

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6800204号
(P6800204)

(45) 発行日 令和2年12月16日 (2020. 12. 16)

(24) 登録日 令和2年11月26日 (2020. 11. 26)

(51) Int. Cl.	F 1	
F 2 5 J 3/06 (2006. 01)	F 2 5 J	3/06
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 1 7 C 5/02 (2006. 01)	F 1 7 C	5/02
F 1 7 C 13/00 (2006. 01)	F 1 7 C	13/00 3 0 2 A
請求項の数 14 (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2018-501278 (P2018-501278)	(73) 特許権者	504191741
(86) (22) 出願日	平成28年7月12日 (2016. 7. 12)		テクニップ フランス
(65) 公表番号	特表2018-523805 (P2018-523805A)		フランス 9 2 4 0 0 クールブボア フ
(43) 公表日	平成30年8月23日 (2018. 8. 23)		ァボー デ ラーク, アレー デ ラーク
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/066544		6-8 ゼドアーサー ダントン
(87) 国際公開番号	W02017/009341	(74) 代理人	100114557
(87) 国際公開日	平成29年1月19日 (2017. 1. 19)		弁理士 河野 英仁
審査請求日	令和1年6月4日 (2019. 6. 4)	(74) 代理人	100078868
(31) 優先権主張番号	1556656		弁理士 河野 登夫
(32) 優先日	平成27年7月13日 (2015. 7. 13)	(72) 発明者	ヴォヴァード, シルヴェイン
(33) 優先権主張国・地域又は機関	フランス (FR)		フランス 7 8 4 3 0 ループシエンヌ, ル デ モンビュイッソン 2 1
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 天然ガス液化プラントからの液化天然ガスの流れを膨張させて貯蔵するためのプロセス、及び関連したプラント

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

天然ガス液化プラントからの液化天然ガスの流れを膨張させて貯蔵するためのプロセスであって、

- 膨張装置内で液化天然ガスの流れをフラッシュ膨張させて、膨張した液化天然ガスの流れを形成する工程、

- 膨張した液化天然ガスの流れをフラッシュエンドキャパシタに移す工程、
- 前記フラッシュエンドキャパシタの底部で液化天然ガスの液体流を回収する工程、
- 液化天然ガスの液体流を少なくとも1つの液化天然ガスタンクに搬送する工程、
- 前記フラッシュエンドキャパシタの塔頂部で、フラッシュガスの気体流を取り出す工程、

- 前記液化天然ガスタンクの塔頂部で、ボイルオフガスの気体流を回収する工程、
- フラッシュガスの気体流とボイルオフガスの気体流を混合して、混合気体流を形成する工程、

- 混合気体流を少なくとも1つの圧縮装置で圧縮して、圧縮した可燃性ガスの流れを形成する工程、

- 圧縮した可燃性ガスの流れからバイパス流を取り出す工程、
- 前記バイパス流を少なくとも1つの下流側の圧縮器で圧縮して、圧縮したバイパス流を形成する工程、

- 圧縮したバイパス流を冷却する工程、

10

20

- 圧縮したバイパス流を膨張させて、膨張したバイパス流を形成する工程、
- 膨張したバイパス流からの少なくとも第1の流れを少なくとも1つの下流側の熱交換器で再加熱する工程、及び
- 再加熱した第1の流れを、混合気体流、及び/又はボイルオフガスの気体流及びフラッシュガスの気体流の少なくとも1つに前記圧縮装置の上流側で再導入する工程を有し、

ボイルオフガスの気体流を下流側の前記熱交換器に導入して、前記第1の流れとの熱交換関係に置くことを特徴とするプロセス。

【請求項2】

少なくとも部分的に液体の膨張したバイパス流を下流側の分離フラスコに導入し、

- 下流側の前記分離フラスコの塔頂部で気体としての第1の流れを取り出し、前記第1の流れを、混合気体流、及び/又はボイルオフガスの気体流及びフラッシュガスの気体流の少なくとも1つに前記圧縮装置の上流側で再導入する工程、及び
- 下流側の前記分離フラスコの底部で第2の液体バイパス流を回収して、前記第2の液体バイパス流を前記フラッシュエンドキャパシタの上流側で、膨張した液化天然ガスの流れに導入する工程

を更に有することを特徴とする請求項1に記載のプロセス。

【請求項3】

膨張したバイパス流全体が前記第1の流れを構成することを特徴とする請求項1に記載のプロセス。

【請求項4】

下流側の圧縮器からの圧縮したバイパス流を下流側の熱交換器に導入して、前記第1の流れとの熱交換関係に置くことを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項5】

- 液化する処理天然ガスの流れを準備する工程、
- 処理天然ガスの流れの少なくとも第1の部分を下流側の前記熱交換器に導入して、前記第1の流れとの熱交換関係に置く工程、及び
- 処理天然ガスの流れの第1の部分を下流側の前記熱交換器内で前記第1の流れとの熱交換によって少なくとも部分的に液化する工程

を更に有することを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項6】

前記フラッシュエンドキャパシタの上流側で、処理された液化天然ガスの流れの第1の部分、前記膨張装置からの膨張した液化天然ガスの流れに導入する工程を更に有することを特徴とする請求項5に記載のプロセス。

【請求項7】

- 処理天然ガスの流れを処理天然ガスの流れの第1の部分及び処理天然ガスの流れの第2の部分に分離する工程、
- 処理天然ガスの流れの少なくとも第2の部分をも更なる熱交換器に導入して、フラッシュガスの流れとの熱交換関係に置く工程、
- フラッシュガスの流れを加熱することにより、処理天然ガスの流れの第2の部分をも前記更なる熱交換器内で液化する工程、及び
- 前記フラッシュエンドキャパシタの上流側で、処理された液化天然ガスの流れの第2の部分、前記膨張装置からの膨張した液化天然ガスの流れに導入する工程

