

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4879730号
(P4879730)

(45) 発行日 平成24年2月22日(2012.2.22)

(24) 登録日 平成23年12月9日(2011.12.9)

(51) Int. Cl. F I
F 2 5 J 1/00 (2006.01) F 2 5 J 1/00 B

請求項の数 13 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2006-501992 (P2006-501992)	(73) 特許権者	390023685
(86) (22) 出願日	平成16年1月30日(2004.1.30)		シェル・インターナショナル・リサーチ
(65) 公表番号	特表2006-516715 (P2006-516715A)		・マーチャツピイ・ペー・ウイ
(43) 公表日	平成18年7月6日(2006.7.6)		SHELL INTERNATIONAL
(86) 国際出願番号	PCT/EP2004/050055		E RESEARCH MAATSCHA
(87) 国際公開番号	W02004/068049		PPIJ BESLOTEN VENNO
(87) 国際公開日	平成16年8月12日(2004.8.12)		OTSHAP
審査請求日	平成18年12月26日(2006.12.26)		オランダ国 2596 ハーエル, ザ・ハー
(31) 優先権主張番号	03250608.1		グ, カレル・ヴァン・ピラントラーン
(32) 優先日	平成15年1月31日(2003.1.31)		30
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100093919
			弁理士 奥村 義道

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 メタンに富むガス状原料を液化して液化天然ガスを得る方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a) メタンに富むガス状原料を高圧で主熱交換器の第一管側の暖端部に供給し、該ガス状原料を、蒸発する冷媒により冷却し、液化し、更に過冷却して、液化流とした後、主熱交換器の冷端部から液化流を取り出し、該液化流を液化製品として貯蔵用に送る工程、

(b) 蒸発した冷媒を主熱交換器のシェル側の暖端部から取り出す工程、

(c) 該蒸発した冷媒を少なくとも1つの冷媒圧縮機で圧縮して、高圧冷媒を得る工程、

(d) 該高圧冷媒を一部凝縮し、この一部凝縮した冷媒を分離器で液体重質冷媒フラクション及びガス状軽質冷媒フラクションに分離する工程、

(e) 該重質冷媒フラクションを主熱交換器の第二管側で過冷却して、過冷却重質冷媒流とし、該重質冷媒流を減圧下で主熱交換器のシェル側の中央点に導入し、更に該重質冷媒流をシェル側で蒸発させる工程、及び

(f) 該軽質冷媒フラクションの少なくとも一部を、主熱交換器の第三管側で冷却し、液化し、更に過冷却して、過冷却軽質冷媒流とし、該軽質冷媒流を減圧下で主熱交換器のシェル側の冷端部に導入し、更に軽質冷媒流をシェル側で蒸発させる工程、

を含む、メタンに富むガス状原料を液化して液化製品を得る方法において、1セットの制御変数のうちの少なくとも1つの制御変数を制御しながら、1セットの最適化すべき変数のうちの少なくとも1つの変数を最適化するため、1セットの操作変数に対して同時の制御行動を決めるモデル予測制御に基づく高度プロセス制御器を用いて、冷媒の組成及び量

10

20

を調節する工程及び該液化方法を制御する工程を更に含むことを特徴とし、該操作変数のセットは、重質冷媒フラクションの質量流量、軽質冷媒フラクションの質量流量、冷媒成分組成物の量、冷媒の取出し量、冷媒圧縮機の処理能力、及びメタンに富む原料の質量流量を含み、該制御変数のセットは、主熱交換器の暖端部の温度差（主熱交換器の第一管側の暖端部に供給されるメタンに富む原料の温度と、主熱交換器のシェル側の暖端部から取出される蒸発した冷媒の温度との差）、液化流の温度を表す変数、工程（d）の分離器に入る冷媒の組成、主熱交換器のシェル内の圧力、工程（d）の分離器内の圧力、及び工程（d）の分離器内の液体水準を含み、かつ該最適化すべき変数のセットは、液化製品の生産量を含み、これにより液化製品の生産量が最大化される該液化方法。

【請求項 2】

前記制御変数のセットが、更に第一中央点温度差（主熱交換器の第一管側の中央点で液化されるガスの温度と、主熱交換器のシェル側内の中央点での冷媒の温度との差）を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記制御変数のセットが、更に第二中央点温度差（主熱交換器の第一管側の中央点で液化されるガスの温度と、主熱交換器のシェル側に導入される重質混合冷媒流の温度との差）を含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記制御変数のセットが、第一管側の中央点で液化されるガスの温度を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記液化流の温度を表す変数が、主熱交換器から取り出された液化ガスの温度であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

