

明 細 書

発明の名称： 空気調和機

技術分野

[0001] この発明は、室外機のファンを回転駆動するファンモータに電力供給するインバータを備えた空気調和機に関するものであり、特に、ファンが外風を受けて回転することで、ファンモータで回生電圧が発生した際の空気調和機の制御に関するものである。

背景技術

[0002] 従来の空気調和機には、運転待機中での室外機の消費電力を削減するために、運転待機中には室外機への電力供給を遮断する待機電力削減モードが導入されているものがある。このような空気調和機では、外部電源からの電源線と室外機の内部に実装される整流回路との間にリレーを設け、待機電力削減モード中にはこのリレーを遮断することにより室外機内の電気回路に電力が供給されないようになっている（特許文献1参照）。

[0003] しかしながら、待機電力削減モードになっている状態時に、室外機のファンが外風を受けて回転することでファンモータが回転して発電状態になると、ファンモータの回転により発生する回生電流により、室外機の主回路コンデンサが充電され、待機電力削減モード中にもかかわらず室外機が起動してしまうことがあった。室外機は一旦起動すると通常の運転停止状態に移行する為に、それ以降は室外機では待機電力が発生してしまうことになる。従って、このような通常の起動方法とは異なる動作シーケンスによる室外機の起動は、待機電力を削減する観点から好ましくない。また、外風によるファンモータの回生電圧は、主回路コンデンサの過電圧をもたらし、室外機で使用している半導体素子等の電気部品の故障につながる恐れがある。

[0004] このような外風による室外機の起動に対処する方法として、室内機からの運転指令がない状態において主回路コンデンサが充電されて室外機が起動した場合には、主回路コンデンサの充電レベルを監視し、この主回路コンデン

サの電圧が所定の電圧レベルを超えている場合には、室外機に内蔵されている圧縮機を駆動させることで主回路コンデンサの直流電圧レベルを下げるようにしたものがある（特許文献2参照）。また、この圧縮機の駆動において、圧縮機用インバータによる拘束通電を行うようにしたものもある（特許文献3参照）。

- [0005] また、外風によるファンモータの回生電圧により、主回路コンデンサの電圧が所定の電圧レベルを超えたとき、ファンモータを駆動するインバータ回路のスイッチングパターンを切り替えることでファンモータの巻線に短絡電流が流れるようにして、回生電圧による主回路コンデンサの電圧上昇を抑制するようにしたものがある（特許文献4参照）。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2010-243051
特許文献2：特開2001-263767
特許文献3：特開2014-57497
特許文献4：特開2009-55781

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 特許文献1に記載のような待機電力削減モードを有する空気調和機では、待機電力削減モードで動作中に、外風により発生した回生電圧により室外機が起動した際には、室外機の通常の起動時と同様に起動後は運転停止状態に移行するので、室外機の状態が待機電力削減状態ではなくなってしまうという問題があった。
- [0008] それに対して、特許文献2、特許文献3及び特許文献4に記載の構成は、外風により室外機のファンモータが回転することにより発生する過大な回生電圧に対して、主回路コンデンサを含む電気部品を保護する手段ではあっても、外風による回生電圧により室外機が起動した際の待機電力削減について

は何ら考慮されていない。

[0009] また、電気部品の保護手段に関して、特許文献2に記載の構成のように、圧縮機を駆動させることで回生エネルギーを消費させようとしても、主回路コンデンサ電圧が通常とは異なる高電圧になっている状態での駆動となるため、インバータから圧縮機に供給される電流の歪みが増加してしまい、圧縮機駆動時に制御破綻を起こし駆動ができない可能性もある。

[0010] また、温暖な地域で空気調和機を使用した場合、圧縮機の温度が低下しにくい為、温暖な地域に適用する空気調和機には拘束通電の機能が備えられていない場合がある。また、圧縮機をヒーターで暖める機能を持った空気調和機の場合には拘束通電の機能が備えられていないものが多い。この為、特許文献3に記載の拘束通電機能に頼る制御方法は空気調和機の機種によっては適用不可能で、汎用性に欠ける制御方法である。

[0011] また、空気調和機で使用しているファンモータがインバータとモータが一体になった構造を有する場合、インバータ内部のスイッチングパターンを動的に変更することができないことが多いので、インバータ回路のスイッチングパターンを切り替えることで主回路コンデンサの電圧上昇を抑制する特許文献4に記載の制御方法は適用できない。

[0012] 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、本発明の目的は、待機電力削減モードを有する空気調和機において、待機電力削減モード中に外風によりファンモータが回転して発電状態となり、ファンモータで発生した回生電圧により室外機が起動した場合でも、室外機での消費電力を低減できる空気調和機を得ることである。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明の空気調和機は、 室外機と室内機とを有する空気調和装置であって、 交流電源を整流及び平滑し、主回路コンデンサに直流電圧を発生させるコンバータ主回路と、 前記主回路コンデンサが発生させる直流電圧を交流電圧に変換するインバータ主回路と、 該インバータ主回路によって駆動される圧縮機モータと、 室外ファンと、 該室外ファンを回転駆動するフ

アンモータと、前記室外機を制御する制御部と、を備え、前記室外機が待機電力削減モード中に、前記室外ファンに外風が当たり、前記ファンモータが回転して発電状態となった場合、前記制御部は、前記室外機が待機電力削減モードから運転停止状態に移行しないようにするものである。

発明の効果

[0014] 本発明の空気調和機は、室外機が待機電力削減モード中に、外風によりファンモータが回転して発電状態となることで室外機が起動した際に、室外機が待機電力削減モードから運転停止状態に移行しないようにできるので、室外機の不要な起動による電力消費を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]実施の形態1における空気調和機の構成（待機電力削減モード）を示す図

[図2]実施の形態1における空気調和機の構成（運転停止状態）を示す図

[図3]実施の形態1における空気調和機の構成（無効電力削減モード）を示す図

[図4]実施の形態1における空気調和機の通常起動時の動作フロー図

[図5]実施の形態1における空気調和機の運転停止状態時の動作フロー図

[図6]実施の形態1における空気調和機の外風起動時の動作フロー図

[図7]実施の形態2における空気調和機の動作フロー図

[図8]実施の形態3における空気調和機の動作フロー図

[図9]実施の形態4における空気調和機の動作フロー図

発明を実施するための形態

[0016] 実施の形態1.

