

(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2006-504928

(P2006-504928A)

(43) 公表日 平成18年2月9日(2006.2.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
F25J 1/00 (2006.01)	F25J 1/00 B	4D047
F02G 5/04 (2006.01)	F02G 5/04 H	
F25J 1/02 (2006.01)	F02G 5/04 K	
	F25J 1/02	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2004-550307 (P2004-550307)
 (86) (22) 出願日 平成15年10月30日 (2003.10.30)
 (85) 翻訳文提出日 平成17年4月26日 (2005.4.26)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2003/034624
 (87) 国際公開番号 W02004/042300
 (87) 国際公開日 平成16年5月21日 (2004.5.21)
 (31) 優先権主張番号 10/286,292
 (32) 優先日 平成14年11月1日 (2002.11.1)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

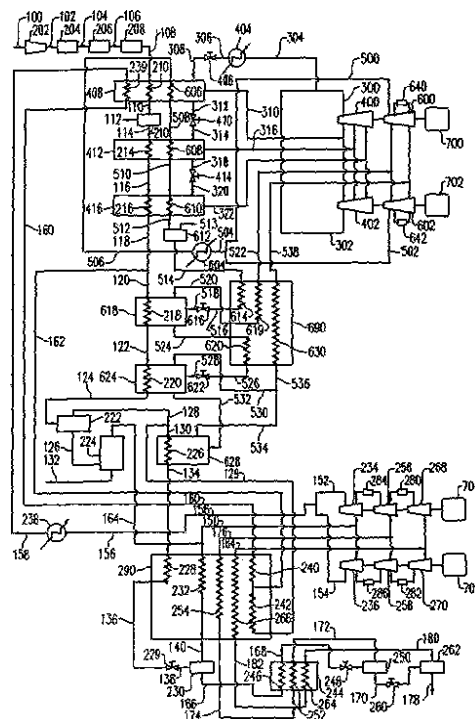
(71) 出願人 503054111
 コノコフィリップス カンパニー
 アメリカ合衆国、テキサス、ヒューストン
 、 ノース デイリィ アシュフォード
 600
 (74) 代理人 100066692
 弁理士 浅村 皓
 (74) 代理人 100072040
 弁理士 浅村 肇
 (74) 代理人 100107504
 弁理士 安藤 克則
 (74) 代理人 100102897
 弁理士 池田 幸弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 天然ガス液化用モータ駆動コンプレッサシステム

(57) 【要約】

コンプレッサ駆動装置として電動機を用いる天然ガス液化システム。モータとスチームタービンの組み合わせにコージェネレーションプラントによって動力を供給し、駆動体として用いることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 第 1 電動機で第 1 コンプレッサ及び第 2 コンプレッサを駆動する段階と、
 (b) 第 2 電動機で第 3 コンプレッサ及び第 4 コンプレッサを駆動する段階と、
 (c) 前記第 1 及び第 3 コンプレッサ内の第 1 冷凍サイクルの第 1 冷媒を圧縮する段階と、
 (d) 前記第 2 及び第 4 コンプレッサ内の第 2 冷凍サイクルの第 2 冷媒を圧縮する段階と
 を含む、天然ガスを液化するための方法。

【請求項 2】

前記第 1 及び第 3 コンプレッサが並列に前記第 1 冷凍サイクルに流体連結され、
 前記第 2 及び第 4 コンプレッサが並列に前記第 2 冷凍サイクルに流体連結されている、
 請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 3】

前記第 1 冷媒が最大部分に、プロパン、プロピレン、及びそれらの混合物からなる群から選択される炭化水素を含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 2 冷媒が最大部分に、エタン、エチレン、及びそれらの混合物からなる群から選択される炭化水素を含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

(e) 第 3 電動機で第 5 コンプレッサを駆動する段階と、
 (f) 前記第 5 コンプレッサ内の第 3 冷凍サイクルの第 3 冷媒を圧縮する段階とを更に含む、請求項 3 に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記第 2 冷媒が最大部分に、エタン、エチレン、及びそれらの混合物からなる群から選択される炭化水素を含み、
 前記第 3 冷媒が最大部分にメタンを含む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

(g) 第 4 電動機で第 6 コンプレッサを駆動する段階と、
 (h) 前記第 6 コンプレッサ内の第 3 冷凍サイクルの第 3 冷媒を圧縮する段階とを更に含む、請求項 6 に記載の方法。

30

【請求項 8】

前記第 5 及び第 6 コンプレッサが並列に前記第 3 冷凍サイクルに流体連結されている、
 請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 1 冷媒が最大部分にプロパンを含み、
 前記第 2 冷媒が最大部分にエチレンを含み、
 前記第 3 冷媒が最大部分にメタンを含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

(i) 段階 (a) ~ (d) を経て製造された液化天然ガスを気化させる段階を更に含む、
 請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 11】

(a) コージェネレーションプラントにおいて水蒸気と電気を発生させる段階と、
 (b) 電気の少なくとも一部を使用して第 1 電動機に動力を供給する段階と、
 (c) 水蒸気の少なくとも一部を使用して第 1 スチームタービンに動力を供給する段階と、
 (d) 前記第 1 電動機により駆動される第 1 コンプレッサ内の第 1 冷凍サイクルの第 1 冷媒を圧縮する段階と、
 (e) 前記第 1 スチームタービンにより駆動される第 2 コンプレッサ内の第 2 冷凍サイクルの第 2 冷媒を圧縮する段階と、

50

(f) 電気の少なくとも一部を使用して第 2 電動機に動力を供給する段階と、

(g) 前記第 2 電動機により駆動される第 3 コンプレッサ内の前記第 1 冷凍サイクルの第 1 冷媒を圧縮する段階と、

(h) 水蒸気の少なくとも一部を使用して第 2 スチームタービンに動力を供給する段階と、

(i) 前記第 2 スチームタービンにより駆動される第 4 コンプレッサ内の前記第 2 冷凍サイクルの第 2 冷媒を圧縮する段階とを含み、

前記第 1 及び第 3 コンプレッサが並列に前記第 1 冷凍サイクルに流体連結され、

前記第 2 及び第 4 コンプレッサが並列に前記第 2 冷凍サイクルに流体連結されている、天然ガスを液化するための方法。

10

【請求項 1 2】

前記第 1 冷媒が最大部分に、プロパン、プロピレン、及びそれらの混合物を含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記第 2 冷媒が最大部分にメタンを含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記第 1 冷媒が最大部分に、プロパン、プロピレン、及びそれらの混合物からなる群から選択される炭化水素を含み、

前記第 2 冷媒が最大部分にメタンを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 5】

(j) 前記第 1 電動機により駆動される第 5 コンプレッサ内の第 3 冷凍サイクルの第 3 冷媒を圧縮する段階と、

(k) 前記第 2 電動機により駆動される第 6 コンプレッサ内の前記第 3 冷凍サイクルの第 3 冷媒を圧縮する段階とを更に含む、請求項 1 4 に記載の方法。

20

【請求項 1 6】

前記第 5 及び第 6 コンプレッサが並列に前記第 3 冷凍サイクルに流体連結されている、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記第 1 冷媒が最大部分にプロパンを含み、

前記第 2 冷媒が最大部分にメタンを含み、

前記第 3 冷媒が最大部分にエチレンを含む、請求項 1 6 に記載の方法。

30

【請求項 1 8】

(l) 段階 (a) ~ (e) を経て製造された液化天然ガスを気化させる段階を更に含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 9】

