

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7108255号
(P7108255)

(45)発行日 令和4年7月28日(2022.7.28)

(24)登録日 令和4年7月20日(2022.7.20)

(51)国際特許分類	F I
F 2 5 B 25/00 (2006.01)	F 2 5 B 25/00 Z
F 2 5 B 1/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 9 9 A

請求項の数 5 (全9頁)

(21)出願番号	特願2019-540875(P2019-540875)	(73)特許権者	000222174 東洋エンジニアリング株式会社 東京都港区西新橋一丁目1番1号
(86)(22)出願日	平成30年8月23日(2018.8.23)	(74)代理人	100087642 弁理士 古谷 聡
(86)国際出願番号	PCT/JP2018/031133	(74)代理人	100098408 弁理士 義経 和昌
(87)国際公開番号	WO2019/049678	(72)発明者	石坂 拓哉 千葉県習志野市茜浜2丁目8番1号 東 洋エンジニアリング株式会社内
(87)国際公開日	平成31年3月14日(2019.3.14)	審査官	西山 真二
審査請求日	令和3年5月12日(2021.5.12)		
(31)優先権主張番号	特願2017-169976(P2017-169976)		
(32)優先日	平成29年9月5日(2017.9.5)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 循環冷却・冷凍システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスハイドレートの生成装置、冷却対象、分離器、圧縮機、冷却器および減圧器を備えている循環冷却・冷凍システムであって、

前記ガスハイドレートの生成装置、前記冷却対象および前記分離器を通り、前記ガスハイドレートの生成装置に戻る、氷点下のガスハイドレートを輸送するガスハイドレートラインを含む第1循環ラインと、

前記ガスハイドレートの生成装置、前記圧縮機、前記冷却器および前記減圧器を通り、前記ガスハイドレートの生成装置に戻るガスの第2循環ラインを有しており、

前記第1循環ラインが、

前記ガスハイドレートラインと、前記ガスハイドレートが分解した後のガスと氷の混合相を輸送する混合相ラインと、前記分離器でガスと氷が分離された後の氷を輸送する氷ラインを有しており、前記第1循環ラインの各ラインにおける輸送対象が同一の液体キャリアーと共に輸送されるものであり、

前記第2循環ラインが、

前記ガスハイドレートの生成装置と前記圧縮機の間において、前記第2循環ラインから前記ガスハイドレートの生成装置にガスを送るために分岐された第1ガス供給ラインと、前記分離器で分離されたガスを前記圧縮機に送るために接続された第2ガス供給ラインを有している、循環冷却・冷凍システム。

【請求項2】

前記液体キャリアーが、前記ガスハイドレートの生成装置における冷却温度では液体状態を維持し、ガスハイドレートにならないものである、請求項 1 記載の循環冷却・冷凍システム。

【請求項 3】

前記液体キャリアーがアルコール、あるいは炭素数 8 ~ 10 の炭化水素である、請求項 2 記載の循環冷却・冷凍システム。

【請求項 4】

前記第 1 循環ラインが複数の冷却対象と接続されているものである、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の循環冷却・冷凍システム。

【請求項 5】

前記冷却器が水冷方式または空冷方式である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の循環冷却・冷凍システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、各種プラント、各種冷却・冷凍装置、ヒートポンプ、各種空調システムなどの冷却対象の冷却に使用できる循環冷却・冷凍システムに関する。

背景技術

【0002】

ガスハイドレートは、水分子の包接格子の中にガス分子が包接された氷状の包接化合物であり、生成時において発熱し、分解時において吸熱する性質を有していることが知られている。

【0003】

このようなガスハイドレートの性質を利用した冷却システムなどが、特開 2003 - 139357 号公報、特開 2004 - 101138 号公報、特開 2004 - 101139 号公報、特開 2004 - 101140 号公報、特開 2006 - 194549 号公報、および特開 2007 - 322025 号公報から知られている。

発明の概要

【0004】

本発明は、氷点下のガスハイドレートを使用した循環冷却・冷凍システムを提供することを課題とする。

【0005】

本発明は、ガスハイドレートの生成装置、冷却対象、分離器、圧縮機、冷却器および減圧器を備えている循環冷却・冷凍システムであって、

前記ガスハイドレートの生成装置、前記冷却対象および前記分離器を通り、前記ガスハイドレートの生成装置に戻る、氷点下のガスハイドレートを輸送するガスハイドレートラインを含む第 1 循環ラインと、