を更に有することを特徴とする請求項5又は6に記載のプロセス。

【請求項8】

- 圧縮したバイパス流から再循環流を取り出す工程、及び
- 前記再循環流の少なくとも一部を下流側の前記熱交換器内で前記第1の流れとの熱交換によって液化する工程

を有することを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載のプロセス。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記フラッシュエンドキャパシタは、フラッシュエンド分離フラスコ又はフラッシュエンド蒸留塔であることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 10】

前記膨張装置は動的膨張タービンを有していることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 11】

天然ガス液化プラントからの液化天然ガスの流れを膨張させて貯蔵するためのプラントであって、

- 液化天然ガスの流れのフラッシュ膨張を行って膨張した液化天然ガスの流れを形成することが可能な膨張装置と、 10

- 前記膨張装置からの膨張した液化天然ガスの流れを受けることが可能なフラッシュエンドキャパシタと、

- 前記フラッシュエンドキャパシタの底部で液化天然ガスの液体流を回収するための組立体と、

- 少なくとも 1 つの液化天然ガスタンク、及び液化天然ガスの液体流を前記液化天然ガスタンクに搬送するための組立体と、

- 前記フラッシュエンドキャパシタの塔頂部でフラッシュガスの気体流を取り出すための組立体と、

- 前記液化天然ガスタンクの塔頂部でボイルオフガスの気体流を回収するための組立体と、 20

- フラッシュガスの気体流及びボイルオフガスの気体流を混合して、混合気体流を形成するための組立体と、

- 混合気体流を圧縮して、圧縮した可燃性ガスの流れを形成することが可能な少なくとも 1 つの圧縮装置と、

- 圧縮した可燃性ガスの流れからバイパス流を取り出すための組立体と、

- 前記バイパス流を圧縮して、圧縮したバイパス流を形成するための少なくとも 1 つの下流側の圧縮器と、

- 膨張したバイパス流を形成するために、圧縮したバイパス流を冷却するための下流側の熱交換器と、 30

- 圧縮したバイパス流を少なくとも部分的に膨張させて液化するためのデバイスと、

- 膨張したバイパス流からの少なくとも第 1 の流れを下流側の前記熱交換器に導入して、前記第 1 の流れの再加熱を可能にするための組立体と、

- 前記第 1 の流れを、混合気体流、及び / 又はボイルオフガスの気体流及びフラッシュガスの気体流の少なくとも 1 つに前記圧縮装置の上流側で再導入するための組立体と、

- 下流側の分離フラスコと、

- 下流側の前記分離フラスコの塔頂部で気体としての前記第 1 の流れを取り出し、前記第 1 の流れを、混合気体流、及び / 又はボイルオフガスの気体流及びフラッシュガスの気体流の少なくとも 1 つに前記圧縮装置の上流側で再導入するための組立体と、

- 下流側の前記分離フラスコの底部で第 2 の液体バイパス流を回収して、前記フラッシュエンドキャパシタの上流側で前記第 2 の液体バイパス流を膨張した液化天然ガスの流れに導入するための組立体と 40

を備えていることを特徴とするプラント。

【請求項 12】

前記第 1 の流れは膨張したバイパス流全体から構成されることを特徴とする請求項 11 に記載のプラント。

【請求項 13】

下流側の前記熱交換器は、前記第 1 の流れ、及び液化する処理ガスの流れの少なくとも一部を熱交換関係に置くことができることを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載のプラント。 50

【請求項 1 4】

- 圧縮したバイパス流から再循環流を取り出すための組立体と、
 - 再循環流の少なくとも一部を下流側の前記熱交換器に導入して、下流側の前記熱交換器内で少なくとも部分的に液化するための組立体と
- を更に備えていることを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載のプラント。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、

- 膨張装置内で液化天然ガスの流れをフラッシュ膨張させて、膨張した液化天然ガスの流れを形成する工程、
 - 膨張した液化天然ガスの流れをフラッシュエンドキャパシタに移す工程、
 - フラッシュエンドキャパシタの底部で、液化天然ガスの液体流を回収する工程、
 - 液化天然ガスの液体流を少なくとも 1 つの液化天然ガスタンクに搬送する工程、
 - フラッシュエンドキャパシタの塔頂部で、フラッシュガスの気体流を取り出す工程、
 - 液化天然ガスタンクの塔頂部で、ボイルオフガスの気体流を回収する工程、
 - フラッシュガスの気体流とボイルオフガスの気体流を混合して、混合気体流を形成する工程、及び
 - 混合気体流を少なくとも 1 つの圧縮装置で圧縮して、圧縮した可燃性ガスの流れを形成する工程
- を有する天然ガス液化プラントからの液化天然ガスの流れを膨張させて貯蔵するためのプロセスに関する。

【背景技術】

【0002】

このような方法は特に、液化天然ガスを製造するための浮体式プラント又は地上の液化プラントで嵩を減らして行うように構成されている。

【0003】

現在操業中の液化天然ガス製造プラントでは、天然ガスを高圧で凝縮してサブ冷却し、その後、大気圧へのフラッシュ膨張を行う。このようにして得られた液化天然ガスを、大気圧で典型的には約 - 160 の極低温度で貯蔵することができる。

