

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-170007

(P2004-170007A)

(43) 公開日 平成16年6月17日(2004.6.17)

(51) Int. Cl.⁷

F 2 5 B 7/00

F 2 5 B 1/00

F I

F 2 5 B 7/00

F 2 5 B 1/00

D

3 9 5 Z

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2002-337086 (P2002-337086)	(71) 出願人	000235059 八洋エンジニアリング株式会社 静岡県焼津市中港2丁目2番13号
(22) 出願日	平成14年11月20日 (2002.11.20)	(74) 代理人	100086438 弁理士 東山 喬彦
		(72) 発明者	金尾 英敏 静岡県焼津市駅北1丁目2番24-704号

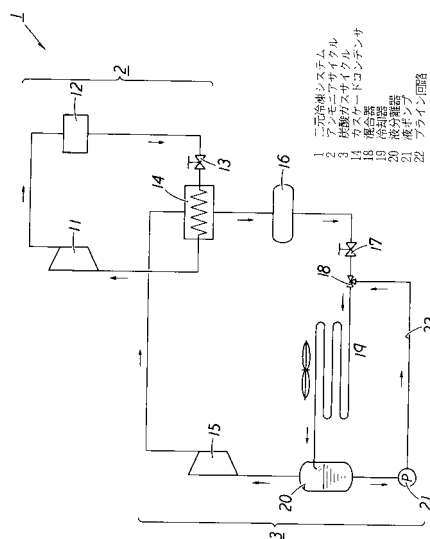
(54) 【発明の名称】 アンモニアと二酸化炭素を組み合わせた二元冷凍システム

(57) 【要約】

【課題】 アンモニアと二酸化炭素を冷媒として使用しながらも、二酸化炭素の三重点である摂氏 - 5 6 以下の温度域まで効率良く冷却できる新規且つ実用的な冷凍システムを提供する。

【解決手段】 本発明の二元冷凍システム 1 は、アンモニアサイクル 2 に炭酸ガスサイクル 3 の二酸化炭素媒体を冷却、液化するカスケードコンデンサ 1 4 を具備するとともに、炭酸ガスサイクル 3 に目的の冷却を行う冷却器 1 9 を具備し、この冷却器 1 9 には、二酸化炭素の三重点以下の温度で凍ることがなく、また二酸化炭素と化学反応をほとんど起こさず、且つまた二酸化炭素が少量しか溶解しないプラインを、二酸化炭素とともに冷媒として搬送できるように構成し、二酸化炭素の三重点以下の温度域において連続的な冷却が行えるようにしたことを特徴とする。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

アンモニアを媒体としたアンモニアサイクルを高元側とし、二酸化炭素を媒体とした炭酸ガスサイクルを低元側として組み合わせるシステムであって、
前記アンモニアサイクルは、炭酸ガスサイクル内の二酸化炭素媒体を冷却、液化するカスケードコンデンサを具備するとともに、
前記炭酸ガスサイクルは、目的の冷却を行う冷却器を具備して成る冷凍システムにおいて、前記冷却器には、二酸化炭素の三重点以下の温度で凍ることがなく、また二酸化炭素と化学反応をほとんど起こさず、且つまた二酸化炭素が少量しか溶解しないブラインを、二酸化炭素とともに冷媒として搬送できるように構成し、
二酸化炭素の三重点以下の温度帯において目的の冷却が連続的に行えるようにしたことを特徴とするアンモニアと二酸化炭素を組み合わせた二元冷凍システム。

10

【請求項 2】

前記ブラインは、二酸化炭素の三重点相当飽和圧力以下の状態で、液体二酸化炭素が直接吹き込まれ、液中に固体二酸化炭素の小さな粒子が攪拌した状態で、前記冷却器に搬送されることを特徴とする請求項 1 記載のアンモニアと二酸化炭素を組み合わせた二元冷凍システム。

【請求項 3】

前記液体二酸化炭素は、冷却器から排出されて炭酸ガスがほぼ分離された貯留状態のブライン中に供給されるものであり、
ブラインは固体二酸化炭素の微粒子を十分に含んだ状態で前記冷却器に搬送されるようにしたことを特徴とする請求項 2 記載のアンモニアと二酸化炭素を組み合わせた二元冷凍システム。

