(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5966450号
(P5966450)

(45)発行日　平成28年8月10日(2016.8.10)　(24)登録日　平成28年7月15日(2016.7.15)

(51)Int.Cl.　F I
F25B 1/00 (2006.01)　F25B 1/00 304H
F25B 1/00 396D

請求項の数 7　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願2012-49046(P2012-49046)
(22)出願日　平成24年3月6日(2012.3.6)
(65)公開番号　特開2013-185720(P2013-185720A)
(43)公開日　平成25年9月19日(2013.9.19)
審査請求日　平成27年1月14日(2015.1.14)

(73)特許権者　000005234
富士電機株式会社
神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号
(74)代理人　100104433
弁理士　宮園　博一
(72)発明者　木下　卓
東京都品川区大崎一丁目１１番２号　ゲートシティ大崎イーストタワー　富士電機リテイルシステムズ株式会社内
(72)発明者　篠原　淳
東京都品川区大崎一丁目１１番２号　ゲートシティ大崎イーストタワー　富士電機リテイルシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】冷却装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
蒸発器の下流側の冷媒温度を検出する冷媒温度検出部と、
開度に応じて前記蒸発器に流入する冷媒の量を制御する電子膨張弁と、
前記電子膨張弁の開度を制御する制御部とを備え、
前記制御部は、前記冷媒温度検出部により検出された前記蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率が温度低下方向でかつ前記変化率の絶対値が第１しきい値以上である場合に、前記電子膨張弁の開度を減少させる第１開度制御と、前記蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率が温度上昇方向でかつ前記変化率の絶対値が第２しきい値以上である場合に、前記電子膨張弁の開度を増加させる第２開度制御との少なくとも一方を行うように構成されている、冷却装置。
【請求項２】
前記蒸発器は、冷却水槽内に配置され、前記蒸発器の周囲に氷塊を形成して前記冷却水槽内の水を冷却するように構成されており、
前記制御部は、前記冷媒温度検出部により検出された前記蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率に基づいて、過熱度が略０度になるように、前記電子膨張弁の開度を制御するように構成されている、請求項１に記載の冷却装置。
【請求項３】
前記制御部は、前記第１開度制御を行う際の前記電子膨張弁の開度が小さくなるほど、前記電子膨張弁の開度の減少量を少なくするように構成されている、請求項１または２に

記載の冷却装置。
【請求項４】
前記制御部は、前記第１開度制御を行う際に、前記電子膨張弁の開度を所定の時間間隔で徐々に減少させるように構成されている、請求項１～３のいずれか１項に記載の冷却装置。
【請求項５】
前記制御部は、前記第１開度制御を行う際に、前記蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率が温度上昇方向でかつ前記変化率の絶対値が第２しきい値以上になった回数が増加するほど、前記電子膨張弁の開度の減少量を少なくするように構成されている、請求項１～４のいずれか１項に記載の冷却装置。
【請求項６】
前記制御部は、前記第２開度制御において、前記第１開度制御時の１回の減少量の絶対値よりも大きい増加量で前記電子膨張弁の開度を増加させるように構成されている、請求項１～５のいずれか１項に記載の冷却装置。
【請求項７】
前記冷媒は、二酸化炭素である、請求項１～６のいずれか１項に記載の冷却装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、冷却装置に関し、特に、電子膨張弁を備えた冷却装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、電子膨張弁を備えた冷却装置が知られている（たとえば、特許文献１参照）。このような冷却装置は、たとえば、飲料ディスペンサやカップ式自動販売機などにおいて濃縮シロップおよび濃縮シロップを希釈する希釈水を冷却するための冷却ユニットに用いられている。
【０００３】
上記特許文献１には、水（冷却水）を貯留する水槽と、圧縮機、凝縮器、電子膨張弁および蒸発器（蒸発パイプ）により構成され、水槽内の水を冷却するための冷却ユニットとを備えた飲料ディスペンサが開示されている。この特許文献１に記載の飲料ディスペンサでは、蒸発パイプがコイル状に巻回されて水中に保持されており、電子膨張弁により所定流量に調整された冷媒が蒸発パイプ内に流通される。そして、冷媒の蒸発潜熱を利用して蒸発パイプの周囲にアイスバンク（氷塊）が形成されることにより、アイスバンクの蓄熱を利用して水槽内の水が冷却されるように構成されている。この水槽内で冷却された水により、水槽内に配置された飲料配管を流れる濃縮シロップおよび希釈水が冷却される。また、特許文献１では、２つの温度センサを用いて蒸発パイプに流入する冷媒および蒸発パイプから流出する冷媒の各々の温度（センサの検出値（絶対値））を取得して過熱度が演算されて、この演算結果に基づいて電子膨張弁の開度が制御されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００９－１４４９３３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、上記特許文献１に記載された飲料ディスペンサでは、電子膨張弁の開度制御においては、蒸発パイプの入口側および出口側で読み取られた２つの温度センサの絶対値に基づいて過熱度が演算されるため、２つの温度センサ（冷媒温度検出部）の検出値（絶対値）の各々のばらつきに起因して、過熱度の演算値が実際の過熱度から大きくずれる場合がある。この場合には、実際の過熱度から大きくずれた過熱度に基づいて電子膨張

弁の開度制御が行われるので、蒸発パイプ（蒸発器）が全体にわたって均一に冷却されているか否かを正確に判断することが困難になる。その結果、蒸発パイプの全体にわたって略均一な温度となるような開度制御を行うのが困難となるので、水槽内において、冷却運転とともに次第に成長するアイスバンク（氷塊）が蒸発パイプ（蒸発器）の全体にわたって均一に形成されず、片寄って着氷されてしまうという問題点がある。

【０００６】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の１つの目的は、冷媒温度検出部の検出値のばらつきに起因する蒸発器への片寄った着氷を抑制することが可能な冷却装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

この発明の一の局面による冷却装置は、蒸発器の下流側の冷媒温度を検出する冷媒温度検出部と、開度に応じて蒸発器に流入する冷媒の量を制御する電子膨張弁と、電子膨張弁の開度を制御する制御部とを備え、制御部は、冷媒温度検出部により検出された蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率が温度低下方向でかつ変化率の絶対値が第１しきい値以上である場合に、電子膨張弁の開度を減少させる第１開度制御と、蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率が温度上昇方向でかつ変化率の絶対値が第２しきい値以上である場合に、電子膨張弁の開度を増加させる第２開度制御との少なくとも一方を行うように構成されている。

【０００８】

この発明の一の局面による冷却装置では、上記のように、蒸発器の下流側の冷媒温度を検出する冷媒温度検出部を設けるとともに、制御部を、冷媒温度検出部により検出された蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率に基づいて、電子膨張弁の開度を制御するように構成することによって、１つの冷媒温度検出部により検出された蒸発器の下流側の冷媒温度を用いて冷媒温度の変化率を演算することができるので、２つの冷媒温度検出部を用いる場合に比べて、冷媒温度検出部の検出値（絶対値）のばらつきの影響を小さくすることができる。これにより、冷媒温度の変化率に基づき把握される過熱度が、実際の過熱度から大きくずれるのを抑制することができるので、蒸発器が均一に冷却されているか否かを正確に判断することができる。その結果、蒸発器全体にわたって略均一な温度を維持するような開度制御を行うことができるので、蒸発器に片寄って着氷されるのを抑制することができる。また、冷媒温度の変化率を演算するための冷媒の温度は、１つの冷媒温度検出部により検出された蒸発器の下流側の検出値を用いればよいので、２つの冷媒温度検出部を設ける必要がない。これにより、冷却装置の構成を簡素化することができる。

また、制御部を、蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率が温度低下方向でかつ変化率の絶対値が第１しきい値以上である場合に、電子膨張弁の開度を減少させる第１開度制御と、蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率が温度上昇方向でかつ変化率の絶対値が第２しきい値以上である場合に、電子膨張弁の開度を増加させる第２開度制御との少なくとも一方を行うように構成する。これにより、蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率が温度低下方向でかつ変化率の絶対値が第１しきい値以上である場合には、蒸発器が均一に冷却されているものの冷媒が適正な流量を上回って蒸発器内を流れていると判断して、電子膨張弁の開度を減少させる第１開度制御を行うことにより、冷媒の蒸発器への流れ過ぎを抑制し、かつ、圧縮機への液戻りを抑制することができる。また、蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率が温度上昇方向でかつ変化率の絶対値が第２しきい値以上になった場合には、冷媒の蒸発器への流れ過ぎは生じていないものの蒸発器が均一に冷却されていない（過熱度が大き過ぎる）と判断して、電子膨張弁の開度を増加させる第２開度制御を行うことにより、蒸発器全体が均一に冷却される方向（片寄った氷が形成されるのを抑制する方向）に制御することができる。また、上記のような第１開度制御と第２開度制御とを組み合わせれば、蒸発器内の冷媒流量を適切な範囲に制御するとともに圧縮機への液戻りを抑制しながら、蒸発器に片寄った氷が形成されるのを抑制することができる。

【０００９】

上記一の局面による冷却装置において、好ましくは、蒸発器は、冷却水槽内に配置され

、蒸発器の周囲に氷塊を形成して冷却水槽内の水を冷却するように構成されており、制御部は、冷媒温度検出部により検出された蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率に基づいて、過熱度が略０度になるように、電子膨張弁の開度を制御するように構成されている。このように構成すれば、冷却水槽内の水を蒸発器の周囲に形成した氷塊（アイスバンク）により冷却する構成において、蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率に基づいて、蒸発器の入口部から出口部までの冷媒温度が略等しい（過熱度が略０度の）状態になるように電子膨張弁の開度制御を行うことができるので、蒸発器の入口側と出口側とでの着氷状態に片寄りが生じることを抑制することができる。

【００１１】

上記一の局面による冷却装置において、好ましくは、制御部は、第１開度制御を行う際の電子膨張弁の開度が小さくなるほど、電子膨張弁の開度の減少量を少なくするように構成されている。このように構成すれば、電子膨張弁が絞られて開度が閉じた状態に近づくほど、１回の開度減少量（電子膨張弁の絞り量）をより少なく設定することができる。すなわち、電子膨張弁の開度が相対的に小さい範囲（電子膨張弁の絞りがきつい状態）においては第１開度制御における１回の開度減少量がより少なく抑えられるので、過度な絞りに起因して蒸発器の下流側の冷媒温度が急激に上昇する（過熱度が急激に大きくなる）ことを回避することができる。

【００１２】

上記一の局面による冷却装置において、好ましくは、制御部は、第１開度制御を行う際に、電子膨張弁の開度を所定の時間間隔で徐々に減少させるように構成されている。このように構成すれば、第１開度制御において、電子膨張弁の開度が急激に小さくなる（急激に絞られる）のを抑制することができるので、急激な絞りに起因して蒸発器の下流側の冷媒温度が急激に上昇する（過熱度が急激に大きくなる）ことを回避することができる。

【００１３】

上記一の局面による冷却装置において、好ましくは、制御部は、第１開度制御を行う際に、蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率が温度上昇方向でかつ変化率の絶対値が第２しきい値以上になった回数が増加するほど、電子膨張弁の開度の減少量を少なくするように構成されている。ここで、第１開度制御により複数回開度を減少させた後、第２開度制御により１回開度を増加させる制御が繰り返されるような場合には、第２開度制御を行った回数（蒸発器の下流側の冷媒温度の変化率が温度上昇方向でかつ変化率の絶対値が第２しきい値以上になった回数）が増加するほど、第１開度制御による開度減少制御がより進行して開度が小さくなっているので、この場合に、電子膨張弁の開度減少量を少なくすることにより、電子膨張弁の開度が小さくなった状態において第１開度制御における１回の開度減少量をより少なくすることができる。これによっても、過度な絞りに起因する蒸発器の下流側の冷媒温度の急激な上昇を回避することができる。

