

明 細 書

発明の名称： 冷凍サイクルシステム

技術分野

[0001] 本開示は、冷凍サイクルシステムに関する。

背景技術

[0002] 下記特許文献1には、ヒートポンプ給湯機の冷媒回路の異常を判定する技術として、圧縮機に流れる電流値を検知する電流値検知手段を設け、圧縮機の起動後の所定時間内に、電流値検知手段が検知した電流値が所定値以上となった場合には圧縮機の運転を停止する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本特開2010-071603号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述した従来のシステムにおいて、電流を測定する測定器の個体差による特性のばらつき、あるいは外気温その他の環境条件の違いなどに応じて、電流の測定値は変化する。それゆえ、冷媒回路の異常を適切に検知することができない可能性がある。

[0005] 本開示は、上述のような課題を解決するためになされたもので、冷媒回路の異常を適切に検知することのできる冷凍サイクルシステムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の冷凍サイクルシステムは、冷媒を圧縮する圧縮機と、圧縮機により圧縮された冷媒を冷却する冷却器と、冷却器を通過した冷媒を減圧させる減圧装置と、減圧装置を通過した冷媒を蒸発させる蒸発器とを有する冷媒回路と、冷媒回路の状態に関連する物理量である関連物理量を測定する測定手段と、冷媒回路による冷凍サイクルの運転を開始する際に、冷媒回路の異常

を検知するために異常判定モードを実行する制御手段と、を備え、減圧装置は、第一減圧量状態と、第一減圧量状態よりも減圧量が小さい第二減圧量状態とに切り替え可能であり、異常判定モードが開始すると、制御手段は、減圧装置を第一減圧量状態にし、圧縮機を第一速度で運転し、制御手段は、異常判定モードの開始から第一時間が経過した時点で測定手段により測定された関連物理量の値を第一測定値として記憶した後、減圧装置を第一減圧量状態から第二減圧量状態に切り替え、減圧装置が第一減圧量状態から第二減圧量状態に切り替えられた後に測定手段により測定された関連物理量の値を第二測定値として記憶し、第二測定値から第一測定値を引いた値が第一異常判定値よりも大きい場合には、冷媒回路に異常があると判定し、圧縮機の運転を停止するように構成されているものである。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、冷媒回路の異常を適切に検知することのできる冷凍サイクルシステムを提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1による冷凍サイクルシステムを示す図である。

[図2]異常判定モードにおいて制御部が実行する処理の例を示すフローチャートである。

[図3]圧縮機の起動後における関連物理量の経時変化のグラフの例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して実施の形態について説明する。各図において共通または対応する要素には、同一の符号を付して、説明を簡略化または省略する。

[0010] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1による冷凍サイクルシステムを示す図である。図1に示すように、冷凍サイクルシステム1は、冷媒回路2と、測定部7と、制御部8とを備えている。冷媒回路2は、冷媒を圧縮する圧縮機3と、圧縮機

3により圧縮された高圧冷媒を冷却する冷却器4と、冷却器4を通過した高圧冷媒を減圧させる減圧装置5と、減圧装置5により減圧された低圧冷媒を蒸発させる蒸発器6とを備えている。圧縮機3、冷却器4、減圧装置5、及び蒸発器6は、冷媒配管を介して接続されることで、環状の回路を形成している。蒸発器6から流出する低圧冷媒ガスは、圧縮機3に吸入され、再び冷媒回路2を循環する。冷媒回路2は、電力によって運転される。

[0011] 冷媒回路2に封入される冷媒は、特に限定されないが、例えば、二酸化炭素、アンモニア、プロパン、イソブタン、HFCなどのフロン、HFO-123、HFO-1234yfのいずれかでもよい。

[0012] 冷却器4は、圧縮機3から吐出された高圧冷媒と、この高圧冷媒よりも温度の低い第一流体との間で熱を交換する熱交換器に相当する。冷却器4にて、第一流体は、高圧冷媒によって加熱されることで温度が上昇する。第一流体は、例えば、水または他の液状熱媒体のような液体でもよいし、室外または室内の空気のような気体でもよい。冷凍サイクルシステム1は、第一流体を冷却器4へ流すための、例えばポンプまたは送風機のような第一流体アクチュエータ（図示省略）を備えていてもよい。

[0013] 減圧装置5は、高圧冷媒を膨張させて低圧冷媒にする。減圧装置5は、冷媒通路の開度を調整可能な膨張弁でもよい。減圧装置5を通過した低圧冷媒は、気液二相の状態となる。