実施の形態1における空気調和機について、図に基づいて構成及び動作を説明する。図1～3はそれぞれ空気調和機の構成を示す図であり、待機電力削減モード時（図1）、運転停止状態時（図2）、無効電力削減モード時（図3）での回路構成を示している。なお、各動作モードの説明は後述する。

[0017] まず、図1に基づいて、空気調和機の構成を説明する。空気調和機は、室

外機 1 と室内機 2 を有し、室外機 1 と室内機 2 は図示していない冷媒配管で接続され、冷凍サイクルを構成している。図 1 では発明の動作説明に必要な構成のみを示し、空気調和機が通常備えている熱交換器や冷媒配管等の冷凍サイクルを構成する物品の多くは図示を省略している。また、主要な動作が室外機 1 の構成に係るものである為、室内機 2 については構成を簡略して示している。

[0018] 交流電源 3 からの電源線は室外機 1 のノイズフィルタ 4 の電源側端子に接続され、室外機 1 は交流電源 3 からの交流電力を用いて動作する。なお、交流電源 3 はノイズフィルタ 4 の負荷側端子から室内機 2 にも接続されており、室内機 2 も交流電源 3 からの交流電力を用いて動作する。

[0019] ノイズフィルタ 4 の負荷側端子の一端には第 1 の開閉手段であるリレー（RL）5 の一端が接続され、リレー 5 の他端とノイズフィルタ 4 の負荷側端子の他端の間にはノイズ除去用のコンデンサ 6 が接続される。リレー 5 はノーマルオープン型のリレーである。コンデンサ 6 の両端には第 1 の整流回路であるダイオードブリッジで構成した全波整流回路（DB）7 の電源側端子が接続される。全波整流回路 7 は交流電源 3 から供給される交流電圧を整流して直流電圧を出力する。リレー 5 は交流電源 3 と全波整流回路 7 間の交流電圧経路に設けられているので、リレー 5 を開放することで交流電源 3 から全波整流回路 7 への交流電圧の供給を遮断することができる。

[0020] 全波整流回路 7 の負荷側端子にはコンバータ主回路 8 が接続される。コンバータ主回路 8 は、全波整流回路 7 の直流電圧出力を変換して変換後の直流電圧を出力する。ここではコンバータ主回路 8 として力率改善（PFC）コンバータを用いた場合で説明する。なお、コンバータ主回路 8 の構成はこれに限定されるものではなく、公知の技術を適用してこれ以外のコンバータ主回路を構成するようにしてもよい。

[0021] 力率改善（PFC）コンバータであるコンバータ主回路 8 は、リアクタ 9 a、9 b と、MOSFET（電解効果トランジスタ）等のスイッチング素子 10 a、10 b と、逆流防止用ダイオード 11 a、11 b とで構成される。

そして、図示しないコンバータ制御用マイコンを用いて、9 a, 9 bに流れる電流に位相差が生じるようにスイッチング素子10 a, 10 bを制御することで、コンバータ出力として交流電圧を整流及び平滑し、かつ昇圧された電圧を得ることができる。コンバータ主回路8の出力側には主回路コンデンサ12が設けられ、コンバータ出力電圧により主回路コンデンサ12が充電されることで、主回路コンデンサ12の端子間に平滑化した直流電圧が生成される。主回路コンデンサ12としては電解コンデンサが好適である。なお、力率改善コンバータの制御の詳細については公知の制御方法を利用することができる。

[0022] リレー5の交流電源側端子にはPTCサーミスタ13（PTC: Positive Temperature Coefficient）の一端が接続され、PTCサーミスタ13の他端には第2の開閉手段であるリレー（RL）14の一端が接続される。リレー14はノーマルオープン型のリレーである。リレー14の他端には逆流防止用ダイオード15のアノードが接続され、逆流防止用ダイオード15のカソードには主回路コンデンサ12の正極端子が接続される。このようにリレー5の交流電源側端子と主回路コンデンサ12の正極端子間にPTCサーミスタ13、リレー14、逆流防止用ダイオード15が直列接続されることで、主回路コンデンサ12へのバイパス充電経路が形成される。このバイパス充電経路にPTCサーミスタ13を設けることで、主回路コンデンサ12を充電する際の突入電流を抑制することができる。なお、主回路コンデンサ12等の回路部品のデバイス特性に応じて、PTCサーミスタ13の代わりに通常の抵抗素子を用いてもよい。また、ダイオード15には全波整流回路7やコンバータ主回路8内のダイオードよりも電流耐量が大きいスペックの素子を用いることが望ましい。

[0023] 主回路コンデンサ12の端子間にはインバータ主回路16が接続され、インバータ主回路16には室外機1に搭載される圧縮機モータ17が接続される。モータ17には例えばブラシレスDCモータが適用される。インバータ主回路16は図示しないインバータ制御用マイコンを用いて、インバータ主

回路 16 内のスイッチング素子をオン・オフ駆動することにより、主回路コンデンサ 12 の端子間に発生した直流電圧を交流電圧に変換することでモータ 17 を回転駆動する。なお、インバータ主回路 16 は I P M (Intelligent Power Module) で構成してもよい。

[0024] リレー 5 の交流電源側端子には第 3 の開閉手段であるリレー (R L) 18 の一端が接続され、リレー (R L) 18 の他端には抵抗素子 19 の一端が接続される。リレー 18 はノーマルオープン型のリレーである。抵抗素子 19 の他端にはダイオード 20 のアノードが接続され、ダイオード 20 のカソードには平滑コンデンサ 21 の正極端子が接続される。ダイオード 20、及び平滑コンデンサ 21 で交流電源 3 の交流電圧を整流して直流電圧を出力する第 2 の整流回路を構成する。平滑コンデンサ 21 としては電解コンデンサが好適である。また、後述するように、平滑コンデンサ 21 の電圧は室外機 1 の弱電系統の電源生成に利用されるものであるため、平滑コンデンサ 21 の容量は主回路コンデンサ 12 よりも小容量でよい。

