

(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2004-12069

(P2004-12069A)

(43) 公開日 平成16年1月15日(2004.1.15)

(51) Int.Cl.⁷

F 2 5 B 29/00

F I

F 2 5 B 29/00 4 1 1 A

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2002-168594 (P2002-168594)
 (22) 出願日 平成14年6月10日 (2002.6.10)

(71) 出願人 000000239
 株式会社荏原製作所
 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
 (74) 代理人 100097320
 弁理士 宮川 貞二
 (74) 代理人 100096611
 弁理士 宮川 清
 (74) 代理人 100098040
 弁理士 松村 博之
 (74) 代理人 100097744
 弁理士 東野 博文
 (74) 代理人 100107777
 弁理士 高橋 和夫
 (72) 発明者 前田 健作
 東京都大田区羽田旭町 1 1 - 1
 株式会社荏原製作所内

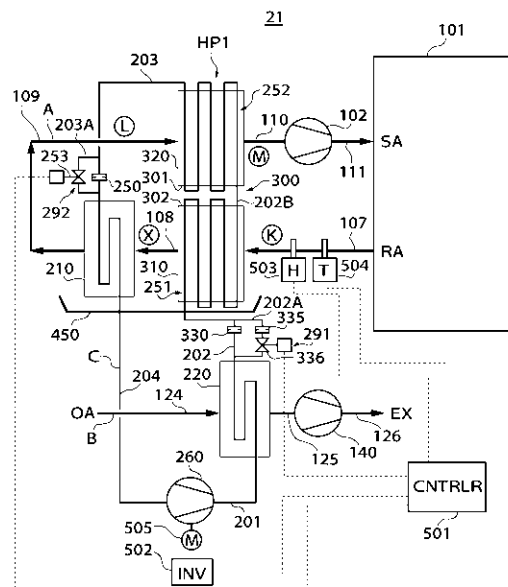
(54) 【発明の名称】 ヒートポンプ及び除湿空調装置

(57) 【要約】

【課題】 冷房と除湿運転の両方に容易に対応できるヒートポンプ、除湿空調装置を提供する。

【解決手段】 冷媒昇圧機 260 と、高熱源流体 B 加熱用冷媒凝縮器 220 と、低熱源流体 A 冷却用冷媒蒸発器 210 と、凝縮器 220 と蒸発器 210 間に設けられ、凝縮器 220 の凝縮圧力と蒸発器 210 の蒸発圧力との中間圧力で冷媒の蒸発と凝縮を行い、中間圧力蒸発により低熱源流体 A を冷却し、中間圧力凝縮により低熱源流体 A を加熱する熱交換手段 300 と、熱交換手段 300 と蒸発器 210 間に設けられ、絞り度増減可能な第 1 の絞り機構 292 と、凝縮器 220 と熱交換手段 300 間に設けられた第 2 の絞り機構 291 と、第 1 の絞り機構 292 の絞り度増減に対応して蒸発器 210 を通過する冷媒流量を増減する第 1 のコントローラ 501 を備え、低熱源流体 A は、熱交換手段 300 の冷却、蒸発器 210 の冷却、熱交換手段 300 の加熱をこの順番で受けるヒートポンプ。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷媒を昇圧する昇圧機と；
 前記冷媒を凝縮して高熱源流体を加熱する凝縮器と；
 前記冷媒を蒸発して低熱源流体を冷却する蒸発器と；
 前記凝縮器と前記蒸発器とを接続する冷媒経路中に設けられた、前記凝縮器の凝縮圧力と前記蒸発器の蒸発圧力との中間の圧力で冷媒の蒸発と凝縮を行い、前記中間圧力蒸発により前記低熱源流体を冷却し、前記中間圧力凝縮により前記低熱源流体を加熱する熱交換手段と；
 前記熱交換手段と前記蒸発器との間の前記冷媒経路中に設けられた、絞り度が増減可能な第 1 の絞り機構と；
 前記凝縮器と前記熱交換手段との間の前記冷媒経路中に設けられた第 2 の絞り機構と；
 前記第 1 の絞り機構の絞り度の増減に対応して前記蒸発器を通過する冷媒流量を増減する第 1 のコントローラを備え；
 前記低熱源流体は、前記熱交換手段での冷却と前記蒸発器での冷却と前記熱交換手段での加熱とをこの順番で受けるように構成された；
 ヒートポンプ。

【請求項 2】

前記第 1 の絞り機構の絞り度は、前記中間の圧力が前記蒸発器の蒸発圧力とほぼ同じになるに十分な絞り度まで減少可能に構成されている、請求項 1 に記載のヒートポンプ。

【請求項 3】

前記第 1 のコントローラは、前記冷媒流量を最大設定流量以下で調節可能に構成され、前記第 1 の絞り機構が前記十分な絞り度である運転の際の前記冷媒流量を第 1 の設定最大流量以下で調整可能に、また前記第 1 の絞り機構が前記十分な絞り度よりも絞られた運転の際の前記冷媒流量を第 2 の設定最大流量以下で調整可能に構成され、前記第 2 の設定最大流量は前記第 1 の設定最大流量よりも、小さいように構成された、請求項 2 に記載のヒートポンプ。

【請求項 4】

冷媒を昇圧する昇圧機と；
 前記冷媒を凝縮して高熱源流体を加熱する凝縮器と；
 前記冷媒を蒸発して処理空気を露点温度まで冷却する蒸発器と；
 前記凝縮器と前記蒸発器とを接続する冷媒経路中に設けられた、前記凝縮器の凝縮圧力と前記蒸発器の蒸発圧力との中間の圧力で冷媒の蒸発と凝縮を行い、前記中間圧力蒸発により前記処理空気を冷却し、前記中間圧力凝縮により前記処理空気を加熱する熱交換手段と；
 前記熱交換手段と前記蒸発器との間の前記冷媒経路中に設けられた、絞り度が増減可能な第 1 の絞り機構と；
 前記凝縮器と前記熱交換手段との間の前記冷媒経路中に設けられた第 2 の絞り機構と；
 前記第 1 の絞り機構の絞り度の増減に対応して前記蒸発器を通過する冷媒流量を増減する第 1 のコントローラを備え；
 前記処理空気は、前記熱交換手段での冷却と前記蒸発器での冷却と前記熱交換手段での加熱とをこの順番で受けるように構成された；
 除湿空調装置。

【請求項 5】

冷媒を昇圧する昇圧機と；
 前記冷媒を凝縮して高熱源流体を加熱する凝縮器と；
 前記冷媒を蒸発して処理空気を露点温度まで冷却する蒸発器と；
 前記凝縮器と前記蒸発器とを接続する冷媒経路中に設けられた、前記凝縮器の凝縮圧力と前記蒸発器の蒸発圧力との中間の圧力で冷媒の蒸発と凝縮を行い、前記中間圧力蒸発により前記処理空気を前記蒸発器に入る前に冷却し、前記中間圧力凝縮により前記処理空気を

前記蒸発器を出た後に加熱する熱交換手段とを備え；

前記熱交換手段によって前記処理空気を冷却した後前記熱交換手段によって加熱する第1の運転形態と、前記熱交換手段を前記蒸発器とほぼ同じ圧力で冷媒を蒸発させるように切り替えることによって前記処理空気を冷却する第2の運転形態とを切り替え可能に構成し；

さらに、前記運転形態の切り替えに対応して前記蒸発器を通過する冷媒流量を増減する第1のコントローラを備える；

除湿空調装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、ヒートポンプ及び除湿空調装置に関し、特に絞り機構の絞り度を増減しても蒸発器の運転に問題が起こらないヒートポンプと、冷房運転と除湿運転の両方に容易に対応できる除湿空調装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、図10に示すような除湿空調装置があった。この装置は、冷媒Cを圧縮する圧縮機260と、圧縮された冷媒Cを外気Bで凝縮する凝縮器220と、凝縮した冷媒Cをソレノイドバルブを有するバイパス付き膨張弁291で減圧し、中間圧力で蒸発と凝縮を繰り返して行う熱交換器300'と、ここで凝縮した冷媒Cをソレノイドバルブを有するバイパス付き膨張弁292で減圧し、これを蒸発させて空調空間101からの処理空気Aを露点温度に冷却する蒸発器210とを備える。

20

【0003】

この装置では、除湿運転モード時には膨張弁292のバイパスソレノイドバルブを閉として熱交換器300'の蒸発と凝縮の圧力を凝縮器220の凝縮圧力と蒸発器210の蒸発圧力の中間圧力とする。また、冷房運転モード時には膨張弁292のソレノイドバルブを開として、熱交換器300'の圧力を蒸発器210の蒸発圧力と等しくすることにより、熱交換器300'を蒸発器の一部として作動させる。

したがって除湿運転モード時には、熱交換器300'は、蒸発器210で露点温度に冷却される前後の処理空気同士の間で、冷媒を媒体として熱交換を行う。このようにして、蒸発器210で露点に冷却された処理空気Aは、熱交換器300'で再熱される。

30

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

以上のような従来の除湿空調装置では、冷房運転時には処理空気を冷却するための伝熱面積は蒸発器210と熱交換器300'の合計面積になる。一方、除湿運転時には処理空気を露点温度に冷却して水分を除去するための伝熱面積は、蒸発器210だけになる。したがって、圧縮機260からの冷房運転に適した大きい冷媒の体積流量（圧縮機おしのけ量）を受けて蒸発器210の蒸発温度が低下し、着霜等の問題が起こりやすい。また冷却容量を冷房負荷がまかなえるように決めると、容量が除湿負荷に必要な容量に比べて過大となり、圧縮機260の発停頻度が高くなり勝ちという問題があった。

40

【0005】

そこで本発明は、絞り機構の絞り度を増減しても蒸発器の運転に問題が起こらないヒートポンプと、冷房運転と除湿運転の両方に容易に対応できる除湿空調装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に係る発明によるヒートポンプHP1は、例えば図1に示されるように、冷媒を昇圧する昇圧機260と；前記冷媒を凝縮して高熱源流体Bを加熱する凝縮器220と；前記冷媒を蒸発して低熱源流体Aを冷却する蒸発器210と；凝縮器220と蒸発器210とを接続する冷媒経路中に設けられた、凝縮器220の凝

