が該熱交換器の下流側における圧縮機吸入空気の組成を計測する組成計測器を備えるとともに、該組成計測器の測定値に基づいて、該熱交換器に導入される冷却源側の流体又は圧縮機吸入空気の流れを遮断する流路遮断手段を備えていることを特徴としている。

10

【0011】

また、前記熱交換器を原料空気圧縮機の吸入側に複数基設置するにあたり、運転温度が低い熱交換器を原料空気圧縮機に近い位置に、運転温度が高い熱交換器を原料空気圧縮機から遠い位置に配置したことを特徴とし、特に、前記熱交換器を原料空気圧縮機の吸入側流路に対して着脱可能に設けたことを特徴としている。

【0012】

さらに、前記圧縮機吸入空気の冷却を冷却源との間に中間冷媒を用いて間接的に熱交換させることを特徴とし、特に、原料空気との混合が危険を伴う低温物質を冷却源として使用するにあたり、前記低温物質と第1中間冷媒とを熱交換させて前記第1中間冷媒を冷却する第1間接熱交換器と、該第1間接熱交換器で冷却された第1中間冷媒と第2中間冷媒とを熱交換させて前記第2中間冷媒を冷却する第2間接熱交換器とを設け、前記第2中間冷媒として原料空気と混合しても安全な物質を使用するとともに、前記第2間接熱交換器で冷却された第2中間冷媒を前記熱交換器に導入して圧縮機吸入空気を冷却することを特徴とし、加えて、前記第2中間冷媒の一部を貯留する冷媒貯槽を備えていることを特徴としている。

20

【0013】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システムを、複数の空気分離装置を設置した設備に適用した一形態例を示す系統図である。なお、図1において、前記従来例として図5に示した空気分離装置の構成要素と同一の構成要素においては、第1空気分離装置には同一符号に符号Aを付し、第2空気分離装置には同一符号に符号Bを付してこれらの詳細な説明は省略する。

30

【0014】

本形態例に示す圧縮機吸入空気の冷却システムは、同一構成の空気分離装置を2基設置した空気分離設備に本発明を適用した例を示すものであって、図1では、第1空気分離装置Aで得られた液化ガスが保有する冷熱を利用して第2空気分離装置Bの圧縮機吸入空気を冷却する状態を示している。

40

【0015】

すなわち、第2空気分離装置Bの圧縮機吸入側流路であるフィルター11Bの前段に圧縮機吸入空気冷却用熱交換器（以下、熱交換器という）41を設け、この熱交換器41に冷却源となる流体を導入し、原料空気圧縮機が吸入する原料空気（圧縮機吸入空気）と熱交換させることによって圧縮機吸入空気を冷却するようにしている。この熱交換器41には、第1空気分離装置Aにおける液化酸素貯槽21Aからの液化酸素を冷却源とする液化酸素用熱交換器ユニット42、液化アルゴン貯槽22Aからの液化アルゴンを冷却源とする液化アルゴン用熱交換器ユニット43、液化窒素貯槽23Aからの液化窒素を冷却源とする液化窒素用熱交換器ユニット44、液化ガス放出装置に代えて放出液化ガスを冷却源と

50

する放出液化ガス用熱交換器ユニット45、及び、外部からの寒冷、例えばLNGを冷却源とする外部寒冷用熱交換器ユニット46が、フランジ結合等によって相互に着脱可能な状態で設けられている。

【0016】

圧縮機吸入空気の冷却源として使用された液化ガスは、通常は、各熱交換器ユニットで気化し、製品ガスとして供給される。なお、各熱交換器ユニットは、第1空気分離装置Aから得られる液化ガスの状態(量や圧力等)に応じて設置されるものであって、全ての熱交換器ユニットを常に使用する必要はない。さらに、熱交換器41の出口部分における原料空気の温度を測定し、測定した温度に基づいて熱交換器41に供給する液化ガス等の流量を調整し、圧縮機吸入空気の温度を設定温度に制御することもできる。また、冷却源となる液化ガス等の流体の種類によっては、流体漏洩時を考慮してフィルターを不燃性材料で形成しておくことが好ましい。

10

【0017】

また、前記各熱交換器ユニットの連結順は、冷却源となる液化ガス等の温度に応じて設定され、各熱交換器ユニットにおける運転温度の低いものが原料空気圧縮機に近い位置に、運転温度の高いものが原料空気圧縮機から遠い位置になるようにしている。これにより、各冷却源の流体と原料空気との温度差を大きくすることができるので、各熱交換器ユニットにおける熱交換効率を高めることができる。

