

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第5部門第3区分  
 【発行日】平成29年4月13日(2017.4.13)

【公開番号】特開2015-143600(P2015-143600A)  
 【公開日】平成27年8月6日(2015.8.6)  
 【年通号数】公開・登録公報2015-050  
 【出願番号】特願2014-50786(P2014-50786)  
 【国際特許分類】

F 2 5 J 1/00 (2006.01)  
 C 1 0 L 3/06 (2006.01)  
 F 2 5 J 3/02 (2006.01)  
 F 2 5 J 3/06 (2006.01)  
 F 2 5 J 5/00 (2006.01)

【F I】

F 2 5 J 1/00 B  
 C 1 0 L 3/00 A  
 F 2 5 J 3/02 B  
 F 2 5 J 3/06  
 F 2 5 J 5/00

【手続補正書】

【提出日】平成29年3月10日(2017.3.10)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0041】

本発明の第16の側面では、前記蒸留装置からの塔頂留出物が導入される第1気液分離槽(23)と、前記蒸留装置と前記第1気液分離槽との間に配置され、前記蒸留装置からの前記塔頂留出物を冷却する第3冷却器(86)とを更に備えたことを特徴とする。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

この第16の側面による天然ガスの液化システムでは、第1気液分離槽に導入する原料

ガスを液化装置で冷却する必要がなくなり、液化装置の液化処理の負荷を軽減できる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0043】

本発明の第17の側面では、天然ガスを冷却して液化天然ガスを生成する天然ガスの液化システム(1)であって、加圧状態で得られた天然ガスを原料ガスとして膨張させる第1膨張機(3)と、前記第1膨張機の上流側または下流側の少なくとも一方において前記原料ガスを冷却する第1冷却器(10、11、12)と、前記第1冷却器によって冷却された前記原料ガスを蒸留することにより、前記原料ガス中の重質分を低減または除去する蒸留装置(15)と、前記蒸留装置において前記原料ガス中の前記重質分が低減または除去された塔頂留出物が導入される第1圧縮機(4)と、前記第1圧縮機において圧縮された圧縮ガスから分離された気相成分を冷媒との熱交換によって液化する液化装置(21)とを備えたことを特徴とする。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0044】

この第17の側面による天然ガスの液化システムでは、圧縮機で圧縮された後に液化装置に導入される原料ガスの過度の温度上昇を抑制することが可能となり、原料ガスの温度レベルを液化装置における導入位置の温度レベルに近づけるように容易に調節することが可能となる。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0045】

本発明の第18の側面では、前記第1圧縮機において圧縮された圧縮ガスが導入される第1気液分離槽(23)と、前記第1圧縮機と前記第1気液分離槽との間に配置され、前記第1圧縮機からの前記圧縮ガスを冷却する第2冷却器(85)とを更に備えたことを特徴とする。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0046】

この第18の側面による天然ガスの液化システムでは、第1気液分離槽に導入する原料ガスを液化装置で冷却する必要がなくなり、液化装置の液化処理の負荷を軽減することができる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 4 7 】

本発明の第 1 9 の側面では、前記第 1 圧縮機において圧縮された圧縮ガスの一部が分離された後に、当該分離された圧縮ガスが導入される第 2 気液分離槽を更に備え、前記第 2 気液分離槽において分離された液相成分が前記蒸留装置に環流されることを特徴とする。

## 【 手 続 補 正 1 0 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 4 8

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

## 【 0 0 4 8 】

この第 1 9 の側面による天然ガスの液化システムでは、原料ガスの臨界圧力が比較的 low、液化システムにおける原料ガスの圧力が臨界圧力よりも高くなる場合において、液化装置の液化処理の負荷を軽減する共に、蒸留装置の処理の安定性を高めることができる。

## 【 手 続 補 正 1 1 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 4 9

【 補 正 方 法 】 削 除

【 補 正 の 内 容 】

## 【 手 続 補 正 1 2 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 5 0

【 補 正 方 法 】 削 除

【 補 正 の 内 容 】

## 【 手 続 補 正 1 3 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 5 1

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

## 【 0 0 5 1 】

本発明の第 2 0 の側面では、天然ガスを冷却して液化天然ガスを生成する天然ガスの液化方法であって、加圧状態で得られた天然ガスを原料ガスとして膨張させることによって動力を発生させる第 1 膨張工程と、前記第 1 膨張工程における膨張によって減圧された前記原料ガスを冷却する第 1 冷却工程と、前記第 1 冷却工程によって冷却された前記原料ガスを蒸留することにより、前記原料ガス中の重質分を低減または除去する蒸留工程と、前記第 1 膨張工程において発生した動力を利用することにより、前記蒸留工程において前記重質分が低減または除去された前記原料ガスを圧縮する第 1 圧縮工程と、前記第 1 圧縮工程によって圧縮された前記原料ガスを冷媒との熱交換によって液化する液化工程とを備えたことを特徴とする。

## 【 手 続 補 正 1 4 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 5 2

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

## 【 0 0 5 2 】

本発明の第 2 1 の側面では、天然ガスを冷却して液化天然ガスを生成する天然ガスの液化方法であって、加圧状態で得られた天然ガスを原料ガスとして膨張させる第 1 膨張工程と、前記第 1 膨張工程の前工程または後工程の少なくとも一方において前記原料ガスを冷却する第 1 冷却工程と、前記第 1 冷却工程によって冷却された前記原料ガスを蒸留することにより、前記原料ガス中の重質分を低減または除去する蒸留工程と、前記蒸留工程において前記原料ガス中の前記重質分が低減または除去された塔頂留出物を圧縮する第 1 圧縮