50

縮圧力と蒸発器 210 の蒸発圧力との中間の圧力で冷媒の蒸発と凝縮を行い、前記中間圧力蒸発により低熱源流体 A を冷却し、前記中間圧力凝縮により低熱源流体 A を加熱する熱交換手段 300 と；熱交換手段 300 と蒸発器 210 との間の前記冷媒経路中に設けられた、絞り度が増減可能な第 1 の絞り機構 292 と；凝縮器 220 と熱交換手段 300 との間の前記冷媒経路中に設けられた第 2 の絞り機構 291 と；第 1 の絞り機構 292 の絞り度の増減に対応して蒸発器 210 を通過する冷媒流量を増減する第 1 のコントローラ 501 を備え；低熱源流体 A は、熱交換手段 300 での冷却と蒸発器 210 での冷却と熱交換手段 300 での加熱とをこの順番で受けるように構成されている。

【0007】

第 2 の絞り機構も典型的には絞り度が増減可能である。絞り度の増減は典型的には開口面積の増減により行うが、例えばキャピラリチューブの長短、直列に配置した絞りの個数の増減等によるものであってもよい。また、蒸発器を通過する冷媒流量の増減は、典型的には昇圧機駆動用駆動機の回転数を可変とすることにより行う。例えばモータをインバータモータとし、コントローラはインバータの出力周波数を調節するコントローラである。昇圧機の回転数を変えると、例えば低くすると、昇圧機の吸い込み体積流量（おしのけ量）が小さくなり、蒸発器の蒸発圧力が低くなり過ぎるのを防止することができる。

10

【0008】

絞り度の増減、冷媒流量の増減は、典型的には低熱源流体から高熱源流体へ移動する熱量に応じて行われる。

【0009】

このように構成すると、第 1 の絞り機構の絞り度の増減に対応して蒸発器を通過する冷媒流量を増減する第 1 のコントローラを備えるので、第 1 の絞り機構の絞り度の増減に対応する運転形態に合致した冷媒流量に調節することができる。

20

【0010】

また請求項 2 に記載のように、請求項 1 に記載のヒートポンプでは、第 1 の絞り機構 292 の絞り度は、前記中間の圧力が蒸発器 210 の蒸発圧力とほぼ同じになるに十分な絞り度まで減少可能に構成してもよい。

【0011】

このように構成すると、第 1 の絞り機構の絞り度は、前記中間の圧力が蒸発器の蒸発圧力とほぼ同じになるに十分な絞り度まで減少可能（開口で言えばこれを大にすることが可能）に構成されているので、熱交換手段 300 を蒸発器 210 とあわせて、蒸発器の一部として作用させることができる。

30

【0012】

また請求項 3 に記載のように、請求項 2 に記載のヒートポンプでは、第 1 のコントローラ 292 は、前記冷媒流量を最大設定流量以下で調節可能に構成され、第 1 の絞り機構 292 が前記十分な絞り度である運転の際の前記冷媒流量を第 1 の設定最大流量以下で調整可能に、また第 1 の絞り機構 292 が前記十分な絞り度よりも絞られた運転の際の前記冷媒流量を第 2 の設定最大流量以下で調整可能に構成され、前記第 2 の設定最大流量は前記第 1 の設定最大流量よりも、小さいように構成されている。

【0013】

このように構成すると、第 2 の設定最大流量は第 1 の設定最大流量よりも小さいので、第 1 の絞り機構が十分な絞り度よりも絞られた運転の際の冷媒流量が過大とならないようにすることができる。

40

【0014】

また、請求項 3 に記載のヒートポンプでは、第 2 の絞り機構 291 は絞り度が増減可能に構成され、前記冷媒流量は前記最大設定流量以下の範囲で第 2 の絞り機構 291 の絞り度に対応して増減する第 2 のコントローラ 501 を備えてもよい。ここで、第 1 と第 2 のコントローラは別のコントローラであってもよいし、同じコントローラとして構成されていてもよい。

【0015】

50

また請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のヒートポンプでは、昇圧機 260 を駆動するインバータモータ 502、505 を備え；前記冷媒流量の増減はインバータモータ 502、505 の回転数を調節することにより行うように構成されていてもよい。

【0016】

前記目的を達成するために、請求項 4 に係る発明による除湿空調装置 21 は、例えば図 1 に示されるように、冷媒 C を昇圧する昇圧機 260 と；冷媒 C を凝縮して高熱源流体 B を加熱する凝縮器 220 と；冷媒 C を蒸発して処理空気 A を露点温度まで冷却する蒸発器 210 と；凝縮器 220 と蒸発器 210 とを接続する冷媒経路中に設けられた、凝縮器 220 の凝縮圧力と蒸発器 210 の蒸発圧力との中間の圧力で冷媒 C の蒸発と凝縮を行い、前記中間圧力蒸発により処理空気 A を冷却し、前記中間圧力凝縮により処理空気 A を加熱する熱交換手段 300 と；熱交換手段 300 と蒸発器 210 との間の前記冷媒経路中に設けられた、絞り度が増減可能な第 1 の絞り機構 292 と；凝縮器 220 と熱交換手段 300 との間の前記冷媒経路中に設けられた第 2 の絞り機構 291 と；第 1 の絞り機構 291 の絞り度の増減に対応して前記蒸発器 210 を通過する冷媒流量を増減する第 1 のコントローラ 501 を備え；処理空気 A は、熱交換手段 300 での冷却と蒸発器 210 での冷却と熱交換手段 300 での加熱とをこの順番で受けるように構成される。

10

【0017】

前記目的を達成するために、請求項 5 に係る発明による除湿空調装置 21 は、例えば図 1 に示されるように、冷媒 C を昇圧する昇圧機 260 と；冷媒 C を凝縮して高熱源流体 B を加熱する凝縮器 220 と；冷媒 C を蒸発して処理空気 A を露点温度まで冷却する蒸発器 210 と；凝縮器 220 と蒸発器 210 とを接続する冷媒経路中に設けられた、凝縮器 220 の凝縮圧力と蒸発器 210 の蒸発圧力との中間の圧力で冷媒 C の蒸発と凝縮を行い、前記中間圧力蒸発により処理空気 A を蒸発器 210 に入る前に冷却し、前記中間圧力凝縮により処理空気 A を蒸発器 210 を出た後に加熱する熱交換手段 300 とを備え；熱交換手段 300 によって処理空気 A を冷却した後熱交換手段 300 によって加熱する第 1 の運転形態と、熱交換手段 300 を蒸発器 210 とほぼ同じ圧力で冷媒 C を蒸発させるように切り替えることによって処理空気 A を冷却する第 2 の運転形態とを切り替え可能に構成し；さらに、前記運転形態の切り替えに対応して蒸発器 210 を通過する冷媒流量を増減する第 1 のコントローラ 501 を備える。

20

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、各図において互いに同一あるいは相当する部材には同一符号あるいは類似符号を付し、重複した説明は省略する。

30

【0019】

図 1 は、本発明による第 1 の実施の形態であるヒートポンプ HP1 とそれを備える、本発明の除湿空調装置の一例である除湿空調装置 21 のフロー図である。この除湿空調装置 21 は処理空気 A をその露点温度に冷却して水分を除いた後に再熱して除湿する除湿運転と、主として顕熱を奪う冷房運転ができる除湿空調装置 21 である。ここで、「処理空気 A をその露点温度に冷却して除湿」というとき、処理空気 A は多少過冷却されることがあるがこのときは「露点温度以下に冷却して除湿」となるが、この概念も含むものとする。また露点温度に冷却されて水分が除かれた空気は当初の空気よりも露点温度が低下するので、当初の露点温度を基準にすると「露点温度以下に冷却して除湿」となるが、この概念も含む。

40

【0020】

図 1 を参照して、第 1 の実施の形態であるヒートポンプ HP1 及びそれを備える除湿空調装置 21 の構成を説明する。この除湿空調装置 21 は、蒸発器 210 によって低熱源流体としての処理空気 A の湿度を下げ、処理空気 A の供給される空調空間 101 を快適な環境に維持するものである。

【0021】

50

図中、空調空間 101 から処理空気 A の経路に沿って、処理空気関連の機器構成を説明する。まず、空調空間 101 に接続された経路 107、熱交換手段としての熱交換器 300 の第 1 の区画 310、経路 108、処理空気 A をその露点温度以下に冷却する蒸発器 210、経路 109、熱交換器 300 の第 2 の区画 320、経路 110、経路 110 に接続された処理空気 A を循環するための送風機 102、経路 111 とこの順番で配列され、そして空調空間 101 に戻るように構成されている。図中、除湿空調装置 21 から空調空間 101 に供給される空気を SA、空調空間 101 から除湿空調装置に戻る空気を RA として示してある。

【0022】

また、屋外 OA から高熱源流体としての冷却空気（外気）B の経路に沿って、経路 124、冷媒 C を冷却して凝縮させる凝縮器 220、経路 125、冷却空気 B を送風するための送風機 140、経路 126 とこの順番で配列され、そして屋外 OA に排気 EX するように構成されている。

10

【0023】

次に蒸発器 210 から冷媒 C の経路に沿って、ヒートポンプ HP1 の機器構成を説明する。図中蒸発器 210、経路 204、蒸発器 210 で蒸発してガスになった冷媒 C を圧縮する（昇圧する）昇圧機としての圧縮機 260、経路 201、凝縮器 220、経路 202、絞り 330、熱交換器 300 の第 1 の区画 310 を流れる処理空気 A を冷却する蒸発セクション 251、熱交換器 300 の第 2 の区画 320 を流れる処理空気 A を加熱（再熱）する凝縮セクション 252、経路 203、絞り 250 がこの順番で配列され、そして再び蒸発器 210 に戻るようにして、ヒートポンプ HP1 が構成されている。