前記液化流の圧力を低下させて、貯蔵のため送られる液化製品、及び排ガスを得る工程を更に含み、前記液化流の温度を表す変数が、該排ガスの量であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

前記冷媒量の調節工程が、ガス状冷媒の排気工程を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

前記冷媒量の調節工程が、液体冷媒の排出工程を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

前記冷媒が、窒素及びプロパンを含み、前記最適化すべき変数のセットが、更に冷媒の窒素含有量及び冷媒のプロパン含有量を含み、窒素含有量が最小化されると共に、プロパン含有量が最大化されることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】

前記制御変数のセットが、更に冷媒圧縮機の駆動に必要な動力を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

前記操作変数のセットの 1 つである、冷媒圧縮機の処理能力が、冷媒圧縮機の速度、冷媒圧縮機の入口案内羽根の角度又はその両方により決まることを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

前記高圧冷媒の一部凝縮が、少なくとも 1 つの熱交換器において、好適圧力で蒸発する補助冷媒との間接熱交換により行われ、蒸発した補助冷媒が、少なくとも 1 つの補助冷媒圧縮機中で圧縮されると共に、外部冷却液との熱交換により凝縮され、前記操作変数のセットが、補助冷媒圧縮機の処理能力を更に含み、また制御変数のセットが、補助冷媒圧縮機の駆動に必要な動力を更に含むことを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載

10

20

30

40

50

の方法。

【請求項 13】

前記操作変数のセットの1つである、補助冷媒圧縮機の処理能力が、補助冷媒圧縮機の速度、補助冷媒圧縮機の入口案内羽根の角度、又はその両方により決まることを特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、メタンに富むガス状原料を液化して液化製品を得る方法に関する。この液化製品は、普通、液化天然ガスと呼ばれている。特に本発明は、この液化方法の制御に関する。

10

【背景技術】

【0002】

前記液化方法は、

(a)メタンに富むガス状原料を高圧で主熱交換器の第一管側の暖端部に供給し、該ガス状原料を、蒸発する冷媒により冷却し、液化し、更に過冷却して、液化流とした後、主熱交換器の冷端部から液化流を取り出し、該液化流を液化製品として貯蔵用に送る工程、

(b)蒸発した冷媒を主熱交換器のシェル側の暖端部から取り出す工程、

(c)該蒸発した冷媒を少なくとも1つの冷媒圧縮機で圧縮して、高圧冷媒を得る工程

20

(d)該高圧冷媒を一部凝縮し、この一部凝縮した冷媒を分離器で液体重質冷媒フラクション及びガス状軽質冷媒フラクションに分離する工程、

(e)該重質冷媒フラクションを主熱交換器の第二管側で過冷却して、過冷却重質冷媒流とし、該重質冷媒流を減圧下で主熱交換器のシェル側の中央点に導入し、更に該重質冷媒流をシェル側で蒸発させる工程、及び

(f)該軽質冷媒フラクションの少なくとも一部を、主熱交換器の第三管側で冷却し、液化し、更に過冷却して、過冷却軽質冷媒流とし、該軽質冷媒流を減圧下で主熱交換器のシェル側の冷端部に導入し、更に軽質冷媒流をシェル側で蒸発させる工程、を含む。

【0003】

30

国際特許出願公開No. 99/31448は、この液化方法を制御することについて開示している。公知の制御法では、1セットの制御変数の少なくとも1つを制御しながら、1セットの変数の少なくとも1つを最適化するため、1セットの操作変数に対して同時の制御動作を決めるモデル予測制御に基づく高度プロセス制御器が使用されている。ここで、操作変数のセットとしては、重質冷媒フラクションの質量流量、軽質冷媒フラクションの質量流量、及びメタンに富む原料の質量流量が含まれ、制御変数のセットには、主熱交換器の暖端部の温度差、主熱交換器の中央点の温度差が含まれ、また最適化すべき変数のセットには、液化製品の生産量が含まれる。