20

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は高元側をアンモニアサイクル、低元側を炭酸ガスサイクルで構成した二元冷凍システムに関するものであって、特に二酸化炭素の三重点である摂氏 - 56 以下の温度帯まで効率良く冷却することができる新規な冷凍システムに係るものである。

【0002】**【発明の背景】**

近年、地球を取り巻くオゾン層の破壊防止や地球温暖化防止の目的から、冷凍機あるいは空調設備等に使用する冷媒をフロン系のものから水、空気、二酸化炭素、アンモニア、炭化水素ガス等の自然冷媒（ヒートポンプ・システムへの応用を視野に入れ、国際的には自然作動流体とも呼ばれる）に移行する動きが活発になっている。本出願人も、このような社会的要請から、既に自然冷媒としてアンモニアと二酸化炭素とを適用したヒートポンプ・システム等の開発を試み、国際公開番号 W O 0 0 / 5 0 8 2 2 「アンモニアサイクルと炭酸ガスサイクルとを組み合わせたヒートポンプシステム」、特願 2 0 0 1 - 3 6 6 6 2 7 「アンモニアサイクルと炭酸ガスサイクルとを組み合わせた二元冷凍システム」等の特許出願に至っている。

30

40

【0003】

ところで、この種の冷凍装置においては、約 - 40 以下の冷却を可能とする超低温用のものがあり、これにも自然冷媒、例えばアンモニアを高元側とし、炭酸ガス（二酸化炭素）を低元側とした冷凍装置が提案されている。

しかしながら、二酸化炭素冷媒は、この三重点（ - 56 ）以下の温度域では固体（ドライアイス）になってしまうため、連続した冷凍サイクルを実現することは実質的に困難であった。

このようなことから超低温用の冷凍装置にあっては、他の自然冷媒の適用も考えられているが、経済性、装置の大きさ、爆発引火性等の問題があり、実用できる段階までに至っていないのが実情であった。

50

【 0 0 0 4 】

【 開発を試みた技術的課題 】

本発明は、このような背景を認識してなされたものであって、アンモニアと二酸化炭素を冷媒としながらも、二酸化炭素の三重点である摂氏 - 5 6 以下の温度帯まで効率良く冷却できる新規且つ実用的な冷凍システムの開発を試みたものである。

【 0 0 0 5 】

【 課題を解決するための手段 】

すなわち請求項 1 記載のアンモニアと二酸化炭素を組み合わせた二元冷凍システムは、アンモニアを媒体としたアンモニアサイクルを高元側とし、二酸化炭素を媒体とした炭酸ガスサイクルを低元側として組み合わせて成るシステムであって、前記アンモニアサイクルは、炭酸ガスサイクル内の二酸化炭素媒体を冷却、液化するカスケードコンデンサを具えるとともに、前記炭酸ガスサイクルは、目的の冷却を行う冷却器を具えて成る冷凍システムにおいて、前記冷却器には、二酸化炭素の三重点以下の温度で凍ることがなく、また二酸化炭素と化学反応をほとんど起こさず、且つまた二酸化炭素が少量しか溶解しないブラインを、二酸化炭素とともに冷媒として搬送できるように構成し、二酸化炭素の三重点以下の温度帯において目的の冷却が連続的に行えるようにしたことを特徴として成るものである。

10

この発明によれば、冷媒として二酸化炭素を適用しながらも超低温冷却の効率的な連続運転を実用可能なものとする。

【 0 0 0 6 】

また請求項 2 記載のアンモニアと二酸化炭素を組み合わせた二元冷凍システムは、前記請求項 1 記載の要件に加え、前記ブラインは、二酸化炭素の三重点相当飽和圧力以下の状態で、液体二酸化炭素が直接吹き込まれ、液中に固体二酸化炭素の小さな粒子が攪拌した状態で、前記冷却器に搬送されることを特徴として成るものである。

20

この発明によれば、超低温冷却運転が、より効率的に行える。

【 0 0 0 7 】

更にまた請求項 3 記載のアンモニアと二酸化炭素を組み合わせた二元冷凍システムは、前記請求項 2 記載の要件に加え、前記液体二酸化炭素は、冷却器から排出されて炭酸ガスがほぼ分離された貯留状態のブライン中に供給されるものであり、ブラインは固体二酸化炭素の微粒子を十分に含んだ状態で前記冷却器に搬送されるようにしたことを特徴として成るものである。