【００１４】

上記一の局面による冷却装置において、好ましくは、制御部は、第２開度制御において、第１開度制御時の１回の減少量の絶対値よりも大きい増加量で電子膨張弁の開度を増加させるように構成されている。このように構成すれば、温度上昇方向でかつ冷媒温度の変化率の絶対値が第２しきい値以上の状態（過熱度が大きくなった状態）を迅速に解消することができるので、蒸発器の過熱度が大きくなることに起因して蒸発器に片寄った氷が形成されるのを有効に抑制することができる。

【００１５】

上記一の局面による冷却装置において、好ましくは、冷媒は、二酸化炭素である。このように構成すれば、フロン系冷媒と異なりオゾン層を破壊せず、かつ、低温室効果ガスとして地球環境に対する影響が少ない二酸化炭素冷媒を用いた冷却装置を提供することができる。

【発明の効果】

【００１６】

本発明によれば、上記のように、冷媒温度検出部の検出値のばらつきに起因する蒸発器

への片寄った着氷を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】本発明の一実施形態による冷却水槽内の水を冷却する冷却装置の概略的な構成を示した図である。

【図２】本発明の一実施形態による冷却装置の冷却水槽周辺の構成を示した図である。

【図３】本発明の一実施形態による冷却装置の制御構成を示したブロック図である。

【図４】本発明の一実施形態による冷却装置によって冷却水槽内の水が冷却される際（プルダウン運転時）の電子膨張弁の開度制御パターンを説明するための模式図である。

【図５】本発明の一実施形態による冷却装置の冷却ユニットにおける電子膨張弁の開度を減少させる際に適用される第１開度制御テーブルを示した図である。

【図６】本発明の一実施形態による冷却装置の冷却ユニットにおける電子膨張弁の開度を増加させる際に適用される第２開度制御テーブルを示した図である。

【図７】本発明の一実施形態による冷却装置によって冷却水槽内の水が冷却される際（サイクル運転時）の電子膨張弁の開度制御パターンを説明するための模式図である。

【図８】本発明の一実施形態による冷却装置の冷却運転時（サイクル運転時およびプルダウン運転時）における制御部の開度制御処理フローを示した図である。

【図９】本発明の一実施形態の第１変形例による冷却装置によって冷却水槽内の水が冷却される際（プルダウン運転時）の電子膨張弁の開度制御パターンを説明するための模式図である。

【図１０】本発明の一実施形態の第２変形例による冷却装置によって冷却水槽内の水が冷却される際（プルダウン運転時）の電子膨張弁の開度制御パターンを説明するための模式図である。

【図１１】本発明の一実施形態の第３変形例による冷却装置によって冷却水槽内の水が冷却される際（サイクル運転時）の電子膨張弁の開度制御パターンを説明するための模式図である。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【００１９】

まず、図１～図７を参照して、本発明の一実施形態による冷却装置１００の構成について説明する。本実施形態による冷却装置１００は、たとえば、飲料ディスペンサやカップ式自動販売機などに搭載され、コールド飲料用の濃縮シロップおよび濃縮シロップを希釈する希釈水を予め冷却するための冷却ユニットとして用いられる。

【００２０】

本実施形態による冷却装置１００は、図１に示すように、二酸化炭素冷媒（CO_2）を用いて所定の冷凍サイクルを形成可能な冷却ユニット７０と、貯留した冷却水により濃縮シロップおよび希釈水を冷却するための冷却水槽８０とを備えている。

【００２１】

冷却ユニット７０は、圧縮機１０、ガスクーラ（放熱器）２０、内部熱交換器３０、電子膨張弁４０および蒸発器５０と、これらの機能部品を接続する冷媒配管５ａ～５ｄとを含んでいる。圧縮機１０から吐出された冷媒は、矢印Ｐの向きに沿って、ガスクーラ２０、内部熱交換器３０、電子膨張弁４０、蒸発器５０および内部熱交換器３０の順に流れて再び圧縮機１０に帰還されるというサイクルを繰り返す。また、冷却装置１００は、冷却ユニット７０および冷却水槽８０の動作制御を行うための制御部６０を冷却装置本体内に備えている。

【００２２】

冷却水槽８０は、図２に示すように、冷却水を貯留する水槽本体８１を備えている。冷却水が満たされた水槽本体８１内には、蒸発器５０が浸漬されている。ここで、蒸発器５０は、１本の蒸発パイプ５１がコイル状に巻回されることにより形成されている。そして

、コイル状（筒状）に形成された蒸発パイプ５１の内側には、冷却水を攪拌する攪拌機（アジテータ）８２が配置されている。また、水槽本体８１内には、蒸発パイプ５１に加えてシロップ冷却パイプ８３および希釈水冷却パイプ８４がそれぞれ配置されている。シロップ冷却パイプ８３には、シロップ容器（図示せず）から供給された濃縮シロップが流通される。また、希釈水冷却パイプ８４には、水リザーバ（図示せず）から供給された希釈水（飲料水）が流通される。

【００２３】

また、図２に示すように、水槽本体８１内には、水温を検出する水温センサ９１が配置されている。また、コイル状の蒸発パイプ５１の外側面に対向する位置には、電極式のアイスバンクセンサ９２が配置されている。水温センサ９１およびアイスバンクセンサ９２は、制御部６０（図３参照）に電気的に接続されている。

【００２４】

上記のような構成を有する冷却装置１００（図１参照）の動作としては、まず、冷却ユニット７０（図１参照）が運転されて蒸発パイプ５１が氷点よりも低い温度まで冷却されることにより、蒸発パイプ５１の周囲に氷が着氷してアイスバンク（氷塊）が生成される。そして、アイスバンクの蓄熱を利用して水槽本体８１に貯留された水が冷却されて略０℃に維持される。また、攪拌機８２によって冷却水が攪拌されて水槽本体８１内の冷却水全体が均一な温度（略０℃）に維持されて、シロップ冷却パイプ８３を流通する濃縮シロップおよび希釈水冷却パイプ８４を流通する希釈水が冷却されるように構成されている。

【００２５】

また、アイスバンクセンサ９２は、図２において矢印Ｑ方向に成長したアイスバンクの一部が電極間に到達したか否か（アイスバンクの量が所定の一定量になったか否か）を、水と氷との電気伝導度（電気抵抗）の違いに基づいて検出するものである。このアイスバンクセンサ９２により、アイスバンクの量が所定の一定量になったことが検出された場合には、冷却運転を停止し、氷が溶けてアイスバンクの量が所定の一定量未満になったこと（電極間に水が存在する状態になったこと）が検出されると、冷却運転を再開するというように、冷却運転と冷却運転の停止（待機状態）とが繰り返されるように構成されている。これにより、蒸発パイプ５１の周囲に着氷したアイスバンク（氷塊）の量が常に一定量に保持されている。

【００２６】

また、図１および図２に示すように、冷却水槽８０の近傍には、周囲温度センサ７１が設けられている。周囲温度センサ７１は、制御部６０（図１参照）に接続されており、冷却水槽８０の近傍の周囲温度（空気温度）Ｔａを検出する機能を有している。

【００２７】

また、図１に示すように、冷却ユニット７０を構成する圧縮機１０は、冷凍サイクルにおける低圧側から吸入された冷媒を圧縮して高圧側に吐出する役割を有している。ガスクーラ（放熱器）２０は、圧縮機１０から吐出された高温高圧の冷媒が流通されることにより、過熱ガス状態の冷媒と外部空気との熱交換を行う機能を有する。また、冷却ユニット７０は、ガスクーラ２０に送風する送風機２１を備えており、ガスクーラ２０内のガス冷媒は、送風機２１により送風される空気によって冷却される。内部熱交換器３０は、ガスクーラ２０により冷却装置本体内の周囲温度（空気温度）Ｔａに近い温度まで冷却された冷媒と、蒸発器５０（蒸発パイプ５１）から圧縮機１０に戻される低温低圧の冷媒との間の熱交換を行う機能を有している。

【００２８】

電子膨張弁４０は、内部熱交換器３０で冷却された冷媒を絞り膨張（減圧）させて蒸発器５０（蒸発パイプ５１）に供給する役割を有している。ここで、電子膨張弁４０は、パルス制御により駆動されるステッピングモータ４０ａの駆動力を利用して弁機構を開閉駆動するように構成されている。

【００２９】

電子膨張弁４０により絞り膨張された冷媒は、気相および液相からなる二相状態を維持

したまま冷媒配管５ｃを介して蒸発パイプ５１に流入される。また、蒸発パイプ５１は、電子膨張弁４０から供給された二相状態の冷媒を蒸発させる機能を有している。冷媒は、蒸発パイプ５１の入口部５１ａから出口部５１ｂに向かうにしたがって所定の蒸発潜熱を得ながら蒸発し、この際、水槽本体８１内の水から熱が奪われて水槽本体８１内に貯留された水が冷却される。また、水の冷却がさらに進むと蒸発パイプ５１の周囲には氷が着氷する。なお、蒸発パイプ５１で蒸発した後の冷媒は、図１に示すように、出口部５１ｂを出て冷媒配管５ｄを流通するとともに内部熱交換器３０で高圧側の冷媒から所定量の熱を受け取り圧縮機１０に戻される。

【００３０】

ここで、本実施形態においては、図２に示すように、蒸発パイプ５１の出口部５１ｂ近傍に１つの冷媒温度センサ７２が取り付けられている。なお、蒸発パイプ５１の出口部５１ｂとは、蒸発パイプ５１の水から出た直後の部分を意味し、この出口部５１ｂ近傍に、冷媒温度センサ７２が１つ取り付けられている。この冷媒温度センサ７２は、制御部６０に接続されており、蒸発パイプ５１の出口側（下流側）における冷媒温度（出口冷媒温度）Ｔｅを検出する機能を有している。この冷媒温度センサ７２により検出された蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅに基づいてステッピングモータ４０ａがパルス制御されて電子膨張弁４０の開度が調整されることにより、蒸発パイプ５１の出口部５１ｂにおいて冷媒の過熱度が略０度になるように構成されている。なお、冷媒温度センサ７２は、本発明の「冷媒温度検出部」の一例であり、出口冷媒温度Ｔｅは、本発明の「蒸発器の下流側の冷媒温度」の一例である。

【００３１】

また、本実施形態による冷却装置１００では、蒸発器５０（蒸発パイプ５１）の熱交換器仕様、電子膨張弁４０の開度（流量特性）および冷却ユニット７０への冷媒封入量などに基づいて、出口冷媒温度Ｔｅの変化率（時間変化率）から蒸発器５０の出口における過熱度が把握可能であるように構成されている。したがって、本実施形態では、蒸発器５０の入口における冷媒温度を検出しなくても、出口冷媒温度Ｔｅの変化率から過熱度が把握可能である。なお、この電子膨張弁４０の開度制御に関しては、後に詳細に説明する。

【００３２】

また、冷却装置１００の制御的な構成としては、図３に示すように、ＣＰＵからなる制御部６０に加えて、ＲＯＭ６１およびＲＡＭ６２が設けられている。制御部６０は、周囲温度センサ７１、冷媒温度センサ７２、水槽本体８１（図２参照）の水温センサ９１およびアイスバンクセンサ９２からの入力信号に基づいて所定の判断を行い、冷却ユニット７０（図１参照）を構成する圧縮機１０、送風機２１、電子膨張弁４０、および、冷却水槽８０（図２参照）の攪拌機８２（図２参照）などの各種機能部品を適切に駆動する制御を行うように構成されている。

