

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5629366号
(P5629366)

(45) 発行日 平成26年11月19日(2014.11.19)

(24) 登録日 平成26年10月10日(2014.10.10)

(51) Int.Cl.

F 1

F 2 5 B 1/00 (2006.01)

F 2 5 B 1/00 3 9 9 A

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-500747 (P2013-500747)	(73) 特許権者	000005108
(86) (22) 出願日	平成23年2月22日(2011.2.22)		株式会社日立製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/053780		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(87) 国際公開番号	W02012/114451	(74) 代理人	100064414
(87) 国際公開日	平成24年8月30日(2012.8.30)		弁理士 磯野 道造
審査請求日	平成25年3月15日(2013.3.15)	(72) 発明者	内田 麻理
			茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株
			式会社日立製作所 機械研究所内
		(72) 発明者	小谷 正直
			茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株
			式会社日立製作所 機械研究所内
		(72) 発明者	園眼 陽子
			茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株
			式会社日立製作所 機械研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空気調和装置、空気調和装置の運転制御方法および冷却システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧縮機と、熱源側の第一熱搬送媒体と熱交換を行う第一熱交換器と、膨張弁と、前記第一熱交換器より低い位置に設置され、液体である利用側の第二熱搬送媒体と熱交換を行う第二熱交換器とを順次接続して環状に形成された冷媒回路に、

前記圧縮機をバイパスする圧縮機バイパス配管と、

前記第一熱交換器に対して並列に接続される第三熱交換器と、

該第三熱交換器の上流側および下流側に設けられる開閉弁と、

前記膨張弁をバイパスする膨張弁バイパス配管に設けられる冷媒流量制御弁と、を備え

、

前記開閉弁を閉弁して前記第三熱交換器に余剰冷媒を貯留するとともに、前記圧縮機と、前記第一熱交換器と、前記膨張弁と、前記第二熱交換器との間で相変化する冷媒を循環させる強制循環サイクルと、

前記開閉弁を開弁して、前記圧縮機バイパス配管と、前記第一熱交換器および前記第三熱交換器と、前記冷媒流量制御弁と、前記第二熱交換器との間で相変化する冷媒を密度差により循環させて冷房する自然循環サイクルと、を切替えて運転可能であり、

前記自然循環サイクルによる冷房運転の起動時に、前記第二熱交換器に流入する前記利用側の第二熱搬送媒体の流量を前記自然循環サイクルによる冷房運転の起動後の流量である所定の流量より増加させる立ち上げ運転を行う

ことを特徴とする空気調和装置。

10

20

【請求項 2】

前記第二熱交換器を通流する冷媒の流入側温度を検出する第一温度検出手段と、流出側温度を検出する第二温度検出手段と、をさらに備え、

前記第一温度検出手段の検出温度と、前記第二温度検出手段の検出温度との温度差が、所定値より大きくなると、増加させた前記第二熱交換器に流入する前記利用側の第二熱搬送媒体の流量を前記所定の流量に変更する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の空気調和装置。

【請求項 3】

前記自然循環サイクルの起動時に、前記第二熱交換器に流入する前記利用側の第二熱搬送媒体の流量を所定の流量より増加させるとともに、前記冷媒流量制御弁の開度を所定の開度より絞ることを特徴とする請求項 1 に記載の空気調和装置。

10

【請求項 4】

前記第二熱交換器を通流する冷媒の流入側温度を検出する第一温度検出手段と、流出側温度を検出する第二温度検出手段と、をさらに備え、

前記第一温度検出手段の検出温度と、前記第二温度検出手段の検出温度との温度差が、所定値より大きくなると、前記冷媒流量制御弁の開度を前記自然循環サイクルによる冷房運転の起動後の開度である所定の開度に変更する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の空気調和装置。

【請求項 5】

圧縮機と、熱源側の第一熱搬送媒体と熱交換を行う第一熱交換器と、膨張弁と、前記第一熱交換器より低い位置に設置され、液体である利用側の第二熱搬送媒体と熱交換を行う第二熱交換器とを順次接続して環状に形成された冷媒回路に、

20

前記圧縮機をバイパスする圧縮機バイパス配管と、

前記第一熱交換器に対して並列に接続される第三熱交換器と、

該第三熱交換器の上流側および下流側に設けられる開閉弁と、

前記膨張弁をバイパスする膨張弁バイパス配管に設けられる冷媒流量制御弁と、を備える空気調和装置の運転制御方法であって、

前記開閉弁を閉弁して前記第三熱交換器に余剰冷媒を貯留するとともに、前記圧縮機と、前記第一熱交換器と、前記膨張弁と、前記第二熱交換器との間で相変化する冷媒を循環させる強制循環サイクルと、

30

前記開閉弁を開弁して、前記圧縮機バイパス配管と、前記第一熱交換器および前記第三熱交換器と、前記冷媒流量制御弁と、前記第二熱交換器との間で相変化する冷媒を密度差により循環させて冷房する自然循環サイクルと、を切替えて運転可能であり、

前記自然循環サイクルによる冷房運転の起動時に、前記第二熱交換器に流入する前記利用側の第二熱搬送媒体の流量を前記自然循環サイクルによる冷房運転の起動後の流量である所定の流量より増加させる立ち上げ運転を行う

ことを特徴とする空気調和装置の運転制御方法。

【請求項 6】

圧縮機と、熱源側の第一熱搬送媒体と熱交換を行う第一熱交換器と、膨張弁と、前記第一熱交換器より低い位置に設置され、液体である利用側の第二熱搬送媒体と熱交換を行う第二熱交換器とを順次接続して環状に形成された冷媒回路に、

