

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-504838
(P2009-504838A)

(43) 公表日 平成21年2月5日(2009.2.5)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
C10L 3/06 (2006.01)	C10L 3/00 A	4D047
F25J 1/00 (2006.01)	F25J 1/00 B	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2008-525991 (P2008-525991)
 (86) (22) 出願日 平成18年5月24日 (2006.5.24)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年2月12日 (2008.2.12)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2006/020121
 (87) 国際公開番号 W02007/021351
 (87) 国際公開日 平成19年2月22日 (2007.2.22)
 (31) 優先権主張番号 60/706,798
 (32) 優先日 平成17年8月9日 (2005.8.9)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 60/795,101
 (32) 優先日 平成18年4月26日 (2006.4.26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500450727
 エクソンモービル アップストリーム リサーチ カンパニー
 アメリカ合衆国 テキサス州 77252-2189 ヒューストン ピーオーボックス 2189
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 禎男
 (74) 代理人 100067013
 弁理士 大塚 文昭
 (74) 代理人 100065189
 弁理士 宍戸 嘉一
 (74) 代理人 100088694
 弁理士 弟子丸 健

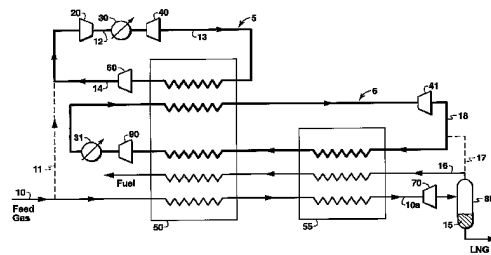
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 LNGのための天然ガス液化方法

(57) 【要約】

【課題】天然ガス及び他のメタン豊富ガス流の液化の方法、特に、液化天然ガス (LNG) を生成する方法を提供する。

【解決手段】本発明の実施形態は、天然ガス及び他のメタン豊富ガス流の液化の方法に関し、より詳細には、液化天然ガス (LNG) を生成する方法に関する。方法の第1の段階では、供給ガスの第1の部分が回収され、1500psiaよりも大きいか又は等しい圧力まで圧縮され、冷却され、かつ低圧まで膨張させて、回収された第1の部分を冷却する。供給流れの残りの部分は、第1の熱交換処理において、膨張した第1の部分との間接熱交換によって冷却される。第2の段階では、フラッシュ蒸気を含む別の流れが圧縮され、冷却され、かつ低圧まで膨張させて別の低温の流れがもたらされる。この低温の流れは、第2の間接熱交換処理において残りの供給ガスを冷却するために用いられる。第2の熱交換処理から出る膨張した流れは、第1の間接熱交換段階における補足冷却に用いられる。残りの供給ガスは、続いて低圧まで膨張され、それによってこの供給ガス流を部分的に



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

メタンが豊富なガス流を液化する方法であって、

1、000 p s i a未満の圧力でガス流を準備する段階、

1、000 p s i a未満の圧力で冷媒を準備する段階、

前記冷媒を1500 p s i aよりも大きいか又は等しい圧力まで圧縮して圧縮冷媒を準備する段階、

前記圧縮冷媒を冷却流体との間接熱交換によって冷却する段階、

前記圧縮冷媒を膨張させて該圧縮冷媒を更に冷却し、それによって膨張して冷却された冷媒を生成する段階、

前記膨張して冷却された冷媒を熱交換区域に送る段階、及び

前記ガス流を前記熱交換区域に通して該ガス流の少なくとも一部を前記膨張して冷却された冷媒との間接熱交換によって冷却し、それによって冷却ガス流を形成する段階、

を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

1、000 p s i a未満の圧力で冷媒を準備する段階が、該冷媒として用いるために前記ガス流の一部を回収する段階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】

前記ガス流の前記部分は、該ガス流が前記熱交換区域に送られる前に回収されることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

20

【請求項 4】

前記ガス流の前記部分は、前記熱交換区域から回収されることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

メタンが豊富なガス流を液化する方法で生成されたフラッシュ蒸気で充填した閉ループを用いて、前記熱交換区域に対する冷凍負荷の少なくとも一部分を供給する段階を更に含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記冷却ガス流の少なくとも一部分を膨張させて膨張した冷却されたガス流を生成する段階と、

30

前記フラッシュ蒸気で充填した前記閉ループとの間接熱交換により、前記膨張した冷却されたガス流を更に冷却する段階と、

を更に含むことを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記冷却ガス流の少なくとも一部分を膨張させて膨張した冷却されたガス流を生成する段階と、

1つ又はそれよりも多くの付加的な熱交換区域における間接熱交換により、前記膨張した冷却されたガス流を更に冷却する段階と、

を更に含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

40

装置の各々が、前記供給ガス流の一部を膨張させ、それによって該部分を冷却して1つ又はそれよりも多くの膨張して冷却された副流を形成し、かつ装置内で膨張した該供給ガス流の該部分の各々が、供給ガス流冷却の異なる段階で該供給ガス流から回収される複数の仕事膨張装置を用いて前記ガス流を冷却する段階と、

前記供給ガス流を前記1つ又はそれよりも多くの膨張して冷却された副流との間接熱交換によって冷却する段階と、

を更に含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記ガス流の1つ又はそれよりも多くの部分を回収する段階と、

前記ガス流の前記1つ又はそれよりも多くの部分の各々を1つ又はそれよりも多くの仕

50

事膨張装置に送り、該ガス流の該1つ又はそれよりも多くの部分の各々を膨張させて該1つ又はそれよりも多くの部分を膨張させて冷却し、それによって1つ又はそれよりも多くの膨張して冷却された副流を形成する段階と、

前記1つ又はそれよりも多くの膨張して冷却された副流を少なくとも1つの熱交換区域に送る段階と、

前記ガス流を前記少なくとも1つの熱交換区域に通す段階と、

前記1つ又はそれよりも多くの膨張して冷却された副流との間接熱交換により、前記ガス流を少なくとも部分的に冷却する段階と、

を更に含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項10】

前記ガス流は、最初にガス供給圧力を超える圧力まで圧縮されることを特徴とする請求項6、請求項7、請求項8、又は請求項9に記載の方法。

【請求項11】

最終熱交換段階前かつLNGを生成する膨張の前の前記冷却されたガス流の膨張段階を更に含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項12】

最終熱交換段階前に前記冷却されたガス流の少なくとも一部分を膨張させて、膨張した冷却されたガス流を生成する段階と、

前記膨張した冷却されたガス流の一部分を仕事発生膨張器に送り、該膨張した冷却されたガス流の該部分を該仕事発生膨張器内で更に膨張させる段階と、

前記仕事発生膨張器から現れる流れを熱交換区域に送り、前記膨張した冷却されたガス流の残りを該熱交換区域における間接熱交換によって更に冷却する段階と、

を更に含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項13】

前記冷媒は、3、000psiaよりも大きいか又は等しい圧力まで圧縮されて圧縮冷媒をもたらすことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項14】

前記熱交換区域は、複数の熱交換チャンバを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項15】

前記ガス流を受け取って、過冷却ガス流を準備するために第2の冷媒の膨張によって冷却される過冷却熱交換区域、

を更に含み、

前記過冷却ガス流の最終膨張及びLNGの回収がそれに続いている、

ことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項16】

前記第2の冷媒は、メタンが豊富な前記ガス流の一部分であることを特徴とする請求項15に記載の方法。

【請求項17】

前記第2の冷媒は、該第2の冷媒の膨張前に前記過冷却熱交換区域において過冷却されることを特徴とする請求項15に記載の方法。

【請求項18】

前記メタンが豊富なガス流は、前記熱交換区域を通過する前に再加圧され、前記冷却されたガス流は、膨張させられ、該膨張した冷却されたガス流の一部分は、更に膨張させて、前記過冷却熱交換区域における前記第2の冷媒として用いられることを特徴とする請求項16に記載の方法。

【請求項19】

前記過冷却ガス流の一部分が、膨張させられ、その一部分が、前記第2の冷媒であることを特徴とする請求項15に記載の方法。

【請求項20】

10

20

30

40

50

前記過冷却ガス流の前記部分は、2つの部分流れに分割され、該部分流れの一方は、更に膨張させられ、かつ該部分流の両方は、前記第2の冷媒を含むことを特徴とする請求項19に記載の方法。

