

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6816017号  
(P6816017)

(45) 発行日 令和3年1月20日(2021.1.20)

(24) 登録日 令和2年12月25日(2020.12.25)

(51) Int.Cl.		F I	
F 2 5 J 1/02	(2006.01)	F 2 5 J 1/02	
F 2 5 J 3/02	(2006.01)	F 2 5 J 3/02	B
F 2 5 J 1/00	(2006.01)	F 2 5 J 1/00	B

請求項の数 15 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-553009 (P2017-553009)	(73) 特許権者	515255010
(86) (22) 出願日	平成28年4月11日 (2016.4.11)		チャート・エナジー・アンド・ケミカルズ
(65) 公表番号	特表2018-511024 (P2018-511024A)		, インコーポレーテッド
(43) 公表日	平成30年4月19日 (2018.4.19)		アメリカ合衆国テキサス州77381, ザ
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/026924		・ウッドランズ, ニュー・トレイルズ・ド
(87) 国際公開番号	W02016/164893		ライブ 8665
(87) 国際公開日	平成28年10月13日 (2016.10.13)	(74) 代理人	100140109
審査請求日	平成31年4月10日 (2019.4.10)		弁理士 小野 新次郎
(31) 優先権主張番号	62/215,511	(74) 代理人	100118902
(32) 優先日	平成27年9月8日 (2015.9.8)		弁理士 山本 修
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100106208
			弁理士 宮前 徹
(31) 優先権主張番号	62/145,929	(74) 代理人	100120112
(32) 優先日	平成27年4月10日 (2015.4.10)		弁理士 中西 基晴
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 混合冷媒液化システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

( a ) 供給原料ガス入口を含む高温端、及び液化ガス出口を含む低温端を、その間に配置されている液化流路と共に有し、供給原料ガス入口は供給原料ガスを受容するように適合されており、液化熱交換器は主冷却流路も含む液化熱交換器；

( b ) 冷媒を主冷却流路に供給するように構成されている混合冷媒圧縮機システム；

( c ) 液化熱交換器の液化ガス出口と連通している膨張分離器；

( d ) 膨張分離器と流体連通している低温ガスライン；

( e ) 低温ガスラインと連通している蒸气流路、及び主冷却流路と連通している液体流路を有し、蒸气流路は低温ガスラインからの低温蒸気を受容するように構成されている冷熱回収熱交換器；

( f ) 混合冷媒圧縮機システムは分離装置を含み、ここで分離装置は少なくとも1つの分離装置液体出口及び分離装置蒸気出口を含む；

( g ) 少なくとも1つの分離装置液体出口は、液体冷媒の第一部分を冷熱回収熱交換器の液体流路へ送り、かつ液体冷媒の第二部分を液化熱交換器へ送るように構成されている；

( h ) 冷熱回収熱交換器は、蒸气流路内の低温蒸気を用いて液体流路内の液体冷媒の第一部分を冷却し、かつ冷却した液体冷媒の第一部分を主冷却流路に送るように構成されている；ならびに

( i ) 主冷却流路の外部にある合流部、ここで合流部は液体冷媒の冷却された第一部分

と液体冷媒の第二部分とを受容しかつ混合するように構成されており、合流部は中温立て管を含み、中温立て管は液体冷媒の冷却された第一部分と液体冷媒の第二部分とを受容するか又は液体冷媒の冷却された第一部分と液体冷媒の第二部分とが混合されたものを受容するように構成されており、かつ主冷却流路と連通している立て管蒸気出口と、液化熱交換器の主冷却流路と連通している立て管液体出口を有し、それにより、液体冷媒の冷却された第一部分と液体冷媒の第二部分が混合されたものが、立て管蒸気出口と立て管液体出口をとって主冷却流路に与えられる；

を含む、

気体を液化するためのシステム。

【請求項 2】

膨張分離器は液体生成物出口及びエンドフラッシュガス出口を含み、かつ、低温ガスラインは、エンドフラッシュガス出口と連通していて、エンドフラッシュガスを冷熱回収熱交換器の蒸气流路に供給するようになっている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

液化熱交換器は、エンドフラッシュガス流路を含み、このエンドフラッシュガス流路も膨張分離器のエンドフラッシュガス出口に連通している、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

膨張分離器の液体生成物出口と連通している液体生成物貯蔵タンクを更に含み、かつ、冷熱回収熱交換器は第 2 の蒸气流路を含み、液体生成物貯蔵タンクは、液体生成物出口から貯蔵タンクに導入される液体生成物の流れから生成物エンドフラッシュガスを生成させるように構成されており、液体生成物貯蔵タンクは、第 2 の蒸气流路と連通しているヘッドスペースを有していて、生成物エンドフラッシュガスを冷熱回収熱交換器の第 2 の蒸气流路に供給するようになっている、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 5】

膨張分離器の液体生成物出口と連通している液体生成物貯蔵タンクを更に含み、液体生成物貯蔵タンクは、液体生成物出口から貯蔵タンクに導入される液体生成物の流れから生成物エンドフラッシュガスを生成させるように構成されており、液体生成物貯蔵タンクは、ヘッドスペースを有しており、このヘッドスペースも冷熱回収熱交換器の蒸气流路と連通していて、生成物貯蔵タンクのヘッドスペースからの生成物エンドフラッシュガス、及び膨張分離器のエンドフラッシュガス出口からのエンドフラッシュガスを、冷熱回収熱交換器の蒸气流路に供給するようになっている、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 6】

膨張分離器は液体生成物出口を含み、かつ、液体生成物出口と連通している液体生成物貯蔵タンクを更に含み、液体生成物貯蔵タンクは、液体生成物出口から貯蔵タンクに導入される液体生成物の流れから生成物エンドフラッシュガスを生成させるように構成されており、液体生成物貯蔵タンクは、低温ガスラインと連通しているヘッドスペースを有していて、生成物エンドフラッシュガスを冷熱回収熱交換器の蒸气流路に供給するようになっている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

低温ガスライン内に配置されている圧縮機を更に含む、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

冷熱回収熱交換器の蒸气流路の出口は圧縮機と連通している、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

膨張分離器は、蒸気 / 液体分離器と液体膨張器とが統合されたものである、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

膨張分離器は、蒸気 / 液体分離器と直列の液体膨張器を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

液化熱交換器の主冷却流路が第一の入口と第二の入口を含み、第一の入口は分離装置蒸気出口から冷媒流れを受容するように構成されており、第二の入口は冷熱回収熱交換器の液体流路から冷媒流れを受容するように構成されており、