[0014] 蒸発器6は、減圧装置5により減圧された低圧冷媒と、この低圧冷媒よりも温度の高い第二流体との間で熱を交換する熱交換器に相当する。蒸発器6内の冷媒は、第二流体の熱を吸収することによって蒸発する。第二流体は、例えば、室外または室内の空気のような気体でもよいし、水または他の液状熱媒体のような液体でもよい。冷凍サイクルシステム1は、第二流体を蒸発器6へ流すための、例えば送風機またはポンプのような第二流体アクチュエータ（図示省略）を備えていてもよい。

[0015] 冷凍サイクルシステム1は、冷却器4によって第一流体を加熱する目的で使用されてもよいし、蒸発器6によって第二流体を冷却する目的で使用され

てもよい。例えば、冷凍サイクルシステム 1 は、ヒートポンプ給湯システム、ヒートポンプ暖房システム、空調システムのうちの少なくとも一つに用いられてもよい。

[0016] 冷媒回路 2 の状態に関連する物理量を以下「関連物理量」と称する。測定部 7 は、関連物理量を測定する測定手段に相当する。本実施の形態における測定部 7 は、圧縮機 3 が備える電動機を駆動する電流である圧縮機電流を関連物理量として測定する。圧縮機電流は、圧縮機 3 の駆動負荷と相関がある。冷媒回路 2 の高圧側の圧力が高いほど、圧縮機 3 の駆動負荷が高くなりやすく、圧縮機電流も高くなりやすい。したがって、圧縮機電流を関連物理量として用いることで、冷媒回路 2 の状態を適切に判定することが可能となる。

[0017] 測定部 7 は、圧縮機 3 のみを駆動する電流を圧縮機電流として測定してもよいし、圧縮機 3 と他の機器（例えば第一流体アクチュエータ、第二流体アクチュエータ）とを駆動する電流を圧縮機電流として測定してもよい。当該他の機器を駆動する電流は、圧縮機 3 を駆動する電流に比べて小さいので、実質的に無視できる。交流の場合には、測定部 7 は、電流の実効値を圧縮機電流として測定してもよい。

[0018] 制御部 8 は、冷凍サイクルシステム 1 の動作を制御する制御手段に相当する。冷凍サイクルシステム 1 が備える各アクチュエータ及び各センサは、制御部 8 に対して電氣的に接続されている。制御部 8 は、時間を管理するタイマー機能を有している。制御部 8 は、ユーザーインターフェース装置（図示省略）と通信可能であってもよい。

[0019] 制御部 8 の各機能は、処理回路により実現されてもよい。制御部 8 の処理回路は、少なくとも 1 つのプロセッサ 8 a と少なくとも 1 つのメモリ 8 b とを備えてもよい。少なくとも 1 つのプロセッサ 8 a は、少なくとも 1 つのメモリ 8 b に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、制御部 8 のそれぞれの各機能を実現してもよい。制御部 8 のそれぞれの処理回路は、少なくとも 1 つの専用のハードウェアを備えてもよい。図示の例のように

単一の制御部 8 により動作が制御される構成に限定されるものではなく、複数の制御装置が連携することで動作を制御する構成にしてもよい。

[0020] 制御部 8 は、圧縮機 3 及び減圧装置 5 の動作を制御する。制御部 8 は、例えばインバーター制御により、圧縮機 3 の動作速度が可変となるように制御してもよい。また、制御部 8 は、例えばインバーター制御により、第一流体アクチュエータ及び第二流体アクチュエータの少なくとも一方の動作速度が可変となるように制御してもよい。

[0021] 減圧装置 5 は、第一減圧量状態と、第一減圧量状態よりも減圧量が小さい第二減圧量状態とに切り替え可能である。第一減圧量状態は、例えば、減圧装置 5 の開度が小さい状態に相当する。第二減圧量状態は、例えば、減圧装置 5 の開度が大きい状態に相当する。

[0022] 制御部 8 は、冷媒回路 2 による冷凍サイクル運転を行う通常運転モードを実行可能である。通常運転モードのときには、以下のようにしてもよい。制御部 8 は、目標とする加熱能力または冷却能力に応じて、圧縮機 3 の動作速度を制御してもよい。制御部 8 は、圧縮機 3 から吐出される冷媒の温度または圧力に応じて、減圧装置 5 の開度を調整してもよい。制御部 8 は、冷却器 4 に流入する第一流体の温度と、冷却器 4 から流出する第一流体の温度との少なくとも一方に応じて、第一流体アクチュエータの動作速度を制御してもよい。制御部 8 は、蒸発器 6 に流入する第二流体の温度と、蒸発器 6 から流出する第二流体の温度との少なくとも一方に応じて、第二流体アクチュエータの動作速度を制御してもよい。

