

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3610246号
(P3610246)

(45) 発行日 平成17年1月12日(2005. 1. 12)

(24) 登録日 平成16年10月22日(2004. 10. 22)

(51) Int. Cl.⁷

F I

F 2 5 J 1/00

F 2 5 J 1/00

A

F 2 5 J 3/04

F 2 5 J 3/04

Z

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平10-308998	(73) 特許権者	000000284
(22) 出願日	平成10年10月29日(1998.10.29)		大阪瓦斯株式会社
(65) 公開番号	特開2000-130926(P2000-130926A)		大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
(43) 公開日	平成12年5月12日(2000.5.12)	(74) 代理人	100075557
審査請求日	平成16年3月11日(2004.3.11)		弁理士 西教 圭一郎
		(72) 発明者	田窪 稔
			大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
			大阪瓦斯株式会社内
		(72) 発明者	氏田 宗治
			大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
			大阪瓦斯株式会社内
		(72) 発明者	朝倉 隆晃
			大阪府大阪市西区京町堀1丁目4番22号
			株式会社リキッドガス内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 LNGのボイルオフガス再液化および空気分離一体化装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

LNGタンクから発生するボイルオフガスの再液化、および空気を液化して蒸留することによる成分への分離を、一体的に行う装置であって、
ボイルオフガスを圧縮するBOGコンプレッサと、
空気から分離される窒素ガスを圧縮する窒素コンプレッサと、
圧縮された窒素ガスを膨張させる膨張タービン等と、
膨張タービン等によって膨張させた窒素ガス、窒素コンプレッサによって圧縮された窒素ガス、およびBOGコンプレッサによって圧縮したボイルオフガス、およびLNGをそれぞれ通過させて相互に熱交換させる熱交換器とを含むことを特徴とするLNGのボイルオフガス再液化および空気分離一体化装置。

10

【請求項2】

前記窒素コンプレッサによって圧縮されて前記熱交換器を通過する窒素ガスの一部を、該熱交換器内で分岐させて前記膨張タービン等に供給し、該膨張タービン等によって膨張させて該熱交換器を通過させた窒素ガスを、該窒素コンプレッサの入側に戻す窒素循環用管路を備えることを特徴とする請求項1記載のLNGのボイルオフガス再液化および空気分離一体化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

20

本発明は、液化天然ガス（以下「LNG」と略称する）の有する冷熱を利用して、LNGを貯蔵するタンクで発生するボイルオフガス（以下「BOG」と略称することがある）を再液化してLNGタンクに戻し、また空気を液化して蒸留することによって成分に分離するLNGのボイルオフガスの再液化および空気分離一体化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

LNGは、たとえばLNGタンカなどによって原産地から海上を輸送され、LNGタンクに貯蔵されて、需要先に供給される。貯蔵されるLNGの温度は、 -160 程度で、常温に比べて極めて低いので、LNGタンク内では自然入熱等によってBOGが発生する。このためLNGタンク内圧力を一定範囲内に保持しておくためには、発生するBOGを処理する必要がある。 10

【0003】

BOGの処理としては、コンプレッサで昇圧して燃料として直接消費するために送したり、コンプレッサによる昇圧後、再液化して、LNGタンク内に返送し、またはLNGタンクから供給されるLNGと混合させた後、消費のために送したりしている。このようなBOGの再液化についての先行技術は、本件出願人からも、たとえば特開平3-236588などとして開示している。この先行技術では、BOGの再液化のための冷熱源としても、LNGを利用している。

【0004】

LNGの有する冷熱は、空気分離設備でも利用されている。空気分離設備では、沸点（ $-183 \sim -196$ ）の差を利用して、空気から酸素（ O_2 ）、窒素（ N_2 ）、アルゴン（Ar）などを分離・液化している。液化に必要な寒冷用のエネルギーとして、圧縮機駆動用の電力とともに、LNGの冷熱が利用されている。本件出願人も、たとえば特願平7-295186などとして、LNGの冷熱を利用する空気分離についての先行技術を開示している。 20