異なった冷媒を用いる複数の逐次的冷凍サイクルを経て天然ガスを冷却することにより天然ガスを液化するための装置であって、

第 1 冷媒を圧縮するための第 1 コンプレッサを含む第 1 冷凍サイクルと、

第 2 冷媒を圧縮するための第 2 コンプレッサを含む第 2 冷凍サイクルと、

第 3 冷媒を圧縮するための第 3 コンプレッサを含む第 3 冷凍サイクルと、

前記第 1 コンプレッサを駆動するための第 1 電動機と、

前記第 2 コンプレッサを駆動するための第 2 電動機と、

前記第 3 コンプレッサを駆動するための第 3 電動機とを備え、

前記第 1 冷媒が最大部分に、プロパン、プロピレン、及びそれらの混合物からなる群から選択される炭化水素を含み、

前記第 2 冷媒が最大部分に、エタン、エチレン、及びそれらの混合物からなる群から選択される炭化水素を含み、

前記第 3 冷媒が最大部分にメタンを含み、

前記第 2 冷凍サイクルは、前記第 1 電動機に駆動連結され、前記第 2 冷媒を圧縮するように動作可能である第 4 コンプレッサを含み、

40

50

前記第 1 冷凍サイクルは、前記第 2 電動機に駆動連結され、前記第 1 冷媒を圧縮するよ
うに動作可能である第 5 コンプレッサを含み、

前記第 1 及び第 5 コンプレッサが並列に前記第 1 冷凍サイクルに流体統合され、

前記第 2 及び第 4 コンプレッサが並列に前記第 2 冷凍サイクルに流体統合されている、
上記装置。

【請求項 20】

前記第 1 冷凍サイクルは前記第 2 冷凍サイクルの上流に配置され、

前記第 2 冷凍サイクルは前記第 3 冷凍サイクルの上流に配置される、請求項 19 に記載
の装置。

【請求項 21】

前記第 3 冷凍サイクルはメタンの開放サイクルである、請求項 19 に記載の装置。

10

【請求項 22】

前記第 1 冷媒が最大部分にプロパンを含み、

前記第 2 冷媒が最大部分にエチレンを含み、

前記第 3 冷媒が最大部分にメタンを含む、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 23】

前記第 1 冷媒が最大部分にプロパンを含み、

前記第 2 冷媒が最大部分にエチレンを含む、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 24】

異なった冷媒を用いる複数の逐次的冷凍サイクルを経て天然ガスを冷却することにより 20
天然ガスを液化するための装置であって、

第 1 冷媒を圧縮するための第 1 コンプレッサを含む第 1 冷凍サイクルと、

第 2 冷媒を圧縮するための第 2 コンプレッサを含む第 2 冷凍サイクルと、

第 3 冷媒を圧縮するための第 3 コンプレッサを含む第 3 冷凍サイクルと、

前記第 1 コンプレッサを駆動するための第 1 電動機と、

前記第 2 コンプレッサを駆動するための第 2 電動機と、

前記第 3 コンプレッサを駆動するための第 3 電動機とを備え、

前記第 1 冷媒が最大部分に、プロパン、プロピレン、及びそれらの混合物からなる群か
ら選択される炭化水素を含み、

前記第 2 冷媒が最大部分に、エタン、エチレン、及びそれらの混合物からなる群から選 30
択される炭化水素を含み、更に

前記第 3 冷媒が最大部分にメタンを含み、

前記第 1 電動機に駆動連結したスタータ/ヘルパモータを備え、

前記スタータ/ヘルパモータが起動モードで運転される場合、前記第 1 電動機の始動時
にこの電動機の回転開始を助けるように前記スタータ/ヘルパモータが動作可能であり、

前記スタータ/ヘルパモータが支援モードで運転される場合、前記第 1 電動機が前記第
1 コンプレッサを駆動させるのを助けるように前記スタータ/ヘルパモータが動作可能で
ある、上記装置。

【請求項 25】

異なった冷媒を用いる複数の逐次的冷凍サイクルを経て天然ガスを冷却することにより 40
天然ガスを液化するための装置であって、

第 1 冷媒を圧縮するための第 1 コンプレッサを含む第 1 冷凍サイクルと、

第 2 冷媒を圧縮するための第 2 コンプレッサを含む第 2 冷凍サイクルと、

第 3 冷媒を圧縮するための第 3 コンプレッサを含む第 3 冷凍サイクルと、

前記第 1 コンプレッサを駆動するための第 1 電動機と、

前記第 2 コンプレッサを駆動するための第 2 電動機と、

前記第 3 コンプレッサを駆動するための第 3 電動機とを備え、

前記第 1 冷媒が最大部分に、プロパン、プロピレン、及びそれらの混合物からなる群か
ら選択される炭化水素を含み、

前記第 2 冷媒が最大部分に、エタン、エチレン、及びそれらの混合物からなる群から選 50

択される炭化水素を含み、

前記第 3 冷媒が最大部分にメタンを含み、かつ、

前記第 1 電動機に駆動連結され、前記第 1 電動機の始動を助けるように動作可能であるスチームタービンを備える、上記装置。

【請求項 26】

異なった冷媒を用いる複数の逐次的冷凍サイクルを経て天然ガスを冷却することにより天然ガスを液化するための装置であって、

第 1 冷媒を圧縮するための第 1 コンプレッサを含む第 1 冷凍サイクルと、

第 2 冷媒を圧縮するための第 2 コンプレッサを含む第 2 冷凍サイクルと、

第 3 冷媒を圧縮するための第 3 コンプレッサを含む第 3 冷凍サイクルと、

前記第 1 コンプレッサを駆動するための第 1 電動機と、

前記第 2 コンプレッサを駆動するための第 2 電動機と、

前記第 3 コンプレッサを駆動するための第 3 電動機とを備え、

前記第 1 冷媒が最大部分に、プロパン、プロピレン、及びそれらの混合物からなる群から選択される炭化水素を含み、

前記第 2 冷媒が最大部分に、エタン、エチレン、及びそれらの混合物からなる群から選択される炭化水素を含み、

前記第 3 冷媒が最大部分にメタンを含み、

前記第 1 電動機に駆動連結され、前記第 1 電動機の始動を助けるように動作可能であるスチームタービンと、

電気と水蒸気を発生するように動作可能なコージェネレーションプラントとを備え、

前記第 1、第 2 及び第 3 電動機は少なくとも電気の一部によって動力が供給され、

前記スチームタービンは少なくとも水蒸気の一部によって動力が供給される、上記装置

。

【請求項 27】

異なった冷媒を用いる複数の逐次的冷凍サイクルを経て天然ガスを冷却することにより天然ガスを液化するための装置であって、

第 1 冷媒を圧縮するための第 1 コンプレッサを含む第 1 冷凍サイクルと、

第 2 冷媒を圧縮するための第 2 コンプレッサを含む第 2 冷凍サイクルと、

電気と水蒸気を同時に発生するためのコージェネレーションプラントと、

前記第 1 コンプレッサに駆動連結され、少なくとも電気の一部によって動力が供給される第 1 電動機と、

前記第 2 コンプレッサに駆動連結され、少なくとも水蒸気の一部によって動力が供給される第 1 スチームタービンと、

前記第 1 電動機に駆動連結され、少なくとも水蒸気の一部によって動力が供給される第 1 始動スチームタービンとを備える、上記装置。

【請求項 28】

前記第 1 冷媒が最大部分に、プロパン、プロピレン、及びそれらの混合物からなる群から選択される炭化水素を含む、請求項 27 に記載の装置。

【請求項 29】

前記第 2 冷媒が最大部分にメタンを含む、請求項 28 に記載の装置。

【請求項 30】

異なった冷媒を用いる複数の逐次的冷凍サイクルを経て天然ガスを冷却することにより天然ガスを液化するための装置であって、

第 1 冷媒を圧縮するための第 1 コンプレッサを含む第 1 冷凍サイクルと、

第 2 冷媒を圧縮するための第 2 コンプレッサを含む第 2 冷凍サイクルと、

電気と水蒸気を同時に発生するためのコージェネレーションプラントと、

前記第 1 コンプレッサに駆動連結され、少なくとも電気の一部によって動力が供給される第 1 電動機と、

前記第 2 コンプレッサに駆動連結され、少なくとも水蒸気の一部によって動力が供給さ

10

20

30

40

50

れる第1スチームタービンとを備え、

前記第2冷凍サイクルは、前記第2冷媒を圧縮するための第3コンプレッサを含み、かつ

前記第3コンプレッサに駆動連結され、少なくとも水蒸気の一部によって動力が供給される第2スチームタービンを備え、

前記第2及び第3コンプレッサが並列に前記第2冷凍サイクルに流体統合されている、上記装置。

【請求項31】

第3冷媒を圧縮するための第4コンプレッサを含む第3冷凍サイクルと、

前記第4コンプレッサに駆動連結され、少なくとも電気の一部によって動力が供給される第2電動機とを含む、請求項30に記載の装置。 10

【請求項32】

第5コンプレッサを含む前記第3冷凍サイクルは、前記第1電動機に駆動連結され、前記第3冷媒を圧縮するように動作可能であり、

第6コンプレッサを含む前記第1冷凍サイクルは、前記第2電動機に駆動連結され、前記第1冷媒を圧縮するように動作可能である、請求項31に記載の装置。

【請求項33】

前記第1及び第6コンプレッサが並列に前記第1冷凍サイクルに流体統合され、

前記第4及び第5コンプレッサが並列に前記第3冷凍サイクルに流体統合されている、請求項32に記載の装置。 20

【請求項34】

前記第1冷媒が最大部分にプロパンを含む、請求項33に記載の装置。

【請求項35】

前記第2冷媒が最大部分にメタンを含み、

前記第3冷媒が最大部分にエチレンを含む、請求項34に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は天然ガスを液化する方法と装置に関する。別の側面において、本発明はカスケード型天然ガス液化プラント用の改良された駆動装置、コンプレッサ及び動力源の構成に関する。 30

【背景技術】

【0002】

天然ガスの極低温液化は、天然ガスを輸送と貯蔵により便利な形に変換する手段としてルーチン的に実施されている。このような液化は体積を約600分の1に低減し、大気圧近くで貯蔵と輸送ができる製品をもたらしている。

【0003】

貯蔵のし易さに関して、天然ガスはしばしば供給源から遠方のマーケットへパイプラインによって輸送される。パイプラインはおおむね一定でかつ高い負荷率のもとで運転することが望ましいが、パイプラインの配送可能量又は能力が需要を超えることがしばしばあり、一方、それ以外の場合には需要がパイプラインの配送可能量を超える可能性がある。需要が供給を超える場合のピーク又は供給が需要を超える場合の谷間を削減するためには、供給が需要を超えたときに配送できるようなやり方で過剰なガスを貯蔵することが望ましい。このようなやり方によって貯蔵から払い出した物質で将来の需要ピークを満たすことが可能になる。こうするための1つの実際的な手段は、貯蔵のためそのガスを液化状態に変換し、その後需要に応じてその液体を蒸発させることである。 40

【0004】

市場候補地から非常に遠く離れている供給源からガスを輸送し、かつパイプラインが利用できないか又は非実際的である場合には、天然ガスの液化はいっそう重要性が増す。このことは、外洋航行船舶によって輸送を行わなければならない場合について特に言えるこ 50

とである。ガス状態での海上輸送は、ガスの比容積を大幅に低減するにはかなりの加圧が必要になるので、一般に实际的でない。このような加圧を行うにはより費用の掛かる貯蔵コンテナの使用が必要である。