【0018】

さらに、前記熱交換器41の最終段には、ドレン分離手段47及び組成計測器48を備えた連結ユニット49が設けられている。ドレン分離手段47は、各熱交換器ユニットで冷却されることにより発生した凝縮水を圧縮機吸入空気から分離排出するものであって、水滴がフィルターや原料空気圧縮機に侵入することを防止している。なお、原料空気として吸入される大気温度及び湿度や熱交換による冷却の程度によっては、このドレン分離手段51を省略することができる。

20

【0019】

また、組成計測器48は、各熱交換器ユニットを通過した圧縮機吸入空気の組成や温度を計測することにより、各熱交換器ユニットにおける冷却源流体の漏洩を検出するものであって、この組成計測器48には、冷却源流体の漏洩を検出したときに、漏洩した冷却源流体あるいは全ての冷却源流体あるいは圧縮機吸入空気の流れを遮断するための遮断装置、例えば電気信号により電磁弁を閉じる弁制御器等が付設されており、冷却源流体が混入した状態の原料空気がコールドボックス17B内に流入してガス分離操作に悪影響を及ぼすことを防止するようにしている。なお、冷却源流体側の圧力変化や流量変化により漏洩を検知して流路を遮断するにすれば、この組成計測器48を省略することができる。さらに、本形態例では、熱交換器41、ドレン分離手段47、組成計測器48及び連結ユニット49をフィルター11Bの前段に設けた例を示しているが、これらをフィルター11Bの後段に設置することも可能である。

30

【0020】

このように、原料空気圧縮機13Bの吸入側に熱交換器41を設けて圧縮機吸入空気を冷却するに際しては、該熱交換器41を設置したことにより生じる圧縮機吸入空気の圧力損失(P [Pa])と、該熱交換器41の前後における圧縮機吸入空気の温度差(T [])との関係が、下記式(1)、

40

$$T \quad (P / 500) \cdot \cdot \cdot (1)$$

を満足するように設定する必要がある。

【0021】

すなわち、熱交換器41を設置して圧縮機吸入空気を冷却することより、原料空気圧縮機13Bの消費動力を低減することはできるが、熱交換器41を設けたことによって生じる圧力損失が大きいと、圧縮機吸入圧力が低下して消費動力が増加してしまう。また、熱交換器41として圧力損失が少ない構造にすると、一般的に熱交換器製造コストが増加する傾向があり、熱交換器における圧力損失を低下させるのには限度がある。

50

【0022】

原料空気圧縮機の型式、段数等の条件によって多少は異なるが、例えば、原料空気量が $100000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 、圧縮機吸入圧力が -1960 Pa 、吐出圧力が 0.49 MPa (ゲージ圧) であって、冷却源流体として、液化酸素の場合は $1600 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 、液化窒素の場合は $1720 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 、液化アルゴンの場合は $1870 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 、LNG (純メタンに換算) の場合は $1430 \text{ Nm}^3/\text{h}$ をそれぞれ単独で使用し、これらを 0.01 MPa の液化ガス状態から 0 のガス状態になるまでの寒冷を利用するとしたときの圧縮機における吸入温度と圧縮機消費動力との関係を計算した例を図2に、同じ条件で、圧縮機吸入圧力のみを -6860 Pa としたときの圧縮機における吸入温度と圧縮機消費動力との関係を計算した例を図3にそれぞれ示す。

10

【0023】

図2及び図3において、圧縮機の吸入温度が 5 低下すれば消費動力を約 2.5% 低減でき、吸入温度が 10 低下すれば約 5% の消費動力低減が図れることが分かる。一方、図2と図3との比較において、吸入圧力が -1960 Pa から -6860 Pa に 4900 Pa 低下すると、消費動力が約 2.5% 増加することが分かる。したがって、熱交換器41を設置して圧縮機吸入空気を冷却しても、該熱交換器41の前後における圧縮機吸入空気の温度差が 5 程度の場合は、該熱交換器41を設置したことにより生じる圧縮機吸入空気の圧力損失が 4900 Pa 以上になると、圧縮機の消費動力を低減する効果がほとんどなくなってしまうことが分かる。