[0023] 制御部 8 は、冷凍サイクルの運転を開始する際に、冷媒回路 2 の異常を検知するために異常判定モードを実行する。異常判定モードにおいて、制御部 8 は、圧縮機 3 を所定の第一速度で運転する。圧縮機 3 の動作速度を一定に保つことにより、冷媒回路 2 の異常をより適切に検知できる。また、異常判定モードにおいて、制御部 8 は、第一流体アクチュエータの動作速度を所定の一定速度に保つか第一流体アクチュエータを停止することが望ましく、第二流体アクチュエータの動作速度を所定の一定速度に保つか第二流体アクチ

ューエータを停止することが望ましい。そのようにすることで、冷媒回路 2 の異常をより適切に検知できる。

[0024] 図 2 は、異常判定モードにおいて制御部 8 が実行する処理の例を示すフローチャートである。図 3 は、圧縮機 3 の起動後における関連物理量の経時変化のグラフの例を示す図である。本実施の形態において、図 3 に示す関連物理量の経時変化は、圧縮機電流の経時変化に相当する。図 3 中、時刻 t_0 に異常判定モードが開始する。圧縮機 3 の運転が開始された時点と、異常判定モードが開始した時点とみなすことができる。図 3 中、実線 11 は、冷媒回路 2 が閉塞している場合のグラフであり、実線 12 は、冷媒回路 2 が正常である場合のグラフであり、実線 13 は、冷媒回路 2 の冷媒が漏れて抜けている場合のグラフである。

[0025] 図 2 に示すように、制御部 8 は、冷凍サイクルの運転を開始する際に、まず異常判定モードを開始する。異常判定モードが開始すると、制御部 8 は、減圧装置 5 を第一減圧量状態に設定する（ステップ S1）。次いで、制御部 8 は、圧縮機 3 を起動し、圧縮機 3 を第一速度で運転する（ステップ S2）。続いて、制御部 8 は、異常判定モードの開始から第一時間が経過したかどうかを判断し（ステップ S3）、異常判定モードの開始から第一時間が経過すると、測定部 7 により関連物理量を測定する（ステップ S4）。制御部 8 は、この測定された関連物理量の値を第一測定値 $PQ1$ として記憶する。その後、制御部 8 は、減圧装置 5 を第一減圧量状態から第二減圧量状態に切り替える（ステップ S5）。

[0026] 制御部 8 は、減圧装置 5 が第一減圧量状態から第二減圧量状態に切り替えられた後、測定部 7 により関連物理量を測定する（ステップ S6）。制御部 8 は、この測定された関連物理量の値を第二測定値 $PQ2$ として記憶する。制御部 8 は、第二測定値 $PQ2$ から第一測定値 $PQ1$ を引いた値を、第一異常判定値と比較する（ステップ S7）。制御部 8 は、第二測定値 $PQ2$ から第一測定値 $PQ1$ を引いた値が第一異常判定値よりも大きい場合には、冷媒回路 2 に異常があると判定し、圧縮機 3 の運転を停止する（ステップ S8）。

。

[0027] 図3に示すように、冷媒回路2が正常である場合には、異常判定モードの開始後、関連物理量の値は、実線12で示すように、上昇していく。第一時間は、冷媒回路2が正常である場合に関連物理量の値が安定するまでに要する時間よりも短い時間になるように、設定されている。例えば、図3中の時刻 t_1 が第一時間に相当してもよい。冷媒回路2が正常である場合には、異常判定モードの開始から第一時間が経過した時刻 t_1 の時点で、実線12の関連物理量の値は、まだ上昇の途中にある。冷媒回路2が正常である場合には、図3中の時刻 t_2 の時点で、実線12の関連物理量の値の上昇は終了に近づいている。

[0028] 図3中の破線14は、冷媒回路2が正常である場合に、時刻 t_1 において減圧装置5が第一減圧量状態から第二減圧量状態に切り替えられた場合のグラフである。また、図3中の破線15は、冷媒回路2が正常である場合に、時刻 t_2 において減圧装置5が第一減圧量状態から第二減圧量状態に切り替えられた場合のグラフである。冷媒回路2が正常である場合には、破線14あるいは破線15が示すように、減圧装置5が第一減圧量状態から第二減圧量状態に切り替えられると、圧縮機3の負荷が軽くなるので、関連物理量である圧縮機電流の値が低下する。したがって、冷媒回路2が正常である場合には、第二測定値 PQ_2 は、第一測定値 PQ_1 よりも低くなる。

