(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3631893号
(P3631893)
(45)発行日　平成17年3月23日(2005.3.23)　(24)登録日　平成16年12月24日(2004.12.24)

(51)Int.Cl.[7]　F I
F17C 13/00　F17C 13/00　302A
F28D 20/02　F28D 20/00　C

請求項の数 6　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平9-294826
(22)出願日　平成9年10月13日(1997.10.13)
(65)公開番号　特開平11-118099
(43)公開日　平成11年4月30日(1999.4.30)
審査請求日　平成13年3月6日(2001.3.6)

前置審査

(73)特許権者　000006208
三菱重工業株式会社
東京都港区港南二丁目１６番５号
(74)代理人　100099623
弁理士　奥山　尚一
(74)代理人　100096769
弁理士　有原　幸一
(74)代理人　100107319
弁理士　松島　鉄男
(72)発明者　牧原　洋
広島県広島市西区観音新町四丁目６番２２号　三菱重工業株式会社広島研究所内
(72)発明者　藤川　圭司
広島県広島市西区観音新町四丁目６番２２号　三菱重工業株式会社広島研究所内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】蓄冷装置、ＬＮＧ冷熱の蓄冷方法及びＢＯＧの再液化方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

圧力容器の内部に、ＨＦＣ－１３４ａ及びＨＦＣ－２３の混合物からなり、ＨＦＣ－１３４ａ／ＨＦＣ－２３のモル分率が０．８～０．４／０．２～０．６であり、混合物が共晶をなし、－１００℃以下の温度領域において冷熱を顕熱及び凝固潜熱として蓄えることができる第１の蓄冷剤を充填した第１蓄冷槽と、圧力容器の内部に、－１００℃以上－５０℃以下の温度領域において冷熱を顕熱及び凝固潜熱として蓄えることができる第２の蓄冷剤を充填した第２蓄冷槽とを直列に連結し、該蓄冷槽に順に熱媒体を流通させ、前記各蓄冷剤と隔壁を介して熱交換できるようにしたことを特徴とするＬＮＧ冷熱の蓄冷装置。

【請求項２】

圧力容器の内部に、ＨＦＣ－１３４ａ及びＨＦＣ－３２の混合物からなり、ＨＦＣ－１３４ａ／ＨＦＣ－３２のモル分率が０．８～０．５／０．２～０．５であり、混合物が共晶をなし、－１００℃以下の温度領域において冷熱を顕熱及び凝固潜熱として蓄えることができる第１の蓄冷剤を充填した第１蓄冷槽と、圧力容器の内部に、－１００℃以上－５０℃以下の温度領域において冷熱を顕熱及び凝固潜熱として蓄えることができる第２の蓄冷剤を充填した第２蓄冷槽とを直列に連結し、該蓄冷槽に順に熱媒体を流通させ、前記各蓄冷剤と隔壁を介して熱交換できるようにしたことを特徴とするＬＮＧ冷熱の蓄冷装置。

【請求項３】

圧力容器の内部に、ＨＦＣ－１３４ａにＨＦＣ－２３及びＨＦＣ－３２を添加した共晶系混合物からなり、－１００℃以下の温度領域において冷熱を顕熱及び凝固潜熱として蓄え

ることができる第１の蓄冷剤を充填した第１蓄冷槽と、圧力容器の内部に、－１００℃以上－５０℃以下の温度領域において冷熱を顕熱及び凝固潜熱として蓄えることができる第２の蓄冷剤を充填した第２蓄冷槽とを直列に連結し、該蓄冷槽に順に熱媒体を流通させ、前記各蓄冷剤と隔壁を介して熱交換できるようにしたことを特徴とするＬＮＧ冷熱の蓄冷装置。

【請求項４】

第２の蓄冷剤が、メタノール、エタノール、メタノール／水混合物、エタノール／水混合物、メタノール／エタノール／水混合物のいずれかの蓄冷剤であることを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載のＬＮＧ冷熱の蓄冷装置。