前記ガスハイドレートの生成装置、前記圧縮機、前記冷却器および前記減圧器を通り、前記ガスハイドレートの生成装置に戻るガスの第 2 循環ラインを有しており、

前記第 1 循環ラインが、

前記ガスハイドレートラインと、前記ガスハイドレートが分解した後のガスと氷の混合相を輸送する混合相ラインと、前記分離器でガスと氷が分離された後の氷を輸送する氷ラインを有しており、前記第 1 循環ラインの各ラインにおける輸送対象が同一の液体キャリアーと共に輸送されるものであり、

前記第 2 循環ラインが、

前記ガスハイドレートの生成装置と前記圧縮機の間において、前記第 2 循環ラインから前記ガスハイドレートの生成装置にガスを送るために分岐された第 1 ガス供給ラインと、

前記分離器で分離されたガスを前記圧縮機に送るために接続された第 2 ガス供給ラインを有している、循環冷却・冷凍システムを提供する。

【0006】

10

20

30

40

50

本発明の循環冷却・冷凍システムは、氷点下のガスハイドレートとキャリアーを使用することでガスハイドレートの輸送が円滑できるようになると共に、ガスハイドレートの分解潜熱を利用することで電力消費量を削減でき、-40 程度までの冷却および冷凍にも対応できるようになっている。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の循環冷却・冷凍システムの概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

<循環冷却・冷凍システム>

本発明の循環冷却・冷凍システムは、氷点下のガスハイドレートを利用し、前記氷点下のガスハイドレートの輸送手段として、氷点下においても液体であるキャリアー（液体キャリアー）を使用したことが特徴である。

【0009】

図1に示す循環冷却・冷凍システムは、第1循環ラインと第2循環ラインを有している。

【0010】

第1循環ラインは、ガスハイドレートの生成装置（以下「生成装置」という）1、冷却対象2および分離器3を通り、生成装置1に戻る循環ラインであり、ポンプ30を駆動させることで循環されるものである。各ラインは、炭素鋼やステンレス鋼などの金属からなるパイプであり、必要に応じて断熱材で覆われているものである。

【0011】

第1循環ラインの生成装置1は、内部において氷とガスからガスハイドレートを生成させるための装置である。生成装置1は炭素鋼やステンレス鋼などの金属からなり、外形が円柱形状、または円柱形状の本体部と、前記本体部の両端側が球面状のものからなる耐圧構造容器である。

【0012】

生成装置1は、運転開始前の段階で内部に氷または水（好ましくは氷）を入れるための投入口を有しており、前記投入口は開閉自在の扉を有している。前記扉は、氷を入れた後は、生成装置1内部を密閉構造に維持できるものである。

【0013】

生成装置1の内部には冷却装置7が配置されている。冷却装置7は、生成装置1内部を冷却できるものであればよく、冷却ガスを通すことができるコイル状の管、波形状の管、複数枚が組み合わされた冷却板などを使用することができる。

【0014】

生成装置1は、必要に応じて装置内部の温度、圧力などを測定し、外部から確認できるようにされた温度計、圧力計などが取り付けられていてもよい。

【0015】

冷却対象2は、冷却を必要とする各種プラント、各種冷却・冷凍装置、ヒートポンプ、各種空調システムなどであり、それらが有している熱交換器、冷却管などを介して冷却されるものである。

【0016】

生成装置1と冷却対象2は、ガスハイドレートの輸送ライン10で接続されており、ガスハイドレートは、ガスハイドレートの輸送を補助するためのキャリアーと共に輸送される。

【0017】

冷却対象2は、1つでもよいし、複数であってもよい。冷却対象2が複数ある場合には、第1循環ラインから複数の冷却対象のそれぞれと個別の循環ラインで接続されている形態、または第1循環ラインから第1の冷却対象、第1の冷却対象から第2の冷却対象、第2の冷却対象から第n番目の冷却対象にというように複数の冷却対象が1本の循環ラインで接続されている形態にすることができる。冷却対象2が複数ある場合でも、その温度レベルはそれぞれの冷却対象に合わせて変更可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