工程と、前記第 1 圧縮工程において圧縮された圧縮ガスから分離された気相成分を冷媒との熱交換によって液化する液化工程とを備えたことを特徴とする。

【手続補正 15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0054】

【図 1】第 1 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 2】第 1 実施形態に対応する第 1 参考例として従来の天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 3】第 1 実施形態に対応する第 2 参考例として従来の天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 4】第 1 実施形態の第 1 変形例に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 5】第 1 実施形態の第 2 変形例に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 6】第 1 実施形態の第 3 変形例に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 7】第 2 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 8】第 3 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 9】第 3 実施形態の変形例に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 10】第 4 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 11】第 5 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 12】第 6 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 13】第 6 実施形態の第 1 変形例に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 14】第 6 実施形態の第 2 変形例に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 15】第 7 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 16】第 8 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 17】第 9 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 18】第 9 実施形態の第 1 変形例に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 19】第 10 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 20】第 11 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図

【図 21】本発明に係る天然ガスの液化システムにおける膨張機と圧縮機との接続構造の第 1 変形例を示す図

【図 2 2】本発明に係る天然ガスの液化システムにおける膨張機と圧縮機との接続構造の第 2 変形例を示す図

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 9 4

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 1 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 9 5

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 1 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 9 6

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 1 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 9 7

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 2 0】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 9 8

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 2 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 9 9

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 2 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 0

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 2 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 1

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 2 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 0 2】

(第 1 実施形態の第 2 変形例)

図 5 は、本発明の第 1 実施形態の第 2 変形例に係る天然ガスの液化システムにおける液

化処理の流れを示す構成図である。表 4 には、第 2 変形例の液化システムにおける原料ガスの温度、圧力、流量、及び各成分のモル分率等の一例が示されている。また、表 5 には、液化システムで用いられる混合冷媒系の冷凍サイクルにおける冷媒の温度、圧力、流量、及び各成分のモル分率等の一例が示されている。なお、図 5 に示す液化システム 1 では、第 1 実施形態（他の変形例を含む）に係る液化システム 1 と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

【手続補正 2 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 0 3】

図 5 に示すように、第 2 変形例による液化システム 1 では、ライン L 1 0 は、液化装置 2 1 内の中間領域 Z 2 に配置された管回路 3 1 に接続されている。また、図 5 には、液化システム 1 が備える混合冷媒方式の冷凍サイクルシステム 7 0 の構成が示されている。ここでは、原料ガスとして表 4 に示すような重質分（高級炭化水素含有量）の比較的多い天然ガス（リッチガス）が用いられる。蒸留装置 1 5 の塔頂留出物は、第 1 膨張機 3 での原料ガスの膨張を調整することにより、上述の第 1 実施形態の場合に比べてより低圧（約 3, 300kPaA）とされる。これにより、第 1 実施形態のようなリーンガスの液化処理の場合と比べて、蒸留装置 1 5 の塔底のライン L 5 を介した天然ガス液（Natural Gas Liquid）の回収を高い効率（例えば、プロパンを約 89%、ブタンを約 100% 回収）で実施可能となる。

【手続補正 2 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 0 8】

（第 1 実施形態の第 3 変形例）

図 6 は、本発明の第 1 実施形態の第 3 変形例に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。表 1 には、第 3 変形例の液化システムにおける原料ガスの温度、圧力、流量、及び各成分のモル分率等の一例が示されている。なお、図 6 に示す液化システム 1 では、第 1 実施形態（他の変形例を含む）に係る液化システム 1 と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

【手続補正 2 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 0 9】

この第 3 変形例では、上述の第 2 変形例と同様に原料ガスとしてリッチガスが用いられ、特に、原料ガスの組成によってその臨界圧力が比較的高くなる場合に好適な構成を示している。液化システム 1 では、蒸留装置 1 5 と第 1 気液分離槽 2 3 との間のライン L 6 に低圧（LP）のプロパン冷媒（C3R）を用いる第 3 冷却器 8 6 が設けられ、第 1 圧縮機 4 と液化装置 2 1 との間のライン L 1 0 に同様に低圧のプロパン冷媒を用いる第 2 冷却器 8 5 が設けられている。このような構成により、蒸留装置 1 5 からのライン L 6 を流れる原料ガスは、第 3 冷却器 8 6 によって冷却された後に第 1 気液分離槽 2 3 に導入される。つまり、第 3 変形例では、上述の第 2 変形例等のように第 1 気液分離槽 2 3 に導入する原料ガスを液化装置 2 1（管回路 2 2）で冷却する必要はなく、液化装置 2 1 の液化処理の負荷

を軽減できるという利点がある。

【手続補正 28】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0110

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0110】

また、第1圧縮機4からのラインL10を流れる原料ガスは、第2冷却器85によって冷却された後に液化装置21に導入される。この場合、ラインL10の下流側は、液化装置21において最も温度の高い暖温領域Z1に配置された管回路30に接続されている。つまり、第3変形例では、第1圧縮機4による原料ガスの昇圧によって原料ガスの温度レベルが適切なレベルを超えた場合でも、第2冷却器85での冷却によって原料ガスの温度を液化装置21の暖温領域Z1の温度レベルに近づけ、その結果、液化装置21の熱的負荷を軽減（熱応力の発生等を抑制）することができるという利点がある。

【手続補正 29】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0112

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0112】

（第2実施形態）

図7は本発明の第2実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。また、表2には、第2実施形態に係る液化システム1における原料ガスの温度、圧力、流量、及び各成分のモル分率等の一例を示す。なお、図7に示す液化システム1では、第1実施形態に係る液化システム1と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

【手続補正 30】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0116

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0116】

このように、第2実施形態の液化システム1では、液化装置21に導入される原料ガスの温度が増大した場合でも、原料ガスをより温度レベルの近い液化装置21の暖温領域Z1（高温側）に導入する構成としたため、液化装置21の熱的負荷を軽減（熱応力の発生等を抑制）すると共に、液化処理の効率を高めることができる。なお、原料ガスを液化装置21の暖温領域Z1に導入する構成は、ガス供給用の第4圧縮機71の有無に拘わらず、原料ガスの圧力レベルに応じて適宜採用することができる。また、原料ガスの圧力が高すぎて、原料ガスの温度が液化装置21の暖温領域Z1（高温側）の温度よりも高くなる場合は、図6と同様に、第2冷却器85を設置して液化装置21の負荷を軽減することができる。

