

明 細 書

発明の名称：冷蔵庫

技術分野

[0001] 本発明は、結露を防止する結露防止パイプを有する冷蔵庫に関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、結露を防止するための結露防止パイプ（またはキャビネットパイプ、または防露パイプ等とも称する）を有する冷蔵庫が存在している。このような冷蔵庫の多くは、結露防止パイプを冷蔵庫本体の開口部周縁に設置している。そして、圧縮機から吐出された高圧冷媒を、結露防止パイプで凝縮させることで結露防止パイプを加熱し、冷蔵庫本体の開口部周縁の結露を防止している。

しかしながら、結露防止パイプ中の冷媒は、冷蔵庫本体の背面、天面または側面側に設置され、冷媒を凝縮させるための凝縮パイプと同等の冷媒圧力で凝縮されることとなり、必要以上に結露防止パイプが加熱されてしまい、余分な圧縮機入力が必要となるという問題点があった。

[0003] このため、結露防止パイプを必要以上に加熱しないために、結露防止パイプへの冷媒流量を調節するようにした冷蔵庫が種々提案されている。そのようなものとして、放熱コンデンサ（2 a）と結露防止コンデンサ（2 b）との間に冷媒流量分配装置（7）を介装し、周囲温度と結露防止コンデンサの温度差に応じて結露防止コンデンサとバイパス管（6）へ冷媒分配を行い、冷蔵庫本体の開口部周縁が必要以上に加熱されないようにした冷蔵庫が提案されている（たとえば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平8－285426号公報（たとえば、図1参照）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 1 に記載の技術では、バイパス管への冷媒流量により結露防止パイプへの冷媒流量が変化する。また、冷蔵庫の冷媒流量は、たとえば空気調和装置などと比較すると小さい。すなわち、特許文献 1 に記載の技術では、結露防止パイプへの冷媒流量が低減すると、結露防止パイプを流れる冷媒流量が非常に小さくなってしまい、結露防止パイプを目標の温度まで加熱するのに要する時間（応答時間）が長くなってしまう。このため、特許文献 1 に記載の技術では、結露防止パイプの温度を安定化させることができないという課題があった。

[0006] また、特許文献 1 に記載のような冷蔵庫は、結露防止パイプが庫内に近い位置に設けられ、また、断熱材などを介して庫内との断熱構造をとられていない。このため、結露防止パイプ 13 からの凝縮熱の大半は、庫内へと侵入し、庫内負荷を増大させてしまい、その分圧縮機を運転させる必要が生じ、消費電力が大きくなってしまうという課題があった。

[0007] 本発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、結露防止パイプの温度を安定化させること、及び、消費電力を低減することを実現する冷蔵庫を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明に係る冷蔵庫は、圧縮機、凝縮パイプ、減圧装置、結露防止パイプ、キャピラリーチューブ、及び、冷却器がこの順番で接続されて構成された冷凍サイクルを備えた冷蔵庫において、減圧装置は、冷媒の流動抵抗を、第 1 の流動抵抗及び当該第 1 の流動抵抗より小さい第 2 の流動抵抗の二段階で調整可能に構成されたものである。

発明の効果

[0009] 本発明の冷蔵庫によれば、減圧装置を流れる冷媒の流動抵抗が、第 1 の流動抵抗及び当該第 1 の流動抵抗より小さい第 2 の流動抵抗の二段階となるように構成しているので、結露防止パイプの温度を安定化させることができる。

また、本発明の冷蔵庫によれば、凝縮パイプ、減圧装置及び結露防止パイプが接続されており、減圧装置により結露防止パイプの冷媒温度を凝縮パイプに対して低下させ、庫内温度と結露防止パイプの温度差を小さくすることができる。これにより、結露防止パイプから庫内に侵入する凝縮熱が低減し、圧縮機入力を低減させることができる分、消費電力を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施の形態１に係る冷蔵庫の冷凍サイクルの構成を説明する図である。

[図2]本発明の実施の形態１に係る冷蔵庫の結露防止パイプの設置例を説明する図である。

[図3]冷蔵庫で一般的に用いられている冷媒であるイソブタンのモリエル線図と、本発明の実施の形態１に係る冷蔵庫の冷凍サイクルにおける冷媒の状態遷移を示した図である。

[図4]本発明の実施の形態１に係る減圧装置の開度と流動抵抗との関係を示す図である。

[図5]本発明の実施の形態２に係る冷蔵庫の冷凍サイクルの構成を説明する図である。

[図6]本発明の実施の形態２に係る冷蔵庫の減圧装置と三方弁との組み合わせによる全冷媒流動抵抗の大小関係を示した表である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明に係る冷蔵庫の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下に説明する実施の形態によって本発明が限定されるものではない。また、図１を含め、以下の図面では各構成部材の大きさの関係が実際のものとは異なる場合がある。

本実施の形態に係る冷蔵庫１００は、冷蔵庫本体の開口部周縁に埋設されている結露防止パイプの「温度を安定化」及び「消費電力の低減」を可能とする改良が加えられたものである。

[0012] 実施の形態 1.

