

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4070499号
(P4070499)

(45) 発行日 平成20年4月2日(2008.4.2)

(24) 登録日 平成20年1月25日(2008.1.25)

(51) Int.Cl.

F 1

F25D 11/00 (2006.01)
F25B 9/14 (2006.01)F 25 D 11/00 101 B
F 25 D 11/00 101 Z
F 25 B 9/14 520 A
F 25 B 9/14 520 F

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願2002-117045 (P2002-117045)

(22) 出願日

平成14年4月19日 (2002.4.19)

(65) 公開番号

特開2003-314937 (P2003-314937A)

(43) 公開日

平成15年11月6日 (2003.11.6)

審査請求日

平成17年2月8日 (2005.2.8)

(73) 特許権者 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

(72) 発明者 西本 貴志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

審査官 久保 克彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】スターリング冷却装置の運転方法及びそれを用いたスターリング冷蔵庫

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フリーピストン型のスターリング冷凍機と、該スターリング冷凍機のコールドヘッドの温度を測定する第1の温度測定手段と、前記スターリング冷凍機のウォームヘッドの温度を測定する第2の温度測定手段と、前記コールドヘッドで発生する冷熱を熱交換する低温側熱交換手段と、前記ウォームヘッドで発生する温熱を熱交換する高温側熱交換手段と、前記低温側熱交換手段又は高温側熱交換手段での熱交換を促進する熱交換促進手段と、前記第1及び第2の温度測定手段の測定結果に基づき前記熱交換促進手段を制御する制御手段と、を備えたスターリング冷却装置における運転方法であって、

前記コールドヘッドとウォームヘッドとの温度差が所定温度以下のときは不安定状態と判定し、前記熱交換促進手段を停止させて安定状態に移行させることを特徴とするスターリング冷却装置の運転方法。

【請求項 2】

前記熱交換促進手段はファンであり、前記低温側熱交換手段での熱交換を促進するための庫内ファンと、前記高温側熱交換手段での熱交換を促進するための庫外ファンとを含むと共に、これらのファンは前記制御手段により回転制御されることを特徴とする請求項1に記載のスターリング冷却装置の運転方法。

【請求項 3】

前記低温側熱交換手段又は高温側熱交換手段は、循環路を二次冷媒が強制循環する強制循環式熱交換器であり、前記熱交換促進手段は、前記循環路上に設けられた循環ポンプで

あり、該循環ポンプは前記制御手段により通電制御されることを特徴とする請求項1に記載のスターリング冷却装置の運転方法。

【請求項4】

請求項1～3の何れかに記載のスターリング冷却装置の運転方法により運転することを特徴とするスターリング冷蔵庫。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、フリーピストン型のスターリング冷凍機を備えたスターリング冷却装置における運転方法及びその運転方法により運転するスターリング冷蔵庫に関するものである。 10

【0002】

【従来の技術】

一般に、家庭用冷凍冷蔵庫に用いられる冷凍サイクルは圧縮機を備え、主としてフロンや代替フロンを利用する蒸気圧縮式冷凍サイクルである。しかし、これらの冷媒はオゾン層破壊や地球温暖化の原因となるため、地球環境への配慮から全世界的にその使用が規制されている。

【0003】

そこで、蒸気圧縮式冷凍サイクルに代わる技術として、逆スターリングサイクルを用いた冷凍装置であるスターリング冷凍機およびこれを用いたスターリング冷蔵庫の研究開発が進められている。このスターリング冷凍機は、作動媒体にヘリウムや窒素などの不活性ガスを用いるため地球環境に悪影響を及ぼすことがない。 20

【0004】

こういった逆スターリングサイクルを利用し冷熱を得るスターリング冷凍機として、構造的に異なるいくつかの方式が既に考案されているが、中でもフリーピストン型と呼ばれる方式は、機械損失が少なく小型軽量であることで知られている。

【0005】

図12は、フリーピストン型スターリング冷凍機を用いたスターリング冷却装置の側断面図である。スターリング冷凍機1は密閉されており、内部には冷媒が充填されている。冷媒にはヘリウムガスや窒素ガスなどが用いられる。ここに示すように膨張空間22と圧縮空間23を仕切るディスプレーサ20と、リニアモータ25に接続され、特定の周期で冷媒に対し圧縮、膨張といった機械仕事を行うピストン21とが互いに位相差をもって往復動作する。そして、このピストン21とディスプレーサ20の往復動により冷媒が膨張空間22と圧縮空間23を行き来し、膨張空間22と圧縮空間23の間に設けられた再生器26に対して吸熱または放熱する。それにより、膨張空間22で低温、圧縮空間23で高温を得ることができる。 30

【0006】

また、膨張空間22には低温側内部熱交換器27が設けられ、これを通じてコールドヘッド3より冷熱が得られる。一方、圧縮空間23には高温側内部熱交換器28が設けられ、これを通じてウォームヘッド4より放熱を行う。さらに、上述のディスプレーサ20はモータやクランク等の直接位相制御される機構を持たない。ディスプレーサ20に接続されピストン21を貫通するよう設けられたディスプレーサーロッド29が、ピストン21の動作によるバウンス空間24の圧力変動の影響を受けることにより、ディスプレーサ20がピストン21に対し所定の位相差で動作するよう設計される。 40