【手続補正 31】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0118

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0118】

（第3実施形態）

図8は本発明の第3実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。また、表3には、第3実施形態に係る液化システム1における原料ガ

スの温度、圧力、流量、及び各成分のモル分率等の一例を示す。なお、図 8 に示す液化システム 1 では、第 1 及び第 2 実施形態に係る液化システム 1 と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

【手続補正 3 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 2 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 2 2】

(第 3 実施形態の変形例)

図 9 は本発明の第 3 実施形態の変形例に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。なお、図 9 に示す液化システム 1 では、第 1 から第 3 実施形態に係る液化システム 1 と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

【手続補正 3 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 2 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 2 4】

(第 4 実施形態)

図 1 0 は本発明の第 4 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。また、表 4 には、第 4 実施形態に係る液化システム 1 における原料ガスの温度、圧力、流量、及び各成分のモル分率等の一例を示す。なお、図 1 0 に示す液化システム 1 では、第 1 から第 3 実施形態に係る液化システム 1 と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

【手続補正 3 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 2 5】

第 4 実施形態の液化システム 1 では、図 8 の第 3 実施形態に示した第 2 圧縮機 7 5 の下流に、低圧 (LP) のプロパン冷媒 (C3R) を用いる更なる第 2 冷却器 8 5 が設けられている。第 1 圧縮機 4 からライン L 1 0 a に送出された原料ガスは、第 2 圧縮機 7 5 において昇圧された後にライン L 1 0 b を介して第 2 冷却器 8 5 に送られ、そこで更に冷却された後、ライン L 1 0 c を介して液化装置 2 1 に導入される。液化装置 2 1 の内部は、第 3 実施形態と同様の構成を有しており、ライン L 1 0 c は、液化装置 2 1 内の暖温領域 Z 1 に配置された管回路 3 0 に接続されている。

【手続補正 3 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 3 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 3 0】

(第 5 実施形態)

図 1 1 は本発明の第 5 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。なお、図 1 1 に示す液化システム 1 では、第 1 から第 4 実施形態に係る液化システム 1 と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

## 【手続補正 36】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0133

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0133】

図12は本発明の第6実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。なお、図12に示す液化システム1では、第1から第5実施形態に係る液化システム1と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

## 【手続補正 37】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0138

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0138】

(第6実施形態の第1変形例)

図13は本発明の第6実施形態の変形例に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。また、表5には、第6実施形態の変形例に係る液化システム1における原料ガスの温度、圧力、流量、及び各成分のモル分率等の一例を示す。なお、図13に示す液化システム1では、第6実施形態に係る液化システム1と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

## 【手続補正 38】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0139

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0139】

この変形例による液化システム1では、図12の第6実施形態に示した第1冷却器11が省略される一方、第1圧縮機4の下流に、低圧のプロパンを冷媒として用いる更なる第2冷却器85が設けられている。原料ガスは、第1圧縮機4からラインL20aを介して第2冷却器85に送られて冷却された後、ラインL20bを介して液化装置21の暖温領域Z1に配置された管回路22に送られて更に冷却され、その後、ラインL21を介して第1気液分離槽23に導入される。

## 【手続補正 39】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0142

【補正方法】削除

【補正の内容】

## 【手続補正 40】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0143

【補正方法】削除

【補正の内容】

## 【手続補正 41】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0144

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 4 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 4 5

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 4 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 4 6

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 4 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 4 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 4 7】

(第 6 実施形態の第 2 変形例)

図 1 4 は、本発明の第 6 実施形態の第 2 変形例に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。表 6 には、第 2 変形例の液化システムにおける原料ガスの温度、圧力、流量、及び各成分のモル分率等の一例が示されている。なお、図 1 4 に示す液化システム 1 では、第 6 実施形態（他の変形例を含む）に係る液化システム 1 と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

【手続補正 4 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 4 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 4 8】

この第 2 変形例では、原料ガスとして上述の第 6 実施形態よりも低圧のガスが用いられ、特に、窒素や重質分を含む原料ガスの組成によってその臨界圧力が比較的高くなる場合に好適な構成を示している。液化システム 1 では、第 6 実施形態の第 1 変形例と同様に、原料ガスは、第 1 圧縮機 4 からライン L 2 0 a を介して第 2 冷却器 8 5 に送られて冷却された後、ライン L 2 0 b を介して第 1 気液分離槽 2 3 に導入される。一方、第 2 変形例では、ライン L 2 0 b は、液化装置 2 1 を介さずに第 1 気液分離槽 2 3 に接続され、この第 1 気液分離槽 2 3 において気相成分を構成する原料ガスは、ライン L 2 3 を介して液化装置 2 1 内において最も温度の高い暖温領域 Z 1 に配置された管回路 3 0 に送られる。このような構成により、第 2 変形例では、上述の第 1 変形例のように第 1 気液分離槽 2 3 に導入する原料ガスを液化装置 2 1 で冷却（管回路 2 2 に導入）する必要はなく、液化装置 2 1 の液化処理の負荷を軽減できるという利点がある。

【手続補正 4 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 5 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 5 0】

(第 7 実施形態)

図 1 5 は本発明の第 7 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。なお、図 1 5 に示す液化システム 1 では、第 1 から第 6 実施形態に係る液化システム 1 と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及

する事項を除いて詳細な説明を省略する。

【手続補正 47】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0152

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0152】

図15において、水分除去装置2からの原料ガスは、それぞれラインL2a、L2bを介して第1及び第2膨張機3a、3bに送られる。第1及び第2膨張機3a、3bからの原料ガスは、ラインL3a、L3b、L3を介して冷却器12に送られる。この場合、上述のような冷却器群に必要とされる冷却能が低減されるため、低圧(LP)のプロパン冷媒(C3R)を用いる1台の冷却器12のみが設置されている。