40

前記圧縮機をバイパスする圧縮機バイパス配管と、

前記第一熱交換器に対して並列に接続される第三熱交換器と、

該第三熱交換器の上流側および下流側に設けられる開閉弁と、

前記膨張弁をバイパスする膨張弁バイパス配管に設けられる冷媒流量制御弁と、を備える

前記開閉弁を閉弁して前記第三熱交換器に余剰冷媒を貯留するとともに、前記圧縮機と、前記第一熱交換器と、前記膨張弁と、前記第二熱交換器との間で相変化する冷媒を循環させる強制循環サイクルと、

前記開閉弁を開弁して、前記圧縮機バイパス配管と、前記第一熱交換器および前記第三

50

熱交換器と、前記冷媒流量制御弁と、前記第二熱交換器との間で相変化する冷媒を密度差により循環させて冷房する自然循環サイクルと、を切替えて運転可能であり、

前記自然循環サイクルによる冷房運転の起動時に、前記第二熱交換器に流入する前記利用側の第二熱搬送媒体の流量を前記自然循環サイクルによる冷房運転の起動後の流量である所定の流量より増加させる立ち上げ運転を行う

ことを特徴とする冷却システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空気調和装置、空気調和装置の運転制御方法および冷却システムに関し、特に、冷媒の密度差により冷媒を循環させる自然循環を行う空気調和装置、空気調和装置の運転制御方法および冷却システムに関する。

【背景技術】

【0002】

空気調和装置は冷凍サイクルを備えており、圧縮機により冷媒を循環させる強制循環サイクルでは、冷媒は圧縮機により駆動され、凝縮器に流入して凝縮液化し、膨張弁で減圧され、低温低圧の気液二相状態の冷媒が蒸発器に流入して蒸発気化して冷却を行う。

【0003】

また、冷媒の密度差により冷媒を自然循環させる自然循環サイクルが可能な自然循環併用式空気調和機が知られている（例えば、特許文献1参照）。自然循環サイクルでは、冷媒は冷媒液と冷媒ガスとの密度差により駆動され、冷媒の循環量は蒸発器入口側に形成された冷媒液による液柱の高さの影響を受ける。また、自然循環サイクルを行う空気調和装置が熱交換を開始するためには、（即ち、自然循環サイクルが起動するためには、）室内温度、室外温度、自然循環サイクル内の冷媒温度の影響を受ける。そのため、自然循環サイクル内の冷媒温度が適正な範囲から外れている場合には、冷媒液が蒸発器に供給されず冷媒不足による冷房運転の能力不足や立ち上がりの遅れが生じることになる。冷媒自然循環サイクルにより冷房運転時の冷媒不足を改善する技術として、例えば、特許文献1が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平11-257767号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

自然循環サイクルによる冷房運転は、一般に、中間期（外気温度が室内温度より低い時期）において行われる。この自然循環サイクルによる運転が行われるためには、通常、室内温度と室外温度との間にある程度の温度差（例えば $\Delta T = 5$ 程度）が必要であり、この温度差が小さくなると、凝縮器内で流入したガス冷媒を完全に液化させることができなくなる。また、室外温度が低い場合、室外ユニット内におさめられた冷媒回路内の冷媒は室外温度と平衡した圧力に保たれている。このため、自然循環による冷房運転を開始するためには、冷媒回路内の冷媒を室外温度相当の圧力以上で、室内温度相当の圧力以下の所定の圧力領域に移行させる必要がある。

【0006】

そこで、本発明は、自然循環サイクルにおいて、自然循環の起動を安定して速やかに開始させることのできる空気調和装置、空気調和装置の運転制御方法および冷却システムを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

このような課題を解決するために、本発明に係る空気調和装置は、圧縮機と、熱源側の

10

20

30

40

50

第一熱搬送媒体と熱交換を行う第一熱交換器と、膨張弁と、前記第一熱交換器より低い位置に設置され、液体である利用側の第二熱搬送媒体と熱交換を行う第二熱交換器とを順次接続して環状に形成された冷媒回路に、前記圧縮機をバイパスする圧縮機バイパス配管と、前記第一熱交換器に対して並列に接続される第三熱交換器と、該第三熱交換器の上流側および下流側に設けられる開閉弁と、前記膨張弁をバイパスする膨張弁バイパス配管に設けられる冷媒流量制御弁と、を備え、前記開閉弁を閉弁して前記第三熱交換器に余剰冷媒を貯留するとともに、前記圧縮機と、前記第一熱交換器と、前記膨張弁と、前記第二熱交換器との間で相変化する冷媒を循環させる強制循環サイクルと、前記開閉弁を開弁して、前記圧縮機バイパス配管と、前記第一熱交換器および前記第三熱交換器と、前記冷媒流量制御弁と、前記第二熱交換器との間で相変化する冷媒を密度差により循環させて冷房する自然循環サイクルと、を切替えて運転可能であり、前記自然循環サイクルによる冷房運転の起動時に、前記第二熱交換器に流入する前記利用側の第二熱搬送媒体の流量を前記自然循環サイクルによる冷房運転の起動後の流量である所定の流量より増加させる立ち上げ運転を行うことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、自然循環サイクルにおいて、自然循環の起動を安定して速やかに開始させることのできる空気調和装置、空気調和装置の運転制御方法および冷却システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0009】

【図1】本実施形態に係る空気調和装置の系統図である。

【図2】本実施形態に係る空気調和装置の冷房運転（強制循環）時における冷媒および熱搬送媒体の流れを示す系統図である。

【図3】本実施形態に係る空気調和装置の冷房運転（自然循環）時における冷媒および熱搬送媒体の流れを示す系統図である。

【図4】空気調和装置の起動時における制御を説明するフローチャートである。

【図5】空気調和装置の起動時における制御を説明するフローチャートである。

【図6】自然循環への切り替え操作における制御を説明するフローチャートである。

【図7】冷房運転（自然循環）時における圧力とエンタルピーの関係を示す図の一例である。

30

【図8】一年間の室外温度の変化と冷房負荷の関係を示す一例である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明を実施するための形態（以下「実施形態」という）について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。なお、各図において、共通する部分には同一の符号を付し重複した説明を省略する。