【0007】

また、コールドヘッド3に接続される低温側熱交換器5は、庫内ファン7により送風される空気を冷却し、冷却対象となる庫内を冷却する。また、ウォームヘッド4に接続される高温側熱交換器6は、庫外ファン8により送風される空気を放熱する。一方、制御基板2によりリニアモータ25への入力電圧を操作してピストン21の振幅を制御し冷凍能力を調整するとともに、ディスプレーサ20の脱調防止や、ディスプレーサ20とピストン21が衝突しないよう運転される。 50

【0008】

このように、フリーピストン式スターリング冷凍機1は、ディスプレーサ20に対して直接駆動する機構をもたないことにより、機械損失の少ない高効率な冷凍装置を実現する。また、このフリーピストン式スターリング冷凍機1を利用することにより、オゾン層破壊や地球温暖化につながる冷媒を用いない、高効率なスターリング冷蔵庫を得ることができ

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

ディスプレーサ20とピストン21の位相差はバウンス空間24の圧力変動によって決まるが、実際には膨張空間22と圧縮空間23の圧力バランス（または温度バランス）やバウンス空間24そのもの圧力状態（または温度状態）の影響を受ける。特に膨張空間22と圧縮空間24に温度差がほとんどなく、バウンス空間24の温度が上がりきっていない状態ではディスプレーサ20の振幅および位相が不安定なため、効率が低下するばかりでなく、ディスプレーサ20が脱調するなどして、ディスプレーサ20とピストン21とが衝突する危険性がある。

【0010】

このため、ピストン21の振幅を大きくすることができず、結果としてその間、低い冷凍能力しか得られない。さらに、冷凍能力が低いため、膨張空間22、圧縮空間23、バウンス空間24の圧力バランス（または温度バランス）が長時間改善されない。

【0011】

このような不安定状態は、スターリング冷凍機1の始動時や、一定時間停止した後の再始動時に起こる。実用上、特に問題と考えられるのは、コールドヘッド3に接続された低温側熱交換器5の表面に付着した霜を融解し排水する除霜処理の間、スターリング冷凍機は停止、又はモータへの入力を低く押さえた停止に準じた状態となるので、除霜処理終了後、再冷却開始直後に高い冷凍能力が得られず、結果として冷却対象となる冷凍室などの温度上昇を招き、庫内の食品に悪影響を与える。

【0012】

そこで本発明は、不安定状態を抜け出し、速やかに高い冷凍能力が得られるフリーピストン型のスターリング冷凍機を用いたスターリング冷却装置の運転方法を提供することを目的とする。また、その運転方法を用いたスターリング冷蔵庫を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明では、スターリング冷凍機のコールドヘッドまたはウォームヘッドの温度が不安定状態を脱する温度になるまで、スターリング冷凍機にかかる負荷を最小にするようにした。

【0014】

第1の発明は、フリーピストン型のスターリング冷凍機と、該スターリング冷凍機のコールドヘッドの温度を測定する第1の温度測定手段と、前記スターリング冷凍機のウォームヘッドの温度を測定する第2の温度測定手段と、前記コールドヘッドで発生する冷熱を熱交換する低温側熱交換手段と、前記ウォームヘッドで発生する温熱を熱交換する高温側熱交換手段と、前記低温側熱交換手段又は高温側熱交換手段での熱交換を促進する熱交換促進手段と、前記第1及び第2の温度測定手段の測定結果に基づき前記熱交換促進手段を制御する制御手段と、を備えたスターリング冷却装置における運転方法であって、

前記コールドヘッドとウォームヘッドとの温度差が所定温度以下のときは不安定状態と判定し、前記熱交換促進手段を停止させて安定状態に移行させることを特徴とするものである。

【0015】

この構成によると、コールドヘッドとウォームヘッドとの温度差が所定温度以下のときは不安定状態と判定し、前記熱交換促進手段を停止させるので、コールドヘッド又はノ及

10

20

30

40

50

びウォームヘッドの温度が不安定状態を脱する温度状態になるまでは冷凍機に負荷をかけないように制御できる。また、所定温度の閾値による判定にスターリング冷凍機の周囲温度の高低による影響を受けにくく、環境条件に対して安定した制御ができるため、速やかに、安定動作する温度状態に達し高い冷凍能力を得ることができる状態になる。

【0016】

第2の発明は、前記熱交換促進手段はファンであり、前記低温側熱交換手段での熱交換を促進するための庫内ファンと、前記高温側熱交換手段での熱交換を促進するための庫外ファンとを含むと共に、これらのファンは前記制御手段により回転制御されることを特徴とするものである。