【手続補正 48】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0156

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0156】

図16は本発明の第8実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。なお、図16に示す液化システム1では、第1から第7実施形態に係る液化システム1と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

【手続補正 49】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0158

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0158】

図16において、水分除去装置2からの原料ガスは、ラインL2を介して第1膨張機3aに送られ、そこで膨張した後、ラインL3を介してセパレータ91に導入される。セパレータ91において、気相成分として分離された原料ガスは、ラインL1を介して第2膨張機3bに送られ、そこで膨張した後、ラインL2を介して冷却器12に送られる。一方、セパレータ91は、原料ガス中の液相成分(凝縮成分)を分離し、その液相成分を構成する液体は、ラインL3に設けられた膨張弁92を介して冷却器12に送られる。

【手続補正 50】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0160

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 51】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0161

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 52】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0162

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 53】

【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0163  
【補正方法】削除  
【補正の内容】  
【手続補正54】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0164  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【0164】  
(第9実施形態)

図17は本発明の第9実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。なお、図17に示す液化システム1では、第1から第8実施形態に係る液化システム1と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

【手続補正55】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0166  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【0166】  
(第9実施形態の変形例)

図18は本発明の第9実施形態の変形例に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。なお、図18に示す液化システム1では、第9実施形態に係る液化システム1と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

【手続補正56】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0168  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【0168】  
(第10実施形態)

図19は本発明の第10実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。なお、図19に示す液化システム1では、第1から第9実施形態に係る液化システム1と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

【手続補正57】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0169  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【0169】

この第10実施形態による液化システム1では、上述の図12に示した第6実施形態と類似の構成を有するが、蒸留装置15の上流側の構成において、図3に示した参考例と類似の構成が採用されている。より詳細には、第10実施形態による液化システム1では、膨張機3は、冷却器群(ここでは、3台の冷却器10、11、12)の下流側に配置され、冷却器12から送出された原料ガスは、ラインL4aを介してセパレータ13に送られて気液分離される。セパレータ13において気相成分を構成する原料ガスは、ラインL4bを介して膨張機3に送られ、膨張機3で膨張した後、ラインL4cを介して蒸留装置1

5 に送られる。一方、セパレータ 1 3 において液相成分を構成する原料ガスは、膨張弁 1 4 が設けられたライン L 4 d に送出される。その液相成分は、膨張弁 1 4 で膨張した後、膨張機 3 からの原料ガスと共にライン L 4 c を介して蒸留装置 1 5 に送られる。

【手続補正 5 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 7 1

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 5 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 7 2

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 6 0】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 7 3

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 6 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 7 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 7 4】

(第 1 1 実施形態)

図 2 0 は本発明の第 1 1 実施形態に係る天然ガスの液化システムにおける液化処理の流れを示す構成図である。なお、図 2 0 に示す液化システム 1 では、第 1 から第 1 0 実施形態に係る液化システム 1 と同様の構成要素についてはそれぞれ同一の符号を付し、以下で言及する事項を除いて詳細な説明を省略する。

【手続補正 6 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 7 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 7 5】

この第 1 1 実施形態による液化システム 1 では、上述の第 6 実施形態と類似の構成を有するが、第 1 膨張機 3 及び第 1 圧縮機 4 の接続関係については、図 1 1 に示した第 5 実施形態と同様の構成が採用されている。より詳細には、第 1 1 実施形態による液化システム 1 では、第 1 膨張機 3 及び第 1 圧縮機 4 は機械的に接続されておらず、両者は電氣的に接続されている。第 1 膨張機 3 には発電装置 8 7 が接続されており、この発電装置 8 7 により、第 1 膨張機 3 が発生する動力は電力に変換される。この発電装置 8 7 で発生した電力は、第 1 圧縮機 4 を駆動するモータ 8 4 に供給される（すなわち、第 1 膨張機 3 において発生した動力を第 1 圧縮機 4 で利用する）。なお、発電装置 8 7 から供給される電力は、モータ 8 4 を駆動する電力の少なくとも一部であればよく、電力が不足した場合には、図示しない外部の電力供給源から別途電力が供給される。

【手続補正 6 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 7 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 1 7 6 】

( 膨張機及び圧縮機の接続構造の変形例 )

図 2 1 及び図 2 2 は、それぞれ上述の各実施形態における膨張機と圧縮機との機械的接続構造の第 1 及び第 2 変形例を示す図である。

## 【 手続補正 6 4 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 1 7 7

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 1 7 7 】

図 2 1 に示す例では、第 1 膨張機 3 と第 1 圧縮機 4 との間にモータ ( 第 2 モータ ) 8 4 が介装され、モータ 8 4 の速度は可変周波数駆動を行うコントローラ 8 2 によって制御される。モータ 8 4 には外部から電力が供給される。ここで、第 1 膨張機 3、第 1 圧縮機 4、及びモータ 8 4 は、同軸上に設けられており、第 1 膨張機 3 で発生した膨張に基づく動力を第 1 圧縮機 4 の動力として利用することができる。これによりモータ 8 4 の動力を低減することが可能となる。このように、第 1 膨張機 3 で発生した動力を補うようにモータ 8 4 の動力を利用することで、第 1 圧縮機 4 の吐出圧を安定的に増大させることが可能となる。

## 【 手続補正 6 5 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 1 7 8

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 1 7 8 】

一方、図 2 2 に示す例では、第 1 膨張機 3、第 1 圧縮機 4、及びモータ ( 第 2 モータ ) 8 4 の回転軸には、それぞれギヤ 9 6、9 7、9 8 が取り付けられている。第 1 膨張機 3 のギヤ 9 6 は、モータ 8 4 のギヤ 9 7 と噛合し、更に、モータ 8 4 のギヤ 9 7 は、第 1 圧縮機 4 のギヤ 9 8 と噛合する。これにより、第 1 膨張機 3 及び第 1 圧縮機 4 は、モータ 8 4 を介して互いに動力を伝達可能に接続されている。このような構造により、第 1 膨張機 3 で発生した動力を補うようにモータ 8 4 の動力を利用することで、第 1 圧縮機 4 の吐出圧を安定的に増大させることが可能となる。なお、第 1 膨張機 3、第 1 圧縮機 4、及びモータ 8 4 の接続については、遊星歯車機構など周知の歯車機構を適用することができる。