【0011】

空気調和装置

図1は、本実施形態に係る空気調和装置Sの系統図である。

40

空気調和装置Sは、冷媒が循環する冷媒回路10を有し室外（被空調空間外）に設置される室外ユニット1と、室内（被空調空間）に設置される室内ユニット3と、制御装置5と、を備えている。

空気調和装置Sは、室内ユニット3が配置された室内を冷房する「冷房運転」と、室内ユニット3が配置された室内を暖房する「暖房運転」と、を行う機能を有している。

さらに、「冷房運転」は、後述する圧縮機11により冷媒回路10の冷媒を循環させる強制循環サイクルによる冷房運転（以下、「冷房運転（強制循環）」と称す）と、冷媒の密度差により冷媒回路10の冷媒を循環させる自然循環サイクルによる冷房運転（以下、「冷房運転（自然循環）」と称す）と、を行う機能を有している。

【0012】

50

また、空気調和装置 5 は、冷媒が循環する冷媒回路 10 と、熱搬送媒体が循環する熱搬送媒体循環回路 30 と、を備えている。

【0013】

<冷媒回路>

室外ユニット 1 に設けられた冷媒回路 10 は、冷媒を圧縮して高圧の冷媒とする圧縮機 11 と、冷房運転と暖房運転とで冷媒の流れ方向を切り替える四方弁 12 と、室外熱交換器 13 と、補助室外熱交換器 14 と、室外熱交換器 13 および補助室外熱交換器 14 に対して室外空気を送風する室外ファン 13a と、冷媒を減圧する膨張弁 15 と、冷媒の流量を制御する冷媒流量制御弁 16 と、熱搬送媒体との熱交換を行う中間熱交換器 17 の一次側流体流路 17a と、電磁弁 24, 25 と、二方弁 22, 23 と、バイパス弁 21 とを備えて構成されている。これらの各機器、弁等は、冷媒配管によって環状に接続されている。

10

【0014】

圧縮機 11 は、容量制御が可能な可変容量型の圧縮機である。このような圧縮機としては、ピストン式、ロータリー式、スクロール式、スクリー式、遠心式のものを採用可能である。具体的には、圧縮機 11 は、スクロール式の圧縮機であり、インバータ制御により容量制御が可能で、低速から高速まで回転速度が可変である。

【0015】

室外熱交換器 13 および補助室外熱交換器 14 は、室外ファン 13a から送風される熱源側の熱媒体としての室外空気と各熱交換器 13, 14 内を流れる冷媒との間で熱交換を行うものであり、例えばフィンチューブ式のものを用いられている。補助室外熱交換器 14 は、室外熱交換器 13 に対して並列に接続されており、補助室外熱交換器 14 の前後（冷房運転時における冷媒の流れの上流側と下流側）に設けられた電磁弁 24, 25 を開閉することにより、冷媒を、室外熱交換器 13 のみに流す場合と、室外熱交換器 13 および補助室外熱交換器 14 の両方に流す場合とに切り替えることができるようになっている。

20

【0016】

また、圧縮機 11 をバイパスするためのバイパス配管 21a が設けられており、このバイパス配管 21a には二方弁であるバイパス弁 21 が取り付けられている。そのため、圧縮機 11 の前後に設けられた二方弁 22, 23 とバイパス弁 21 の開閉を制御することにより、冷媒が流れる流路が、圧縮機 11 を経由する場合と、圧縮機 11 をバイパスする場合とに切り替えることができるようになっている。

30

【0017】

さらに、膨張弁 15 をバイパスするバイパス配管 16a が設けられており、このバイパス配管 16a には、冷媒流量制御弁 16 が取り付けられている。つまり、膨張弁 15 と冷媒流量制御弁 16 とは並列に接続されている。よって、膨張弁 15 と冷媒流量制御弁 16 の開閉を制御することにより、冷媒を膨張弁 15 と冷媒流量制御弁 16 とに選択的に流すことができる。

【0018】

中間熱交換器 17 は、一次側流体流路 17a を通流する冷媒と二次側流体流路 17b を通流する熱搬送媒体との間で熱交換が行われるものであり、プレート式熱交換器等が用いられる。中間熱交換器 17 は、室外熱交換器 13 および補助室外熱交換器 14 よりも低い位置に設置される。これは、自然循環サイクルによる冷房運転を行うためである。

40

【0019】

なお、冷媒として、HFC冷媒、HFO-1234yf、HFO-1234ze、自然冷媒（例えば、CO₂冷媒）などを用いることができる。

【0020】

<熱搬送媒体循環回路>

室外ユニット 1 から室内ユニット 3 に亘って設けられた熱搬送媒体循環回路 30 は、熱搬送媒体を送液する循環ポンプ 31 と、三方弁 32 と、室内ユニット 3 に設置された室内熱交換器 33 と、室内熱交換器 33 に対して室内空気を送風する室内ファン 33a と、冷

50

媒との熱交換を行う中間熱交換器 17 の二次側流体流路 17b とを配管で順次接続して、環状に形成された回路である。

【0021】

室内熱交換器 33 は、室内ファン 33a から送風される利用側の熱媒体としての室内空気と室内熱交換器 33 内を流れる熱搬送媒体との間で熱交換を行うものであり、例えばフィンチューブ式のものが用いられている。

この熱搬送媒体循環回路 30 内を流れる熱搬送媒体は、室内熱交換器 33 を介して室内ユニット 3 が配置された室内の室内空気と熱交換して、室内を冷房または暖房する。室内熱交換器 33 の能力調整は、循環ポンプ 31 の回転速度、三方弁 32 の開度、室内ファン 33a の回転速度によって制御されている。