【0017】

この構成によると、ファンの停止中は低温側または高温側熱交換手段はわずかに自然対流で循環する空気に対して熱交換する状態になり、スターリング冷凍機に対する負荷を低く押さえることができる。さらに、ファンの回転数を制御することで、熱交換量を適度に調整することができるため、ファンの運転開始後すぐに冷凍機に過度の負荷がかかり、再び不安定状態に戻るのを防ぎ、安定して高い冷凍能力を得つづけることができる。

【0018】

第3の発明は、前記低温側熱交換手段又は高温側熱交換手段は、循環路を二次冷媒が強制循環する強制循環式熱交換器であり、前記熱交換促進手段は、前記循環路上に設けられた循環ポンプであり、該循環ポンプは前記制御手段により通電制御されることを特徴とするものである。

【0019】

この構成によると、循環ポンプを停止した状態では二次冷媒の循環がほぼ止まるため、二次冷媒から冷却や放熱の対象となる空気への熱交換が殆んど行われず、冷凍機にかかる負荷を最小にすることができます。

【0020】

第4の発明のスターリング冷蔵庫は、第1～第3の発明の何れかのスターリング冷却装置の運転方法により運転することを特徴とするものである。

【0021】

この構成によると、除霜処理終了後の再冷却などを速やかに行うことができ、庫内の温度上昇による食品などへの悪影響をなくすることができます。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、本発明のスターリング冷凍機には図12に示した従来のスターリング冷凍機1を採用することができる。

【0037】

<第1の実施形態>

図1は、第1の実施形態のスターリング冷却装置の概略構成図である。スターリング冷凍機1は冷凍機制御基板2により特定周波数の電力供給を受け、入力電圧の大小によって冷凍能力を可変的に制御すると同時に、過度の電力供給を受けスターリング冷凍機1を破損するがないよう運転される。このスターリング冷凍機1のコールドヘッド3には低温側熱交換器5が接続される。低温側熱交換器5はスターリング冷凍機1より得られた冷熱と庫内の空気との熱交換を行う。庫内の空気の循環には庫内ファン7を用い、冷却対象である庫内へ送風する。

【0038】

一方、ウォームヘッド4には高温側熱交換器6が接続される。高温側熱交換器6は庫外ファン8より送風される空気と熱交換を行い、ウォームヘッド4を冷却する。コールドヘッド3の表面には、温度センサ9aが密着するよう取り付けられ、温度センサ9aによるコールドヘッド表面温度Tcの測定結果を示す出力信号は負荷制御基板10に伝達される。負荷制御基板10は庫内ファン7に接続されており、温度センサ9aによる温度測定結果に基づき庫内ファン7へ供給する電力の制御を行う。

10

20

30

40

50

【0039】

このとき、負荷制御基板10において行われる処理過程を図2のフローチャートを用いて説明する。まずステップS1において温度センサ9aにより測定されたコールドヘッド表面温度 T_c を読み込み、ステップS2へ進んでコールドヘッド表面温度 T_c が閾値 T_t 以下か否かを判定する。ステップS2において $T_c > T_t$ であればステップS4へ進んで庫内ファン7への通電をOFF(庫内ファン7の運転を停止)し、スターリング冷凍機1への負荷を減じる。一方、ステップS2において $T_c < T_t$ であればステップS3へ進んで庫内ファン7への通電をON(庫内ファン7の運転を開始)し、スターリング冷凍機1へ負荷をかけ冷却対象となる庫内の冷却を行う。

【0040】

ここで用いられる閾値 T_t は不安定状態を抜け出し安定状態にあると判断できる温度であり、実験により決定される。詳述すると、スターリング冷凍機1のディスプレーサがピストンやコールドヘッドと衝突せず、設計仕様どおりのピストン振幅が得られるときのコールドヘッド表面温度 T_c を調べ、その近傍温度を閾値 T_t とする。

【0041】

図3に、冷凍能力 Q_c とコールドヘッド表面温度 T_c および閾値 T_t の関係の一例を示す。図中、横軸はコールドヘッド表面温度 T_c 、縦軸は冷凍能力 Q_c 、破線で示した Q_c 設計曲線は上述のピストン振幅が設計どおりに得られた場合の推定値であり、実線で示した Q_c 実効曲線は不安定状態などによりピストン振幅を減じたことによる Q_c の最大値である。閾値 T_t は Q_c 設計曲線と Q_c 実効曲線とが交わる近傍の温度とすることができる。

【0042】

上記の第1の実施形態ではコールドヘッド表面温度 T_c の閾値 T_t を一つとしているが、低温の閾値 T_{t1} と高温の閾値 T_{t2} を設け、 $T_c < T_{t1}$ となったとき庫内ファン7への通電を開始し、庫内ファン通電後に $T_c > T_{t2}$ となったとき庫内ファン7への通電を停止しても良い。この場合は、庫内ファン7の運転のハンチング抑制することができ、庫内ファン7の発停回数の増加を押さえ寿命を延ばすことができる。

【0043】

<第2の実施形態>

第2の実施形態として、図1において温度センサ9bをウォームヘッド4の表面に密着させウォームヘッド表面温度 T_h を測定してもよい。この場合、負荷制御基板10は庫外ファン8に接続されており、温度センサ9bの温度測定結果に基づき庫外ファン8へ供給される電力の制御を行う。