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来のBOGの再液化と空気分離とは、別々の設備として設置され、設備の管理も別々に行われている。この場合、BOGの再液化と空気分離とで、それぞれの需要に見合った量のLNGが使用される。LNGの供給量に制約がある場合には、どちらかの能力を低下させる必要がある。LNGは、たとえば都市ガスの原料あるいは火力発電の燃料などとして大量に使用される。都市ガスや電力の需要は、昼間には多く夜間には少なくなる。したがって、LNGの使用量が多くなる昼間には、LNGの有する冷熱を利用したBOGの再液化や空気分離を充分に行うことができるが、夜間には利用可能な冷熱源が少なくなってしまう。BOGの発生は、断熱材を通過してくる外部からの入熱によって行われるので、昼間と夜間との温度差はBOGの発生量にあまり影響がなく、夜間でもBOGの再液化などの処理の必要性はほとんど変わらない。このため、LNGの使用量や消費量が減少して、BOGの再液化に使用することができる冷熱が不足する事態も生じ得る。BOG自体を燃料として消費したり使用する場合であっても、その需要は夜間には少なくなり、再液化などによって処理する必要性は大きい。 30 40

【0006】

BOGは、LNG中のメタンが大部分を占め、他の成分も含むLNGとは燃料としての特性が異なる。このため、BOGを単独あるいは主成分として、LNGの需要が減少している状態で、LNGの代わりに供給することは好ましくはない。

【0007】

本発明の目的は、LNGの利用量の変動しても、BOGの再液化と空気分離とを効率的に行うことができるLNGのボイルオフガス再液化および空気分離一体化装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、LNGタンクから発生するボイルオフガスの再液化、および空気を液化して蒸留することによる成分への分離を、一体的に行う装置であって、ボイルオフガスを圧縮するBOGコンプレッサと、空気から分離される窒素ガスを圧縮する窒素コンプレッサと、圧縮された窒素ガスを膨張させる膨張タービン等と、膨張タービン等によって膨張させた窒素ガス、窒素コンプレッサによって圧縮された窒素ガス、およびBOGコンプレッサによって圧縮したボイルオフガス、およびLNGをそれぞれ通過させて相互に熱交換させる熱交換器とを含むことを特徴とするLNGのボイルオフガス再液化および空気分離一体化装置である。

【0009】

本発明に従えば、ボイルオフガスはBOGコンプレッサで圧縮される。空気から分離される窒素ガスは、窒素コンプレッサで圧縮される。圧縮された窒素ガスは膨張タービン等で膨張され、熱交換器を通過する。熱交換器には、BOGコンプレッサで圧縮されたボイルオフガスと、窒素コンプレッサで圧縮された窒素ガスと、LNGも通過させられ、相互に熱交換が行われる。この熱交換によって、LNGの冷熱を、ボイルオフガスの再液化のためにも、空気分離装置の窒素ガスの冷却のためにも利用することができる。LNGの使用量が少なくなる夜間などでは、窒素ガスの液化の割合を少なくし、優先的にBOGを再液化するために使用する。LNG利用量に充分余裕がある場合には、空気分離に使用する割合を増大させ、空気分離の需要と供給とのバランスを図る。また、空気分離用の窒素コンプレッサなどの能力に余裕を持たせておけば、電力の安価な夜間に空気分離設備の窒素ガスの液化量を減ずることなくBOGの再液化を行うことが可能になる。

【0010】

また本発明で前記窒素コンプレッサによって圧縮されて前記熱交換器を通過する窒素ガスの一部を、該熱交換器内で分岐させて前記膨張タービン等に供給し、該膨張タービン等によって膨張させて該熱交換器を通過させた窒素ガスを、該窒素コンプレッサの入側に戻す窒素循環用管路を備えることを特徴とする。

【0011】

本発明に従えば、窒素コンプレッサによって圧縮される窒素ガスが、熱交換器を通過する途中で分岐して膨張タービン等に供給される。膨張タービン等によって膨張させた窒素ガスは、熱交換器を通過して窒素コンプレッサの入側に戻される。このような窒素循環用管路で窒素ガスを循環させて、圧縮と膨張とを繰返えすと、熱交換器が冷熱を供給し、LNGの冷熱だけでは不足する場合に、BOGの再液化用の冷熱源として利用することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施の一形態としてのLNGのBOG再液化・空気分離一体化装置の概略的な構成を示す。LNGは、LNGタンク1内に貯蔵される。LNGタンク1内に貯蔵されるLNGは、LNGポンプ2によってLNGタンク1内から取出され、熱交換器3のLNG通過層4を通過して、都市ガスの原料や燃料などとしての利用のために送出される。都市ガスの原料や直接燃料として利用される際には、低温のLNGではなく、常温の気化した天然ガス(NG)として供給する必要がある。LNGが熱交換器3のLNG通過層4を通過する際に、冷熱を供給する一方で、昇温および気化に必要な熱の少なくとも一部が供給される。