図 1 は、実施の形態 1 に係る冷蔵庫 100 の冷凍サイクルの構成を説明する図である。図 1 に基づいて、冷蔵庫 100 の冷凍サイクルの構成について説明する。冷蔵庫 100 は、蒸気圧縮式冷凍サイクルを利用して冷蔵庫 100 の庫内を目標温度まで冷却するものである。

[0013] 図 1 に示すように、冷蔵庫 100 の冷凍サイクルは、冷媒を圧縮して吐出する圧縮機 11 と、圧縮機 11 から供給された冷媒を凝縮させる凝縮パイプ 12 と、凝縮パイプ 12 から流出した冷媒を減圧させる減圧装置 18 と、冷蔵庫本体の開口部周縁に埋設されている結露防止パイプ 13 と、結露防止パイプ 13 に接続されたドライヤ 14 と、ドライヤ 14 から流出した冷媒を減圧させるキャピラリーチューブ 15 と、冷蔵庫 100 内の各室に供給される冷気を生成する冷却器 16 とが、配管にて接続されて構成されている。

また、冷蔵庫 100 の冷凍サイクルには、キャピラリーチューブ 15 を流れる冷媒と、冷却器 16 と圧縮機 11 との間における配管（吸入パイプ）を流れる冷媒とで熱交換させる熱交換部分 17 が設けられている。

[0014] （圧縮機 11）

圧縮機 11 は、吸入した冷媒を圧縮して吐出するものである。圧縮機 11 は、吸入側が熱交換部分 17 に接続され、吐出側が凝縮パイプ 12 に接続されている。圧縮機 11 は、たとえば冷蔵庫 100 の背面下部に設けられた機械室内に配置されている。圧縮機 11 は、冷媒を圧縮して高温・高圧の冷媒とするものであり、インバータで駆動され、庫内状況に応じて運転が制御されるようになっている。

[0015] （凝縮パイプ 12）

凝縮パイプ 12 は、圧縮機 11 から吐出された冷媒が放熱することで、冷媒を凝縮液化させるものである。凝縮パイプ 12 は、一方が圧縮機 11 の吐出側に接続され、他方が減圧装置 18 に接続されている。この凝縮パイプ 12 は、ドレン蒸発のためのホットパイプや、圧縮機 11 の設置空間に置かれた空冷凝縮器、冷蔵庫の側面や背面に断熱材を解して埋設されている。

[0016] (減圧装置 18)

減圧装置 18 は、凝縮パイプ 12 から流出した冷媒を減圧させるものである。減圧装置 18 は、一方が凝縮パイプ 12 に接続され、他方が結露防止パイプ 13 に接続されている。本実施の形態 1 に係る減圧装置 18 は、冷媒を減圧して膨張させるものであり、開度が可変に制御可能なもの、たとえば電子式膨張弁であるものとして説明する。減圧装置 18 は、後述するように、弁開度を調整することによって、2つの流量抵抗値に設定することができるようになっている(図4参照)。なお、減圧装置 18 については、[減圧装置 18 の減圧量について] 及び [減圧装置 18 の詳細構成及び動作について] で詳細に説明する。

[0017] (結露防止パイプ 13)

結露防止パイプ 13 は、冷蔵庫本体の前面部分における露付き防止用に設けられ、凝縮器として作用するパイプである。すなわち、結露防止パイプ 13 は、凝縮器として作用して、減圧装置 18 から流出した冷媒の熱を冷蔵庫本体の開口部周縁に伝達させることが可能なように、冷蔵庫本体の開口部周縁に埋設されている。結露防止パイプ 13 は、一方が減圧装置 18 に接続され、他方がドライヤ 14 に接続されている。

なお、結露防止パイプ 13 の構成については、後述の図2で詳しく説明する。

[0018] (ドライヤ 14)

ドライヤ 14 は、冷蔵庫 100 の冷凍サイクル内のゴミや金属粉などを圧縮機 11 へ流入させないためのフィルターや、冷凍サイクル内の水分を吸着する吸着部材などで構成されているものである。ドライヤ 14 は、一方が結露防止パイプ 13 に接続され、他方がキャピラリーチューブ 15 に接続されている。

[0019] (キャピラリーチューブ 15)

キャピラリーチューブ 15 は、ドライヤ 14 から流出した冷媒を減圧装置として作用するものである。キャピラリーチューブ 15 は、一方がドライヤ

１４に接続され、他方が冷却器１６に接続されている。キャピラリーチューブ１５を流れる冷媒は、熱交換部分１７の作用により、冷却器１６と圧縮機１１との間における配管（吸入パイプ）を流れる冷媒との間で熱交換がなされる。

[0020] （冷却器１６）

冷却器１６は、冷蔵庫の各室（図２の冷蔵室３などを参照）に供給される冷気を生成するものであり、蒸発器として作用するものである。冷却器１６は、一方がキャピラリーチューブ１５に接続され、他方が熱交換部分１７を介して圧縮機１１の吸入側に接続されている。

この冷却器１６は、たとえば冷蔵庫１００の背面側に設けられた冷却器室内に設けられている。そして、冷却器１６のたとえば上方には、送風ファンが設けられている。この送風ファンにより冷却器１６に空気が供給されるとともに、冷却器１６周辺で冷却された冷気が各室へと供給されるようになっている。