【請求項５】

請求項１～４のいずれかに記載のＬＮＧ冷熱の蓄冷装置を用いて、ＬＮＧを第１蓄冷槽から第２蓄冷槽へと流通させ、第１の蓄冷剤及び第２の蓄冷剤とそれぞれ隔壁を介して熱交換することにより、ＬＮＧの冷熱を第１の蓄冷剤及び第２の蓄冷剤に蓄冷することを特徴とするＬＮＧ冷熱の蓄冷方法。

【請求項６】

請求項５記載のＬＮＧ冷熱の蓄冷方法により蓄冷された第１の蓄冷剤及び第２の蓄冷剤を用いて、ＢＯＧを第２蓄冷槽から第１蓄冷槽へと流通させ、第２の蓄冷剤及び第１の蓄冷剤とそれぞれ隔壁を介して熱交換することにより、ＢＯＧを液化させることを特徴とするＢＯＧの再液化方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は液化天然ガス（ＬＮＧと略称する）を気化し、天然ガス（ＮＧと略称する）として供給する時の冷熱を、蓄冷剤を充填した蓄冷槽内に蓄冷する方法及び装置、並びに、蓄冷した冷熱を利用してＮＧの非供給時に、ボイルオフガス（ＢＯＧと略称する）をＬＮＧとして再液化する方法及び装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

ＬＮＧは保冷タンクに貯蔵され、火力発電プラントや都市ガス用ＮＧとして払い出される。ＮＧの需要時に払い出されるＬＮＧは海水で熱交換してＮＧとしていたために低温海水が発生し環境に影響を与えるという問題があった。

また、ＬＮＧタンクは保冷されているが、ＢＯＧは、外部からの熱により常時ＬＮＧの一部が気化したり、ＬＮＧの払い出し時や輸送船からの受け入れ時に一部が気化したりして発生する。ＢＯＧの発生量は、貯蔵量に対して約０．００１～０．１％／ｈｒである。ＢＯＧをＬＮＧで液化して回収するには、ＬＮＧの払い出し時の冷熱を利用するのが熱的に有利であるが、ＬＮＧの払い出し量の少ない夜間、深夜等には、ＬＮＧの払い出し時の冷熱を利用してＢＯＧを直接液化することはできない。

【０００３】

ＢＯＧの処理方法として、払い出し時にＬＮＧの気化の際に発生する冷熱を利用して冷媒を冷却しておき、出荷が減少又は停止した時に、冷却した冷媒を利用しＢＯＧを再液化してＬＮＧタンクに戻したり（特開昭６０－９８３００号公報）、払い出されるＮＧに混ぜて利用したりする方法が知られている。

また、ＬＮＧ等の冷熱を貯蔵し、必要時にそれを利用する技術として、特開昭６０－９８３００号公報や特開昭６３－２０３９９７号公報には、凝固点が低く沸点の高いイソペンタン（凝固点－１６０℃）、イソブタン（凝固点－１４５℃）又はプロパン（凝固点－１８７．１℃）を蓄冷剤に使用し、蓄冷剤を熱交換器に流通させて使用する技術が開示されている。しかしこれらの蓄冷剤では、蓄冷剤は凝固しないので、蓄冷剤は顕熱しか利用できず、大量のＬＮＧの冷熱を蓄冷するには大型の蓄冷設備が必要である。