【００３３】

また、ＲＯＭ６１には、制御部６０が実行する制御プログラムに加えて、後述する第１開度制御テーブル１０１（図５参照）および第２開度制御テーブル１０２（図６参照）などが格納されている。ＲＡＭ６２は、制御プログラムが実行される際に用いられる制御上のパラメータ（周囲温度Ｔａ、出口冷媒温度Ｔｅおよび電子膨張弁４０の開度（パルス数）などの履歴）を一時的に保存する作業用メモリとして用いられる。

【００３４】

ここで、本実施形態では、冷却運転時には制御部６０（図３参照）の指令に基づいて以下のような電子膨張弁４０の開度制御が行われるように構成されている。

【００３５】

具体的には、図４には、蒸発パイプ５１の周囲にアイスバンク（氷塊）のない状態から所定量のアイスバンクを形成する冷却運転時（プルダウン運転時）の開度制御パターンの一例が示されている。本実施形態のプルダウン運転では、運転開始時の電子膨張弁４０の開度は全開の状態であるとする。そして、時間ｔ０において貯留水の冷却運転が開始された場合、まず、Δｔ１時間が経過した時間ｔ１において、周囲温度センサ７１（図１参照

）により検出された運転開始時の周囲温度Ｔａに基づいて、電子膨張弁４０の開度を全開から初期開度Ｖ１に変更する。

【００３６】

そして、時間ｔ１以降では、蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅの変化率Ｘに基づいて、電子膨張弁４０の開度を調整する制御を開始する。ここで、変化率Ｘは、現在の出口冷媒温度Ｔｅ（Ｔｅ１）と、Δｔ２時間後に取得された出口冷媒温度Ｔｅ（Ｔｅ２）との差分をΔｔ２時間で除した値（Ｘ＝（Ｔｅ２－Ｔｅ１）／Δｔ２）として算出される。すなわち、時間経過とともに出口冷媒温度Ｔｅが温度低下方向に推移する場合、変化率Ｘはマイナス値（負の値）で算出され、時間経過とともに出口冷媒温度Ｔｅが温度上昇方向に推移する場合、変化率Ｘはプラス値（正の値）で算出される。

【００３７】

本実施形態では、出口冷媒温度Ｔｅの変化率Ｘの大きさに基づいて、電子膨張弁４０の開度の制御が行われる。すなわち、変化率Ｘ（グラフの傾き）が温度低下方向（マイナス値）でかつ変化率Ｘの絶対値がα以上である場合（以下、Ｘ≦－αで表す）には、電子膨張弁４０の開度を徐々に減少させていく第１開度制御を開始する。また、変化率Ｘ（グラフの傾き）が温度上昇方向（プラス値）でかつ変化率Ｘの絶対値がβ以上である場合（以下、Ｘ≧＋βで表す）には、第１開度制御が開始されているか否かに関係なく、電子膨張弁４０の開度を増加させる第２開度制御を、その都度、単発的に行う。なお、変化率Ｘがマイナス値の場合の絶対値としてのαは、本発明の「第１しきい値」の一例であり、変化率Ｘがプラス値の場合の絶対値としてのβは、本発明の「第２しきい値」の一例である。

【００３８】

図４においては、運転開始（時間ｔ０）とともに出口冷媒温度Ｔｅは低下し始める。また、時間ｔ１において電子膨張弁４０の開度を全開から初期開度Ｖ１に変更した後も、出口冷媒温度Ｔｅが低下するとともに水槽本体８１内の水温も低下する。次第に、蒸発パイプ５１の表面近傍の水が薄氷となって蒸発パイプ５１に着氷し始める。この時、出口冷媒温度Ｔｅの低下（蒸発温度の低下）とともに初期開度Ｖ１では十分に蒸発し切らない冷媒が蒸発パイプ５１に流れ過ぎる状況が生じ始める。また、蒸発パイプ５１に着氷した氷は水と比較して熱抵抗が非常に大きいので蒸発パイプ５１の伝熱特性が低下して管内の冷媒の蒸発量（冷媒と水（氷）との熱交換量）も低下する。そして、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≦－αとなった時点（時間ｔ２）で、電子膨張弁４０の開度を減少させる第１開度制御が開始されることにより、電子膨張弁４０の開度が初期開度Ｖ１から所定量だけ減少されて（絞られて）開度Ｖ２（Ｖ１＞Ｖ２）に変更される。これにより、冷媒が流れ過ぎていた状態が次第に緩和されて（冷媒流量が減らされて）過熱度が得られる方向に蒸発パイプ５１の状態が戻される。なお、時間ｔ２以降も変化率Ｘが算出され、Δｔ３時間（Δｔ３＞Δｔ２）毎に後述する第１開度制御テーブル１０１（図５参照）に基づいて第１開度制御が継続され、電子膨張弁４０の開度が開度Ｖ２からさらに開度Ｖ３および開度Ｖ４（Ｖ２＞Ｖ３＞Ｖ４）へと徐々に減少される。

【００３９】

これにより、出口冷媒温度Ｔｅの変化は、温度上昇方向（グラフ右上がりの状態）に転じ始めるとともに、次第に温度上昇方向の変化が顕著となり、蒸発パイプ５１における過熱度が所定量を超えた状態にまで進む。そして、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βとなった時点（時間ｔ３）で、後述する第２開度制御テーブル１０２（図６参照）に基づいて、電子膨張弁４０の開度を増加させる第２開度制御（時間ｔ３において一度だけ）が実行されることにより、それまで継続されていた第１開度制御は中止されて電子膨張弁４０の開度が開度Ｖ４から比較的多い所定量だけ増加されて開度Ｖ５（Ｖ４＜Ｖ５）に変更される。すなわち、図４においては、開度Ｖ３と開度Ｖ４との差分（絶対値）よりも、開度Ｖ４と開度Ｖ５との差分（絶対値）が大きくなるように構成されている。これにより、電子膨張弁４０の開度を増加させる際には、冷媒流量が大きく増やされるので、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βの状態（過熱度が所定量を超えた状態）が直ちに緩和されて出口冷媒温度Ｔｅの変化は温度低下方向（グラフ右下がりの状態）に転じる。

【００４０】
そして、氷の成長に伴う蒸発パイプ５１の温度低下とともに、蒸発の不十分な冷媒が蒸発パイプ５１に流れ過ぎる状況が再び生じる。ここで、変化率Ｘの算出は継続されているので、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≦－αとなった時点（時間ｔ４）で、電子膨張弁４０の開度を徐々に減少させていく第１開度制御が新たに開始（再開）される。これにより、電子膨張弁４０の開度が開度Ｖ５から所定量だけ減少されて（絞られて）開度Ｖ６（Ｖ５＞Ｖ６）に変更される。また、時間ｔ４以降時間ｔｆまでは、第１開度制御として、Δｔ３時間毎に第１開度制御テーブル１０１（図５参照）に基づいて、電子膨張弁４０の開度が開度Ｖ６から開度Ｖ７、開度Ｖ８、開度Ｖ９…（Ｖ６＞Ｖ７＞Ｖ８＞Ｖ９）へと徐々に減少される。そして、時間ｔｆにおいて、成長したアイスバンクがアイスバンクセンサ９２（図２参照）の電極間に到達したことがアイスバンクセンサ９２により検出されることによって、プルダウン運転が停止される。本実施形態では、このようにして、電子膨張弁４０の開度の調整（減少および増加）を行いながら出口冷媒温度Ｔｅを制御して、蒸発パイプ５１での冷媒の過熱度が略０度になるように制御している。なお、図４には、本実施形態では検出していない蒸発パイプ５１の入口側の冷媒温度（入口冷媒温度）の推移の推定値を２点鎖線で示している。

【００４１】
上記のように、図４に示したプルダウン運転時の開度制御の例では、時間ｔ２で温度低下方向での変化率ＸがＸ≦－αとなり蒸発パイプ５１（図２参照）内を冷媒が流れ過ぎていた状態が把握されたので、制御部６０（図３参照）により、時間ｔ２で直ちに第１開度制御が開始されて開度Ｖ２へと開度が減少され、さらに第１開度制御が継続されてΔｔ３時間の周期で開度Ｖ３および開度Ｖ４へと徐々に開度が減少されている。しかしながら、開度Ｖ４では反対に絞り過ぎであった（冷媒流量が少な過ぎた）ため、温度上昇方向での変化率ＸがＸ≧＋βとなり、蒸発パイプ５１内の過熱度が所定量を超えた状態であることが把握されたので、制御部６０により第２開度制御を実行して開度Ｖ４から開度Ｖ５へと開度を一旦増加させて過剰な過熱度の状態を回避している。そして、開度Ｖ５が維持された状態では時間ｔ４で温度低下方向での変化率Ｘが再びＸ≦－αとなり、蒸発パイプ５１内を冷媒が流れ過ぎる状態が把握されたので、時間ｔ４で第１開度制御を新たに開始して開度Ｖ６へと開度が減少されている。その後も第１開度制御を継続して、適正な過熱度が維持されながらΔｔ３時間の周期で開度が減少される（開度Ｖ６、開度Ｖ７、開度Ｖ８、開度Ｖ９…）とともに出口冷媒温度Ｔｅを徐々に低下させて蒸発パイプ５１の温度を低下させていき、運転終了までの間、蒸発パイプ５１全体にわたって略均一な温度を維持するような開度制御が実施されている。この結果、蒸発パイプ５１の温度低下とともに形成されるアイスバンクは、蒸発パイプ５１に片寄って着氷されることが抑制される。

【００４２】
ここで、第１開度制御テーブル１０１および第２開度制御テーブル１０２について詳細に説明する。

【００４３】
まず、図５に示した第１開度制御テーブル１０１について説明する。この第１開度制御テーブル１０１を用いて第１開度制御を開始するための条件（適用開始条件Ｇ１）としては、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≦－αとなったことが条件となっている。第１開度制御テーブル１０１には、電子膨張弁４０の現在（制御時）の開度（パルス数）に応じて減少される開度の減少率（％）が個々に設定されている。具体的には、６つの開度（パルス数Ｐｓ）範囲（Ｐｓ≧３０１、２０１≦Ｐｓ≦３００、１２１≦Ｐｓ≦２００、８１≦Ｐｓ≦１２０、６１≦Ｐｓ≦８０、Ｐｓ≦６０）に区分された各々の状態おいて、Ａ欄においては、減少率（％）は、－ａ１（％）、－ａ２（％）、－ａ３（％）、－ａ４（％）、－ａ５（％）および－ａ６（％）の６段階に設定されている。ここで、Ａ欄内を縦方向に見た場合、ａ１が最も大きい値（減少率）であり、ａ６が最も小さい値（減少率）である。すなわち、現在の開度が相対的に小さい場合には減少率も相対的に小さく、現在の開度が相対的に大きい場合には減少率も相対的に大きくなるように設定されている。言い換

えると、電子膨張弁４０の開度が減少される場合、現在（制御時）の開度が小さくなるほど減少率（減少量）が小さくなるように構成されている。

【００４４】

なお、第１開度制御において開度を減少させる際の具体的な動作としては、たとえば、現在の開度が９０パルスであるとすると、第１開度制御テーブル１０１のＡ欄に基づいて、開度減少量＝９０パルス×（ａ４）／１００と算出される。したがって、ステッピングモータ４０ａ（図１参照）は、９０パルス×（ａ４）／１００だけ電子膨張弁４０を絞る（閉じる）方向に駆動される。また、第１開度制御テーブル１０１には、Ａ欄に加えて、Ｂ欄およびＣ欄が設けられており、第１開度制御を行う際の状況に応じて各欄のいずれかが適用される。