【0004】

膨張を液化天然ガス貯蔵タンクで直接行うか、又は専用ユニット、例えばフラッシュガス回収ユニットで行う。

【0005】

このようなユニットでは、膨張によって生成される蒸気を回収し、次に専用圧縮器で圧縮して可燃性ガスの流れを形成するか、又は液化トレイン内で再利用する。

【0006】

更に、膨張によって直接生じる液体と液化天然ガス貯蔵タンク内の液体との圧力差により、及び / 又は液化天然ガスを液化天然ガス貯蔵タンクに運ぶ際の液化天然ガスの再加熱により、液化天然ガス貯蔵タンク内に蒸気の別の流れが生じる。

【0007】

従って、液化天然ガス貯蔵タンクからのボイルオフガスの気体流を回収して別の専用圧縮器で圧縮し、可燃性ガス流を形成するか、又は特にユニットが浮体式ユニットである場合にはユニット内で再利用する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

このような方法は、特に浮体式の環境では完全に満足できるものではない。確かに、この方法の制限として、複数の別個の圧縮器が必要であり、多くの場合少なくとも 3 つの圧

縮器が必要であり、これは、特に煩雑で重くなり、プラントの固定費及び変動費を上昇させる。

【 0 0 0 9 】

この問題を補うために、独国特許出願公開第102010062050号明細書には、フラッシュガスの気体流及びボイルオフガスの気体流を混合して、次に共通の圧縮器で共に圧縮し、可燃性ガスの流れを形成する方法が記載されている。

【 0 0 1 0 】

このような方法は、プラントの嵩を減らして実施コストを下げる。しかしながら、この方法は、液化天然ガスの産出及び回収の点から完全には最適化されていない。

【 0 0 1 1 】

従って、本発明の1つの目的は、2つの機能に専用の一又は複数の圧縮器を使用して天然ガス液化プラントから生じるフラッシュガス及びボイルオフガスを回収するための特にコンパクトで費用対効果の高い方法を得ることである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

このために、本発明は、上述したタイプの方法に関しており、この方法は、

- 圧縮した可燃性ガスの流れからバイパス流を取り出す工程、
 - バイパス流を少なくとも1つの下流側の圧縮器で圧縮して、圧縮したバイパス流を形成する工程、
 - 圧縮したバイパス流を冷却する工程、
 - 圧縮したバイパス流を膨張させて、膨張したバイパス流を形成する工程、
 - 膨張したバイパス流からの少なくとも第1の流れを少なくとも1つの下流側の熱交換器で再加熱する工程、及び
 - 再加熱した第1の流れを、混合気体流、及び/又はボイルオフガスの気体流及びフラッシュガスの気体流の少なくとも1つに圧縮装置の上流側で再導入する工程
- を有する。

【 0 0 1 3 】

具体的な実施形態によれば、本発明に係るプロセスは、単独で又は技術的に可能なあらゆる一又は複数の組み合わせに応じて、以下の特徴の1又は複数を有する。

【 0 0 1 4 】

- 少なくとも部分的に液体の膨張したバイパス流を、下流側の分離フラスコに導入し、本プロセスは、
 - 下流側の分離フラスコの塔頂部で第1の気体流を取り出し、第1の気体流を、混合気体流、及び/又はボイルオフガスの気体流及びフラッシュガスの気体流の少なくとも1つに圧縮装置の上流側で再導入する工程、及び
 - 下流側の分離フラスコの底部で第2の液体バイパス流を回収して、第2の液体バイパス流をフラッシュエンドキャパシタの上流側で、膨張した液化天然ガスの流れに導入する工程
- を有する。

【 0 0 1 5 】

- 膨張したバイパス流全体が第1の流れを構成する。

【 0 0 1 6 】

- 下流側の圧縮器からの圧縮したバイパス流を下流側の熱交換器に導入して、第1の流れとの熱交換関係に置く。

【 0 0 1 7 】

- ボイルオフガスの気体流を下流側の熱交換器に導入して、第1の流れとの熱交換関係に置く。

【 0 0 1 8 】

本プロセスは、

- 液化する処理天然ガスの流れを準備する工程、

- 処理天然ガスの流れの少なくとも第 1 の部分を下流側の熱交換器に導入して、第 1 の流れとの熱交換関係に置く工程、及び

- 処理天然ガスの流れの第 1 の部分を下流側の熱交換器内で第 1 の流れとの熱交換によって少なくとも部分的に液化する工程を有する。

【 0 0 1 9 】

- 本プロセスは、フラッシュエンドキャパシタの上流側で、処理された液化天然ガスの流れの第 1 の部分を、膨張装置からの膨張した液化天然ガスの流れに導入する工程を有する。