30

この発明によれば、冷却器から排出されたブラインの貯留部を、二酸化炭素が - 5 6 の固体から液体に変化する際の潜熱を利用する蓄熱槽として使用することができる。

【 0 0 0 8 】

【 発明の実施の形態 】

以下本発明のアンモニアと二酸化炭素を組み合わせた二元冷凍システム 1 を図示の実施の形態に基づいて説明する。本発明の冷凍システムは、このような自然冷媒を適用しながらも、二酸化炭素の三重点 (- 5 6) 以下の超低温域での冷却が効率的に行えるようにしたものである。このため、本発明の二元冷凍システム 1 は、一例として図 1 に示すように、高元側にアンモニアサイクル 2 と、低元側に炭酸ガスサイクル 3 とを組み合わせて成るものである。以下、各サイクルについて説明する。

40

【 0 0 0 9 】

アンモニアサイクル 2 は、一例として NH_3 圧縮機 1 1 と、コンデンサ 1 2 と、 NH_3 流量調整弁 1 3 と、カスケードコンデンサ 1 4 とを具えて成るものであって、実質的にこのカスケードコンデンサ 1 4 によって、炭酸ガスサイクル 3 内の二酸化炭素媒体を冷却するものである。またこのアンモニアサイクル 2 は、媒体が毒性のあるアンモニアであることから、封入量が極力少量に設定されるとともに、アンモニアサイクル 2 を構成する部材が、一例として機械室内に設置され、目的の冷却器から隔離される。

【 0 0 1 0 】

一方、炭酸ガスサイクル 3 は、一例として上述したカスケードコンデンサ 1 4 の他、 CO

50

2 圧縮機 15、CO₂ 受液器 16、CO₂ 流量調整弁 17、混合器 18、冷却器 19、液分離器 20、液ポンプ 21とを具備して成るものである。

なお本発明の冷凍システムは、上述したように超低温冷却が効率的に行えるようにしたのであり、この運転を行う場合には、例えばライン中に固体二酸化炭素の微粒子を攪拌状態で混合させて冷却器 19 に送り、ここで固体二酸化炭素を昇華させて目的の冷却を行うものである。従って液分離器 20、液ポンプ 21、冷却器 19の間には主にラインを循環させる回路を形成するものであり、これをライン回路 22 とする。

【0011】

なお混合器 18 は、ラインと液体二酸化炭素とを混合するものであり、例えばオリフィス構造によって、液体二酸化炭素をライン中に含有させるものである。また液分離器 20 は、冷却器 19 での作用（冷却）を終了した、二酸化炭素を含むラインを貯留するとともに、これをライン（液状）と炭酸ガス（ガス状）とに分離する部位である。更に液ポンプ 21 は、主にラインを冷却器 19（混合器 18）に搬送するためのものである。

10

【0012】

また本発明においては、ラインを適宜、二酸化炭素と混合・分離させ、超低温冷却を行い得るようにしているため、ラインには以下のような性能が要求される。すなわちラインは、二酸化炭素の三重点（-56℃）以下の目的の温度域で凍らない性能、二酸化炭素と化学反応をほとんど起こさない性能、二酸化炭素を少ししか溶解しない性能が要求される。なおこのようなラインとしては、一例としてエチルアルコール、メチルアルコール、蟻酸カリウム水溶液、トルエン等が挙げられる。

20

【0013】

次に本発明の二元冷凍システム 1 の作動態様について説明する。説明にあたっては、本システムによって効率的に行える超低温冷却運転について主に説明する。

まずアンモニアサイクル 2 では、NH₃ 圧縮機 11 によって圧縮された気体状のアンモニア媒体が、コンデンサ 12 を通るとき、冷却水または空気によって冷やされて液体となる。液体となったアンモニア媒体は、NH₃ 流量調整弁 13 によって流量制御されながら必要な低温度に相当する飽和圧力まで膨張した後、カスケードコンデンサ 14 で蒸発して気体となる。このとき、アンモニア媒体は、炭酸ガスサイクル 3 内の二酸化炭素媒体から熱を奪い、これを液化する。

【0014】

一方、炭酸ガスサイクル 3 では、CO₂ 圧縮機 15 によって圧縮された気体状の二酸化炭素媒体（炭酸ガス）が、カスケードコンデンサ 14 を通るときに冷やされて液体となり、CO₂ 受液器 16 に貯留される。