[0025] リレー 5 の交流電源側端子は室内機 2 内にある室外起動リレー (R L) 22 の一端にも接続され、室外起動リレー 22 の他端は第 4 の開閉手段であるリレー (R L) 23 の一端に接続される。リレー 23 はノーマルクローズ型のリレーである。リレー 23 の他端にはもう 1 つの P T C サーミスタ 24 の一端が接続され、P T C サーミスタ 24 の他端はダイオード 20 のアノードに接続される。

[0026] D C / D C コンバータ回路 25 は平滑コンデンサ 21 に並列接続され、平滑コンデンサ 21 の端子間電圧を入力してマイコン 26 等の室外機 1 内の回路素子で使用する各種の直流電圧を生成する。マイコン 26 は D C / D C コンバータ回路 25 の出力電圧を電源にして動作する。マイコン 26 は室外機 1 の全体制御を統括するマイコンであり、マイコン 26 は室外機 1 の制御部である。室外機 1 が起動し、運転を行うためにはマイコン 26 が動作していることが必要になる。マイコン 26 はリレー 5、リレー 14、リレー 18 及びリレー 23 の開閉制御を行う。

- [0027] 主回路コンデンサ 12 の端子間電圧は、ダイオード 27 を介して DC/DC コンバータ回路 25 にも入力される。DC/DC コンバータ回路 25 は主回路コンデンサ 12 の端子間電圧と平滑コンデンサ 21 の端子間電圧の両方の電圧に対応可能な入力電圧範囲を持つものを使用する。ダイオード 27 は平滑コンデンサ 21 から主回路コンデンサ 12 方向への直流電流を阻止する役割も有している。また、出力電圧検出回路 28 は主回路コンデンサ 12 の端子間電圧を検出し、検出した電圧値をコンバータ出力電圧としてマイコン 26 に出力する。
- [0028] 室外機 1 は室外ファン 29 を有しており、ファンモータ 30 により室外ファン 29 を回転駆動させることにより、室外熱交換器（図示していない）に対して空気を通流させる。室外ファン 29 は主回路コンデンサ 12 の端子間電圧を電源として動作する。なお、ファンモータ 30 と室外ファン 29 は物理的に一体化して構成してもよいし、ファンモータ 30 と室外ファン 29 を分離した構成としてもよい。
- [0029] 回転数指示出力回路 31 はマイコン 26 からの指示に基づき、室外ファン 29 の回転数を制御する信号をファンモータ 30 に出力する。回転数検出回路 32 はファンモータ 30 から出力される回転数パルスをカウントすることでファンモータ 30 の回転数を検出し、検出した回転数をマイコン 26 に出力する。回転数指示出力回路 31 と回転数検出回路 32 は DC/DC コンバータ回路 25 の出力電圧を電源にして動作する。
- [0030] 冷凍サイクルを構成する四方弁 33 及び電子膨張弁 34 は、マイコン 26 からの指示に基づき、四方弁駆動回路 35 及び電子膨張弁駆動回路 36 によってそれぞれ駆動制御される。四方弁駆動回路 35 はノイズフィルタ 4 の負荷側端子間電圧を電源にして動作する。電子膨張弁 34 は DC/DC コンバータ回路 25 の出力電圧を電源にして動作する。
- [0031] 次に、待機電力削減モードにある室外機 1 を起動する起動シーケンスについて、図 4 の動作フロー図を用いて説明する。図 1 では室外機 1 が待機電力削減モードにある時の空気調和機の回路構成を示している。後述するように

、待機電力削減モード時には室外機１のリレー５、リレー１４、リレー１８、及びリレー２３には交流電源３からの電力は供給されていない。また、室外機１のリレー５、リレー１４、リレー１８はいずれもノーマルオープン型のリレーであり、リレー２３はノーマルクローズ型のリレーである。この為、待機電力削減モードでは室外機１のリレー５、リレー１４、リレー１８が開状態、リレー２３が閉状態になる。また、室内機２の室外起動リレー２２は開状態にある。この為、室内機２は交流電源３からの交流電力を用いて動作しているが、室外機１のノイズフィルタ４より負荷側の各回路素子には電力が供給されておらず、室外機１は起動していない状態にある。従って、室外機１が待機電力削減モードにある時は、室外機１における消費電力を大幅に削減できる。

[0032] 室外機１を起動する際には、まず室外起動リレー２２を閉状態にする。このリレー制御は、室内機２内部にある図示していない室内制御部がリモコン（不図示）からの起動信号に基づいて行う。室外起動リレー２２が閉状態になると室外起動リレー２２、リレー２３、ＰＴＣサーミスタ２４、ダイオード２０の経路で交流電源３の電力により平滑コンデンサ２１が充電される。ＤＣ／ＤＣコンバータ回路２５は平滑コンデンサ２１の端子間電圧に基づいてマイコン２６用の電圧を生成して出力する。ＤＣ／ＤＣコンバータ回路２５の出力電圧を電源にしてマイコン２６が起動する（ステップＳ１０１）。マイコン２６が起動後、マイコン２６の制御によりリレー１８を閉状態にする。リレー１８が閉状態になることで、リレー１８、抵抗素子１９、ダイオード２０の経路でも交流電源３の電力により平滑コンデンサ２１が充電されるようになる。

[0033] その後、室内機２の室内制御部は室外起動リレー２２を開状態にする。また、マイコン２６の制御によりリレー２３を開状態にする。こうすることで、平滑コンデンサ２１への充電はリレー１８経由の経路のみで行われるようになる。なお、室内機２の室内制御部が室外起動リレー２２を開状態にするタイミングは、室外起動リレー２２を閉状態にしてから所定の時間経過後で

もよいし、室外機 1 と室内機 2 間の図示していない通信線経由で室内制御部がマイコン 26 の起動を示す信号をマイコン 26 から受信した後でもよい。

[0034] 次にマイコン 26 の制御により、リレー 14 を閉状態にする。これにより、PTCサーミスタ 13、リレー 14、逆流防止用ダイオード 15 を経由する経路で交流電源 3 の電力により主回路コンデンサ 12 が充電される。マイコン 26 は、出力電圧検出回路 28 が検出する主回路コンデンサ 12 の端子間電圧を監視し、この端子間電圧が所定値以上になった事を確認後、リレー 5 を閉状態にし、その後、リレー 14 を開状態にする。リレー 14 が開状態になった後は、交流電源 3 から主回路コンデンサ 12 への充電はリレー 5、全波整流回路 7、コンバータ主回路 8 経由の経路でのみ行われるようになる。