【請求項21】

LNG回収と共に窒素を除去する段階を更に含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項22】

メタンが豊富なガス流を液化する方法であって、

1、000psia未満の圧力でガス流を準備する段階と、

閉ループに冷媒を供給する段階と、

前記冷媒を1500psiaよりも大きいか又は等しい圧力まで圧縮して圧縮冷媒を準備する段階と、

前記圧縮冷媒を冷却流体との間接熱交換によって冷却する段階と、

前記圧縮冷媒を膨張させて該圧縮冷媒を更に冷却し、それによって膨張して冷却された冷媒を生成する段階と、

前記膨張して冷却された冷媒を熱交換区域に送る段階と、

前記ガス流を前記熱交換区域に通し、該ガス流の少なくとも一部を前記膨張して冷却された冷媒との間接熱交換によって冷却する段階と、

を含むことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願への相互参照

本出願は、2005年8月9日出願の米国特許仮出願第60/706、798号、及び2006年4月26日出願の米国特許仮出願第60/795、101号の利益を求めるものである。

【0002】

本発明の実施形態は、天然ガス及び他のメタン豊富ガス流の液化の方法に関し、より詳細には、液化天然ガス(LNG)を生成する方法に関する。

【背景技術】

【0003】

天然ガスは、その清浄な燃焼性及び利便性のために近年広く用いられるようになってきた。多くの天然ガス供給源は、ガスのあらゆる商業市場から遠距離の遠隔地域に位置する。場合によっては、生成された天然ガスを商業市場まで輸送するのにパイプラインが利用可能である。パイプライン輸送が実現可能でない時には、生成された天然ガスは、多くの場合に、市場に輸送するために液化天然ガス(「LNG」と呼ばれる)に処理される。

【0004】

LNGプラントの設計において、最も重要な考察事項の1つは、天然ガス供給流れをLNGに変換するための処理である。現在、最も一般的な液化処理は、何らかの形式の冷凍システムを用いる。天然ガスを液化するために多くの冷凍サイクルが用いられているが、今日最も一般的にLNGプラントにおいて用いられる3つの型は、(1)漸次的に配列された熱交換器において複数の単一成分冷媒を用いてガスの温度を液化温度まで下げる「カスケードサイクル」、(2)特別設計の交換器において多成分冷媒を用いる「多成分冷凍サイクル」、及び(3)対応する温度の低下を伴ってガスを供給ガス圧から低圧まで膨張させる「膨張サイクル」である。殆どの天然ガス液化サイクルは、これら3つの基本型の変形又は組合せを用いる。

【0005】

用いる冷媒は、多成分冷凍サイクルにおいては、メタン、エタン、プロパン、ブタン、及び窒素のような成分の混合物とすることができる。冷媒はまた、「カスケードサイクル」においては、プロパン、エチレン、又は窒素のような純物質とすることができる。組成

10

20

30

40

50

を精密に制御したかなりの容積のこれらの冷媒が必要とされる。更に、このような冷媒は、物流要件を課す輸入かつ貯蔵の必要がある場合がある。代替的に、冷媒の成分の一部は、典型的には、液化処理と統合した蒸留処理によって調製することができる。

【0006】

供給ガス冷却をもたらし、それによって冷媒取扱いの物流的問題を排除又は低減するためのガス膨張器の使用は、工程技師の関心を引くものになっている。膨張器システムは、膨張タービンを通じて供給ガスを膨張させ、それによって仕事を実行してガスの温度を低下させることができる原理に基づいて作動する。低温ガスは、次に、供給ガスと熱交換され、必要な冷凍を提供する。供給ガスを完全に液化するためには、補足冷凍が一般的に必要であり、これは、冷媒システムによって提供することができる。膨張から得られるパワーは、通常は、冷凍サイクルに用いる主要な圧縮パワーの一部を供給するために用いられる。LNGを作るための一般的な膨張サイクルは、典型的に約6、895 kPa (1、000 psia) よりも低い供給ガス圧で作動する。

10

【0007】

しかし、以前に提案された膨張サイクルは、全て、冷媒システムに基づく現在の天然ガス液化サイクルよりも熱力学的に効率が悪い。従って、膨張サイクルは、今までいかなる設置費用優位性も提供しておらず、冷媒を伴う液化サイクルは、依然として天然ガス液化のための好ましい任意選択肢である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0008】

膨張サイクルは、前冷却（加温）段階に対して高い再利用ガス流流量及び高い非効率性をもたらすので、ガス膨張器は、一般的に、例えば、閉じたサイクルにおいて外部冷媒を用いて、供給ガスが-20を十分に下回る温度まで前冷却された後にそれを更に冷却するために使用されている。従って、殆どの提案された膨張サイクルにおける共通因子は、ガスが膨張器に入る前にガスを前冷却するための第2の外部冷凍サイクルの必要性である。このような組み合わせられた外部冷凍サイクル及び膨張サイクルは、「混成サイクル」と呼ばれ場合がある。このような冷媒ベースの前冷却は、膨張器の使用における非効率性の主な原因を排除するが、それは、膨張サイクルの恩典、すなわち、外部冷媒の排除を大幅に低下させる。膨張器冷却の後に付加的な冷却も必要である場合があり、それは、窒素又は低温混合冷媒のような別の外部冷媒システムによって提供することができる。

30

【0009】

従って、外部冷媒の必要性を排除し、少なくとも現在使用中の技術のものに同等の改善された効率を有する膨張サイクルに対する必要性が依然として存在する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の実施形態は、天然ガス及び他のメタン豊富ガス流を液化して液化天然ガス（LNG）及び/又は他の液化メタン豊富ガスを生成する方法を提供する。特許請求の範囲を含む本明細書で用いる場合の用語天然ガスは、LNGを製造するのに適切なガス状の原材料を意味する。天然ガスは、原油井戸（付随ガス）又はガス井戸（非付随ガス）から得られるガスを含むことができると考えられる。天然ガスの組成は、大幅に変わる可能性がある。本明細書で用いる場合、天然ガスは、主な成分としてメタン（ C_1 ）を含有するメタン豊富ガスである。

40

【0011】

本明細書のLNGを生成する方法の1つ又はそれよりも多くの実施形態では、供給ガスの第1の部分が回収され、圧縮され、冷却され、かつ低圧まで膨張させて回収された第1の部分を冷却するように第1の段階が実施される。供給流れの残りの部分は、第1の熱交換処理において膨張した第1の部分との間接熱交換によって冷却される。過冷却ループを伴う第2の段階では、フラッシュ蒸気から成る別の流れが圧縮され、冷却され、かつ低圧まで膨張させて別の低温の流れをもたらす。この低温の流れは、過冷却熱交換処理を構成

50

する第2の間接熱交換処理において残りの供給ガス流を冷却するために用いられる。第2の熱交換処理から出る膨張した流れは、第1の間接熱交換段階における補足冷却に用いられる。残りの供給ガスは、続いて低圧まで膨張し、それによってこの供給ガス流を部分的に液化する。この流れの液化部分は、沸点圧力に対応する温度を有するLNGとして処理から回収される。この流れの蒸気部分は、間接熱交換段階にもたらされる冷却を補足するために戻される。様々な供給源からの加温された冷却ガスは、圧縮されて再利用される。