【 0 0 2 0 】

本プロセスは、

- 処理天然ガスの流れを処理天然ガスの流れの第 1 の部分及び処理天然ガスの流れの第 2 の部分に分離する工程、

- 処理天然ガスの流れの少なくとも第 2 の部分を更なる熱交換器に導入して、フラッシュガスの流れとの熱交換関係に置く工程、

- フラッシュガスの流れを加熱することにより、処理天然ガスの流れの第 2 の部分を更なる熱交換器内で液化する工程、及び

- フラッシュエンドキャパシタの上流側で、処理された液化天然ガスの流れの第 2 の部分を、膨張装置からの膨張した液化天然ガスの流れに導入する工程

を有する。

【 0 0 2 1 】

本プロセスは、

- 圧縮したバイパス流から再循環流を取り出す工程、及び

- 再循環流の少なくとも一部を下流側の熱交換器内で第 1 の流れとの熱交換によって液化する工程

を更に有する。

【 0 0 2 2 】

- フラッシュエンドキャパシタは、フラッシュエンド分離フラスコ又はフラッシュエンド蒸留塔である。

【 0 0 2 3 】

- 膨張装置は動的膨張タービンを有している。

【 0 0 2 4 】

- 処理天然ガスの流れの第 1 の部分のモル流量が、膨張装置からの膨張した液化天然ガスの流れのモル流量の 10% 未満である。

【 0 0 2 5 】

本発明は、

- 液化天然ガスの流れのフラッシュ膨張を行って膨張した液化天然ガスの流れを形成することが可能な膨張装置と、

- 膨張装置からの膨張した液化天然ガスの流れを受けることが可能なフラッシュエンドキャパシタと、

- フラッシュエンドキャパシタの底部で液化天然ガスの液体流を回収するための組立体と、

- 少なくとも 1 つの液化天然ガスタンク、及び液化天然ガスの液体流を液化天然ガスタンクに搬送するための組立体と、

- フラッシュエンドキャパシタの塔頂部でフラッシュガスの気体流を取り出すための組立体と、

- 液化天然ガスタンクの塔頂部でボイルオフガスの気体流を回収するための組立体と、

、

- フラッシュガスの気体流とボイルオフガスの気体流を混合して、混合気体流を形成するための組立体と、

10

20

30

40

50

- 混合気体流を圧縮して、圧縮した可燃性ガスの流れを形成することが可能な少なくとも1つの圧縮装置と、
- 圧縮した可燃性ガスの流れからバイパス流を取り出すための組立体と、
- バイパス流を圧縮して、圧縮したバイパス流を形成するための少なくとも1つの下流側の圧縮器と、
- 膨張したバイパス流を形成するために、圧縮したバイパス流を冷却するための下流側の熱交換器と、
- 圧縮したバイパス流を少なくとも部分的に膨張させて液化するためのデバイスと、
- 膨張したバイパス流からの少なくとも第1の流れを下流側の熱交換器に導入して、第1の流れの再加熱を可能にするための組立体と、
- 再加熱した第1の流れを、混合気体流、及び/又はボイルオフガスの気体流及びフラッシュガスの気体流の少なくとも1つに圧縮装置の上流側で再導入するための組立体とを備えた天然ガス液化プラントからの液化天然ガスの流れを膨張させて貯蔵するためのプラントに更に関する。

10

【0026】

具体的な実施形態によれば、本発明に係るプラントは、単独で又は技術的に可能なあらゆる一又は複数の組み合わせに応じて、以下の特徴の1又は複数を有している。

【0027】

- 第1の流れは膨張したバイパス流全体から構成される。

【0028】

20

本プラントは、

- 下流側の分離フラスコと、
 - 下流側の分離フラスコの塔頂部で気体としての第1の流れを取り出し、第1の流れを、混合気体流、及び/又はボイルオフガスの気体流及びフラッシュガスの気体流の少なくとも1つに圧縮装置の上流側で再導入するための組立体と、
 - 下流側の分離フラスコの底部で第2の液体バイパス流を回収して、フラッシュエンド分離フラスコの上流側で第2の液体バイパス流を膨張した液化天然ガスの流れに導入するための組立体と
- を備えている。

【0029】

30

- 下流側の熱交換器は、第1の流れ、及び液化する処理ガスの流れの少なくとも一部を熱交換関係に置くことができる。

【0030】

本プラントは、

- 圧縮したバイパス流から再循環流を取り出すための組立体と、
 - 再循環流の少なくとも一部を下流側の熱交換器に導入して、下流側の熱交換器内で少なくとも部分的に液化するための組立体と
- を備えている。

【0031】

本発明は、添付図面を参照して、単に一例として挙げられる以下の説明を読むと更に理解される。

40

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明に係る第1の方法を行うための第1のプラントを示すブロック図である。

【図2】本発明に係る変形例の方法を行うための代替例のプラントを示すブロック図である。

【図3】本発明に係る変形例の方法を行うための代替例のプラントを示すブロック図である。

【図4】本発明に係る変形例の方法を行うための代替例のプラントを示すブロック図である。

50

【図5】本発明に係る変形例の方法を行うための代替例のプラントを示すブロック図である。

【図6】本発明に係る変形例の方法を行うための代替例のプラントを示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下に、同一の参照番号を使用してパイプで循環する流れ及び流れを運ぶパイプを表す。更に、「上流側」及び「下流側」という用語は、一般に流体の通常の流れ方向に対して理解される。

【0034】

更に、特に示されていない場合、パーセントはモルパーセントであり、圧力は絶対圧のバールで与えられる。

【0035】

更なるタービンが駆動圧縮器として記載されているが、駆動可変周波数発電機であってもよく、生成される電気は周波数変換器を介してネットワークで使用され得る。

【0036】

周囲温度より高い温度の流れが、空気冷却器によって冷却されると記載される。或いは、例えば淡水又は海水を用いた水交換器を使用することが可能である。

【0037】

プラントの周りの周囲温度は本発明に関しては重要ではなく、特に15 ~ 35 であってもよい。

【0038】

天然ガス液化プラント12からの液化天然ガスの流れを膨張させて貯蔵するための第1のプラント10が、図1に概略的に示されている。

【0039】

プラント10、12は、海、湖、海洋又は川などの広大な水の表面に設けられた支持体14によって運ばれることが有利である。支持体14は、例えば浮体式バージであり、浮体式液化天然ガス (FLNG) 液化ユニットを構成している。