[0035] 以上説明したように、室内機 2 内の室外起動リレー 22 を閉状態にすることで、室外機 1 のマイコン 26 に電力供給がなされ、マイコン 26 がリレーの開閉制御を含む初期化シーケンスを実行することで室外機 1 は待機電力削減モードから運転停止状態に移行する（ステップ S 102）。図 2 に室外機 1 が運転停止状態にある時の空気調和機の回路構成を示す。この後、室外機 1 は室外機 1 と室内機 2 間に接続した通信線（不図示）を用いて室内機 2 から暖房・冷房・送風といった空調運転の運転指令を受信しているかチェックする（ステップ S 103）。そして、室外機 1 は空調運転の運転指令を受信したら、運転指令に従った空調運転を開始する（ステップ S 104）。なお、空調運転中の空気調和機の回路構成は図 2 と同じである。

[0036] 次に、室外機 1 が運転停止状態（図 2）から待機電力削減モード（図 1）へと移行する際の動作シーケンスについて、図 5 の動作フロー図を用いて説明する。

[0037] 空気調和機が暖房・冷房・送風といった空調運転をしていない運転停止状態にあるとする。運転停止状態では空調運転はしていないものの、室内機 2、室外機 1 とも交流電源 3 からの電力供給を受けており、室外機 1 ではマイコン 26 が正常に動作している状態にある。

- [0038] マイコン26は、室外機1が空調運転を止め、運転停止状態になった時点
を起点として運転停止状態の継続時間を計測する。そして、この継続時間の
計測値が予め設定した閾値時間（T s p）以上か否かを判定し、運転停止状
態の継続時間が閾値時間（T s p）以上になった時は（ステップS201：
Y e s）、リレー5を開状態にして無効電力削減モードに移行する。図3に
無効電力削減モードにおける空気調和機の構成を示す。無効電力削減モード
は、リレー5を開状態にすることで、コンデンサ6を流れる無効電流を減ら
すことで室外機1での無効電力を削減させる動作モードである。
- [0039] 運転停止状態の継続時間が閾値時間（T s p）に達していない時は（ステ
ップS201：N o）、マイコン26は室内機2から暖房・冷房・送風とい
った運転指令を受信していないか調べ（ステップS205）、運転指令を受
信していない時（ステップS205：N o）は運転停止状態の継続時間の計
測を続行する。運転指令を受信した時（ステップS205：Y e s）はその
指令内容に従って、空調運転を実施する（ステップS208）。
- [0040] ステップS202で無効電力削減モードに移行すると、マイコン26は室
外機1が無効電力削減モードに移行した時点を経由して無効電力削減モー
ドの継続時間を計測する。そして、この継続時間の計測値が予め設定した閾
値時間（T r e）以上か否かを判定し、無効電力削減モードの継続時間が閾
値時間（T r e）以上になった時は（ステップS203：Y e s）、リレー
18を開状態、リレー23を閉状態にして待機電力削減モードに移行する（
ステップS204）。室内機2の室外起動リレー22は運転停止状態、無効
電力削減モードの各状態を通じて開状態のままであるので、リレー18を開
状態にしたことで、ダイオード20を経由して交流電源3の電力を平滑コン
デンサ21に充電することができなくなる。この為、平滑コンデンサ21及
び主回路コンデンサ12に蓄積されていた電荷を消費してしまうとDC／D
Cコンバータ回路25は電圧出力を停止し、これに伴いマイコン26等が動
作停止することで、室外機1全体の消費電力が低減する。
- [0041] 無効電力削減モードの継続時間が閾値時間（T r e）に達していない時は

(ステップS 2 0 3 : N o)、マイコン2 6は室内機2から暖房・冷房・送風といった運転指令を受信していないか調べ(ステップS 2 0 6)、運転指令を受信していない時(ステップS 2 0 6 : N o)は運転停止状態の継続時間の計測を続行する。

[0042] 運転指令を受信している時(ステップS 2 0 6 : Y e s)は、マイコン2 6は出力電圧検出回路2 8が検出した主回路コンデンサ1 2の端子間電圧を調べ、この端子間電圧が所定値以上の時には、リレー5を閉状態にすることで運転停止状態(図2)に移行する。また、この端子間電圧が所定値未満の時には、リレー1 4を閉状態にする。これにより、P T Cサーミスタ1 3、リレー1 4、逆流防止用ダイオード1 5を経由する経路で交流電源3の電力により主回路コンデンサ1 2が充電される。マイコン2 6は、主回路コンデンサ1 2の端子間電圧を監視し、この端子間電圧が所定値以上になった事を確認後、リレー5を閉状態にし、その後、リレー1 4を開状態にする。リレー1 4が開状態になった後は、交流電源3から主回路コンデンサ1 2への充電はリレー5、全波整流回路7、コンバータ主回路8経由の経路でのみ行われるようになり、運転停止状態(図2)への移行が完了する。その後、運転指令の内容に従って、空調運転を実施する(ステップS 2 0 8)。

[0043] ここで、空気調和機の各動作モード(動作状態)における回路構成について纏めると以下ようになる。停止状態及び運転状態においては、リレー5及びリレー1 8が閉状態を維持している。この為、室外機1内の各電子部品には交流電源3からの電力が供給されている。

[0044] 無効電力削減モードにおいては、リレー1 8は閉状態だが、リレー5は開状態に維持される。リレー5を開状態にすることで、コンデンサ6に流れる無効電流を遮断することができるとともに、コンバータ主回路8やインバータ主回路1 6などの電力変換機能を実現する主回路への電力供給を遮断できる。また、リレー1 8が閉状態の為、制御機能を実現するマイコン2 6への電力供給は維持される。