冷熱回収熱交換器の液体流路から冷媒流れが第二の入口を流れるとき、冷熱回収熱交換器の液体流路からの冷媒流れは分離装置蒸気出口からの冷媒流れから分離している、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 1 2】

合流部は、液化熱交換器に入る前に、液体冷媒の第一部分及び第二部分を混合するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 1 3】

少なくとも 1 つの分離装置液体出口は分割部を含み、分割部は分離装置出口へ結合した入口、および液体冷媒の第一部分を冷熱回収熱交換器の液体流路へ送り、そして液体冷媒の第二部分を液化熱交換器へ送るように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 1 4】

液化熱交換器が、液体冷媒冷却流路を含み、それにより、少なくとも 1 つの分離装置液体出口からの液体冷媒の第二部分が、合流部へ送られる前に、液化熱交換器の液体冷媒冷却流路へ送られるように構成されている、請求項 1 3 に記載のシステム。

【請求項 1 5】

液化熱交換器が液体冷媒冷却流路を含み、それにより少なくとも 1 つの分離装置液体出口からの液体冷媒が、合流部へ送られる前に、液化熱交換器の液体冷媒冷却流路へ送られるように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001]本出願は、2015年4月10日出願の米国仮出願62/145,929、及び2015年9月8日出願の米国仮出願62/215,511（これらのそれぞれの内容は参照として本明細書中に包含する）の利益を主張する。

【背景技術】

【0002】

[0002]本発明は、概して気体を冷却又は液化するためのシステム及び方法、より詳しくは、混合冷媒液化システム及び方法に関する。

【発明の概要】

【0003】

[0003]下記に記載し且つ特許請求する方法、装置、及びシステムにおいて別々又は一緒に具現化することができる本発明の幾つかの形態が存在する。これらの形態は、単独か、又は本明細書に記載する本発明の他の形態と組み合わせて用いることができ、これらの形態を一緒に記載することは、これらの形態を別々に使用すること、又はかかる形態を別々か又は本出願に添付する特許請求の範囲において示すものと異なる組合せで特許請求することを排除しないと意図される。

【0004】

[0004]一形態においては気体を液化するためのシステムが提供され、これは、供給原料ガス入口を有する高温端、及び液化ガス出口を含む低温端を、その間に配置されている液化流路と共に有する液化熱交換器を含む。供給原料ガス入口は供給原料ガスを受容するように適合されている。液化熱交換器は主冷却流路も有する。混合冷媒圧縮機システムは、冷媒を主冷却流路に供給するように構成されている。膨張分離器(expander separator)は、液化熱交換器の液化ガス出口と連通している。低温ガスラインは、膨張分離器と流体連通している。冷熱回収熱交換器は、低温ガスラインと連通している蒸気流路及び液体流路を有し、蒸気流路は低温ガスラインからの低温蒸気を受容するように構成されている。混合冷媒圧縮機システムは、冷熱回収熱交換器の液体流路と流体連通している液体冷媒出口を含む。冷熱回収熱交換器は、冷媒を液体流路内に受容し、蒸気流路内の低温蒸気を用

10

20

30

40

50

いて液体流路内の冷媒を冷却するように構成されている。

【0005】

[0005]他の形態においては気体を液化する方法が提供され、これは混合冷媒圧縮機システムから冷媒を受容する液化熱交換器に気体供給原料を供給することを含む。液化熱交換器内で混合冷媒圧縮機システムからの冷媒を用いて気体を液化して、液体生成物を生成させるようにする。液体生成物の少なくとも一部を膨張させて、蒸気部分と液体部分に分離する。蒸気部分は冷熱回収熱交換器に送る。冷媒は、混合冷媒圧縮機システムから冷熱回収熱交換器に送る。冷熱回収熱交換器内で、蒸気部分を用いて冷媒を冷却する。

【0006】

[0006]更に他の形態においては気体を液化するためのシステムが提供され、これは、高温端及び低温端、高温端において入口及び低温端において出口を有する液化流路、主冷却流路、及び高圧冷媒液体流路を有する液化熱交換器を含む。混合冷媒圧縮機システムは、主冷却流路及び高圧冷媒液体流路と連通している。冷媒膨張分離器は、高圧混合冷媒液体流路と連通している入口、主冷却流路と連通している液体出口、及び主冷却流路と連通している蒸気出口を有する。

10

【0007】

[0007]更に他の形態においては、供給原料ガスから凝固性成分を取り出すためのシステムが提供され、これは、供給原料ガスの供給源と連通するように適合されている入口を有する供給原料ガス冷却流路、戻り蒸気流路、及び還流冷却流路を有する重質炭化水素除去熱交換器を含む。このシステムはまた、熱交換器の供給原料ガス冷却流路の出口と連通している供給原料ガス入口、熱交換器の戻り蒸気流路の入口と連通している戻り蒸気出口、熱交換器の還流冷却流路の入口と連通している還流蒸気出口、及び熱交換器の還流冷却流路の出口と連通している還流混合相入口を有するスクラビング装置も含む。還流液体成分流路は、いずれもスクラビング装置と連通している入口及び出口を有する。スクラビング装置は、還流液体成分流路の出口からの還流液体成分流れを気化させて、スクラビング装置の供給原料ガス入口を通してスクラビング装置に導入される供給原料ガス流れを冷却して、凝固性成分を凝縮させて、凝固性成分出口を通してスクラビング装置から取り出すように構成されている。処理された供給原料のガスラインは、熱交換器の蒸気戻り流路の出口と連通している。

20

【0008】

[0008]更に他の形態においては、供給原料ガスから凝固性成分を取り出す方法は、重質炭化水素除去熱交換器及びスクラビング装置を与えることを含む。熱交換器を用いて供給原料ガスを冷却して、冷却された供給原料ガス流れを生成させる。冷却されたガス流れはスクラビング装置に送る。スクラビング装置からの蒸気を熱交換器に送って、蒸気を冷却して混合相還流流れを生成させる。混合相還流流れをスクラビング装置に送って、液体成分還流流れがスクラビング装置に供給されるようにする。スクラビング装置内で液体成分還流流れを気化させて、スクラビング装置内で凝固性成分を凝縮させ、冷却供給原料ガス流れから取り出して処理された供給原料のガス蒸気流れを生成させるようにする。処理された供給原料のガス蒸気流れを熱交換器に送る。熱交換器内で処理された供給原料のガス蒸気流れを加温して、液化のために好適な加温された処理された供給原料のガス蒸気流れを生成させる。