【0012】

本発明による1つ又はそれよりも多くの他の実施形態では、メタンが豊富なガス流を液化する方法が提供され、本方法は、1、000psia未満の圧力でメタンが豊富なガス流を準備する段階と、1、000psia未満の圧力で冷媒を準備する段階と、1500psiaよりも大きいか又は等しい圧力まで冷媒を圧縮して圧縮冷媒を準備する段階と、冷却流体との間接熱交換によって圧縮冷媒を冷却する段階と、圧縮冷媒を更に冷却するために圧縮冷媒を膨張させ、それによって膨張した冷却された冷媒を生成する段階と、この膨張した冷却された冷媒を熱交換区域に送る段階と、このガス流をこの熱交換区域に通し、この膨張した冷却された冷媒との間接熱交換によってこのガス流の少なくとも一部を冷却し、それによって冷却されたガス流を形成する段階とを含む。1つ又はそれよりも多くの他の特定のな実施形態では、1、000psia未満の圧力で冷媒を準備する段階は、冷媒として用いるためにガスの一部分を回収する段階を含む。他の実施形態では、冷媒として用いられるガス流の部分は、ガス流が熱交換区域に送られる前にガス流から回収される。更に他の実施形態では、本発明による方法は、メタンが豊富なガス流を液化するための処理で生成されたフラッシュ蒸気で充填された閉ループを用いて、熱交換区域に対する冷凍負荷の少なくとも一部分を供給する段階を更に含む。本発明による付加的な実施形態は、当業者には明らかであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明の実施形態は、主としてガス膨張器を用いて外部冷媒の必要性を排除する天然ガス液化の方法を提供する。すなわち、本明細書に開示する一部の実施形態では、供給ガス自体（例えば、天然ガス）は、全ての冷凍サイクルにおいて冷媒として用いられる。このような冷凍サイクルは、典型的な提案されたガス膨張サイクルが必要とするような外部冷媒（すなわち、供給ガス自体又はLNG処理プラントにおいて又はその近くで生成されるガス以外の冷媒）を用いる補足冷却を必要とせず、その上このような冷凍サイクルは、より高い効率を有する。1つ又はそれよりも多くの実施形態では、冷却水又は空気が、冷却流体の唯一の外部供給源であり、段階間又は冷却後の圧縮機に用いられる。

【0014】

図1は、膨張器ループ5（すなわち、膨張サイクル）及び過冷却ループ6を用いる本発明の一実施形態を示している。明確にするために、膨張器ループ5及び過冷却ループ6は、図1に2倍幅の線で示される。本明細書及び特許請求の範囲では、用語「ループ」及び「サイクル」は、同義語的に用いられる。図1では、供給ガス流10は、約1200psia未満、又は約1100psia未満、又は約1000psia未満、又は約900psia未満、又は約800psia未満、又は約700psia未満、又は約600psia未満の圧力で液化処理に入る。一般的に、供給ガス流10の圧力は、約800psiaであることになる。供給ガス流10は、一般的に、当業技術で公知の処理及び機器を用いて汚染物質を除去するために処理された天然ガスを含む。それが熱交換器に送られる前に、供給ガス流10の一部分は、回収されて副流11を形成し、従って、以下の説明から明らかになるように、供給ガス流10の圧力に対応する圧力、つまり約1000psia未満の圧力を含む上記圧力のいずれかでの冷媒をもたらす。従って、図1に示す実施形態では、供給ガス流の一部分は、膨張器ループ5のための冷媒として用いられる。図1に示す実施形態は、供給ガス流10が熱交換器に送られる前に、供給ガス流10から回収される副流を使用するが、膨張器ループ5内で冷媒として用いられることになる供給ガスの副流は、供給ガスが熱交換区域に送られた後に供給ガスから回収することができる。従って

、1つ又はそれよりも多くの実施形態では、本方法は、説明する本明細書の他の実施形態のいずれかであり、冷媒として用いられることになる供給ガス流の部分は、膨張し、熱交換区域に送られて戻った熱交換区域から回収され、熱交換区域に対する冷凍負荷の少なくとも一部を準備する。

【0015】

副流11は、それが約1500 psiaよりも大きいか又は等しい圧力まで圧縮され、従って圧縮冷媒流12を提供する圧縮ユニット20に送られる。代替的に、副流11は、約1600 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1700 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1800 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1900 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約2000 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約2500 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約3000 psiaよりも大きいか又は等しい圧力まで圧縮され、従って、圧縮冷媒流12を提供する。特許請求の範囲を含む本明細書で用いる場合、用語「圧縮ユニット」は、圧縮機器のいずれか1つの種類、又は類似か又は異なる種類の組合せを意味し、物質又は物質の混合物を圧縮するための当業技術で公知の付属機器を含むことができる。「圧縮ユニット」は、1つ又はそれよりも多くの圧縮段階を使用することができる。例示的な圧縮機は、以下に限定されるものではないが、例えば、往復及び回転圧縮機のような容積型、並びに例えば遠心及び軸流圧縮機のような動力的な種類を含むことができる。

10

【0016】

圧縮ユニット20を出た後に、圧縮冷媒流12は、それが適切な冷却流体との間接熱交換によって冷却され、圧縮され、冷却された冷媒をもたらす冷却器30に送られる。1つ又はそれよりも多くの実施形態では、冷却器30は、冷却流体として水又は空気を供給する種類のものであるが、冷却器のあらゆる種類を用いることができる。冷却器から現れる時の圧縮冷媒流12の温度は、用いる周囲条件及び冷却媒体に依存し、一般的に約35°Fから約105°Fである。次に、冷却された圧縮冷媒流12は、それが膨張し、その結果冷却されて膨張冷媒流13を形成する膨張器40に送られる。1つ又はそれよりも多くの実施形態では、膨張器40は、圧縮用に抽出して用いることができる仕事を発生するガス膨張器のような仕事膨張装置である。

20

【0017】

膨張冷媒流13は、熱交換区域50に送られて、熱交換区域50に対する冷凍負荷の少なくとも一部を供給する。特許請求の範囲を含む本明細書で用いる場合、用語「熱交換区域」は、熱伝達を促進するための当業技術で公知の機器の同じか又は異なる種類のいずれか1つの種類又は組合せを意味する。従って、「熱交換区域」は、単体の機器内に収容することができる、又はそれは、複数の機器に収容された区域を含むことができる。反対に、複数の熱交換区域を単体の機器に収容することができる。

30

【0018】

熱交換区域50を出ると、膨張冷媒流13は、加圧のための圧縮ユニット60に供給され、次に、副流11と結合する流れ14を形成する。膨張器ループ5が副流11からの供給ガスで満たされた状態で、漏れによる損失に取って代わる補給供給ガスのみが必要になり、圧縮ユニット20に入るガスの大部分は、一般的に流れ14によって提供されることが明らかであろう。副流11として回収されない供給ガス流10の部分は、それが少なくとも部分的に膨張冷媒流13との間接熱交換によって冷却される熱交換区域50に送られる。熱交換区域50を出た後に、供給ガス流10は、熱交換区域55に送られる。熱交換区域55の重要な機能は、供給ガス流を過冷却することである。従って、熱交換区域55では、供給ガス流10は、過冷却ループ6（以下に説明）によって過冷却され、過冷却流10aを生成する。次に、過冷却流10aは、膨張器70内で低圧まで膨張させ、それによって部分的に過冷却流10aを液化して液体部分及び残りの蒸気部分を形成する。膨張器70は、以下に限定されるものではないが、弁、制御弁、ジュールトンブソン弁、ベンチュリ装置、液体膨張器、及び水力タービンなどを含むあらゆる減圧装置とすることができる。部分的に液化された過冷却流10aは、液化部分15が沸点圧力に対応する温度を

40

50

有する LNG として処理から回収されるサージタンク 80 に送られる。残りの蒸気部分（フラッシュ蒸気）流 16 は、以下に説明するように、圧縮ユニットに動力を供給する燃料として及び/又は過冷却ループ 6 における冷媒として用いられる。燃料として用いられる前に、フラッシュ蒸気流 16 の全て又は一部分は、任意的に、サージタンク 80 から熱交換区域 50 及び 55 に送られ、このような熱交換区域内に提供された冷却を補足することができる。

【0019】

再度図 1 を参照すると、フラッシュ蒸気 16 の一部分は、ライン 17 を通って回収され、過冷却ループ 6 を満たす。従って、供給ガス流 10 からの供給ガスの一部分は、過冷却ループ 6 における冷媒として用いるために回収される（フラッシュガス流 16 からのフラッシュガスの形態で）。過冷却ループ 6 がフラッシュガスで完全に充填された状態で、漏れによる損失に取って代わる補給ガス（すなわち、ライン 17 からの付加的フラッシュ蒸気）のみが必要であることが、ここでもまた明らかであろう。過冷却ループ 6 では、膨張流 18 は、膨張器 41 から排出され、熱交換区域 55 及び 50 を通って取り出される。次に、膨張器フラッシュ蒸気流 18（過冷却冷媒流）は、それがより高い圧力まで再圧縮されて加温される圧縮ユニット 90 に戻る。圧縮ユニット 90 を出た後に、再圧縮過冷却冷媒流は、冷却器 30 と同じ種類とすることができるが、あらゆる種類の冷却器を用いることができる冷却器 31 内で冷却される。冷却後に、再圧縮過冷却冷媒流は、それが膨張冷媒流 13、過冷却冷媒流 18、及び任意的にフラッシュ蒸気流 16 との間接熱交換によって更に冷却される熱交換区域 50 に送られる。熱交換区域 50 を出た後に、再圧縮及び冷却過冷却冷媒流は、膨張器 41 を通って膨張した冷却された流れをもたらし、これは、次に、熱交換区域 55 を通過し、最後に膨張して LNG を生成する供給ガス流の部分を過冷却する。熱交換区域 55 から出る膨張過冷却冷媒流は、更に熱交換区域 50 を通過し、再圧縮される前に補足冷却を供給する。この方法では、過冷却ループ 6 におけるサイクルは、連続的に繰り返される。従って、1 つ又はそれよりも多くの実施形態では、本方法は、LNG 生成がもたらすフラッシュ蒸気（例えば、フラッシュ蒸気 16）で充填した閉ループ（例えば、過冷却ループ 6）を用いて冷却を供給する段階を更に含む本明細書に開示する他の実施形態のいずれかである。