[0045] 待機電力削減モードにおいては、リレー5、リレー1 4、リレー1 8がい

ずれも開状態に維持されるので、室外機 1 内の電力変換機能を実現する電子部品には全く電力が供給されない。この為、待機電力削減モードにある空気調和機における電力消費は、大部分が室内機 2 での電力消費となり、空気調和機全体での待機電力を大幅に削減することができる。

[0046] 次に、空気調和機が待機電力削減モード（図 1）にある時に、室外機 2 の室外ファン 29 が外風を受けて回転した場合の動作について説明する。室外ファン 29 が外風により回転すると、ファンモータ 30 が回転し、ファンモータ 30 を構成するコイル（不図示）に起電力が発生する。この起電力による回生電流が主回路コンデンサ 12 に流れ、主回路コンデンサ 12 が充電される。主回路コンデンサ 12 への充電に伴い、主回路コンデンサ 12 の端子間電圧が上昇し、主回路コンデンサ 12 の端子間電圧が DC/DC コンバータ回路 25 の動作に必要な電圧レベルになると、DC/DC コンバータ回路 25 が動作し始める。DC/DC コンバータ回路 25 が正常動作することで DC/DC コンバータ回路 25 の出力電圧を電源として動作するマイコン 26 が起動する。

[0047] ここで、本発明の意義の理解を容易にする為に、本発明を適用しなかった場合の従来の制御について概略説明する。外風による起電力でマイコン 26 が起動すると、前述した初期化シーケンス（図 4）が実行され、室外機 1 は待機電力削減モードから運転停止状態へと移行してしまう。この運転停止状態への移行は、室外起動リレー 22 を閉状態にすることで行われる室外機 1 の通常の起動とは異なるものであり、意図しない室外機の起動である。

[0048] 室外機 1 が起動し、運転停止状態へと移行してしまうと待機電力削減モードに再度戻る為には、前述したシーケンス（図 5）を経る必要がある為、最短でも所定の時間（ $T_{sp} + T_{re}$ ）経過した後でなければ待機電力削減モードとはならない。この為、待機電力削減モードに戻るまでの間、室外機 1 での電力消費が増加してしまうことになる。

[0049] このように、本来であれば待機電力削減モードであり、室外機 1 での消費電力を低減したいところ、外風による意図しない室外機 1 の起動により、消

費電力を削減できる期間が短くなってしまうという問題点があった。以下、この問題点を解消した本発明の制御手順について図6の動作フロー図を用いて説明する。

[0050] 待機電力削減モードにある室外機1のマイコン26が起動した場合（ステップS301）、起動シーケンスとしては前述した室外起動リレー22を閉状態にすることで行う起動（通常起動と記す）である場合と、外風による意図しない室外機1の起動（外風起動と記す）である場合とが考えられる。そこで、マイコン26は自身の起動後に、まず出力電圧検出回路28が検出した主回路コンデンサ12の端子間電圧と予め設定した第1の閾値電圧（ V_{th1} ）とを比較する（ステップS302）。

[0051] 比較の結果、主回路コンデンサ12の端子間電圧が第1の閾値電圧（ V_{th1} ）未満である場合には（ステップS302：No）通常起動であると判断し、通常起動の際に行う初期化シーケンスを実行する。具体的には、マイコン26の制御によりリレー18を閉状態にする。通常起動の場合、室外起動リレー22が閉状態になっており、室外起動リレー22、リレー23、PTCサーミスタ24、ダイオード20の経路で交流電源3の電力により平滑コンデンサ21が充電されている。そして、リレー18が閉状態になることで、リレー18、抵抗素子19、ダイオード20の経路でも交流電源3の電力により平滑コンデンサ21が充電されるようになる。

[0052] その後、室内機2の室内制御部は室外起動リレー22を開状態にする。また、室外機1のマイコン26の制御によりリレー23を開状態にする。こうすることで、平滑コンデンサ21への充電はリレー18経由の経路のみで行われるようになる。なお、室外機1の室内制御部が室外起動リレー22を開状態にするタイミングは、室外起動リレー22を閉状態にしてから所定の時間経過後でもよいし、室外機1と室内機2間の図示していない通信線経由で室内制御部がマイコン26の起動を示す信号をマイコン26から受信した後でもよい。

[0053] 次にマイコン26の制御により、リレー14を閉状態にする。これにより

、PTCサーミスタ13、リレー14、逆流防止用ダイオード15を経由する経路で交流電源3の電力により主回路コンデンサ12が充電される。マイコン26は、出力電圧検出回路28が検出する主回路コンデンサ12の端子間電圧を監視し、この端子間電圧が所定値以上になった事を確認後、リレー5を閉状態にし、その後、リレー14を開状態にする。こうすることで、主回路コンデンサ12への充電はリレー5、全波整流回路7、コンバータ主回路8経由の経路で行われるようになる。

[0054] 以上説明した初期化シーケンスを実行することで室外機1は待機電力削減モードから運転停止状態に移行する(ステップS303)。この後、室外機1は室外機1と室内機2間に接続した通信線(不図示)を用いて室内機2から暖房・冷房・送風といった空調運転の運転指令を受信したかチェックする(ステップS304)。そして、室外機1は空調運転の運転指令を受信したら、運転指令に従った空調運転を開始する(ステップS305)。

[0055] 一方、比較の結果、マイコン26の起動直後の主回路コンデンサ12の端子間電圧が第1の閾値電圧(V_{th1})以上である場合には(ステップS302: Yes) 外風起動であると判断し、通常起動の際に行った初期化シーケンスは実行せず、運転停止状態への移行処理を停止する(ステップS306)。即ち、マイコン26の制御によるリレー18の閉状態への移行、室外起動リレー22の開状態への移行、リレー23の開状態への移行、リレー14の閉状態への移行、リレー5の閉状態への移行、及びその後のリレー14の開状態への移行はいずれも行われぬ。従って、室外機1は図1に示す待機電力削減モードでのリレーの開閉状態を維持し、図2に示す運転停止状態には移行しない。

[0056] 以上説明した制御の効果について説明する。室外機1が通常起動した場合には、マイコン26の起動直後にはリレー14及びリレー5は開状態なので主回路コンデンサ12への充電経路は存在しない。この為、主回路コンデンサ12は充電されておらず、主回路コンデンサ12の端子間電圧はDC/DCコンバータ回路25の動作に必要な電圧レベルに達していない。一方、室