また特開平５－２６３９９７号公報には、ｎ－ペンタン（凝固点－１２９．７℃）のように、凝固して凝固点近傍の顕熱及び潜熱を利用できるものもあるが、凝固点よりも高温側

、即ち約－１００℃以上の領域では蓄冷能力の小さい顕熱しか利用できないために蓄冷設備が大型になるという問題点がある。

【０００４】

特開平３－２３６５８８号公報、特開平４－２５１１８２号公報には、エタノール／水の共晶混合物を蓄冷剤に使用し、内部にこの蓄冷剤を満たした蓄冷槽中にチューブを通過させるように設け、チューブ内にＢＯＧを流すことにより、ＢＯＧを再液化する方法が開示されている。蓄冷剤にエタノール／水の共晶混合物を使用することにより、蓄冷剤は顕熱に加えて、共晶混合物の結晶化時の潜熱も蓄冷に利用することができる。しかしながら、エタノールの凝固点は－１１４．４℃、水の凝固点は０℃であるので、エタノール／水の混合物の凝固点は高く、この蓄冷槽のみでは蓄冷の温度レベルが高く、蓄冷温度の点で有利とは言い難い。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、上記の問題を生ずることなく、ＬＮＧの冷熱を蓄冷する方法及びその装置を提供すること、並びにそれを利用してＬＮＧの非需要時に、発生するＢＯＧを液化する方法及びその装置を提供することである。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、鋭意検討した結果、かかる問題点を解決しうることを見い出し、本発明を完成するに至った。

【０００７】

すなわち本発明の第１は、圧力容器の内部に、－１００℃以下の温度領域において冷熱を顕熱及び凝固潜熱として蓄えることができる第１の蓄冷剤を充填した第１蓄冷槽と、圧力容器の内部に、－１００℃以上－５０℃以下の温度領域において冷熱を顕熱及び凝固潜熱として蓄えることができる第２の蓄冷剤を充填した第２蓄冷槽とを直列に連結し、該蓄冷槽に順に熱媒体を流通させ、前記各蓄冷剤と隔壁を介して熱交換できるようにしたことを特徴とする蓄冷装置に関するものである。

これにより、例えば払い出しＬＮＧの冷熱を、蓄冷剤を充填した蓄冷槽内に、顕熱および潜熱として蓄えることが可能となり、顕熱のみで蓄冷した場合に比べて蓄冷槽を小さくすることができて、しかもＬＮＧの冷熱を－１００℃以下と－１００℃以上の２段階の温度レベルで蓄冷できるので熱効率が高い。

【０００８】

本発明の第２は、第１の蓄冷剤が、ＨＦＣ－１３４ａ、ＨＦＣ－２３、ＨＦＣ－３２、エタン、プロパン、ブタン及びペンタンからなる群から少なくとも一種選ばれた蓄冷剤であることを特徴とする本発明の第１に記載の蓄冷装置に関するものである。

本発明の第３は、第１の蓄冷剤が、ＨＦＣ－１３４ａ／ＨＦＣ－２３の混合物で各成分のモル分率が０．８～０．４／０．２～０．６である混合物、またはＨＦＣ－１３４ａ／ＨＦＣ－３２の混合物で各成分のモル分率が０．８～０．５／０．２～０．５である混合物のいずれかの蓄冷剤であることを特徴とする本発明の第２に記載の蓄冷装置に関するものである。

本発明の第４は、第２の蓄冷剤が、メタノール、エタノール、メタノール／水混合物、エタノール／水混合物、メタノール／エタノール／水混合物のいずれかの蓄冷剤であることを特徴とする本発明の第１～３のいずれかに記載の蓄冷装置に関するものである。

これらにより、具体的に使用できる蓄冷剤が与えられ、所要の蓄冷剤を選択することができる。

【０００９】

本発明の第５は、本発明の第１～４に記載の蓄冷装置を用いて、ＬＮＧを第１蓄冷槽から第２蓄冷槽へと流通させ、第１の蓄冷剤及び第２の蓄冷剤とそれぞれ隔壁を介して熱交換することにより、ＬＮＧの冷熱を第１の蓄冷剤及び第２の蓄冷剤に蓄冷することを特徴とするＬＮＧ冷熱の蓄冷方法に関するものである。

これにより、例えば払い出しＬＮＧの冷熱を、蓄冷剤を充填した蓄冷槽内に、顕熱および潜熱として蓄えることが可能となり、顕熱のみで蓄冷した場合に比べて蓄冷槽を小さくすることができて、しかもＬＮＧの冷熱を－１００℃以下と－１００℃以上の２段階の温度レベルで蓄冷できるので熱効率が高い。