分離器 3 は、冷却対象 2 を冷却する過程でガスハイドレートが分解されて生成したガスと、氷および液体状態のキャリアを分離するものである。冷却対象 2 と分離器 3 は、冷却対象 2 を冷却することでガスハイドレートが分解した後のガスと氷の混合相を輸送する混合相ライン 1 1 で接続されている。

【 0 0 1 9 】

また分離器 3 と第 2 循環ライン中の圧縮機 4 は、第 2 ガスライン 1 4 で接続されている。第 2 ガスライン 1 4 には、分離器 3 からのリークした水成分によってハイドレートの再凝縮が懸念される際は、減圧器や予熱器を設置してもよい。

【 0 0 2 0 】

混合相ライン 1 1 から分離器 3 に送られたガス、氷およびキャリアは、ガスが分離器 3 の上部空間に移動し、氷とキャリアが分離器 3 の下部空間に移動することで分離される。分離器 3 内には、必要に応じて、ミストを除去するためのミストエリミネーター装置 3 a を配置することができる。

10

【 0 0 2 1 】

分離器 3 と生成装置 1 の間にはポンプ 3 0 が配置されており、分離器 3 とポンプ 3 0 は分離器 3 にて分離された後の氷を液体のキャリアと共に輸送する第 1 氷ライン 1 2 で接続されており、ポンプ 3 0 と生成装置 1 の間は第 2 氷ライン 1 3 で接続されている。第 1 氷ライン 1 2 と第 2 氷ライン 1 3 から生成装置 1 内に戻された氷は、再度、生成装置 1 内においてガスハイドレートの製造に使用される。

20

【 0 0 2 2 】

第 2 循環ラインは、生成装置 1、圧縮機 4、冷却器 5 および減圧器 6 を通り、生成装置 1 に戻るガス循環ラインである。各ラインは、炭素鋼やステンレス鋼などからなるパイプであり、必要に応じて断熱材で覆われているものである。

【 0 0 2 3 】

圧縮機 4 は、ガスを圧縮するためのものである。圧力レベルは、減圧器 6 における減圧レベル（減圧によるガス温度降下レベル）との関係を考慮して決められる。生成装置 1 と圧縮機 4 は、第 1 ガスライン 1 8、第 1 ガスライン 1 8 が接続された第 2 ガスライン 1 4 により接続されている。

【 0 0 2 4 】

なお、図 1 では、圧縮機 4 と第 2 ガスライン 1 4 が接続され、第 1 ガスライン 1 8 が第 2 ガスライン 1 4 に接続されているが、第 1 ガスライン 1 8 が圧縮機 4 に接続され、第 2 ガスライン 1 4 が第 1 ガスライン 1 8 に接続されるようにしてもよいし、第 1 ガスライン 1 8 と第 2 ガスライン 1 4 が別々に圧縮機 4 に接続されるようにしてもよい。

30

【 0 0 2 5 】

第 1 ガスライン 1 8 からは、生成装置 1 にガスを供給するためのガス供給ライン 1 9 が分岐されている。

【 0 0 2 6 】

冷却器 5 は、圧縮機 4 において圧縮されることで昇温したガスを冷却するためのものである。圧縮機 4 と冷却器 5 は、第 3 ガスライン 1 5 で接続されている。冷却器 5 は、水冷方式または空冷方式を使用することができる。

40

【 0 0 2 7 】

減圧器 6 は、冷却器 5 から送られてきた依然として高圧状態のガスを減圧することによる潜熱を利用してガス温度を大幅に低下させるためのものである。減圧器 6 と冷却器 5 は、第 4 ガスライン 1 6 で接続されている。

【 0 0 2 8 】

減圧器 6 は、膨張器、膨張弁などを使用することができる。膨張器の場合、そこで得られた動力を圧縮機の動力源の一部として使用することができ、また等エントロピー膨張により膨張弁よりも温度を下げるのが可能である。一方、膨張弁の場合、初期投資コストを大幅に下げることができる。

50

【 0 0 2 9 】

生成装置 1 内の冷却装置 7 と減圧器 6 は、第 5 ガスライン 1 7 で接続されており、冷却装置 7 は第 1 ガスライン 1 8 と接続されている。なお、第 5 ガスラインは、温度レベルと循環するガスによりガスもしくはガス・液混相となる。