20

【0024】

なお、蒸発セクション 251 は第 1 の区画 310 中を蛇行するチューブで形成され、凝縮セクション 252 は第 2 の区画 320 中を蛇行するチューブで形成されている。本実施の形態では、蒸発セクション 251 は第 1 の区画 310 を複数回蛇行した後、凝縮セクション 252 に接続される。凝縮セクション 252 は第 2 の区画 320 を複数回蛇行した後、経路 203 に接続される。図中、各セクションは、処理空気 A の流れに沿った面内で蛇行するように示されているが、実際は処理空気 A の流れに直交する面内で蛇行するとよい（図 3 参照）。但し、直交する面を複数設けて蛇行層が複数あるようにしてもよい。

30

【0025】

このように蒸発セクション 251 と凝縮セクション 252 とを連続した伝熱チューブで形成し、蒸発セクション 251 を第 1 の区画 310 内で複数回十分に蛇行させた後に、即ち内部を流れる冷媒を蒸発させた後に、凝縮セクション 252 を第 2 の区画内で複数回蛇行させる構成にすると、蒸発セクション 251 と凝縮セクション 252 を接続する配管が 1 本乃至は最小限（2～4 本）の本数で足りるので、第 1 の区画 310 と第 2 の区画 320 とを離間して設置し易い（図 3（b）（c）参照）。

【0026】

なお、冷媒 C の経路 202 に絞り 330 をバイパスする経路 202A を設け、経路 202A に絞り 335 とソレノイドバルブ 336 を直列に設けてある。また、冷媒 C の経路 203 に絞り 250 をバイパスする経路 203A を設け、経路 203A にソレノイドバルブ 253 を設けてある。絞り 330 と、絞り 335 と、ソレノイドバルブ 336 とを含んで第 2 の絞り機構 291 が構成され、絞り 250 とソレノイドバルブ 253 を含んで第 1 の絞り機構 292 が構成されている。ソレノイドバルブ 253 が開となると、開口面積は経路 203 の断面積にほぼ等しくなるように形成されている。言い替えれば、ソレノイドバルブ 253 が開となったときは、第 1 の絞り機構 292 の絞り度が減って（開口面積が増えて）、実質的に絞りとしては作用しない程度に大きい開口を有することになる。

40

【0027】

ソレノイドバルブ 336 を開とした場合は、第 2 の絞り機構 291 を開口面積が大きい絞りを形成するように設定した場合（絞り 330 の開口面積、プラス絞り 335 の開口面積

50

)である。このとき第2の絞り機構の絞り度は減って、即ち開口が大きくなる。ソレノイドバルブ336を閉とした場合は、第2の絞り機構291を開口面積が小さい絞りを形成するように設定した場合(絞り330の開口面積)である。このとき第2の絞り機構の絞り度は増えて、即ち開口が小さくなる。

【0028】

言い替えれば、ソレノイドバルブ253を開とした場合は、第1の絞り機構292の開口面積を大きくし、第1の絞り機構292が実質的に絞りを形成しないように設定した場合である。ソレノイドバルブ253を閉とした場合が、第1の絞り機構292の開口面積を小さくし、第1の絞り機構292が絞りを形成するように設定した場合である。

【0029】

ここで、熱交換器300の構成を説明する。熱交換器300は、蒸発器210に流入する前後の処理空気A同士の間で、冷媒Cを介して間接的に熱交換をさせる熱交換器である。

【0030】

この熱交換器300は、蒸発器210を通過する前の処理空気Aを流す第1の区画310と、蒸発器210を通過した後の処理空気Aを流す第2の区画320とが、別々の直方体空間を構成している。両区画は、双方を流れる処理空気が混合しないように隔壁301、302が設けられており、熱交換チューブである蒸発セクション251と凝縮セクション252とを接続する配管202Bはこの2つの区画の隔壁を貫通している。

【0031】

図中、蒸発器210に導入される前の処理空気Aは、右方から経路107を通して、第1の区画310に供給され、左方から経路108を通して出て行く。また蒸発器210を通して露点温度(以下)に冷却され絶対湿度の低下した処理空気Aは、図中左方から経路109を通して第2の区画320に供給され、その右方から経路110を通して出て行く。

【0032】

本実施の形態の除湿空調装置21は、戻り空気RAの経路107に湿度検出器503と温度検出器504とを備える。また圧縮機260は交流電動機505により駆動されるように構成され、交流電動機505は周波数変換器であるインバータINV502から交流電力を供給される。また、除湿空調装置21を制御するコントローラ501を備えている。

【0033】

コントローラ501は、湿度検出器503、温度検出器504、インバータINV505、ソレノイドバルブ253、336と信号配線で接続されている。

【0034】

図2のブロック図を参照して、コントローラ501を説明する。コントローラ501は所謂マイコンで構成するとよい。コントローラ501は、制御部501Aとメモリー部501Dを含んで構成される。制御部501Aは、モード選択モジュール501Bとインバータ制御モジュール501Cを含んで構成される。

【0035】

モード選択モジュール501Bは、湿度検出器503からの信号及び温度検出器504からの信号に基き除湿運転モードを選択すべきか冷房運転モードを選択すべきか判定し、その判定結果に従ってソレノイドバルブ253及び336に開閉を指示する信号を送信する。即ち、湿度が高く温度(気温)が比較的低いときは除湿運転モードを選択し、ソレノイドバルブ253を閉じ、またソレノイドバルブ336を閉じる。

【0036】

ソレノイドバルブ253を閉じると、熱交換器300と蒸発器210との間の冷媒配管は、絞り250を介して接続されることになり、熱交換器300における蒸発圧力及び凝縮圧力は中間圧力となる。

【0037】

温度(気温)が比較的高いときは冷房運転モードを選択し、ソレノイドバルブ253を開き、またソレノイドバルブ336も開く。特に日本の気候では、気温の高いときは、通常は絶対湿度も高い。このときは冷房運転モードを選択して、顕熱と潜熱の両方を積極的に

10

20

30

40

50

奪うのがよい。

【0038】

なお、除湿運転モード、冷房運転モードの選択は、モード選択モジュールによらず、手動で行ってもよい。湿度の高い低いは個人的好みもある。また、湿度や温度にかかわらず、強制的にとにかく温度を下げたい場合や、室内を強制的に乾燥させるためにとにかく湿度を下げたい場合もあるからである。

【0039】

ソレノイドバルブ253を開にすると、熱交換器300と蒸発器210との間の冷媒配管は、実質的に絞り無しで接続されることになり、熱交換器300内の伝熱チューブ内の圧力は蒸発セクション251と凝縮セクション252共に蒸発器210の蒸発圧力と実質的に等しくなり、熱交換器300も蒸発器210と共に蒸発器として作用する。

10

【0040】

インバータ制御モジュール501Cは、インバータINV502の周波数を調節する。メモリー部には、交流電動機505の最高回転数を記憶している。この値は、コントローラ501に備えられた不図示の最高回転数設定入力部から自由に変更し設定することもできる。

【0041】

モード選択モジュール501Bは、モードを選択すると選択されたモードに応じて、除湿運転モード時最高回転数501E又は冷房運転モード時最高回転数501Fをメモリー部501Dから読み出して指定する。インバータ制御モジュール501Cは、指定された最高回転数を上限として、インバータINV502の周波数出力を調節する。即ち、電動機505の回転数を調節する。この調節により、圧縮機260の冷媒おしのけ量（圧縮機がピストンを有する往復動圧縮機の場合、おしのけ量はピストンの1ストローク分の体積と回転数（回転速度）により定まる）を第2の最大流量である除湿時最大流量を上限として調整ができる。同様にして、冷房運転モードでは、圧縮機260の冷媒おしのけ量を第1の最大流量である冷房時最大流量を上限として調整ができる。除湿運転モード時最高回転数501Eは、冷房運転モード時最高回転数501Fよりも低く設定されている。この場合、おしのけ量の調整に伴って冷媒の質量流量も調整されている。

20

【0042】

このようにして、例えば除湿運転モードの運転では、絞り機構292の絞り度に対応する開度（絞り度の逆数）を小さくしたのに対応して、圧縮機260の冷媒おしのけ量を減らして低くするので、蒸発器210の蒸発圧力が低下するのを防止し、例えば蒸発器210への霜付きを防止することができる。圧縮機260のおしのけ量は、運転モードに対応して増減すると言い換えてもよい。

30

【0043】

圧縮機260は、それぞれの運転モードの最高回転数で一定回転数運転をし、冷房運転モードでは冷え過ぎ、除湿運転モードでは乾きすぎになったら運転を停止するという、オン・オフ運転をしてもよいし、最高回転数を上限として、冷房運転モードでは温度が所定の設定値になるように、また除湿運転モードでは湿度が所定の設定値になるように、それぞれ回転数を変える回転数制御をしてもよい。

40

【0044】

またバルブ336は、オン・オフのソレノイドバルブとして説明したが、冷房負荷、あるいは除湿負荷に応じて絞り度を調節できる調節弁としてもよい。このときは絞り335はなくてもよい。

【0045】

圧縮機260は、回転数可変の電動機で駆動する容積型（例えばピストンとシリンダを有する往復動型）圧縮機とし、回転数を上下することにより冷媒流量（おしのけ量）を増減するものとして説明したが、複数の気筒を有するものとし、使用する気筒数を増減することにより冷媒おしのけ量を増減し調節するようにしてもよい。また複数台の圧縮機を備え、運転台数を増減することにより調節するものとしてもよい。さらに大型の除湿空調装置

50

では、遠心圧縮機とし、入口ペーンコントロール又は入口ダンパコントロールにより調節するものとしてもよい。

【0046】

次に図3の除湿空調装置の設置状態を示す模式的側面図と熱交換器の斜視図を参照して、蒸発器210と熱交換器300の構成例を具体的に説明する。(b)(c)に示すように、伝熱チューブ(細管)で構成される蒸発セクション251は多数のプレートフィンを通り貫通して配置されている。そして最も外側のフィンの外側でUチューブ(ユーチューブ)により互いに接続されている。このようにして、伝熱チューブは第1の区画310を蛇行しながら複数回貫通している。