【００１０】

本発明の第６は、本発明の第５記載のＬＮＧ冷熱の蓄冷方法により蓄冷された第１の蓄冷剤及び第２の蓄冷剤を用いて、ＢＯＧを第２蓄冷槽から第１蓄冷槽へと流通させ、第２の蓄冷剤及び第１の蓄冷剤とそれぞれ隔壁を介して熱交換することにより、ＢＯＧを液化させることを特徴とするＢＯＧの再液化方法に関するものである。

これにより、必要に応じ、蓄冷した冷熱を利用してＢＯＧを再液化させることができて、しかも－１００℃以下と－１００℃以上の２段階で熱交換するので熱効率が高く、ＬＮＧの非供給時にＢＯＧをほぼ全量再液化することができる。

【００１１】

【発明の実施の形態】

ＬＮＧは、通常、メタンを主成分とする炭素数１～５の飽和炭化水素からなり、常圧ないし加圧下に、約－１６０ないし－１８０℃に冷却されて液化し貯蔵されており、常圧における気化温度は－１６１℃である。したがって、ＬＮＧが気化し外温のＮＧとなるまでの蒸発潜熱及び／又は顕熱を冷熱として蓄冷することができる。さらに、この蓄冷された冷熱を利用してＢＯＧを再液化することができる。

上述のように、天然ガスはメタンを主成分とする多成分系の混合物であり、産地によって少しづつ組成を異にする。したがって、ＢＯＧの沸点と露点も天然ガスの種類によって異なるが、沸点はほぼ同一の値を示す。

ＢＯＧはＬＮＧタンク内の上部にほぼ常圧で溜まり、その温度は約－１６０～－１００℃であり、主たる成分はメタンであり、常圧における沸点は約－１６１℃であり、４気圧に圧縮した状態の液化温度は約－１４０℃であり、４０気圧に圧縮した状態の沸点は約－８１℃である。

【００１２】

本発明で、払い出しＬＮＧとは、保冷されたＬＮＧタンクから火力発電プラントや都市ガス用にＮＧとして払い出されるＬＮＧを言い、需要期間とは、ＬＮＧが上記用途に払い出される期間を言い、非需要期間とは、上記用途に払い出される量が減少した又は０である期間を言う。したがって、例えば、需要期間とは昼間であり、非需要期間とは夜間又は早朝あるいは火力発電プラント等の停止期間である。また、必要時にとは、例えば、ＢＯＧを液化するために冷熱を使用する時である。

ＢＯＧは需要期には火力発電プラントや都市ガス用にＮＧとして払い出されるが、非需要期には外熱によりほぼ一定の速度で発生し、ＬＮＧタンク内の上部に溜まるので、上記発生速度に合わせてＢＯＧを蓄冷装置により再液化する。したがって、本発明ではＢＯＧをＬＮＧタンク内の上部に大量に貯蔵する必要はない。

【００１３】

ＢＯＧは、圧縮機により圧縮され、蓄冷装置により液化されてもよいし、予冷却されてから蓄冷装置により液化されてもよい。予冷却の方法としては、本発明で使用する蓄冷槽の温度よりも高温の約－５０℃～常温で熱交換できるものであり、本発明における蓄冷装置で熱交換したＬＮＧを払い出しＮＧ（約５℃）にするまでの冷熱を予冷設備（例えば、第２蓄冷槽と過熱器の間に設けられる）に蓄冷し、使用することができる。

また、ＢＯＧを払い出しＮＧの圧力まで昇圧するのに要するポンプ動力が、ＢＯＧの液化に要するポンプ動力よりも大きい場合には、日中等ＬＮＧの払い出し時においても蓄冷された冷熱を利用してＢＯＧを液化してもよい。