【0005】

天然ガスを液体状態で貯蔵、輸送するために、天然ガスは、液化天然ガス(LNG)が大気圧に近い蒸気圧を持つ-151 から-162 (華氏-240度から-260度)の温度に冷却することが好ましい。ガスを高圧で複数の冷却段階に段階的に通し、その結果、液化温度に達するまで、逐次冷凍サイクルにおいてガスが連続的により低い温度に冷却されることによりガスが液化される天然ガスの液化については従来技術において多数のシステムが存在する。冷却は一般に、プロパン、プロピレン、エタン、エチレン、メタン、窒素又はこれら冷媒の組み合わせ(たとえば、混合冷媒系)等の1つ又は複数の冷媒と熱交換することにより達成される。本発明に特に適用できる液化手法は、第1冷凍サイクルとして密閉プロパンサイクルを、中間の冷凍サイクルとして密閉エチレンサイクルを、最終冷凍サイクルとして開放メタンサイクルを用いている。この開放メタンサイクルでは、加圧されたLNGを含む流れがフラッシュされ、フラッシュ蒸気(すなわち、フラッシュガス流)が冷却剤として段階的に用いられ、再圧縮、冷却され、処理された天然ガス供給原料流と一緒に液化され、これによって加圧されたLNGを含む流れを生成する。

10

【0006】

カスケード式天然ガス液化プラントの各冷凍サイクルは、天然ガスを冷却するのに冷媒が使用された後この冷媒の圧力を上げる1つのコンプレッサ又は1組のコンプレッサを含んでいる。1つ又は複数のコンプレッサを出ていく高圧冷媒は最初に間接熱交換により冷却され、その後、冷却剤として用いられる前に膨張されて天然ガス流を冷却する。LNGプラントで用いられる冷媒コンプレッサは典型的には、たとえば、ジョージア州アトランタ市のGE Power Systems社が市販しているFrame 5又はFrame 7ガスタービン等の大型のガスタービンによって動力を供給される。

20

【0007】

慣用のガスタービンは効率的な動力生産をもたらすが、LNGプラントにおけるガスタービン駆動装置の使用にはいくつかの欠点がある。たとえば、「既製の」ガスタービンはあらかじめ設定した一定サイズ(すなわち、負荷定格)で利用できるのみであり、ある負荷要求条件に対してガスタービンを特別に設計し、製造してもらうことは一般に費用が掛かり過ぎる。そのため、多くの例において、市販のガスタービンはLNGプラントにおける或る一定の用途に対して過大になっていたり過小になっていたりする。最適設計負荷と実際のプラント負荷のこの mismatch のため、大きすぎるガスタービンをLNGプラントで使用することが必要になる可能性がある。このような過大なガスタービンは典型的には、実プラント負荷と設計タービン負荷が同じ場合に必要なものより費用が高価である。さらに、大きすぎるガスタービンを最適設計負荷未満で運転するとガスタービンの効率低下を引き起こす。

30

【0008】

LNGプラントの冷媒コンプレッサに動力を供給するためにガスタービン駆動装置を用いる別の不利益は、ガスタービンにおける燃料の燃焼が、地域の環境基準を順守するためにモニターしなければならない物質(たとえば、 NO_x 及び SO_2)の排出を引き起こすことである。排出規制がますます厳しくなるにつれ、モニターし、このような規制を順守することが難しくかつ高価になる可能性がある。

40

【0009】

LNGプラントにガスタービンを用いるさらに別の不利益は、適切なガスタービンを作っているのはほんのひと握りの会社だけであるという事実である。それゆえ、適当な大きさのガスタービンの入手のしやすさは、その特定のタービンに対する需要が大きい場合、厳しく制限される可能性がある。

【0010】

50

LNGプラントのコンプレッサに動力を供給するためにガスタービンを用いる別の欠点は、ガスタービンは始動が難しく時間がかかる可能性があることである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

したがって、LNGプラントの特定の負荷要件に合うように経済的に調整することができる機械的駆動装置を用いる新規な天然ガス液化システムを提供することが望ましい。

【0012】

さらにまた、低公害の機械的駆動装置を使用することにより排気物質を低減した新規な天然ガス液化システムを提供することが望ましい。

【0013】

さらにまた、世界中の複数の供給源から容易に入手できる機械的駆動装置を用いる新規な天然ガス液化システムを提供することが望ましい。

【0014】

さらにまた、始動が容易で迅速な機械的駆動装置を用いる新規な天然ガス液化システムを提供することが望ましい。

【0015】

上記の各要求は代表的なものであり、本発明によりすべてが達成されるとは限らないことに注意すべきである。本発明のその他の要求及び利点は本明細書に記載された説明及び図面から明白になろう。

【課題を解決するための手段】

【0016】

したがって、本発明の1つの態様において、(a)第1電動機で第1コンプレッサ及び第2コンプレッサを駆動する段階と、(b)第2電動機で第3コンプレッサ及び第4コンプレッサを駆動する段階と、(c)上記第1及び第3コンプレッサ内の第1冷凍サイクルの第1冷媒を圧縮する段階と、(d)上記第2及び第4コンプレッサ内の第2冷凍サイクルの第2冷媒を圧縮する段階とを含む、天然ガスの液化方法が提供される。

【0017】

本発明の別の態様においては、(a)コージェネレーションプラントで水蒸気と電気を発生する段階と、(b)電気の少なくとも一部を使用して第1電動機に動力を供給する段階と、(c)水蒸気の少なくとも一部を使用して第1スチームタービンに動力を供給する段階と、(d)上記第1電動機により駆動される第1コンプレッサ内の第1冷凍サイクルの第1冷媒を圧縮する段階と、(e)上記第1スチームタービンにより駆動される第2コンプレッサ内の第2冷凍サイクルの第2冷媒を圧縮する段階とを含む、天然ガスの液化方法が提供される。

【0018】

本発明のさらに別の態様においては、複数の逐次的冷凍サイクルを経て天然ガスを冷却することにより天然ガスを液化する装置が提供される。この装置は、第1、第2及び第3冷凍サイクル、及び第1、第2及び第3電動機を備えている。上記第1、第2及び第3冷凍サイクルは、第1、第2及び第3冷媒をそれぞれ圧縮する第1、第2及び第3コンプレッサを含んでいる。上記第1、第2及び第3電動機は、第1、第2及び第3コンプレッサをそれぞれ駆動するように動作可能である。上記第1冷媒は最大部分に、プロパン、プロピレン、及びそれらの混合物からなる群から選択される炭化水素を含む。上記第2冷媒は最大部分に、エタン、エチレン、及びそれらの混合物からなる群から選択される炭化水素を含む。上記第3冷媒は最大部分にメタンを含む。

【0019】

本発明のさらに別の態様においては、複数の逐次的冷凍サイクルを経て天然ガスを冷却することにより天然ガスを液化する装置が提供される。この装置は、第1冷凍サイクル、第2冷凍サイクル、コージェネレーションプラント、第1電動機及び第1スチームタービンを備えている。第1冷凍サイクルは、第1冷媒を圧縮するための第1コンプレッサを含

10

20

30

40

50

んでいる。第2冷凍サイクルは、第2冷媒を圧縮するための第2コンプレッサを含んでいる。コージェネレーションプラントは電気と水蒸気を同時に発生するように動作可能である。第1電動機は上記第1コンプレッサに駆動連結され、コージェネレーションプラントが発生した電気の少なくとも一部によって動力が供給されている。第1スチームターピンは上記第2コンプレッサに駆動連結され、コージェネレーションプラントが発生した水蒸気の少なくとも一部によって動力が供給されている。

【0020】

添付図面を参照して本発明の好ましい態様を以下に詳細に説明する。

【0021】

本明細書で用いられている開放サイクルカスケード冷凍プロセスという用語は、少なくとも1つの密閉冷凍サイクルと1つの開放冷凍サイクルとを含み、開放サイクルで用いられる冷凍/冷却剤の沸点が、(1つ又は複数の)密閉サイクルで用いられる冷却剤の沸点よりも低く、圧縮された開放サイクル冷凍/冷却剤を凝縮する冷却負荷の一部が1つ又は複数の密閉サイクルによって供給される、カスケードされた冷凍プロセスを指している。本発明においては、メタン又はメタンが優位を占める流れが開放サイクルの冷凍/冷却剤として用いられる。この流れは、処理された天然ガス供給原料流及び圧縮されたメタン開放サイクルのガス流から構成されている。

10

【0022】

カスケード冷凍プロセスの設計には、熱力学的効率と資本コストの釣り合いをとることが含まれる。熱移動プロセスにおいて、加熱流体と冷却流体間の温度勾配が小さくなるにつれ熱力学的不可逆性は低下するが、このように小さな温度勾配を得るには一般に、流量並びに入口及び出口各温度の両方が、必要な加熱/冷却負荷に適合することを確保するように、伝熱面積の著しい増加、各種プロセス機器の大幅な変更及びこのような機器を通る流量の適切な選択を必要とする。

20

【0023】

天然ガスを液化する最も効率的かつ効果的な手段の1つが、膨張型冷却と組み合わせた最適化されたカスケード型運転を経る方法である。このような液化プロセスは、たとえば、約4.31 MPa (約625 psia)の高圧において、多段プロパンサイクル、多段のエタン又はエチレンサイクル、及びメタン供給源として供給ガスの一部を用い、それをさらに冷却するためにその中に多段膨張サイクルを含み、圧力を大気圧近くまで下げる開放端メタンサイクルを通過させることでガス流を逐次的に冷却することにより、天然ガス流を逐次的に冷却することから構成されている。一連の冷却サイクルでは、沸点の最も高い冷媒が最初に用いられ、中間沸点の冷媒がこれに続き、沸点の最も低い冷媒が最後に用いられる。本明細書で用いられているように、「プロパン冷却器」という用語は、プロパン又はプロピレンの沸点と同一か又は同様の沸点を有する冷媒を用いる冷却システムを表す。本明細書で用いられているように、「エチレン冷却器」という用語は、エタン又はエチレンの沸点と同一か又は同様の沸点を有する冷媒を用いる冷却システムを表す。本明細書で用いられているように、「上流」及び「下流」という用語は、天然ガス液化プラントの各種構成要素の、プラントの天然ガス流路に沿って見た相対的な位置を説明するのに用いられる。