【0040】

天然ガス液化プラント12は本明細書では詳細に記載されていない。公知のように、天然ガス液化プラント12は、液化中に凝固し得る成分が無い処理ガスを生成可能な、天然ガスのための処理ユニット16と、処理ガス20の冷却、液化及びサブ冷却のための少なくとも1つのシステム (不図示) を有して、加圧された液化天然ガスの流れ22を生成可能な、処理ガスのための液化ユニット18とを備えている。

【0041】

膨張・貯蔵のための第1のプラント10は、加圧された液化天然ガスの流れ22のための膨張装置24を備えており、膨張装置24は、本明細書では動的膨張タービン25及びフラッシュエンドキャパシタ、この特定の例ではフラッシュエンド分離フラスコ26を有している。第1のプラント10は、少なくとも1つの液化天然ガス回収タンク28と、フラッシュエンドキャパシタ26からのフラッシュガス及び前記液化天然ガス回収タンク28からのボイルオフガスの両方を回収して圧縮し、圧縮した可燃性ガスの流れ32を形成することが可能な圧縮装置30とを更に備えている。

【0042】

本発明によれば、第1のプラント10は、圧縮した可燃性ガスの流れ32から取り出されたバイパス流36を圧縮するように構成された下流側の圧縮器34と、バイパス流36を膨張させることが可能な少なくとも1つの動的膨張タービン38とを更に備えている。

【0043】

図1に示されている例では、第1のプラント10は、動的膨張タービン38内のバイパス流36の動的な膨張中に生成される冷却流を使用して処理ガス20の少なくとも一部を液化するように構成された下流側の熱交換器40及び更なる熱交換器41を更に備えている。

【 0 0 4 4 】

或いは又は加えて、図 3 に関して以下に記載されるように、熱交換器 40、41 は、過剰なフラッシュガス及び / 又はボイルオフガスが圧縮された可燃性ガスの流れ 32 に存在するときにバイパス流 36 の一部を少なくとも部分的に冷却して液化するように構成されている。

【 0 0 4 5 】

第 1 のプラント 10 で行われる液化天然ガスの流れ 22 を膨張させて貯蔵するための本発明に係る第 1 の方法を以下に記載する。

【 0 0 4 6 】

最初に、加圧された液化天然ガスの流れ 22 を天然ガス液化プラント 12 によって製造する。

10

【 0 0 4 7 】

液化天然ガスの流れ 22 は、例えば 60 バールを越える圧力を有し、40 バール ~ 80 バールを有することができる。

【 0 0 4 8 】

液化天然ガスの流れ 22 をサブ冷却する。液化天然ガスの流れ 22 の温度は典型的には - 15 0 未満であるが、- 140 ~ - 160 であってもよい。

【 0 0 4 9 】

液化天然ガスの流れ 22 は、有利には 80 % を超えるメタンモル含有率と 5 % 未満の C_4^+ モル含有率とを有してもよい。

【 0 0 5 0 】

液化天然ガスの流れ 22 のモル流量は、例えば 10,000 kmol/h を超えている。

20

【 0 0 5 1 】

液化天然ガスの流れ 22 を膨張装置 24 の動的膨張タービン 25 に搬送して、動的膨張タービン 25 内でフラッシュ膨張を行って膨張した液化天然ガスの流れ 42 を形成する。

【 0 0 5 2 】

膨張した液化天然ガスの流れ 42 の圧力は、例えば 7 バール未満であり、特に 6 バール ~ 12 バールである。

【 0 0 5 3 】

液化天然ガスの流れ 22 の膨張によって、最終の膨張バルブの下流側の流れ 42 に残留フラッシュガスが生成される。流れ 42 のフラッシュガスのモル含有率は、例えば 5 % を超えており、特に 4 % ~ 10 % である。

30

【 0 0 5 4 】

次に、流れ 42 をフラッシュエンド分離フラスコ 26 に導入して、フラッシュエンド分離フラスコ 26 の底部で液化天然ガスの液体流 46 を回収して、フラッシュエンド分離フラスコ 26 の塔頂部でフラッシュガスの気体流 48 を回収する。

【 0 0 5 5 】

その後、液体流 46 を貯蔵タンク 28 の方に搬送する。図 1 に示されている例では、液体流 46 をポンプ 50 を通して送り出す。或いは、液体流 46 をポンプで送り出すことなく貯蔵タンク 28 に重力によって流す。

【 0 0 5 6 】

液体流 46 を運んで貯蔵タンク 28 に導入している間、特に搬送パイプ内の液体流 46 を再加熱することにより、一又は複数の貯蔵タンク 28 の熱取込みにより及び / 又は分離フラスコ 26 と貯蔵タンク 28 との圧力差の影響下で液体流 46 から残留ボイルオフガスが生成される。

40

【 0 0 5 7 】

ボイルオフガスの気体流 52 を貯蔵タンク 28 の塔頂部で回収する。ボイルオフガスの気体流 52 を下流側の熱交換器 40 で、例えば - 60 より高い温度に再加熱する。

【 0 0 5 8 】

フラッシュガスの気体流 48 を更なる熱交換器 41 で、例えば - 60 より高い温度に再加熱する。

【 0 0 5 9 】

50

次に、フラッシュガスの気体流48をボイルオフガスの気体流52と混合して、混合気体流54を形成する。

【0060】

フラッシュガスの気体流48は、混合気体流54の30モル%～80モル%を示す。

【0061】

次に、混合気体流54を圧縮装置30に導入して、圧縮した可燃性ガスの流れ32を形成する。

【0062】

図1に示されている例では、混合気体流54に連続的に第1の圧縮器56、第1の空冷式交換器又は水交換器58を通過させて周囲温度に冷却し、第2の圧縮器60、その後第2の交換器62を通過させて周囲温度又は水の温度に再度冷却する。