【００４５】

具体的には、運転開始後に、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βである遷移条件Ｇ２を１回も満たしていない場合において、変化率ＸがＸ≦－αとなった際に電子膨張弁４０の開度を減少させる第１開度制御を開始する場合には、開度に応じて－ａ１（％）～－ａ６（％）で設定されているＡ欄の数値が適用される。図４においては、時間ｔ２～時間ｔ３まで継続される第１開度制御にこのＡ欄の内容が適用される。また、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βである遷移条件Ｇ２を１回満たして、かつ、現在の変化率ＸがＸ≦－αとなった際に第１開度制御を開始する場合には、開度に応じて－ｂ１（％）～－ｂ６（％）で設定されているＢ欄の数値が適用される。図４においては、時間ｔ４～時間ｔｆ（運転終了）まで継続される第１開度制御にこのＢ欄の内容が適用される。同様に、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βである状態を２回満たして、かつ、現在の変化率ＸがＸ≦－αとなった際に第１開度制御を開始する場合には、開度に応じて－ｃ１（％）～－ｃ６（％）で設定されているＣ欄の数値が適用される。ここで、Ｂ欄（Ｃ欄）内を縦方向に見た場合、ｂ１（ｃ１）が各欄中最も大きい値（減少率）であり、ｂ６（ｃ６）が各欄中最も小さい値（減少率）である。

【００４６】

また、電子膨張弁４０の開度を減少させる第１開度制御に関しては、上記した遷移条件Ｇ２を１回も満たさない（遷移条件Ｇ２を満たした回数が０回の）状態で第１開度制御を開始する場合（Ａ欄）と、遷移条件Ｇ２を１回満たした状態で第１開度制御を開始する場合（Ｂ欄）と、遷移条件Ｇ２を２回満たした状態で第１開度制御を開始する場合（Ｃ欄）とでは、遷移条件Ｇ２を満たした回数が増加するにしたがって開度減少率（減少量）はより小さくなるように設定されている。すなわち、Ａ～Ｃ欄を横方向に見た場合においては、ａ１（ａ２～ａ６）＞ｂ１（ｂ２～ｂ６）＞ｃ１（ｃ２～ｃ６）の関係を有している。

【００４７】

次に、図６に示した第２開度制御テーブル１０２について説明する。この第２開度制御テーブル１０２には、電子膨張弁４０の現在（制御時）の開度（パルス数）に応じて増加される開度の増加率（％）が個々に設定されている。具体的には、Ｄ欄においては、増加率（％）は、開度に応じて、＋ｄ１（％）、＋ｄ２（％）、＋ｄ３（％）、＋ｄ４（％）、＋ｄ５（％）および＋ｄ６（％）の６段階に設定されている。ここで、Ｄ欄内を縦方向に見た場合、ｄ１が最も大きい値（増加率）であり、ｄ６が最も小さい値（増加率）である。すなわち、現在の開度が相対的に小さい場合には増加率も相対的に小さく、現在の開度が相対的に大きい場合には増加率も相対的に大きくなるように設定されている。なお、開度を増加させる際の具体的な動作としては、たとえば、現在の開度が７０パルスであるとすると、第２開度制御テーブル１０２のＤ欄に基づいて、開度増加量＝７０パルス×（ｄ５）／１００と算出される。したがって、ステッピングモータ４０ａ（図１参照）は、７０パルス×（ｄ５）／１００だけ電子膨張弁４０を開く方向に駆動される。

【００４８】

また、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βである遷移条件Ｇ２（図４における時間ｔ３の状態）を１回満たした場合に電子膨張弁４０の開度を増加させる第２開度制御を行う場合には、開度に応じて＋ｄ１（％）～＋ｄ６（％）で設定されているＤ欄の数値が適

用される。また、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βである遷移条件Ｇ２を２回満たして電子膨張弁４０の開度を増加させる第２開度制御を行う場合には、開度に応じて＋ｅ１（％）～＋ｅ６（％）で設定されているＥ欄の数値が適用される。同様に、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βである遷移条件Ｇ２を３回満たして電子膨張弁４０の開度を増加させる第２開度制御を行う場合には、開度に応じて＋ｆ１（％）～＋ｆ６（％）で設定されているＦ欄の数値が適用される。ここで、Ｅ欄（Ｆ欄）内を縦方向に見た場合、ｅ１（ｆ１）が各欄中最も大きい値（増加率）であり、ｅ６（ｆ６）が各欄中最も小さい値（増加率）である。

【００４９】

また、上記した遷移条件Ｇ２を満たす回数が増加するにしたがって、開度増加率（増加量）はより小さくなるように設定されている。すなわち、Ｄ～Ｆ欄を横方向に見た場合においては、ｄ１（ｄ２～ｄ６）＞ｅ１（ｅ２～ｅ６）＞ｆ１（ｆ２～ｆ６）の関係を有している。

【００５０】

また、上記電子膨張弁４０の開度の変更制御を、図４に示したプルダウン運転時のみならず、待機状態においてアイスバンクが融解してその量が減少した場合に冷却運転が再開されるサイクル運転時（図７参照）にも用いることができる。

【００５１】

図７に示した本実施形態によるサイクル運転では、時間ｔ０で冷却運転が開始される。そして、時間ｔ１において、運転開始時の周囲温度Ｔａに基づいて、電子膨張弁４０が初期開度Ｖ１に変更される。その後、このサイクル運転では、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≦－αとなった時間ｔ２で、第１開度制御テーブル１０１のＡ欄（図５参照）に基づいて電子膨張弁４０の開度を徐々に減少させていく第１開度制御が開始されることにより、電子膨張弁４０の開度が初期開度Ｖ１から開度Ｖ２（Ｖ１＞Ｖ２）に変更される。さらに、Δｔ３時間後に、Ａ欄に基づき電子膨張弁４０の開度が開度Ｖ２から開度Ｖ３（Ｖ２＞Ｖ３）に減少される。

【００５２】

そして、今度は、開度Ｖ３では絞り過ぎであったため出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βとなった時間ｔ３で、第２開度制御テーブル１０２のＤ欄（図６参照）に基づいて電子膨張弁４０の開度を増加させる第２開度制御が一度だけ実行されることにより、電子膨張弁４０の開度が開度Ｖ３から開度Ｖ４（Ｖ３＜Ｖ４）に変更される。そして、開度Ｖ４が維持された状態で、変化率Ｘが再びＸ≦－αとなった時間ｔ４で、第１開度制御テーブル１０１のＢ欄（図５参照）に基づいて電子膨張弁４０の開度を減少させる第１開度制御が新たに開始されることにより、電子膨張弁４０の開度が開度Ｖ４から開度Ｖ５（Ｖ４＞Ｖ５）に変更される。また、時間ｔ４以降は、第１開度制御テーブル１０１のＢ欄に基づいて電子膨張弁４０の開度を開度Ｖ５から開度Ｖ６、開度Ｖ７、開度Ｖ８…へとΔｔ３時間毎に徐々に減少させている。これにより、適正な過熱度を維持しながら出口冷媒温度Ｔｅを徐々に低下させて蒸発パイプ５１の温度を低下させる。運転終了までの間、アイスバンクの不足分が補われる。そして、時間ｔｆにおいて成長したアイスバンクがアイスバンクセンサ９２（図２参照）に到達しアイスバンクセンサ９２がオフ状態に切り換えられることによって、冷却運転が停止される。これにより、サイクル運転は終了する。

【００５３】

このように、図７に示したサイクル運転時の開度制御の例では、初期開度Ｖ１では開度が大きくて（絞り量が不足して）冷媒が過剰に流れており、時間ｔ２で変化率ＸがＸ≦－αとなったことが把握されたので、制御部６０（図３参照）により開度Ｖ２へと開度を減少させる第１開度制御が開始されて開度Ｖ２へと減少されるとともに、第１開度制御が継続されてΔｔ３時間後にさらに開度Ｖ３へと減少されている。しかしながら、開度Ｖ３では絞り過ぎであった（冷媒流量が少な過ぎた）ため変化率ＸがＸ≧＋βとなり、蒸発パイプ５１の過熱度が所定量を超えた状態であることが把握されたので、時間ｔ３で第２開度制御が実行されて直ちに開度Ｖ４へと開度が増加されている。その後、再び、時間ｔ４で

変化率ＸがＸ≦－αとなったことが把握されたので、開度Ｖ５へと開度を減少させる第１開度制御が新たに開始されるとともに、さらに第１開度制御が継続されて、Δｔ３時間毎に、開度Ｖ６、開度Ｖ７、開度Ｖ８…へと減少されている。このようにして過剰な過熱度の状態からより適正な過熱度（略０度）が得られる方向に蒸発器５０の状態を戻しつつ、徐々に開度を減少させて、運転終了までの間、蒸発パイプ５１全体にわたって略均一な温度を維持するような開度制御が実施されている。この結果、不足分を補うためのアイスバンクの形成（サイクル運転）であっても、蒸発パイプ５１に片寄って着氷されることが抑制される。

【００５４】

次に、図１～図６および図８を参照して、本実施形態による冷却装置１００によって冷却水の冷却運転（サイクル運転およびプルダウン運転）が行われる際の制御部６０の開度制御処理フローについて説明する。

【００５５】

図８に示すように、まず、ステップＳ１では、制御部６０（図３参照）により、運転開始要求があるか否かが判断されるとともに、運転開始要求があると判断されるまでこの処理が繰り返される。この運転開始要求は、図２に示されるようにアイスバンクがアイスバンクセンサ９２の電極間にまで達していないことがアイスバンクセンサ９２により検出されたことに基づいて「あり」と判断される。

【００５６】

ステップＳ１において運転開始要求ありと判断された場合、ステップＳ２において、図８に示すように、蒸発器５０（図１参照）近傍の周囲温度（空気温度）Ｔａが制御部６０により取得される。すなわち、周囲温度センサ７１（図１参照）により取得された現在（冷却運転開始時）の周囲温度Ｔａが取得される。そして、取得した周囲温度Ｔａに基づいて電子膨張弁４０の初期開度Ｖ１が制御部６０により決定される。なお、制御部６０は、運転開始要求ありと判断した場合、図８に示した開度制御処理と並行して、圧縮機１０（図１参照）およびガスクーラ２０用の送風機２１（図１参照）を起動する。

【００５７】

その後、ステップＳ３では、運転開始からΔｔ１時間が経過したか否かが判断されるとともに、Δｔ１時間が経過するまでこの判断が繰り返される。ステップＳ３においてΔｔ１時間が経過したと判断された場合には、ステップＳ４において、電子膨張弁４０の開度が全開の状態から初期開度Ｖ１に変更される制御が行われる。すなわち、冷却運転停止状態（待機状態）では、電子膨張弁４０の開度は全開に設定されており、その状態から運転が開始されると、全開の状態がΔｔ１時間だけ継続された後の時間ｔ１において、初期開度Ｖ１に変更される。

【００５８】

そして、図８に示すように、ステップＳ５では、制御部６０により、蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅ（Ｔｅ１）が取得される。そして、ステップＳ６では、Δｔ２時間が経過したか否かが判断されるとともに、Δｔ２時間が経過するまでこの判断が繰り返される。ステップＳ６においてΔｔ２時間が経過したと判断された場合、ステップＳ７では、制御部６０により、蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅ（Ｔｅ２）が再度取得される。