外機 1 が外風起動した場合には、ファンモータ 30 で発生した起電力による回生電流が主回路コンデンサ 12 に流れ、主回路コンデンサ 12 が充電される。そして、この充電により、主回路コンデンサ 12 の端子間電圧が DC / DC コンバータ回路 25 の動作に必要な電圧レベルまで上昇することで DC / DC コンバータ回路 25 が正常動作し、DC / DC コンバータ回路 25 の出力電圧を電源としてマイコン 26 が起動する。

[0057] 従って、マイコン 26 の起動直後に、主回路コンデンサ 12 の端子間電圧を調べることにより、マイコン 26 の起動が室外機 1 の通常起動によるものか、それとも外風起動によるものかを判定することができる。具体的には、マイコン 26 は、主回路コンデンサ 12 の端子間電圧が第 1 の閾値電圧 (V_{th1}) 以上である場合には外風起動であると判断し、主回路コンデンサ 12 の端子間電圧が第 1 の閾値電圧 (V_{th1}) 未満である場合には通常起動であると判断する。なお、第 1 の閾値電圧 (V_{th1}) の一例としては、DC / DC コンバータ回路 25 の動作に必要な電圧レベルの値を第 1 の閾値電圧 (V_{th1}) に設定する。

[0058] そして、外風起動であると判断した場合には、マイコン 26 はリレーの開閉制御を含む初期化シーケンスを実行しないようにしたので、室外機 1 は待機電力削減モードから運転停止状態に移行することなく、ユーザの意図しない室外機 1 の起動による消費電力の増加を抑制することができる。

[0059] 以上説明したように、本実施の形態の空気調和機では、室外機 1 のマイコン 26 の起動直後に、主回路コンデンサ 12 の端子間電圧を調べることで、通常起動か外風起動かを判定するようにし、外風起動であると判定した場合には室外機 1 は待機電力削減モードから運転停止状態に移行しないので、室外機 1 の不要な起動による電力消費を低減することができる。

[0060] 実施の形態 2.

実施の形態 2 における空気調和機について、図 7 の動作フロー図に基づいて動作を説明する。なお、図 7 の動作フローのステップ S401 及び S403 ~ S406 は、実施の形態 1 での図 6 のステップ S301 及び S303 ~

S 3 0 6と同じ処理であるので説明を省略し、ステップS 4 0 2の処理を中心に説明する。

- [0061] 室外機1のマイコン26は起動した(ステップS 4 0 1)後に、まず回転数検出回路32が検出したファンモータ30の回転数と予め設定した第1の閾値回転数(R t h 1)とを比較する(ステップS 4 0 2)。比較の結果、ファンモータ30の回転数が第1の閾値回転数(R t h 1)未満である場合には(ステップS 4 0 2 : N o)通常起動であると判断し、通常起動の際に行う初期化シーケンスを実行し、待機電力削減モードから運転停止状態に移行する(ステップS 4 0 3)。その後の動作は、実施の形態1の場合と同じである。なお、第1の閾値回転数(R t h 1)の一例としては、ファンモータ30で発生する起電力がDC/DCコンバータ回路25の動作に必要な電圧レベルとなるような回転数を実験やシミュレーションで把握した上で選定すればよい。
- [0062] 一方、比較の結果、マイコン26の起動直後のファンモータ30の回転数が第1の閾値回転数(R t h 1)以上である場合には(ステップS 4 0 2 : Y e s)外風起動であると判断し、通常起動の際に行った初期化シーケンスは実行せず、待機電力削減モードから運転停止状態への移行処理は中止する(ステップS 4 0 6)。
- [0063] 以上説明した制御の効果について説明する。室外機1の起動が外風起動によるものである場合には、ファンモータ30は外風により回転状態にある為、回転数検出回路32が検出するファンモータ30の回転数は零ではない値を示す。他方、室外機1の起動が通常起動によるものである場合には、室外機1の周辺では外風は吹いていないか、または外風があったとしても風力が弱く外風起動できない状態である可能性が高い。そこで回転数検出回路32が検出したファンモータ30の回転数と予め設定した第1の閾値回転数(R t h 1)とを比較し、ファンモータ30の回転数が第1の閾値回転数(R t h 1)以上である場合には外風起動であると判断することにした。これにより、外風起動した場合には運転停止状態へ移行しないようにできるので、ユ

ーザの意図しない室外機 1 の起動による消費電力の増加を抑制することができる。

[0064] 以上の説明では、ファンモータ 30 の回転数のみによって外風起動か通常起動かを判断するようにしたが、ファンモータ 30 の回転継続時間も用いて、外風起動か通常起動かを判断するようにしてもよい。例えば、回転数検出回路 32 検出した回転数とその回転数での継続時間の積和を計算することでより正確に、主回路コンデンサ 12 の端子間電圧を把握できる。こうすることで、外風の強さが時間に従って変動する場合でも、外風起動か通常起動かの判断を行うことが可能となる。

[0065] また、実施の形態 1 で説明した主回路コンデンサ 12 の端子間電圧を用いる方法と、本実施の形態で説明したファンモータ 30 の回転数を用いる方法の両方を行って、この 2 つの方法の各々で外風起動であると判断した場合のみ、運転停止状態への移行処理を中止するようにしてもよい。こうすることで、外風起動であるか通常起動であるかの判断をより正確に行うことができる。

[0066] 実施の形態 3.