30

40

【0024】

各種の予備処理工程によって、設備に供給される天然ガス供給原料流からの酸性ガス、メルカプタン、水銀及び水分等の望ましくない成分を除去する手段が与えられる。このガス流の組成は大幅に変化してもよい。本明細書で用いられているように、天然ガス流は最大部分に天然ガス供給原料流に由来するメタンから主として構成されるどんな流れでもよく、かかる天然ガス供給原料流は、たとえば、メタンを少なくとも85容積%含み、残りがエタン、沸点がより高い炭化水素、窒素、二酸化炭素及び少量の水銀、硫化水素及びメルカプタン等のその他の汚染物質である供給原料流等である。予備処理工程は、第1サイクルにおいて、冷却サイクルの上流に配置するか、冷却の初期段階の1つの下流に配置するか、いずれかの分割した工程とすることができる。以下のことは当業者が容易に利用で

50

きるいくつかの利用可能な手段の非包括的なリスト項目である。酸性ガス及びより少ない程度にメルカプタンは、水性のアミンを含む溶液を用いる吸着プロセスを経てルーチンの除去される。この処理工程は一般に第1サイクルの冷却段階の上流で行われる。水の最大部分はルーチンの、第1冷却サイクルの上流で及び第1冷却サイクルの第一冷却段階の下流でガスを圧縮、冷却した後、2相の気-液分離を経て、液体として除去される。水銀はルーチンの水銀吸着床を介して除去される。残量の水及び酸性ガスは、ルーチンの、適正に選択した、再生可能なモレキュラーシーブ等の吸収剤床を使用して除去される。

【0025】

予備処理された天然ガス供給原料流は一般に高圧で液化プロセスに供給されるか、又は 3.33 MPa (500 psia) より大きな圧力、好ましくは約 3.44 MPa から約 6.20 MPa (約 500 psia から約 900 psia)、さらに好ましくは約 3.44 MPa から約 4.65 MPa (約 500 psia から約 675 psia)、さらにより好ましくは約 4.13 MPa から約 4.65 MPa (約 600 psia から約 675 psia)、最も好ましくは約 4.30 MPa (約 625 psia) の高圧に圧縮される。流れの温度は典型的には周囲温度程度から周囲温度よりわずかに高い温度である。代表的な温度範囲は 15.5 から 58.8 (華氏 60 度から華氏 138 度) である。

【0026】

前述したように、天然ガス供給原料流は複数の多段(たとえば、3段)サイクル又は工程で複数の冷媒(好ましくは3つの冷媒)との間接熱交換によって冷却される。あるサイクルの包括的な冷却効率は段の数が増加するとともに向上するが、この効率の増加にはこれに対応した正味の資本コスト及びプロセスの複雑性の増加が伴う。供給原料ガスは、比較的沸点が高い冷媒を用いる第1密閉冷凍サイクルにおいて有効冷凍段数、規準は2段、好ましくは2から4段、より好ましくは3段を通過させることが好ましい。このような冷媒が最大部分に、プロパン、プロピレン、又はそれらの混合物から構成されることが好ましく、冷媒がプロパンを少なくとも約75モル%含むことがより好ましく、プロパンを少なくとも90モル%含むことがさらにより好ましく、本質的にプロパンからなることが最も好ましい。その後、処理された供給原料ガスは、沸点がより低い冷媒との熱交換における第2密閉冷凍サイクルにおいて、有効段数、規準は2段、好ましくは2から4段、より好ましくは2から3段を通過することが好ましい。このような冷媒が最大部分に、エタン、エチレン、又はそれらの混合物から構成されることが好ましく、冷媒がエチレンを少なくとも約75モル%含むことがより好ましく、冷媒がエチレンを少なくとも90モル%含むことがさらにより好ましく、冷媒が本質的にエチレンからなることが最も好ましい。各冷却段は別々の冷却区域を含んでいる。前述したように、処理された天然ガス供給原料流は、第2サイクルの種々の位置で1つ又は複数の循環流(すなわち、圧縮された開放メタンサイクルのガス流)と一緒に、これによって液化流を生成する。第2冷却サイクルの最終段において、この液化流が最大部分に、好ましくは全体に凝縮(液化)され、これによって加圧された LNG を含む流れを生成する。一般に、この位置におけるプロセス圧力は、第1サイクルの第一段階に送られる予備処理された供給原料ガスの圧力よりもわずかに低いだけに過ぎない。

【0027】

一般に、天然ガス供給原料流は、1つ又は複数の冷却段階において C_2 及びこれより重質な成分を多く含んだ液体の形成をもたらすような量の C_2 及びこれより重質な成分を含んでいる。この液体は気-液分離手段、好ましくは1つ又は複数の慣用の気-液分離器によって除去される。一般に、各段階における天然ガスの逐次的冷却は、液体天然ガスから C_2 及びこれより大きな分子量の炭化水素をできるだけ多く除去するように制御され、メタン優位のガス流並びに相当量のエタン及びこれより重質な成分を含む液体流を製造する。 C_2 及びこれより重質な成分を多く含んだ液体流の除去のために、冷却区域下流の戦略的な個所に有効数のガス/液分離手段が配置される。気-液分離手段、好ましくは慣用のガス/液分離器の正確な位置と数は、天然ガス供給原料流の C_2 及びこれより重質な成分

の組成、LNG製品の望ましい英熱量(BTU)含有量、他の用途向けのC₂及びこれより重質な成分の値、LNGプラント及びガスプラント操業の当業者がルーチン的に考えるその他の要因等の運転パラメータの数によって変わってくる。このC₂及びこれより重質な1つ又は複数の炭化水素流は、単一段フラッシュ又は分留塔を介して脱メタン化することができる。後者の場合、得られたメタンを多く含んだ流れは、圧力で液化プロセスに直接戻すことができる。前者の場合には、メタンを多く含んだ流れは再加圧して循環させることができ、さもなければ燃料ガスとして使用することができる。C₂及びこれより重質な1つ若しくは複数の炭化水素流又は脱メタン化したC₂及びこれより重質な炭化水素流は燃料として使用するか、又は1つ若しくは複数の分留区域で分留する等によってさらに処理して、特定の化学成分(たとえば、C₂、C₃、C₄及びC₅⁺)を多く含んだ個々の流れを生成することができる。

【0028】

加圧されたLNGを含んだ流れは、その後、後で述べるようなやり方で第3サイクルにおいて発生させたフラッシュガス(すなわち、フラッシュガス流)とメインメタンエコノマイザで接触すること及び加圧されたLNGを含む流れを大気圧近くまで膨張させることを経る開放メタンサイクルと呼ばれる第3サイクル又は段階でさらに冷却される。第3冷凍サイクルの冷媒として使用されるフラッシュガスが最大部分に、メタンから構成されることが好ましく、この冷媒がメタンを少なくとも約75モル%含むことがより好ましく、メタンを少なくとも90モル%含むことがさらにより好ましく、本質的に冷媒がメタンからなることが最も好ましい。加圧されたLNGを含む流れの大気圧近くまでの膨張時に、加圧されたLNGを含む流れは、各膨張処理が圧力低下手段としてジュール-トムソン膨張弁又は流体エキスパンダを用いる、少なくとも1段階、好ましくは2から4段階、より好ましくは3段階の膨張を経て冷却される。この膨張の後に分離器によるガス生成物-液生成物の分離が続く。流体エキスパンダが用いられ、適正に運転される場合、動力の回収に伴うより高い効率、より大きな流れ温度の低下、及びフラッシュ段階時のより少ない蒸気生成は、エキスパンダに伴うより高額の資本及び運転コストを埋め合わせる以上のものとなる。1つの態様において、フラッシュする前に加圧されたLNGを含む流れを更に冷却することが、1つ又は複数の流体エキスパンダを介してこの流れの一部を最初にフラッシュし、その後、前記フラッシュガス流を用いる間接的熱交換手段を介して残りの加圧されたLNGを含む流れをフラッシュ前に冷却することにより、可能となる。加温されたフラッシュガス流は、その後、温度と圧力に対する考慮に基づいて、開放メタンサイクルに適切な位置を介して戻すことにより循環され、再圧縮されることになる。

【0029】

第3サイクルに流入する加圧されたLNGを含む流れ、好ましくは液体流が、3.79~4.48MPa(約550~650psia)の好ましい圧力にある場合は、3段階フラッシュ法に対する代表的フラッシュ圧力は、約1.17~1.45、0.31~0.516及び0.069~0.275MPa(約170~210、45~75及び10~40psia)である。加圧されたLNGを含む流れ、好ましくは液体流を大気圧近くまでフラッシュすることにより、約-151から-162(華氏約-240度から-260度)の温度を有するLNG製品が生成される。

【0030】

カスケードプロセスは、天然ガス流から冷媒に熱エネルギーを移送させるために1つ又は複数の冷媒を使用し、最終的には前記熱エネルギーを環境に移送させる。本質的に、全体的な冷凍システムは、天然ガス流がより低い温度へと段々に冷却される際に天然ガス流から熱エネルギーを取り除くことによりヒートポンプとして機能する。