【0013】

LNGの利用に伴って熱交換器3に供給される冷熱は、熱交換器3のBOG通過層5を通過するBOGの再液化に使用される。また、熱交換器3に設けられる窒素膨張層6および窒素圧縮層7への冷熱供給のためにも使用される。熱交換器3は、プレートフィン(PF)形として構成され、LNG通過層4、BOG通過層5、窒素膨張層6および窒素圧縮層7の4つの層がそれぞれ分離され、かつ熱交換は相互に可能である。BOG通過層5には、LNGタンク1から発生するBOGが、BOGコンプレッサ8によって圧縮された後、

10

20

30

40

50

供給される。B O G は、L N G 中に含まれるメタンがほとんど単一の成分として含まれ、圧縮と冷却とによって液化する。B O G が液化すると、L N G タンク 1 内に戻される。L N G タンク 1、L N G ポンプ 2、B O G 通過層 5 および B O G コンプレッサ 8 は、B O G 再液化設備 9 を構成する。

【 0 0 1 4 】

熱交換器 3 の窒素膨張層 6 および窒素圧縮層 7 は、空気分離設備 1 0 の一部を構成する。空気分離設備 1 0 には、高圧蒸留塔 1 1、低圧蒸留塔 1 1'、窒素循環用管路 1 2 および空気液化設備 1 3 も含まれる。空気液化設備 1 3 によって液化された液体空気 1 4 は、高圧蒸留塔 1 1 の底部に貯留される。高圧蒸留塔 1 1 の上部では、液体空気 1 4 から分離された窒素ガスが窒素コンプレッサ 2 0' で圧縮されて熱交換器 3 の窒素圧縮層 7 を通過する。

10

【 0 0 1 5 】

低圧蒸留塔 1 1' の上部で液体酸素 1 6 から分離された窒素ガス 1 7 は、窒素コンプレッサ 2 0 で圧縮されて熱交換器 3 の窒素圧縮層 7 をも通過する。通過する窒素ガスの一部は、窒素循環用管路 1 2 に設けられる膨張タービン 2 1 に導かれて膨張させられる。膨張タービン 2 1 へは、窒素圧縮層 7 の途中に接続される分岐管 2 2 を介して分岐する。膨張タービン 2 1 で膨張させられた窒素ガスは、熱交換器 3 の窒素膨張層 6 を通過し、合流管 2 3 を介して窒素コンプレッサ 2 0 の入側で、蒸留塔 1 1 から供給される窒素ガスと合流する。合流管 2 3 で合流した窒素ガスは、窒素コンプレッサ 2 0 で圧縮された後、高圧蒸留塔 1 1 の上部から導かれた窒素ガスと合流する合流管 3 0 で合流した窒素ガスは、窒素コンプレッサ 2 0' から再び熱交換器 3 の窒素圧縮層 7 に入り、分岐管 2 2 から分岐して膨張タービン 2 1 で膨張され、熱交換器 3 の窒素膨張層 6 を通って合流管 2 3 で合流する。このような窒素循環用管路 1 2 内を、窒素ガスを循環させることによって、熱交換器 3 に冷熱を供給することもできる。

20

【 0 0 1 6 】

窒素循環用管路 1 2 で循環する窒素ガスを除いた他の窒素ガスは、低圧蒸留塔 1 1' から空気液化設備 1 3 を経て窒素コンプレッサ 2 0 に入り、熱交換器 3 の窒素膨張層 6 を通って、膨張弁 2 4 から低圧蒸留塔 1 1' に還流液として戻る。また、膨張弁 2 4 から、窒素タンク 2 5 に供給して貯蔵するときは製品液体窒素となる。低圧蒸留塔 1 1' では、アルゴン 1 5 および液体酸素 1 6 もそれぞれ分離されるので、窒素タンク 2 5 と同様にそれぞれ貯蔵して、製品として取出すようにすることができる。

