

(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2013-198243
(P2013-198243A)

(43) 公開日 平成25年9月30日(2013.9.30)

(51) Int.Cl.
H02P 27/06 (2006.01)

F I
H02P 7/63 303V

テーマコード(参考)
5H505

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2012-61566(P2012-61566)
(22) 出願日 平成24年3月19日(2012.3.19)

(71) 出願人 399048917
日立アプライアンス株式会社
東京都港区海岸一丁目16番1号
(74) 代理人 100064414
弁理士 磯野 道造
(74) 代理人 100111545
弁理士 多田 悦夫
(72) 発明者 吉田 嘉雄
栃木県栃木市大平町富田800番地 日立
アプライアンス株式会社内
(72) 発明者 梅下 貴明
栃木県栃木市大平町富田800番地 日立
アプライアンス株式会社内

最終頁に続く

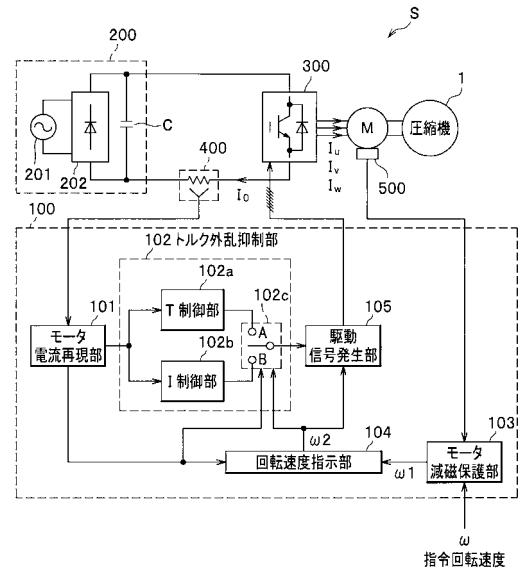
(54) 【発明の名称】 モータ制御装置、及びこれを用いたモータ駆動装置、圧縮機、冷凍装置、空気調和機、並びにモータ制御方法

(57) 【要約】

【課題】モータを安定的に駆動させつつ、モータが有する永久磁石の減磁抑制を適切に行う。

【解決手段】直流電源200からインバータ300に入力される直流電圧を交流電圧に変換し、インバータ300に接続されるモータMの駆動を制御するモータ制御装置100であって、モータMは、低温で減磁しやすい低温減磁特性の永久磁石を有し、モータ温度検出器500によって検出されるモータMの温度が、当該モータMの減磁特性に基づいて定められる第1所定値以下である場合に、モータMの電流変動を抑制する電流変動抑制制御を実行する。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

直流電源からインバータに入力される直流電圧を交流電圧に変換し、前記インバータに接続されるモータの駆動を制御するモータ制御装置であって、

前記モータは、低温で減磁しやすい低温減磁特性の永久磁石を有し、

モータ温度検出手段によって検出される前記モータの温度が、当該モータの減磁特性に基づいて定められる第 1 所定値以下である場合に、前記モータの電流変動を抑制する電流変動抑制制御を実行すること

を特徴とするモータ制御装置。

【請求項 2】

前記モータのトルク変動を抑制するトルク変動抑制制御部と、

前記電流変動抑制制御を実行する電流変動抑制制御部と、

前記モータ温度検出手段によって検出される前記モータの温度が前記第 1 所定値以下である場合、前記モータの指令回転速度を、前記電流変動抑制制御を実行することが可能な補正指令回転速度とすることによって減磁保護処理を実行するモータ減磁保護部と、

前記モータの回転速度に応じて前記トルク変動抑制制御部による処理と、前記電流変動抑制制御による処理と、を切り替える切替部と、を備えること

を特徴とする請求項 1 に記載のモータ制御装置。

【請求項 3】

前記モータ減磁保護部は、

前記減磁保護処理を、前記モータの駆動開始から所定時間実行すること

を特徴とする請求項 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 4】

前記モータ減磁保護部は、

前記モータ温度検出手段によって検出される前記モータの温度に応じて、前記減磁保護処理を実行する前記所定時間を設定すること

を特徴とする請求項 3 に記載のモータ制御装置。

【請求項 5】

前記モータ減磁保護部は、

前記モータ温度検出手段から入力される前記モータの動作温度が、前記第 1 所定値よりも高い第 2 所定値以上となった場合に、前記減磁保護処理を終了すること

を特徴とする請求項 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 6】

前記減磁保護処理が終了した後は、外部から入力される指令回転速度に従って前記モータを駆動させること

を特徴とする請求項 2 から請求項 5 のいずれか一項に記載のモータ制御装置。

【請求項 7】

前記永久磁石はフェライト磁石であること

を特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載のモータ制御装置。

【請求項 8】

直流電源から入力される直流電圧を交流電圧に変換するインバータと、前記インバータに接続されるモータの温度を検出するモータ温度検出手段と、前記インバータの駆動を制御する制御手段と、を備え、前記インバータからの交流電力によって前記モータを駆動させるモータ駆動装置であって、