【0020】

図 1 に示す実施形態では（及び、本明細書に説明する別の実施形態では）、供給ガス流 10 が一方の熱交換区域から他方に送られる時に、供給ガス流 10 の温度は、最後に過冷却流が生成されるまで低下することになることは明らかであろう。更に、副流が供給ガス流 10 から取り除かれる時に、供給ガス流 10 の質量流量は低下することになる。圧縮のような他の修正も供給ガス流 10 に対して行うことができる。供給ガス流 10 に対する各このような修正は、新しく異なる流れを生成すると考えることができるが、説明を明確かつ容易にするために、供給ガス流は、熱交換区域の通過、副流の除去、及び他の修正が供給ガス流 10 に対して温度、圧力、及び/又は流量変化を引き起こすことになるという理解の下に、別に定めない限り供給ガス流 10 と呼ぶことにする。

【0021】

図 2 は、膨張器ループ 5 が膨張器ループ 7 と取り換えられていることを除いて図 1 に示す実施形態と類似である本発明の別の実施形態を示している。図 2 の他の品目は、上述の通りである。膨張器ループ 7 は、明確にするために図 2 に 2 倍幅の線で示されている。膨張器ループ 7 は、実質的に膨張器ループ 5 と同じ機器（例えば、全て上述している圧縮機 20、冷却器 30、及び膨張器 40）を使用する。しかし、膨張器ループ 7 内のガス状冷媒は、供給ガスから切り離され、従って、供給ガスと異なる組成を有する可能性がある。すなわち、膨張器ループ 7 は、基本的に閉ループであり、供給ガス流 10 に連結されていない。従って、膨張器ループ 7 のための冷媒は、必ずしも供給ガスではないが、供給ガスとすることができる。膨張器ループ 7 は、この膨張器ループ 7 が使用される LNG 処理プラントにおいて又はその近くで生成されるあらゆる適切な冷媒ガスで充填することができる。例えば、膨張器ループ 7 を充填するために用いる冷媒ガスは、汚染物質を除去するた

10

20

30

40

50

めに単に部分的に処理された天然ガスのような供給ガスとすることができるであろう。

【0022】

膨張器ループ5のように、膨張器ループ7は、高圧ガスのループである。流れ12aは、約1500psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1600psiaよりも大きい
か又は等しく、又は約1700psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1800ps
iaよりも大きいか又は等しく、又は約1900psiaよりも大きいか又は等しく、又
は約2000psiaよりも大きいか又は等しく、又は約2500psiaよりも大きい
か又は等しく、又は約3000psiaよりも大きいか又は等しい圧力で圧縮ユニット2
0を出す。冷却器30から現れる時の圧縮冷媒流12aの温度は、用いる周囲条件及び冷
却媒体に依存し、一般的に、約35°Fから約105°Fである。次に、冷却された圧縮
冷媒流12aは、それが膨張し、更に冷却されて膨張冷媒流13aを形成する膨張器40
に送られる。膨張冷媒流13aは、熱交換区域50に送られて、熱交換区域50に対する
冷凍負荷の少なくとも一部を供給し、ここで供給ガス流10は、膨張冷媒流13aとの間
接熱交換によって少なくとも部分的に冷却される。熱交換区域50を出ると、膨張冷媒流
13aは、再圧縮のための圧縮ユニット20に戻る。本明細書に説明する実施形態のい
ずれにおいても、膨張器ループ5及び7は、同義語的に用いることができる。例えば、膨張
器ループ5を使用する実施形態では、膨張器ループ7は、膨張器ループ5で置換するこ
とができる。

10

【0023】

図3は、本発明の方法によりLNGを生成するための別の実施形態を示している。図3
に示す処理は、複数の仕事膨張サイクルを使用して、供給ガス及び他の流れのための補足
冷却を供給する。このような仕事膨張サイクルの使用は、液化処理の効率の全体的な改善
をもたらすものである。図3を参照すると、供給ガス流10は、上述の圧力で液化処理に
再び入る。図3に示す特定のな実施形態では、副流11は、上述の方法で膨張器ループ5
に供給されるが、閉膨張ループ7を膨張器ループ5の代わりに使用することができ、その
場合、副流11を必要としないと考えられることは明らかであろう。膨張器ループ5は、
膨張冷媒流13が以下に詳細に説明する熱交換区域56を通過し、熱交換区域56に対す
る冷凍負荷の少なくとも一部を供給することを除いては、図1に示す実施形態に対して上
述したものと同一方法で作動する。

20

【0024】

副流11として回収されない供給ガス流10の部分は、それが少なくとも部分的に以下
に説明する膨張冷媒流13及び他の流れとの間接熱交換によって冷却される熱交換区域5
6に送られる。熱交換区域56を出た後に、供給ガス流10は、それが以下に説明する付
加的流れとの間接熱交換によって更に冷却される熱交換区域57及び58を通過する。こ
の実施形態では、第1及び第2の仕事膨張サイクルは、供給ガス流10が熱交換区域57
に入り、副流11bが供給ガス流10から取り除かれる前に、以下の通り効率を改善する
ために使用される。供給ガス流10が熱交換区域57を出た後ではあるが、それが熱交換
区域58に入る前に、副流11cは、供給ガス流10から取り除かれる。従って、副流1
1b及び11cは、供給ガス流冷却の様々な段階で供給ガス流10から取り除かれる。す
なわち、各副流は、各連続回収副流が前に回収した副流よりも低い初期温度を有するよう
に、供給ガスの冷却曲線上の異なる点で供給ガス流から回収される。

30

40

【0025】

第1の仕事膨張サイクルの一部である副流11bは、それが膨張し、その結果冷却され
て膨張流13bを形成する膨張器42に送られる。膨張流13bは、熱交換区域56及び
57を通過し、熱交換区域56及び57に対する冷凍負荷の少なくとも一部を供給する。
同様に、第2の仕事膨張サイクルの一部である副流11cは、それが膨張し、その結果冷
却されて膨張流13cを形成する膨張器43に送られる。次に、膨張流13cは、熱交換
区域56、57、及び58を通過し、熱交換区域56、57、及び58に対する冷凍負荷
の少なくとも一部を供給する。その結果、供給ガス流10も、膨張流13b及び13cと
の間接熱交換によって熱交換区域56及び57内で冷却される。熱交換区域58では、供

50

給ガス流 10 はまた、膨張流 13 c との付加的な間接熱交換によって冷却される。

【0026】

熱交換区域 56 を出ると、膨張流 13 b 及び 13 c は、それぞれ圧縮ユニット 61 及び 62 に送られ、ここで、これらは再圧縮され、組み合わせられて流れ 14 a を形成する。流れ 14 a は、供給ガス流 10 と再結合される前に冷却器 32 によって冷却される。冷却器 32 は、冷却器 30 及び 31 と同じ種類の冷却器又は冷却タイプとすることができる。膨張器 42 及び 43 は、当業者に公知の種類の仕事膨張装置である。適切な仕事膨張装置の例示的かつ非限定的な例は、液体膨張器及び水力タービンを含む。従って、図 3 に示す実施形態では、供給ガス流は、複数の仕事膨張装置を用いて更に冷却される。付加的な仕事膨張サイクルを図 3 に示す実施形態に加えることができること、又は単一仕事膨張サイクルを採用することができることは、当業者には明らかであろう。従って、一般的に、1つ又はそれよりも多くの仕事膨張装置を上述の方法で採用することができる。仕事膨張装置の各々は、供給ガス流の一部分を膨張させ、それによってこのような部分を冷却し、仕事膨張装置内で膨張した供給ガス流の部分の各々は、供給ガス流冷却の異なる段階で（すなわち、異なる供給ガス流温度で）供給ガス流から回収される。