10

【0022】

なお、熱搬送媒体として、水や、エチレングリコールなどのブライン（不凍液）などを用いることができる。

【0023】

< 制御装置 >

また、空気調和装置 S は、制御装置 5 を備えている。

制御装置 5 は、空気調和装置 S の運転モードを決定し、決定した運転モードに従って各種弁（四方弁 12、膨張弁 15、冷媒流量制御弁 16、バイパス弁 21、二方弁 22、23、電磁弁 24、25、三方弁 32）の状態（開度）、循環ポンプ 31 の回転速度、圧縮機 11 の回転速度、各熱交換器のファン（室外ファン 13a、室内ファン 33a）の回転速度、を制御して、空気調和装置 S の各種運転を制御する機能を有している。

20

【0024】

また、空気調和装置 S は、室外温度 $T_{O,A}$ を検出する温度センサ 41 と、室内温度 $T_{R,M}$ を検出する温度センサ 42 と、中間熱交換器 17 の入口冷媒温度 $T_{E,V,I,N}$ を検出する温度センサ 43 と、中間熱交換器 17 の出口冷媒温度 $T_{E,V,O,U,T}$ を検出する温度センサ 44 と、を備え、温度センサ 41、42、43、44 で検出された温度の検出信号は、制御装置 5 に入力される。

【0025】

< 冷房運転（強制循環） >

まず、冷房運転（強制循環）時における空気調和装置 S の動作について、図 2 を用いて説明する。図 2 は、本実施形態に係る空気調和装置 S の冷房運転（強制循環）時における冷媒および熱搬送媒体の流れを示す系統図である。

30

図 2 に示すように、制御装置 5 は、冷媒流量制御弁 16、バイパス弁 21、電磁弁 24 および電磁弁 25 が閉弁し、二方弁 22、二方弁 23 が開弁するように制御する。制御装置 5 は、膨張弁 15 の開度（絞り）を制御し、四方弁 12 を冷房運転の位置となるように制御する。制御装置 5 は、圧縮機 11 および室外ファン 13a の回転速度を制御する。

なお、冷房運転（強制循環）時において、補助室外熱交換器 14 には余剰冷媒が貯留されるようになっている。

【0026】

圧縮機 11 から吐出された高温高圧の冷媒は、凝縮器として機能する室外熱交換器 13 に流入する。室外熱交換器 13 を通流する冷媒は、室外ファン 13a により送られてくる室外空気と熱交換することにより放熱して、高圧の液冷媒となる。室外熱交換器 13 から流出した液冷媒は、膨張弁 15 で減圧され、低温低圧の気液二相状態となる。

40

そして、低温低圧の冷媒は、蒸発器として機能する中間熱交換器 17 の一次側流体流路 17a に流入する。中間熱交換器 17 の一次側流体流路 17a を通流する冷媒は、中間熱交換器 17 の二次側流体流路 17b を流れる熱搬送媒体と熱交換することにより熱搬送媒体によって加熱されて蒸発気化し圧縮機 11 へと送られ、冷媒回路 10 を循環する。

【0027】

次に、熱搬送媒体循環回路 30 について説明する。制御装置 5 は、循環ポンプ 31 および室内ファン 33a の回転速度を制御する。また、制御装置 5 は、三方弁 32 の開度を制

50

御する。

【0028】

中間熱交換器17の二次側流体流路17bを通流し冷却された熱搬送媒体は、循環ポンプ31を駆動させることにより、室内ユニット3の室内熱交換器33に流入する。室内熱交換器33を通流する熱搬送媒体は、室内ファン33aにより送られてくる空気（室内空気）と熱交換することにより吸熱する。そして、吸熱した熱搬送媒体は、室内熱交換器33から中間熱交換器17の二次側流体流路17bへと送られ、熱搬送媒体循環回路30を循環する。

このように、室内ユニット3の室内熱交換器33で熱搬送媒体が吸熱することにより、空気（室内空気）が冷却され、室内（被空調空間）が冷房される。

10

【0029】

< 暖房運転 >

なお、暖房運転時は、図2に示す冷房運転（強制循環）時と逆向きに冷媒を通流させる。即ち、冷媒回路10の四方弁12を切り替えて、圧縮機11から吐出された高温高圧の冷媒が中間熱交換器17へと送られ、中間熱交換器17が凝縮器として機能する。そして、膨張弁15で減圧され、室外熱交換器13が蒸発器として機能する。

また、中間熱交換器17で加熱された熱搬送媒体は、室内熱交換器33に流入し、室内ファン33aにより送られてくる空気（室内空気）と熱交換することにより放熱して、室内（被空調空間）が暖房される。

【0030】

20

< 冷房運転（自然循環） >

次に、冷房運転（自然循環）時における空気調和装置Sの動作について、図3を用いて説明する。図3は、本実施形態に係る空気調和装置Sの冷房運転（自然循環）時における冷媒および熱搬送媒体の流れを示す系統図である。

図3に示すように、制御装置5は、膨張弁15、二方弁22、二方弁23が閉弁し、バイパス弁21、電磁弁24および電磁弁25が開弁するように制御する。制御装置5は、冷媒流量制御弁16の開度を制御する。制御装置5は、室外ファン13aの回転速度を制御する。なお、圧縮機11は停止している。

なお、冷房運転（自然循環）時において、補助室外熱交換器14は室外熱交換器13共に凝縮器として機能するようになっている。

30

【0031】

凝縮器として機能する室外熱交換器13および補助室外熱交換器14内の冷媒は、室外空気へ放熱して、凝縮し、液化する。密度の大きい液冷媒は、重力の影響を受けて下降していき、冷媒流量制御弁16を通り、蒸発器として機能する中間熱交換器17の一次側流体流路17aに流入する。中間熱交換器17の一次側流体流路17aを通流する冷媒は、中間熱交換器17の二次側流体流路17bを通流する熱搬送媒体と熱交換することにより熱搬送媒体から吸熱して、蒸発し、ガス化する。このとき、冷媒の密度差による圧力勾配ができるため、蒸発した冷媒は、バイパス配管21aを通して、室外熱交換器13および補助室外熱交換器14に向かって流れていき、冷媒回路10を循環する。