【 0 0 3 0 】

< 循環冷却・冷凍システムの運転方法 >

図 1 により循環冷却・冷凍システムの運転方法を説明する。

【 0 0 3 1 】

循環冷却・冷凍システムの運転においては、第 1 循環ラインの循環運転と第 2 循環ラインの循環運転を並行して実施する。

【 0 0 3 2 】

最初に第 2 循環ラインのガスの循環運転を説明する。第 2 循環ライン内のガスは、循環冷却・冷凍システムの組み立て時において所要量を充填する。図 1 に示す循環冷却・冷凍システムは、運転開始後は密閉系であるため、ガス漏れなどの異常事態が生じない限り、ガスの補充は必要ない。

【 0 0 3 3 】

第 2 循環ライン内のガスは、ガスハイドレートの生成のために第 1 ガスライン 1 8 から分岐されたガス供給ライン 1 9 から生成装置 1 内に供給されるほか、生成装置 1 内に配置された冷却装置 7 の冷媒として使用される。

【 0 0 3 4 】

第 2 循環ライン内を循環するガスは、圧縮機 4 で圧縮されて（例えば 1 0 ~ 3 0 M P a ）、その後、冷却器 5 で冷却されたものを減圧器 6 で減圧する（例えば 0 . 3 ~ 0 . 9 M P a ）ことで生じる等エントロピー膨張もしくは等エンタルピー膨張によりさらに冷却される。

【 0 0 3 5 】

この冷却されたガスが生成装置 1 内の冷却装置 7 に供給され、冷却装置 7 により生成装置 1 内部が冷却される。このときの冷却温度は、ガスハイドレートの分解熱に必要な温度範囲、例えば氷点下 - 4 0 度の範囲に維持できる温度である。

【 0 0 3 6 】

冷却装置 7 を通ったガスは、第 1 ガスライン 1 8 から圧縮機 4 に送られ、途中で第 1 ガスライン 1 8 から分岐されたガス供給ライン 1 9 から生成装置 1 内にガスハイドレートの生成用ガスとして供給される。

【 0 0 3 7 】

第 2 循環ラインには、ガス供給ライン 1 9 を含めて、適宜ガス流量計、圧力計などを取り付けることができる。

【 0 0 3 8 】

次に、上記した第 2 循環ラインの循環運転と関連させながら第 1 循環ラインの循環運転を説明する。生成装置 1 は、予め所要量の氷または水を入れ、密閉された状態になっている。氷の量は、生成装置 1 の容積、冷却対象 2 に対する冷却・冷凍レベル、第 1 循環ライン内の循環量などを考慮して決定される。

【 0 0 3 9 】

生成装置 1 内に氷を入れた状態で、第 1 ガスライン 1 8 から分岐されたガス供給ライン 1 9 から生成装置 1 内にガスを吹き込んで氷と接触させる。ガスを吹き込んで行くことで生成装置 1 の内部は高圧になり、ガスハイドレートが生成される。

【 0 0 4 0 】

使用できるガスとしては、メタン、エタン、エチレン、プロパン、プロピレン、などの炭化水素、二酸化炭素、窒素、空気、アンモニア、キセノンなどを挙げることができるが、氷点下のガスハイドレートを生成できるものであれば制限されるものではない。またハイドレートのタイプも Structure I , II , H 型に制限はなく、取り扱う温度・圧力レベルと、熱量を考慮して選択できる。本発明では、メタン、プロパン、プロピレン、二酸化炭素

10

20

30

40

50

もしくはそれらの混合物が好ましい。

【0041】

生成装置1内でガスハイドレートが生成するときに発生する生成熱は、生成装置1外部の冷却媒体(水、海水、ブラインなど)と熱交換することもできるが、図1に示す循環冷却・冷凍システムでは、第2循環ラインにおける冷却装置7により第5ガスライン17の潜熱および顕熱を使って冷却する。

【0042】

また外部の冷却媒体(LNGなど)がある場合は、その冷熱を利用することでシステムの熱効率、エネルギー効率が上昇する。

【0043】

ガスハイドレートが生成された生成装置1に接続されたガスハイドレート輸送ライン10から冷却対象2までガスハイドレートを輸送するが、このとき生成装置1内に供給されたキャリアーを利用してガスハイドレートを輸送する。