## 【 手続補正 6 6 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 1 8 0

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 1 8 0 】

- 1 液化システム
- 2 水分除去装置
- 3、3 a 第 1 膨張機
- 3 b 第 2 膨張機
- 4、4 a 第 1 圧縮機
- 4 b 第 3 圧縮機
- 5 シャフト
- 1 0、1 1、1 2 第 1 冷却器
- 1 5 蒸留装置
- 2 1 液化装置
- 2 3 第 1 気液分離槽
- 3 3 膨張弁

- 4 1 冷媒セパレータ
- 4 4 膨張弁
- 4 5 スプレーヘッド
- 5 4 膨張弁
- 5 5 スプレーヘッド
- 7 1 第 4 圧縮機
- 7 2 第 4 冷却器
- 7 5 第 2 圧縮機
- 8 1 モータ ( 第 1 モータ )
- 8 2 コントローラ
- 8 3 圧力計
- 8 4 モータ ( 第 2 モータ )
- 8 5 第 2 冷却器
- 8 6 第 3 冷却器
- 8 7 発電装置
- 8 9 膨張弁
- 9 1 セパレータ
- 9 2 膨張弁
- 9 6 ギヤ
- 9 7 ギヤ
- 9 8 ギヤ
- Z 1 暖温領域
- Z 2 中間領域
- Z 3 冷温領域

【手続補正 6 7】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

天然ガスを冷却して液化天然ガスを生成する天然ガスの液化システムであって、  
供給源から加圧状態で得られた天然ガスが冷却および加熱されることなく原料ガスとして供給され、当該原料ガスを膨張させることによって動力を発生させる第 1 膨張機と、前記第 1 膨張機における膨張によって減圧された前記原料ガスを、前記原料ガスとは異なる外部の冷媒のみを用いて冷却する第 1 冷却器と、  
前記第 1 冷却器によって冷却された前記原料ガスを蒸留することにより、前記原料ガス中の重質分を低減または除去する蒸留装置と、  
前記第 1 膨張機において発生した動力を利用することにより、前記蒸留装置において前記重質分が低減または除去された前記原料ガスを圧縮する第 1 圧縮機と、  
前記第 1 圧縮機によって圧縮された前記原料ガスを冷媒との熱交換によって液化する液化装置と  
を備えたことを特徴とする天然ガスの液化システム。

【請求項 2】

前記第 1 圧縮機と前記液化装置との間に配置され、前記第 1 圧縮機によって圧縮された前記原料ガスを冷却する第 2 冷却器を更に備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 3】

前記液化装置は、スプール巻き型熱交換器からなり、  
前記第 1 圧縮機から送出された前記原料ガスは、前記スプール巻き型熱交換器に対し、

当該スプール巻き型熱交換器内の高温側に位置する暖温領域に導入されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 4】

前記第 1 圧縮機と前記液化装置との間に配置され、前記第 1 圧縮機から送出された前記原料ガスを昇圧する第 2 圧縮機を更に備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 5】

外部からの電力によって駆動され、前記液化装置に導入される前記原料ガスの圧力値に基づき駆動制御される第 1 モータを更に備え、

前記第 2 圧縮機は、前記第 1 モータによって駆動されることを特徴とする請求項 4 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 6】

前記第 2 圧縮機と前記液化装置との間に配置され、前記原料ガスを冷却する第 2 冷却器を更に備えたことを特徴とする請求項 4 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 7】

前記第 1 膨張機において発生した動力を電力に変換する発電装置と、

前記第 1 圧縮機を駆動する第 2 モータと

を更に備え、

前記第 2 モータは、前記発電装置からの電力を利用して駆動されることを特徴とする請求項 1 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 8】

前記第 1 膨張機と前記第 1 圧縮機とを機械的に連結し、外部からの電力供給を受ける第 2 モータを更に備え、

前記第 1 圧縮機は、前記第 1 膨張機において発生した動力と、前記第 2 モータの動力とを利用することにより、前記原料ガスを圧縮することを特徴とする請求項 1 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 9】

前記第 1 圧縮機には、前記蒸留装置において前記重質分が低減または除去された前記原料ガスが直接導入され、

前記第 1 圧縮機において圧縮された前記原料ガスが前記液化装置を介して導入される第 1 気液分離槽を備え、

前記第 1 気液分離槽において分離された前記原料ガスの気相成分は、前記液化装置に再び導入される一方、前記原料ガスの液相成分は、前記蒸留装置に環流されることを特徴とする請求項 1 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 10】

前記第 1 圧縮機と前記第 1 気液分離槽との間に配置され、前記原料ガスを冷却する第 2 冷却器を更に備えたことを特徴とする請求項 9 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 11】

前記第 1 膨張機と前記蒸留装置との間に配置され、前記原料ガスを膨張させることによって動力を発生させる第 2 膨張機と、

前記蒸留装置と前記第 1 圧縮機との間に配置され、第 2 膨張機において発生した動力を利用することにより、前記蒸留装置によって蒸留された前記原料ガスを圧縮する第 3 圧縮機と

を更に備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 12】

前記第 1 膨張機と並列に配置され、前記原料ガスを膨張させることによって動力を発生させる第 2 膨張機と、

前記蒸留装置と前記第 1 圧縮機との間に配置され、第 2 膨張機において発生した動力を利用することにより、前記蒸留装置によって蒸留された前記原料ガスを圧縮する第 3 圧縮機と

を更に備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 1 3】

前記液化装置は、プレートフィン型熱交換器であることを特徴とする請求項 1 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 1 4】