なお、熱搬送媒体循環回路30は、冷房運転（強制循環）時の熱搬送媒体循環回路30の動作と同じで有り説明を省略する。

40

【0032】

なお、例えば、室内の設定温度を25とし、冷房運転（自然循環）が可能な室内外温度差を5とすれば、図8に示すように、冷房運転（自然循環）を行う時期は室外温度が20を下回る時期であり、特に、4月、5月、9月、10月頃となるが、冬期においても室内側の熱負荷が高い場合は自然循環運転が可能となる。

【0033】

< 空気調和装置の起動時における制御 >

制御装置5が実行する空気調和装置Sの運転モードについて説明する。図4および図5は、空気調和装置Sの起動時における制御を説明するフローチャートである。なお、空気

50

調和装置 S は停止しており、空気調和装置 S の空調運転を開始する場合について説明する。

【 0 0 3 4 】

ステップ S 1 0 1 において、制御装置 5 は、室外ユニット 1 の室外ファン 1 3 a を駆動させ、室外ユニット 1 内に室外空気を取り込み、温度センサ 4 1 で室外温度 $T_{O A}$ を検出する。また、制御装置 5 は、室内ユニット 3 の室内ファン 3 3 a を駆動させ、室内ユニット 3 内に室内空気を取り込み、温度センサ 4 2 で室内温度 $T_{R M}$ を検出する。また、制御装置 5 は、室内の目標温度である設定温度 $T_{R P S}$ を取得する。なお、設定温度 $T_{R P S}$ は、例えば、室内に設置されたりモコン（図示せず）を使用者が操作することにより、制御装置 5 に入力される。

10

【 0 0 3 5 】

ステップ S 1 0 2 において、制御装置 5 は、室内温度 $T_{R M}$ が設定温度 $T_{R P S}$ より高いか否かを判定する。室内温度 $T_{R M}$ が設定温度 $T_{R P S}$ より高い場合（S 1 0 2 ・ Y e s）、制御装置 5 の処理はステップ S 1 0 4 に進む。室内温度 $T_{R M}$ が設定温度 $T_{R P S}$ より高くない場合（S 1 0 2 ・ N o）、制御装置 5 の処理はステップ S 1 0 3 に進む。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 1 0 3 において、制御装置 5 は、空気調和装置 S の暖房運転（強制循環）を実行する。このように、室内の設定温度が室内温度よりも高い場合、暖房運転（強制循環）を実行する。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 1 0 4 において、制御装置 5 は、室内温度 $T_{R M}$ と室外温度 $T_{O A}$ との温度差（ $T_{R M} - T_{O A}$ ）が所定値 P S 1 より大きいのかを判定する。温度差（ $T_{R M} - T_{O A}$ ）が所定値 P S 1 より大きい場合（S 1 0 4 ・ Y e s）、制御装置 5 の処理はステップ S 1 0 5 に進む。温度差（ $T_{R M} - T_{O A}$ ）が所定値 P S 1 より大きくない場合（S 1 0 4 ・ N o）、制御装置 5 の処理はステップ S 1 0 6 に進む。

20

【 0 0 3 8 】

ステップ S 1 0 5 において、制御装置 5 は、室内温度 $T_{R M}$ と設定温度 $T_{R P S}$ との温度差（ $T_{R M} - T_{R P S}$ ）が所定値 P S 2 より大きいのかを判定する。温度差（ $T_{R M} - T_{R P S}$ ）が所定値 P S 2 より大きい場合（S 1 0 5 ・ Y e s）、制御装置 5 の処理はステップ S 1 0 7 に進む。温度差（ $T_{R M} - T_{R P S}$ ）が所定値 P S 2 より大きくない場合（S 1 0 5 ・ N o）、制御装置 5 の処理はステップ S 1 0 6 に進む。

30

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 0 6 において、制御装置 5 は、空気調和装置 S の冷房運転（強制循環）を実行する。

このように、自然循環サイクルによる冷房運転ができない場合（S 1 0 4 ・ N o）や、冷房負荷が大きい場合（S 1 0 5 ・ Y e s）には、圧縮機 1 1 を駆動させる冷房運転（強制循環）を実行する。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 1 0 7 において、制御装置 5 は、空気調和装置 S の停止前の運転モード（前回の運転モード）が冷房運転（自然循環）であるか否かを判定する。停止前の運転モードが冷房運転（自然循環）である場合（S 1 0 7 ・ Y e s）、制御装置 5 の処理は図 5 のステップ S 1 0 9 に進む。停止前の運転モードが冷房運転（自然循環）でない場合（S 1 0 7 ・ N o）、制御装置 5 の処理はステップ S 1 0 8 に進む。

40

【 0 0 4 1 】

ステップ S 1 0 8 において、制御装置 5 は、冷房運転（自然循環）への切替操作を行う。なお、切替操作は、図 6 を用いて後述する。そして、制御装置 5 の処理は図 5 のステップ S 1 0 9 に進む。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 1 0 9 において、制御装置 5 は、温度センサ 4 3 で中間熱交換器 1 7 の入口冷媒温度 $T_{E V I N}$ を検出する。また、制御装置 5 は、圧力比率 K を算出する。

50

ここで、図 7 を用いて説明する。図 7 は、冷房運転（自然循環）時における圧力とエンタルピーの関係を示す図の一例である。

まず、制御装置 5 は、室内温度 T_{RM} に基づいて、室内温度基準圧力 P_{RM} を算出する。また、制御装置 5 は、室外温度 T_{OA} に基づいて、室外温度基準圧力 P_{OA} を算出する。また、制御装置 5 は、入口冷媒温度 T_{EVIN} に基づいて、冷媒温度基準圧力 P_{ref} を算出する。