【0031】

液化プロセスは、数種の冷却のうちの1つを用いることができる。以下に限定はされないが、(a)間接的熱交換、(b)蒸発、及び(c)膨張又は圧力低下等の冷却が挙げられる。本明細書で用いられているように、間接的熱交換は、冷却剤と被冷却物質との間で実際に物理的に接触することなく、冷媒が被冷却物質を冷却する方法を指している。間接

的熱交換手段の具体例としては、管式熱交換器、コアインケトル (core in kettle) 式熱交換器、蝟付けされたアルミニウム製プレートフィン式熱交換器で行われる熱交換がある。冷媒と被冷却物質の物理的状態は、システムの要求及び選択した熱交換器のタイプによって変えることができる。それゆえ、管式熱交換器は典型的には、冷却剤が液体状態で被冷却物質が液体状態又はガス状態の場合、又は被冷却物質の1つが相変化を受け、プロセスの状態がコアインケトル (core in kettle) 式熱交換器の使用に不利である場合に用いられる。1つの例として、アルミニウム及びアルミニウム合金はコアの好ましい構成材料であるが、このような材料は指定されたプロセス条件で使用するには適さないかもしれない。プレートフィン式熱交換器は典型的には、冷媒がガス状態で被冷却物質が液体状態又はガス状態の場合に用いられる。最後に、コアインケトル (core in kettle) 式熱交換器は典型的には、熱交換時に被冷却物質が液体状態又はガス状態で冷媒が液体状態からガス状態へ相変化を受ける場合に用いられる。

10

【0032】

蒸発冷却とは、一定の圧力に保持したシステムについて物質の一部を気化又は蒸発させることによって物質を冷却することを指す。すなわち、蒸発時は、気化する物質の部分が液体状態で残っている物質の部分から熱を吸収し、その結果、その液体部分を冷却する。

【0033】

最後に、膨張又は圧力低減冷却とは、圧力低減手段を通過させることによってガス、液体又は2相系の圧力が減少する場合に起こる冷却を指す。1つの態様では、この膨張手段はジュール-トムソン膨張弁である。別の態様では、膨張手段は流体エキスパンダか又はガスエキスパンダである。各エキスパンダは膨張過程から仕事エネルギーを回収するので、より低いプロセス流温度が膨張に際して可能となる。

20

【0034】

図1に記載した流れの系統及び装置は、本発明の液化方法の好ましい態様である。当業者は、図1が概略的な表現に過ぎず、したがって、理解を容易にするために、商用プラントで運転をうまく行うのに必要な多くの機器項目を省略していることを理解されよう。このような項目としては、たとえば、コンプレッサ制御手段、流量及び液面の測定及びこれに対応する制御器、温度と圧力の制御手段、ポンプ、モータ、フィルタ、その他の熱交換器及び弁類等がある。これらの項目は標準的な技術実務に従って用意されるだろう。

【0035】

図1の理解を容易にするために、以下の参照数字のつけ方を用いる。項目数字100~199は、主にメタンを含む流れのライン又は管路に対応している。項目数字200~299は、主にメタンを含む流体流を含み及び/又はこれら流体流について稼動するプロセス容器と機器である。項目数字300~399は、主にプロパンを含む流れのライン又は管路に対応している。項目数字400~499は、主にプロパンを含む流体流を含み及び/又はこれら流体流について稼動するプロセス容器と機器である。項目数字500~599は、主にエチレンを含む流れのライン又は管路に対応している。項目数字600~699は、主にエチレンを含む流体流を含み及び/又はこれら流体流について稼動するプロセス容器と機器である。項目数字700~799は機械的駆動装置である。

30

【0036】

図1について説明すると、前に説明したように、天然ガス供給原料流は、天然ガスパイプラインから管路100に流入する。入口コンプレッサ202において、天然ガスは圧縮され、空気が冷却され、その結果、コンプレッサ202を出ていく天然ガスは一般に約3.44 MPaから約5.51 MPa (約500 psiaから約800 psia) の範囲の圧力と一般に約23.8 から約79.4 (華氏約75度から約175度) の範囲の温度を有する。天然ガスはその後管路102を経由して酸性ガス除去ユニット204に流れる。酸性ガス除去ユニット204は、CO₂ 及びH₂S等の酸性ガスを除去するためにアミン溶媒 (たとえば、ジグリコールアミン) を用いることが好ましい。酸性ガス除去ユニット204は、CO₂ を50容積ppm未満までに、H₂Sを2容積ppm未満まで除去するように動作可能であることが好ましい。酸性ガスの除去後、天然ガスは、管路104

40

50

を經由して、天然ガスからほぼすべての水を除去するように動作可能である脱水ユニット 206 に移送される。脱水ユニット 206 は、天然ガスを乾燥するために多段床の再生可能なモレキュラーシーブシステムを用いることが好ましい。乾燥された天然ガスは次に、管路 106 を經由して水銀除去システム 208 に送ることができる。水銀除去システム 208 は、天然ガスから水銀を除去するために硫黄を含浸させた活性炭を含む少なくとも 1 つの固定床容器を用いることが好ましい。得られた予備処理された天然ガスは、管路 108 を通って液化システムに導入される。

【0037】

第 1 液化サイクルの一部として、ガス状プロパンは、第 1 及び第 2 電動機駆動装置 700、702 によってそれぞれ駆動される第 1 及び第 2 多段プロパンコンプレッサ 400、402 内で圧縮される。機械的に 1 つに結合され、単一の駆動装置により駆動される分離装置を用いることができるが、3 段階の圧縮は単一ユニット（すなわち、単一体）によって行われることが好ましい。圧縮に際し、第 1 及び第 2 プロパンコンプレッサ 400、402 から出た圧縮プロパンは、それぞれ管路 300、302 を經由して共通管路 304 に導かれる。この圧縮プロパンは、その後、共通管路 304 を通って冷却器 404 に送られる。冷却器 404 のすぐ下流の液化プロパンの圧力と温度は、約 37.7 ~ 54.4 及び 1.17 ~ 1.45 MPa（華氏約 100 ~ 130 度及び 170 ~ 210 psia）であることが好ましい。図 1 には示していないが、液化プロパンから残りの軽質成分を除去するために冷却器 404 の下流かつ膨張弁 406 の上流に分離容器を配置することが好ましい。このような容器は、単一段の気-液分離器から構成されていてもよく、又は、より複雑化され、アキュムレータ部、凝縮器部及び吸収装置部から構成され、これらの部の後 2 者が、プロパンから残りの軽質成分を除去するために連続で運転されるか、定期的に接続状態にしてもよい。この容器から出て行く流れ又は場合によっては冷却器 404 から出て行く流れは、管路 306 を通って膨張弁 406 等の圧力低減手段に送られ、そこで液化プロパンの圧力が低減され、これによって液化プロパンの一部を気化又はフラッシュさせる。得られた 2 相の生成物は、その後、間接的熱交換手段 239、210 及び 606 を介して、管路 158 經由で導入されたガス状メタン冷媒、管路 108 經由で導入された天然ガス供給原料及び管路 506 經由で導入されたガス状エチレン冷媒と間接的熱交換を行い、これによって管路 160、110 及び 312 經由でそれぞれ輸送される冷却された各ガス流を生成するために、管路 308 を通って高段階プロパン冷却器 408 に流入する。

【0038】

冷却器 408 から出ていくフラッシュしたプロパンガスは、管路 310 を經由して第 1 及び第 2 プロパンコンプレッサ 400、402 の高段階の入口に戻される。残りの液体プロパンは、管路 312 を通って送られ、膨張弁 410 として図示される圧力低減手段を通過することによって圧力がさらに減少され、その結果、液化プロパンの追加部分がフラッシュされる。得られる 2 相流はその後、管路 314 を通って中間段階プロパン冷却器 412 に供給され、これによって冷却器 412 の冷媒を生成する。

【0039】

高段階プロパン冷却器 408 から出て行く冷却された天然ガス供給原料流は、管路 110 經由でロックアウト容器 210 に流入し、そこでガス相と液相が分離される。C₃ 及びこれより重質な成分が豊富な液相は管路 112 經由で取り除かれる。ガス相は管路 114 經由で取り除かれ、中間段階プロパン冷却器 412 に搬送される。エチレン冷媒は管路 508 經由で冷却器 412 に導入される。冷却器 412 において、処理された天然ガス流とエチレン冷媒流はそれぞれ間接熱交換手段 214 及び 608 經由で冷却され、これによって、管路 116 及び 510 經由で冷却された処理済み天然ガス流とエチレン冷媒流を生成する。プロパン冷媒のこのように気化された部分が分離され、管路 316 を通ってプロパンコンプレッサ 400、402 の中間段階の入口に送られる。液体プロパンは、管路 318 を通って送られ、膨張弁 414 として図示される圧力低減手段を通過することによって圧力がさらに減少され、その結果、液化プロパンの追加部分がフラッシュされる。得られた 2 相流はその後、管路 320 を通って低段階プロパン冷却器 / 凝縮器 416 に供給され