【0047】

第1の区画310は、長方形のプレートフィンを多数平行に並べることにより形成される直方体の空間である。また、そのプレートフィンと細管群を収納する直方体空間の外面をプレート製のハウジングで囲むようにするとよい。ただしそのハウジングの対向する2つの面は開口しており、該開口を処理空気が通過する。

【0048】

同様に、伝熱チューブである凝縮セクション252は、第2の区画320を蛇行しながら複数回貫通している。第2の区画320も第1の区画310と同様な構造を有する直方体の空間である。

【0049】

蒸発セクション251の端部と凝縮セクション252の端部とは、配管202Bで接続されている。本実施の形態では、配管202Bは、蒸発セクション251と凝縮セクション252を構成する連続したチューブの一部として構成されている。

【0050】

以上説明したように、冷媒流路である蒸発セクション251と凝縮セクション252は、それぞれ蛇行する細管群を構成している。このようにして、蒸発セクション251から凝縮セクション252を、全体として一方向に流れる冷媒Cは、細管群中を蛇行して流れながら、蒸発セクション251で蒸発し凝縮セクション252で凝縮する間に、第1の区画310を流れる温度の高い処理空気Aからの熱を第2の区画320を流れる温度の低い処理空気Aに伝える。

【0051】

蒸発器210も同様に、伝熱チューブが多数の長方形のプレートフィンを通り貫通して構成されている。その構成は第1の区画310、第2の区画320と同様に直方体の空間として構成されている。そして最も外側のフィンの外側でUチューブ(ユーチューブ)により接続されている。このようにして、伝熱チューブはフィンを通りながら複数回貫通している。

【0052】

本実施の形態では、蒸発セクション251、凝縮セクション252が、それぞれ処理空気Aの流れに直交する1つの平面内に蛇行して配置された1層の細管群として構成されているのに対して、蒸発器210は、処理空気Aの流れに直交する2つの平面内に蛇行して配置された2層の細管群として構成されている。但しこれに限らず、層数は伝熱量に応じて決めればよい。また、熱交換器300と蒸発器210における細管群の伝熱面積の配分は、後で説明するように潜熱負荷と顕熱負荷との割合に応じて決めればよい。

【0053】

また、蒸発器210は第1の区画310と第2の区画320との間に配置されている。このように配置すると、1つの直方体空間を3つに分割して、それぞれを第1の区画310、蒸発器210、第2の区画320として構成することができ、構造が単純になる。各区画310、320と蒸発器210の間では、フィンは図示のように不連続となるように切れ目を入れるのが好ましい。隣り合う各部の温度が異なるからである。

【0054】

この構成では、細管群は等間隔でフィンに貫通させて拡管してフィンに固定し、各細管の

10

20

30

40

50

間は単純なUチューブで接続し、各区画310、320間、また蒸発器210との間は、1本又は少数の配管（あるいは細管の一部）で接続すればよいので、構成が単純で、製造も容易である。

【0055】

次に(a)の模式的断面図を参照して、以上説明した除湿空調装置を空調空間101の空調機として応用した例を説明する。空調空間101中即ち室内に設置される室内機中には、第1の区画310、蒸発機210、第2の区画320が一体で形成された熱交換器組立と、戻り空気RA、供給空気SAを循環させる送風機102が収納されている。送風機102としてはクロスフローファンを用いると室内機をコンパクトにまとめることができる。第1の区画310の戻り空気RAの流れの上流側には除塵フィルタが設けられている。熱交換器300、蒸発器210の下方にはドレンパン450が備えられ、ドレンパン450からはドレンパイプが屋外に導かれている。

10

【0056】

戻り空気RAはフィルタを通過して除塵され、第1の区画310で予冷され、蒸発器210でさらに冷却されて除湿され飽和空気となる。この飽和空気は第2の区画320で再熱されて適度な絶対湿度で適度な温度の即ち適度な相対湿度の供給空気SAとして、送風機102により空調空間101に供給される。すなわち処理空気は、(各区画と蒸発器との間に切れ目はあるものの)一見すると通常の冷房用フィンチューブ熱交換器に見える一塊のプレートフィンと細管群を一方向に通過する間に、予冷、水分除去、再熱の3つのプロセスが一气に行われ、適度な湿度と温度の供給空気SAとなる。

20

【0057】

空調空間101外に設置される室外機中には、凝縮器220、圧縮機260、送風機140が収納されている。そして、凝縮器220と第1の区画310の蒸発セクション251とは配管202で接続され、蒸発器210と圧縮機260とは配管203で接続されている。即ち、室内機と室外機とは2本の配管202と203だけで接続されている。なお本図では、絞り機構291、292は図示を省略してある。

【0058】

次に先ず図1を参照して、各機器間の冷媒Cの流れを説明し、続けて図4に示すヒートポンプHP1の第1の運転形態としての除湿運転モード時の冷媒モリエ線図を参照して、ヒートポンプHP1の作用を説明する。

30

【0059】

図1において、先ず第1の運転形態としての除湿運転モード時の場合を説明する。このときは、ソレノイドバルブ336は閉、ソレノイドバルブ253も閉とする。圧縮機260により圧縮された冷媒ガスCは、圧縮機260の吐出口に接続された冷媒ガス配管201を經由して凝縮器220に導かれる。圧縮機260で圧縮された冷媒ガスCは、冷却空気としての外気Bで冷却され凝縮する。

【0060】

凝縮器220の冷媒出口は、熱交換器300の蒸発セクション251の入り口に冷媒経路202により接続されている。冷媒経路202の途中、蒸発セクション251の入り口近傍には、絞り330が冷媒経路202に、冷媒経路の絞り330をバイパスするバイパス経路202Aには絞り335及びソレノイドバルブ336が直列に設けられ、ソレノイドバルブ336は閉となっている。ソレノイドバルブ336が閉であるのは、後述のように、通常は除湿運転モードでは必要な冷媒流量は冷房運転モードよりも少ないからである。

40

【0061】

凝縮器220を出た液冷媒Cは、絞り330で減圧され、膨張して一部の冷媒Cが蒸発(フラッシュ)する。その液とガスの混合した冷媒Cは、蒸発セクション251に到り、ここで液冷媒Cはプレートフィンを貫通しながら蛇行する蒸発セクション251のチューブの内壁を濡らすように流れ蒸発して、第1の区画310を流れる、蒸発器210に流入する前の処理空気Aを冷却(予冷)する。

【0062】

50

蒸発セクション 251 である程度蒸発し、ガスと液の混合物となった冷媒は、配管 202 B に導かれて、凝縮セクション 252 に流入する。第 2 の区画 320 を流れる処理空気 A、即ち第 1 の区画 310 で予冷された後に蒸発器 210 で冷却除湿され、蒸発器 210 に流入する前より温度が低くなった処理空気 A を加熱（再熱）し、冷媒自身は熱を奪われ凝縮する。本実施の形態では蒸発セクション 251 と凝縮セクション 252 とは一連のチューブ（Uチューブを含む）で形成されている。すなわち一体の流路として構成されているので、蒸発セクション 251 で蒸発した冷媒ガス C（及び蒸発しなかった冷媒液 C）は、凝縮セクション 252 に流入して凝縮することにより、物質移動と同時に熱移動を行う。

【0063】

熱交換器 300 の最後の凝縮セクション 252 の出口側は、冷媒液配管 203 により、蒸発器 210 に接続され、冷媒配管 203 中には膨張弁 250、膨張弁 250 をバイパスするソレノイドバルブ 253 が設置されている。

10

【0064】

凝縮セクションで凝縮した冷媒液 C は、絞り 250 で減圧され膨張して温度を下げ、蒸発器 210 に入り蒸発し、その蒸発熱で処理空気 A を冷却する。絞り 330、250 としては、例えばオリフィス、キャピラリチューブ、膨張弁等を用いる。ソレノイドバルブ 253 は閉となっているので、冷媒液 C はソレノイドバルブ 253 を通過しない。なお、除湿運転モードでは、コントローラ 501 はソレノイドバルブ 253 を閉とし第 1 の絞り機構 292 の絞り度を増（開口面積が小）に切り替えているので、それに対応して圧縮機 260 の冷媒のおしのけ量を減らすように、駆動インバータモータ 505 の回転数を下げる。蒸発器 210 の蒸発圧力が適正となり、蒸発器を通過する冷媒流量としての冷媒質量流量も減る。

20

【0065】

蒸発器 210 で蒸発してガス化した冷媒 C は、経路 204 を通して圧縮機 260 の吸込側に導かれ、以上のサイクルを繰り返す。

【0066】

図中、熱交換器 300 の蒸発セクション 251 と凝縮セクション 252 内の冷媒 C の挙動を説明する。先ず蒸発セクション 251 には、液相及び気相の冷媒 C が流入する。一部が気化した、気相を僅かに含む冷媒液 C であってもよい。この冷媒 C は、蒸発セクション 251 を流れる間に、処理空気 A を予冷し自身は加熱され気相を増やしながらか凝縮セクション 252 に流入する。凝縮セクション 252 では、冷却除湿されることにより蒸発セクション 251 の処理空気 A よりも温度の低くなった処理空気 A を加熱し、自身は熱を奪われ気相冷媒 C を凝縮させる。このように冷媒 C は気相と液相の相変化をしながら冷媒流路を流れ、蒸発器 210 で冷却される前の処理空気 A と、蒸発器 210 で冷却されて絶対湿度を低下させた処理空気 A との間で熱交換させる。

30

【0067】

第 2 の運転形態としての冷房運転の場合は、ソレノイドバルブ 336 を閉から開として絞り 335 に冷媒 C が流れるようにし、ソレノイドバルブ 253 を閉から開として冷媒 C が絞り 250 の前後で圧力低下を起こさないようにし、第 1 の運転形態としての除湿運転から、第 2 の運転形態としての冷房運転に運転形態を切り替える。ソレノイドバルブ 243 を開にするのに対応して、圧縮機 260 の運転回転数を上げて冷媒おしのけ量を増やす。蒸発器 210 の蒸発圧力が適正となり、蒸発器を通過する冷媒流量としての冷媒質量流量も増える。