【0004】

この公知の方法では、混合冷媒の本体組成は、液化製品の生産量を最適化するために操作されないもので、有利であると考えられていた。しかし、出願人は、混合冷媒の本体組成を別途に制御するのは厄介であることを見出した。

40

【特許文献1】国際特許出願公開No. 99/31448

【非特許文献1】Perry's Chemical Engineer's Handbook、第7版、8-25～8-27頁

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、混合冷媒の本体組成の制御を含む代替法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 6 】

この目的のため、メタンに富むガス状原料を液化して液化製品を得る方法は、1セットの制御変数のうちの少なくとも1つの制御変数を制御しながら、1セットの最適化すべき変数のうちの少なくとも1つの変数を最適化するため、1セットの操作変数に対して同時の制御動作を決めるモデル予測制御に基づく高度プロセス制御器を用いて、混合冷媒である冷媒の組成及び量を調節する工程及び該液化方法を制御する工程を更に含むことを特徴とし、該操作変数のセットは、重質冷媒フラクションの質量流量、軽質冷媒フラクションの質量流量、冷媒成分組成物 (make-up) の量、冷媒の取出し量、冷媒圧縮機の処理能力、及びメタンに富む原料の質量流量を含み、該制御変数のセットは、主熱交換器の暖端部の温度差、液化流の温度を表す変数、工程 (d) の分離器に入る冷媒の組成、主熱交換器のシェル内の圧力、工程 (d) の分離器内の圧力、及び工程 (d) の分離器内の液体水準を含み、かつ該最適化すべき変数のセットは、液化製品の生産量を含み、これにより液化製品の生産量が最大化される。

10

【 0 0 0 7 】

明細書及び特許請求の範囲において、用語“操作変数”は、高度プロセス制御器で操作可能な変数を言うのに使用され、また用語“制御変数”は、高度プロセス制御器で所定の値(設定点)又は所定の範囲(設定範囲)に保持する必要がある変数を言うのに使用される。語句“変数を最適化する”は、変数を最大化又は最小化すること、及び変数を所定の値に維持することを言うのに使用される。

20

【 0 0 0 8 】

モデル予測制御又はモデルベースの予測制御は、周知技術で、例えば Perry's Chemical Engineer's Handbook、第7版、8-25~8-27頁参照。モデル予測制御の重要な特徴は、制御変数のモデル及び得られる測定値を用いて、将来のプロセス挙動を予測することである。制御器の出力は、性能指数を最適化するように計算される。性能指数は、予測された誤差及び計算された将来の制御動作の1次又は2次の関数である。サンプリングの都度、制御計算を繰り返し、現在の測定に基づいて予測を最新のものとする。好適なモデルは、制御変数に対する、操作変数のステップ変化による影響を表す経験的ステップ応答モデルのセットからなる。

【 0 0 0 9 】

最適化すべき変数の最適値は、別途の最適化工程から得られ、或いは最適化すべき変数は、評価関数に含有できる。

30

モデル予測制御が適用可能になる前に、まず、最適化すべき変数及び制御変数に対する、操作変数のステップ変化による影響を決める。その結果、1セットのステップ応答係数が得られる。このステップ応答係数セットは、液化方法のモデル予測制御の基礎を形成する。

【 0 0 1 0 】

通常の操作中、制御変数の予測値は、多数の将来の制御動作について規則的に計算される。これら将来の制御動作について、性能指数が計算される。性能指数には、2つの項、即ち、各制御動作について予測誤差の将来の制御動作に亘る総和を表わす第一項及び各制御動作について操作変数の変化の将来の制御動作に亘る総和を表わす第二項が含まれる。各制御変数についての予測誤差は、制御変数の予測値と制御変数の基準値との差である。予測誤差には、重み係数を掛け、制御動作に対する操作変数の変化には、動作抑制係数を掛ける。ここで検討した性能指数は1次である。

40

【 0 0 1 1 】

或いはこれらの項は、二乗項の総和であってもよい。この場合、性能指数は2次である。

更に、操作変数、操作変数の変化、及び制御変数には、制約を設定できる。その結果、

50

性能指数の最小化と同時に解決される別の1セットの等式が得られる。

【0012】

最適化は、2つの方法で行える。第一の方法は、性能指数の最小化とは別途に最適化することである。第二の方法は、性能指数内で最適化することである。

最適化を別途に行う場合、最適化すべき変数は、各制御動作についての予測誤差中に制御変数として含まれ、最適化によって、制御変数についての基準値が得られる。

【0013】

或いは最適化を性能指数の計算内で行うと、適切な重み係数を有する性能指数の第三の項が得られる。この場合、制御変数の基準値は、一定のままである所定の定常状態の値である。