、これによって冷却器 4 1 6 の冷媒を生成する。

【 0 0 4 0 】

図 1 に示すように、冷却された処理済み天然ガス流は中間段階プロパン冷却器 4 1 2 から管路 1 1 6 経由で低段階プロパン冷却器 / 凝縮器 4 1 6 に流れる。冷却器 4 1 6 において、この流れは間接熱交換手段 2 1 6 を経て冷却される。同じようなやり方で、エチレン冷媒流は中間段階プロパン冷却器 4 1 2 から管路 5 1 0 経由で低段階プロパン冷却器 / 凝縮器 4 1 6 に流れる。後者においては、エチレン冷媒流は間接熱交換手段 6 1 0 を経てほぼ全量が凝縮される。蒸発したプロパンは低段階プロパン冷却器 / 凝縮器 4 1 6 から取り除かれ、管路 3 2 2 経由でプロパンコンプレッサ 4 0 0、4 0 2 の低段階入口に戻される。図 1 は、管路 1 1 6 及び 5 1 0 によって供給される流れの冷却が同一容器内で起こる場合を示しているが、流れ 1 1 6 の冷却と、流れ 5 1 0 の冷却及び凝縮はそれぞれ別のプロセス容器（たとえば、分離冷却器及び分離凝縮器）内で行うこともできる。

10

【 0 0 4 1 】

図 1 に示すように、冷却、圧縮された開放メタンサイクルガス流の一部は、管路 1 6 2 を介して供給され、低段階プロパン冷却器 / 凝縮器 4 1 6 から出て管路 1 1 8 を経由する処理済み天然ガス供給原料流と一緒にになり、これによって液化流を形成し、この液化流はその後、管路 1 2 0 経由で高段階エチレン冷却器 6 1 8 に導入される。エチレン冷媒は管路 5 1 2 経由で低段階プロパン冷却器 / 凝縮器 4 1 6 から出て、分離容器 6 1 2 に供給され、そこで軽質成分が管路 5 1 3 経由で取り除かれ、凝縮されたエチレンは管路 5 1 4 経由で取り除かれる。分離容器 6 1 2 は、上に説明した、液化プロパン冷媒から軽質成分を除去するための容器と同様のものであり、単一段の気 - 液分離器とすることもでき、又は系から除去される軽質成分の選択性がより大きくなる多段の操作とすることもできる。プロセスのこの個所におけるエチレン冷媒は、一般に約 - 2 6 から約 - 3 4 . 4 （華氏約 - 1 5 度から約 - 3 0 度）の範囲の温度と約 1 . 8 から約 2 . 0 7 M P a （約 2 7 0 p s i a から約 3 0 0 p s i a ）の範囲の圧力である。エチレン冷媒はその後、管路 5 1 4 を経由して、メインエチレンエコノマイザ 6 9 0 へ流れ、そこで間接熱交換手段 6 1 4 を介して冷却され、管路 5 1 6 経由で取り除かれ、膨張弁 6 1 6 等の圧力低減手段に送られ、その結果、冷媒がフラッシュされて前以て選択した温度と圧力になり、管路 5 1 8 経由で高段階エチレン冷却器 6 1 8 に供給される。蒸気は管路 5 2 0 経由でこの冷却器から取り除かれてメインエチレンエコノマイザ 6 9 0 へ送られ、そこで間接熱交換手段 6 1 9 を介して冷媒として機能する。エチレン蒸気はその後、管路 5 2 2 経由でエチレンエコノマイザ 6 9 0 から取り除かれ、第 1 及び第 2 エチレンコンプレッサ 6 0 0、6 0 2 の高段階の入口に供給される。高段階エチレン冷却器 6 1 8 で蒸発しないエチレン冷媒は管路 5 2 4 経由で取り除かれ、間接熱交換手段 6 2 0 を介してさらに冷却するためにエチレンエコノマイザ 6 9 0 へ戻され、エチレンエコノマイザ 6 9 0 から管路 5 2 6 経由で取り除かれ、膨張弁 6 2 2 として図示される圧力低減手段内でフラッシュされ、その結果、得られた 2 相の生成物は管路 5 2 8 経由で低段階エチレン冷却器 6 2 4 内に導入される。液化流は管路 1 2 2 経由で高段階エチレン冷却器 6 1 8 から取り除かれ、低段階エチレン冷却器 6 2 4 に直接供給され、そこで間接熱交換手段 2 2 0 を介して追加の冷却と部分的凝縮を行う。得られる 2 相流はその後管路 1 2 4 経由で 2 相分離器 2 2 2 に流れ、そこからメタンを多く含んだ蒸気流が管路 1 2 8 経由で、 C_2 及びこれより重質な成分を多く含んだ液体流が管路 1 2 6 経由でそれぞれ生成され、 C_2 及びこれより重質な成分を多く含んだ液体流は引き続いて容器 2 2 4 でフラッシュ又は分留され、これによって管路 1 3 2 経由の重質成分流と、管路 1 6 4 経由で移送され、管路 1 5 0 経由の第 2 流れと一緒にになった後、高段階メタンコンプレッサ 2 3 4、2 3 6 に供給される第 2 メタンを多く含んだ流れとを生成する。

20

30

40

【 0 0 4 2 】

管路 1 2 8 内の流れと管路 1 2 9 によって供給される冷却、圧縮された開放メタンサイクルガス流と一緒にになり、管路 1 3 0 経由で低段階エチレン凝縮器 6 2 8 に供給され、そこでこの流れは、管路 5 3 2 経由で低段階エチレン凝縮器 6 2 8 に送られる低段階エチレ

50

ン冷却器 6 2 4 からの排出液体と間接熱交換手段 2 2 6 を介して熱交換する。凝縮器 6 2 8 において、一緒になった流れが凝縮され、凝縮器 6 2 8 から管路 1 3 4 経由で加圧された LNG を含む流れが生成される。管路 5 3 0 を経由する低段階エチレン冷却器 6 2 4 からの蒸気、及び管路 5 3 4 を経由する低段階エチレン凝縮器 6 2 8 からの蒸気は一緒になって、管路 5 3 6 経由でメインエチレンエコノマイザ 6 9 0 へ送られ、そこで間接熱交換手段 6 3 0 を介して冷媒として機能する。この流れはその後、管路 5 3 8 経由でメインエチレンエコノマイザ 6 9 0 からエチレンコンプレッサ 6 0 0、6 0 2 の低段階の入口に送られる。図 1 でわかるとおり、コンプレッサ 6 0 0、6 0 2 の低段階の入口経由で導入された蒸気のコンプレッサ排出ガスが取り出され、中間クーラー 6 4 0、6 4 2 を介して冷却され、管路 5 2 2 内に存在する高段階の流れと共に注入するためにエチレンコンプレッサ 6 0 0、6 0 2 に戻される。この 2 段階は、それぞれ別のモジュールにし、共通の 1 つの駆動装置に機械的に連結することができるが、単一モジュールであることが好ましい。エチレンコンプレッサ 6 0 0、6 0 2 から出ていく圧縮されたエチレン生成物は、管路 5 0 0 及び 5 0 2 を経由して共通の管路 5 0 4 へ送られる。圧縮されたエチレンはその後、共通の管路 5 0 4 を経由して下流クーラー 6 0 4 に導かれる。クーラー 6 0 4 からの生成物は管路 5 0 6 を経て流れ、上に説明したように、高段階プロパン冷却器 4 0 8 内に導入される。

10

【 0 0 4 3 】

管路 1 3 4 内の加圧された LNG を含む流れ、好ましくはその全体が液体流である流れは、一般に約 - 9 5 から約 - 7 8 . 8 (華氏約 - 1 4 0 度から約 - 1 1 0 度) の範囲の温度と約 4 . 1 から約 4 . 3 4 M P a (約 6 0 0 p s i a から約 6 3 0 p s i a) の範囲の圧力にある。この流れは、以下で説明するように、管路 1 3 4 を経由し、メインメタンエコノマイザ 2 9 0 を通り、そこで間接熱交換手段 2 2 8 によりさらに冷却される。メインメタンエコノマイザ 2 9 0 から、加圧された LNG を含む流れは、管路 1 3 6 を通り、その圧力は膨張弁 2 2 9 として図示される圧力低減手段によって減少され、これによってガス流の一部が気化又はフラッシュし、これによってフラッシュガス流を生成する。このフラッシュされた流れは、その後、管路 1 3 8 を経由して高段階メタンフラッシュドラム 2 3 0 に送られ、そこで、管路 1 4 0 を通して排出されるフラッシュガス流と管路 1 6 6 を通して排出される液相流 (すなわち、加圧された LNG を含む流れ) に分離される。このフラッシュガス流はその後、管路 1 4 0 を経由してメインメタンエコノマイザ 2 9 0 へ移送され、そこで間接熱交換手段 2 3 2 を介して冷媒として機能する。このフラッシュガス流 (すなわち、加温されたフラッシュガス流) は管路 1 5 0 を経由してメインメタンエコノマイザ 2 9 0 を出、そこで管路 1 6 4 によって供給されるガス流と一緒になる。これらの流れは、その後、高段階メタンコンプレッサ 2 3 4、2 3 6 の入口に供給される。管路 1 6 6 内の液体相は第 2 メタンエコノマイザ 2 4 4 を通り、そこで液体は下流のフラッシュガス流により間接熱交換手段 2 4 6 を介してさらに冷却される。冷却されたこの液体は、管路 1 6 8 経由で第 2 メタンエコノマイザ 2 4 4 を出ていき、膨張弁 2 4 8 として図示される圧力低減手段を通して膨張されるか又はフラッシュされ、圧力をさらに低下させ同時にその第 2 部分を気化させる。このフラッシュガス流は、その後、中間段階メタンフラッシュドラム 2 5 0 に送られ、そこで、管路 1 7 2 を通過するフラッシュガス流と管路 1 7 0 を通過する液相流とに分離される。このフラッシュガス流は、管路 1 7 2 を通って第 2 メタンエコノマイザ 2 4 4 へ流れ、そこで間接熱交換手段 2 5 2 を介し、管路 1 6 6 経由でエコノマイザ 2 4 4 に導入された液体を冷却する。管路 1 7 4 は、第 2 メタンエコノマイザ 2 4 4 内の間接熱交換手段 2 5 2 とメインメタンエコノマイザ 2 9 0 内の間接熱交換手段 2 5 4 との間の流れの管路としての役割を果たす。加温されたフラッシュガス流は、中間段階メタンコンプレッサ 2 5 6、2 5 8 の入口に連結される管路 1 7 6 を経由してメインメタンエコノマイザ 2 9 0 を出ていく。管路 1 7 0 経由で中間段階フラッシュドラム 2 5 0 を出ていくこの液体相は、膨張弁 2 6 0 として図示される圧力低減手段を通過することによって、圧力がさらに、好ましくは 1 7 2 k P a (約 2 5 p s i a) まで、低下する。さらにまた、液化ガスの第 3 部分が気化又はフラッシュされる。膨張弁 2 6 0