ここで、室内温度基準圧力 P_{RM} とは、冷媒回路 10 内の冷媒が室内温度 T_{RM} とした場合における冷媒の圧力であり、冷媒回路 10 に封入された冷媒の物性値に基づいて算出される。室外温度基準圧力 P_{OA} とは、冷媒回路 10 内の冷媒が室外温度 T_{OA} とした場合における冷媒の圧力であり、冷媒回路 10 に封入された冷媒の物性値に基づいて算出される。

10

冷媒温度基準圧力 P_{ref} とは、冷媒回路 10 内の現在の冷媒温度に相当する圧力であり、基準温度としては、例えば中間熱交換器 17 の入口冷媒温度 T_{EVIN} における冷媒の圧力であり、冷媒回路 10 に封入された冷媒の物性値に基づいて算出される。

そして、図 7 に示すように、室内温度基準圧力 P_{RM} と室外温度基準圧力 P_{OA} との圧力差 ($P_{RM} - P_{OA}$) を ΔP とし、冷媒温度基準圧力 P_{ref} と室外温度基準圧力 P_{OA} との圧力差 ($P_{ref} - P_{OA}$) を $\Delta P1$ とし、圧力比率 K は、 $\Delta P1 / \Delta P$ として、制御装置 5 は圧力比率 K を算出する。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 1 1 0 において、制御装置 5 は、ステップ S 1 0 9 で算出した圧力比率 K が、所定値 $PS3$ 以上か否かを判定する。圧力比率 K が、所定値 $PS3$ 以上の場合 (S 1 1 0・Yes)、制御装置 5 の処理はステップ S 1 1 5 に進む。圧力比率 K が、所定値 $PS3$ 以上でない場合 (S 1 1 0・No)、制御装置 5 の処理はステップ S 1 1 1 に進む。

20

【 0 0 4 4 】

ステップ S 1 1 1 において、制御装置 5 は、冷房運転（自然循環）の立ち上げ運転指令を出力する。

ここで、立ち上げ運転とは、冷房運転（自然循環）を速やかに起動させるための立ち上げ運転であり、具体的には後述するステップ S 1 1 2 からステップ S 1 1 4 の処理である

【 0 0 4 5 】

ステップ S 1 1 2 において、制御装置 5 は、膨張弁 1 5 を開弁状態とし、冷媒流量制御弁 1 6 の開度を閉弁状態とする。あるいは、膨張弁 1 5 を閉弁状態とし、冷媒流量制御弁 1 6 の開度を絞った状態とする。また、循環ポンプ 3 1 の回転速度を増加させ循環する熱搬送媒体の流量を増加させる。また、中間熱交換器 1 7 と室内熱交換器 3 3 との間を循環する熱搬送媒体の量が増加するように三方弁 3 2 を切り替える。

30

【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 1 3 において、制御装置 5 は、温度センサ 4 3 で中間熱交換器 1 7 の入口冷媒温度 T_{EVIN} を検出するとともに、温度センサ 4 4 で中間熱交換器 1 7 の出口冷媒温度 T_{EVOUT} を検出する。また、制御装置 5 は、中間熱交換器 1 7 の出入口冷媒温度差 $\Delta EV (= T_{EVOUT} - T_{EVIN})$ を算出する。

40

【 0 0 4 7 】

ステップ S 1 1 4 において、制御装置 5 は、出入口冷媒温度差 $\Delta EV (= T_{EVOUT} - T_{EVIN})$ が所定値 $PS4$ より大きいかなかを判定する。出入口冷媒温度差 $\Delta EV (= T_{EVOUT} - T_{EVIN})$ が所定値 $PS4$ より大きい場合 (S 1 1 4・Yes)、制御装置 5 の処理はステップ S 1 1 6 に進む。出入口冷媒温度差 $\Delta EV (= T_{EVOUT} - T_{EVIN})$ が所定値 $PS4$ より大きくない場合 (S 1 1 4・No)、制御装置 5 の処理はステップ S 1 1 3 に戻る。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 1 1 5 において、制御装置 5 は、立ち上げ運転は不要であると判定する。そして、制御装置 5 の処理はステップ S 1 1 6 に進む。

【 0 0 4 9 】

50

ステップS 1 1 6において、制御装置5は、冷媒流量制御弁16の開度を流量制御（あるいは全開）とする。また、循環ポンプ31の回転速度を冷房運転（自然循環）の定格速度で駆動させる。三方弁32についても、同様である。

【0050】

ステップS 1 1 7において、制御装置5は、空気調和装置Sの冷房運転（自然循環）を開始する。

【0051】

次に、図6を用いて、図4のステップS 1 0 8に示す自然循環への切り替え操作について説明する。

ステップS 2 0 1において、制御装置5は、冷媒流量制御弁16、二方弁22、二方弁23を閉弁状態とする。なお、この状態において、バイパス弁21、電磁弁24および電磁弁25は閉弁しており、膨張弁15は開弁している。

10

【0052】

ステップS 2 0 2において、制御装置5は、電磁弁25の開度を変更する。これにより、補助室外熱交換器14に貯留されている液冷媒が、電磁弁25から膨張弁15を通り、中間熱交換器17の入口側へと放出され、中間熱交換器17の入口側に冷媒液柱を形成する。

【0053】

ステップS 2 0 3において、制御装置5は、電磁弁24および電磁弁25で挟まれた領域における冷媒の圧力（補助室外熱交換器14における冷媒の圧力）と、その他の冷媒回路10における冷媒の圧力（例えば、室外熱交換器13における冷媒の圧力）との圧力差を検出し、その圧力差が規定値以内であるか否かを判定する。なお、それぞれの圧力検出は圧力センサ（図示せず）で検出する。

20

圧力差が規定値以内である場合（S 2 0 3・Yes）、制御装置5の処理はステップS 2 0 4に進む。圧力差が規定値以内でない場合（S 2 0 3・No）、制御装置5の処理はステップS 2 0 2に戻る。