10

【0014】

性能指数は、将来の制御動作に対する操作変数値を得るため、制約を考慮して最小化する。しかし、次の制御動作だけは実行する。そうすると、将来の制御動作に対する性能指数の計算が再び始まる。

ステップ応答係数を有するモデル及びモデル予測制御に必要な等式は、液化方法の制御のために実行するコンピュータプログラムの役割である。モデル予測制御を取り扱えるようなプログラムを入れたコンピュータプログラムは、高度プロセス制御器と呼ばれる。このコンピュータプログラムは市販されているので、このようなプログラムは、詳細には検討しない。本発明は、更に変数の選択に向けたものである。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0015】

本発明を、天然ガスの液化用プラントのフロースキームを概略的に示す添付図面を参照して実施例により説明する。

天然ガスの液化用プラントは、暖端部3、冷端部5及び中央点7を持った主熱交換器1を有する。主熱交換器1の壁8は、シェル側10の境界を定める。シェル側には、暖端部3から冷端部5まで延びる第一管側13、暖端部3から中央点7まで延びる第二管側15及び暖端部3から冷端部5まで延びる第三管側16が配置されている。

【0016】

通常の操作中、メタンに富むガス状原料は、高圧で、主熱交換器1の供給導管20から暖端部3の所で第一管側13に供給される。第一管側13を通過する原料は、シェル側10内で蒸発する冷媒により冷却され、液化され、更に過冷却される。得られた液化流は、主熱交換器1から冷端部5の所で導管23経由で取り出される。この液化流は、貯蔵(図示せず)用に送り、ここで大気圧下に液化製品として貯蔵される。

30

【0017】

蒸発した冷媒は、主熱交換器1のシェル側10から暖端部3の所で導管25経由で取り出される。冷媒の本体組成を調節するため、窒素、メタン、エタン及びプロパンのような成分を、導管26a、26b、26c、26d経由で導管25内の冷媒に添加できる。導管26a~26dは、導管25内への成分の流れを制御する好適なバルブ(図示せず)を備えている。冷媒は、混合冷媒又は多成分冷媒とも呼ばれている。

【0018】

40

冷媒圧縮機30では、蒸発した冷媒は圧縮されて、高圧冷媒となり、この高圧冷媒は、導管32経由で取り出される。冷媒圧縮機30は、好適なモーター、例えばスターター-ヘルパー(図示せず)を備えたガスタービン35により駆動される。導管32内の高圧冷媒は、空気冷却機42で冷却され、更に熱交換器43で一部凝縮され、一部凝縮した冷媒が得られる。空気冷却機42は、海水で冷媒を冷却する熱交換器と取り替えできる。

【0019】

高圧冷媒は、入口装置46を通過して分離容器45形態の分離器中に導入される。分離容器45では、一部凝縮した冷媒は、液体重質冷媒フラクションとガス状軽質冷媒フラクションとに分離される。液体重質冷媒フラクションは、分離容器45の底部から導管47経由で取り出され、一方、ガス状軽質冷媒フラクションは、導管48経由で取り出される。

50

冷媒の量を調節するため、重質冷媒フラクションは、バルブ49aを備えた導管49経由で排出できる。

【0020】

重質冷媒フラクションは、主熱交換器1の第二管側15内で過冷却され、過冷却重質冷媒流となる。過冷却重質冷媒流は、主熱交換器1から導管50経由で取り出され、膨張バルブ51形態の膨張装置により膨張する。膨張した重質冷媒流は、減圧下、導管52及びノズル53を通過して、主熱交換器1のシェル側10内に中央点7の所で導入される。重質冷媒流は、減圧のシェル側10中で蒸発し、これにより管側13、15、16内の流体を冷却する。

冷媒の量を調節するため、ガス状軽質冷媒は、バルブ54aを備えた導管54経由で排気できる。

10

【0021】

導管48経由で取り出されたガス状軽質冷媒は、主熱交換器1内の第三管側16に通し、ここで冷却され、液化され、更に過冷却されて、過冷却軽質冷媒流となる。過冷却軽質冷媒流は、主熱交換器1から導管57経由で取り出され、膨張バルブ58形態の膨張装置により膨張する。膨張した軽質冷媒流は、減圧下、導管59及びノズル60を通過して、主熱交換器1のシェル側10内に冷端部5の所で導入される。軽質冷媒流は、シェル側10中、減圧下に蒸発し、これにより管側13、15、16内の流体を冷却する。