20

30

40

50

から出ていく流体は、最終すなわち低段階フラッシュドラム 262 に送られる。フラッシュドラム 262 においては、蒸気相が、フラッシュガス流として分離され、第 2 メタンエコノマイザ 244 に管路 180 を通して送られ、そこではこのフラッシュガス流が間接熱交換手段 264 を介して冷媒として機能し、メインメタンエコノマイザ 290 に連結された管路 182 を経由して第 2 メタンエコノマイザ 244 を出ていき、メインメタンエコノマイザ 290 ではこのフラッシュガス流が間接熱交換手段 266 を介して冷媒として機能し、最終的には低段階メタンコンプレッサ 268、270 の入口に連結する管路 184 を経由してメインメタンエコノマイザ 290 を出ていく。おおよそ大気圧にあるフラッシュドラム 262 からの液化天然ガス製品（すなわち、LNG 流）は、管路 178 を通って貯蔵ユニットに送られる。貯蔵ユニットからの低圧、低温の LNG が蒸発した蒸気流は、このような流れを、管路である管路 180、182 又は 184 のいずれかにある低圧フラッシュガスと一緒にすることによって回収することが好ましい。なお、管路の選択は、ガス流温度と可能な限り密接にマッチするという要望に基づく。慣用の実務によれば、貯蔵ユニット内の液化天然ガス（LNG）は（典型的には外洋航海 LNG タンカーによって）所望の場所に輸送することができる。その後 LNG は、慣用の天然ガスパイプラインを經由してガス状態で輸送するために陸上の LNG ターミナルで蒸発させることができる。

10

【0044】

図 1 に示すように、メタンコンプレッサ 234、236、256、258、268、270 は、2つの駆動装置 704、706 によって駆動されるように機械的に連結された個別のユニットとして存在することが好ましい。低段階メタンコンプレッサ 268、270 からの圧縮されたガスは、中間クーラー 280、282 を通り、第 2 段階の圧縮前に管路 176 内の中間圧力のガスと一緒にになる。中間段階メタンコンプレッサ 256、258 からの圧縮されたガスは中間クーラー 284、286 を通り、第 3 段階の圧縮前に管路 150 経由で供給される高圧ガスと一緒にになる。この圧縮されたガス（すなわち、圧縮された開放メタンサイクルガス流）は高段階メタンコンプレッサ 234、236 から管路 152、154 を通して吐出され、管路 156 で一緒にになる。圧縮されたメタンガスはその後クーラー 238 で冷却され、上記で述べたように、管路 158 経由で高段階プロパン冷却器 408 に送られる。この流れは、間接熱交換手段 239 を介して冷却器 408 で冷却され、管路 160 経由でメインメタンエコノマイザ 290 に流れる。本明細書及び前の記述で用いているように、コンプレッサとは圧縮の各段及び中間冷却に関連した任意の機器を指している。

20

30

【0045】

図 1 に示すように、メインメタンエコノマイザ 290 に入る、冷却器 408 からの圧縮された開放メタンサイクルガス流は、その全体が間接熱交換手段 240 を通る流れを介して冷却される。この冷却された流れの一部がその後、管路 162 経由で取り除かれ、高段階エチレン冷却器 618 の上流で、処理済みの天然ガス供給原料流と一緒にになる。この冷却された流れの残りの部分は、メインメタンエコノマイザ 290 内の間接熱交換手段 242 を介してさらなる冷却を受け、そこから管路 129 経由で生成される。この流れは、エチレン凝縮器 628 の上流の位置で、管路 128 内の流れと一緒にになり、その後、この液化流は、間接熱交換手段 226 を通る流れを介してエチレン凝縮器 628 内で最大部分が液化される。

40

【0046】

図 1 に示すように、第 1 プロパンコンプレッサ 400 及び第 1 エチレンコンプレッサ 600 が、単一の第 1 電動機 700 によって駆動されることが好ましく、一方、第 2 プロパンコンプレッサ 402 及び第 2 エチレンコンプレッサ 602 は、単一の第 2 電動機 702 によって駆動される。第 1 及び第 2 電動機 700、702 は、任意の好適な市販電動機とすることができる。図 1 から、プロパンコンプレッサ 400、402 及びエチレンコンプレッサ 600、602 の両方とも、並列にそれぞれのプロパン冷凍サイクル及びエチレン冷凍サイクルに流体連結され、その結果、各冷凍サイクルにおいて用いられる冷媒流のおおよそ半分に対して、各コンプレッサが最大の圧力増加をもたらしていることがわかる。

50

このような複数のプロパンとエチレンのコンプレッサの並列構成は、LNGプラントの有用性を著しく高める「1つに2系列」設計を提供する。それゆえ、たとえば、保守整備又は修理のために第1電動機700の運転停止が必要な場合、第2電動機702、第2プロパンコンプレッサ402、及び第2エチレンコンプレッサ602が依然としてプラントの運転継続のために使用できるので、LNGプラント全体の運転を停止する必要はない。

【0047】

このような「1つに2系列」理念は、さらに、メタンコンプレッサ234、236、256、258、268、270に動力を供給する2つの駆動装置704、706の使用で示される。第3電動機704は、第1高段階メタンコンプレッサ234、第1中間段階メタンコンプレッサ256、及び第1低段階メタンコンプレッサ268に動力を供給するの
10
に使用され、一方、第4電動機706は、第2高段階メタンコンプレッサ236、第2中間段階メタンコンプレッサ258、及び第2低段階メタンコンプレッサ270に動力を供給するの
20
に使用される。第3及び第4電動機704、706は、任意の好適な市販電動機とすることができる。図1から、第1メタンコンプレッサ234、256、268は、相互に直列に開放メタン冷凍サイクルに流体連結され、また第2メタンコンプレッサ236、258、270とは並列に流体連結されていることがわかる。それゆえ、第1メタンコンプレッサ234、256、268は協同して、開放メタン冷凍サイクルにおけるメタン冷媒流のおおよそ半分に対して、最大の圧力増加をもたらすのであるが、第1コンプレッサ268、256、234は、そのような最大の圧力増加の各増加部分を与えているのである。同様に、第2メタンコンプレッサ236、258、270は協同で、開放メタン冷
20
凍サイクルにおけるメタン冷媒流の残りのおおよそ半分に対して、最大の圧力増加をもたらすのであるが、第2コンプレッサ270、258、236は、そのような最大の圧力増加の各増加部分を与えているのである。このようなメタンの駆動装置とコンプレッサの配列は、「1つに2系列」設計理念と一致するものである。それゆえ、たとえば、保守整備又は修理のために第3電動機704の運転停止が必要な場合、第4電動機706、第2メタンコンプレッサ236、258、270が依然としてプラントの運転継続のために使用できるので、LNGプラント全体の運転を停止する必要はない。

【0048】

電動機700、702、704、706の始動を助けるために様々な方法を用いることができる。運転開始時の電動機700、702、704、706及びそれらに連結するコンプレッサの最初の回転に伴う慣性力及び流体抗力は、克服することが困難である可能性
30
がある。それゆえ、可変周波数駆動装置を電動機700、702、704、706に結合して運転開始を補助することができる。運転開始を補助する別の方法として、コンプレッサのガスを排出して運転開始時にモータ回転の抵抗となる流体抗力を最小にする方法を挙げることができる。さらに、流体継手又はトルクコンバータをモータとコンプレッサの間に配置して、モータがコンプレッサからの負荷をほとんど受けずに或いはまったく受けずに起動でき、その後、モータが速度を上げているときに流体継手又はトルクコンバータがコンプレッサの負荷をモータに徐々に掛けることができるようにすることができる。トルクコンバータを用いる場合は、トルクコンバータに、電動機とコンプレッサがいったん速度を上げたら電動機とそれに連結するコンプレッサが直接機械的に相互に結合することが
40
可能になる機械的ロックアウト機構を使用することが好ましい。

【0049】

図2について説明すると、天然ガス液化システムの別の態様が図示されている。図2に例示された天然ガス液化システムの多くの構成要素は図1に示したのと同じものであるが、図2のシステムは別の駆動装置及び動力システムを用いている。図2の大多数の構成要素（すなわち、構成要素100～699）は、図1の構成要素と同じものであり、同じ参照番号になっている。

【0050】

図2に例示された天然ガス液化システムは、たとえば、天然ガス等の燃料の燃焼を経て、熱エネルギー（すなわち水蒸気）の形のエネルギーと電気エネルギーとを同時に発生す
50

るように動作可能なコージェネレーションプラント1000を用いる。第1プロパンコンプレッサ400及び第1エチレンコンプレッサ600は第1電動機900により駆動され、一方、第2プロパンコンプレッサ402及び第2エチレンコンプレッサ602は第2電動機902により駆動される。電動機900、902は、コージェネレーションプラント1000によって発生され、電線1002、1003、1005経由で電動機900、902に伝導される電気の少なくとも一部によって動力を供給されている。