[0021] （熱交換部分１７）

熱交換部分１７は、キャピラリーチューブ１５を流れる冷媒と、圧縮機１１へ吸入される冷媒と、の間で熱交換を行わせる部分である。

[0022] また、たとえば冷蔵庫１００の背面上部には、この冷蔵庫１００の運転を制御するマイコンなどを備えた制御装置１０が設けられている。

[0023] 図２は、冷蔵庫１００の結露防止パイプ１３の設置例を説明する図である。図２に基づいて、結露防止パイプ１３の設置例について説明する。

[0024] 図２に示すように、冷蔵庫１００は、前面側が開口した箱状のキャビネット部２１を備えている。このキャビネット部２１は、冷蔵庫本体の外郭を形成する外箱と、冷蔵庫本体の内壁を形成する内箱とを有し、その間にたとえばウレタンなどの断熱材が設けられて構成されている。また、キャビネット部２１の内部には、キャビネット部２１の内部空間を複数の貯蔵室に仕切るディバイダ部（仕切り壁）２２が設けられている。冷蔵庫１００では、貯蔵室として、冷蔵室３、製氷室４、切替室５、冷凍室６、野菜室７が設けられ

ている。

[0025] 冷蔵室 3 は、冷蔵庫 100 の最上部に設けられており、前面は断熱構造を有する両開き式の扉により開閉自在に覆われる。

製氷室 4 及び切替室 5 は、冷蔵室 3 の下側の左右に並んで設けられており、それぞれの前面は断熱構造を有する引出し式の扉により開閉自在に覆われる。

冷凍室 6 は、製氷室 4 及び切替室 5 の下側に設けられており、前面は断熱構造を有する引出し式の扉により開閉自在に覆われる。

野菜室 7 は、冷凍室 6 の下側、冷蔵庫 100 の最下部に設けられており、前面は断熱構造を有する引出し式の扉により開閉自在に覆われる。

[0026] 各貯蔵室の扉には、通常、その開閉状態を検出する扉開閉センサー（図示省略）が設けられている。そして、制御装置 10 は、各扉開閉センサーからの出力を受けて各扉の開閉状態を検出し、たとえば扉が長時間開放されたままの場合には、操作パネル（図示省略）や音声出力装置により、その旨を使用者に報知することができる。

[0027] 各貯蔵室は、設定可能な温度帯（設定温度帯）によって区別されており、たとえば、冷蔵室 3 は約 0℃～4℃、野菜室 7 は約 3℃～10℃、製氷室 4 は約 -18℃、冷凍室 6 は約 -16℃～-22℃にそれぞれ設定可能となっている。

また、切替室 5 は、チルド（約 0℃）やソフト冷凍（約 -7℃）などの温度帯に切り替えることが可能である。なお、各貯蔵室の設定温度はこれに限るものではない。

[0028] たとえば冷蔵室 3 の扉の表面には、各貯蔵室の温度や設定を調節する操作スイッチと、そのときの各貯蔵室の温度を表示する液晶などから構成される操作パネルが設けられている。

この操作パネルには、冷蔵庫 100 の周囲の外気の温度を検出する外気温度センサーを設けておくといよい。制御装置 10 は、各貯蔵室に配置された庫内温度センサーの検出値が、操作パネルにより設定された設定温度となるよ

うに、冷凍サイクルの運転や各部の動作を制御する。

[0029] このように冷蔵庫 100 の内部は、温度帯の異なる複数の貯蔵室に区画されているため、庫内と庫外とが近接するキャビネット部 21 やディバイダ部 22 では、その表面温度が外気露点温度以下になると結露が発生する可能性がある。

そのため、冷蔵庫 100 では、図 2 に示すように結露防止パイプ 13 により、キャビネット部 21、ディバイダ部 22 の表面温度を冷媒凝縮熱により外気露点温度以上に維持している。

[0030] 結露防止パイプ 13 は、キャビネット部 21 の前面開口の周縁部及びディバイダ部 22 の前面側の縁に、折り曲げて内装されている。この結露防止パイプ 13 は、ブチルゴムなどの熱容量の大きい弾性部材を介して、キャビネット部 21 やディバイダ部 22 に設置されている。図 2 に示すように、キャビネット部 21 とディバイダ部 22 のすべての前面側の縁に結露防止パイプ 13 を配設してもよい。

また、製氷室 4、切替室 5、及び冷凍室 6 に隣接するキャビネット部 21 及びディバイダ部 22 の前面側の縁（冷凍温度帯の冷気が漏れ出しうる領域）にのみ、結露防止パイプ 13 を配設してもよい。なお、結露防止パイプ 13 の配置は、図 2 に図示したものに限定されるものではない。たとえば、低温冷気が外部に漏れ出すことによる露付きを抑制可能な任意の場所に結露防止パイプ 13 を配置してよい。

[0031] ここで、キャビネット部 21、ディバイダ部 22 の表面温度の上昇と、圧縮機 11 の必要入力について説明する。

たとえば、キャビネット部 21 やディバイダ部 22 の表面温度を結露防止パイプ 13 でなくヒータにより上昇させる場合、ヒータ入力を増加させればキャビネット部 21 やディバイダ部 22 の表面温度は上昇する。そして、キャビネット部 21 やディバイダ部 22 の結露防止のため表面温度を外気露点温度以上にする場合、あるヒータ入力 W_h にて表面温度が外気露点温度と同等になったとすると、 W_h 以上の入力を加えると表面温度は外気露点温度以

上になり、Wh以下の入力では表面温度は外気露点温度以下となる。つまり、ヒータ入力とキャビネット部21やディバイダ部22の表面温度には相関があり、ヒータ入力が増えればヒータ温度が上昇し、キャビネット部21やディバイダ部22の表面温度は高くなる。