前記第 1 圧縮機で圧縮された前記原料ガスの圧力は、5,171kPaA よりも高いことを特徴とする請求項 1 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 1 5】

前記第 2 圧縮機で圧縮された前記原料ガスの圧力は、5,171kPaA よりも高いことを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 1 6】

前記蒸留装置からの塔頂留出物が導入される第 1 気液分離槽と、  
前記蒸留装置と前記第 1 気液分離槽との間に配置され、前記蒸留装置からの前記塔頂留出物を冷却する第 3 冷却器とを更に備え、

前記第 1 圧縮機は、前記第 1 気液分離槽において分離された前記原料ガスの気相成分を圧縮することを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の天然ガスの液化システム

【請求項 1 7】

前記第 3 冷却器は、外部の冷媒を用いて前記蒸留装置からの前記塔頂留出物を冷却することを特徴とする請求項 1 6 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 1 8】

前記第 3 冷却器は、前記液化装置の一部を利用して前記蒸留装置からの前記塔頂留出物を冷却することを特徴とする請求項 1 6 に記載の天然ガスの液化システム。

【請求項 1 9】

天然ガスを冷却して液化天然ガスを生成する天然ガスの液化方法であって、  
供給源から加圧状態で得られた天然ガスが冷却および加熱されることなく原料ガスとして供給され、当該原料ガスを膨張させることによって動力を発生させる第 1 膨張工程と、前記第 1 膨張工程における膨張によって減圧された前記原料ガスを、前記原料ガスとは異なる外部の冷媒のみを用いて冷却する第 1 冷却工程と、  
前記第 1 冷却工程によって冷却された前記原料ガスを蒸留することにより、前記原料ガス中の重質分を低減または除去する蒸留工程と、  
前記第 1 膨張工程において発生した動力を利用することにより、前記蒸留工程において前記重質分が低減または除去された前記原料ガスを圧縮する第 1 圧縮工程と、  
前記第 1 圧縮工程によって圧縮された前記原料ガスを冷媒との熱交換によって液化する液化工程と  
を備えたことを特徴とする天然ガスの液化方法。