10

【0063】

圧縮した可燃性ガスの流れ32の圧力は、例えば25バールを超えており、特には5バール～70バールである。

【0064】

1つの特定の例では、圧縮した可燃性ガスの流れ32の組成は典型的には15モル%の窒素及び85モル%のメタンから構成されている。

【0065】

その後、圧縮した可燃性ガスの流れ32を回収して、天然ガス液化プラント12で燃料として使用するか、又はこの天然ガス液化プラント12でバックアップ流体として使用する。

20

【0066】

バイパス流36を可燃性ガスの流れ32から取り出す。バイパス流36のモル流量は、例えば圧縮装置30からの可燃性ガスの流れ32のモル流量の10%を超えており、特にはこのモル流量の10%～100%である。

【0067】

次にバイパス流36を圧縮器34で圧縮し、その後、空冷式交換器又は水交換器64で周囲温度に冷却して、圧縮したバイパス流66を形成する。

【0068】

圧縮したバイパス流66の圧力は、例えば可燃性ガスの流れ32の圧力の30バールを超えている。

30

【0069】

次に、圧縮したバイパス流66を下流側の熱交換器40に導入して、熱交換器40内で有利には-50℃未満の温度にサブ冷却する。

【0070】

次に、圧縮したバイパス流66を動的膨張タービン38内に2バール未満の圧力、特には1.1バール～3バールの圧力に膨張させて、膨張したバイパス流68を形成する。

【0071】

バイパス流68の温度は好ましくは-150℃未満であり、特には-140℃～-160℃である。

【0072】

膨張したバイパス流68は任意には少なくとも部分的に液体である。この場合、バイパス流68の液体のモル含有率は典型的には15モル%未満である。或いは、バイパス流68は完全に気体のままである。

40

【0073】

この例では、膨張したバイパス流68全体が第1の流れ70を形成し、第1の流れ70を次に下流側の熱交換器40に導入して下流側の熱交換器40内で再加熱する。再加熱された第1の流れ71の温度は有利には-60℃より高い。

【0074】

次に、再加熱された第1の流れ71を混合気体流54に、フラッシュエンド分離フラスコ26の下流側であって圧縮装置30の上流側で再導入する。

50

【 0 0 7 5 】

この実施形態では、天然ガス液化プラント12からの処理ガスの少なくとも1つの気体流72を第1のプラント10の方に流す。

【 0 0 7 6 】

気体流72は、例えば60バールを超える圧力を有し、特に40バール～90バールの圧力を有する。気体流の温度は、典型的には周囲温度又は予冷温度と等しい。

【 0 0 7 7 】

気体流72は、80%を超えるメタンモル含有率と5%未満の C_4^+ モル含有率とを有する。

【 0 0 7 8 】

気体流72のモル流量は、天然ガス液化プラント12に導入される天然ガスの最初の処理量の流量の10%以下に相当し得る。

10

【 0 0 7 9 】

次に、気体流72を第1の部分74及び第2の部分76に分離する。

【 0 0 8 0 】

気体流72の第1の部分74のモル流量は、例えば気体流72のモル流量の20モル%～50モル%であり、気体流72の第2の部分76のモル流量は、例えば気体流72のモル流量の50%～80%である。

【 0 0 8 1 】

次に気体流72の第1の部分74を下流側の熱交換器40に導入して、熱交換器40内で特に膨張したバイパス流68との熱交換によって有利には-150 未満の温度に冷却して液化する。

20

【 0 0 8 2 】

次に第1の部分74は制御バルブ78を通過して、その後、膨張装置24からの膨張した液化天然ガスの流れ42と混合する。

【 0 0 8 3 】

気体流72の第2の部分76を更なる熱交換器41に導入して、更なる熱交換器41内でフラッシュガスの気体流48との熱交換によって有利には-150 未満の温度に冷却して液化する。

【 0 0 8 4 】

次に第2の部分76は制御バルブ80を通過して、その後、膨張装置24からの膨張した液化天然ガスの流れ42と混合する。

30

【 0 0 8 5 】

従って、本発明に係る方法の実施は、液化天然ガスの貯蔵のために液化天然ガスのフラッシュを行って、有利には生成されるフラッシュガス及びボイルオフガスを回収するために必要な装置の数を減らすので特に簡単である。

【 0 0 8 6 】

特に、フラッシュガス及びボイルオフガスから生成される混合気体流54を圧縮するために単一の圧縮装置30を使用する。

【 0 0 8 7 】

圧縮装置30の出口で生成される可燃性ガスの流れ32から取り出されるバイパス流36の使用によって、非常に効率的な熱調整を行うことが可能になり、天然ガス液化プラント12で少なくとも部分的に処理されたガスの液化に利用可能なフリゴリーによる恩恵を受けることが可能になる。

40

【 0 0 8 8 】

バイパス流36の熱調整によって、タンクの充填段階とメタンタンカ詰め込み段階との間で第1のプラント10の異なる動作モード間のフリゴリーを調節することが可能になる。

【 0 0 8 9 】

従って、本発明に係る方法、及びこの方法の実行を可能にする第1のプラント10は、FLNGのような浮体式ユニットに特に適している。

【 0 0 9 0 】

50

一代替例では、図1に概略的に示されているように、ボイルオフガスの気体流の一部90を他の液化トレインの方に送る。逆に、他の液化トレインからの液化天然ガスの流れ92をタンク28に導入する。