[0032] これに対し、冷蔵庫100の場合は結露防止パイプ13がヒータと同等の役割をしており、ヒータ入力が増えればヒータ温度が上昇し、キャビネット部21やディバイダ部22の表面温度を低下、つまり結露防止パイプ13の温度を低下することができれば圧縮機入力が低減するということである。

[0033] 図3は、冷蔵庫で一般的に用いられている冷媒であるイソブタンのモリエル線図と、冷蔵庫100の冷凍サイクルにおける冷媒の状態遷移を示した図である。図3に基づいて、凝縮パイプ12と結露防止パイプ13との間に直列で減圧装置18を持つ冷蔵庫100の冷凍サイクルについて説明する。なお、図3中の符号は、図1と同じものを示している。また、図3において、横軸はエンタルピ、縦軸は圧力である。さらに、庫外の外気温を30(℃)と想定し、冷却器16への流入空気温度を-15(℃)と想定している。

[0034] 冷蔵庫内の冷媒は圧縮機11で圧縮(図3中のA→B)され高温高压の冷媒となり、冷媒飽和圧力が外気温度以上となる。冷媒飽和圧力が外気温度以上となった冷媒は、凝縮パイプ12に流入し、外気に凝縮熱を放熱する(図3中のB→E)。

凝縮パイプ12から流出した冷媒は、減圧装置18に流入し、凝縮パイプ12における冷媒圧力から減圧される(図3中のE→F)。この減圧装置18が冷蔵庫100に設けられていることにより、結露防止パイプ13の冷媒圧力は、凝縮パイプ12の冷媒圧力に対して低下する。

結露防止パイプ13に流入した冷媒は、庫内を含めた環境下で凝縮する(図3中のF→C)。なお、ここでいう「庫内を含めた環境下で凝縮する」とは、冷蔵庫本体の外郭を形成する外箱及び内箱や庫内空気に対して、結露防止パイプ13の熱が伝達され、結露防止パイプ13内の冷媒が凝縮することを指す。

[0035] 結露防止パイプ 13 から流出した冷媒は、キャピラリーチューブ 15 に流入して減圧されるとともに、熱交換部分 17 にて圧縮機 11 の吸入管を流れる冷媒と熱交換する（図 3 中の C→D）。そして、キャピラリーチューブ 15 から流出した冷媒は、冷却器 16 に流入し、図示省略のファンにより冷却器 16 に供給された空気と熱交換する。すなわち、キャピラリーチューブ 15 から流出した冷媒は、冷却器 16 に供給された空気から吸熱して蒸発する。

この冷却器 16 に供給された空気から吸熱して蒸発した冷媒は、熱交換部分 17 を通過して圧縮機 11 に戻る（図 3 中の D→A）。

[0036] [減圧装置 18 の減圧量について]

次に、冷蔵庫 100 の消費電力量を低減させる手段について説明する。冷蔵庫 100 の消費電力は、そのほとんどが庫内温度を維持するための蒸気圧縮式冷凍サイクルの動作源である圧縮機入力である。

たとえば、冷蔵庫 100 の側面や背面に断熱材として真空断熱材を利用する場合のように、冷却対象となる冷蔵庫の断熱性能が高い場合には、庫内温度を維持するための負荷が小さいため、必要となる圧縮機入力は低減する。ここで、冷蔵庫 100 の庫内負荷には、「冷蔵庫 100 の断熱性能に起因する負荷」と、「凝縮パイプ 12 や結露防止パイプ 13 の凝縮熱が冷蔵庫内に侵入する庫内負荷」との二つがある。

[0037] 凝縮パイプ 12 は、冷蔵庫 100 の側面や背面に設置されており、上述のように冷蔵庫 100 の断熱性能を向上させれば庫内への凝縮熱を低減することが可能である。一方で、図 2 に示すように結露防止パイプ 13 は庫内に近い位置にあり、且つ、断熱材などを介して庫内との断熱構造をとっていないため、結露防止パイプ 13 からの凝縮熱の大半は庫内へと侵入し、庫内負荷の大部分となっている。

図 3 に示すように、冷蔵庫 100 では、減圧装置 18 により結露防止パイプ 13 の冷媒温度を凝縮パイプ 12 に対して低下させる。減圧装置 18 により結露防止パイプ 13 の温度が低下することで、庫内温度と結露防止パイプ

13の温度差が小さくなり、結露防止パイプ13から庫内に侵入する凝縮熱を低減可能である。これにより、冷蔵庫100の庫内負荷を軽減し、圧縮機入力が低減するため、消費電力量が低減可能である。

[0038] ただし、減圧装置18における減圧量は、結露防止パイプ13内の冷媒飽和温度が「外気温度から3～5℃低い温度」の飽和圧力までである。このように、減圧装置18における減圧量を制限する理由は次の通りである。

すなわち、本来は結露防止パイプ13内の冷媒飽和圧力が外気温度を下回った場合、冷媒は凝縮できない。しかし、図2に示すように結露防止パイプ13は、庫内に近い位置にあるため、結果的に外気温度以下の庫内と接している。このため、外気温度より低い温度に対応する飽和圧力まで減圧させても、冷媒は凝縮することができる。ただし、外気が結露してしまうことがないように、外気露点温度も考慮する必要がある。