【００１４】

以後、ＬＮＧ、ＬＮＧを加温して生じたＮＧ、ＢＯＧまたは作動流体を流体と総称することがある。

本発明で第１蓄冷槽で使用する第１の蓄冷剤は、－１００℃以下で蓄冷可能な、好ましく

は、－１２０℃～－２００℃程度での使用に適した蓄冷剤である。蓄冷剤の凝固点は－１００℃以下であり、冷熱を蓄冷剤の顕熱及び凝固潜熱として蓄えられる媒体であり、圧力容器の内部に充填して使用した時に、－１００℃を越えて常温までの温度で液体状態のものであり、しかも凝固時にも伝熱効率の高いものである。

【００１５】

第１の蓄冷剤としては、ＨＦＣ－１３４ａ、ＨＦＣ－２３、ＨＦＣ－３２、エタン、プロパン、ブタン、ペンタン及びこれらの混合物の群から選ばれた少なくとも一種からなる蓄冷剤が使用される。

特に、ＨＦＣ－１３４ａ／ＨＦＣ－２３の混合物で各成分のモル分率が０．８～０．４／０．２～０．６である混合物は、共晶点を含むので融点降下を示し、蓄冷剤の大部分が－１６０℃程度まで液体状態を保って、凝固点に達したときに凝固して蓄冷する。ＨＦＣ－１３４ａ／ＨＦＣ－３２の混合物で各成分のモル分率が０．８～０．５／０．２～０．５である混合物もまた同様であり、蓄冷剤の大部分が－１６０℃程度まで液体状態を保って、凝固点に到達したときに凝固して蓄冷する。

また、前述の共晶系混合物の２例では、混合物の組成を変えることで蓄冷剤の融点を随意に変えることができる。

同様にＨＦＣ－１３４ａにＨＦＣ－２３及びＨＦＣ－３２を添加したものも共晶系混合物であり、融点降下を示し、上記と同様に使用することができる。

エタン、プロパン、ブタン、ペンタン及びこれらの混合物はＨＦＣ－１３４ａに対する溶解度が高く、これらの炭化水素成分の少なくとも１成分とＨＦＣ－１３４ａを含む混合物は－１２０℃を越えて常温までの温度で液体状態であり、－１２０℃以下で固溶体を形成させることができる。

【００１６】

本発明で第１蓄冷槽で使用する第１の蓄冷剤は、純物質又は混合物であり、混合物の場合は、各成分が純物質である場合よりも蒸気圧を低下させたり、引火性を低下させることができ、場合によっては非引火性にすることが可能である。また、蓄冷剤は、金属に対する腐蝕性がほとんどなく、金属製の耐圧容器に封入して長期間使用することができる。また、本発明の蓄冷剤は、オゾン破壊性が低く、外部に漏れた場合でも安全性は高い。

【００１７】

次に、本発明で第２蓄冷槽で使用する第２の蓄冷剤は、メタノール、エタノール、水及びこれらの混合物からなる群から選ばれた少なくとも一種からなる。

これらの成分の融点は、純成分ではメタノール－９７．８℃、エタノール－１１４．４℃、水０℃であるから、これらの混合物の組成を調整することで、融点を－１００℃以上に設定することができる。

したがって、第１蓄冷槽の蓄冷温度を－１６０～－１００℃に、第２蓄冷槽の蓄冷温度を第１蓄冷槽の蓄冷温度よりも高い－１００～－５０℃に設定して、ＬＮＧの冷熱を２段階の温度レベルで蓄冷し、必要に応じ、その蓄冷熱を利用してＢＯＧを再液化させることができる。

すなわち、本発明により、ＬＮＧ冷熱の利用が向上することになる。

【００１８】

第１蓄冷槽及び第２蓄冷槽を構成する耐圧容器の材質及び肉厚は、使用状態に合わせて選択される。しかしながら、－１００℃以下のような低温と常温の間で繰り返し冷却、昇温が行われ、長期間、好ましくは１０年間以上使用に耐えるものである。また、蓄冷及び冷熱の再利用の点から熱伝導率のよいものが好ましい。材質としては、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅－ニッケル合金、クロム－ニッケル合金、ニッケル、鉄、ステンレス鋼、オーステナイト系ステンレス鋼、チタン、チタン合金が挙げられる。耐圧容器の表面は、耐腐蝕性を増すために、ガラス、セラミック、黒鉛等でコーティングされていてもよい。又、耐圧容器は、必要により、表面に凹凸等の模様を有していたり、磁化されていたりあるいは酸化皮膜を設けられていてもよい。