実施の形態 1 及び 2 では、室外機 1 の起動が外風起動である場合には、通常起動の際に行った初期化シーケンスは実行せず、待機電力削減モードから運転停止状態への移行処理を中止するようにした。運転停止状態への移行がおこなわれないことで室外機の消費電力を低減できるが、運転停止状態への移行を中止した後に、室外機 1 周辺の外風が非常に大きかったり、外風が吹いている継続時間が長かったりした場合には、ファンモータ 30 の起電力で生じる回生電流により主回路コンデンサ 12 への充電が継続されることになる。そして、マイコン 26 等の室外機 1 内の回路素子での消費電力を上回る電力がファンモータ 30 の起電力による回生電力として供給された場合、主回路コンデンサ 12 の端子間電圧がさらに上昇することになる。そして、主回路コンデンサ 12 の端子間電圧が、主回路コンデンサ 12 やインバータ主回路 16 等の周辺部品の耐電圧より大きくなると、これらの周辺部品の故障

につながる恐れがある。そこで本実施の形態では、外風起動時の主回路コンデンサ 1 2 の端子間電圧が所定の値より大きくなならない様に制御するようにした。

[0067] 実施の形態 3 における空気調和機について、図 8 の動作フロー図に基づいて動作を説明する。なお、図 8 の動作フローのステップ S 3 0 1 ~ S 3 0 6 は、実施の形態 1 での図 6 のステップ S 3 0 1 ~ S 3 0 6 と同じ処理であるので説明を省略し、ステップ S 3 0 7 ~ S 3 0 8 の処理を中心に説明する。

[0068] 室外機 1 の起動が外風起動であると判断し、待機電力削減モードから運転停止状態への移行処理を中止した（ステップ S 3 0 6）後、マイコン 2 6 は、主回路コンデンサ 1 2 の端子間電圧が第 2 の閾値電圧（ V_{th2} ）以上であるか否かを調べる（ステップ S 3 0 7）。ここで、第 2 の閾値電圧（ V_{th2} ）は、第 1 の閾値電圧（ V_{th1} ）より大きい予め設定された閾値電圧であり、例えば室外機 1 で使用している電子部品の耐電圧の最小値よりも小さい値を設定すればよい。

[0069] 主回路コンデンサ 1 2 の端子間電圧が第 2 の閾値電圧（ V_{th2} ）未満である場合は（ステップ S 3 0 7 : No）、ステップ S 3 0 7 の処理を繰り返す。主回路コンデンサ 1 2 の端子間電圧が第 2 の閾値電圧（ V_{th2} ）以上である場合は（ステップ S 3 0 7 : Yes）、四方弁 3 3 を駆動する四方弁駆動回路 3 5 や電子膨張弁 3 4 を駆動する電子膨張弁駆動回路 3 6 など室外機 1 に実装されているアクチュエータの駆動回路を動作させることでこれらのアクチュエータを駆動する（ステップ S 3 0 8）。こうすることで、室外機 1 での消費電力が増加し、主回路コンデンサ 1 2 に蓄積されている電荷量を低減させることができる。それによって主回路コンデンサ 1 2 の端子間電圧が室外機 1 で使用している電子部品の耐電圧よりも大きくなならないようにすることができる。なお、アクチュエータの駆動に際しては、室外機 1 の全体動作に支障がない範囲での駆動に限定してもよい。例えば、電子膨張弁 3 4 の停止開度の変動すると不都合がある場合には、電子膨張弁 3 4 の開度が変動しない程度の通電を行うようにしてもよい。

- [0070] 駆動可能なアクチュエータを全て駆動すれば消費電力を最大にすることができ、駆動するアクチュエータの種類と個数を予め決めておき、マイコン26の内部の記憶部に駆動するアクチュエータの種類と個数に関する情報を保持するようにしてもよい。また、ROM等の外部記憶部（図示していない）にアクチュエータの種類と個数に関する情報を保持してマイコン26がこの外部記憶部の情報を入手するようにしてもよい。
- [0071] また、主回路コンデンサ12の端子間電圧の変化に応じて駆動するアクチュエータの種類と個数を変動させるようにしてもよい。例えば、主回路コンデンサ12の端子間電圧に対する第2の閾値電圧を複数設け（例えば $V_{th2A} < V_{th2B} < V_{th2C}$ とする）、主回路コンデンサ12の端子間電圧の電圧レベルによって駆動するアクチュエータを段階的に変更するようにしてもよい。例えば、主回路コンデンサ12の端子間電圧が V_{th2A} 以上 V_{th2B} 未満の時には四方弁駆動回路35を駆動し、 V_{th2B} 以上 V_{th2C} 未満の時にはさらに電子膨張弁駆動回路36を駆動し、 V_{th2C} 以上の時はさらに圧縮機モータ17に通電して拘束通電を行うようにしてもよい。なお、拘束通電とは回転停止中の圧縮機モータ17に対してインバータ主回路16をスイッチング動作させることにより、モータ17が回転駆動されないような条件でモータ17の巻き線に通電を行って、圧縮機を予備加熱する通電制御である。
- [0072] ステップS308でアクチュエータを駆動した後は、外風が止めば主回路コンデンサ12への充電が無くなり、主回路コンデンサ12の端子間電圧は次第に減少していく。そして、端子間電圧がDC/DCコンバータ回路25が動作しなくなるほどまで低下すれば、マイコン26も動作を停止し、室外機1は待機電力削減モードへと移行することになる。
- [0073] なお、ステップS308でアクチュエータを駆動した後に、主回路コンデンサ12の端子間電圧が所定の電圧以下になった時点で駆動しているアクチュエータの駆動を停止するようにしてもよい。こうすることで、アクチュエータの駆動停止を適切な手順で行うことができアクチュエータの損傷を防ぐ

ことができる。

[0074] 以上説明したように、本実施の形態の空気調和機では、外風起動時に主回路コンデンサ 1 2 の端子間電圧に対する第 2 の閾値電圧 (V_{th2}) 以上になった場合には室外機 1 のアクチュエータを駆動するようにしたので、主回路コンデンサ 1 2 の端子間電圧が所定の値より大きくなならないように制御することができる。これにより、主回路コンデンサ 1 2 等の電子部品の故障を回避することができる。

[0075] 実施の形態 4.