【0022】

得られた液化流は、主熱交換器1から導管23経由で取り出され、フラッシュ容器70に通す。導管23は、減圧にするため、膨張バルブ71形態の膨張装置を備え、こうして、得られた液化流は、減圧下、フラッシュ容器70内に入口装置72経由で導入される。減圧は、好適には大気圧とほぼ同じである。膨張バルブ71は、全体流も調整する。

20

【0023】

フラッシュ容器70からは、導管75経由で排ガスが取り出される。排ガスは、末端フラッシュ圧縮機(図示せず)で圧縮して、高圧燃料ガスを得ることができる。

フラッシュ容器70の底部からは、導管80経由で液化製品が取り出され、貯蔵(図示せず)用に送られる。

第一の目的は、導管80を流れる液化製品の生産量を最大化することであり、この導管は膨張バルブ71により操作される。

30

【0024】

この目的を達成するには、液化方法は、1セットの制御変数の少なくとも1つを制御しながら、液化製品の生産量を最適化するため、1セットの操作変数に対して同時の制御動作を決めるモデル予測制御に基づく高度プロセス制御器を用いて制御される。

この操作変数のセットには、導管52(膨張バルブ51)を流れる重質冷媒フラクションの質量流量、導管57(膨張バルブ58)を流れる軽質冷媒フラクションの質量流量、冷媒成分組成物(導管26a~26d経由で供給される)の量、導管49経由で排出することにより、及び/又は導管54経由で排気することにより、取り出した冷媒の量、冷媒圧縮機30の処理能力及び導管20(膨張バルブ71により操作される)を通るメタンに富む原料の質量流量が含まれる。代りの一実施態様では、膨張バルブ71の上流の導管23に膨張タービン(図示せず)を配置できる。

40

【0025】

これらの操作変数のうち、重質冷媒フラクションの質量流量、軽質冷媒フラクションの質量流量、冷媒成分組成物の量、及び排出及び/又は排気による冷媒の取出し量は、混合冷媒の残量(inventory)又は量を表す操作変数である。

【0026】

冷媒圧縮機30(或いは2つ以上の冷媒圧縮機を用いた場合は、複数の冷媒圧縮機)の処理能力は、冷媒圧縮機の数、冷媒圧縮機の入角、又は冷媒圧縮機の数及び冷媒圧縮機の入角の両方によって決まる。

【0027】

50

制御変数のセットには、主熱交換器 1 の暖端部 3 の温度差（これは、導管 2 0 内の流体の温度と導管 2 5 内の温度との差である）が含まれる。

好適には、中央点 7 の所の温度差である変数は、更に制御される。この温度差は、第一管側 1 3 の中央点 7 の所で液化されるガスの温度と、主熱交換器 1 のシェル側 1 0 の中央点 7 の所での流体の温度との差である。明細書及び特許請求の範囲では、この温度差は、第一中央点温度差と言う。

【 0 0 2 8 】

好適には、中央点 7 の所での温度差である変数は、更に制御される。この温度差は、第一管側 1 3 の中央点 7 の所で液化されるガスの温度と、導管 5 2 経由で導入される重質混合冷媒流の温度との差である。明細書及び特許請求の範囲では、この温度差は、第二中央点温度差と言う。

10

【 0 0 2 9 】

好適には更なる制御変数は、第一管側 1 3 の中央点 7 の所で液化されるガスの温度である。

制御変数のセットには、液化流（液化天然ガス）の温度を表す変数も含まれる。更に制御変数のセットには、分離容器 4 5 に入る冷媒の組成、主熱交換器 1 のシェル 1 0 内の圧力、分離容器 4 5 内の圧力、及び分離容器 4 5 内の液体の水準 8 1 が含まれる。

【 0 0 3 0 】

最適化すべき変数のセットには、液化製品の生産量が含まれる。

これらの変数を選択することにより、モデル予測制御に基づく高度のプロセス制御による主熱交換器 1 の制御が達成される。

20

出願人は、こうして液化製品の生産量を最適化し、主熱交換器での温度分布を制御し、かつ冷媒の組成及び量又は残量を制御する効率的で迅速な制御が達成できることを見出した。