【００１９】

蓄冷剤は、上記の耐圧容器に充填される。蓄冷剤は、冷却して液体状態にして封入しても、気体で耐圧容器を冷却して封入してもよい。耐圧容器に封入される蓄冷剤の量は蓄冷剤の膨張率を基にして決められる。凝固時の膨張率の大きいものでは、容器の容量の８０％とかの安全率を見込む場合がある。蓄冷剤を耐圧容器に封入した際の充填口は溶接、ねじ止め等により閉じることができる。

【００２０】

本発明で、「第１蓄冷槽用の第１の蓄冷剤を内部に充填した第１蓄冷槽と、第２の蓄冷剤を内部に充填した第２蓄冷槽とを直列に連結し、該第１の蓄冷槽及び第２蓄冷槽にＬＮＧを隔壁を介して熱交換させる」における「隔壁を介して熱交換させる」について説明する。

第１蓄冷槽及び第２蓄冷槽は、蓄冷槽内部に、蓄冷剤と熱交換させる流体を流通させる隔壁、例えばチューブが設けられており、蓄冷槽内部のチューブの外側には蓄冷剤が充填される。チューブの数は熱交換に必要な本数である。チューブの形状は、直線状、蛇管状又はスパイラル状のものが挙げられる。

したがって、この場合には、蓄冷槽はシェルアンドチューブ型熱交換器のような形状のものとなる。

隔壁としてはチューブに限定されず、例えば、蓄冷槽内部に複数の板状の隔壁が設けられて、流体の通路となし、その通路にＬＮＧ等を流通させるようにすることもできる。

このように、「隔壁を介して熱交換させる」とは、蓄冷剤と、ＬＮＧもしくはＮＧ、又はＢＯＧとが、隔壁を隔てて熱伝導により熱交換が行われることを意味するので、蓄冷剤と、ＬＮＧもしくはＮＧ、又はＢＯＧとが混合することはない。

【００２１】

以下に本発明の一例として図１により、払い出しＬＮＧの冷熱を蓄冷し、これを利用してＢＯＧを再液化する方法を説明する。

ＬＮＧタンク１（容量１０万ｋｌ）には、ＬＮＧが常圧ないし約０．１５ｋｇｆ／ｃｍ^{2}のやや加圧で、－１６０℃近傍で貯蔵されており、ＬＮＧの上部にはＢＯＧが常圧ないしやや加圧で－１６０～－１００℃で溜まっている。ＬＮＧの払い出し量は昼間需要時に例えば、１００ｔ／ｈｒで、ポンプにより３０ｋｇｆ／ｃｍ^{2}に加圧されて払い出され、夜間非需要時の払い出し量はほぼ０ｔ／ｈｒである。ＢＯＧの発生量は常時平均２ｔ／ｈｒである。

第１蓄冷槽４はシェルアンドチューブ型の圧力容器であり、そのチューブ側に払い出しＬＮＧ２が流通され、蓄冷槽内のＬＮＧ流通チューブ以外の空間、即ちシェル側には蓄冷剤が充填されている。第１蓄冷槽４に充填される第１の蓄冷剤５は、ＨＦＣ－１３４ａ、ＨＦＣ－２３、ＨＦＣ－３２、エタン、プロパン、ブタン、ペンタン及びこれらの混合物からなる群から選ばれた少なくとも一種からなる蓄冷剤である。

また、第２蓄冷槽７もシェルアンドチューブ型の圧力容器であり、そのチューブ１２側には第１蓄冷槽４通過後のＬＮＧ及び／又はＮＧが流通され、第２蓄冷槽内のＬＮＧ流通チューブ以外の空間、即ちシェル側には第２の蓄冷剤が充填されている。第２の蓄冷剤１３は、メタノール、エタノール、メタノール／水、エタノール／水の混合物、又はメタノール／エタノール／水の３成分系混合物である。