40

【0068】

こうすることにより、絞り 250 前後の冷媒 C の圧力低下をほぼゼロとし、配管圧損を除いた冷媒 C の圧力低下を絞り 330 と 335 で発生させることができ、熱交換器 300 の凝縮セクション 252 と、蒸発セクション 251 における冷媒 C の圧力が、蒸発器 210 における冷媒 C の圧力にほぼ等しくなり、蒸発器 210 に加えて凝縮セクション 252 と、蒸発セクション 251 においても冷媒 C の蒸発が発生する。よって、蒸発の伝熱面積が増えるので冷房能力すなわち顕熱処理能力を増加させることができる。

50

【0069】

そして、除湿運転モード時では、熱交換器300を蒸発器210を通過する前後の処理空気Aのレヒート熱交換器として使うことによって冷却による結露水分量を冷房運転モード時より増やし、冷房運転モード時より除湿能力すなわち潜熱処理能力を増加させることができる。これによって、除湿運転モード時では、冷房運転モード時より速やかに湿度を下げることができ、いわゆる低顕熱比の湿度の高い室内空調負荷にも対応できる。

またさらに、除湿運転モード時には送風機102による送風量を冷房運転モード時よりも減らすことにより、結露水分量を冷房運転モード時より増やすようにしてもよい。そのために、送風機102も不図示の可変速モータにより駆動して、回転数の増減制御が可能に構成するとよい。

10

【0070】

本第1の実施の形態の除湿空調装置を、家庭用のエアコンに適用した場合、除湿運転を行うことによって、梅雨時や夏期夜間の就寝時に室内が冷えすぎることなく、低湿度で快適な環境を作ることができる。

【0071】

以上説明したように、本実施の形態の除湿空調装置は、空調負荷の顕熱比が可変であり、しかも除湿運転、冷房運転いずれの運転形態においても省エネルギーな運転ができる。

【0072】

以上の説明では、圧縮機駆動用電動機505の回転数制御により冷媒流量を調節し、冷房負荷、除湿負荷に対応するものとしたが、併せて電動機ひいては圧縮機のオン・オフにより、回転数制御を超えた調節ができるようにして、幅広い負荷変動に対応するように構成してもよい。

20

【0073】

次に図4のモリエ線図を参照して、ヒートポンプHP1の除湿運転モード時の作用を説明する。なお、機器等については適宜図1を参照する。図4は、冷媒HFC134aを用いた場合のモリエ線図である。この線図では横軸がエンタルピ、縦軸が圧力である。この他に、本発明のヒートポンプ、除湿空調装置に適した冷媒Cとしては、HFC407CやHFC410Aがある。これらの冷媒Cは、HFC134aよりも作動圧力領域が高圧側にシフトする。

【0074】

図中、点aは蒸発器210の冷媒出口の状態であり、冷媒Cは飽和ガスの状態にある。圧力は0.34MPa、温度は5、エンタルピは400.9kJ/kgである。このガスを圧縮機260で吸込圧縮した状態、圧縮機260の吐出口での状態が点bで示されている。この状態は、圧力が0.94MPaであり、過熱ガスの状態にある。

30

【0075】

この冷媒ガスCは、凝縮器220内で冷却され、モリエ線図上の点cに到る。この点は飽和ガスの状態であり、圧力は0.94MPa、温度は38である。この圧力下でさらに冷却され凝縮して、点dに到る。この点は飽和液の状態であり、圧力と温度は点cと同じであり、エンタルピは250.5kJ/kgである。

【0076】

この冷媒液Cは、絞り330で減圧され熱交換器300の蒸発セクション251に流入する。モリエ線図上では、点eで示されている。圧力は、本発明の中間圧力であり、本実施例では0.34MPaと0.94MPaとの中間の値となる。ここでは、一部の液が蒸発して液とガスが混合した状態にある。

40

【0077】

蒸発セクション251内で、前記中間圧力下で冷媒液Cは蒸発して、同圧力で飽和液線と飽和ガス線との中間の点fに到る。ここでは液の一部が蒸発しているが、冷媒液Cはある程度残っている。

【0078】

点fで示される状態の冷媒Cが、凝縮セクション252に流入する。凝縮セクション25

50

2では、冷媒Cは第2の区画320を流れる低温の処理空気Aにより熱を奪われ、点gに到る。

【0079】

点gはモリエ線図では飽和液線上にある。温度は18、エンタルピは223.3 kJ/kgである。

【0080】

点gの冷媒液Cは、絞り250で、温度5の飽和圧力である0.34 MPaまで減圧され、点jに到る。この点jの冷媒Cは、5の冷媒液Cと冷媒ガスCの混合物として蒸発器210に到り、ここで処理空気Aから熱を奪い、蒸発してモリエ線図上の点aの状態の飽和ガスとなり、再び圧縮機260に吸入され、以上のサイクルを繰り返す。

10

【0081】

以上説明したように、熱交換器300内では、冷媒Cは蒸発セクション251では点eから点fまでと蒸発の状態変化を、凝縮セクション252では点fから点g1までと凝縮の状態変化をしており、蒸発伝熱と凝縮伝熱であるため、熱伝達率が非常に高くまた熱交換効率が低い。

【0082】

さらに、圧縮機260、凝縮器220、絞り330、250及び蒸発器210を含む圧縮ヒートポンプHP1としては、熱交換器300を設けない場合は、凝縮器220における点dの状態の冷媒Cを、絞りを介して蒸発器210に戻すため、蒸発器210で利用できるエンタルピ差は400.9 - 250.5 = 150.4 kJ/kgしかないのに対して、熱交換器300を設けた本実施の形態で用いるヒートポンプHP1の場合は、400.9 - 223.3 = 177.6 kJ/kgになり、同一冷却負荷に対して圧縮機260に循環するガス量を、ひいては所要動力を15%も小さくすることができる。すなわち、サブクールサイクルと同様な作用を持たせることができる。

20

【0083】

次に、ヒートポンプHP1の冷房運転モード時の作用を説明する。図中点dまでは除湿運転モード時と同様であるので点dまでの説明は省略する。凝縮器220を出た、冷媒Cは絞り330を通過する。絞りを通過すると圧力は0.94 MPaから0.34 MPaまで減少し、図中点dから点j'に移行する。この点j'のエンタルピは、250.5 kJ/kgで、温度は5である。そして冷媒は熱交換器300、蒸発器210で蒸発し点aに至る。

30

【0084】

図5の棒グラフを参照して除湿負荷と冷房負荷につき説明する。図示のように、特に日本のような温帯や亜熱帯地方における気候では、空調負荷のうち除湿負荷(潜熱負荷)の最大値は盛夏でも雨季でもそれほどの差はない。一方、顕熱負荷は例えば8月のような盛夏時には著しく増加する。そのため、冷房と除湿を兼用する空調機の設計上の最大負荷としては、盛夏時の負荷を採用しなければならない。

【0085】

それに対して、除湿運転モード時の最大負荷は、冷房運転モードの最大負荷の半分以下である。一例をあげれば、図示のように、盛夏時の総負荷を100とすると、そのうち潜熱負荷は30であり、梅雨時のような雨季の総負荷は40であり、そのうち潜熱負荷は25である。

40

したがって、蒸発器で奪うべき熱量は、冷房運転モード時の方が除湿運転モード時に比べてはるかに多い。顕熱負荷が大きい分だけ多くなるからである。しかしながら、潜熱負荷は雨季と盛夏時とであまり変わらない。

【0086】

本発明の実施の形態によれば、冷房運転モード時には蒸発器として使用できる伝熱面積が蒸発器210に加えて熱交換器300の分が加わるので、十分な伝熱が確保できる。また除湿運転モード時には、蒸発器として使用できる伝熱面積は蒸発器210の分であり、除湿負荷に適した伝熱面積とすることができる。熱交換器300は除湿した後のいわば冷え

50

すぎた処理空気の再熱に使用でき、同時に処理空気の予冷に使用できる。

【0087】

別の方向から見れば、冷房専用の空調機に必要な十分な伝熱面積を有する蒸発器の伝熱面積を3分割し、蒸発器210、蒸発セクション251、凝縮セクション252とすればよい。即ち、冷房専用の空調機の蒸発器そのままの大きさをもって、冷媒配管を調整するだけで、冷房・除湿兼用のコンパクトで効率的な空調機を構成することができる。

【0088】

図5のグラフに示すような負荷割合の気候に対しては、熱交換器全体の伝熱面積の約40～60%を蒸発器210に配分し、残り60～40%の伝熱面積を蒸発セクション251と凝縮セクション252とに伝熱量に応じて配分すればよい。

10

【0089】

また除湿運転モードでは冷房運転モードよりも、圧縮機260の回転数を低く変更、即ち冷媒流量(おしのけ量)を減らすことができるので、除湿運転モードに合わせて小さくした蒸発器の伝熱面積でも着霜等の問題を防止できる。逆に言えば、圧縮機260の回転数を変更できない構成の場合は、除湿運転モードであっても蒸発器の伝熱面積は大きくしなければならない(ただし負荷が小さいので圧縮機のオン・オフ運転のオフの時間が長くなる)が、本発明の実施の形態によればその必要がない。

【0090】

図6に示す除湿空調装置21の除湿運転モード時の湿り空気線図を参照して、また構成については適宜図1を参照して、ヒートポンプHP1を備えた除湿空調装置21の除湿運転モード時の作用を説明する。図6中、アルファベット記号K、X、L、Mにより、各部における空気の状態を示す。この記号は、図1のフロー図中で丸で囲んだアルファベットに対応する。また、湿り空気線図は、後で説明する他の実施の形態である除湿空調装置についても、図6が適用できる。