【0051】

第1スチームタービン904は、第1高段階コンプレッサ234、第1中間段階メタンコンプレッサ256、及び第1低段階メタンコンプレッサ268に動力を供給するのに使用され、一方、第2スチームタービン906は、第2高段階メタンコンプレッサ236、第2中間段階メタンコンプレッサ258、及び第2低段階メタンコンプレッサ270に動力を供給するのに使用される。このスチームタービン904、906は、コージェネレーションプラント1000によって発生され、水蒸気管1004、1006、1008経由でスチームタービン904、906に導かれる水蒸気の少なくとも一部によって動力が供給されている。

10

【0052】

第1スタータ/ヘルパモータ908は第1電動機900に駆動連結することができ、一方、第2スタータ/ヘルパモータ910は第2電動機902に駆動連結することができる。スタータ/ヘルパモータ908、910は、スタータ/ヘルパモータ908、910がより大きな電動機900、902を始動時に回転させる補助をする起動モードで動作することができ、或いはスタータ/ヘルパモータ908、910は、スタータ/ヘルパモータ908、910が通常運転時にコンプレッサ400、402、600、602に動力を供給する際に電動機900、902を支援する支援モードで動作することができる。スタータ/ヘルパモータ908、910は、コージェネレーションプラント1000によって発生され、電線1010、1012、1014経由で伝導される電気によって動力を供給される。

20

【0053】

図3について説明すると、図1及び2に示したシステムと同様な天然ガス液化システムが、別の駆動装置及び動力システムを含むものとして示されている。コージェネレーションプラント1200は、電線1202、1203、1205を通して伝えられる電気を介して電動機1100、1102に動力を供給するのに使用される。コージェネレーションプラント1200はまた、水蒸気管1204、1206、1208、1210を通して導かれる水蒸気を介してスチームタービン1104、1106に動力を供給するようにも動作可能である。

30

【0054】

第1スタータ/ヘルパスチームタービン1108は第1電動機1100に駆動連結され、一方、第2スタータ/ヘルパスチームタービン1110は第2電動機1102に駆動連結される。スタータ/ヘルパスチームタービン1108、1110は、コージェネレーションプラント1200によって発生され、管路1204、1212、1214、1216経由でスタータ/ヘルパスチームタービン1108、1110に導かれる水蒸気によって動力を供給される。始動時に、スタータ/ヘルパスチームタービン1108、1110は、電動機1100、1102を回転させる補助をすることができる。天然ガス液化システムの通常運転時に、スタータ/ヘルパスチームタービン1108、1110は、コンプレッサ400、402、600、602を駆動する際に電動機1100、1102を支援することができる。

40

【0055】

上記した好ましい形態は、単なる説明として使用されるべきであり、本発明の範囲を解釈するという限定的な意味で使用されるべきではない。上に記載した代表的な態様に対して、本発明の精神を逸脱することなく、自明な変更形態が当業者によって容易になされるであろう。

50

【 0 0 5 6 】

本発明者らは、以下の請求項に記載するおりの本発明の文言の範囲外にあるが、そこから実質的に逸脱していない装置に関する場合に、本発明の合理的に公正な範囲を決定、評価するために均等論に依拠する意図をここに表明する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 7 】

【 図 1 】 新規な駆動装置及びコンプレッサシステムを用いる LNG 製造用のカスケード冷凍プロセスの簡略流れ図であり、図 1 の参照数字は、100～199：主としてメタン流のための管路、200～299：主としてメタン流のための機器と容器、300～399：主としてプロパン流のための管路、400～499：主としてプロパン流のための機器と容器、500～599：主としてエチレン流のための管路、600～699：主としてエチレン流のための機器と容器、700～799：機械的駆動装置のように要約することができる。

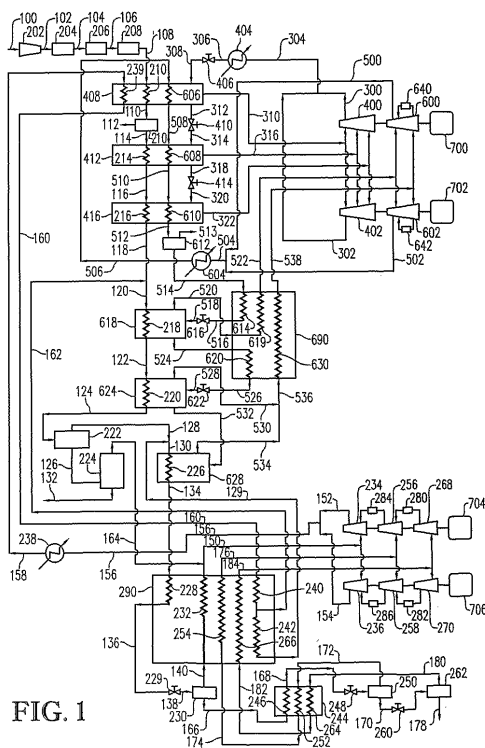
10

【 図 2 】 LNG プラント用の別の駆動装置及び動力システムを示す図 1 と同様の簡略流れ図であり、図 2 では、参照数字 900～999 が駆動装置を示し、参照数字 1000～1099 が動力システムを示すことを除けば、参照数字は図 1 と同一である。

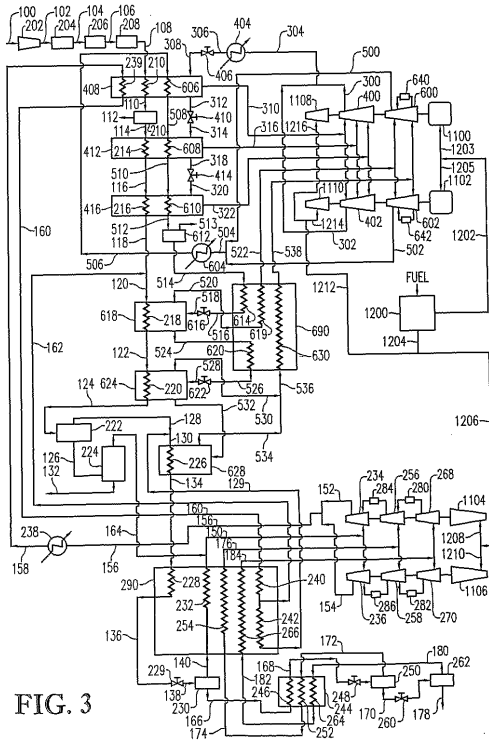
【 図 3 】 LNG プラント用の別の駆動装置及び動力システムを示す図 1 及び 2 と同様の簡略流れ図であり、図 3 では、参照数字 1100～1199 が駆動装置を示し、参照数字 1200～1299 が動力システムを示すことを除けば、参照数字は図 1 及び 2 と同一である。

20

【 図 1 】



【 図 3 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US03/34624		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : F25J 1/00 US CL : 62/612, 611 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, 611, 335, 228.5				
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.		
A	US 3,548,606 A (KURSTON) 22 December 1970 (22.12.1970), see entire document.	1-35		
A	US 3,581,510 A (HUGHES) 01 June 1971 (01.06.1971), see figure 1.	1-35		
A	US 4,539,028 A (PARADOWSKI et al) 03 September 1985 (03.09.1985), see entire document.	1-35		
A	US 4,566,885 A (HAAK) 28 January 1986 (28.01.1986), see figure.	1-35		
A	US 4,680,041 A (DELONG) 14 July 1987 (14.07.1987), see entire document.	1-35		
A	US 4,755,200 A (LIU et al) 05 July 1988 (05.07.1988), see entire document.	1-35		
A	US 5,473,900 A (LOW) 12 December 1995 (12.12.1995), see entire document.	1-35		
A	US 6,070,429 A (LOW et al) 06 June 2000 (06.06.2000), see entire document.	1-35		
A	US 6,324,867 B1 (FANNING et al) 04 December 2001 (04.12.2001), see entire document.	1-35		
<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: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> "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 </td> <td style="width: 50%; border: none;"> "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 </td> </tr> </table>			"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
"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 03 March 2004 (03.03.2004)		Date of mailing of the international search report 20 APR 2004		
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. (703)305-3230		Authorized officer William C Doerrler <i>J. Hurley for</i> Telephone No. (703) 308-0861		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/US03/34624

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 6,446,465 B1 (DUBAR) 10 September 2002 (10.09.2002), see entire document.	1-35
A,P	US 2002/0170312 A1 (REINEN et al) 21 November 2002 (21.11.2002), see figures.	1-35

 フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, 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, IT, LU, MC, NL, 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, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72) 発明者 ボーダット、ネッド、ピー。

アメリカ合衆国、テキサス、シュガーランド、 サンドパイパー 9 0 7

(72) 発明者 マルティネス、ボビー、ディー。

アメリカ合衆国、テキサス、ミズーリ シティー、 プランテーション コロニー 4 5 3 0

(72) 発明者 ハーン、ポール、アール。

アメリカ合衆国、テキサス、ヒューストン、 ウェントワース コート 1 3 0 7

(72) 発明者 ワイアーマン、ハンス、ピー。

アメリカ合衆国、テキサス、ケーティ、 ウィンザー グレン ドライブ 6 1 8

(72) 発明者 クワルス、ウェスリー、アール。

アメリカ合衆国、テキサス、ヒューストン、 アーモンド スプリングス 7 6 0 7

Fターム(参考) 4D047 AA09 BB03 BB08 CA06 CA12 CA13 EA04