【手続補正 6 8】

【補正対象書類名】図面

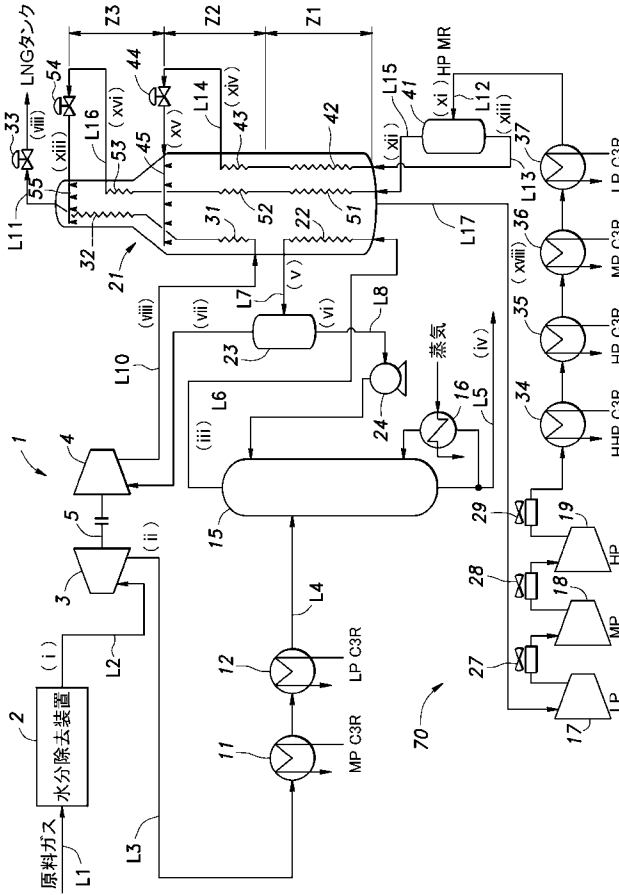
【補正対象項目名】全図

【補正方法】変更

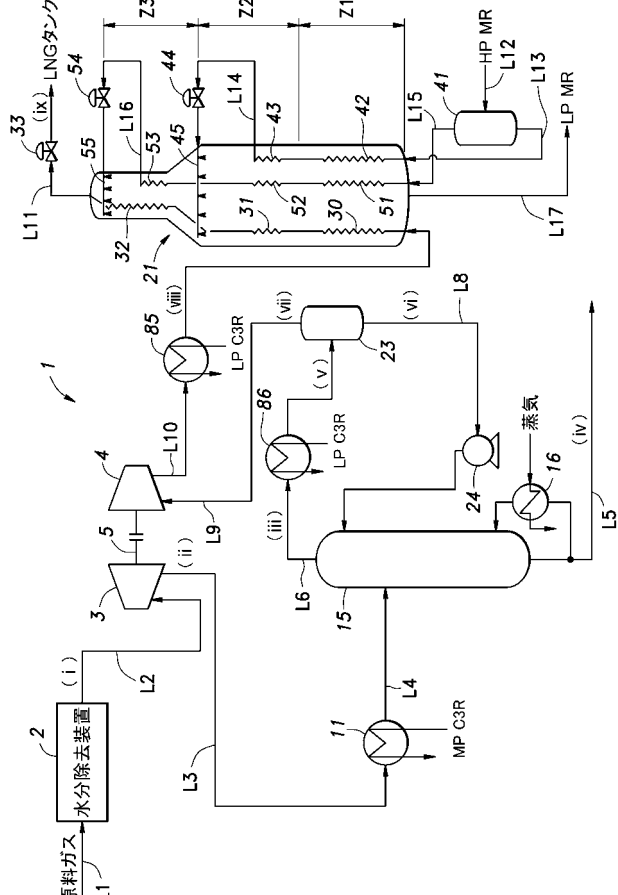
【補正の内容】



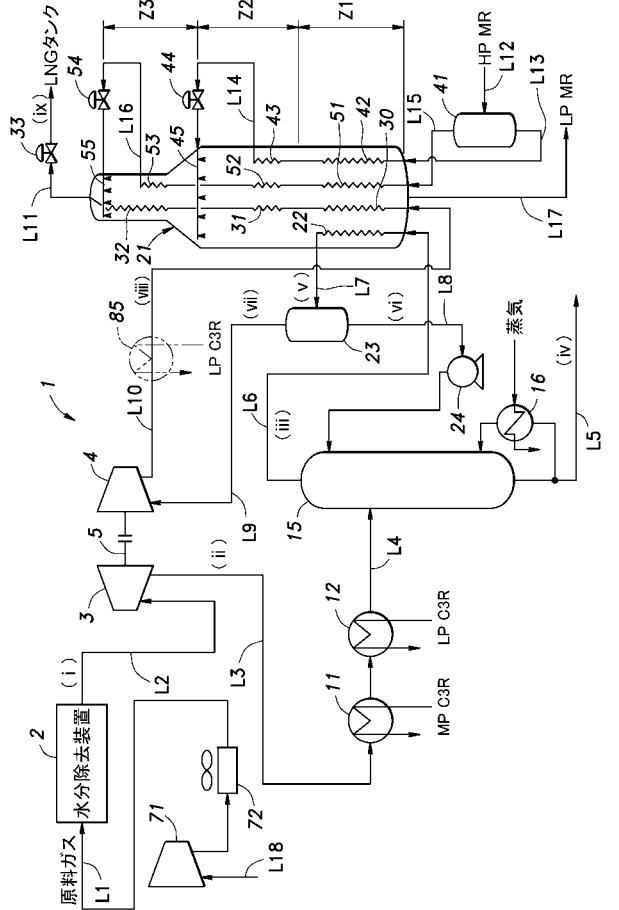
【図5】



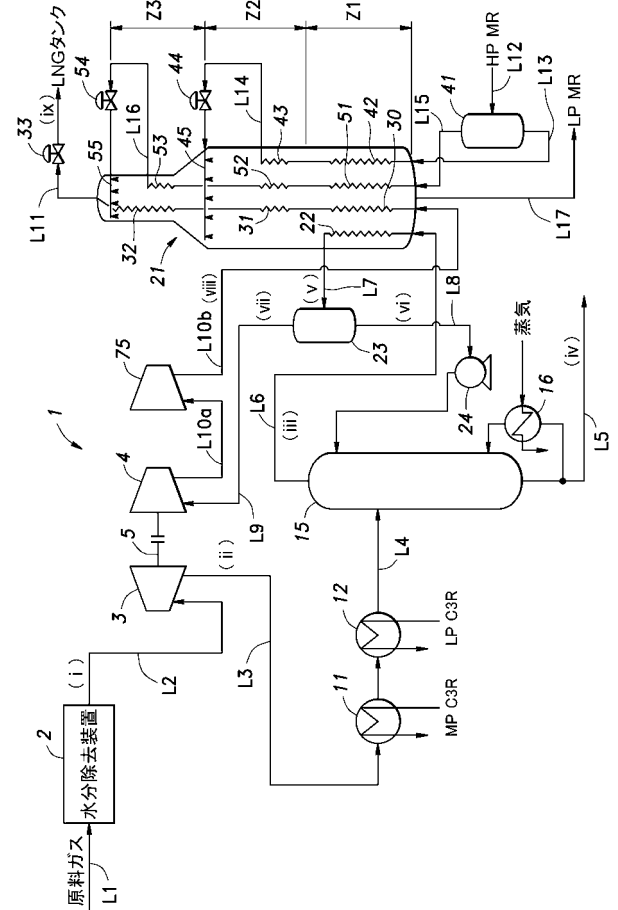
【図6】



【図7】



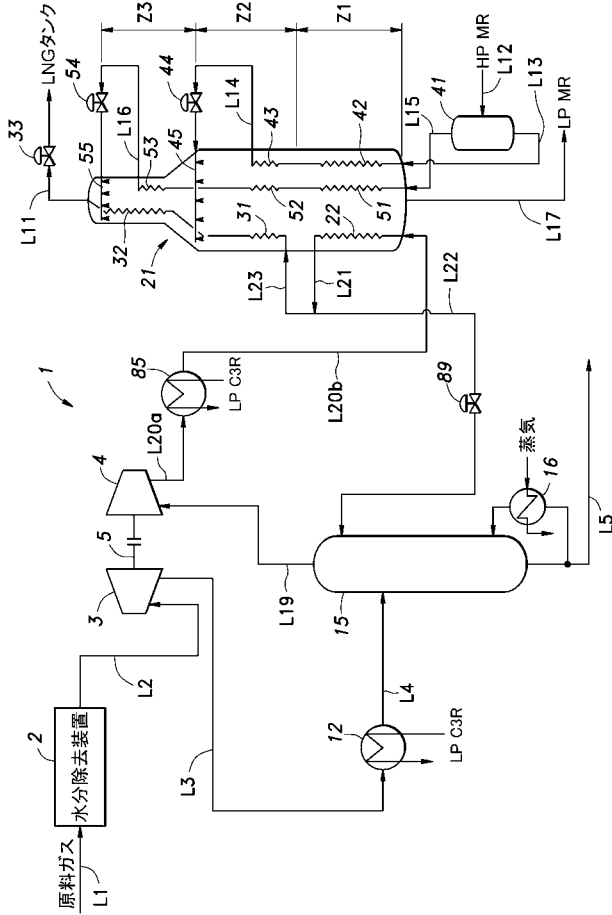