【００５９】

そして、ステップＳ８では、出口冷媒温度Ｔｅの変化率Ｘが演算される。すなわち、制御部６０により変化率Ｘ＝（（Ｔｅ２－Ｔｅ１）／Δｔ２）が算出される。

【００６０】

そして、ステップＳ９では、変化率ＸがＸ≦－αであるか否か（出口冷媒温度Ｔｅの急激な温度低下が発生したか否か）が判断される。そして、Ｘ≦－αであると判断された場合（「Ｙｅｓ」判定の場合）には、ステップＳ１０において、電子膨張弁４０の開度を所定量だけ減少させる。すなわち、ＲＯＭ６１（図３参照）に記憶された第１開度制御テーブル１０１（図５参照）を用いて、開度の減少率（減少量）が決定されて開度の変更制御が開始される。なお、ステップＳ１０の処理を初めて行う（初めて第１開度制御が開始さ

れる）場合は、第１開度制御テーブル１０１のＡ欄の内容が適用される。

【００６１】

その後、ステップＳ１１において、制御部６０（図３参照）により、運転停止要求があるか否かが判断される。この運転停止要求は、アイスバンクが成長して電極間の水が氷結したことにより、アイスバンクセンサ９２（図２参照）がオフ状態になったことに基づいて「あり」と判断される。ステップＳ１１において、運転停止要求がありと判断されない場合は、ステップＳ１２に進む。また、ステップＳ１１において、運転停止要求があると判断された場合は、電子膨張弁４０の開度制御が終了されるとともに、冷却運転が停止される。この場合、電子膨張弁４０は、開度が全開の状態に変更されるとともに、圧縮機１０および送風機２１の駆動も停止される。

【００６２】

ステップＳ１１が「Ｎｏ」判定の場合には、ステップＳ１２において、制御部６０により、蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅ（Ｔｅ１）が取得される。そして、ステップＳ１３では、Δｔ２時間が経過したか否かが判断されるとともに、Δｔ２時間が経過するまでこの判断が繰り返される。ステップＳ１３においてΔｔ２時間が経過したと判断された場合、ステップＳ１４では、制御部６０により、蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅ（Ｔｅ２）が再度取得される。

【００６３】

そして、ステップＳ１５では、出口冷媒温度Ｔｅの変化率Ｘが演算される。すなわち、制御部６０により変化率Ｘ＝（（Ｔｅ２－Ｔｅ１）／Δｔ２）が算出される。

【００６４】

そして、ステップＳ１６では、変化率ＸがＸ≧＋βであるか否か（出口冷媒温度Ｔｅの急激な温度上昇が発生したか否か）が判断される。そして、Ｘ≧＋βであると判断された場合（「Ｙｅｓ」判定の場合）には、ステップＳ１７において、電子膨張弁４０の開度を比較的多い所定量だけ増加させる第２開度制御が実行される。すなわち、ＲＯＭ６１（図３参照）に記憶された第２開度制御テーブル１０２（図６参照）を用いて、開度の増加率（増加量）が決定されて開度が変更される。なお、ステップＳ１７の処理を初めて行う（初めて第２開度制御が実行される）場合には、第２開度制御テーブル１０２のＤ欄の内容が適用される。

【００６５】

また、ステップＳ１６において、Ｘ≧＋βでないと判断された場合（「Ｎｏ」判定の場合）には、ステップＳ１８において、Δｔ３時間が経過したか否かが判断される。Δｔ３時間が経過していない場合（「Ｎｏ」判定の場合）には、ステップＳ１２に戻り、以降同様の処理を繰り返す。

【００６６】

また、ステップＳ１６が「Ｎｏ」判定で、かつ、ステップＳ１８において、Δｔ３時間が経過したと判断された場合（「Ｙｅｓ」判定の場合）には、ステップＳ１０に移行して電子膨張弁４０の開度を所定量だけ減少させる。すなわち、第１開度制御は継続された状態であり、第１開度制御テーブル１０１（図５参照）を用いて、開度の減少率（減少量）が決定されて開度の変更がもう一度実行される。そして、再び、ステップＳ１１～Ｓ１８の処理が繰り返され、この間、ステップＳ１６が「Ｙｅｓ」判定となるまで第１開度制御は継続される。なお、第１開度制御において、第１開度制御テーブル１０１内のＡ欄、Ｂ欄およびＣ欄のいずれが適用されるかは、ステップＳ１６における「Ｙｅｓ」判定を受けてステップＳ１７を割り込み実行した回数（遷移条件Ｇ２を満たした回数）に応じて決定される。

【００６７】

また、ステップＳ１８の「Ｎｏ」判定に基づきステップＳ１２～Ｓ１８の処理が繰り返される間に、出口冷媒温度Ｔｅが急激に上昇（Ｘ≧＋β）してステップＳ１６において「Ｙｅｓ」判定となった場合は、Δｔ３時間の経過を待つことなく直ちにステップＳ１７の処理が割り込み実行される。すなわち、それまで継続されていた第１開度制御は中止され

て第２開度制御が単発的に（一度だけ）実行される。

【００６８】

また、上述のステップＳ９において、変化率ＸがＸ≦－αでない（出口冷媒温度Ｔｅの急激な温度低下が発生していない）と判断された場合にも、ステップＳ１９において、変化率ＸがＸ≧＋βであるか否か（出口冷媒温度Ｔｅの急激な温度上昇が発生したか否か）が判断される。そして、Ｘ≧＋βであると判断された場合（「Ｙｅｓ」判定の場合）には、上記したステップＳ１７へと処理が移行される。また、ステップＳ１９において、Ｘ≧＋βでない（この場合、変化率Ｘは、－α＜Ｘ＜＋βである）と判断された場合（「Ｎｏ」判定の場合）には、ステップＳ５に移行し、以降同様の処理を繰り返す。

【００６９】

なお、ステップＳ９およびステップＳ１９が共に「Ｎｏ」判定である（変化率Ｘは、－α＜Ｘ＜＋βである状態）ことによって、ステップＳ５～Ｓ９およびＳ１９の処理を繰り返す場合、電子膨張弁４０の開度は、最後に開度制御が行われた際の開度が維持されることになる。すなわち、本制御フロー（冷却運転）が開始されてステップＳ９が初めて「Ｙｅｓ」判定になるまでの間、開度が初期開度Ｖ１に維持される状態（図４における時間ｔ１～ｔ２までの運転状態）がこの処理ループに該当する。また、ステップＳ１７において電子膨張弁４０の開度を増加させた（第２開度制御の割り込み実行）後、その後のステップＳ９およびステップＳ１９が共に「Ｎｏ」判定である（変化率Ｘが－α＜Ｘ＜＋βである）運転状態（図４における時間ｔ３～ｔ４までの第２開度制御後の開度が維持される運転状態）もこの処理ループに該当する。この場合、出口冷媒温度Ｔｅの変化率Ｘの推移に応じてステップＳ９において「Ｙｅｓ」判定が下された際（図４における時間ｔ４）に、第１開度制御が新たに開始される。

【００７０】

また、ステップＳ１７が実行された後、ステップＳ２０において、制御部６０（図３参照）により、運転停止要求があるか否かが判断される。ステップＳ２０において、運転停止要求がありと判断されない場合は、ステップＳ５に戻り、以降同様の処理を繰り返す。

【００７１】

また、ステップＳ２０において、運転停止要求があると判断された場合は、電子膨張弁４０の開度制御が終了されるとともに、冷却運転が停止される。冷却装置１００では、上記のような電子膨張弁４０の開度制御により冷却ユニット７０が運転されるとともに冷却水槽８０においてアイスバンクが形成される。

【００７２】

本実施形態では、上記のように、蒸発器５０の出口冷媒温度Ｔｅを検出する冷媒温度センサ７２を設けるとともに、制御部６０を、冷媒温度センサ７２により検出された蒸発器５０（蒸発パイプ５１）の下流側の出口冷媒温度Ｔｅの変化率Ｘに基づいて、電子膨張弁４０の開度を制御するように構成している。これにより、１つの冷媒温度センサ７２により検出された蒸発パイプ５１の下流側の出口冷媒温度Ｔｅを用いて冷媒温度の変化率Ｘを演算することができるので、２つの冷媒温度検出部を用いる場合に比べて、冷媒温度センサ７２の検出値（絶対値）のばらつきの影響を小さくすることができる。これにより、出口冷媒温度Ｔｅの変化率に基づき把握される過熱度が、実際の過熱度から大きくずれるのを抑制することができるので、蒸発パイプ５１が均一に冷却されているか否かを正確に判断することができる。その結果、蒸発パイプ５１全体にわたって略均一な温度を維持するような開度制御を行うことができるので、蒸発パイプ５１に片寄って着氷されるのを抑制することができる。また、出口冷媒温度Ｔｅの変化率Ｘを演算するための冷媒の温度は、１つの冷媒温度センサ７２により検出された蒸発パイプ５１の下流側の検出値を用いればよいので、２つの冷媒温度検出部を設ける必要がない。これにより、制御部６０を含めた冷却ユニット７０の装置構成を簡素化することができる。

【００７３】

また、本実施形態では、蒸発器５０は、冷却水槽８０内に配置され、蒸発パイプ５１の周囲にアイスバンク（氷塊）を形成して冷却水槽８０内の水を冷却するように構成されて

いる。そして、制御部６０により、冷媒温度センサ７２により検出された蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅの変化率Ｘに基づいて、過熱度が略０度になるように電子膨張弁４０の開度を制御するように構成する。これにより、冷却水槽８０内の水を蒸発パイプ５１（蒸発器５０）の周囲に形成したアイスバンク（氷塊）により冷却する構成において、蒸発パイプ５１の下流側の出口冷媒温度Ｔｅの変化率Ｘに基づいて、蒸発パイプ５１の入口部５１ａから出口部５１ｂまでの冷媒温度が略等しい（過熱度が略０度の）状態になるように電子膨張弁４０の開度制御を行うことができるので、蒸発パイプ５１の入口部５１ａ側と出口部５１ｂ側とでの着氷状態に片寄りが生じることを抑制することができる。

【００７４】

また、本実施形態では、制御部６０により、蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≦－αである場合に、電子膨張弁４０の開度を減少させる第１開度制御と、蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βである場合に、電子膨張弁４０の開度を増加させる第２開度制御とを行うように構成する。これにより、蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≦－αである場合には、蒸発パイプ５１が均一に冷却されているものの冷媒が適正な流量を上回って蒸発パイプ５１内を流れていると判断して、電子膨張弁４０の開度を減少させる第１開度制御を行うことにより、冷媒の蒸発パイプ５１への流れ過ぎを抑制し、かつ、圧縮機１０への液戻りを抑制することができる。また、蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βである場合には、冷媒の蒸発パイプ５１への流れ過ぎは生じていないものの蒸発パイプ５１が均一に冷却されていない（過熱度が大き過ぎる）と判断して、電子膨張弁４０の開度を増加させる第２開度制御を行うことにより、蒸発パイプ５１全体が均一に冷却される方向（片寄った氷が形成されるのを抑制する方向）に制御することができる。また、この第１開度制御と第２開度制御とを組み合わせることにより、蒸発パイプ５１内の冷媒流量を適切な範囲に制御するとともに圧縮機１０への液戻りを抑制しながら、蒸発パイプ５１に片寄った氷が形成されることを効果的に抑制することができる。

【００７５】

また、本実施形態では、制御部６０により、第１開度制御を行う際の電子膨張弁４０の開度が小さくなるほど、電子膨張弁４０の開度の減少率を小さく（減少量を少なく）するように構成する。これにより、電子膨張弁４０が絞られて開度が閉じた状態に近づくほど、１回の開度減少量（電子膨張弁４０の絞り量）をより少なく設定することができる。すなわち、電子膨張弁４０の開度が相対的に小さい範囲（電子膨張弁４０の絞りがきつい状態）においては第１開度制御における１回の開度減少量がより少なく抑えられるので、過度な絞りに起因して出口冷媒温度Ｔｅが急激に上昇する（過熱度が急激に大きくなる）ことを回避することができる。