10

【0027】

本発明による 1つ又はそれよりも多くの他の実施形態では、仕事膨張装置は、供給ガス流から 1つ又はそれよりも多くの副流を回収し、1つ又はそれよりも多くの仕事膨張装置に 1つ又はそれよりも多くの副流を送り、1つ又はそれよりも多くの副流を膨張させてこの 1つ又はそれよりも多くの副流を膨張させて冷却し、それによって 1つ又はそれよりも多くの膨張して冷却された副流を形成し、1つ又はそれよりも多くの膨張して冷却された副流を少なくとも 1つの熱交換区域に送り、ガス流を少なくとも 1つの熱交換区域に通し、1つ又はそれよりも多くの膨張して冷却された副流との間接熱交換によって少なくとも部分的にガス流を冷却することによって利用される。

20

【0028】

再度図 3 を参照すると、供給ガス流 10 は、熱交換区域 56、57、及び 58 内で冷却された後、次に、それが更に冷却されて過冷却流 10 a を生成する熱交換区域 59 に送られる。熱交換区域 59 の重要な機能は、供給ガス流 10 を過冷却することである。次に、過冷却流 10 a は、膨張器 85 内で低圧まで膨張し、それによって過冷却流 10 a を部分的に液化して液化部分及び残りの蒸気部分を形成する。膨張器 85 は、以下に限定されるものではないが、弁、制御弁、ジュールトンプソン弁、ベンチュリ装置、液体膨張器、及び水力タービンなどを含むあらゆる減圧装置とすることができる。部分的に液化した過冷却流 10 a は、液化部分 15 が沸点圧力に対応する温度を有する LNG として処理から回収されるサージタンク 80 に送られる。残りの蒸気部分（フラッシュ蒸気）流 16 は、過冷却ループ 6 に対して実質的に上述と同じ方法で圧縮ユニットに動力を供給する燃料として及び/又は過冷却ループ 8 における冷媒として用いられる。図 3 から分るように、過冷却ループ 8 は、過冷却ループ 8 が 4つの熱交換区域（熱交換区域 56、57、58、及び 59）に冷却を供給することを除いては、過冷却ループ 6 に類似している。

30

【0029】

図 4 は、本発明の更に別の実施形態を示している。図 4 に示す実施形態は、圧縮ユニット 25 及び膨張器 35 が加えられていることを除いては、図 3 に示す実施形態と実質的に同じである。膨張器 35 は、あらゆる種類の液体膨張器又は水力タービンとすることができる。膨張器 35 は、供給ガス流 10 が、それが膨張し、その結果冷却されて膨張供給ガス流 10 b を生成する熱交換区域 58 から膨張器 35 に流れるように、熱交換区域 58 と 59 の間に設けられる。次に、流れ 10 b は、それが過冷却されて過冷却流 10 c を生成する熱交換区域 59 に送られる。流れ 10 b を生成するために、膨張器 35 内で供給ガス流 10 を膨張させ、その結果冷却することによって、過冷却ループ 8 にかかる全体の冷却負荷が有利に低減される。従って、1つ又はそれよりも多くの実施形態では、本方法は、本明細書に開示される他の実施形態のいずれかであり、冷却供給ガス流の少なくとも一部分を膨張させ、冷却されて膨張した供給ガス流（例えば、流れ 10 b）を生成する段階と

40

50

、LNG生成がもたらすフラッシュ蒸気（例えば、フラッシュ蒸気16）で充填した閉ループ（例えば、過冷却ループ6又は8）との間接熱交換によって冷却されて膨張した供給ガス流を更に冷却する段階とを更に含む。

【0030】

引き続き図4を参照すると、液化処理に入る前に供給ガス流10の圧力を上昇させるために、圧縮ユニット25が使用される。従って、供給ガス流10は、それが供給ガス供給圧力を超える圧力まで又は1つ又はそれよりも多くの他の実施形態では約1200 psiaよりも大きい圧力まで圧縮される圧縮ユニット25に送られる。代替的に、供給ガス流10は、約1300 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1400 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1500 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1600 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1700 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1800 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1900 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約2000 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約2500 psiaよりも大きいか又は等しい圧力まで圧縮される。圧縮後に、供給ガス流10は、それが熱交換区域56に送られる前に冷却される冷却器33に送られる。圧縮ユニット25が、圧縮冷媒流12に対して望ましい圧力よりも低い圧力まで供給ガス流10（従って、副流11）を圧縮するために用いられる限り、圧縮ユニット20は、圧力を押し上げるために用いることができることが分るのである。

【0031】

上述のような供給ガス流10の圧縮は、3つの利点を提供する。第1に、供給ガス流の圧力を増大することにより、仕事膨張装置42及び43の冷却性能が高まる結果と共に、副流11b及び11cの圧力も増大する。第2に、熱交換区域内の熱伝達係数が改善される。従って、1つ又はそれよりも多くの実施形態では、本明細書に説明するLNGを生成するための処理は、本明細書に説明する他の実施形態のいずれかによって実施され、供給ガスは、熱交換区域に入る前に上述の圧力まで圧縮される。更に他の実施形態では、本方法は、複数の仕事膨張装置から供給ガス流に補足冷却を供給する段階を含み、仕事膨張装置の各々は、供給ガス流の一部分を膨張させ、それによって1つ又はそれよりも多い膨張した冷却された副流を形成するためにその部分を冷却し、仕事膨張装置内で膨張した供給ガス流の部分の各々は、供給ガス流冷却の異なる段階で（すなわち、異なる供給ガス流温度で）供給ガス流から回収され、1つ又はそれよりも多い膨張した冷却された副流との間接熱交換によって供給ガス流を冷却する。

【0032】

更に他の実施形態では、上述の供給ガスの部分の各々は、膨張前に、約1200 psiaよりも大きく、又は約1300 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1400 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1500 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1600 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1700 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約1800 psiaよりも大きいか又は等しい、約1900 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約2000 psiaよりも大きいか又は等しく、又は約2500 psiaよりも大きいか又は等しい圧力を有する。更に他の実施形態では、本方法は、本明細書に説明する他の実施形態のいずれかであり、加圧供給ガス流を生成するために上述の圧力のいずれかに対して供給ガス流を圧縮する段階と、仕事膨張装置又は複数の仕事膨張装置に加圧供給ガス流を供給する段階と、供給ガス流に補足冷却を供給するために仕事膨張装置又は複数の仕事膨張装置を通して圧縮供給ガス流を膨張させる段階とを更に含む。

【0033】

上述のような供給ガス流の圧縮によって得られる第3の利点は、膨張器35が、過冷却ループ8にかかる冷却負荷を更に低減することができる結果と共に、膨張器35の冷却機能が改良されることである。圧縮ユニット25及び/又は膨張器35はまた、本明細書に説明する他の実施形態に有利に加えてこれらの実施形態で使用する過冷却ループにかかる

冷却負荷の類似の減少又は冷却における他の改良点を提供することができること、及び圧縮ユニット 25 及び膨張器 35 は、本明細書のあらゆる実施形態において互いに単独で用いることができることが分るのである。更に、膨張器 35 (又は、仕事膨張装置 42 及び 43) の冷却機能は、供給流れが LNG の沸点圧力を超える圧力で供給される限り、供給流れの圧縮なしでさえも改良されることになることが同様に分るのである。例えば、供給ガスが、供給ガスの圧縮がもたらす上述の圧力のいずれかで供給される場合、このような圧力の利点は、明らかに付加的な圧縮なしに得ることができることになる。従って、特許請求の範囲を含む本明細書を解釈する上で、約 1200 psia を超える圧力を有する流れを膨張させるための仕事膨張装置及び / 又は膨張器 35 の使用は、圧縮ユニット 25 又はあらゆる他の圧縮機又は圧縮段階の使用又は存在が必要であると解釈すべきではない。