20

【0024】

このようなことから、熱交換器41を設置したことにより生じる圧縮機吸入空気の圧力損失 ($P [\text{Pa}]$) と、該熱交換器41の前後における圧縮機吸入空気の温度差 ($T []$) との関係が、前記式(1)を満足するように、すなわち、圧力損失 ($P [\text{Pa}]$) を 500 で除した値が、温度差 ($T []$) 以下となるように設定することにより、熱交換器41を設置した効果が十分に発揮できることになる。

【0025】

このとき、熱交換器41における圧力損失をできるだけ低下させることができればよいが、前述のように、熱交換器製造コストの増大を招くことになるので、熱交換器41の圧力損失が 5000 Pa 程度の場合には、前記温度差が 10 以上となるように、冷却源となる流体の流量を、前記流量の2倍以上に設定すべきであり、これ以下では、熱交換器製造コストや保守コスト等によって消費動力の低減効果が相殺されてしまうことになる。

30

【0026】

このような条件設定で形成した熱交換器41を、第2空気分離装置Bにおけるフィルター11Bの前段に設置し、各熱交換器ユニット42, 43, 44, 45, 46に冷却源となる液化ガス等の流体を流通させることにより、第1圧縮機13Bに吸入される原料空気を十分に冷却して該第1圧縮機13Bにおける消費動力を低減することができる。

【0027】

第1空気分離装置Aからの液化酸素等の液化ガスが常時得られ、かつ、常時利用できる場合には、これらの液化ガスの冷熱を有効に回収するために熱交換器41を固定しておいてもよいが、通常は、前述のような着脱可能な構造とし、第1空気分離装置Aと第2空気分離装置Bとのいずれにおいても使用できるように形成することが好ましい。このとき、各配管はフレキシブルホース等で形成し、熱交換器41の移動を容易に行えるようにしておくことが好ましい。これにより、装置の運転状況に応じて両空気分離装置A, Bのいずれかで寒冷回収を有効に行うことができる。また、寒冷量に余裕があるときは、熱交換器41の各ユニットを分割して両空気分離装置A, Bの両方に振り分けて設置することも可能となる。

40

【0028】

このように、液化ガスの冷熱を有効利用して圧縮機吸入空気を冷却することにより、夏季の大気温度が高いときでも、原料空気量を増量する場合でも、圧縮機の消費動力が従来のように増大することを抑制することができ、空気分離装置全体の省エネルギーを図れる。

50

また、本例では、隣接する空気分離装置に液化ガスを供給するようにしているが、ガス製品を増量するために液化ガスを連続的に気化させている場合や、バックアップ設備の液化ガスを利用できる場合には、自身の液化ガスによって圧縮機吸入空気を冷却することもできる。

【0029】

これにより、大気温度が高いときでも、圧縮機吸入空気の温度を圧縮機における吸入設計計画温度に近接させることが可能となり、原料空気吸入量を計画流量に近接させることができるとともに、圧縮機の効率も向上させることができる。さらに、大気温度が低い時期や、増量運転、減量運転時においても、吸入設計計画温度を更に低下させることにより、圧縮機の省エネルギー効果を期待することができる。

10

【0030】

さらに、寒冷に余剰が発生するような場合は、安全かつ有効な冷熱としてチラー水や液化冷媒等を用いた寒冷回収手段を設置し、これらを冷熱源として貯液する設備を設けることもできる。貯液された冷熱源は、都市ビルや各種施設、例えばアイススケートリンク等に供給することも可能であり、これらの施設における省エネルギー化も図れる。なお、これらの施設への冷熱源の供給は、保冷パイプラインを利用して行うこともでき、保冷仕様のタンクローリーやコンテナ等を利用することができる。

【0031】

ここで、冷却源として大気との混合により燃焼性や爆発性を有する液化ガス、例えばLNGのように原料空気との混合が危険を伴う低温物質を冷却源として使用する場合は、漏洩等によってLNGと空気とが混合することを避けるため、中間冷媒を用いて間接的に熱交換を行うように形成する。特に、熱交換温度（熱交換器運転温度）に応じた第1中間冷媒と第2中間冷媒とを介してLNGの冷熱を原料空気に伝えるように形成することが望ましい。

20

【0032】

例えば、図4の系統図に示すように、第1間接熱交換器51と第2間接熱交換器52とを設置し、第1間接熱交換器51でLNGと第1中間冷媒とを熱交換させるとともに、第2間接熱交換器52で第1中間冷媒と第2中間冷媒とを熱交換させ、冷却された第2中間冷媒を前記熱交換器41における外部寒冷用熱交換器ユニット46に供給するように形成することにより、LNGの冷熱を利用して圧縮機吸入空気を安全に冷却することができる。