30

40

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】[0009]図1は、主熱交換器の低温端に液化ガス流れ中の蒸気/液体分離器を有し、分離器からの低温エンドフラッシュガスを、主熱交換器を通る更なる冷却流路に送る、混合冷媒液化システム及び方法を示すプロセスフロー図及び概要図である。

【図1A】[0010]図1Aは、液体膨張器を、統合された高圧中温混合冷媒流れに対する蒸気/液体分離器と共に用いる混合冷媒液化システム及び方法を示すプロセスフロー図及び概要図である。

【図2】[0011]図2は、主熱交換器の低温端に液化ガス流れ中の蒸気/液体分離器を有し

50

、分離器からの低温エンドフラッシュガスを、混合冷媒を冷却するための冷熱回収熱交換器に送る、混合冷媒液化システム及び方法を示すプロセスフロー図及び概要図である。

【図2A】[0012]図2Aは、主熱交換器の低温端に液化ガス流れ中の蒸気/液体分離器を有し、分離器からの低温エンドフラッシュガスを、主熱交換器及び混合冷媒を冷却するための冷熱回収熱交換器を通る更なる冷却流路に送る、混合冷媒液化システム及び方法を示すプロセスフロー図及び概要図である。

【図3】[0013]図3は、主熱交換器の低温端に液化ガス流れ中の蒸気/液体分離器を有し、分離器からの低温エンドフラッシュガスを、混合冷媒を冷却するための冷熱回収熱交換器に送り、冷熱回収熱交換器はまた、生成物貯蔵タンクからのボイルオフガスも受容する、混合冷媒液化システム及び方法を示すプロセスフロー図及び概要図である。

10

【図4】[0014]図4は、主熱交換器の低温端における液化ガス流れを貯蔵タンクに送り、エンドフラッシュガスを液体生成物から分離し、エンドフラッシュガス及び貯蔵タンクからのボイルオフガスを圧縮して、混合冷媒を冷却するための冷熱回収熱交換器に送る、混合冷媒液化システム及び方法を示すプロセスフロー図及び概要図である。

【図5】[0015]図5は、主熱交換器の低温端における液化ガス流れを貯蔵タンクに送り、エンドフラッシュガスを液体生成物から分離し、エンドフラッシュガス及び貯蔵タンクからのボイルオフガスを、混合冷媒を冷却するための冷熱回収熱交換器に送る、混合冷媒液化システム及び方法を示すプロセスフロー図及び概要図である。

【図6】[0016]図6は、供給原料ガスをまず重質炭化水素除去熱交換器で冷却して凝固性成分を供給原料ガスから取り出す、混合冷媒液化システム及び方法を示すプロセスフロー図及び概要図である。

20

【図7】[0017]図7は、供給原料ガスをまず重質炭化水素除去熱交換器で冷却して凝固性成分を供給原料ガスから取り出す、別の混合冷媒液化システム及び方法を示すプロセスフロー図及び概要図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

[0018]混合冷媒液化システム及び方法の複数の態様を図1～7に示す。下記においては、液体天然ガスを製造するための天然ガスの液化に関する複数の態様を示し且つ記載するが、本発明は他のタイプの気体を液化するために用いることができることを留意すべきである。

30

【0011】

[0019]基礎となる液化プロセス及び混合冷媒圧縮機システムは、同じ出願人のGushanasらの米国特許出願公開第2011/0226008号明細書(米国特許出願第12/726,142号)(その内容は参照として本明細書中に包含する)に記載されている通りであってよい。一般に、図1を参照すると、本システムは、概して10で示されている、高温端12及び低温端14を有するマルチストリーム熱交換器を含む。熱交換器は高圧の天然ガス供給原料流れ16を受容し、これは、熱交換器内で冷却流れとの熱交換によって熱を除去することによって冷却又は液化流路18内で液化される。その結果、液体天然ガス(LNG)生成物の流れ20が生成する。熱交換器のマルチストリームデザインによって、幾つかの流れを単一の交換器中に簡便に且つエネルギー効率よく統合することができる。好適な熱交換器は、The Woodlands, TexasのChart Energy & Chemicals, Inc.から購入することができる。Chart Energy & Chemicals, Inc.から入手できるプレートフィン型マルチストリーム熱交換器によって、物理的にコンパクトであるという更なる有利性が与えられる。

40

【0012】

[0020]熱交換器10を含む図1のシステムは、従来技術において公知の他の気体処理オプションを実施するように構成することができる。これらの処理オプションは、気体流れを1回以上熱交換器から排出及びそれに再導入することが必要がある可能性があり、これには例えば天然ガス液体の回収又は窒素の排出を含めることができる。

【0013】

50

[0021] 熱の除去は、熱交換器内で混合冷媒を用いて行われ、これは概して 22 で示されている混合冷媒圧縮機システムを用いて処理及び再調整される。混合冷媒圧縮機システムは、直前の圧縮及び冷却サイクルの後に混合冷媒 (MR) 混合相流れ 11 を受容して分離する高圧アキュムレーター 43 を含む。アキュムレータードラム 43 が示されているが、他のタイプの容器、サイクロン分離器、蒸留ユニット、凝集分離器、又はメッシュ若しくは羽根タイプのみスト除去器など (しかしながらこれらに限定されない) の代わりに分離装置を用いることができる。アキュムレーター 43 の蒸気出口から高圧蒸気冷媒流れ 13 が排出され、これは熱交換器 10 の高温側に送る。

【0014】

[0022] アキュムレーター 43 の液体出口から高圧液体冷媒流れ 17 が排出され、これも熱交換器の高温端に送る。これは、熱交換器 10 内で冷却した後、混合相流れ 47 として中温立て管 128 に送る。

【0015】

[0023] 熱交換器 10 内でアキュムレーター 43 からの高圧蒸気流れ 13 を冷却した後、混合相流れ 19 を低温蒸気分離器 21 に流す。得られる蒸気冷媒流れ 23 が分離器 21 の蒸気出口から排出され、熱交換器 10 内で冷却した後、混合相流れ 29 として低温立て管 27 に送る。蒸気及び液体流れ 41 及び 45 が低温立て管 27 から排出され、熱交換器 10 の低温側で主冷却流路 125 中に供給する。

【0016】

[0024] 低温蒸気分離器 21 から排出される液体流れ 25 は、熱交換器 10 内で冷却し、熱交換器から混合相流れ 122 として排出され、下記に記載する方法で取り扱う。