【００２２】

需要時に、ＬＮＧタンク１を出た払い出しＬＮＧ２は、第１蓄冷槽４のＬＮＧ流通チューブ６に供給され、第１の蓄冷剤５に蓄冷される。第１蓄冷槽４を出たＬＮＧ及び／又はＮＧは第２蓄冷槽７に供給され、より高温度側の冷熱が蓄冷される。第２蓄冷槽７を出たＮＧは過熱器８に供給され所定の温度にして、ＮＧとして払い出される。過熱器８としては、海水を散水する方式のものが使用される。

次に、需要時に、ＬＮＧタンク１の上部に溜まっているＢＯＧ３はＢＯＧ圧縮機１０により３～２０ｋｇｆ／ｃｍ^{2}に圧縮され、払い出されるＬＮＧ２に直接混合することで再液化し、ＢＯＧを併合した払い出しＬＮＧ２は第１蓄冷槽４及び第２蓄冷槽７をこの順で通過し、各蓄冷槽内の蓄冷剤にその冷熱を与え、ＬＮＧ２自身は気化して、さらに過熱器８

によって５℃レベルまで過熱されたＮＧとなる。

【００２３】

一方、非需要時に、ＬＮＧタンク１の上部に溜まってくるＢＯＧ３は、ＢＯＧ圧縮機１０により３～２０ｋｇｆ／ｃｍ^2 に圧縮され、図１で点線で示すように、第２蓄冷槽７に供給されて冷却された後、第１蓄冷槽４のＬＮＧ流通チューブ６に供給され、蓄冷剤５により冷却されて再液化ＢＯＧ１１となり、ＬＮＧタンク１に戻される。

【００２４】

【実施例】

以下、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

（実施例１）

図１に示す装置において、ＬＮＧタンク１には、ＬＮＧが常圧、－１６１℃で貯蔵されており、ＬＮＧの上部にはＢＯＧが常圧、－１６０℃で溜まっている。ＬＮＧの払い出し量は昼間の需要時に１００ｔ／ｈｒで、ポンプにより３０ｋｇｆ／ｃｍ^2 に加圧されて払い出され、夜間の非需要時の払い出し量は０ｔ／ｈｒである。

第１蓄冷槽４は直径３ｍ、長さ１３ｍ、容積７０ｍ^3 （チューブ容積も含む蓄冷槽の容積）の蓄冷槽であり、ＬＮＧ流通チューブが設けられており、第１蓄冷槽内のＬＮＧ流通チューブ以外のシェル側空間には表１に示す蓄冷剤が充填されている。

また、第２蓄冷槽７にはＮＧ流通チューブが設けられており、第２蓄冷槽内のＮＧ流通チューブ以外の空間にはエタノール／水の混合蓄冷剤（第２の蓄冷剤）が満たされている。

需要時に、ＬＮＧタンク１を出た払い出しＬＮＧ２は、第１蓄冷槽４のＬＮＧ流通チューブ６に供給され、同チューブの外部を囲む蓄冷剤５に蓄冷された。第１蓄冷槽４を出たＮＧは第２蓄冷槽７に供給され、より高温度の冷熱が蓄冷された。第２蓄冷槽７を出たＮＧは海水散水方式の過熱器８に供給され所定の温度にして、ＮＧとして払い出された。