【００７６】

また、本実施形態では、制御部６０により、第１開度制御を行う際に、電子膨張弁４０の開度を所定の時間間隔（Δｔ３）で徐々に減少するように構成する。これにより、第１開度制御において、電子膨張弁４０の開度が急激に小さくなる（急激に絞られる）のを抑制することができるので、急激な絞りに起因して蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅが急激に上昇する（過熱度が急激に大きくなる）ことを回避することができる。

【００７７】

また、本実施形態では、制御部６０により、第１開度制御を行う際に、蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βになったことに基づいて第２開度制御が行われた回数が増加するほど、電子膨張弁４０の開度の減少量を少なくするように構成する。つまり、第１開度制御テーブル１０１（図５参照）においては、遷移条件Ｇ２を満たさない状態から満たす回数（変化率ＸがＸ≧＋βになった回数）が増加するほど、第１開度制御を行う際の減少率（減少量）の参照先がＡ欄からＢ欄、Ｂ欄からＣ欄へと移動しながら開度減少率（減少量）がより小さくなるように設定されている。ここで、第１開度制御により複数回開度を減少させた後、第２開度制御により１回開度を増加させる制御が繰り返されるような場合（図９（後述）参照）には、第２開度制御を行った回数（蒸発パイプ５１

の出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βになった回数）が増加するほど、第１開度制御による開度減少制御がより進行して開度が小さくなっているので、この場合に、電子膨張弁４０の開度減少量を少なくすることにより、電子膨張弁４０の開度が小さくなった状態において第１開度制御における１回の開度減少量をより少なくすることができる。これによっても、過度な絞りに起因する蒸発パイプ５１の出口冷媒温度Ｔｅの急激な上昇を回避することができる。

【００７８】

また、本実施形態では、制御部６０により、第２開度制御において、第１開度制御時の１回の減少率（減少量）の絶対値よりも大きい増加率（増加量）で電子膨張弁４０の開度を増加させるように構成する。これにより、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βの状態（過熱度が所定値を超えて得られた状態）を直ちに緩和することができる。すなわち、蒸発器５０において電子膨張弁４０の絞り過ぎに起因して出口冷媒温度Ｔｅが不均一となる状態（蒸発パイプ５１の入口部５１ａと出口部５１ｂとで出口冷媒温度Ｔｅが顕著に異なる状態）を迅速に解消することができるので、蒸発器５０の過熱度が大きくなることに起因して蒸発パイプ５１に片寄った氷が形成されるのを有効に抑制することができる。

【００７９】

また、本実施形態では、冷媒に二酸化炭素を用いている。これにより、フロン系冷媒と異なりオゾン層を破壊せず、かつ、低温室効果ガスとして地球環境に対する影響が少ない冷却装置１００を提供することができる。

【００８０】

（第１変形例）

次に、図５、図６および図９を参照して、上記実施形態の第１変形例について説明する。この第１変形例では、上記実施形態において例示したプルダウン運転（図４参照）の場合と異なる運転状態のもとでプルダウン運転が行われた場合の制御パターンについて説明する。すなわち、図９に示した第１変形例によるプルダウン運転の場合、運転開始後、変化率Ｘに基づいて電子膨張弁４０の開度を減少させる第１開度制御と、変化率Ｘに基づいて電子膨張弁４０の開度を増加させる第２開度制御とを交互に２回繰り返し、その後、第１開度制御に基づいて開度を減少させている。

【００８１】

図９に示した第１変形例によるプルダウン運転では、時間ｔ０での運転開始後、時間ｔ１で電子膨張弁４０の開度が初期開度Ｖ１に変更される。そして、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≦－αとなった時間ｔ２で、第１開度制御テーブル１０１のＡ欄（図５参照）に基づいて電子膨張弁４０の開度を開度Ｖ２に減少する第１開度制御が開始され、その後、第１開度制御の継続とともにΔｔ３時間毎にＡ欄に基づき２回分開度が減少されて開度Ｖ３まで絞られる。ここで、開度Ｖ３では絞り過ぎであった（変化率ＸがＸ≧＋βとなった）ため、時間ｔ３で、第２開度制御テーブル１０２のＤ欄（図６参照）に基づいて、一旦、電子膨張弁４０の開度を開度Ｖ４に増加する第２開度制御が行われる（割り込み実行される）。しかしながら、この開度Ｖ４で運転を継続した結果、再び、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≦－αとなったため、時間ｔ４で、電子膨張弁４０の開度を開度Ｖ５に減少する第１開度制御が第１開度制御テーブル１０１のＢ欄（図５参照）に基づいて新たに開始されるとともに、さらに第１開度制御が継続されて、Δｔ３時間後に、１回分、開度が減少されて開度Ｖ６まで絞られる。

【００８２】

ここで、開度Ｖ６では再び絞り過ぎであった（変化率ＸがＸ≧＋βとなった）ため、時間ｔ５で、第２開度制御テーブル１０２のＥ欄（図６参照）に基づき、一旦、電子膨張弁４０の開度を開度Ｖ７に増加する第２開度制御が行われる（割り込み実行される）。この開度Ｖ７で運転を継続した結果、再び、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≦－αとなったため、時間ｔ６で、電子膨張弁４０の開度を開度Ｖ８に減少する第１開度制御が第１開度制御テーブル１０１のＣ欄（図５参照）に基づいて新たに開始され、その後は、出口冷媒温度Ｔｅの温度上昇傾向には至らず、蒸発パイプ５１での冷媒の過熱度が略０度になるよ

うに開度制御が行われる。すなわち、第１開度制御テーブル１０１のＣ欄に基づいて、電子膨張弁４０の開度が開度Ｖ８から徐々に減少される第１開度制御が時間ｔ６以降継続されて、時間ｔｆまで冷却運転が継続される。そして、時間ｔｆにおいて、成長したアイスバンクがアイスバンクセンサ９２の電極間に到達したため冷却運転が停止されてプルダウン運転が終了されている。

【００８３】

（第２変形例）

次に、図５および図１０を参照して、上記実施形態の第２変形例について説明する。この第２変形例では、上記実施形態および第１変形例において例示したプルダウン運転（図４および図９参照）の場合と異なる運転状態のもとでプルダウン運転が行われた場合の制御パターンについて説明する。

【００８４】

図１０に示した第２変形例によるプルダウン運転では、時間ｔ０で冷却運転が開始される。そして、時間ｔ１において、運転開始時の周囲温度Ｔａに基づいて、電子膨張弁４０の開度が初期開度Ｖ１に変更される。そして、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≦－αとなった時間ｔ２で、第１開度制御テーブル１０１のＡ欄（図５参照）に基づき電子膨張弁４０の開度が初期開度Ｖ１から開度Ｖ２（Ｖ１＞Ｖ２）に減少される第１開度制御が開始される。なお、このプルダウン運転では、開度Ｖ２が適切な大きさ（絞り量）であるため、その後の出口冷媒温度Ｔｅの温度上昇傾向には至らず、温度低下方向の変化率を継続する出口冷媒温度Ｔｅは、変化率Ｘが－α＜Ｘ＜０である状態が維持される。すなわち、第１開度制御テーブル１０１のＡ欄のみに基づいて、蒸発パイプ５１での冷媒の過熱度が略０度になるように電子膨張弁４０の開度が開度Ｖ２から徐々に減少される第１開度制御が時間ｔ２以降継続されて時間ｔｆまで冷却運転が継続される。時間ｔｆにおいて、成長したアイスバンクがアイスバンクセンサ９２の電極間に到達したため冷却運転が停止されてプルダウン運転が終了されている。

【００８５】

このように、図１０に示した第２変形例によるプルダウン運転時の開度制御の例では、時間ｔ２において電子膨張弁４０の開度を減少させる第１開度制御が１回だけ開始されて運転終了まで継続されている。このような場合でも、冷媒が流れ過ぎていた状態からより適正な過熱度（略０度）が得られる方向に蒸発器５０の状態が戻されて、運転終了までの間、蒸発パイプ５１全体に亘って略均一な温度を維持するような開度制御が実施される。この結果、形成されるアイスバンクは、蒸発パイプ５１に片寄って着氷されることが抑制される。

【００８６】

（第３変形例）

次に、図５、図６および図１１を参照して、上記実施形態の第３変形例について説明する。この第３変形例では、上記実施形態において例示したサイクル運転（図７参照）の場合と異なる運転状態のもとでサイクル運転が行われた場合の制御パターンについて説明する。

【００８７】

図１１に示した第３変形例によるサイクル運転では、時間ｔ０で冷却運転が開始される。そして、時間ｔ１において、運転開始時の周囲温度Ｔａに基づいて、電子膨張弁４０が初期開度Ｖ１に変更される。その後、このサイクル運転では、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≧＋βとなった時間ｔ２で、第２開度制御テーブル１０２のＤ欄（図６参照）に基づき電子膨張弁４０の開度が初期開度Ｖ１から開度Ｖ２（Ｖ１＜Ｖ２）に増加される第２開度制御がまず行われる。しかしながら、開度Ｖ２では開き過ぎ（冷媒が流れ過ぎる状態）であったため、出口冷媒温度Ｔｅの変化率ＸがＸ≦－αとなった時間ｔ３では、第１開度制御テーブル１０１のＢ欄（図５参照）に基づいて電子膨張弁４０の開度を開度Ｖ２から開度Ｖ３（Ｖ２＞Ｖ３）に減少させる第１開度制御が初めて開始される。また、時間ｔ３以降は、第１開度制御テーブル１０１のＢ欄に基づいて、蒸発パイプ５１での冷媒の過

熱度が略０度になるように開度制御が継続的に行われる。すなわち、電子膨張弁４０の開度が開度Ｖ３から徐々に減少される第１開度制御が継続されて時間ｔｆまで冷却運転が継続される。時間ｔｆにおいて、アイスバンクの不足分が完全に補われたので、冷却運転が停止されてサイクル運転が終了されている。

【００８８】

このように、図１１に示した第３変形例によるサイクル運転時の開度制御の例では、初期開度Ｖ１では絞り過ぎの状態であったため、まず、第２開度制御テーブル１０２に基づいて電子膨張弁４０の開度を増加させる第２開度制御が実行され、その後、第１開度制御テーブル１０１に基づいて電子膨張弁４０の開度を減少させる第１開度制御が初めて実行され運転終了まで継続されている。このようにしても、運転終了までの間、蒸発パイプ５１全体に亘って略均一な温度を維持するような開度制御が実施されるので、形成されるアイスバンクは、蒸発パイプ５１に片寄って着氷されることが抑制される。

【００８９】

なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

【００９０】

たとえば、上記実施形態では、コールド飲料を供給／販売する飲料ディスペンサやカップ式自動販売機などに搭載される冷却装置１００に本発明を適用した例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、飲料ディスペンサやカップ式自動販売機以外の、アイスバンクの蓄熱を利用して冷却水を供給可能な他の機器に組み込まれるような冷却装置に本発明を適用してもよいし、単体で設置される冷却装置に本発明を適用してもよい。

【００９１】

また、上記実施形態では、第１開度制御テーブル１０１および第２開度制御テーブル１０２を用いて本発明の開度制御における変化率Ｘに基づく開度の増減値を決定した例について示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、第１開度制御テーブル１０１および第２開度制御テーブル１０２を用いずに演算により変化率Ｘに基づく開度の増減値を決定してもよい。