[0025] 図 2 ~ 7 のシステムは、上記に記載したものと同様の構成要素を示す。

【0017】

[0026] 図 1 に示すシステムは膨張分離器 24 を用いており、これは、圧力を減少させる際に高圧の LNG 流れからエネルギーを抽出する、統合された蒸気 / 液体分離器を有する液体膨張器、或いは任意の蒸気 / 液体分離装置と直列の液体膨張器であってよい。これにより低下した LNG の温度がもたらされてエンドフラッシュガス (EFG) が得られ; それによって同じ MR パワー (MR power) に関して向上した LNG 生成、及び生成する LNG 1 トンあたりの向上したエネルギー消費が与えられる。液体の膨張から得られる低温エンドフラッシュガスは、流れ 26 として蒸気 / 液体分離器 24 から排出され、低温端で主液化熱交換器 10 に送って、更なる冷却流路 28 に導入することによって熱交換器と統合させて、これが液化のための全体的な液化要件に寄与して、それによって主熱交換器 10 に大きな資本コストを加えることなく同じ MR パワーに関して LNG の製造が更に向上するようにする。単に例として、EFG 流れ 26 は -254 °F 及び 19 psia の温度及び圧力を有してよい。

【0018】

[0027] 図 1 のシステムにおいては、EFG 冷却は、熱交換器 10 内で完全に回収するか、或いは装置及びプロセスのデザインに最もよく合致するものとして部分的に回収することができる。加温されたエンドフラッシュガスが流れ 32 として熱交換器から排出され、場合によって 1 つ又は複数の圧縮機 31 によって圧縮を行った後、プラント供給原料ガス 33 に再循環してガスタービン / プラント燃料 35 として用いるか、或いは任意の他の許容できる方法で処分することができる。LNG 液体膨張器は、図 1 A を参照して下記に記載する中温液体膨張器を伴って、又はこれを伴わないで用いることができる。

【0019】

[0028] 図 2 のシステムは、図 1 において示す EFG 冷熱回収構成に対するオプションを示す。このオプションにおいては、蒸気 / 液体分離器 36 からの EFG 低温冷却流れ 34 を冷熱回収熱交換器 38 に送って、そこで MR 圧縮機システム 22 の高圧アキュムレーター 43 からの高温高圧の 1 つ又は複数の混合冷媒 (MR) 流れ 42 と熱交換する。高圧の MR 流れ 42 は、流れ 34 からの EFG を用いて冷却し、次にライン 46 及び中間立て管 (中温立て管) 48 (図 3 においてはライン 49 によって示されている)、又は別の形態

10

20

30

40

50

では中温液体膨張器 5 2 ( 図 2 においてはライン 4 6 によって示されている ) 若しくは低温立て管 5 4 ( 図 2 においてはライン 5 1 によって破線で示されている ) を介して、液化熱交換器 4 4 の冷却流路 5 5 に戻す。冷熱回収熱交換器 3 8 からの冷却された高圧の MR 流れが中間立て管 4 8 又は中温液体膨張分離器 5 2 によって受容されたら、ライン 5 7 a 及び 5 7 b ( 図 2 ) によって液化熱交換器 4 4 の冷却流路 5 5 に供給する。

【 0 0 2 0 】

[0029] 単に例として、図 2 の E F G 流れ 3 4 は、 - 2 5 2 及び 3 0 p s i a の温度及び圧力を有してよい。

[0030] 図 1 及び 2 の E F G 冷熱回収オプションは、図 2 A において示すように組み合わせることができる。より具体的には、蒸気 / 液体分離器 5 8 から排出される E F G 流れ 5 6 は、流れ 6 2 ( これは主熱交換器 6 6 の冷却流路 6 4 に送る )、及び流れ 6 8 ( これは冷熱回収熱交換器 7 2 に送って、図 2 のシステムに関して上記に記載したように、冷熱回収熱交換器 7 2 を通して流れる 1 つ又は複数の MR 流れ 7 4 を冷却する ) に分割する。その結果、E F G の冷熱は、主熱交換器 6 6 及び冷熱回収熱交換器 7 2 の両方において、装置及びプロセスに合致する最適の割合で回収される。流れ 6 2 及び流れ 6 8 に流れる E F G 流れ 5 6 の部分は、バルブ 6 9 によって制御することができる。

【 0 0 2 1 】

[0031] 図 3 のシステムは、蒸気 / 液体分離器 7 7 からの E F G 流れ 7 5、並びに 1 つ又は複数の LNG 生成物貯蔵タンク 7 6 及び他の供給源からのボイルオフガス ( B O G ) の両方の冷熱回収に関する他のオプションを示す。この構成においては、B O G の流れ 7 8 が 1 つ又は複数の貯蔵タンク 7 6 から排出され、冷熱回収熱交換器 8 2 内に与えられている B O G 冷熱回収流路 8 0 に送られる。或いは、冷熱回収熱交換器 8 2 は単一の共有の E F G 及び B O G の流路を有していてもよく、図 3 において 8 4 で破線で示されているように、E F G 及び B O G 流れ 7 5 及び 7 8 を冷熱回収熱交換器 8 2 に導入する前に混合する。いずれの場合においても、高圧の MR は E F G 及び B O G によって冷却して、上述したように冷媒として用いる。

【 0 0 2 2 】

[0032] 別の態様においては、図 4 を参照すると、システムは、蒸気 / 液体分離器として LNG 生成物貯蔵タンク 8 8 を用いて、液体膨張器 9 4 から排出される液体生成物流れ 9 2 から E F G を得ることができる。液体膨張器 9 4 に代えてジュール・トムソン ( J T ) バルブを用いて流れを冷却することができることを留意すべきである。上記の記載から明らかのように、液体膨張器 9 4 は、主熱交換器 9 8 からの液体生成物流れ 9 6 を受容する。その結果、図 4 のシステムは E F G 及び B O G の両方の冷熱回収を与え、ここでは LNG 貯蔵タンク中の LNG から E F G を分離して、E F G 及び B O G の両方を流れ 1 0 4 によって冷熱回収熱交換器 1 0 2 に送る。その結果、冷熱回収熱交換器 1 0 2 に流れる高圧の MR 流れ 1 0 5 は、E F G 及び B O G によって冷却される。