20

【0091】

図中、空調空間101からの処理空気A(状態K)は、処理空気経路107を通して、熱交換器300の第1の区画310に送り込まれ、ここで蒸発セクション251で蒸発する冷媒Cによりある程度まで冷却される。これは蒸発器210で露点温度(以下)まで冷却される前の予備的冷却であるので予冷と呼ぶことができる。この間、蒸発セクション251で予冷されながら、ある程度は水分を除去され僅かながら絶対湿度を低下させながら点Xに到る。点Xは飽和線上にある。あるいは予冷段階では、点Kと点Xとの中間点まで冷却するものであってもよい。又は点Xを越えて、多少飽和線上を低湿度側に移行した点まで冷却されるものであってもよい。

30

【0092】

予冷された処理空気Aは、経路108を通して、蒸発器210に導入される。ここでは、膨張弁250によって減圧され、低温で蒸発する冷媒Cにより、処理空気Aはその露点温度(以下)に冷却され、水分を奪われながら、絶対湿度を低下させつつ乾球温度を下げて、点Lに到る。点Xから点Lまでの変化を示す太線は、便宜上飽和線とはずらして描いてあるが、実際は飽和線と重なっている。

【0093】

点Lの状態の処理空気Aは、経路109を通して熱交換器300の第2の区画320に流入する。ここでは凝縮セクション252内で凝縮する冷媒Cにより、絶対湿度一定のまま加熱され点Mに到る。点Mは、点Kよりも絶対湿度は十分に低く、乾球温度は低すぎない、適度な相対湿度の空気として、送風機102により吸い込まれ、空調空間101に戻される。

40

【0094】

熱交換器300では、蒸発セクション251での冷媒Cの蒸発により処理空気Aを予冷し、凝縮セクション252での冷媒Cの凝縮により処理空気Aを再熱する。そして蒸発セクション251で蒸発した冷媒Cは、凝縮セクション252で凝縮する。このように同じ冷媒Cの蒸発と凝縮作用により、蒸発器210で冷却される前後の処理空気A同士の熱交換

50

を間接的に行う。

【0095】

凝縮器220には、経路124を通して外気Bが導入される。この外気Bは凝縮する冷媒Cから熱を奪い、加熱された外気Bは経路125を経由して送風機140に吸い込まれ、経路126を経由して屋外に排出される(EX)。

【0096】

ここで図6の湿り空気線図上に示す空気側のサイクルでは、第1の区画310で処理空気Aを予冷した熱量、すなわち第2の区画320で処理空気Aを再熱した熱量Hが熱回収分であり、蒸発器210で処理空気Aを冷却した熱量分がQである。また空調空間101を冷房する、冷房効果がiである。

【0097】

本第1の実施の形態の除湿空調装置21は、冷房運転モード時に空気・空気熱交換器としての熱交換器300を蒸発器として使用することにより、蒸発器の伝熱面積を増やして蒸発温度を上げて、冷房処理能力すなわち顕熱処理能力を増加させることができる。これによって、速やかに室温を下げることができ、いわゆる高顕熱比の、乾燥し且つ高温の室内空調負荷に対応できる。

【0098】

すなわち、冷房運転モード時には、図6の湿り空気線図中、空調空間101(図1)(状態K)を出た処理空気Aは熱交換器の第1の区画310(図1)、蒸発器210(図1)、熱交換器の第2の区画320(図1)において冷却され、熱交換器の第2の区画320を出た処理空気Aは図中の点Xの近傍の点で表される状態にある。また冷房運転モード時には、送風機102の送風量を除湿運転モード時よりも多くするように構成するのが好ましい。このようにすると大量の顕熱を取りやすいからである。

【0099】

本実施の形態の除湿空調装置21は、除湿運転モード時に、熱交換器300を蒸発器210を通過する前後の処理空気Aのレヒート熱交換器として使うことによって冷却による結露水分量を冷房運転モード時より増やし、除湿能力すなわち潜熱処理能力を増加させることができる。これによって、除湿運転モード時では、速やかに湿度を下げることができ、いわゆる低顕熱比の湿度の高い室内空調負荷にも対応できる。

【0100】

除湿空調装置21は、空調負荷の顕熱比が可変であり、しかも除湿運転、冷房運転いずれの運転形態においても省エネルギーな運転ができる。

【0101】

図7は、本発明による第2の実施の形態であるヒートポンプHP2とそれを備える、本発明の除湿空調装置の一例である除湿空調装置22のフロー図である。第1の実施の形態の除湿空調装置との相違点は、熱交換器300'が後で詳述するような第1の区画310'と第2の区画320'とからなることである。この除湿空調装置22は処理空気Aをその露点温度(以下)に冷却して除湿する除湿運転と、冷房運転ができる点は除湿空調装置21と同様である。ここでは熱交換器300'と蒸発器210回りだけ示し、第1の実施の形態と共通な部分はほとんど図示を省略してある。

【0102】

図7を参照して、第2の実施の形態であるヒートポンプ及びそれを備える除湿空調装置22の構成のうち、第1の実施の形態と異なる部分を中心にして説明する。

【0103】

熱交換器300'の第1の区画310'を流れる処理空気Aを冷却する蒸発セクション251、熱交換器300'の第2の区画320'を流れる処理空気Aを加熱(再熱)する凝縮セクション252、この蒸発セクション251と凝縮セクション252とを交互に通過した後、経路203、絞り250がこの順番で配列され、そして再び蒸発器210に戻るようになっている。

【0104】

10

20

30

40

50

ここで、熱交換器 300' の構成を説明する。熱交換器 300' は、蒸発器 210 に流入する前後の処理空気 A 同士の間で、冷媒 C を介して間接的に熱交換をさせる熱交換器である。熱交換器 300' は、図中紙面に直交し、処理空気 A の流れに直交する複数の互いに異なる平面 PA、PB、PC・・・内のそれぞれに、冷媒流路としての熱交換チューブ（細管）が複数本ほぼ平行に配列されている。本図では、図示の便宜上各平面内に 1 本ずつのチューブだけが示されている。

【0105】

この熱交換器 300' は、蒸発器 210 を通過する前の処理空気 A を流す第 1 の区画 310' と、蒸発器 210 を通過した後の処理空気 A を流す第 2 の区画 320' とが、別々の直方体空間を構成している。両区画は、隔壁 301 と隔壁 302 が隣接して設けられており、熱交換チューブはこの 2 つの隔壁を貫通して設けられている。

10

【0106】

熱交換器 300' は、別の形態として 1 つの直方体の空間を 1 つの隔壁 301 で分割して、熱交換チューブがこの隔壁 301 を貫通して、第 1 の区画 310' と第 2 の区画 320' とを交互に貫通するように構成してもよい。

【0107】

図中、蒸発器 210 に導入される前の処理空気 A は、右方から経路 107 を通して、第 1 の区画 310' に供給され、左方から経路 108 を通して出て行く。また蒸発器 210 を通して露点温度（以下）に冷却され絶対湿度の低下した処理空気 A は、図中左方から経路 109 を通して第 2 の区画 320' に供給され、その右方から経路 110 を通して出て行く

20

【0108】

図示のように、前記複数の熱交換チューブは、第 1 の区画 310' と第 2 の区画 320' 及びそれら区画間を仕切る隔壁 301 及び隔壁 302 を貫通して設けられている。例えば平面 PA 内に配置された熱交換チューブは、第 1 の区画 310' を貫通している部分を、第 1 の冷媒流路としての蒸発セクション 251A（以下複数の蒸発セクションを個別に論じる必要がないときは単に 251 という）と呼び、第 2 の区画 320' を貫通している部分は第 2 の冷媒流路としての凝縮セクション 252A（以下複数の凝縮セクションを個別に論じる必要のないときは単に 252 という）と呼ぶ。ここで蒸発セクション 251A と凝縮セクション 252A は、一対の第 1 の区画貫通部と第 2 の区画貫通部であり、冷媒流路を構成している。

30

【0109】

さらに、平面 PB 内に配置された熱交換チューブは、第 1 の区画 310' を貫通している部分である蒸発セクションを 251B とする。また、第 2 の区画 320' を貫通している部分である、前記蒸発セクションと一対の冷媒流路を形成している部分は、第 2 の冷媒流路としての凝縮セクション 252B とする。以下、平面 PC・・・についても平面 PB と同様に冷媒流路が構成されている。

【0110】

図示のように、蒸発セクション 251A と凝縮セクション 252A とは、一対をなし、1 本のチューブで一体の流路として構成されている。したがって、第 1 の区画 310' と第 2 の区画 320' とが、2 枚の隔壁 301、302 を介して隣接して設けられていることと相まって、熱交換器 300' を全体として小型コンパクトに形成することができる。

40

【0111】

本図の熱交換器 300' の形態では、蒸発セクションは図中右から 251A、251B、251C・・・の順番で並んでおり、凝縮セクションも図中右から 252A、252B、252C・・・の順番で並んでいる。

【0112】

さらに図示のように、凝縮セクション 252A の端部（隔壁 302 の反対側の端部）と凝縮セクション 252B の端部（隔壁 302 の反対側の端部）とは、U チューブ（ユーチューブ）で接続されている。また、蒸発セクション 251B 端部と蒸発セクション 251C

50

の端部とは、同様にUチューブで接続されている（図8（b）参照）。

【0113】

したがって、蒸発セクション251Aから凝縮セクション252Aを、全体として一方向に流れる冷媒Cは、Uチューブにより凝縮セクション252Bに導かれ、ここから蒸発セクション251Bに流れ、Uチューブにより蒸発セクション251Cに流れるように構成されている。このようにして、蒸発セクションと凝縮セクションとを含んで構成される冷媒流路は、第1の区画310'と第2の区画320'とを交互に繰り返して貫通する。したがって中間圧力で行われる蒸発と凝縮は、交互に繰り返して行われるように、熱交換手段300は構成されている。

言い換えれば、冷媒流路は蛇行する細管群を構成している。細管群は蛇行しながら、第1の区画310'と第2の区画320'を通過し、温度の高い処理空気Aと温度の低い処理空気Aに交互に接触する。