[0039] 以上より、冷蔵庫100の安定運転時における減圧装置18における減圧量は、「結露防止パイプ13の冷媒飽和温度は外気温度以下」とするとよく、より圧縮機入力を低減させたい場合には、「外気温度から3～5℃低い温度」又は「外気露点温度」の飽和圧力まで減圧させるとよい。ただし、「外気温度から3～5℃低い温度」とする場合においては、減圧装置18における減圧量が、結露防止のため、「外気露点温度」を下回らないようにする。

[0040] [減圧装置18の詳細構成及び動作について]

(LEVの採用について)

減圧装置18は、電子式膨張弁(LEV)などのように、冷蔵庫などに搭載される一般的な減圧装置によって構成するとよい。キャピラリーチューブは、長さや内径が固定となるため、減圧量が固定となるが、LEVは、ステッピングモータなどを用いて目標値に対する適正な開度となるように調整可能であるからである。

一般的な空調機器や冷蔵冷凍機器では、LEVにより目標蒸発温度(吸入温度)や目標吐出温度となるよう流動抵抗を変化させる。そこで、本実施の形態1に係る冷蔵庫100においても、先に述べたように結露防止パイプ1

3の温度を「外気露点温度」又は「外気温度から3～5℃低い温度」に制御するため、LEVを減圧装置18に適用するものとして説明する。

なお、LEVについては、たとえば文献「冷凍空調便覧ⅠⅠ巻」に記載されている。

[0041] 冷蔵庫100の冷媒流量は、外気30(℃)で安定運転時で1(kg/h)程度である。また、低外気では1(kg/h)以下である。LEVなどの冷媒制御機器に対する冷媒の応答時間 τ は、冷媒流量Grと機器の冷媒量Mにより以下のように与えられる。

[数1]

$$\tau = M / G_r \cdots (1)$$

なお、この(1)式などの事項については、たとえば文献「冷凍サイクルの動特性と制御」に記載されている。

[0042] (減圧装置18の流動抵抗について)

図4は、本実施の形態1に係る減圧装置18の開度と流動抵抗との関係を示す図である。図4を参照して、減圧装置18の構成について詳しく説明する。

冷蔵庫100のように、一般的な冷蔵冷凍機器では、冷媒量Mがおおよそ80(g)である。このことから、(1)式より応答時間 $\tau = 288$ (秒)となる。つまり、一般的な空調機器や冷蔵冷凍機器で使用されているLEVを用いて制御を行った場合には、1回の流動抵抗の変更に対して、冷媒の流れが安定するまでに5分近くを必要とするということである。

[0043] ここで、冷蔵庫100の「運転時間」は、たとえば30分～1時間である。なお、「運転時間」とは、圧縮機11が起動してから停止するまでの時間を指す。すなわち、冷蔵庫100は、圧縮機11が起動してから所定の時間運転した後に停止するサイクルを繰り返しているが、このサイクルのうちの1つの期間を「運転時間」と称する。

このため、一般的な空調機器や冷蔵冷凍機器で使用されているLEVを3～6回程度の制御を繰り返した場合には、5分×3～6回＝15～30分程

度が流動抵抗の変更に対する安定化に必要となる。すなわち、運転時間の半分以上が、冷媒の流れの安定化に必要となり、減圧装置 18 の減圧効果が得られるのは残りの約半分の運転時間となる。

[0044] そこで、減圧装置 18 は、減圧装置 18 の流動変更に伴う冷媒流量の変化を考慮し、減圧装置 18 の流動抵抗が図 4 に示す特性を有するように構成されている。

つまり、従来の減圧装置では、開度を大きくしていくと徐々に流動抵抗が大きくなるように構成されていたが、本実施の形態 1 に係る減圧装置 18 は、減圧効果による圧縮機入力の低減効果を最大限得るため、抵抗大（第 1 の流動抵抗）及び抵抗小（第 2 の流動抵抗）の二領域を有するように構成されている。減圧装置 18 は、第 1 の流動抵抗及び当該第 1 の流動抵抗より流動抵抗が小さい第 2 の流動抵抗の二段階で調整可能に構成されたものであるということである。

また、減圧装置 18 の調整可能な開度範囲には、抵抗大のときの開度としての開度 A、抵抗小のときの開度としての開度 C、及び、抵抗大と抵抗小との間を切り替える際の開度としての開度 B が設けられている。

[0045] （減圧装置 18 の動作について）

減圧装置 18 の動作方法について説明する。

減圧装置 18 は、冷蔵庫 100 の安定運転時においては、減圧装置 18 の減圧効果を「運転時間」中のすべてで得るため、抵抗大の領域の開度（開度 A）に調整される。この開度 A のときは減圧装置 18 の開度を絞っており、減圧装置 18 における流動抵抗が大きく、減圧装置 18 の冷媒流量が小さくなっている。

このように、冷媒を多く循環させる必要がない安定運転時においては、減圧装置 18 を開度 A として絞り、結露防止パイプ 13 の冷媒温度を凝縮パイプ 12 に対して低下させる。これにより、庫内温度と結露防止パイプ 13 の温度差が小さくなり、結露防止パイプ 13 から庫内に侵入する凝縮熱を低減することができる。そして、冷蔵庫 100 の庫内負荷を軽減し、圧縮機入力