[0029] これに対し、冷媒回路2のどこかに詰まりがあって閉塞している場合には、時刻 t_1 において減圧装置5が第一減圧量状態から第二減圧量状態に切り替えられた後も、圧縮機3の下流の冷媒が停滞するので、圧縮機3の負荷が増大し続ける。その結果、関連物理量である圧縮機電流の値が上昇し続ける。それゆえ、この場合には、第二測定値 PQ_2 は、第一測定値 PQ_1 よりも高くなる。よって、第二測定値 PQ_2 から第一測定値 PQ_1 を引いた値が第一異常判定値よりも大きい場合には、冷媒回路2が閉塞していると考えられる。本実施の形態であれば、この場合に制御部8が冷媒回路2に異常があると判定し、圧縮機3の運転を停止することで、冷媒回路2を確実に保護する

ことができる。

[0030] 一般に、物理量を測定する測定器には、個体差による特性のばらつきがある。そのため、測定部 7 により測定された関連物理量の値には、多少の誤差がある。また、外気温その他の環境条件に応じて、関連物理量の値が変化する。仮に、関連物理量の測定値自体を異常判定値と比較したとすると、上記の要因による測定値のばらつきの影響より、誤判定する可能性がある。これに対し、本実施の形態であれば、第二測定値 P Q 2 から第一測定値 P Q 1 を引いた値を第一異常判定値と比較することで、第一測定値 P Q 1 に含まれるばらつきと、第二測定値 P Q 2 に含まれるばらつきとが相殺する。それゆえ、本実施の形態であれば、測定値のばらつきの影響を受けにくいので、誤判定を確実に防止できる。

[0031] また、本実施の形態であれば、異常判定モードの開始後、関連物理量の値が安定するよりも前の時点で、制御部 8 が冷媒回路 2 の閉塞を検知できる。このため、異常判定モードを短時間で終了することが可能となる。

[0032] 本実施の形態とは異なり、関連物理量の値が安定するのを待ってから冷媒回路 2 の異常を検知する構成であると仮定すると、異常の判定までに長時間が必要となる。このような構成では、通常の運転の際に異常判定を行うことができず、専用のモードを設ける必要がある。このような構成では、異常の疑いがある場合にのみ異常の判定が可能であり、日常的に冷媒回路 2 の異常診断を行うことができない。これに対し、本実施の形態であれば、異常判定モードを短時間で終了できるので、日常的に冷媒回路 2 の異常診断を行うことが可能となる。

[0033] 本実施の形態の冷凍サイクルシステム 1 によれば、これまでに説明した異常判定モードの処理により、上述したような効果を得ることが可能となる。ただし、本開示において、制御部 8 は、以下に説明する各処理のうちの少なくとも一部をさらに実行するように構成されていてもよい。

[0034] 制御部 8 は、図 2 のステップ S 7 で、第二測定値 P Q 2 から第一測定値 P Q 1 を引いた値が第一異常判定値以下であった場合には、ステップ S 9 に進

み、第二時間が異常判定モードの開始から経過したかどうかを判定する。第二時間は、第一時間よりも長い時間である。ステップS 9で、異常判定モードの開始から第二時間がまだ経過していない場合には、制御部8は、ステップS 6以降の処理を再び実行する。すなわち、制御部8は、ステップS 6で、測定部7により関連物理量を再び測定し、その再測定値を第二測定値P Q 2として記憶する。すなわち、制御部8は、第二測定値P Q 2を更新する。次いで、制御部8は、ステップS 7で、更新された第二測定値P Q 2から第一測定値P Q 1を引いた値を第一異常判定値と再び比較する。その結果、第二測定値P Q 2から第一測定値P Q 1を引いた値が第一異常判定値よりも大きい場合には、制御部8は、冷媒回路2に異常があると判定し、圧縮機3の運転を停止する。このように、制御部8が、ステップS 6及びステップS 7の処理を繰り返し実行可能に構成されている場合には、冷媒回路2の閉塞をより確実に検知できる。

[0035] 制御部8は、ステップS 9で、異常判定モードの開始から第二時間がすでに経過した場合には、ステップS 10に進み、第一測定値P Q 1から第二測定値P Q 2を引いた値を第二異常判定値と比較する。前述したように、冷媒回路2が正常であれば、第二測定値P Q 2が第一測定値P Q 1よりも低くなる。よって、第一測定値P Q 1から第二測定値P Q 2を引いた値が第二異常判定値よりも大きい場合には、冷媒回路2が正常であると考えられる。このため、制御部8は、ステップS 10で第一測定値P Q 1から第二測定値P Q 2を引いた値が第二異常判定値よりも大きい場合には、ステップS 11に進み、異常判定モードを終了して通常運転モードを開始する。このように、制御部8が、第一測定値P Q 1から第二測定値P Q 2を引いた値を第二異常判定値と比較するように構成されている場合には、通常運転モードをより早期に開始することが可能となる。