30

【0033】

前記第1間接熱交換器51は、LNGが導入されるLNG導入経路53及び気化後の天然ガスが導出される天然ガス導出経路54と、第2間接熱交換器52で加温されて気化した第1中間冷媒が導入される第1中間冷媒気相循環経路55及び該第1間接熱交換器51で冷却されて液化した第1中間冷媒が導出される第1中間冷媒液相循環経路56とが設けられている。この第1間接熱交換器51では、LNG導入経路53からヘッダーを介して熱交換室57の管内側に流入したLNGと、第1中間冷媒気相循環経路55から第1熱交換室57の管外側に流入したガス状の第1中間冷媒とが熱交換を行い、LNGが第1中間冷媒により加熱されて気化し、天然ガスとなって前記天然ガス導出経路54から導出されるとともに、第1中間冷媒はLNGにより冷却されて液化し、前記第1中間冷媒液相循環経路56から前記第2間接熱交換器52に向けて流出する。

40

【0034】

第2間接熱交換器52は、前記第1間接熱交換器51に接続する前記第1中間冷媒気相循環経路55及び第1中間冷媒液相循環経路56と、前記熱交換器41で加温されて気化した第2中間冷媒が導入される第2中間冷媒導入経路58及び該第2間接熱交換器52で冷却されて液化した第2中間冷媒が導出される第2中間冷媒導出経路59とが設けられている。この第2間接熱交換器52では、第1中間冷媒液相循環経路56から第2熱交換室60の管外側に流入した液化第1中間冷媒と、第2中間冷媒導入経路58から熱交換室57の管内側に流入したガス状の第2中間冷媒とが熱交換を行い、第1中間冷媒が第2中間冷媒により加熱されて気化し、第1中間冷媒気相循環経路55から第1間接熱交換器51に

50

向けて流出するとともに、第2中間冷媒は第1中間冷媒により冷却されて液化し、第2中間冷媒導出経路59に導出される。

【0035】

第2中間冷媒導出経路59に導出された液状の第1中間冷媒は、冷媒供給経路61を通過して前記熱交換器41の外部寒冷ユニット46に冷却源として供給される。また、外部寒冷ユニット46で圧縮機吸入空気と熱交換することによって加熱気化した第2中間冷媒は、冷媒循環ポンプ62の作用で冷媒循環経路63から前記第2中間冷媒導入経路58に戻って第2間接熱交換器52に循環する。

【0036】

このように、LNGの冷熱を利用して圧縮機吸入空気を冷却する際に、中間冷媒を使用して間接的に冷熱を伝達することにより、LNGと空気とが混合する危険を回避することができる。このときの中間冷媒としては、LNG温度と大気温度との間で安全にかつ効率よく熱伝達を行える物質を選定すればよいが、通常は、前述のように、LNG側の第1中間冷媒と、大気側の第2中間冷媒とを用いることが好ましい。例えば、第1中間冷媒としてはプロパンやフロン等を使用することができ、第2中間冷媒としては、空気と混合しても安全なチラー水やフロン等を使用することができる。

10

【0037】

また、LNGの量が多く、寒冷量に余裕がある場合は、前記第2中間冷媒導出経路59に導出された第2中間冷媒を経路64に分岐して冷媒貯槽65に貯留し、ポンプ66により保冷パイプライン67を通して都市ビル68等の設備に供給したり、保冷仕様のタンクローリー69により運搬供給したりすることができる。

20

【0038】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システムによれば、従来は大気等に放出されていた液化ガスの寒冷を有効に利用して圧縮機の消費動力を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の空気分離装置における圧縮機吸入空気の冷却システムの一形態例を示す系統図である。