【0091】

本発明に係る第2のプラント110が図2に示されている。第2のプラント110は、動的膨張タービン38の出口に設けられた下流側の分離フラスコ112を備えている点で第1のプラント10とは異なる。

【0092】

膨張したバイパス流68を下流側の分離フラスコ112に導入して、塔頂部で気体状の第1の流れ70を回収し、底部で第2の液体流114を回収する。

10

【0093】

第2の液体流114のモル流量は、例えば膨張したバイパス流68のモル流量の10%~15%である。

【0094】

上記と同じように、第1の流れ70を下流側の熱交換器40に導入して、特に処理ガスの気体流72の第1の部分74との熱交換によって加熱する。

【0095】

フラッシュエンド分離フラスコ26の上流側で、膨張装置24からの膨張した液化天然ガスの流れ42に第2の液体流114を再導入する。

【0096】

20

本発明に係る第2の方法は、下流側の熱交換器40における液体の流通を最適化する。

【0097】

本発明に係る第3の方法を実行するための第3のプラント120が図3に示されている。

【0098】

図1に示されている第1のプラント10で実行される第1の方法とは異なり、圧縮したバイパス流66から再循環流122を取り出す。

【0099】

再循環流122は、例えば圧縮器34からの圧縮したバイパス流66の30%~80%に相当する。

【0100】

30

次に、再循環流122を第1の部分124及び第2の部分126に分離する。

【0101】

再循環流122の第1の部分124のモル流量は、例えば再循環流122のモル流量の20モル%~50モル%であり、再循環流122の第2の部分126のモル流量は、例えば再循環流122のモル流量の50%~80%である。

【0102】

再循環流122の第1の部分124を下流側の熱交換器40に導入して、熱交換器40内で特に膨張したバイパス流68との熱交換によって有利には-150未満の温度に冷却して任意には少なくとも部分的に液化する。

【0103】

40

次に第1の部分124に制御バルブ128を通過させて、その後、膨張装置24からの膨張した液化天然ガスの流れ42と混合する。

【0104】

再循環流122の第2の部分126を更なる熱交換器41に導入して、更なる熱交換器41内でフラッシュガスの気体流48との熱交換によって有利には-150未満の温度に冷却して任意には少なくとも部分的に液化する。

【0105】

次に第2の部分126に制御バルブ130を通過させて、その後、膨張装置24からの膨張した液化天然ガスの流れ42と混合する。

【0106】

50

圧縮装置30の出口で生成される可燃性ガスの流れ32から取り出されるバイパス流36の使用によって、非常に効率的な熱調整を行うことが可能になり、過剰なフラッシュガス及び/又はボイルオフガスが生じたときに、バイパス流からの再循環流122の少なくとも部分的な液化に利用可能なフリゴリーによる恩恵を受けることが可能になる。

【0107】

図3に点線で示されている代替例では、天然ガス液化プラント12からの処理ガスの気体流72の少なくとも一部76を、図2に関して上述したように更なる熱交換器41に更に導入する。

【0108】

本発明に係る第4の方法を実行するための第4のプラント130が図4に示されている。

10

【0109】

この第4のプラント130は、フラッシュエンド分離フラスコ26がフラッシュエンド蒸留塔132と取り替えられている点で図1に示されている第1のプラント10とは異なる。

【0110】

液化天然ガスの流れ22をフラッシュエンド蒸留塔132からの再沸騰流136との熱交換関係に置くために、膨張装置24の上流側に再沸騰交換器134が設けられている。

【0111】

本発明に係る第4の方法の実行は、本発明に係る第1の方法の実行と同様である。

【0112】

本発明に係る第5の方法を実行するための第5のプラント140が図5に示されている。

20

【0113】

この第5のプラント140は、フラッシュエンド分離フラスコ26がフラッシュエンド蒸留塔132と取り替えられている点で図3に示されている第3のプラント120とは異なる。

【0114】

本発明に係る第5の方法の実行は、本発明に係る第3の方法の実行と同様である。

【0115】

本発明に係る第6の方法を実行するための第6のプラント150が図6に示されている。

【0116】

第6のプラント150は、膨張装置24の出口とフラッシュエンド蒸留塔132の入口との間に中間フラスコ152が設けられている点で第4のプラント130とは異なる。

30

【0117】

中間フラスコ152は、膨張した液化天然ガスの流れ42を受けて、フラッシュガスの気体流48と混合する塔頂流154と、フラッシュエンド蒸留塔132に達する前に再沸騰交換器134に導入される底流156とに分離する。

【0118】

この第6のプラント150では、気体状の塔頂流154がヘリウムに富んでおり、典型的には少なくとも25%のヘリウムから構成されている場合にヘリウムの回収に有益であり、従って、有利にはヘリウム精製プラントに送られ得る。

【0119】

プラント120～150の各々の代替例では、本発明に係る第2の方法に記載されているように、膨張したバイパス流68を分離するための下流側の分離フラスコ112が設けられている。