30

【 0 0 1 7 】

高圧蒸留塔 1 1 に液体空気 1 4 を供給する空気液化設備 1 3 では、原料となる空気を原料空気コンプレッサ 2 6 で圧縮し、空気 / 窒素熱交換器 2 7 を介して冷却し、液化させて液体空気 1 4 として高圧蒸留塔 1 1 の下部に供給する。空気 / 窒素熱交換器 2 7 には、低圧蒸留塔 1 1' から冷却された窒素が供給され、空気を冷却する。

【 0 0 1 8 】

図 1 に示すような装置では、B O G 再液化のプロセスと空気分離のプロセスとを一体の設備として管理し、L N G が都市ガスなどの原料として、または直接燃焼用に送出されても、その有する冷熱を有効に利用し、また L N G タンク 1 から発生するボイルオフガスを確実に再液化して L N G タンク 1 に戻すことができる。本実施形態の B O G 再液化および空気分離一体化装置では、次の図 2 に示すような考え方で、L N G の有する冷熱を有効に利用することができる。図 2 (a) は、L N G の送出量が大きくなる昼間での冷熱利用での冷熱の配分を示し、図 2 (b) は L N G 送出量が少なくなる夜間での冷熱の配分を示す。図 2 (a) に示すように、昼間では L N G の送出量が大きく、冷熱の利用量に充分余裕があるので、空気分離と B O G 再液化とに十分な冷熱を割当てることができる。L N G 送出量が小さくなる夜間では、図 2 (b) に示すように、L N G を利用して発生する冷熱を B O G の再液化の方に優先的に割当てて、このため空気分離に割当てられる冷熱の相対的な割合は減少するけれども、L N G の冷熱は有効に利用することができる。特に L N G を運搬する L N G タンカなどが入船し、L N G が L N G タンク 1 に補給される際などには、ボ

40

50

イルオフガスの発生量が増大する。このようなＬＮＧタンカの入船は、ＬＮＧ送出量が少なくなる夜間に行われ、発生するボイルオフガスの処理が困難となる場合が多いけれども、図２（ｂ）に示すよりもさらに冷熱のＢＯＧ再液化への割当て量を大きくし、一時的に空気分離による窒素ガスなどの生産量を減少させて、対応させることができる。

【００１９】

図３は、図１に示すようなＢＯＧ再液化および空気分離の一体化装置を利用して、ＬＮＧの冷熱を利用する他の考え方を示す。この考え方では、空気分離設備１０の窒素循環用管路１２に設けられる窒素コンプレッサ２０などの設備能力を、十分に余裕があるようにしておく。図３（ａ）に示すように、昼間では設備能力に余裕を持たせた状態で、空気分離を行う。すなわち、余裕分は休止させる。図３（ｂ）に示すように、夜間ではＢＯＧ再液化のための冷熱源が不足するので、昼間では余裕があって休止していた空気分離設備の能力をＢＯＧ再液化のためにも利用して、ボイルオフガスが再液化される際に必要となる冷熱の補給を行うことができる。ＢＯＧ再液化のための冷熱を窒素循環用管路１２を循環する窒素の冷熱サイクルで発生させるために窒素コンプレッサ２０を駆動する電力は、夜間電力を利用するので、昼間よりもコストが低く、経済的に空気分離とＢＯＧ再液化とを行うことができる。

【００２０】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、ＬＮＧの冷熱を利用するＢＯＧの再液化と空気分離の設備を一体的に管理することができるので、それぞれの設備の稼働率をＬＮＧ利用量に合わせてフレキシブルに調整することが可能になるとともに、設備コストの低減と効率的な一元管理とを図ることができる。たとえば、ＬＮＧ貯蔵タンクに入船したＬＮＧタンカから夜間にＬＮＧが補給されるときには特にＢＯＧの発生量が増大するけれども、空気分離の冷熱使用量を低減し、優先的にＢＯＧの再液化にＬＮＧの冷熱を振り向けることができる。また、空気分離の設備能力に余裕を持たせておいて、ＬＮＧの冷熱ではＢＯＧの再液化に不足が生じるときに、空気分離の設備から冷熱源を供給するようにすることもできる。