が低減し、消費電力量が低減することができる。

[0046] 一方で、減圧装置 18 は、扉開閉時や起動時、除霜運転終了後など過渡的な運転時においては、抵抗小の領域の開度（開度 C）に調整される。この開度 C のときは減圧装置 18 の開度を大きくしており、減圧装置 18 における流動抵抗が小さく、減圧装置 18 の冷媒流量が大きくなっている。

過渡的運転時には、庫内負荷が明確に定義できないため（たとえば庫内温度が時間的に変化）、凝縮パイプ 12 の冷媒圧力に対して結露防止パイプ 13 の冷媒圧力を減圧させる効果が得られないと考えられる。このため、減圧装置 18 の流動抵抗を極力小さくし、凝縮パイプ 12 と結露防止パイプ 13 を含めた凝縮器での冷媒圧力損失を低減するようにしている。

[0047] また、図 4 に示すように、減圧装置 18 は、開度 B を境に、抵抗大と抵抗小とを分けているが、減圧装置 18 の製造ばらつきや制御範囲の確保のため、減圧装置 18 の全開度のおおよそ半分程度の位置に開度 B を用いることが望ましい。つまり、減圧装置 18 は、減圧装置 18 の全開度範囲のうちの略中間の開度より大きい場合に、抵抗小となり、減圧装置 18 の全開度範囲のうちの略中間開度より小さい場合に、抵抗大となるように構成されていることが望ましい。

なお、図 4 に示すように、抵抗大の領域及び抵抗小の領域において、小さな傾きを有していてもよい。すなわち、抵抗大の領域及び抵抗小の領域において、開度を変化させることで流動抵抗値がわずかに変化しても問題はない。

また、減圧装置 18 が抵抗小のときの流動抵抗値としては、上述のように極力小さい方がよく、抵抗大のときの流動抵抗値としては、たとえば外気 30（℃）にて結露防止パイプ 13 内の冷媒飽和温度が目標温度となるように設定された抵抗値とするとよい。

[0048] なお、本実施の形態 1 では、減圧装置 18 として、流動抵抗が抵抗大と抵抗小との二領域を有する L E V である場合を例に説明したが、それに限定されるものではない。たとえば、キャピラリーチューブを複数個設置して切り

替え弁により流動抵抗を変化させてもよい。ただし、冷蔵庫１００の内容積や必要材料費を考慮すると、本実施の形態１のように流動抵抗が抵抗大と抵抗小の二種類を有する減圧装置１８を採用することが望ましい。

[0049] [本実施の形態１に係る冷蔵庫１００の有する効果]

本実施の形態１に係る冷蔵庫１００は、減圧装置１８が抵抗大及び抵抗小の二つの領域を有しているため、冷媒流量の小さい冷蔵庫においても目標温度となるまでの応答時間が長くなることを抑制し、結露防止パイプ１３の温度を安定化させることができる。

[0050] 本実施の形態１に係る冷蔵庫１００は、減圧装置１８が凝縮パイプ１２と結露防止パイプ１３との間に設けられており、減圧装置１８により結露防止パイプ１３の冷媒温度を凝縮パイプ１２に対して低下させている。これにより、庫内温度と結露防止パイプ１３の温度差が小さくなって結露防止パイプ１３から庫内に侵入する凝縮熱が低減する分、圧縮機入力が低減させ、消費電力量を低減させることができる。

[0051] 実施の形態２．

図５は、本発明の実施の形態２に係る冷蔵庫１００Ａの冷凍サイクルの構成を説明する図である。図５に基づいて、冷蔵庫１００Ａの冷凍サイクルの構成について説明する。冷蔵庫１００は、実施の形態１に係る冷蔵庫１００と同様に、蒸気圧縮式冷凍サイクルを利用して冷蔵庫１００Ａの庫内を目標温度まで冷却するものである。なお、この実施の形態２では上述した実施の形態１との相違点を中心に説明するものとし、実施の形態１と同一作用である部分には、同一符号を付して説明を省略するものとする。

[0052] 実施の形態１に係る冷蔵庫１００では、１本のキャピラリーチューブ１５が接続された冷凍サイクルを例に説明したが、実施の形態２に係る冷蔵庫１００Ａでは、図５に示すように、２本のキャピラリーチューブ（キャピラリーチューブ５２、キャピラリーチューブ５３）が接続された冷凍サイクルを備えている。また、冷媒流路を切り替える流路変更装置としての三方弁５４が、キャピラリーチューブ５２及びキャピラリーチューブ５３の上流側に設

けられている。冷蔵庫１００Ａのそれ以外の構成については、実施の形態１に係る冷蔵庫１００と同様である。

[0053] ２本のキャピラリーチューブには、それぞれ流動抵抗の異なるものが使用されている。ここでは、キャピラリーチューブ５２が、流動抵抗が相対的に小さい（つまり内径が太い）ものであり、キャピラリーチューブ５３が、流動抵抗が相対的に大きい（つまり内径が細い）ものである場合を想定している。なお、キャピラリーチューブ５２、キャピラリーチューブ５３の流動抵抗の大小が逆であっても問題ない。