【図2】圧縮機吸入圧力が -1960Pa のときの吸入温度と圧縮機消費動力との関係を示す図である。

30

【図3】圧縮機吸入圧力が -6860Pa のときの吸入温度と圧縮機消費動力との関係を示す図である。

【図4】LNGの冷熱を利用して間接的に熱交換を行うときの設備例を示す系統図である。

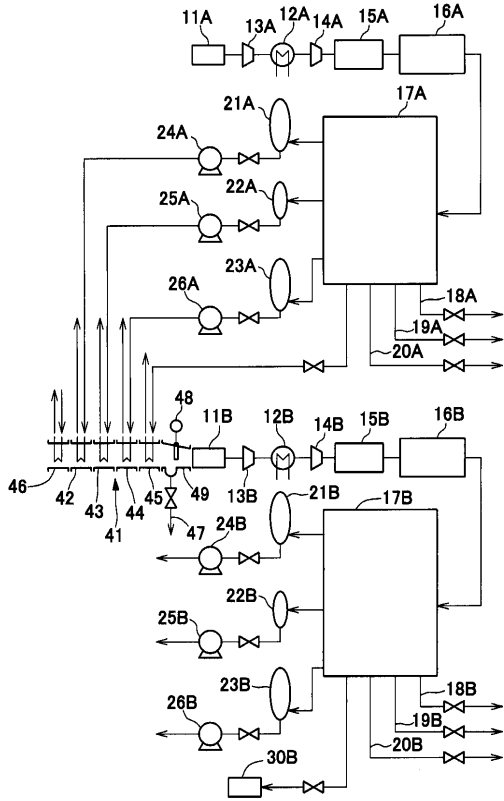
【図5】一般的な空気分離装置の一例を示す系統図である。

【符号の説明】

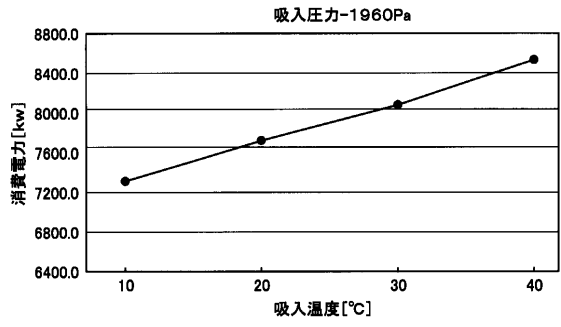
A...第1空気分離装置、B...第2空気分離装置、11A, 11B...フィルター、13A, 13B...第1圧縮機、14A, 14B...第2圧縮機、17A, 17B...コールドボックス、21A, 21B...液化酸素貯槽、22A, 22B...液化アルゴン貯槽、23A, 23B...液化窒素貯槽、41...圧縮機吸入空気冷却用熱交換器、42...液化酸素用熱交換器ユニット、43...液化アルゴン用熱交換器ユニット、44...液化窒素用熱交換器ユニット、45...放出液化ガス用熱交換器ユニット、46...外部寒冷用熱交換器ユニット、47...ドレン分離手段、48...組成計測器、49...連結ユニット、51...第1間接熱交換器、52...第2間接熱交換器、53...LNG導入経路、54...天然ガス導出経路、55...第1中間冷媒気相循環経路、56...第1中間冷媒液相循環経路、57...第1熱交換室、58...第2中間冷媒導入経路、59...第2中間冷媒導出経路、60...第2熱交換室、61...冷媒供給経路、62...冷媒循環ポンプ、63...冷媒循環経路、65...冷媒貯槽、67...保冷パイプライン、68...都市ビル、69...タンクローリー

40

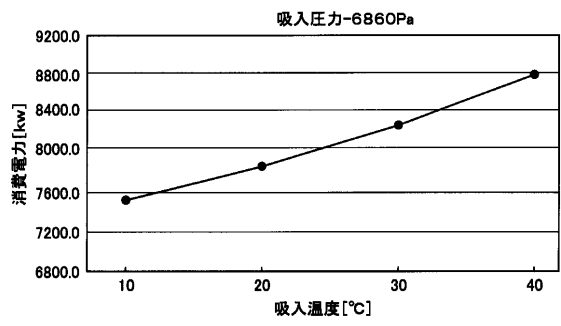
【 図 1 】



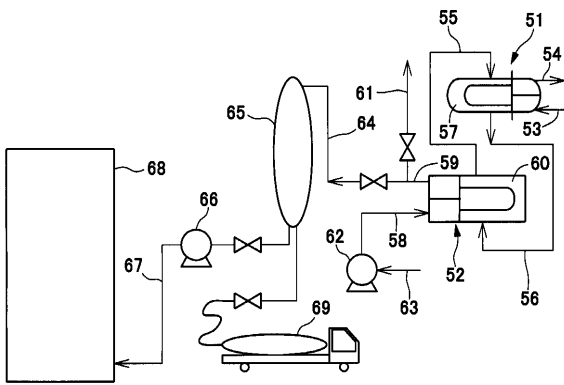
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