40

【0120】

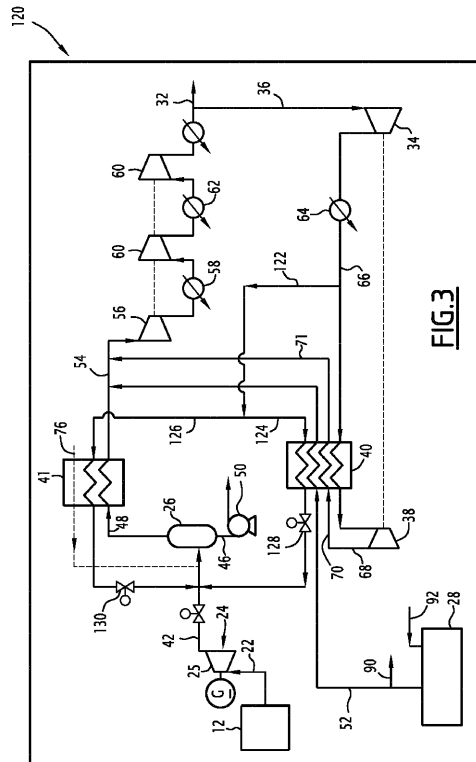
上述したプラントの代替例では、膨張装置24の動的膨張タービン25が静的膨張バルブと取り替えられている。そのため、液化天然ガスの流れは、膨張装置24の動的な膨張ではなく静的な膨張を受ける。

【0121】

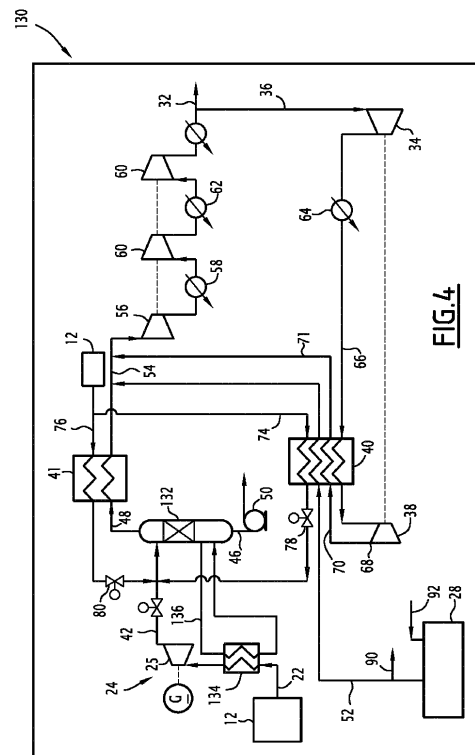
従って、本発明に係る方法及び対応するプラントは、タンクを空にすることによるメタンタンカの詰め込み段階とタンクの充填段階との間でタンク28からのボイルオフガスの流れ52の著しい温度及び流量の変化の管理に特に適している。

50

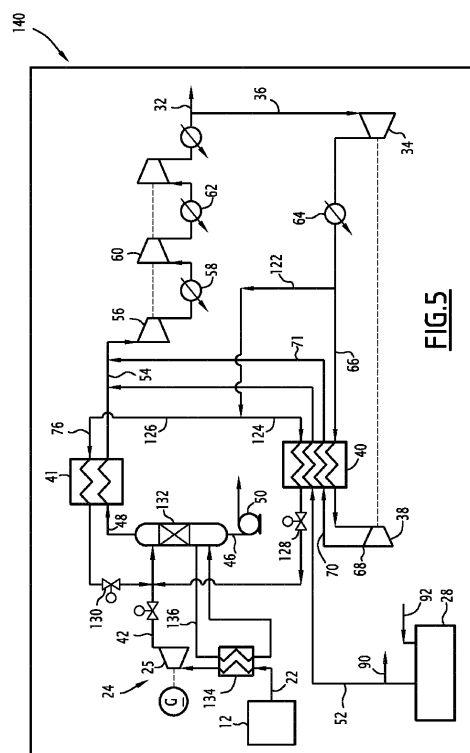
【 図 3 】



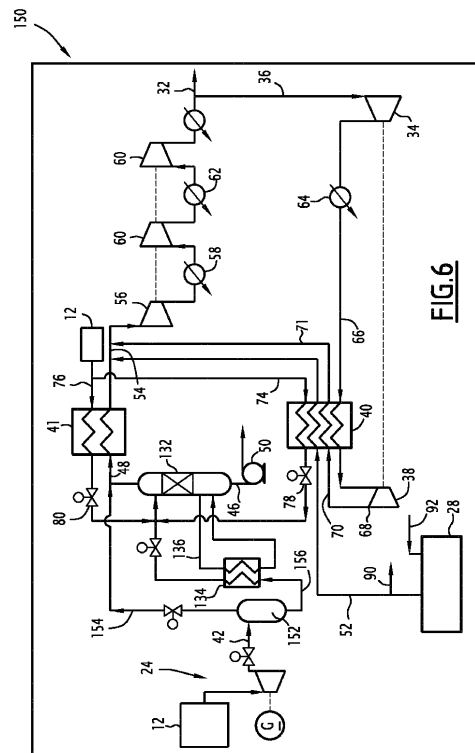
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 2 5 B 1/00 (2006.01) F 2 5 B 1/00 3 9 9 A

(72)発明者 ティリリー, ヴィンセント
フランス 7 8 4 2 0 キャリエール シュル セーヌ, ル シャンタル モドゥイ 9

審査官 宮部 裕一

(56)参考文献 特表2008-506026(JP, A)
特表2009-512831(JP, A)
米国特許出願公開第2010/0263407(US, A1)
米国特許第03690114(US, A)
米国特許第04229195(US, A)
VOVARD Sylvain et al., Nitrogen removal on LNG Plant - Select the Optimum Scheme, Gas
Processors Association - Europe, UK, 2011年 5月 1日, P.1-11

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 2 5 J 1 / 0 0
F 2 5 J 3 / 0 2
F 2 5 J 3 / 0 6
F 1 7 C 5 / 0 0
F 1 7 C 9 / 0 0
F 1 7 C 1 3 / 0 0
F 2 5 B 1 / 0 0
C 1 0 L 3 / 0 6
C 1 0 L 3 / 1 2