【００９２】

また、上記実施形態では、第１開度制御を行うための第１開度制御テーブル１０１、および第２開度制御を行うための第２開度制御テーブル１０２においては、それぞれ、減少または増加される開度の減少率（％）が電子膨張弁４０の現在の開度（パルス数）に応じて６段階に設定された例について示したが、本発明はこれに限られない。減少または増加される開度の減少率（％）は、電子膨張弁４０の現在の開度に応じて６段階以外の範囲に区分されて設定されていてもよい。

【００９３】

また、上記実施形態では、第１開度制御テーブル１０１および第２開度制御テーブル１０２において、それぞれ、開度の減少率（％）および開度の増加率（％）を用いて開度を減少および増加する量を決定する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、第１開度制御テーブル１０１および第２開度制御テーブル１０２において、開度の減少率（％）および開度の増加率（％）に代えて、開度を減少するパルス数および開度を増加するパルス数を用いて開度を減少および増加する量を決定するようにしてもよい。

【００９４】

また、上記実施形態では、冷媒温度センサ７２を蒸発パイプ５１の出口部５１ｂ近傍に取り付けて蒸発器５０の出口冷媒温度Ｔｅを検出する例について示したが、本発明はこれに限られない。蒸発器５０の出口部５１ｂと内部熱交換器３０との間の冷媒配管５ｄの部分（蒸発器５０の下流側の部分）であれば、冷媒温度センサ７２を出口部５１ｂからやや離れた位置に取り付けてもよい。但し、冷媒温度センサ７２を蒸発パイプ５１の出口部５１ｂ近傍に取り付ける方が蒸発パイプ５１の出口部５１ｂの温度をより正確に検出するこ

とができるので好ましい。

【００９５】

また、上記実施形態では、冷却ユニット７０に内部熱交換器３０を設けた例について示したが、本発明はこれに限られない。内部熱交換器３０が設けられていない冷却ユニットを備えた冷却装置に本発明を適用してもよい。

【００９６】

また、上記実施形態では、１段式の圧縮機１０を用いて冷却ユニット７０を構成した例について示したが、本発明はこれに限られない。多段式の圧縮機が搭載された冷却装置に本発明を適用してもよい。また、圧縮機は、レシプロ式圧縮機、ロータリ式圧縮機、スクロール式圧縮機およびスクリュ式圧縮機などのいずれであってもよい。また、圧縮機は、容量制御方式であっても一定速型でもかまわない。

【００９７】

また、上記実施形態では、二酸化炭素冷媒を用いて冷却ユニット７０を動作させる例について示したが、本発明はこれに限られない。二酸化炭素冷媒以外の他の自然冷媒を使用してもよいし、オゾン層破壊係数がゼロの代替フロン冷媒を使用してもよい。この場合、使用する冷媒に応じて、第１開度制御テーブル１０１および第２開度制御テーブル１０２に規定された電子膨張弁４０の開度の増減率（増減量）は、適宜変更される。

【００９８】

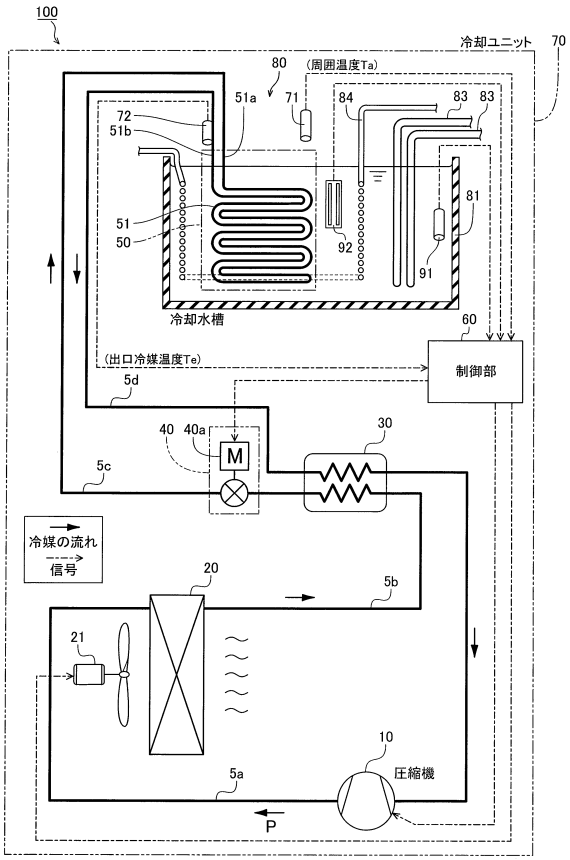
また、上記実施形態では、説明の便宜上、制御部６０の開度制御処理を処理フローに沿って順番に処理を行うフロー駆動型のフローチャートを用いて説明したが、本発明はこれに限られない。本発明では、制御部６０の開度制御処理を、イベント単位で処理を実行するイベント駆動型（イベントドリブン型）の処理により行ってもよい。この場合、完全なイベント駆動型で行ってもよいし、イベント駆動およびフロー駆動を組み合わせて行ってもよい。

【符号の説明】

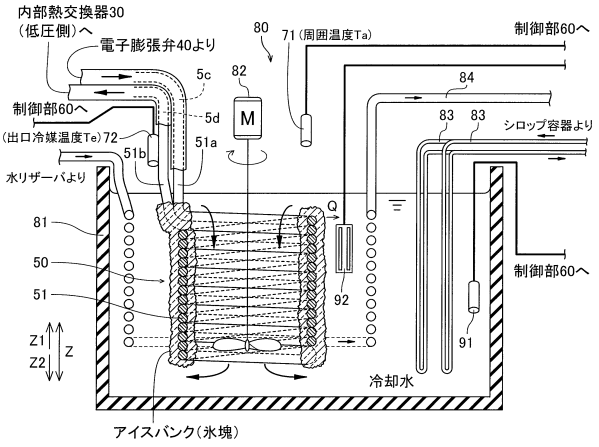
【００９９】

１０　圧縮機
３０　内部熱交換器
４０　電子膨張弁
５０　蒸発器
６０　制御部
７２　冷媒温度センサ（冷媒温度検出部）
８０　冷却水槽
１００　冷却装置
Ｔｅ　出口冷媒温度（蒸発器の下流側の冷媒温度）
Ｘ　変化率
α　第１しきい値
β　第２しきい値

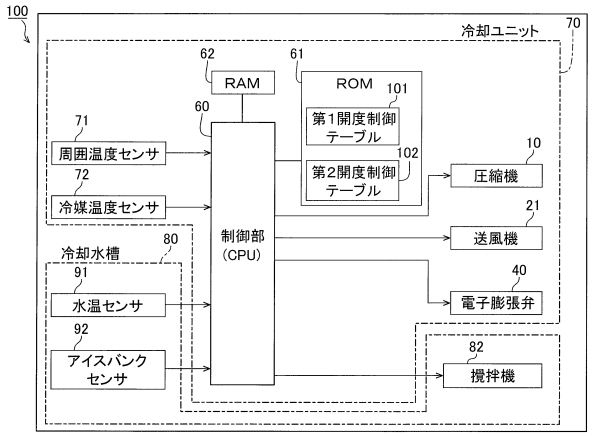
【図１】


100
冷却ユニット
70
80
(周囲温度Ta)
71
72
51a
51b
84
83
83
51
50
92
91
81
冷却水槽
60
制御部
(出口冷媒温度Te)
5d
40
40a
M
30
5c
冷媒の流れ
信号
20
5b
21
10
圧縮機
5a
P

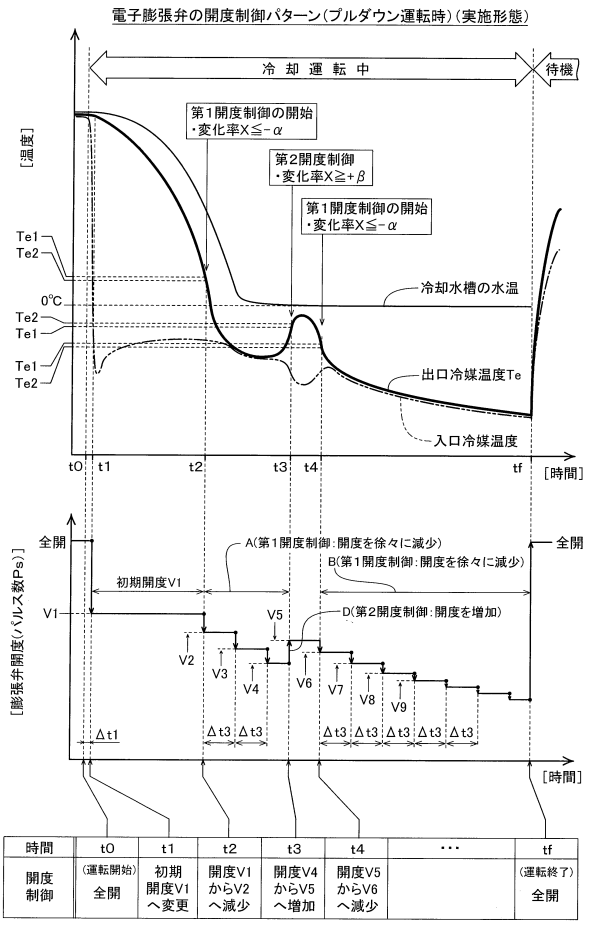
【図２】


内部熱交換器30
(低圧側)へ
電子膨張弁40より
80
71(周囲温度Ta)
制御部60へ
5c
82
84
制御部60へ
5d
M
83
83
シロップ容器より
(出口冷媒温度Te)72
51b
51a
水リザーバより
Q
81
50
51
92
制御部60へ
Z1
Z2
Z
91
冷却水
アイスバンク(氷塊)

【図３】


100
冷却ユニット
70
62
RAM
61
ROM
101
第1開度制御
テーブル
60
71
周囲温度センサ
72
冷媒温度センサ
102
第2開度制御
テーブル
10
圧縮機
21
送風機
制御部
(CPU)
冷却水槽
80
40
電子膨張弁
91
水温センサ
92
アイスバンク
センサ
82
撹拌機

【図４】


電子膨張弁の開度制御パターン(プルダウン運転時)(実施形態)
冷 却 運 転 中
待機
第1開度制御の開始
・変化率X≦-α
第2開度制御
・変化率X≧+β
第1開度制御の開始
・変化率X≦-α
[温度]
Te1
Te2
0℃
冷却水槽の水温
出口冷媒温度Te
入口冷媒温度
t0
t1
t2
t3
t4
tf
[時間]
全開
A(第1開度制御:開度を徐々に減少)
B(第1開度制御:開度を徐々に減少)
全開
初期開度V1
V1
V5
D(第2開度制御:開度を増加)
V2
V3
V4
V6
V7
V8
V9
[膨張弁開度(パルス数Ps)]
Δt1
Δt3
[時間]
時間
開度制御
(運転開始)
全開
初期開度V1へ変更
開度V1からV2へ減少
開度V4からV5へ増加
開度V5からV6へ減少
(運転終了)
全開

【図５】

電子膨張弁の開度の減少量を決定するための第1開度制御テーブル
（変化率Xがマイナス値の場合（出口冷媒温度低下時）に適用）

101

本テーブルの適用開始条件G1：変化率X≦−αのとき
A欄からB欄、B欄からC欄への遷移条件G2：変化率X≧+βのとき

現在の開度［パルス数］	A 遷移条件G2を1回も満たさない場合の開度の減少率	B 遷移条件G2を1回満たした場合の開度の減少率	C 遷移条件G2を2回満たした場合の開度の減少率	
Ps≦60	−a6 %	−b6 %	−c6 %	小
61≦Ps≦80	−a5 %	−b5 %	−c5 %	
81≦Ps≦120	−a4 %	−b4 %	−c4 %	
121≦Ps≦200	−a3 %	−b3 %	−c3 %	
201≦Ps≦300	−a2 %	−b2 %	−c2 %	
Ps≧301	−a1 %	−b1 %	−c1 %	大
	大		小	