[0054] 三方弁５４は、冷媒をキャピラリーチューブ５２に流す冷媒流路、又は、冷媒をキャピラリーチューブ５３に流す冷媒流路に変更するだけでなく、冷媒をキャピラリーチューブ５２及びキャピラリーチューブ５３の両方に流す冷媒流路に変更することも可能なもので構成されている。三方弁５４は、冷蔵庫１００Ａの必要冷媒流量に応じて冷媒流路を変更する。具体的には、必要冷媒流量を判断した制御装置１０が三方弁５４を制御することで、冷媒が流れる冷媒流路が変更される。なお、流路変更装置として三方弁５４を例に挙げて説明するが、流路変更装置を三方弁５４に限定するものではない。例えば、二方弁を組み合わせる流路変更装置を構成してもよく、四方弁を用いて流路変更装置を構成してもよい。

[0055] 次に、冷蔵庫１００Ａの動作について記す。

冷蔵庫１００Ａでは、必要な冷媒流量に応じて、圧縮機１１の周波数を制御し、減圧装置１８の開度を制御し、流路変更装置を制御することで冷媒流路が決定されるようになっている。つまり、冷蔵庫１００Ａは、な冷媒流量に応じて、圧縮機１１、減圧装置１８、及び、流路変更装置のそれぞれを個々に制御するようになっている。

[0056] 例えば冷媒流量を大きくする際は、制御装置１０は、圧縮機１１の周波数を高くすると同時に、三方弁５４によって冷媒をキャピラリーチューブ５２に流す冷媒流路又はキャピラリーチューブ５２及びキャピラリーチューブ５３の両方に流す冷媒流路を選択する。

一方で冷媒流量を小さくする際は、制御装置 10 は、圧縮機 11 の周波数を低くすると同時に、三方弁 54 によって冷媒をキャピラリーチューブ 53 に流す冷媒流路に選択する。

[0057] ただし、圧縮機 11 の回転数と、冷媒流路（キャピラリーチューブ 52 に冷媒を流す冷媒流路、キャピラリーチューブ 53 に冷媒を流す冷媒流路、キャピラリーチューブ 52 及びキャピラリーチューブ 53 の両方に冷媒を流す冷媒流路）の選択とを、供給冷媒量との関係でマッチしないと、低圧の引込み等の異常が発生する。

[0058] 減圧装置 18 を有していない従来の冷蔵庫であれば、上記のように圧縮機 11 の周波数と冷媒流路の選択をマッチさせればよいが、冷蔵庫 100A では三方弁 54 の冷媒流れ上流側に減圧装置 18 を有している。減圧装置 18 は、実施の形態 1 で説明した通り、庫内負荷に応じて抵抗大のときの開度 A と抵抗小の開度 C とに変化する。このため、冷媒流路の選択を、圧縮機 11 の周波数だけでなく、減圧装置 18 の開度も含めて調整する必要がある。これは、冷媒回路内での全冷媒流動抵抗は、減圧装置 18 の抵抗とキャピラリーチューブ（キャピラリーチューブ 52、キャピラリーチューブ 53）の抵抗の合計となるためである。

[0059] 図 6 は、減圧装置 18 と三方弁 54 との組み合わせによる全冷媒流動抵抗の大小関係を示した表である。図 6 では、冷媒流動抵抗が大きい組み合わせから「H」→「M（M1、M2）」→「L」と表記している。図 6 を用いて、冷蔵庫 100A の動作について説明する。基本的な動作は前述した通りであるが、冷蔵庫 100A は減圧装置 18 を備えているため、動作が以下のようになる。なお、「M1」と「M2」との差異については、後述する。

[0060] 冷媒流量を大きくする際は、制御装置 10 は、圧縮機 11 の周波数を高く（増加）すると同時に、減圧装置 18 と三方弁 54 との組み合わせを図 6 の「L」として選択する。「L」が選択されると、具体的には、減圧装置 18 は開度 C に制御され、冷媒流路はキャピラリーチューブ 52 及びキャピラリーチューブ 53 の両方に冷媒を流すように三方弁 54 が制御される。

[0061] 冷媒流量を小さくする際は、制御装置 10 は、圧縮機 11 の周波数を低く（低下）すると同時に、減圧装置 18 と三方弁 54 との組み合わせを図 6 の「H」として選択する。「H」が選択されると、具体的には、減圧装置 18 は開度 A に制御され、冷媒流路はキャピラリーチューブ 53 に冷媒を流すように三方弁 54 が制御される。

ただし、圧縮機 11 の周波数低下量と全冷媒流動抵抗「H」とがマッチしない場合（例えば、低圧が低下、冷却器 16 内での冷媒過熱（SH）が発生している場合など）、減圧装置 18 と三方弁 54 との組み合わせを図 6 の「H」から「M」に変更する。

[0062] ここで、「M1」と「M2」とに差異について説明する。

「M1」では、減圧装置 18 の抵抗値を小さくしている。そのため、凝縮パイプ 12 と結露防止パイプ 13 の飽和圧力はほぼ等しく、実施の形態 1 で示したように結露防止パイプ 13 の冷媒温度は外気温度以上に維持されている。そのため、外気湿度が高い場合又は結露を回避する場合（例えば、庫内温度を通常以上に低く設定した場合）には「M1」を選択するようにしている。「M1」が選択されると、具体的には、減圧装置 18 は開度 C に制御され、冷媒流路はキャピラリーチューブ 53 又はキャピラリーチューブ 52 に冷媒を流すように三方弁 54 が制御される。