実施の形態 3 では、室外機 1 の起動が外風起動である場合には、室外機 1 が備えているアクチュエータを駆動することにより消費電力を増加させ、主回路コンデンサ 1 2 の端子間電圧を低下させることで室外機 1 を待機電力削減モードへと移行させるようにした。この際、駆動するアクチュエータとして圧縮機モータ 1 7 を選び、圧縮機モータ 1 7 の拘束通電を行うようにした場合、拘束通電による消費電力が大きい為、外風が止んでいないにもかかわらず主回路コンデンサ 1 2 の端子間電圧が DC / DC コンバータ回路 2 5 が動作しなくなるほどまで低下し、室外機 1 が待機電力削減モードへと移行してしまうことがありうる。そうすると待機電力削減モード移行後すぐに主回路コンデンサ 1 2 が充電されるので、室外機 1 の外風起動が行われる。そして、外風起動後、再度、図 8 に示したフローがステップ S 3 0 1 から繰り返されることになる。こうして、外風によりモータ 1 7 が回転し続ける期間中、室外機 1 の外風起動と、待機電力削減モードへと移行とが何度も繰り返されることになる。その結果、主回路コンデンサ 1 2 が充放電を繰り返すことでコンデンサ寿命が短くなる恐れがあり、製品寿命の観点から好ましくない。そこで本実施の形態では、外風起動時にアクチュエータを駆動した後は、外風によりモータ 1 7 が回転し続ける期間中には室外機 1 が待機電力削減モードへと移行しないようにした。

[0076] 実施の形態 4 における空気調和機について、図 9 の動作フロー図に基づいて動作を説明する。なお、図 9 の動作フローのステップ S 3 0 1 ~ S 3 0 8

は、実施の形態3での図8のステップS301～S308と同じ処理であるので説明を省略し、ステップS309～S311の処理を中心に説明する。

[0077] ステップS308でアクチュエータの駆動を開始した後、出力電圧検出回路28が検出した主回路コンデンサ12の端子間電圧と予め設定した第3の閾値電圧 (V_{th3}) とを比較する (ステップS309)。ここで、第3の閾値電圧 (V_{th3}) は第1の閾値電圧 (V_{th1}) より大きく、かつ第2の閾値電圧 (V_{th2}) より小さい予め設定された閾値電圧 ($V_{th2} > V_{th3} > V_{th1}$) である。一例として、第3の閾値電圧 (V_{th3}) は交流電源3の実効値の $\sqrt{2}$ 倍とすればよい。

[0078] 比較の結果、主回路コンデンサ12の端子間電圧が第3の閾値電圧 (V_{th3}) より大きい場合には (ステップS309: No)、主回路コンデンサ12の端子間電圧の監視を継続する。主回路コンデンサ12の端子間電圧が第3の閾値電圧 (V_{th3}) 以下の場合には (ステップS309: Yes)、回転数検出回路32が検出したファンモータ30の回転数と予め設定した第2の閾値回転数 (R_{th2}) とを比較する (ステップS310)。ここで、第2の閾値回転数 (R_{th2}) は第1の閾値回転数 (R_{th1}) より小さい予め設定された閾値回転数である。

[0079] 比較の結果、ファンモータ30の回転数が第2の閾値回転数 (R_{th2}) 以下である場合には (ステップS310: Yes)、外風が止んでいると判断する。この後は、外風が止んだことで、主回路コンデンサ12への充電が無くなり、主回路コンデンサ12の端子間電圧は次第に減少していく。そして、端子間電圧がDC/DCコンバータ回路25が動作しなくなるほどまで低下すれば、マイコン26も動作を停止し、室外機1は待機電力削減モードへと移行することになる。

[0080] 一方、ファンモータ30の回転数が第2の閾値回転数 (R_{th2}) より大きい時は (ステップS310: No)、外風が止んでいないと判断する。そして、ステップS308で駆動を開始したアクチュエータのいくつか又は全部について駆動を停止する (ステップS311)。その後はステップS30

7に戻ってステップS307～S311の処理を繰り返す。

[0081] なお、ステップS311の処理において、主回路コンデンサ12の端子間電圧の大きさに応じて、駆動停止するアクチュエータの種類を変えたり、駆動停止するアクチュエータの個数を変化させたりすることで、アクチュエータ駆動による電力消費量を調整するようにしてもよい。アクチュエータ駆動による電力消費量を調整することで、主回路コンデンサ12の端子間電圧が第3の閾値電圧（ V_{th3} ）より小さい状態から第2の閾値電圧（ V_{th2} ）より大きい状態へ急激に遷移しないようにすることができ、その結果、主回路コンデンサ12の充放電回数を少なくすることができる。

[0082] また、ステップS308において、消費電力が所定値よりも大きなアクチュエータは駆動しないようにしてもよい。そうすることにより、アクチュエータ駆動により主回路コンデンサ12の端子間電圧が第3の閾値電圧（ V_{th3} ）以下の状態になる発生頻度を低減することができる。消費電力が大きい大きなアクチュエータの例は圧縮機モータ17であり、圧縮機モータ17に通電して拘束通電を行うことはしないようにしてもよい。

[0083] 以上説明したように、本実施の形態の空気調和機では、外風起動時にアクチュエータを起動した後に、主回路コンデンサ12の端子間電圧が第3の閾値電圧（ V_{th3} ）以下であり、かつファンモータ30の回転数が第1の閾値回転数（ R_{th1} ）より小さい予め設定された第2の閾値回転数（ R_{th2} ）より大きい時には、アクチュエータの駆動を停止させるようにしたので、外風起動と待機電力削減モードへの移行とを何度も繰り返す現象を回避することができる。これにより、主回路コンデンサ12の寿命劣化等の電子部品の劣化を防止することができる。

符号の説明

[0084] 1 室外機、2 室内機、3 交流電源、4 ノイズフィルタ、5 リレー、6 コンデンサ、7 全波整流回路（DB）、8 コンバータ主回路、9 リアクタ、10 スイッチング素子、11 逆流防止用ダイオード、12 主回路コンデンサ、13 PTCサーミスタ、14 リレー、15 逆流

防止用ダイオード、１６ インバータ主回路、１７ 圧縮機モータ、１８
リレー、１９ 抵抗素子、２０ ダイオード、２１ 平滑コンデンサ、２２
室外起動リレー、２３ リレー、２４ ＰＴＣサーミスタ、２５ ＤＣ／
ＤＣコンバータ回路、２６ マイコン、２７ ダイオード、２８ 出力電圧
検出回路、２９ 室外ファン、３０ ファンモータ、３１ 回転数指示出力
回路、３２ 回転数検出回路、３３ 四方弁、３４ 電子膨張弁、３５ 四
方弁駆動回路、３６ 電子膨張弁駆動回路