【0114】

次に図8の除湿空調装置の設置状態を示す模式的側面図と熱交換器の斜視図を参照して、蒸発器210と熱交換器300'の構成例を具体的に説明する。（b）に示すように、伝熱チューブ（細管）で構成される蒸発セクション251と凝縮セクション252は多数のプレートフィンを通って配置されている。そして最も外側のフィンの外側でUチューブ（ユーチューブ）により互いに接続されている。

【0115】

第1の区画310'と第2の区画320'は、長方形のプレートフィンを図中水平方向に多数並行に並べることにより形成される直方体の空間である。2つの空間の間には隔壁301、302が（又は隔壁301が1枚）ある。蒸発セクション251と連続した伝熱チューブである凝縮セクション252は、図中鉛直方向に蛇行しながら、第1の区画310'と第2の区画320'を貫通している。

【0116】

また、そのプレートフィンと細管群を収納する直方体空間の外側をプレート製のハウジングで囲むようにするとよい。ただしそのハウジングの対向する2つの面は開口しており、該開口を処理空気が通過する。（b）には、ハウジング無しのプレートフィンが露出している状態を示してある。

【0117】

以上説明したように、冷媒流路である蒸発セクション251と凝縮セクション252は、それぞれ蛇行する細管群を構成している。このようにして、蒸発セクション251から凝縮セクション252を、全体として一方向に流れる冷媒Cは、細管群中を蛇行して流れながら、蒸発セクション251で蒸発し凝縮セクション252で凝縮する間に、第1の区画310'を流れる温度の高い処理空気Aからの熱を第2の区画320'を流れる温度の低い処理空気Aに伝える。

【0118】

蒸発器210も同様に、伝熱チューブが図中垂直方向に配置された多数の長方形のプレートフィンを通って構成されている。伝熱チューブは図中水平方向にフィンを蛇行しながら貫通している。蒸発器210は第1の実施の形態の場合と同じ構成である。

【0119】

また、蒸発器210は処理空気Aの流れに関して言えば第1の区画310'と第2の区画320'との間に配置されている。実際には、蒸発器210は第2の区画320'と隣接して配置され、第1の区画310'は第2の区画320'の鉛直方向上方に配置されている。

変形例として、蒸発器210を第1の区画310'に隣接して配置してもよい。

【0120】

次に（a）の模式的断面図を参照して、以上説明した除湿空調装置を空調空間101の空調機として応用した例を説明する。空調空間101中即ち室内に設置される室内機中には、第1の区画310'、蒸発機210、第2の区画320'が一体で形成された熱交換器

10

20

30

40

50

組立と、戻り空気 R A、供給空気 S A を循環させる送風機 1 0 2 が収納されている。送風機 1 0 2 は、L (エル) 字型に配置された第 1 の区画 3 1 0 ' と蒸発器 2 1 0 で挟まれた空間に配置されている。このようにすると、室内機をコンパクトにまとめることができる。

【 0 1 2 1 】

室外機等他の構成要素は第 1 の実施の形態と同様であるので、重複した説明は省略する。

【 0 1 2 2 】

次に先ず図 7 を参照して、各機器間の冷媒 C の流れを説明し、続けて図 9 を参照して、ヒートポンプ H P 2 の作用を説明する。

【 0 1 2 3 】

凝縮器 2 2 0 (図 7 には不図示) の冷媒出口は、熱交換器 3 0 0 ' の蒸発セクション 2 5 1 A の入り口に冷媒経路 2 0 2 により接続されている。

【 0 1 2 4 】

凝縮器 2 2 0 を出た液冷媒 C は、絞り 3 3 0 (図 7 には不図示) で減圧され、膨張して一部の冷媒 C が蒸発 (フラッシュ) する。その液とガスの混合した冷媒 C は、蒸発セクション 2 5 1 A に到り、ここで液冷媒 C は蒸発セクション 2 5 1 A のチューブの内壁を濡らすように流れ蒸発して、第 1 の区画 3 1 0 ' を流れる、蒸発器 2 1 0 に流入する前の処理空気 A を冷却 (予冷) する。

【 0 1 2 5 】

蒸発セクション 2 5 1 A と凝縮セクション 2 5 2 A とは、一連のチューブである。すなわち一体の流路として構成されているので、蒸発した冷媒ガス C (及び蒸発しなかった冷媒液 C) は、凝縮セクション 2 5 2 A に流入して、第 2 の区画 3 2 0 ' を流れる、蒸発器 2 1 0 で冷却除湿され、蒸発器 2 1 0 に流入する前より温度が低くなった処理空気 A を加熱 (再熱) し、自身は熱を奪われ凝縮する。

【 0 1 2 6 】

このように、熱交換器 3 0 0 ' は、第 1 の平面 P A 内にある、第 1 の区画 3 1 0 ' を貫通する冷媒流路である蒸発セクションと第 2 の区画 3 2 0 ' を貫通する冷媒流路である凝縮セクション (少なくとも一対、例えば 2 5 1 A と 2 5 2 A) を有し、また第 2 の平面 P B 内にある、第 2 の区画 3 2 0 を貫通する冷媒流路である凝縮セクションと第 1 の区画 3 1 0 ' を貫通する冷媒流路である蒸発セクション (少なくとも一対、例えば 2 5 2 B と 2 5 1 B) を有する。

【 0 1 2 7 】

熱交換器 3 0 0 ' の最後の凝縮セクション 2 5 2 E の出口側は、冷媒液配管 2 0 3 により、蒸発器 2 1 0 に接続され、冷媒配管 2 0 3 中には膨張弁 2 5 0、膨張弁 2 5 0 をバイパスするソレノイドバルブ 2 5 3 が設置されている。

【 0 1 2 8 】

図中、熱交換器 3 0 0 ' の蒸発セクションと凝縮セクション内の冷媒 C の挙動を説明する。先ず蒸発セクション 2 5 1 A には、液相及び気相の冷媒 C が流入する。一部が気化した、気相を僅かに含む冷媒液 C であってもよい。この冷媒 C は、蒸発セクション 2 5 1 A を流れる間に、処理空気 A を予冷し自身は加熱され気相を増やしながらい凝縮セクション 2 5 2 A に流入する。凝縮セクション 2 5 2 A では、冷却除湿されることにより蒸発セクション 2 5 1 A の処理空気 A よりも温度の低くなった処理空気 A を加熱し、自身は熱を奪われ気相冷媒 C を凝縮させながら、次の凝縮セクション 2 5 2 B に流入する。冷媒 C は、凝縮セクション 2 5 2 B を流れる間に、低温の処理空気 A でさらに熱を奪われ気相冷媒 C をさらに凝縮させる。そして次の蒸発セクション 2 5 1 B に流入する。このように冷媒 C は気相と液相の相変化をしながら、冷媒流路を流れる。このようにして、蒸発器 2 1 0 で冷却される前の処理空気 A と、蒸発器 2 1 0 で冷却されて絶対湿度を低下させた処理空気 A との間で熱交換させる。

【 0 1 2 9 】

第 2 の運転形態としての冷房運転の場合は、ソレノイドバルブ 2 9 2 とソレノイドバルブ

10

20

30

40

50

336 (図7には不図示)を開として、第1の運転形態としての除湿運転から、第2の運転形態としての冷房運転に運転形態を切り替える。この点は第1の実施の形態と同様である。

【0130】

次に図9を参照して、ヒートポンプHP2の除湿運転モード時の作用を説明する。なお、機器等については適宜図7を参照する。図9は、冷媒HFC134aを用いた場合のモリエ線図である。

【0131】

図中、点a、点b、点c、点dは、第1の実施の形態の場合と同様であるので説明を省略する。

10

【0132】

点dの冷媒液Cは、絞り330で減圧され熱交換器300'の蒸発セクション251Aに流入する。モリエ線図上では、点eで示されている。圧力は、本発明の中間圧力であり、本実施例では0.34MPaと0.94MPaとの中間の値となる。ここでは、一部の液が蒸発して液とガスが混合した状態にある。

【0133】

蒸発セクション251A内で、前記中間圧力下で冷媒液Cは蒸発して、同圧力で飽和液線と飽和ガス線の間の中点f1に到る。ここでは液の一部が蒸発しているが、冷媒液Cはかなり残っている。

【0134】

点f1で示される状態の冷媒Cが、凝縮セクション252Aに流入する。凝縮セクション252Aでは、冷媒Cは第2の区画320'を流れる低温の処理空気Aにより熱を奪われ、点g1に到る。

20

【0135】

点g1の状態の冷媒Cは、蒸発セクション251Bに流入し、ここで熱を奪われ液相を増やして点f2に到り、凝縮セクション252Bに流入する。ここで液相を増やして点g2に到る。同様にさらに蒸発セクション、凝縮セクションでの蒸発、凝縮を繰り返すが、図のモリエ線図では、面PCの蒸発、凝縮セクション以下を省略して、凝縮セクション252Bが膨張弁250に接続してあるものとして示してある。

【0136】

点g2はモリエ線図では飽和液線上にある。温度は18、エンタルピは223.3kJ/kgである。

30

【0137】

点g2の冷媒液Cは、絞り250で、温度5の飽和圧力である0.34MPaまで減圧され、点jに到る。以下は、第1の実施の形態の場合と同様であるので説明を省略する。

【0138】

以上説明したように、熱交換器300'内では、冷媒Cは蒸発セクション251では点eから点f1、あるいはg1からf2までといったように蒸発の状態変化を、凝縮セクション252では、点f1から点g1、あるいは点f2からg2までといったように凝縮の状態変化をしており、蒸発伝熱と凝縮伝熱であるため、熱伝達率が非常に高くまた熱交換効率が低い。

40

【0139】

さらに、熱交換器300'を設けない場合と比べて、同一冷却負荷に対して圧縮機260に循環するガス量を、ひいては所要動力を著しく小さくすることができる点も第1の実施の形態と同様である。

【0140】

第2の実施の形態では、第1の実施の形態と比べて、熱交換器300'内での空気・空気熱交換に冷媒を繰り返して用いることができるので、蒸発セクション内で冷媒が完全に乾くことがなく、また凝縮セクション内で冷媒が完全に凝縮してしまうことなく、伝熱媒体として利用できる利点がある。但し、第1の区画310'と第2の区画320'との間を