【 0 0 3 1 】

本発明に必要なのは、混合冷媒の組成及び残量は、液化製品の生産量を最適化することから分離できないと言う見識である。

制御変数の一つは、熱交換器 1 の暖端部 3 の所の温度差であり、この温度差は、導管 2 0 内の流体の温度と、導管 2 5 内の温度との差である。暖端部 3 の温度は、液体冷媒がシェル側 1 0 から導管 2 5 経由で確実に取り出されないようにするため、所定の限界間（最小限界値と最大限界値間）で維持される。

30

【 0 0 3 2 】

好適には、中央点 7 の所の温度差である変数は更に制御される。この温度差は、第一管側 1 3 の中央点 7 の所で液化されるガスの温度と、主熱交換器 1 のシェル側 1 0 内の中央点 7 の所での流体の温度との差である。この第一中央点温度差は、所定の範囲に保持しなければならない。

【 0 0 3 3 】

好適には、中央点 7 の所での温度差である変数は、更に制御される。この温度差は、第一管側 1 3 の中央点 7 の所で液化されるガスの温度と、導管 5 3 経由で導入される重質混合冷媒流の温度との差である。この第二中央点温度差は、所定の範囲に保持しなければならない。

40

【 0 0 3 4 】

好適には更なる制御変数は、第一管側 1 3 の中央点 7 の所で液化されるガスの温度であり、この温度は所定値未満に保持しなければならない。

制御変数の一つは、液体流（液化天然ガス）の温度を表す変数である。好適にはこれは、主熱交換器 1 から導管 2 3 経由で取り出される液化天然ガスの温度である。或いは、液化天然ガスの温度を表す変数は、導管 7 5 を流れる排ガスの量である。

【 0 0 3 5 】

好適には、最適化すべき変数のセットには、液化製品の生産量の他、冷媒の窒素含有量及び冷媒のプロパン含有量を含み、窒素含有量が最小化され、一方、プロパン含有量が最

50

大化される。

【0036】

冒頭で述べたように、最適化は、別途に行うことができるし、或いは性能指数の計算で行うことができる。後者の場合、最適化すべき変数は、所定の重み係数で荷重する。両方法とも、オペレーターは、生産量を最大化するか、或いは冷媒組成を最適化するか選択できる。

【0037】

本発明の別の目的は、圧縮機の利用を最大化することである。この目的には、圧縮機の制約に達するまで、液化天然ガスの生産量を最大化する。したがって、制御変数のセットには、更に、冷媒圧縮機30の駆動に必要な動力、或いは2つ以上の冷媒圧縮機を使用した場合は複数の冷媒圧縮機が含まれる。

10

【0038】

更に冷媒圧縮機30の速度は、暖端部3の所での温度差の最大値が最大限界値に達するまで低下できる点で制御変数であつてもよい。

熱交換器43では、高圧冷媒は一部凝縮される。この熱交換器及び幾つかの他の熱交換器(図示せず)では、熱は、熱交換器(又は複数の熱交換器)のシェル側内で好適な圧力下に蒸発する補助冷媒(例えばプロパン)との間接熱交換により除去される。

【0039】

蒸発した補助冷媒は、ガスタービン92のような好適なモーターで駆動される補助圧縮機90で圧縮される。補助冷媒は、空気を外部冷却剤とする空気冷却機95で凝縮される。高圧で凝縮した補助冷媒は、膨張バルブ99を備えた導管97経由で熱交換器43のシェル側に達する。この凝縮した補助冷媒は、低圧で蒸発し、更に、この蒸発した補助冷媒は、導管100経由で補助圧縮機92に戻される。2つ以上の補助圧縮機を並列又は直列に配列して使用できることは理解されよう。

20

【0040】

空気冷却機95は、冷媒を海水で冷却する熱交換器と取り替えできる。

補助冷媒のサイクル制御を主熱交換器1の制御と統合するため、操作変数のセットには、更に、補助冷媒圧縮機90又は複数の補助冷媒圧縮機の処理能力が含まれ、また制御変数のセットには、更に、補助冷媒圧縮機90又は複数の補助冷媒圧縮機を駆動するための動力が含まれる。