10

【0034】

図 5 は、図 4 に示す実施形態に類似した本発明の方法により LNG を生成するための第 5 の実施形態の概略流れ図であるが、過冷却を供給するために更に別の膨張段階を使用するものである。図 5 を参照すると、過冷却ループ 8 は、図 5 に示す実施形態には存在しないことが分るのである。代わりに、副流 11d は、流れ 10b から取り除かれ、それが膨張してその結果冷却されて膨張流 13d を形成する膨張装置 105 に送られる。膨張装置 105 は、仕事発生膨張器であり、その多くの種類は容易に入手可能である。このような装置の例示的かつ非限定的な例は、液体膨張器及び水力タービンを含む。膨張流 13d は、熱交換区域 59、58、57、及び 56 を通過して、これらの熱交換区域に対する冷凍負荷の少なくとも一部を供給する。図 5 から分るように、流れ 10b はまた、膨張流 13d との間接熱交換によって及びフラッシュ蒸気流 16 によって冷却される。従って、1つ又はそれよりも多くの実施形態では、本発明の方法は、最終熱交換段階前(例えば、熱交換区域 59 前)に膨張器 35 内の冷却ガス流(供給ガス流 10)の少なくとも一部分を膨張させて、膨張した冷却されたガス流(例えば、流れ 10b)を生成する段階と、仕事発生膨張器に膨張した冷却されたガス流の一部分を送る段階と、仕事発生膨張器内で膨張した冷却されたガス流を更に膨張させる段階と、仕事発生膨張器から現れる流れ(例えば、流れ 13d)を熱交換区域に送って、膨張した冷却されたガス流を熱交換区域内で間接熱交換によって更に冷却する段階とを更に含む。

20

熱交換区域 56 を出ると、膨張流 13d は、それが再圧縮され、圧縮ユニット 61 及び 62 から現れる流れと組み合わせられ、冷却され、次に、元の通りの供給流れに再利用される流れ 14a の一部を形成する圧縮ユニット 95 に送られる。

30

【0035】

図 6 に示す別の実施形態は、過冷却ループ 6 が、熱交換区域 50 を出た後に再圧縮され、冷却された過冷却冷媒流が膨張器 41 を通って膨張する前に熱交換区域 55 で更に冷却されるように修正されていることを除いては、図 1 に示して上述した実施形態と類似である。この実施形態は、膨張器 41 後にあまり凝縮を示さない冷却流体が用いられる場合に好ましい。

【0036】

図 7 は、過冷却ループ 6a が供給ガス 10 の一部分を用いる別の実施形態を示している。供給ガス 10 のこの部分は、図 4 と同じ方法で圧縮機 25 内で再加圧され、201 から冷却器 33 内で冷却される。

40

【0037】

図 8 は、過冷却ループ 6 の代替配置を示す、図 7 と類似の別の実施形態である。供給ガス 10 の組成に応じて、過冷却ループ内で凝縮を防止し、十分なライン圧力を保証するために、付加的な圧縮機(図示せず)を用いることができる。

図 9 は、ある一定の供給ガス 10 組成及び / 又は圧力で用いるための実施形態を示している。LNG 収集のために冷却されている供給ガス 10 の冷却曲線を、過冷却熱交換区域 55 における冷却に用いられている供給ガス 10 のその部分の冷却曲線に対してより良く適合させるために、過冷却ループ 6 に進む冷媒ガスのこの部分の分担部分を更に膨張することが必要であろう。これは、過冷却ループ 6 に補足冷却を供給するために、膨張弁 82

50

又は他の膨張器（例えば、ジュール・トンプソン弁）を用いて実施される。

【0038】

図10は、供給ガス10組成に基づいて窒素排除が必要である場合に、蒸留塔81又は同等装置を用いる窒素排除段階の統合を示す別の実施形態を表している。これは、伝送及び最終用途に対して製品LNGの窒素仕様を合わせるのに必要であろう。

【0039】

図11は、窒素排除ユニットからのフラッシュ蒸気が過冷却ループのための冷媒として用いられる窒素排除ユニットの統合を示す別の実施形態を表している。従って、得られる冷媒は、窒素に富むものである。

【実施例1】

【0040】

図4に示す実施形態を例示するために、仮想質量及びエネルギー均衡が実施され、結果を以下の表に示している。データは、「HYSYS（登録商標）」（カナダ、カルガリー所在の「Hyprotech Ltd.」から入手可能）と呼ばれる市販の処理シミュレーションプログラムを用いて得られたが、データを作成するために、当業者がよく知っている例えば「HYSIM（登録商標）」、「PROII（登録商標）」、及び「ASPEN PLUS（登録商標）」を含む他の市販の処理シミュレーションプログラムを用いることができる。この実施例では、供給ガス流10が、モルパーセントで、 C_1 : 90.25%、 C_2 : 5.70%、 C_3 : 0.01%、 N_2 : 4.0%、 He : 0.04%の組成を有すると仮定した。表に呈したデータは、図4に示す実施形態をより良く理解するために提供されるものであるが、本発明は、不必要にそれに限定されるように解釈されないものとする。温度、圧力、及び流量は、本明細書の教示を考慮して多くの変動を有する可能性がある。状態点201から214（図4に示す位置で）で計算した特定の温度、圧力、及び流量を表に列挙している。

【0041】

本方法の一実施形態では、最終熱交換区域から現れる流れの温度を制御することにより、フラッシュ蒸气流16の容積は、圧縮ユニット及び他の機器の燃料要件に適合するように制御される。例えば、図4を参照すると、状態点207における温度は、燃料要件によってより多いか又は少ないフラッシュ蒸気（流れ16）を生成するように制御することができる。状態点207でのより高い温度は、結果としてより多くのフラッシュ蒸気（従って、より多くの入手可能燃料）の生成をもたらすことになり、逆もまた同じである。代替的に、温度は、フラッシュ蒸気流量が燃料要件よりも高くなり、燃料流量要件を超える過剰流量が圧縮及び冷却後に再利用することができるように調節することができる。

【0042】

（表）

10

20

30

状態点	温度 (度 F)	圧力 (p s i a)	流量 (ポンドーモル/時間)
201	262	985	3.35×10^5
202	100	1500	1.08×10^6
203	-36	1480	4.85×10^5
204	-130	1470	3.35×10^5
205	-213	1460	3.35×10^5
206	-229	48	3.35×10^5
207	-236	42	3.35×10^5
208	-254	18	3.35×10^5
209	-217	71	3.12×10^5
210	-140	420	2.29×10^4
211	100	126	2.57×10^4
212	-240	44	2.57×10^4
213	100	3000	8.57×10^5
214	-40	895	8.57×10^5

10

【0043】

当業者、特に本明細書の教示の恩典を受ける者は、上記開示された特定のな実施形態に対する多くの修正及び変形を認識するであろう。例えば、一実施形態に示す特徴を他の実施形態に加えて付加的な実施形態を形成することができる。すなわち、具体的に開示した実施形態及び実施例は、特許請求の範囲によって判断される本発明の範囲を限定又は制限するように用いるべきではない。

20

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の方法により LNG を生成するための一実施形態の概略流れ図である。

【図2】圧縮、冷却、かつ膨張させられるループにおけるガス状冷媒が供給ガスから切り離され、従って供給ガスと異なる組成を有する場合があることを除いて図1に示す処理に類似している LNG を生成するための第2の実施形態の概略流れ図である。

30

【図3】効率改善のための複数の仕事膨張段階を用いる本発明の方法により LNG を生成するための第3の実施形態の概略流れ図である。

【図4】図3に類似の複数の仕事膨張段階を用いるが、付加的な膨張段階並びに供給ガスの圧縮も組み込んで膨張段階の性能を改善する本発明の方法により LNG を生成するための第4の実施形態の概略流れ図である。

【図5】図4に示す実施形態に類似しているが、処理ガスの付加的な副流及び膨張を使用して過冷却をもたらす本発明の方法により LNG を生成するための第5の実施形態の概略流れ図である。

【図6】過冷却ループのための冷媒が膨張前に過冷却熱交換器内で冷却される図1及び図2に示す実施形態に類似の別の実施形態を示す図である。

40

【図7】過冷却ループが供給ガスに結合した別の実施形態を示す図である。

【図8】過冷却ループの代替配置を示す別の実施形態を示す図である。

【図9】図8のものと類似の実施形態であるが、膨張弁、ジュール-トンブソン弁、又は類似の膨張装置が過冷却器の効率改善に用いられる過冷却器を通る分割膨張流が用いられている図である。