【図8】



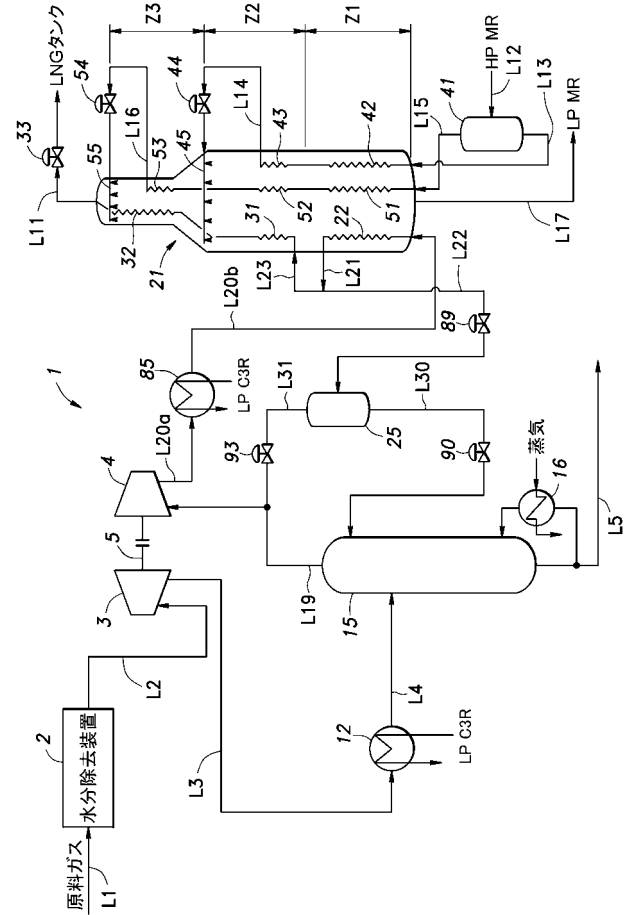




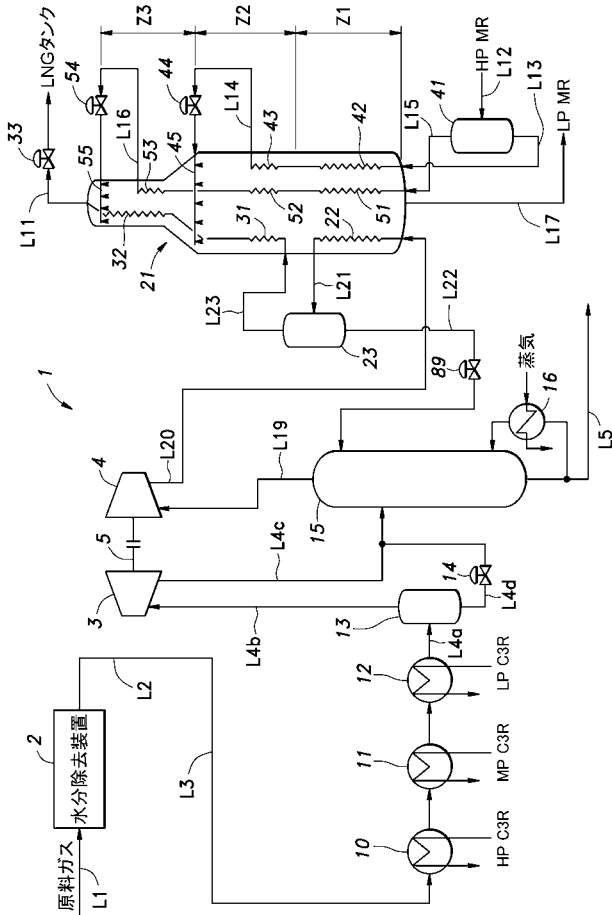
【図 17】



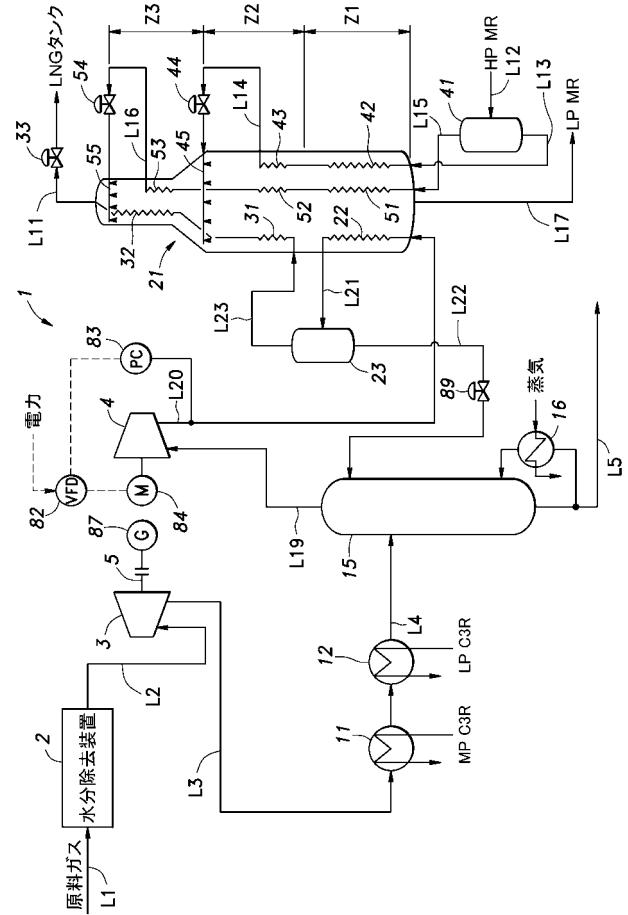
【図 18】



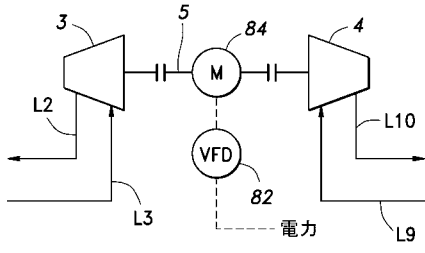
【図 19】



【図 20】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】