30

液体となった二酸化炭素は、その後、CO₂ 流量調整弁 17 によって流量が制御されながら混合器 18 に送られ、ここでラインと混合される。この際、混合前のラインを二酸化炭素の三重点相当飽和圧力以下に設定しておけば、混合時、液体二酸化炭素は圧力差のないしは温度差によって小さな泡と、フレークアイスのような固体微粒子となり、ライン中に激しく混合した状態となる。

【0015】

そして、二酸化炭素の固体微粒子を含んだラインは、その後、液ポンプ 21 の作用により冷却器 19 に送られ、ここで目的の冷却を行う。具体的には外部から冷却器 19 に負荷が掛かかるとラインが温まり、固体二酸化炭素に熱が伝えられる。ここで微粒子状の固体二酸化炭素が昇華してラインから熱を奪い、これにより、ラインを目的の温度に保ち、所望の冷却が行われるものである。なお冷却器 19 の圧力は、目的の温度の二酸化炭素相当飽和圧力以下に調整されるものである。

40

【0016】

このようにして冷却器 19 で目的の冷却を終えた、二酸化炭素を含むラインは、液分離器 20 に搬送される。なおラインに混合されていた固体二酸化炭素は、冷却器 19 において昇華し、ほぼガス化しているため、液分離器 20 では、液体状のラインと、気体状の炭酸ガスとに分離されるものである。なおこのように本願では、ラインと二酸化炭素

50

を混合させたり、分離したりして、超低温冷却を行うため、ブラインは二酸化炭素の三重点以下の温度域で凍ることがないことに加え、二酸化炭素と化学反応をほとんど起こさず、また二酸化炭素をあまり溶解させないものが適用される。

その後、液分離器 20 内の炭酸ガスは、CO₂ 圧縮機 15 に送られる。一方、二酸化炭素をほとんど含まないブラインは、液ポンプ 21 によってブライン回路 22 を通って混合器 18 (冷却器 19) へと搬送される。

【0017】

このように本発明においては、二酸化炭素の潜熱を利用して目的の冷却を行うのため、少量のブラインを循環させるだけで、効率的な冷却が行えるものである。特に固体二酸化炭素を混合したブラインを一旦、冷却器 19 に充填してしまえば、液ポンプ 21 や CO₂ 流量調整弁 17 等を一時停止させて、ブラインの流れを止めても、固体二酸化炭素が存在する限りは、昇華によってブラインの熱を奪うため、液ポンプ 21 の動力負荷は極めて少なくて済み、より一層効率的な冷却運転が行えるものである。

10

【0018】

なお運転にあたっては、CO₂ 圧縮機 15 と液ポンプ 21 のうち、どちらか一方または双方を制御して冷却器 19 や液分離器 20 の圧力を調整し、二酸化炭素の気化温度を変えて、冷却器 19 を目的の温度に冷却することが可能である。また本発明では、上述した超低温冷却運転のみならず、通常の冷凍運転も可能であり、例えば二酸化炭素と混合される前のブライン側の圧力を二酸化炭素の三重点相当飽和圧力以上に設定することで、このような通常の運転が行えるものである。

20

【0019】

【他の実施の形態】

本発明は以上述べた実施の形態を一つの基本的な技術思想とするものであるが、更に次のような改変が考えられる。すなわち上記図 1 に示した実施の形態では、液体二酸化炭素をブラインに混合する際、このものを長時間吹き込み続けた場合や吹き込みを停止した場合等には、固体炭酸ガスが混合器 18 (オリフィス部) またはその出口付近に凝固することが懸念される。このため、一例として図 2 に示すように、冷却器 19 から排出され、ほぼ炭酸ガスが分離された後の貯留状態のブライン中に、大口径のオリフィスを通して液体二酸化炭素を供給し、固体炭酸ガスの凝固を防止することが可能である。この際、冷却器 19 から排出されたブラインを貯留する部位は、液分離器 20 として作用することはもちろんのこと、二酸化炭素が -56 の固体から液体に変化する際の潜熱を利用する蓄熱槽にも相当するため、この部位を蓄熱タンク兼液分離器 23 とする。