【図10】窒素排除が必要と考えられる状況に対して窒素排除段階が組み込まれた別の実施形態を示す図である。

【図11】過冷却ループのための冷媒が窒素排除ユニットからのフラッシュ蒸気に由来し、従って窒素含有量に富む更に別の実施形態を示す図である。

【符号の説明】

50

- 【 0 0 4 5 】
- 5 膨張器ループ
- 6 過冷却ループ
- 10 供給ガス流
- 11 副流

【 図 1 】

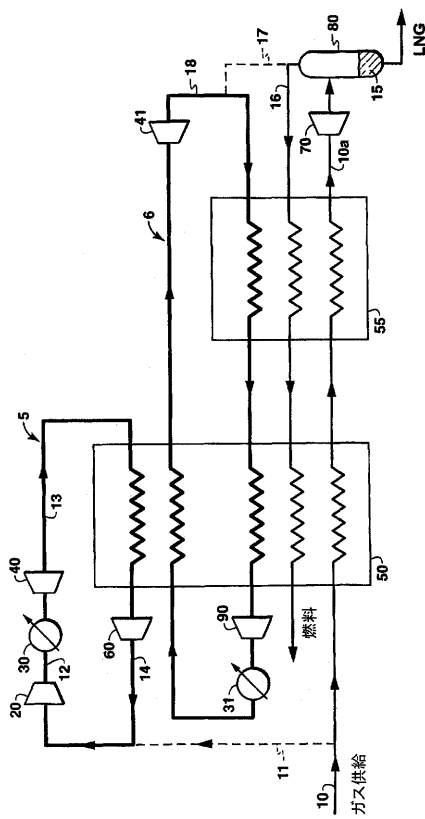


FIG. 1

【 図 2 】

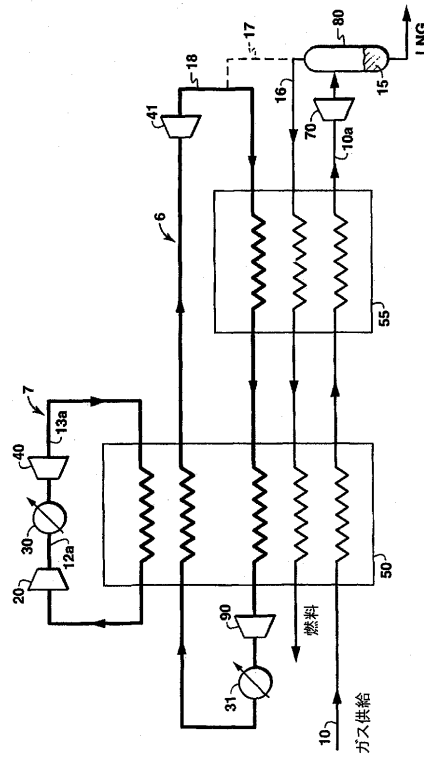


FIG. 2

【 図 3 】

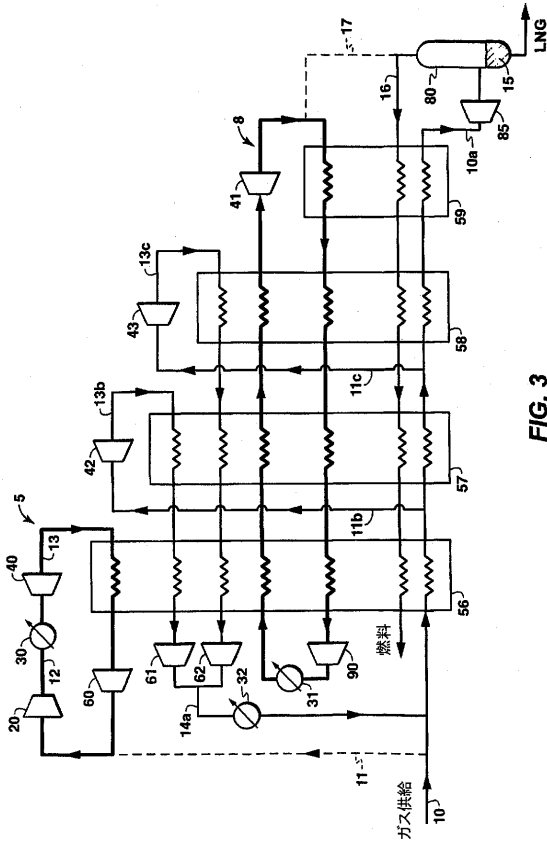


FIG. 3

【 図 4 】

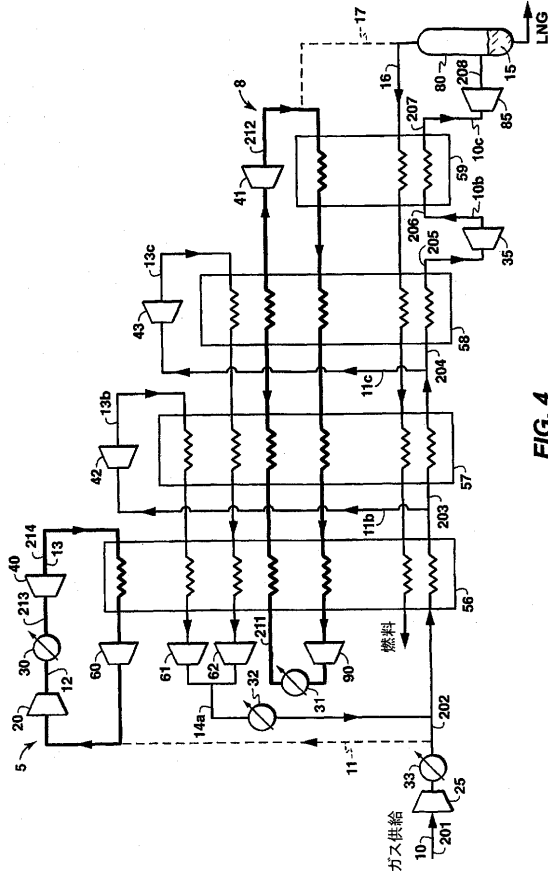


FIG. 4

【 図 5 】

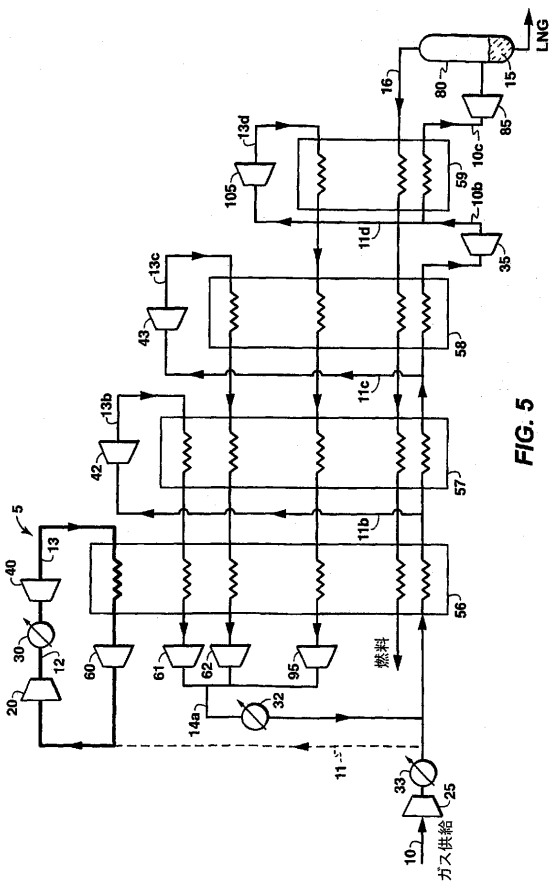


FIG. 5

【 図 6 】

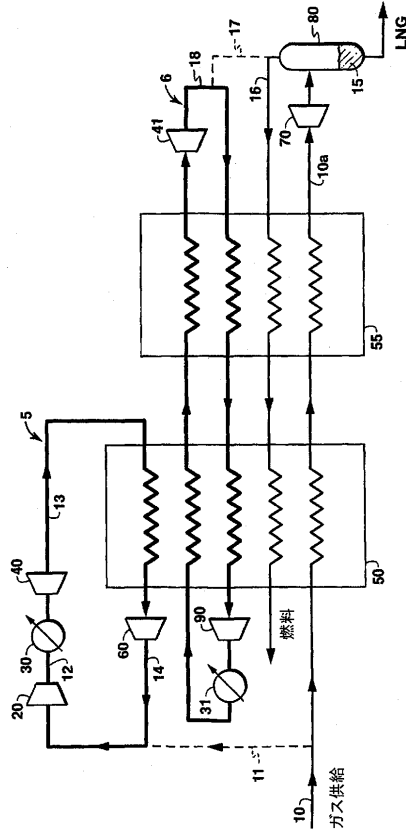


FIG. 6

【 図 7 】

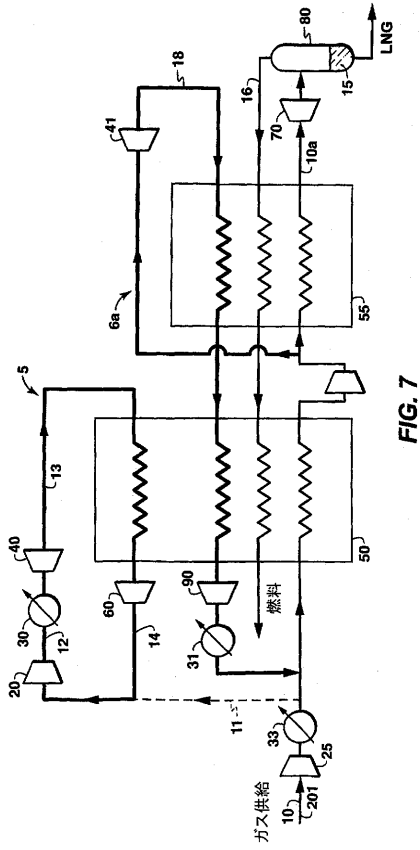


FIG. 7

【 図 8 】

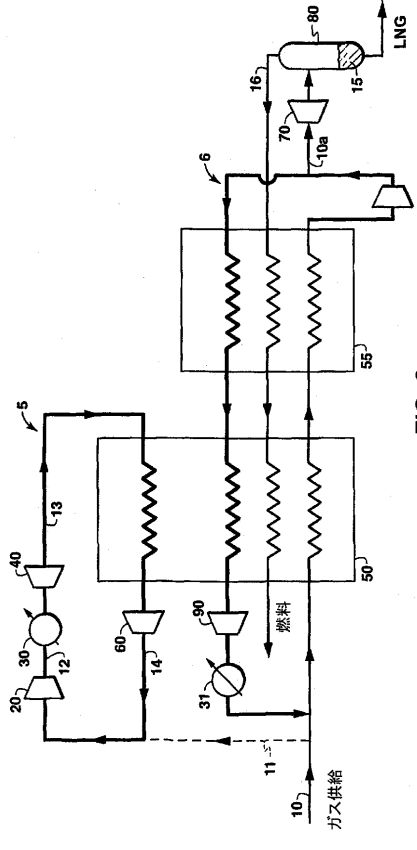


FIG. 8

【 図 9 】

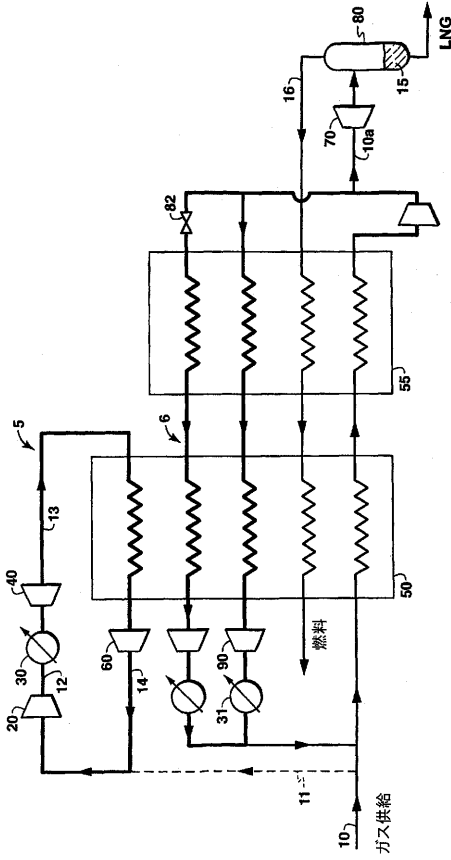


FIG. 9

【 図 10 】

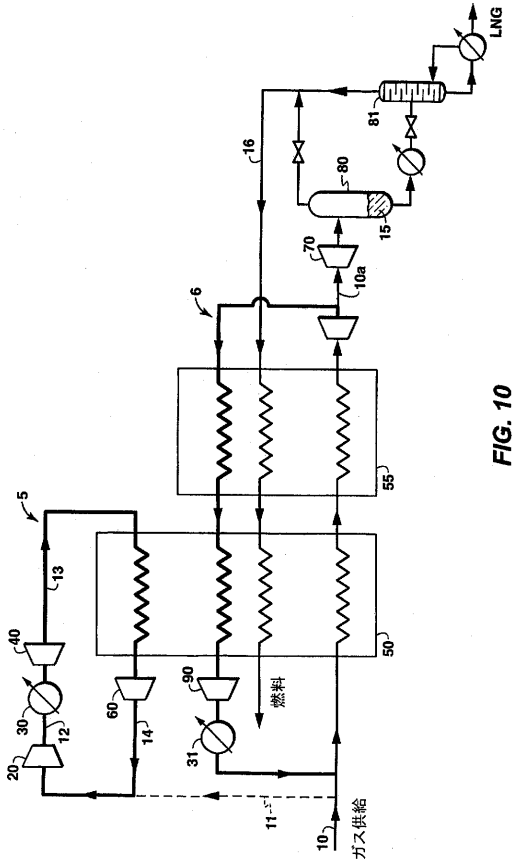


FIG. 10

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US06/20121
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: F25J 1/00(2006.01) USPC: 62/612,613 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 62/612,613,611 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched None Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) None		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
T	US 2005/0247078 A1 (WILKINSON et al) 10 November 2005 (10.11.2005), see entire document.	1-22
A	US 6,763,680 B2 (FISCHER et al) 20 July 2004 (20.07.2004), see entire document.	1-22
A	US 6,722,157 B1 (EATON et al) 20 April 2004 (20.04.2004), see entire document.	1-22