【0044】

このとき、負荷制御基板10において行われる処理過程を図4のフローチャートを用いて説明する。まずステップS11において温度センサ9bにより検知されたウォームヘッド表面温度 T_h を読み込み、ステップS12へ進んでウォームヘッド表面温度 T_h が閾値 T_t 以上か否かを判定する。ステップS12において $T_h < T_t$ であればステップS14へ進んで庫外ファン8への通電をOFF(庫外ファン8の運転を停止)し、スターリング冷凍機1にかかる負荷を減じる。

【0045】

一方、ステップS12において $T_h > T_t$ であればステップS13へ進んで庫外ファン8への通電をON(庫外ファン8の運転を開始)し、ウォームヘッド4は高温側熱交換器6を介して放熱を行う。

【0046】

<第3の実施形態>

第3の実施形態として、図1においてコールドヘッド3の表面に密着させた温度センサ9aと、ウォームヘッド4の表面に密着させた温度センサ9bの両方を利用し、コールドヘッド表面温度 T_c とウォームヘッド表面温度 T_h を測定してもよい。この場合、負荷制御基板10は庫内ファン7と庫外ファン8のどちらか一方又は両方に接続されており、これらの温度測定結果に基づき庫内ファン7と庫外ファン8へ供給する電力の制御を行う。

10

20

30

40

50

【0047】

このとき、負荷制御基板10において行われる処理過程の一例を図5のフローチャートを用いて説明する。まずステップS21において温度センサ9aおよび温度センサ9bにより検知されたコールドヘッド表面温度Tcとウォームヘッド表面温度Thを読み込み、ステップS22へ進んでTcとThの温度差が閾値Tt以上か否かを判定する。ステップS22において($T_h - T_c$) < TtであればステップS24へ進んで庫内ファン7および庫外ファン8への通電をOFF(庫内ファン7および庫外ファン8の運転を停止)し、スターリング冷凍機1にかかる負荷を減じる。

【0048】

一方、ステップS22において($T_h - T_c$) > TtであればステップS23へ進んで庫内ファン7および庫外ファン8への通電をON(庫内ファン7および庫外ファン8の運転を開始)し、スターリング冷凍機1へ負荷をかけ、コールドヘッド3は低温側熱交換器5を介して冷却対象となる庫内の冷却を行うとともに、ウォームヘッド4は高温側熱交換器6を介して放熱を行う。この方法では、TcまたはThのどちらか一方を利用する場合に比べて環境温度の影響を受けにくく、環境温度の変化に対してより安定した冷凍能力が得られる冷却装置を提供することができる。なお、熱交換促進手段は、庫内ファン7と庫外ファン8の何れか一方であっても構わない。

【0049】

<第4の実施形態>

図6は、第4の実施形態のスターリング冷却装置の概略構成図である。なお、図6において図1と同じ構成部分については同じ符号を付して詳細な説明を省略する。図6において、冷凍機制御手段2よりスターリング冷凍機1に供給される電力を検知する供給電力検知手段11を設け、その検知結果を示す出力信号を負荷制御基板10に伝達する。負荷制御基板10は庫内ファン7および庫外ファン8の両方、又はどちらか一方に接続されており、供給電力検知手段11の検知結果に基づき庫内ファン7又は庫外ファン8へ供給する電力の制御を行う。ここで、電力検知手段11は直接的に入力電圧などを測定しても良いが、冷凍機制御手段2の制御パラメータを利用し、供給電力Eを類推しても良い。

【0050】

このとき、負荷制御基板10において行われる処理過程を図7に示す。まずステップS31において供給電力検知手段7により検知された供給電力Eを読み込み、ステップS32へ進んで供給電力Eが閾値Et以上か否かを判定する。ステップS32においてE < EtであればステップS34へ進んで庫内ファン7への通電をOFF(庫内ファン7の運転を停止)し、スターリング冷凍機1への負荷を減じる。

【0051】

一方、ステップS32においてE > EtであればステップS33へ進んで庫内ファン7への通電をON(庫内ファン7の運転を開始)し、スターリング冷凍機1へ負荷をかけ冷却対象となる庫内の冷却を行う。この方法では、環境温度の変化に対してより安定した冷凍能力が得られる冷却装置を提供することができる。なお、熱交換促進手段は、庫内ファン7と庫外ファン8の何れか一方であっても構わない。

【0052】

<第5の実施形態>

第1～第4の実施形態では、熱交換促進手段として庫内ファン7ないしは庫外ファン8を利用しその運転/停止を逐一的に行なつただけであるのに対し、第5の実施形態は運転中の回転数を可変的に変えるようにしたものであり、その構成は第1から第4の実施形態と同じである。よって図1と同じ構成として、図8を用いて処理過程を説明すると、ステップS41～S44は図2に示した第1の実施形態のステップS1～S4と同じであり、ステップS43に続いてステップS45に進む。ステップS45において、あらかじめ設定されたコールドヘッド表面温度Tcと庫内ファン7の必要風量の関係に基づいて、ステップS41で読み込んだTcに対応する風量を導き出し、その風量に応じて庫内ファン7の回転数を調整する。