【 0 0 2 3 】

[0033] 図 4 のシステムにおいては、E F G 及び B O G 流れ 1 0 4 は圧縮機 1 0 6 に送って、そこで第 1 段階の圧力に圧縮する。この圧力は、( 1 ) 冷熱回収熱交換器 1 0 2 内でのより大きな圧力降下を可能にしてコストを低下させるのに好適な圧縮機から排出される流れ 1 0 8 に関する圧力及び温度を与え；及び ( 2 ) 排出される低温 MR 流れ 1 1 2 を主熱交換器 9 8 において冷媒として有用なものにする温度を冷熱回収熱交換器に供給するのに好適である；ように選択される。単に例として、圧縮機 1 0 6 から排出される MR 流れの圧力及び温度は、 - 1 7 5 ° F 及び 3 0 p s i a であってよい。冷熱回収熱交換器 1 0 2 から排出される E F G 及び B O G 流れ 1 1 4 は、圧縮機 1 1 6 によって圧縮して、供給原料再循環流れ 1 1 8、又はガスタービン / プラント燃料 1 2 2 として用いるか、或いは任意の他の許容できる方法で処分することができる。

【 0 0 2 4 】

[0034] 図 5 に示されるように、図 4 の熱交換器前圧縮機 1 0 6 を排除して、1 つ又は複数の LNG タンク 8 8 からの E F G 及び B O G 流れ 1 0 4 を、冷熱回収熱交換器 1 0 2 に

10

20

30

40

50

直接送るようにすることができる。その結果、冷熱回収熱交換器の後のEFG及びBOG流れ114の圧縮のみが(圧縮機116によって)行われる。その他の点については、図5のシステムは図4のシステムと同一である。

【0025】

[0035]図1に戻り、任意の液体膨張分離器120(これは、統合された蒸気/液体分離器、又は直列の2つの構成要素を有する液体膨張器であってよい)は、ライン117を通して高圧中温MR冷却流れ122の少なくとも一部を受容する。この液体膨張器はMR流れから仕事を抽出し、温度を低下させ、液体膨張器から排出されるMR流体がライン119を通して中温立て管分離器128に送られて、次に流れ123a及び123bを通して熱交換器冷却流れ125と合流した後に、LNG生成のための更なる冷却を与え、これによりサイクル効率が向上する。対応する回路は、バルブ124及び126を有する。バルブ126を少なくとも部分的に開放し、バルブ124を少なくとも部分的に閉止して、液体膨張器120を中温立て管分離器128と直列で用いる。

10

【0026】

[0036]或いは、図1Aを参照すると、統合された蒸気/液体分離器/液体ンプ(又は直列の3つの構成要素)を有する液体膨張分離器130を用いて、中温立て管(図1の128)を排除し、別の液体MR冷却流れ132及び別の蒸気MR冷却流れ134を与え、これらを熱交換器136の冷却流れ135に合流させて、立て管分離器を用いることなく主熱交換器136への適切な蒸気/液体の分布を促進することができる。統合した蒸気/液体分離器/液体ポンプ130を有する液体膨張器を用いて、熱交換器において噴霧装置によって液体を用いるために必要な液体流れへの圧力を増加させて、熱交換器内における液体の分布を向上させる。単に例として、130のポンプから排出される液体流れの圧力及び温度は、-147°F及び78psiaであってよい。この構成を用いると立て管が排除されているので、これにより立て管内の液体の体積(高さ)を増加させることなく、船体運動に対する感受性が減少する。

20

【0027】

[0037]図1(120)及び図1A(130)の中温液体膨張器は、上記に記載した図1(24)、図2(36)、図2A(58)、図3(77)、及び図4(94)のLNG液体膨張器を伴うか又は伴わないで用いることができる。

【0028】

[0038]ここで、図6及び7を参照して、主熱交換器内における液化の前に供給原料ガス流れから凝固性成分を取り出すためのシステム及び方法を記載する。これらのシステムの構成要素は残りの図面に示されているが、これらはここに開示するシステムに対しては任意である。更に、液化の前に供給原料ガス流れから凝固性成分を取り出すためのシステム及び方法は、混合冷媒を用いるもの以外の液化システムに関して用いることができる。図6に示すように、供給原料ガス流れ142は、任意の予備処理システム144の後に、重質炭化水素除去熱交換器146内で冷却する。次に、排出流れ148を、JTバルブ149、又は別形態ではライン175によって破線で示されるように気体膨張器/圧縮機の組152a/152bによって圧力減少させ、スクラビングカラム又はドラム154或いは他のスクラビング装置に供給する。膨張器/圧縮機の組152a/152bを用いる場合には、ライン148の気体膨張器152aによってライン175における圧縮機152bを駆動して、主熱交換器178内で液化する気体を圧縮する。その結果、膨張器/圧縮機の組152a/152bにより、ライン148中の気体の圧力を減少させること、及びライン176内の気体の圧力を増加させることの両方によって、主熱交換器のエネルギー要件が減少する。

30

40

【0029】

[0039]図6(及び図7)において182で示されるように、温度センサー182がライン148と連通していて、冷却バイパスライン186のバイパスバルブ184を制御する。温度センサー182は、冷却された気体流れ148の温度を検出し、それを、スクラビングカラム154に導入される流れに関して所望の温度又は温度範囲のための関連する制

50

御装置（図示せず）の設定値と比較する。流れ 148 の温度が予め設定されたレベルよりも低い場合には、バルブ 184 を開放してバイパスライン 186 を通してより多い流体を送る。流れ 148 の温度が予め設定されたレベルよりも高い場合には、バルブ 184 を閉止して、熱交換器 146 を通してより多い流体を送る。別の形態として、温度センサー 182 をスクラビングカラム 154 内に配置することができる。図 7 に示すように、バイパスライン 186 は、別形態ではスクラビングカラム 154 の底部に直接導入することができる。図 6 に示されるバイパスライン 186 とライン 148 の合流部は、スクラビングカラム 154 の底部よりも高い圧力である。その結果、図 7 の態様は、バイパスライン 186 に関してより低い出口圧力を与え、これによってより正確な温度制御が与えられ、並びにより小さい（及びより経済的な）バイパスバルブ 184 を用いることが可能になる。