30

【0020】

そして、液体二酸化炭素を蓄熱タンク兼液分離器 23 に導くまでは -56 以上に保ち、蓄熱タンク兼液分離器 23 以降は、ブラインと激しく攪拌させて、二酸化炭素を小さい泡と固体の粒子にして、ブラインとともに液ポンプ 21 によって冷却器 19 に押し流すものである。また蓄熱タンク兼液分離器 23 の圧力は -56 以下の二酸化炭素相当飽和圧力を保つように、液体二酸化炭素の吹き込み量が制御されるものである。

【0021】

このように二酸化炭素の固体微粒子を十分に蓄えたブラインを冷却器 19 に搬送する形態は、蓄熱効果に優れている。なおブライン中への二酸化炭素の混合は、冷凍機を運転しながら炭酸ガスサイクル高圧側から蓄熱タンク兼液分離器 23 に液体二酸化炭素を吹き込むものであり、冷却器 19 の負荷が少ないときや、夜間の電気代が安い時間帯に吹き込みを行えば、ブライン中に固体二酸化炭素の小さな粒子を十分に蓄えられる。そして、冷却器 19 の負荷が大きい場合に、固体二酸化炭素の気化潜熱、顕熱、液化潜熱により、-56 以下の温度に保つ方向に作用させ、冷凍機の能力の不足を補うものである。なおこの温度帯での固体二酸化炭素の気化潜熱は約 130 kcal/h、融解潜熱は約 46 kcal/h であり、蓄熱効果は大きく、冷凍負荷の平準化やポンプ容量の小型化に大きな効果があるものである。

40

【0022】

50

【発明の効果】

本発明によれば、目的の冷却器 19 にブラインと二酸化炭素の混合冷媒を作用させるため、二酸化炭素冷媒を適用しながらも、二酸化炭素の三重点以下の温度域での超低温連続運転を実用的なものとする。

また、二酸化炭素の固体微粒子をブライン中に混合させることにより、二酸化炭素の昇華による効率的な超低温冷却が行える。

更に冷却器 19 から排出され、炭酸ガスがほぼ分離された貯留状態のブライン中に、液体二酸化炭素を供給し、これを目的の冷却器 19 に搬送した場合には、大きな蓄熱効果が達成され得る。

【図面の簡単な説明】

10

【図 1】本発明のアンモニアと二酸化炭素を組み合わせた二元冷凍システムを骨格的に示す流れ図である。

【図 2】液分離器を蓄熱タンクとしても利用するようにした、二元冷凍システムの他の実施の形態を骨格的に示す流れ図である。

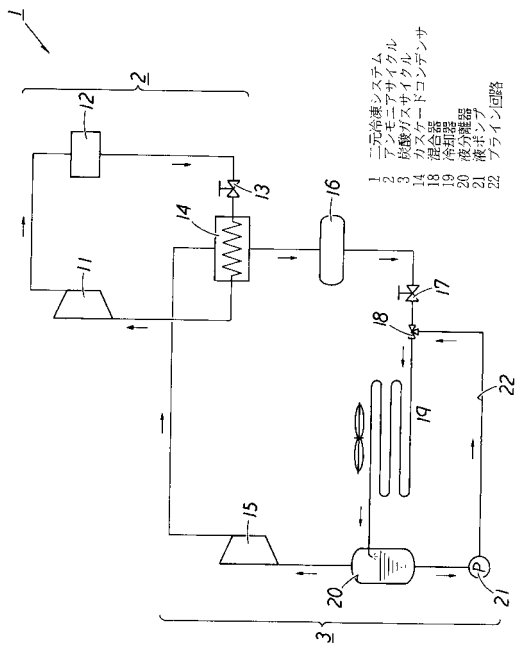
【符号の説明】

- 1 二元冷凍システム
- 2 アンモニアサイクル
- 3 炭酸ガスサイクル
- 11 NH₃ 圧縮機
- 12 コンデンサ
- 13 NH₃ 流量調整弁
- 14 カスケードコンデンサ
- 15 CO₂ 圧縮機
- 16 CO₂ 受液器
- 17 CO₂ 流量調整弁
- 18 混合器
- 19 冷却器
- 20 液分離器
- 21 液ポンプ
- 22 ブライン回路
- 23 蓄熱タンク兼液分離器

20

30

【 図 1 】



【 図 2 】