10

20

30

40

50

【0053】

なお、第5の実施形態はコールドヘッド温度T_cを利用する第1の実施形態に準じたものとなっているが、ウォームヘッド温度T_hを利用する第2、第3の実施形態や、スターリング冷凍機への供給電力を利用する第4の実施形態に準じたものであっても良い。

【0054】

<第6の実施形態>

第1～第5の実施形態では、熱交換促進手段として庫内ファン7ないしは庫外ファン8を利用したが、第6の実施形態は低温側熱交換手段または高温側熱交換手段として、図9に示すような二次冷媒を用いた自然循環式熱交換器を備え、二次冷媒の循環路に熱交換促進手段として電磁弁を設けた構成である。

10

【0055】

低温側に用いられる自然循環式熱交換器12は、コールドヘッドに接続される凝縮器12aと庫内の空気を冷却する蒸発器12bを2本の循環路12cで連通させ密閉されている。その内部には二次冷媒として二酸化炭素などの炭酸ガスや、イソブタンなどの炭化水素が封入されている。凝縮器12aの内部においてコールドヘッドの冷熱で液化した二次冷媒は、重力により循環路12cのうち一方を流下して蒸発器12bに導かれる。蒸発器12bでは庫内空気を冷却することによって二次冷媒が蒸発し、気体となって他方の循環路12cを通って凝縮器12aに戻ることにより、二次冷媒が循環しコールドヘッドより蒸発器12bを介して庫内空気に冷熱が供給される。

【0056】

20

ただし、循環に重力を利用するため、凝縮器12aの下方に蒸発器12bが設置される。ここで循環路12cには電磁弁14aが設けられており、負荷制御手段により弁の開閉制御がなされ、電磁弁14aを開いた場合には前述のとおり二次冷媒が循環しコールドヘッドに負荷がかかるが、閉じた場合には循環がないため庫内空気への冷熱の供給が行われず、コールドヘッドに対する負荷を減じる。この電磁弁14aに対して行われる処理過程は、第1、第3、第4の実施形態で庫内ファン7に対してなされたものに準じるので、詳細な説明は省略する。

【0057】

また、高温側に用いられる自然循環式熱交換器13は、低温側とは利用される温度域や熱の移動方向が異なるため、炭化水素や水を二次冷媒として用い、蒸発器13bがウォームヘッド側に取り付けられ、凝縮器13aが庫外空気へ放熱する他は、二次冷媒の動作が上述の低温側と同様であり、電磁弁14bに対して行われる処理過程は、第2、第3、第4の実施形態で庫外ファン8に対してなされたものに準じるので、詳細な説明は省略する。

30

【0058】

<第7の実施形態>第7の実施形態は低温側熱交換手段または高温側熱交換手段として、図10に示すような二次冷媒を用いた強制循環式熱交換器を備え、熱交換促進手段として循環ポンプを利用する構成である。

【0059】

低温側に用いられる強制循環式熱交換器15は、コールドヘッドに接続されるコールドヘッド側熱交換器15aと庫内の空気を冷却する庫内気流側熱交換器15bを2本の循環路15cで連通させ、その内部には二次冷媒が封入されており、循環路15cに設けられた循環ポンプ15dの動力により二次冷媒が循環し、コールドヘッドの冷熱を庫内の気流へ伝達する構成となっている。二次冷媒は液体のみの液相状態で循環しても、液体と気体が混在する気液二相状態で循環してもよく、液相状態であればエタノールなどのアルコール、気液二相状態であれば炭化水素や炭酸ガスが二次冷媒として用いられる。

40

【0060】

ここで、循環ポンプ15dは、負荷制御手段により運転／停止の制御がなされ、循環ポンプ15dを運転した場合には上述のとおり二次冷媒が循環しコールドヘッドに負荷がかかるが、循環ポンプ15dを停止した場合には循環しないため庫内空気への冷熱の供給が行われず、コールドヘッドに対する負荷を減じる。この強制循環式熱交換器15に対して行

50

われる処理過程は、第1、第3、第4、第5の実施形態で庫内ファン7に対してなされたものに準じるので、詳細な説明は省略する。

【0061】

また、同様に高温側に用いられる強制循環式熱交換器16は、温度帯が異なるため利用される二次冷媒が、液相のみであれば水やアルコール、エチレングリコールなどの不凍液であり、気液二相であれば同じく水や炭化水素である他は、上述の低温側と同様であり、循環ポンプ16dに対して行われる処理過程は、第2、第3、第4、第5の実施形態で庫外ファン8に対してなされたものに準じるので、詳細な説明は省略する。