10

## 【0030】

[0040] 還流流れ 155 によってカラム 154 を還流するために必要な冷却は、場合によっては J T バルブ 226（図 7）の後のカラムからの戻り蒸気 156（これは熱交換器 146 内で加温される）、及び場合によっては混合冷媒（MR）流れ、例えば液化圧縮機システム（概して 162 で示されている）からの 158（これも熱交換器 146 に送られる）によって与えられる。混合冷媒流れは、162 の圧縮 MR 流れのいずれか、又は MR 流れの任意の組合せからもたらすことができる。スクラビングカラムから排出される流れ 153 は、好ましくは全て蒸気であるが、（カラムの頂部から排出される蒸気流れ 156 と比べて）より高い温度で液化する成分を含む。その結果、熱交換器 146 を通過した後にカラム 154 に導入される流れ 155 は 2 相であり、液体成分流れが還流を行う。液体成分流れは還流液体成分流路を通して流し、これとしては、単に例として、スクラビング装置の外部（157）又は内部であってよい還流液体成分ライン、或いはスクラビング装置 154 内の降下管若しくは他の内部液体分配装置を挙げることができる。上述したように、液化圧縮機システムの運転は、同じ出願人の Gushannas らの米国特許出願公開第 2011/0226008 号明細書（米国特許出願第 12/726,142 号）において記載されている通りであってよい。MR をまず流路 164 を通して重質炭化水素熱交換器内で冷却した後、それを J T バルブ 166 に通してフラッシングして、低温の混合冷媒流れ 168 を重質炭化水素除去熱交換器に供給する。

20

## 【0031】

[0041] 混合冷媒の温度は、混合冷媒の沸騰圧力を制御することによって制御することができる。

30

[0042] 流れ 172 によってスクラビングカラム 154 の底部から取り出される成分は、熱交換器 146 に戻して冷媒を回収し、次に概して 174 で示されているコンデンセートストリップングシステムのような更なる分離工程に送るか、又は燃料若しくは他の処分方法に送る。

## 【0032】

[0043] 凝固性成分が取り出された熱交換器 146 から排出される供給原料ガス流れ 176 は、次に主液化熱交換器 178 に送るか、或いは膨張器 / 圧縮機を含む場合においては、まず圧縮した後に主熱交換器 178 に送る。

## 【0033】

40

[0044] ここで、図 7 を参照して、主熱交換器 208 内での液化の前に供給原料ガス流れから凝固性成分を取り出すための別のシステム及び方法を記載する。図 7 は、概して 209 で示されている液化システムに関する多くの可能なオプションの 1 つのみを示していることを理解すべきである。図 7 を参照して下記に記載する凝固性成分を取り出すシステム及び方法は、任意の他の液化システム又は方法（図 1 ~ 6 において開示されているものが挙げられるが、これらに限定されない）と共に用いることができ、幾つかの場合には液化システム及び方法内で統合することができる。

## 【0034】

[0045] 図 7 のシステム及び方法においては、ライン 210 を通って流れる供給原料ガスは、圧縮機 214 又はブレーキ (brake) 若しくは発生器のような他の装填装置に接続され

50

ている膨張器 2 1 2 によって圧力減少させる。気体は膨張プロセスによって冷却され、次に重質炭化水素除去熱交換器 2 1 6 内で更に冷却した後、スクラビングカラム又は分離ドラム 2 1 8、或いは供給原料ガスから凝固性成分を分離するための他のスクラビング装置に供給する。

【 0 0 3 5 】

[0046] 場合によっては、供給原料ガスは膨張器 2 1 2 の前に加熱装置 2 2 2 によって加熱して、膨張器によって回収されるエネルギーを増加させ、それにより更なる圧縮力を与えることができる。加熱装置は、熱交換器又は当該技術において公知の任意の他の加熱装置であってよい。

【 0 0 3 6 】

[0047] 図 6 の態様と同様に、還流流れ 2 2 3 によってスクラビングカラムを還流するために必要な冷却は、カラムからの戻り蒸気 2 2 4 (これは、熱交換器 2 1 6 内で加温される前に J T バルブ 2 2 6 によって更に圧力及び温度減少される)、及び場合によっては例えば概して 2 2 7 で示される液化圧縮機システムからのライン 2 2 8 を通る混合冷媒 ( M R ) によって与えられる。混合冷媒流れは、2 2 7 の圧縮 M R 流れのいずれか、又は M R 流れの任意の組合せからもちとらすことができる。カラム 2 1 8 に導入される流れ 2 2 3 は 2 相であり、液体成分流れが還流を行う。液体成分流れは還流液体成分流路を通して流し、これとしては、単に例として、スクラビング装置の外部 ( 2 2 5 ) 又は内部であってよい還流液体成分ライン、或いはスクラビング装置 2 1 8 内の降下管若しくは他の内部液体分配装置を挙げることができる。上述したように、液化圧縮機システムの運転は、同じ出願人の Gushannas らの米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 2 2 6 0 0 8 号明細書 ( 米国特許出願第 1 2 / 7 2 6 , 1 4 2 号 ) において記載されている通りであってよい。混合冷媒を重質炭化水素除去熱交換器内で冷却した後、それを J T バルブ 2 3 2 に通してフラッシングして、低温の混合冷媒を重質炭化水素除去熱交換器に供給する。

【 0 0 3 7 】

[0048] 混合冷媒の温度は、混合冷媒の沸騰圧力を制御することによって制御することができる。

[0049] 取り出された成分は、スクラビングカラム底部の凝固性成分出口を通して送った後、ライン 2 3 4 を通して熱交換器 2 1 6 に戻して低温冷却を回収し、次に図 7 に示すようにライン 2 3 6 を通してコンデンセートストリップングシステム 2 3 8 のような更なる分離工程に送るか、或いは低温冷却を回収するか又は回収しないで燃料又は他の処分方法に送ることができる。

【 0 0 3 8 】

[0050] 凝固性成分が取り出された供給原料ガス流れは、次に、膨張器 / 圧縮機の圧縮機 2 1 4 内で圧縮した後に液化システムの主熱交換器 2 0 8 に送る。更なる供給原料ガスの圧縮が必要な場合には、膨張器 / 圧縮機を、膨張器、必要な場合には更なる圧縮段、及び電気モーター 2 4 6 又は蒸気タービン等のような他の駆動装置を装備することができるコンパウンダーで置き換えることができる。他のオプションは、膨張器によって駆動される圧縮機と直列の昇圧圧縮機を単純に付加することである。いずれの場合においても、増加した供給原料ガス圧力によって液化のために必要なエネルギーが低下し、液化効率が向上し、これによって液化能力を増加させることができる。

【 0 0 3 9 】

[0051] 本発明の好ましい態様を示し且つ記載したが、発明の精神 ( その範囲は添付の特許請求の範囲によって規定される ) から逸脱することなく、その中で変更及び修正を行うことができることは当業者に明らかである。