30

【0041】

補助冷媒圧縮機(或いは2つ以上の補助冷媒圧縮機を用いた場合は、複数の補助冷媒圧縮機)の処理能力は、補助冷媒圧縮機の速度、補助冷媒圧縮機の入口案内羽根の角度、又は補助冷媒圧縮機の速度及び補助冷媒圧縮機の入口案内羽根の角度の両方により決まる。

【0042】

図に示した実施態様では、重質冷媒は、バルブ49aを備えた導管49経由で排出でき、またガス状軽質冷媒は、バルブ54aを備えた導管54経由で排気できる。或いは混合冷媒は、冷媒圧縮機30の下流の導管32から取り出せる。この方法では、冷媒の量も調節できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】天然ガスの液化用プラントのフロースキームを概略的に示す。

【符号の説明】

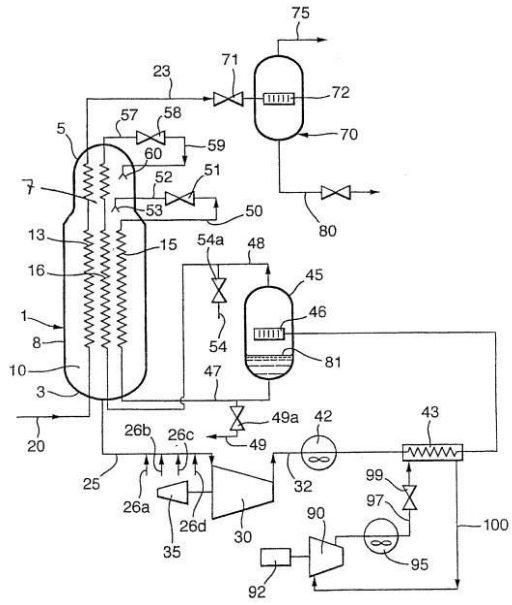
【0044】

- 1 主熱交換器
- 3 暖端部
- 5 冷端部
- 7 中央点

50

1 0	シェル側	
1 3	第一管側	
1 5	第二管側	
1 6	第三管側	
2 0	原料供給導管	
2 3	液化天然ガス流導管	
2 5	蒸発冷媒導管	
2 6 a ~ 2 6 d	調節用冷媒成分組成物導管	
3 0	冷媒圧縮機	
3 2	高圧冷媒導管	10
3 5	ガスタービン	
4 2	空気冷却機	
4 3	熱交換器	
4 5	分離容器又は分離器	
4 6	入口装置	
4 7	液体重質冷媒フラクション導管	
4 8	ガス状軽質冷媒フラクション導管	
5 0	過冷却重質冷媒流導管	
5 1	膨張バルブ	
5 2	重質冷媒（フラクション）流導管	20
5 4	ガス状軽質冷媒（フラクション）流導管	
5 9	膨張軽質冷媒流導管	
7 0	フラッシュ容器	
7 1	膨張バルブ	
7 2	入口装置	
7 5	排ガス導管	
8 0	液化製品導管	
8 1	液体水準	
9 0	補助冷媒圧縮機	
9 2	ガスタービン	30
9 5	空気冷却機	
9 7	凝縮補助冷媒導管	
9 9	膨張バルブ	
1 0 0	蒸発補助冷媒導管	

【図1】



フロントページの続き

- (72)発明者 ウィルエム・フブケス
オランダ国 エヌエル - 1 0 3 1 シーエム アムステルダム バトホイスウエヒ 3
- (72)発明者 ペイ・ヤン・リン
台湾 カオーシン 8 1 1 ナン - ツェ ディストリクト ティーエス - ナン ロード ナンバー
2
- (72)発明者 ローランド・ピエール・シルヴェ
オマーン国 シュア 4 1 1 カルハット シュア インダストリアル エリア オマーン エル
エヌジー エルエルシー内
- (72)発明者 コーネリス・ヤン・ヴィンク
オマーン国 シュア 4 1 1 カルハット シュア インダストリアル エリア オマーン エル
エヌジー エルエルシー内

審査官 山本 吾一

- (56)参考文献 特開昭63 - 025481 (JP, A)
特開平05 - 196349 (JP, A)
特開平11 - 092770 (JP, A)
特表2002 - 508499 (JP, A)
特表2003 - 532047 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F25J 1/00 - 3/00