【0062】

<第8の実施形態>

10

図11に、本発明のスターリング冷却装置を備えたスターリング冷蔵庫の側断面図を示す。スターリング冷蔵庫17は互いに断熱し仕切られた冷蔵室17a、野菜室17b、冷凍室17cを備えてなり、スターリング冷凍機1の冷熱は低温側熱交換器5により庫内空気に伝達され、庫内ファン7によりダクト18を通じて冷蔵室17a、野菜室17b、冷凍室17cに適切な割合で送風され、庫内の食品を冷却する。

【0063】

一方、庫内を循環する空気には食品から蒸発する水分などもあり、この空気中の水分が低温側熱交換器5の表面に霜となって付着し、熱交換性能を低下させるとともに、庫内ファン7による送風の妨げとなるため、必要に応じて低温側熱交換器5の除霜処理を行う。

【0064】

除霜処理では、まずスターリング冷凍機1を停止または電力供給を下げ停止に近い状態に保ち、冷熱を発生させないようにし、庫内ファン7も停止して除霜ヒータ19へ通電する。除霜ヒータ19にはガラス管ヒータなどが用いられ、低温側熱交換器5の表面に付着した霜を解かしてダクト18の外へ排水する。除霜処理は低温側熱交換器5の表面温度または周辺空気の温度が、0よりも十分高く霜が解けきったと判断できるまで続けられるため、通常20~30分の時間を要する。そして、除霜終了後に上述の運転方法によって速やかに冷熱の供給がなされる。

20

【0065】

なお、上記の説明では除霜処理の終了後に本発明の運転方法を行うとしたが、スターリング冷蔵庫への通電開始直後や、冷蔵庫の扉を長時間開け放した後など、スターリング冷凍機が長時間停止状態にあり、速やかな冷熱の供給を要する場合に本発明の運転方法を適用しても良い。

30

【0066】

【発明の効果】

本発明のスターリング冷却装置の運転方法によると、コールドヘッド温度が不安定状態を脱する温度状態になるまでは冷凍機に負荷をかけないため、速やかに安定動作する温度状態に達し、高い冷凍能力を得ることができる状態になる。

【0067】

また本発明のスターリング冷却装置の運転方法によると、ウォームヘッド温度が不安定状態を脱する温度状態になるまでは冷凍機に負荷をかけないため、速やかに安定動作する温度状態に達し、高い冷凍能力を得ることができる状態になる。

40

【0068】

また本発明のスターリング冷却装置の運転方法によると、閾値による判定にスターリング冷凍機の周囲温度の高低による影響を受けにくく、環境条件に対して安定した制御ができるため、速やかに安定動作する温度状態に達し、高い冷凍能力を得ることができる状態になる。

【0069】

また本発明のスターリング冷却装置の運転方法によると、スターリング冷凍機への供給電力を知ることにより、スターリング冷凍機の運転条件に応じた適切な負荷を供給できるため、過負荷とならず安定した冷凍能力を得ることができる。

50

【0070】

また本発明のスターリング冷却装置の運転方法によると、ファンの停止中は低温側または高温側熱交換手段はわずかに自然対流で循環する空気に対して放熱する状態になり、スターリング冷凍機に対する負荷を低く押さえることができる。

【0071】

また本発明のスターリング冷却装置の運転方法によると、負荷を適度に調整することができるため、ファンの運転開始後すぐに冷凍機に過度の負荷がかかり、再び不安定状態に戻るのを防ぎ、安定して高い冷凍能力を得つづけることができる。

【0072】

また本発明のスターリング冷却装置の運転方法によると、電磁弁を閉じた状態では二次冷媒の循環が止まるため、二次冷媒から冷却や放熱の対象となる空気への熱交換が一切行われず、冷凍機にかかる負荷を最小にすることができる。 10

【0073】

また本発明のスターリング冷却装置の運転方法によると、循環ポンプを停止した状態では二次冷媒の循環がほぼ止まるため、二次冷媒から冷却や放熱の対象となる空気への熱交換が行われず、冷凍機にかかる負荷を最小にすることができる。

【0074】

また本発明のスターリング冷却装置の運転方法によると、負荷を適度に調整することができるため、循環ポンプの運転開始後すぐに冷凍機に過度の負荷がかかり、再び不安定状態に戻るのを防ぎ、安定して高い冷凍能力を得つづけることができる。 20

【0075】

また本発明のスターリング冷蔵庫によると、除霜処理終了後の再冷却などを速やかに行うことができ、庫内の温度上昇による食品などへの悪影響をなくすることができます。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態のスターリング冷却装置の概略構成図である。