このように、圧力差が規定値以内となるまで電磁弁25の開度を変更して、補助室外熱交換器14に貯留された冷媒を放出する。

【0054】

ステップS 2 0 4において、制御装置5は、電磁弁24および電磁弁25の開度を全開状態にする。

30

ステップS 2 0 5において、制御装置5は、バイパス弁21を開弁状態とする。そして、制御装置5の処理は、ステップS 1 0 8に示す冷房運転（自然循環）への切替操作を終了し、図5のステップS 1 0 9に進む。

【0055】

< 空気調和装置Sの作用効果 >

次に、本実施形態に係る空気調和装置Sの作用効果について説明する。

空気調和装置Sの自然循環サイクルによる冷房運転を開始させるためには、冷媒回路10内の冷媒の圧力を自然循環が可能な圧力領域（図7のサイクルで示す圧力領域）へと移行させる必要がある。

40

しかし、例えば、空気調和装置Sが停止していた状態では、冷媒回路10内の冷媒の圧力（即ち、冷媒温度基準圧力 P_{ref} に相当）は、室外温度 T_{OA} と平衡した圧力（即ち、室外温度基準圧力 P_{OA} に相当）となっている。

【0056】

本実施形態に係る空気調和装置Sは、ステップS 1 1 2に示すように、立ち上げ運転において、循環ポンプ31の回転速度を増加させ、中間熱交換器17に流入する熱搬送媒体の流量を増加させることにより、中間熱交換器17における冷媒と熱搬送媒体との熱交換が促進され、冷媒が熱搬送媒体により速やかに加熱される。これにより、冷媒回路10内の冷媒の圧力も上昇して、自然循環が可能な圧力領域へと速やかに移行させることができる。ここで、加熱量は、サイクル内の冷媒封入量やサイクルを構成する機器の熱容量など

50

により決定される。

これにより、本実施形態に係る空気調和装置Sは、自然循環サイクルによる冷房運転を速やかに開始し、室内を空調するため、使用者の快適性が向上する。また、立ち上げ時間を短くすることができ、省エネルギー性が向上する。

【0057】

また、本実施形態に係る空気調和装置Sは、ステップS112に示すように、立ち上げ運転において、膨張弁15および冷媒流量制御弁16で開度を絞ることにより、中間熱交換器17の入口側に冷媒液柱を形成することができるので、自然循環サイクルによる冷房運転を起動しやすくすることができる。

【0058】

また、本実施形態に係る空気調和装置Sは、ステップS113、ステップS114に示すように、中間熱交換器17の出入口温度差 ΔEV が所定値(P S 4)より大きくなったときに立ち上げ運転の終了と判定する。

中間熱交換器17において冷媒が熱搬送媒体により加熱されると、入口冷媒温度 T_{EVIN} と出口冷媒温度 T_{EVOU} とは、共に上昇し、出入口温度差 ΔEV は小さいままである。更に冷媒が加熱されると、冷媒が蒸発してガス化し、中間熱交換器17の出口側からバイパス配管21aを通り、室外熱交換器13および補助室外熱交換器14に向かって流れる。このため、冷媒が蒸発してガス化すると、即ち、冷媒の自然循環が開始されると、出口冷媒温度 T_{EVOU} は、急に立ち上がる。一方、中間熱交換器17の入口側には冷媒液柱が形成されており、入口冷媒温度 T_{EVIN} は緩やかに上昇する。

このように、出入口温度差 $\Delta EV (= T_{EVOU} - T_{EVIN})$ が所定値(P S 4)より大きくなったか否かを判定することにより、冷媒の自然循環が開始されたか、即ち、立ち上げ運転を終了するか否かを判定することができる。

【0059】

変形例

なお、本実施形態に係る空気調和装置Sは、上記実施形態の構成に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の変更が可能である。

【0060】

例えば、上記実施形態においては、強制循環サイクルによる冷房運転時は余剰冷媒を貯留し、自然循環サイクルによる冷房運転時は凝縮器として機能する補助室外熱交換器14を備えるものとして説明したが、これに限られるものではなく、サイクルの運転状態に応じて冷媒回路10内の冷媒量を調整する冷媒供給装置(図示せず)であってもよい。

【0061】

また、上記実施形態においては、強制循環サイクルによる冷房運転時は冷媒を膨張弁15に通流させ、自然循環サイクルによる冷房運転時は冷媒を冷媒流量制御弁16に通流させるものとして説明したが、これに限られるものではなく、一つの減圧弁(または、一つの冷媒流量制御弁)で構成してもよい。

【0062】

また、上記実施形態においては、中間熱交換器17で冷却された熱搬送媒体を室内熱交換器33に供給し、室内(被空調空間)を冷房(冷却)する空気調和装置Sとして説明したが、これに限られるものではなく、中間熱交換器17で冷却された熱搬送媒体を機器(図示せず)に供給するチラーシステム(冷却システム)に適用してもよい。

本発明によれば、自然循環サイクルによる冷却運転の起動に要する時間を短縮することができるので、冷却不良状態で放置できる期間が短い機器(例えば、データセンタなど)にも適用することができる。

【0063】

また、上記実施形態においては、中間熱交換器17と熱搬送媒体循環回路30とを備え、立ち上げ運転時において、熱搬送媒体を送液する循環ポンプ31の回転速度を増加させるものとして説明したが、これに限られるものではない。例えば、中間熱交換器17と熱搬送媒体循環回路30を備えないで、中間熱交換器17に代えて室内熱交換器33に冷媒