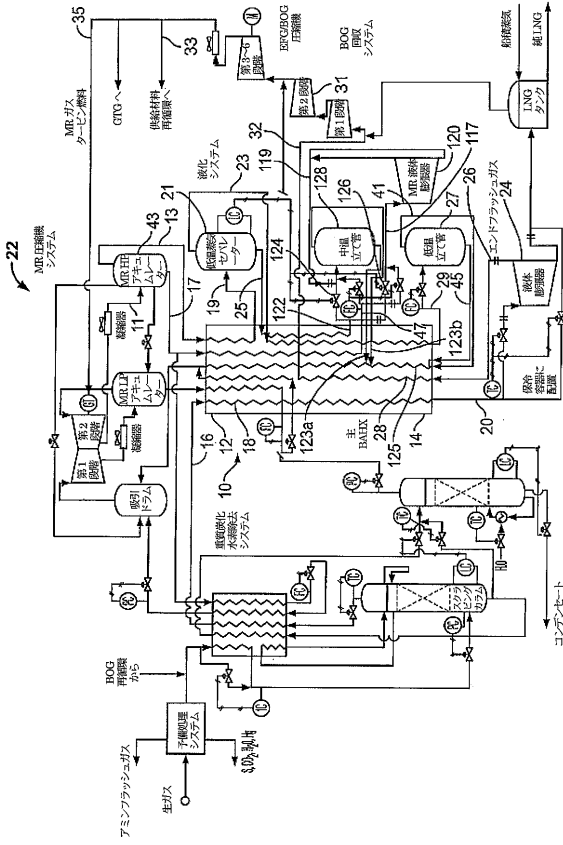
10

20

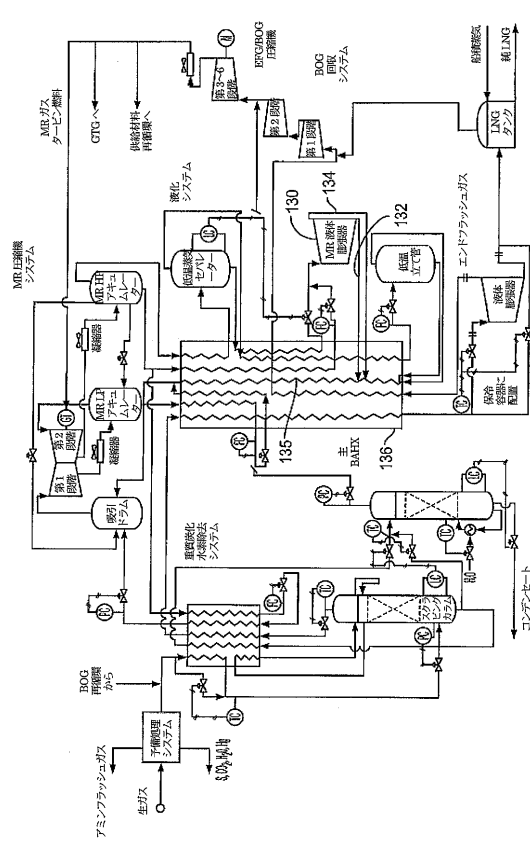
30

40

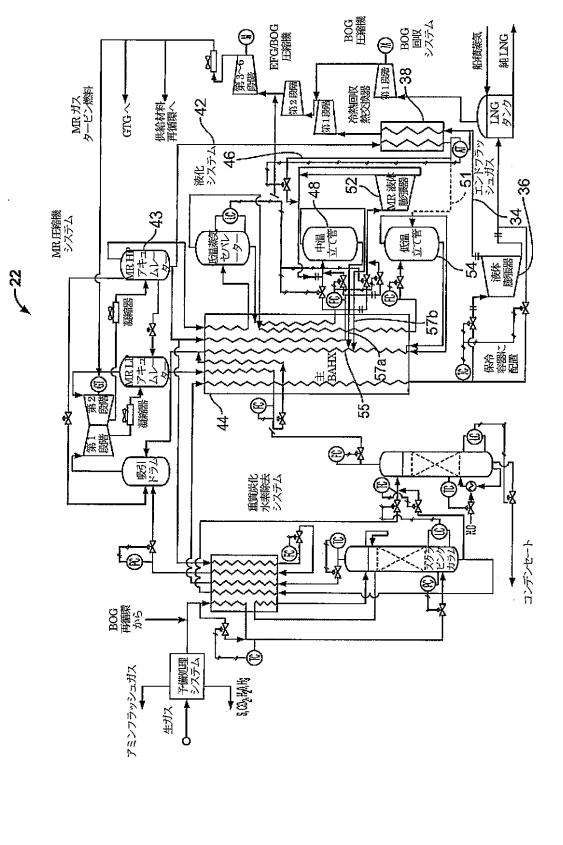
【図1】



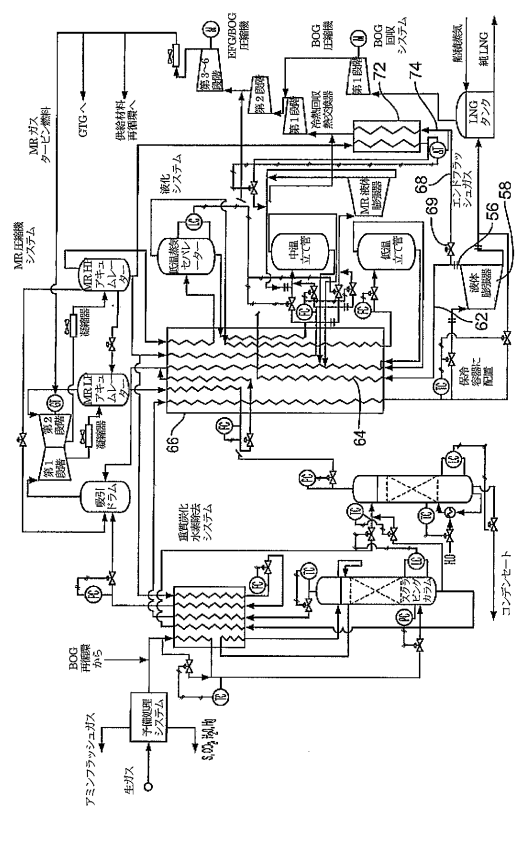
【図1A】



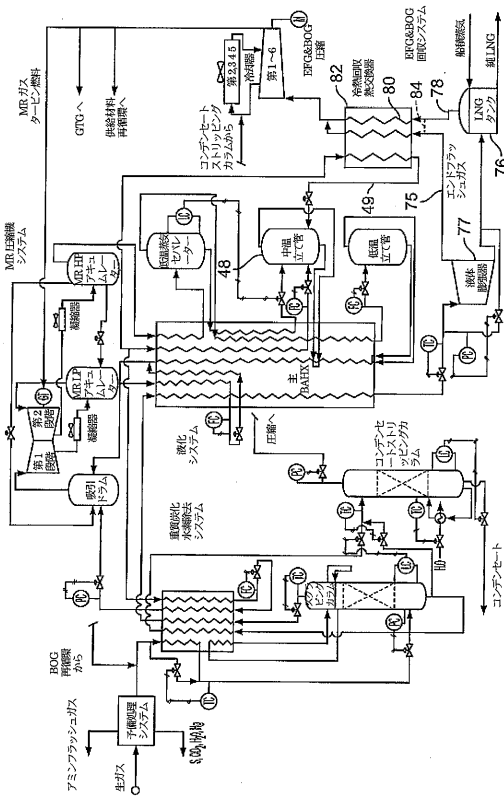
【図2】



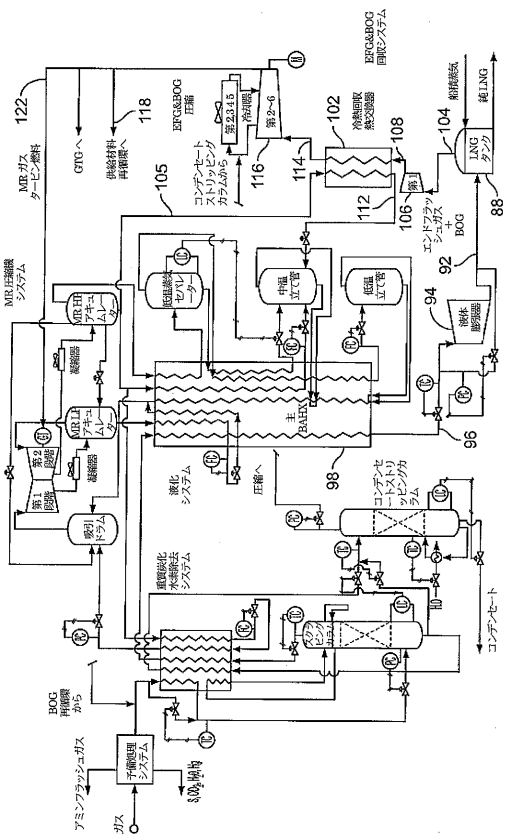
【図2A】



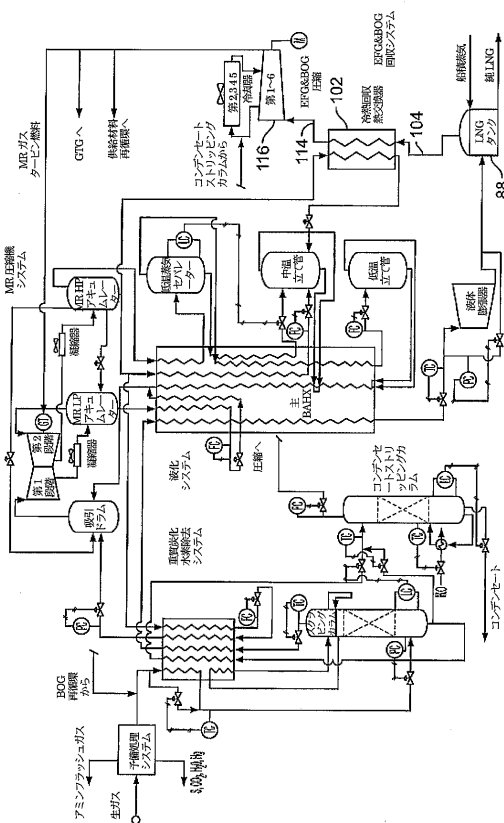
【 図 3 】



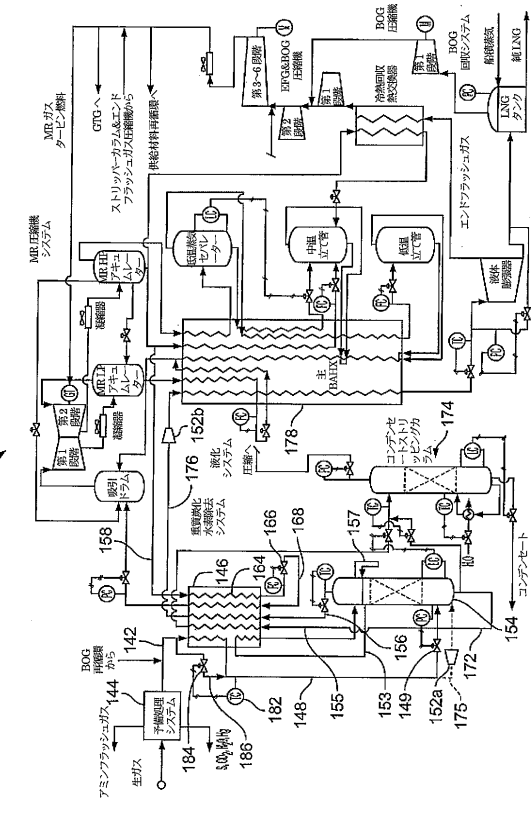
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】





## フロントページの続き

- (74)代理人 100112634  
弁理士 松山 美奈子
- (74)代理人 100205453  
弁理士 柴田 朝彦
- (72)発明者 デュコート, ジュニア, ダグラス・エイ  
アメリカ合衆国テキサス州77382, ザ・ウッドランズ, マーキス・オークス・プレース 42
- (72)発明者 グシャナス, ティモシー・ピー  
アメリカ合衆国テキサス州77584, パーランド, ウエスト・マグノリア・エルムズ・ドライブ  
3304
- (72)発明者 グランヴィル, マーク・アール  
アメリカ合衆国テキサス州77384, ザ・ウッドランズ, ゴールデン・オータム・プレース 1  
83

審査官 関根 崇

- (56)参考文献 特表平11-508027(JP, A)  
特開昭59-081483(JP, A)  
特表2011-528424(JP, A)  
特表2013-530364(JP, A)  
特開平08-159652(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F25J