【図2】 第1の実施形態の負荷制御基板での処理過程を示すフローチャートである。

【図3】 第1の実施形態の冷凍能力とコールドヘッド表面温度および閾値の関係の一例を示す図である。

【図4】 第2の実施形態の負荷制御基板での処理過程を示すフローチャートである。

【図5】 第3の実施形態の負荷制御基板での処理過程を示すフローチャートである。 30

【図6】 第4の実施形態のスターリング冷却装置の概略構成図である。

【図7】 第4の実施形態の負荷制御基板での処理過程を示すフローチャートである。

【図8】 第5の実施形態の負荷制御基板での処理過程を示すフローチャートである。

【図9】 第6の実施形態のスターリング冷却装置の概略構成図である。

【図10】 第7の実施形態のスターリング冷却装置の概略構成図である。

【図11】 本発明のスターリング冷却装置を備えたスターリング冷蔵庫の側断面図である。

【図12】 従来のフリーピストン型スターリング冷凍機を用いたスターリング冷却装置の側断面図である。

【符号の説明】

1 スターリング冷凍機

3 コールドヘッド

4 ウォームヘッド

5 低温側熱交換器（低温側熱交換手段）

6 高温側熱交換器（高温側熱交換手段）

7 庫内ファン（負荷調整手段）

8 庫外ファン（負荷調整手段）

9 溫度センサ（温度測定手段）

10 負荷制御基板（制御手段）

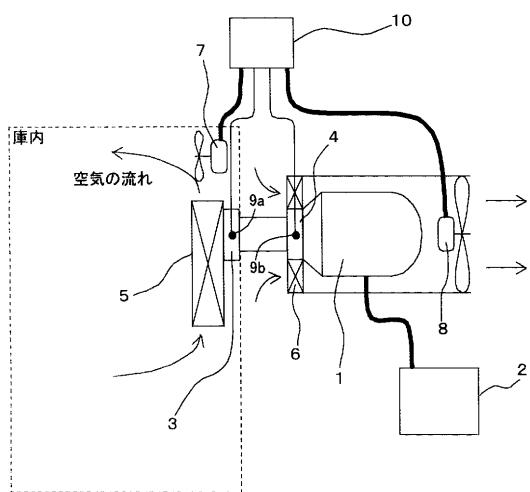
11 供給電力検知手段

40

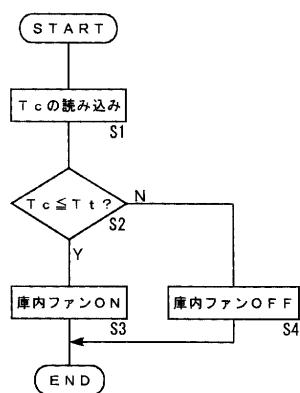
50

- 1 2、1 3 自然循環式熱交換手段
 1 2 c、1 3 c 循環路
 1 4 電磁弁(弁)
 1 5、1 6 強制循環式熱交換器
 1 5 c、1 6 c 循環路
 1 5 d、1 6 d 循環ポンプ
 1 7 スターリング冷蔵庫