【図６】

電子膨張弁の開度の増加量を決定するための第2開度制御テーブル
（変化率X≧+βの場合に適用）

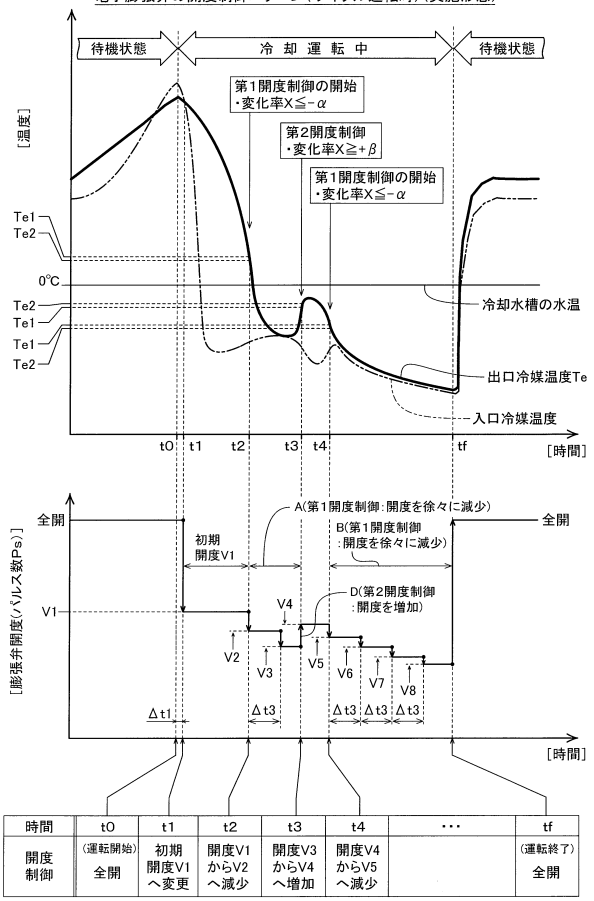
102

D欄からE欄、E欄からF欄への遷移条件G2：変化率X≧+βのとき

現在の開度［パルス数］	D 遷移条件G2を1回満たした場合の開度の増加率	E 遷移条件G2を2回満たした場合の開度の増加率	F 遷移条件G2を3回満たした場合の開度の増加率	
Ps≦60	+d6 %	+e6 %	+f6 %	小
61≦Ps≦80	+d5 %	+e5 %	+f5 %	
81≦Ps≦120	+d4 %	+e4 %	+f4 %	
121≦Ps≦200	+d3 %	+e3 %	+f3 %	
201≦Ps≦300	+d2 %	+e2 %	+f2 %	
Ps≧301	+d1 %	+e1 %	+f1 %	大
	大		小	

【図７】

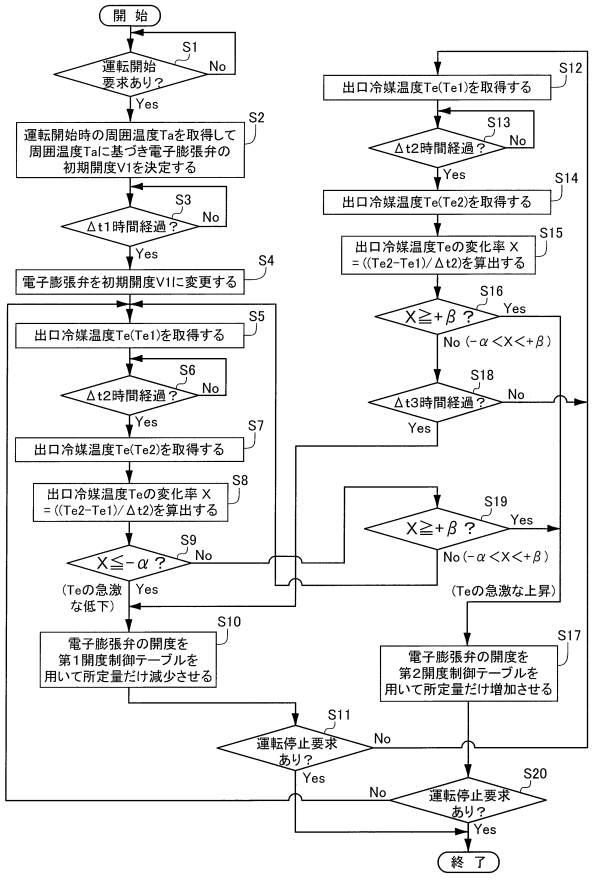
電子膨張弁の開度制御パターン（サイクル運転時）（実施形態）



時間	t0	t1	t2	t3	t4	・・・	tf
開度制御	(運転開始) 全開	初期開度V1へ変更	開度V1からV2へ減少	開度V3からV4へ増加	開度V4からV5へ減少		(運転終了) 全開

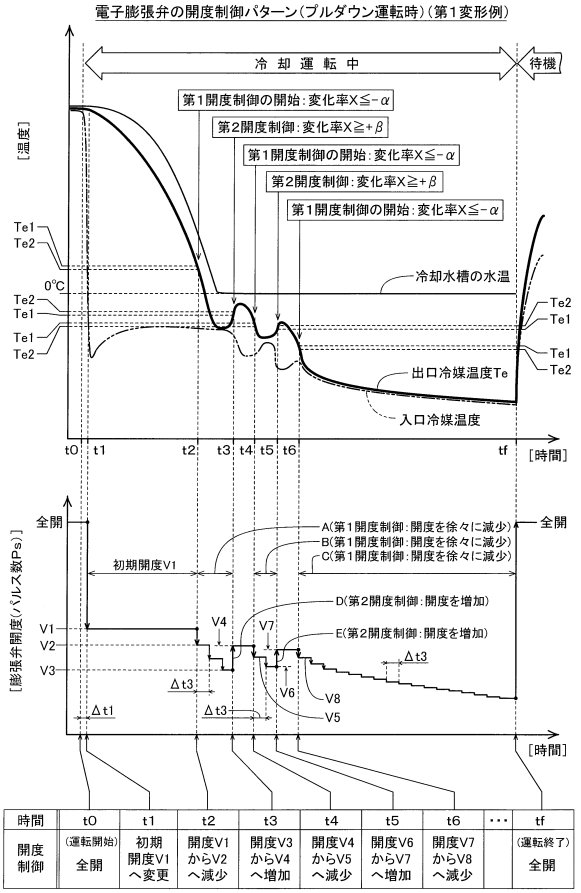
【図８】

冷却装置の冷却運転時における制御部の開度制御処理フロー



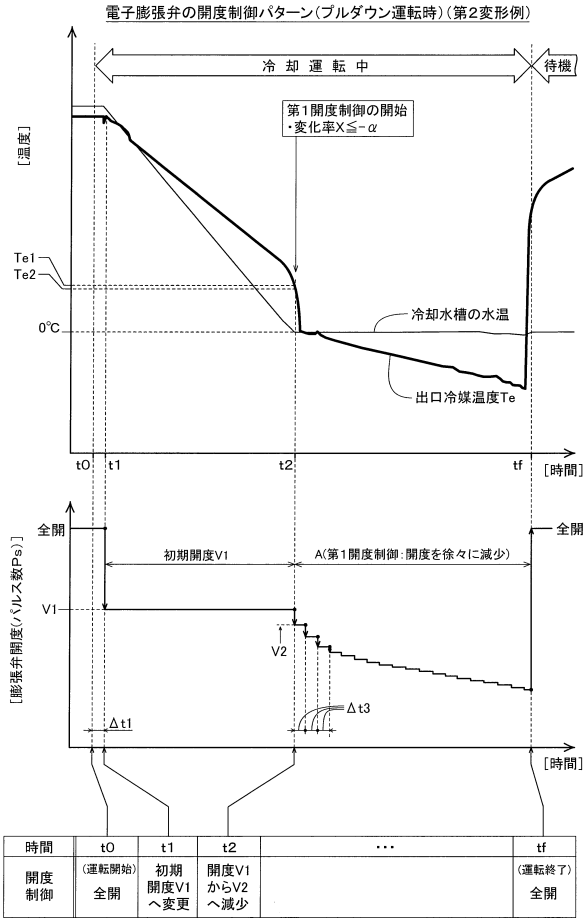
【図９】

電子膨張弁の開度制御パターン（プルダウン運転時）（第1変形例）



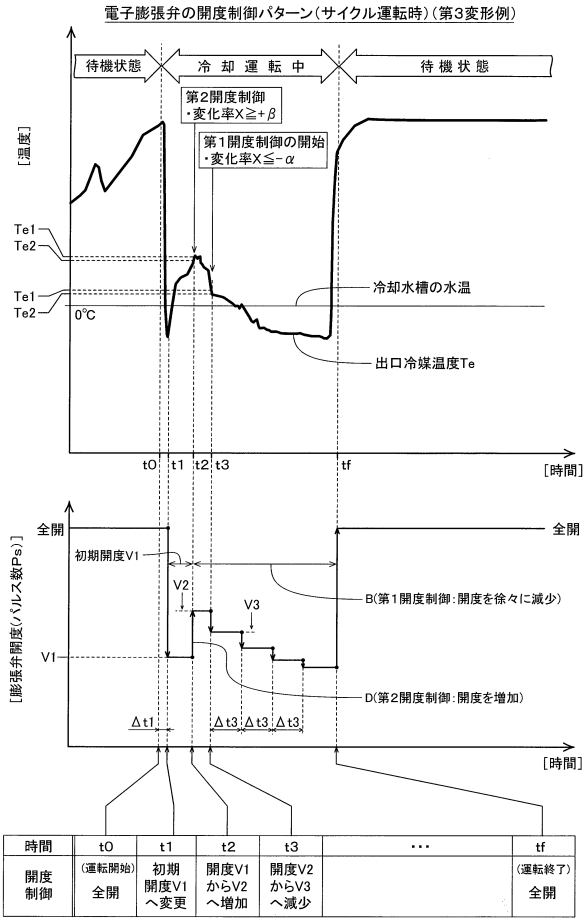
時間	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	・・・	tf
開度制御	(運転開始) 全開	初期開度V1へ変更	開度V1からV2へ減少	開度V3からV4へ増加	開度V4からV5へ減少	開度V6からV7へ増加	開度V7からV8へ減少		(運転終了) 全開

【図１０】



時間	t0	t1	t2	・・・	tf
開度制御	(運転開始) 全開	初期開度V1へ変更	開度V1からV2へ減少		(運転終了) 全開

【図１１】



時間	t0	t1	t2	t3	・・・	tf
開度制御	(運転開始) 全開	初期開度V1へ変更	開度V1からV2へ増加	開度V2からV3へ減少		(運転終了) 全開

フロントページの続き

(72)発明者　大澤　克之
東京都品川区大崎一丁目１１番２号　ゲートシティ大崎イーストタワー　富士電機リテイルシステムズ株式会社内
(72)発明者　佐藤　新二
東京都品川区大崎一丁目１１番２号　ゲートシティ大崎イーストタワー　富士電機リテイルシステムズ株式会社内

審査官　横溝　顕範

(56)参考文献　実開昭６３－０３７４１３（ＪＰ，Ｕ）
特開平０７－１３３９６３（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１４４９３３（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１３２３９２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ２５Ｂ　　１／００