50

冷媒が多数回往復するように伝熱チューブを配置しなければならないので、第1の区画310'と第2の区画320'の配置に制限がある。

【0141】

なお図1、図7には、ドレンパン450が示されているが、これは蒸発器210の下方に限らず、熱交換器300、300'の下方もカバーするように設けるのがよい。特に第1の区画310、310'の下方に設けるのがよい。熱交換器300、300'の第1の区画310、310'では、処理空気Aを主として予冷するが、一部の水分はここで結露することもあるからである。

【0142】

10 以上の実施の形態では、圧縮機260の回転数を加減することにより蒸発器210を通過する冷媒流量（冷媒質量流量）を増減するものとして説明したが、これに限らず、蒸発器210と圧縮機260との間に開口面積が可変の絞りを挿入配置してもよく、圧縮機260の吐出側から吸い込み側に冷媒ガスを戻す、いわゆるホットガスバイパスを設けてもよく、又は凝縮器220と第2の絞り機構291との間に圧縮機260の吐出ガスを入れるホットガスバイパスを設けてもよい。

【0143】

20 以上の第1、第2の実施の形態は、第1の区画310、310'には、空調空間101からの戻り空気を導入するものとして説明したが、空調空間101からの戻り空気を導入せずに外気を導入してもよい。湿度と温度の高い外気は、蒸発器210で冷却する前に予冷するのが好ましく、このように構成することにより、全量外気を必要とする病院やレストランの空調を高いCOPをもって行うことができる。

【0144】

30 さらに、例えば図9のモリエ線図において、冷媒Cの蒸発と凝縮の繰り返しは、飽和液線を越えて過冷却領域に入り込んでサイクルとしては成立するが、処理空気A同士の熱交換であることを考慮すると、冷媒Cの相変化は湿り領域の中で行われるのが好ましい。したがって図9に示す熱交換器では、絞り330（図1）に接続される最初の蒸発セクションの伝熱面積を、その後の蒸発セクションの伝熱面積よりも大きく構成するのが好ましい。また絞り250（図1、図7）に流入する冷媒Cは、飽和かあるいは過冷却領域にあるのが好ましいので、絞り250に接続される凝縮セクションの伝熱面積を、その前の凝縮セクションの伝熱面積よりも大きく構成するのが好ましい。

【0145】

以上説明した実施の形態では、処理空気Aを露点（以下）に冷却する蒸発器210と、処理空気Aを予冷却する予冷却器としての熱交換器300、300'再加熱を行う再加熱器としての熱交換器300、300'の熱伝達媒体を同じ冷媒を用いるようにしたので、冷媒系が単一に単純化され、また蒸発器210、凝縮器220間の圧力差を利用できるため循環が能動的になり、さらに予冷、再加熱の熱交換に相変化を伴う沸騰現象を応用できるようにしたので、効率を高くすることができる。

【0146】

40 以上の実施の形態では、空調空間を空調する除湿空調装置として説明したが、本発明の除湿空調装置は、必ずしも空調空間に限らず他の除湿を必要とする空間に、一般の除湿装置として応用することもでき、本発明の除湿空調装置とはそのような場合も含むものとする。

【0147】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、第1の絞り機構の絞り度の増減に対応して蒸発器を通過する冷媒流量を増減する第1のコントローラを備えるので、第1の絞り機構の絞り度の増減に対応する運転形態に合致した冷媒流量に調節することができるヒートポンプを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態である除湿空調装置のフロー図である。

【図 2】図 1 に示すコントローラの構成を示すブロック図である。

【図 3】図 1 に示す除湿空調装置の設置状態を示す模式的側面図と熱交換器の斜視図である。

【図 4】図 1 に示す除湿空調装置のヒートポンプのモリエ線図である。

【図 5】除湿負荷と冷房負荷の関係を説明する棒グラフの図である。

【図 6】図 1 の除湿空調装置の除湿運転モード時の作動を説明する湿り空気線図である。

【図 7】本発明の第 2 の実施の形態である除湿空調装置の部分フロー図である。

【図 8】図 7 に示す除湿空調装置の設置状態を示す模式的側面図と熱交換器の斜視図である。

【図 9】図 7 に示す除湿空調装置のヒートポンプのモリエ線図である。

10

【図 10】従来のヒートポンプと除湿空調装置のフロー図である。

【符号の説明】

2 1、2 2 除湿空調装置

1 0 1 空調空間

1 0 2、1 4 0 送風機

2 1 0 蒸発器

2 2 0 凝縮器

2 5 1 A、2 5 1 B、2 5 1 C、2 5 1 D、2 5 1 E 蒸発セクション

2 5 2 A、2 5 2 B、2 5 2 C、2 5 2 D、2 5 2 E 凝縮セクション

2 5 0 絞り

20

2 5 3 ソレノイドバルブ

2 6 0 圧縮機

2 9 1 第 2 の絞り機構

2 9 2 第 1 の絞り機構

3 0 0、3 0 0 ' 熱交換器

3 1 0、3 1 0 ' 第 1 の区画

3 2 0、3 2 0 ' 第 2 の区画

3 3 0 絞り

3 3 5 絞り

3 3 6 ソレノイドバルブ

30

5 0 1 コントローラ

5 0 2 インバータ

5 0 3 湿度検出器

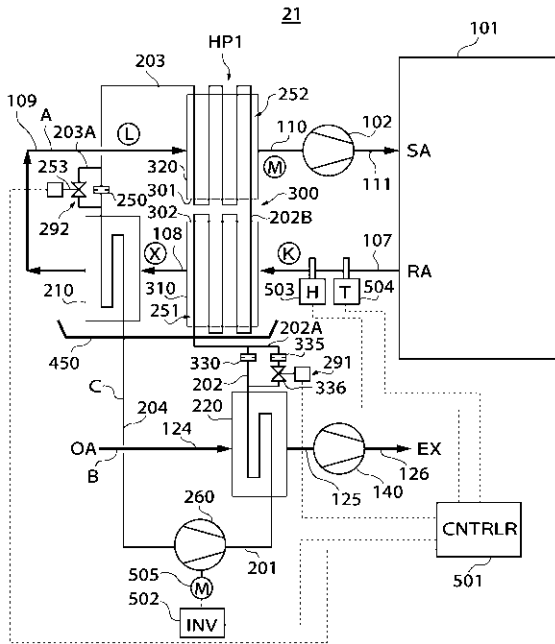
5 0 4 温度検出器

5 0 5 電動機

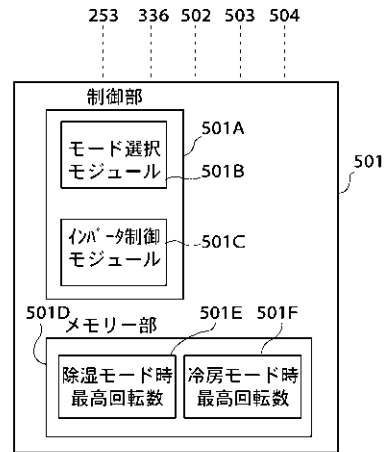
HP 1、HP 2 ヒートポンプ

PA、PB、PC、PD、PE 平面

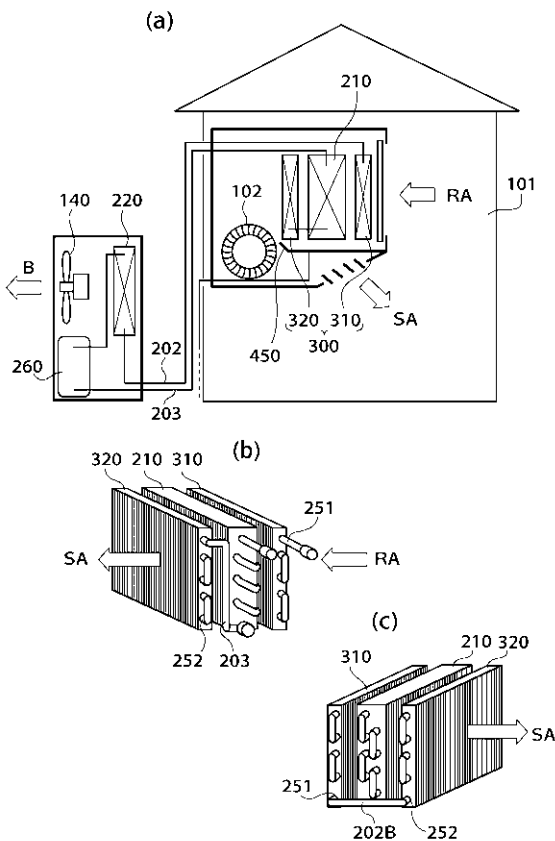
【 図 1 】



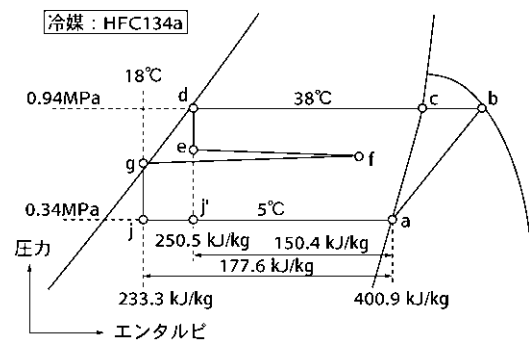
【 図 2 】



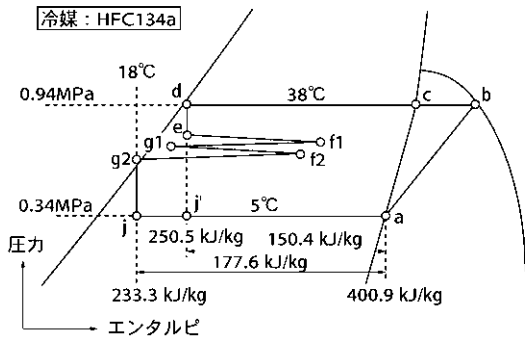
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 9 】



【 図 10 】