A	US 2004/0255,616 A1 (MAUNDER et al) 23 December 2004 (23.12.2004), see entire document.	1-22
A	US 6,694,774 B1 (RASHAD et al) 24 February 2004 (24.02.2004), see entire document.	1-22
A	US 6,306,531 B1 (ROBERTS et al) 30 October 2001(30.10.2001), see entire document.	1-22
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 08 September 2006 (08.09.2006)		Date of mailing of the international search report 29 NOV 2006
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (571) 273-3201		Authorized officer <i>Sharon D. Greene for</i> William C. Doerrler Telephone No. (571) 272-3750

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/US06/20121**C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4,740,223 A (GATES) 26 April 1988 (26.04.1988), see entire document.	1-22
A	US 5,036,671 A (NELSON et al) 06 August 1991 (06.08.1991), see entire document.	1-22

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100103609

弁理士 井野 砂里

(72)発明者 ミンタ モーゼス

アメリカ合衆国 テキサス州 77479 シュガー ランド スターリング ストリート 39

(72)発明者 スタンレー ケヴィン エヌ

アメリカ合衆国 テキサス州 77479 シュガー ランド チャンドラー コート 127

(72)発明者 ストーン ジョン ビー

アメリカ合衆国 テキサス州 77345 キングウッド プレザント クリーク 1915

(72)発明者 ボーエン ロナルド アール

アメリカ合衆国 テキサス州 77354 マグノリア ピンウッド コート 37602

(72)発明者 コート リンダ ジェイ

アメリカ合衆国 テキサス州 77479 シュガー ランド クワイエット ウォーター コート 903

Fターム(参考) 4D047 AA10 BA03 BB00 CA03 CA11 CA15

【要約の続き】

液化する。この流れの液化部分は、沸点圧力に対応する温度を有するLNGとして処理から回収される。

【選択図】図1