[0036] 制御部8は、ステップS 10で第一測定値P Q 1から第二測定値P Q 2を引いた値が第二異常判定値以下であった場合には、ステップS 12に進み、異常判定モードの開始から第三時間が経過したかどうかを判定する。第三時

間は、第二時間よりも長い時間である。例えば、図3中の時刻 t_2 が第三時間に相当してもよい。ステップS12で異常判定モードの開始から第三時間がまだ経過していない場合には、制御部8は、ステップS6以降の処理を繰り返す。ステップS12で異常判定モードの開始から第三時間がすでに経過した場合には、制御部8は、ステップS13に進み、冷媒回路2に異常があると判定し、圧縮機3の運転を停止する。

[0037] 図3の実線13が示すように、冷媒回路2の冷媒が漏れて抜けている場合には、圧縮機3の負荷が低いので、冷媒回路2が正常な場合に比べて、関連物理量の値が低くなる。冷媒回路2が正常であれば、図3中の時刻 t_2 において減圧装置5を第一減圧量状態から第二減圧量状態に切り替えると、破線15が示すように関連物理量の値が低下する。これに対し、冷媒回路2の冷媒が抜けている場合には、減圧装置5を第一減圧量状態から第二減圧量状態に切り替えても圧縮機3の負荷が変化しないので、関連物理量の値も変化しない。それゆえ、冷媒回路2の冷媒が抜けている場合には、第一測定値PQ1と第二測定値PQ2との差が小さいので、ステップS10で、第一測定値PQ1から第二測定値PQ2を引いた値が第二異常判定値以下になる。このときに異常判定モードの開始から第三時間が経過していれば、制御部8は、ステップS13に進み、冷媒回路2の冷媒が漏れて抜けているとの判定を確定する。これにより、制御部8は、冷媒回路2の冷媒が漏れて抜けていることを確実に検知することができる。

[0038] 実施の形態2.

次に、実施の形態2について説明するが、前述した実施の形態1との相違点を中心に説明し、同一部分または相当部分については説明を簡略化または省略する。

[0039] 本実施の形態2は、実施の形態1と比べて、圧縮機電流に代えて圧縮機温度を関連物理量として用いる点異なる。圧縮機温度は、圧縮機3の温度である。本実施の形態2における測定部7は、圧縮機温度を測定する。圧縮機温度は、例えば、圧縮機3が備えるシェルの温度でもよい。高圧シェル型の

圧縮機 3 において、シェルの内部には圧縮機 3 から吐出される前の高圧冷媒が充満している。冷媒回路 2 の高圧側の圧力が高いほど、圧縮機 3 の駆動負荷が高くなりやすい。そして、圧縮機 3 の駆動負荷が高いほど、圧縮機温度が高くなりやすい。したがって、圧縮機温度を関連物理量として用いることで、冷媒回路 2 の状態を適切に判定することが可能となる。

[0040] 圧縮機 3 の起動後における圧縮機温度の経時変化は、図 3 のグラフと同様の傾向を示す。本実施の形態 2 では、実施の形態 1 における圧縮機電流の値に代えて圧縮機温度の値を用いて実施の形態 1 と同様の処理を制御部 8 が実行することにより、実施の形態 1 と同様の効果が得られる。

[0041] 実施の形態 3.

次に、実施の形態 3 について説明するが、前述した実施の形態 1 との相違点を中心に説明し、同一部分または相当部分については説明を簡略化または省略する。

[0042] 本実施の形態 3 は、実施の形態 1 と比べて、圧縮機電流に代えて吐出冷媒温度を関連物理量として用いる点が異なる。吐出冷媒温度は、圧縮機 3 から吐出される冷媒の温度である。本実施の形態 3 における測定部 7 は、吐出冷媒温度を測定する。

[0043] 圧縮機 3 の起動後における吐出冷媒温度の経時変化は、図 3 のグラフと同様の傾向を示す。本実施の形態 3 では、実施の形態 1 における圧縮機電流の値に代えて吐出冷媒温度の値を用いて実施の形態 1 と同様の処理を制御部 8 が実行することにより、実施の形態 1 と同様の効果が得られる。

符号の説明

[0044] 1 冷凍サイクルシステム、 2 冷媒回路、 3 圧縮機、 4 冷却器、 5 減圧装置、 6 蒸発器、 7 測定部、 8 制御部、 8 a プロセッサ、 8 b メモリ、 1 1, 1 2, 1 3 実線、 1 4, 1 5 破線