[0063] 一方、「M2」では、減圧装置 18 の抵抗値を大きく設定している。そのため、実施の形態 1 で示したように、開度 A の抵抗値にも依存するが、結露防止パイプ 13 内の冷媒飽和温度は「外気温度から 3～5℃低い温度」の飽和圧力となる。実施の形態 1 で示したように、結露防止パイプ 13 内の冷媒飽和温度が「外気温度から 3～5℃低い温度」となることで、冷蔵庫 100 A の庫内負荷を軽減し、圧縮機入力が低減し、消費電力量が低減することができる。そのため、消費電力量を低減する場合は「M2」を選択するようにしている。「M2」が選択されると、具体的には、減圧装置 18 は開度 A に制御され、冷媒流路はキャピラリーチューブ 52 又はキャピラリーチューブ 52 及びキャピラリーチューブ 53 の両方に冷媒を流すように三方弁 54 が

制御される。

[0064] [本実施の形態 2 に係る冷蔵庫 100A の有する効果]

本実施の形態 2 に係る冷蔵庫 100A は、実施の形態 1 に係る冷蔵庫 100 が有する効果に加え、2 本のキャピラリーチューブと流路変更装置を設け、減圧装置 18 と冷媒流路との選択を調整することで、冷媒流量に適した流動抵抗とすることができる。

符号の説明

[0065] 1 冷蔵室、3 冷蔵室、4 製氷室、5 切替室、6 冷凍室、7 野菜室、10 制御装置、11 圧縮機、12 凝縮パイプ、13 結露防止パイプ、14 ドライヤ、15 キャピラリーチューブ、16 冷却器、17 熱交換部分、18 減圧装置、21 キャビネット部、22 ディバイダ部、52 キャピラリーチューブ、53 キャピラリーチューブ、54 三方弁、100 冷蔵庫、100A 冷蔵庫。

請求の範囲

- [請求項1] 圧縮機、凝縮パイプ、減圧装置、結露防止パイプ、キャピラリーチューブ、及び、冷却器がこの順番で接続されて構成された冷凍サイクルを備えた冷蔵庫において、
前記減圧装置は、
冷媒の流動抵抗を、
第1の流動抵抗及び当該第1の流動抵抗より小さい第2の流動抵抗の二段階で調整可能に構成された
ことを特徴とする冷蔵庫。
- [請求項2] 前記第1の流動抵抗を前記冷蔵庫が安定運転時に、
前記第2の流動抵抗を前記冷蔵庫が過渡的運転時に、
用いる
ことを特徴とする請求項1に記載の冷蔵庫。
- [請求項3] 前記第1の流動抵抗は、
前記冷蔵庫が安定運転時に、前記結露防止パイプの冷媒飽和温度が外気温度から所定温度低い温度の飽和圧力となるように設定されている
ことを特徴とする請求項1に記載の冷蔵庫。
- [請求項4] 前記第1の流動抵抗は、
前記冷蔵庫が安定運転時に、前記結露防止パイプの冷媒飽和温度が外気温度と略同一の温度の飽和圧力となるように設定されている
ことを特徴とする請求項1に記載の冷蔵庫。
- [請求項5] 前記第2の流動抵抗は、
前記冷蔵庫の過渡的運転時に、前記凝縮パイプと前記結露防止パイプとの間の冷媒圧力損失に基づいて設定されている
ことを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の冷蔵庫。
- [請求項6] 前記第1の流動抵抗は、
前記減圧装置の全開度範囲の略中間開度よりも小さい開度で設定さ

れ、

前記第 2 の流動抵抗は、

前記減圧装置の全開度範囲の前記略中間開度よりも大きい開度で設定されている

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の冷蔵庫。

[請求項 7]

前記減圧装置は、

電子式膨張弁によって構成された

ことを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の冷蔵庫。

[請求項 8]

前記減圧装置は、

冷媒を減圧させるキャピラリーチューブと、冷媒の流れを切り換える切替弁とによって構成された

ことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の冷蔵庫。

[請求項 9]

前記キャピラリーチューブを流動抵抗の異なる 2 本のキャピラリーチューブで構成し、前記キャピラリーチューブの上流側に設けられ、冷媒を前記キャピラリーチューブのいずれかに流す冷媒流路、又は、冷媒を前記キャピラリーチューブの両方に流す冷媒流路に変更する流路変更装置を備え、

冷媒流量に応じて、前記圧縮機、前記減圧装置、及び、前記流路変更装置のそれぞれを個々に制御する

ことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の冷蔵庫。

[請求項 10]

冷媒流量を大きくする際、

前記圧縮機の周波数を増加させ、前記減圧装置の流動抵抗を小さくし、前記流路変更装置により流動抵抗の小さい方のキャピラリーチューブ又は 2 本の前記キャピラリーチューブの両方を選択する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の冷蔵庫。

[請求項 11]

冷媒流量を小さくする際、

前記圧縮機の周波数を低下させ、前記減圧装置の流動抵抗を大きくし、前記流路変更装置により流動抵抗の大きい方のキャピラリーチュ

ーブ選択する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の冷蔵庫。

[請求項12]

外気湿度が高い場合又は結露を回避する場合、

前記減圧装置の流動抵抗を小さくし、前記流路変更装置により流動抵抗の大きい方のキャピラリーチューブを選択する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の冷蔵庫。

[請求項13]

消費電力量を低下させる場合、

前記減圧装置の流動抵抗を大きくし、前記流路変更装置により流動抵抗の小さい方のキャピラリーチューブを選択する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の冷蔵庫。