10

20

30

40

50

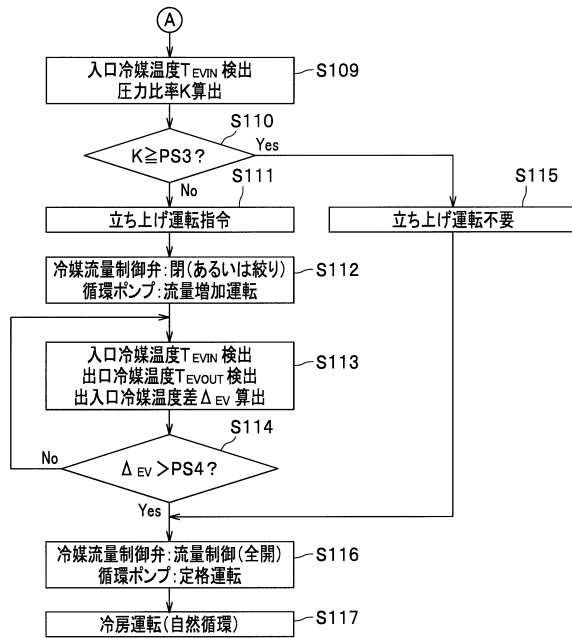
を循環させる構成であって、立ち上げ運転時において、室内ファン 3 3 a の回転速度を増加させるものであってもよい。なお、この構成において、冷媒の自然循環が可能となるためには、室内熱交換器 3 3 を室外熱交換器 1 3 よりも低い位置に配置する必要がある。

【符号の説明】

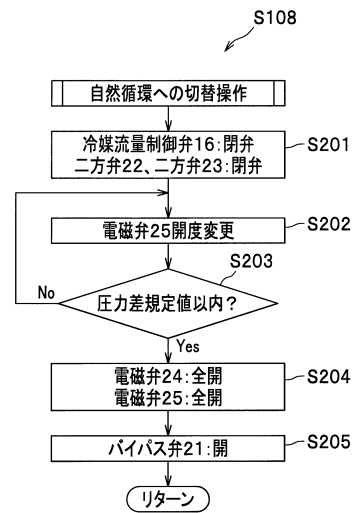
【 0 0 6 4 】

S	空気調和装置	
1	室外ユニット	
3	室内ユニット	
5	制御装置	
1 0	冷媒回路	10
1 1	圧縮機	
1 2	四方弁	
1 3	室外熱交換器（第一熱交換器）	
1 3 a	室外ファン	
1 4	補助室外熱交換器（第三熱交換器）	
1 5	膨張弁	
1 6	冷媒流量制御弁	
1 6 a	バイパス配管（膨張弁バイパス配管）	
1 7	中間熱交換器（第二熱交換器）	
1 7 a	一次側流体流路	20
1 7 b	二次側流体流路	
2 1	バイパス弁	
2 1 a	バイパス配管（圧縮機バイパス配管）	
2 2 , 2 3	二方弁	
2 4 , 2 5	電磁弁	
3 0	熱搬送媒体循環回路	
3 1	循環ポンプ	
3 2	三方弁	
3 3	室内熱交換器	
3 3 a	室内ファン	30
4 1 , 4 2	温度センサ	
4 3	温度センサ（第一温度検出手段）	
4 4	温度センサ（第二温度検出手段）	

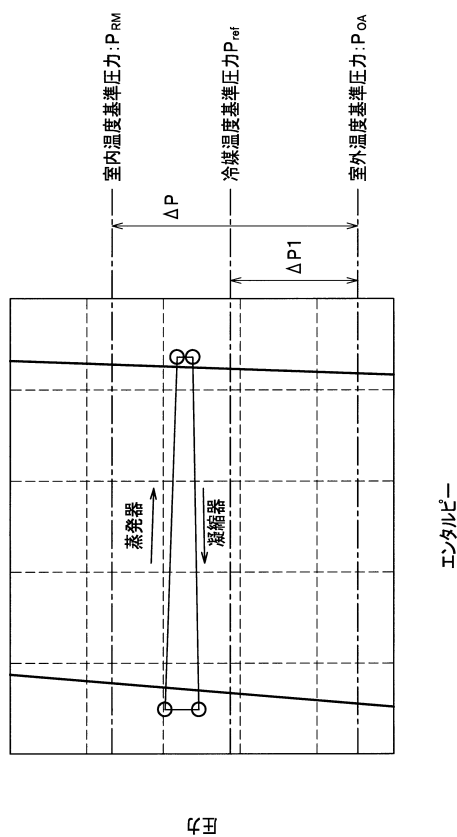
【図 5】



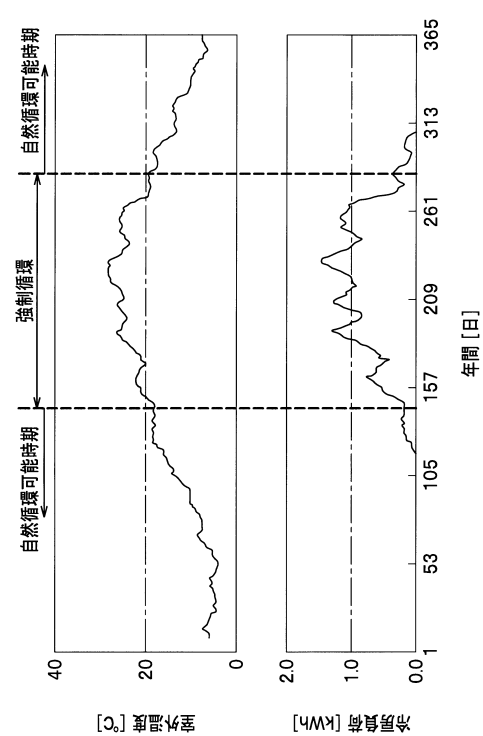
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

審査官 田々井 正吾

(56)参考文献 特開平 0 8 - 1 8 9 7 1 3 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 8 7 5 2 4 (J P , A)
特開平 0 3 - 1 6 0 2 3 8 (J P , A)
特開昭 6 3 - 1 1 6 0 5 1 (J P , A)
特開平 0 9 - 1 9 6 4 7 6 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 5 7 7 6 7 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 3 5 6 4 3 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
F 2 5 B 1 / 0 0