【００２１】

また本発明によれば、窒素循環用管路を用いて、窒素ガスを圧縮して膨張させることによる冷熱の発生量を増大させることができるので、ＢＯＧの再液化のための冷熱源として効率的に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施の一形態のＢＯＧ再液化および空気分離一体化設備の概略的な構成を示す配管系統図である。

【図２】図１の実施形態で、昼間と夜間とでＬＮＧの冷熱利用割合を空気分離とＢＯＧ再液化とで変更する基本的な考え方を示す図である。

【図３】図１の実施形態で、空気分離設備１０の能力に余裕を持たせておき、ＬＮＧの送出量が減る夜間に空気分離設備からの冷熱量をＢＯＧ再液化にも利用する考え方を示す図である。

【符号の説明】

- １ ＬＮＧタンク
- ３ 熱交換器
- ４ ＬＮＧ通過層
- ５ ＢＯＧ通過層
- ６ 窒素膨張層
- ７ 窒素圧縮層
- ８ ＢＯＧコンプレッサ
- ９ ＢＯＧ再液化設備
- １０ 空気分離設備
- １１ 高圧蒸留塔
- １１' 低圧蒸留塔

10

20

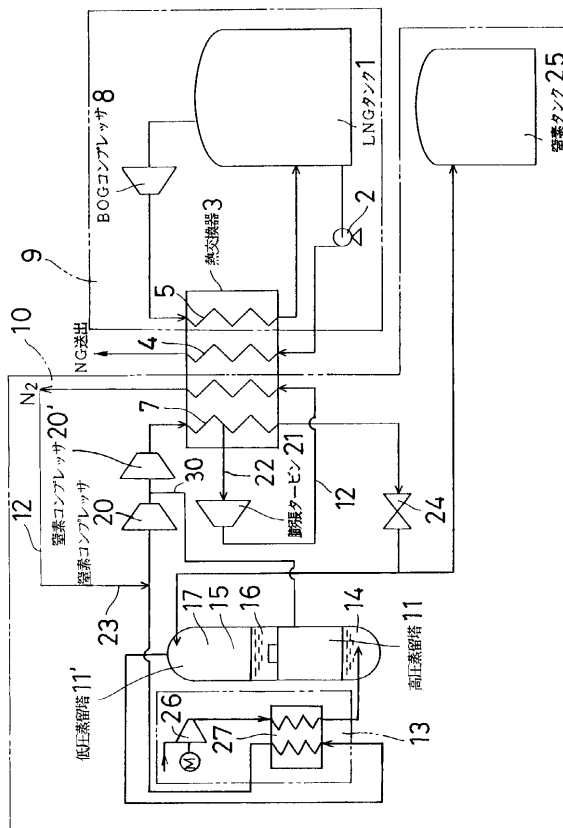
30

40

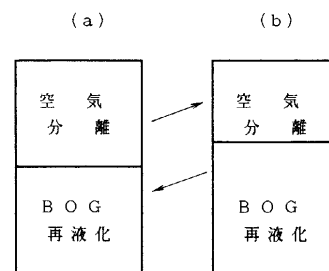
50

- | | |
|-------------|----------|
| 1 2 | 窒素循環用管路 |
| 1 3 | 空気液化設備 |
| 1 7 | 窒素ガス |
| 2 0 , 2 0 ' | 窒素コンプレッサ |
| 2 1 | 膨張タービン |
| 2 2 | 分岐管 |
| 2 3 | 合流管 |
| 2 5 | 窒素タンク |

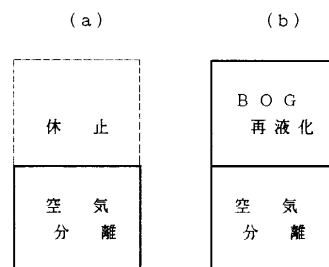
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

審査官 服部 智

- (56)参考文献 特開平 9 - 1 3 8 0 6 3 (J P , A)
特開平 3 - 2 3 6 5 8 8 (J P , A)
特開昭 6 2 - 1 4 2 9 8 1 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
F25J 1/00-5/00