結果を表１に示す。ＬＮＧから蓄冷装置への冷熱の移動は良好であった。

【００２５】

【表１】

表１

実施例１			実施態様の概要	備　考
第１蓄冷槽	蓄冷剤組成	HFC-134a プロパン	HFC-134a／プロパン ＝20/80（モル%比） ＝36.7/63.3（重量%比）	混合系の蓄冷剤を蓄冷槽のシェル側空間に液状で充填する。但し、液の膨張を考慮して充填率を約８０%とする。
	蓄冷剤貯蔵量		３８m^3	
	冷熱源	種類 温度 流量	ＬＮＧ －１６１℃ １００ｔ／ｈｒ	ＬＮＧはポンプにより圧力３５kgf/cm^2まで昇圧されている
	蓄冷剤温度 蓄冷量		－１４０℃ １．０７×１０^{6}kcal	－１４０～－１００℃の範囲で蓄冷できる熱量
第２蓄冷槽	蓄冷剤組成	エタノール 水	エタノール／水＝８０／２０ （重量%比）	混合系の蓄冷剤を蓄冷槽のシェル側空間に液状で充填する。
	蓄冷剤貯蔵量		３８m^3	
	冷熱源	種類 温度 流量	第１蓄冷槽通過後ＬＮＧ －１３０℃ １００ｔ／ｈｒ	第１蓄冷槽通過後ＬＮＧはＬＮＧ及び／又はＮＧ
	蓄冷剤温度 蓄冷量		－１００℃ １．３３×１０^{6}kcal	－１００～－５０℃の範囲で蓄冷できる熱量

【００２６】

（実施例２）

実施例１で得られた蓄冷した蓄冷装置に、ＬＮＧ非需要時に、ＬＮＧタンクの上層部に蓄積してくるＢＯＧを、圧力３５ｋｇｆ／ｃｍ^{2}までに圧縮し、予冷設備（図示せず。例えば、第２蓄冷槽と過熱器の間に設けられる）により－５０℃に予備冷却したＢＯＧを２ｔ／ｈｒで、約６時間にわたって連続供給し、供給したＢＯＧの全量を液化させて、ＬＮＧタンク１に戻すことができる。

【００２７】

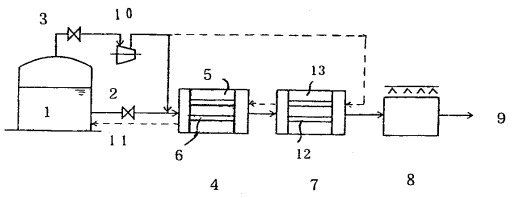
【発明の効果】

本発明により、払い出しＬＮＧの冷熱を、蓄冷剤を充填した蓄冷槽内に、顕熱および潜熱として蓄えることが可能となり、顕熱のみで蓄冷した場合に比べて蓄冷槽を小さくすることができる。さらに、第１蓄冷槽の蓄冷温度を－１００℃以下に、第２蓄冷槽の蓄冷温度を第１蓄冷槽の蓄冷温度よりも高い－１００℃以上に設定して、ＬＮＧの冷熱を２段階の温度レベルで蓄冷し、必要に応じ、その蓄冷熱を利用してＢＯＧを再液化させることができる。

また、蓄冷した冷熱を利用して、ＬＮＧの非供給時にＢＯＧをほぼ全量再液化してＬＮＧ貯槽に戻すことができる。

【図面の簡単な説明】
【図１】ＬＮＧ冷熱の蓄冷及び、蓄冷熱を利用したＢＯＧの再液化を示すフロー図である。
破線は非需要時のＢＯＧの圧縮された後の流れを示す。
【符号の説明】
１　ＬＮＧタンク
２　払い出しＬＮＧ
３　ＢＯＧ
４　第１蓄冷槽
５　第１の蓄冷剤
６　ＬＮＧ流通チューブ
７　第２蓄冷槽
８　過熱器
９　ＮＧ
１０　ＢＯＧ圧縮機
１１　再液化ＢＯＧ
１２　ＮＧ流通チューブ
１３　第２の蓄冷剤

【図１】



フロントページの続き

(72)発明者　飯島　正樹
東京都千代田区丸の内二丁目５番１号　三菱重工業株式会社内
(72)発明者　朝川　春馬
東京都千代田区丸の内二丁目５番１号　三菱重工業株式会社内

審査官　一ノ瀬　覚

(56)参考文献　特公昭５９－０４５９１６（ＪＰ，Ｂ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
F17C 13/00
F25J 1/00
F28D 20/00 - 20/02
C09K 5/06
F25D 3/00