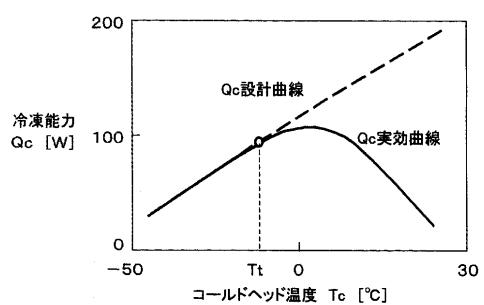
【図1】



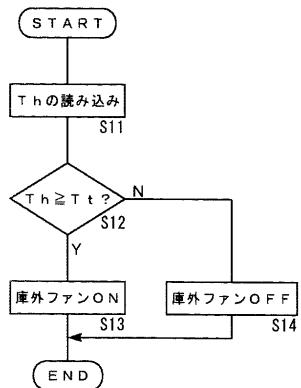
【図2】



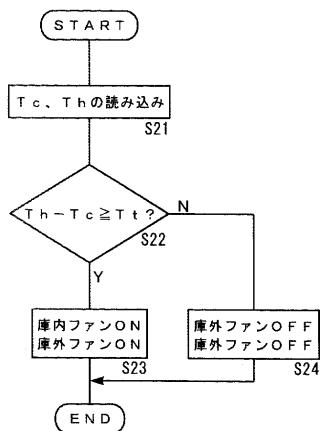
【図3】



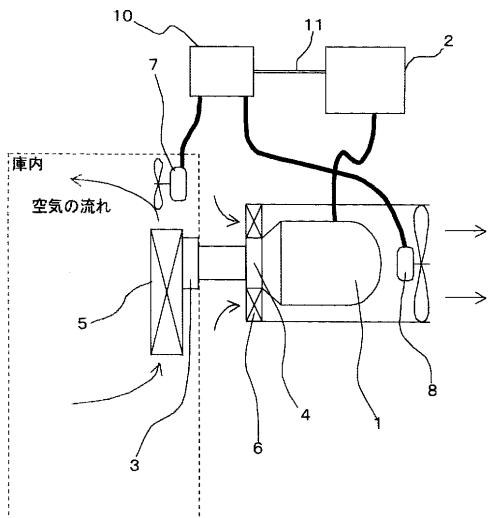
【図4】



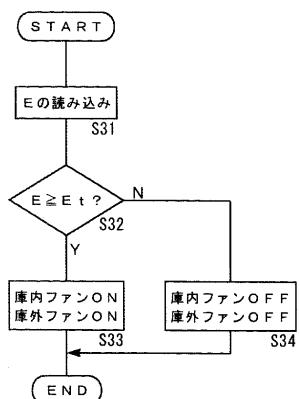
【図5】



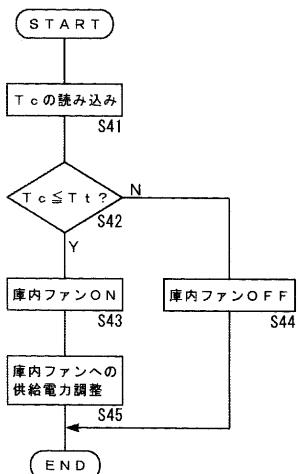
【図6】



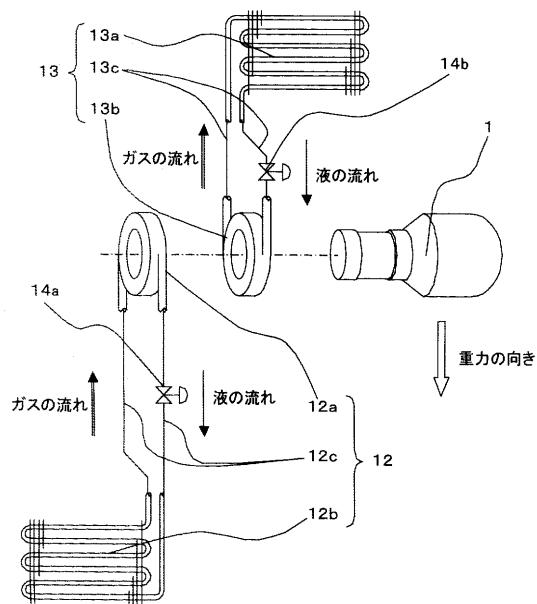
【図7】



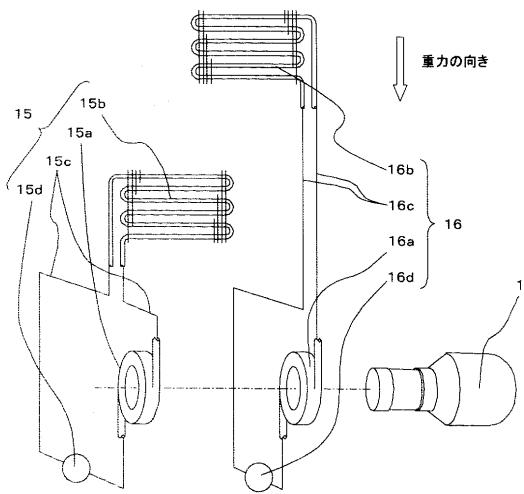
【図8】



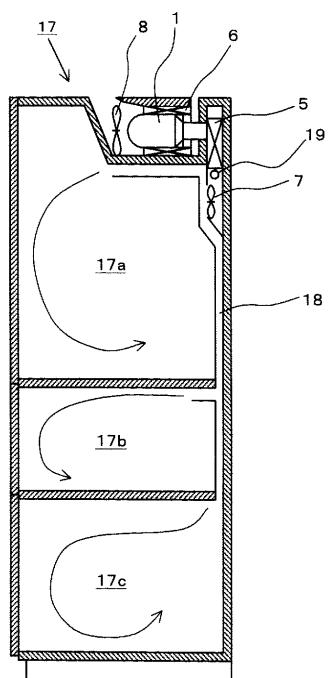
【図9】



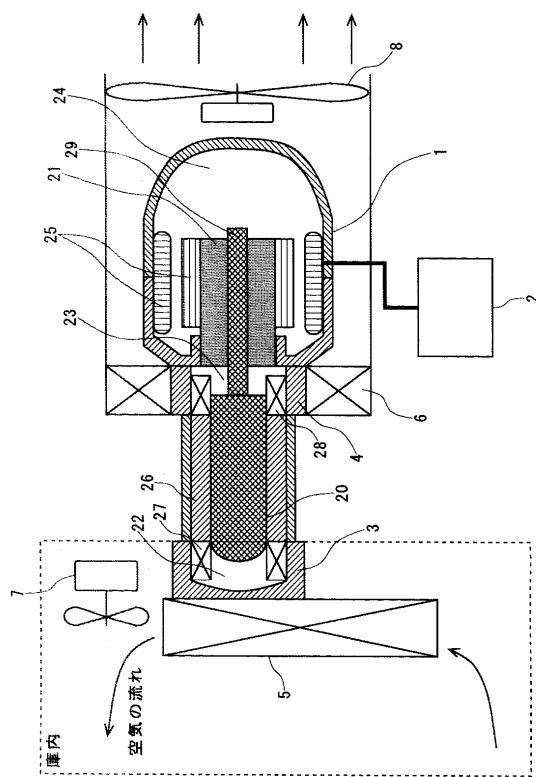
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-304366 (JP, A)
特開2002-061974 (JP, A)
特開2001-304745 (JP, A)
特開2001-033140 (JP, A)
特開2002-062021 (JP, A)
特開2000-346476 (JP, A)
特開2000-199653 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25D 11/00

F25B 9/14