【0044】

キャリアーは、第1循環ライン内において氷点下でシャーベットもしくは氷状のガスハイドレート、または分離器3でガスハイドレートから分離された氷を輸送するためのものであり、生成装置1における冷却温度では液体状態を維持して、ガスハイドレートにならないものである。

【0045】

キャリアーは、予め生成装置1内に入れておいてもよいし、第2氷ライン13に接続されたキャリアータンク(図示せず)から供給するようにしてもよい。

【0046】

キャリアーとしては、プロパノール、ブタノール等のアルコール、オクタン、ノナン、デカンなどの炭素数8~10の炭化水素を挙げることができるが、生成装置1における冷却温度において液体状態を維持して、ガスハイドレートにならないものであれば制限されるものではない。キャリアーは、その融点と生成装置1における冷却温度の両方を考慮して選択することができる。

【0047】

ガスハイドレートは輸送ライン10により冷却対象2に送られ、そこで冷却対象2を冷却することで自らは分解して氷とガスになるが、分解時の吸熱反応(分解潜熱)によりさらに冷却対象を冷却する。冷却対象2が複数ある場合には、複数の冷却対象2を冷却する。

【0048】

冷却対象2を冷却したあとの氷とガスの混合相は、キャリアーと共に混合相ライン11から分離器3に送られて、ガスと、氷およびキャリアーに分離される。分離器3で分離されたガスは、第2ガスライン14から圧縮機4に送られ、第2循環ラインのガス流と合流する。

【0049】

分離器3で分離された氷とキャリアーは、ポンプ30を駆動させることで、第1氷ライン12と第2氷ライン13を経て生成装置1に送られて、ガスハイドレートの生成に利用される。

【0050】

本発明の循環冷却・冷凍システムは、上記のようにして第1循環ラインの循環運転と第2循環ラインの循環運転が繰り返されることで、冷却対象を冷媒にプロパンなどの炭化水素を使用した場合と同様の-40程度までの温度範囲で冷却・冷凍することができる。

【0051】

また本発明の循環冷却・冷凍システムは、冷媒にプロパンなどの炭化水素を使用した場合のように蒸発熱を利用して冷却・冷凍するものではなく、ガスハイドレートが分解するときの分解潜熱を利用して冷却・冷凍するものであるため、例えばプロパンを使用した場合と比べると電力消費量が1/3程度にまで削減される。

【0052】

10

20

30

40

50

さらに本発明の循環冷却・冷凍システムは、プロパンなどの炭化水素と比べると利用価値の小さい二酸化炭素も使用できる点でも優れている。

産業上の利用可能性

【0053】

本発明の循環冷却・冷凍システムは、各種プラント、各種冷却・冷凍装置、ヒートポンプ、各種空調装置などの冷却または冷凍に利用することができる。

符号の説明

【0054】

- 1 ガスハイドレート生成装置
- 2 冷却対象
- 3 分離器
- 4 圧縮機
- 5 冷却器
- 6 減圧器
- 7 冷却装置

10

20

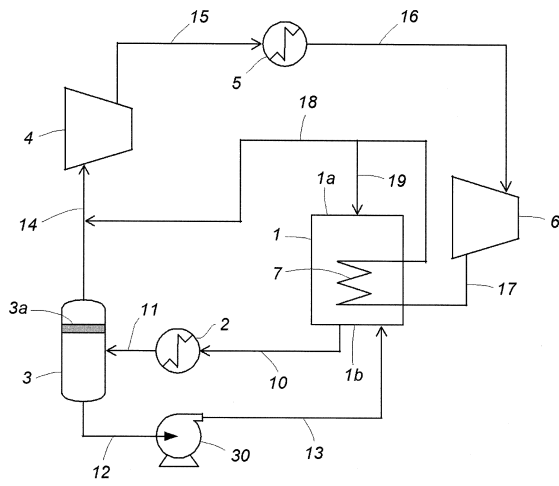
30

40

50

【図面】

【図 1】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特公昭57-16289(JP, B2)
特開2004-101140(JP, A)
特開2006-194549(JP, A)
特開2003-139357(JP, A)
特開2007-322025(JP, A)
米国特許第4914921(US, A)
国際公開第2004/055453(WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | | | |
|------|-------|---|-------|
| F24F | 5/00 | | |
| F25B | 1/00 | | |
| F25B | 15/00 | - | 15/16 |
| F25B | 23/00 | - | 27/02 |