前記モータは、低温で減磁しやすい低温減磁特性の永久磁石を有し、

前記制御手段は、前記モータ温度検出手段によって検出される前記モータの温度が、当該モータの減磁特性に基づいて定められる第 1 所定値以下である場合に、前記モータの電流変動を抑制する電流変動抑制制御を実行すること

を特徴とするモータ駆動装置。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

外気温度を検出する外気温度検出手段をさらに備え、
前記制御手段は、

前記外気温度検出手段によって検出される外気温度が第3所定値以下であり、かつ、前記モータ温度検出手段によって検出される前記モータの温度が前記第1所定値以下である場合に、前記モータの電流変動を抑制する電流変動抑制制御を実行すること

を特徴とする請求項8に記載のモータ駆動装置。

【請求項10】

請求項8又は請求項9に記載の前記モータ駆動装置を備え、当該モータ駆動装置によって前記モータを駆動し、当該駆動によって流体を圧縮する圧縮機構を有すること
を特徴とする圧縮機。

10

【請求項11】

前記モータ温度検出手段は、前記モータの巻線温度、前記圧縮機の外郭温度、又は前記圧縮機の吐出配管温度を前記モータの温度として検出すること
を特徴とする請求項10に記載の圧縮機。

【請求項12】

前記圧縮機構は、ロータリ式、レシプロ式、又はスクロール式であること
を特徴とする請求項10又は請求項11に記載の圧縮機。

【請求項13】

請求項10から請求項12のいずれか一項に記載の圧縮機と、室外熱交換器と、膨張弁と、室内熱交換器と、が環状に配管で接続され、ヒートポンプサイクルを構成すること
を特徴とする冷凍装置。

20

【請求項14】

請求項10から請求項12のいずれか一項に記載の圧縮機と、室外熱交換器と、膨張弁と、室内熱交換器と、四方弁と、が配管で接続され、ヒートポンプサイクルを構成すること
を特徴とする空気調和機。

【請求項15】

直流電源からインバータに入力される直流電圧を交流電圧に変換し、前記インバータに接続されるモータの駆動を制御するモータ制御方法であって、

前記モータは、低温で減磁しやすい低温減磁特性の永久磁石を有し、

30

前記モータの温度が、当該モータの減磁特性に基づいて定められる第1所定値以下である場合に、前記モータの電流変動を抑制する電流変動抑制制御を実行すること

を特徴とするモータ制御方法。

【請求項16】

前記モータのトルク変動を抑制するトルク変動抑制制御と、前記電流変動抑制制御を実行する電流変動抑制制御と、を前記モータの回転速度に応じて切り替えるモータ制御処理と、

前記モータの動作温度が前記第1所定値以下である場合、前記モータの指令回転速度を、前記電流変動抑制制御を実行することが可能な所定回転速度以上とする減磁保護処理と、
を実行すること

40

を特徴とする請求項15に記載のモータ制御方法。

【請求項17】

前記減磁保護処理を、前記モータの駆動開始から所定時間実行すること

を特徴とする請求項16に記載のモータ制御方法。

【請求項18】

前記モータの温度に応じて、前記減磁保護処理を実行する前記所定時間が設定されること

を特徴とする請求項17に記載のモータ制御方法。

【請求項19】

前記モータの動作温度が、前記第1所定値よりも高い第2所定値以上となった場合に、

50

前記減磁保護処理を終了すること

を特徴とする請求項 18 に記載のモータ制御方法。

【請求項 20】

前記減磁保護処理が終了した後は、外部から入力される指令回転速度に従って前記モータを駆動させること

を特徴とする請求項 16 から請求項 19 のいずれか一項に記載のモータ制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ制御装置、及びこれを用いたモータ駆動装置、圧縮機、冷凍装置、空気調和機、並びにモータ制御方法に関する。 10

【背景技術】

【0002】

圧縮機に設置されたモータが回転する際に、当該圧縮機の固有振動数に応じたトルク変動がモータで周期的に起こることが知られている。このようなトルク変動が発生した場合、圧縮機で振動や騒音が発生するため、トルク変動を抑制することが求められる。

上記問題に対処する技術として、例えば、特許文献 1 には、低速回転時など負荷変動が大きい場合にはトルク変動抑制制御を行い、通常運転時には電流変動抑制制御を行う技術について記載されている。

【0003】

ちなみに、トルク変動抑制制御とは、モータの負荷トルクの変動分を算出し、当該変動分を打ち消すように電流指令値を補正する制御である。また、電流変動抑制制御とは、モータに流れるモータ電流の変動分を算出し、当該変動分を打ち消すように電流指令値を補正する制御である。 20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 166690 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】 30

【0005】

ところで、モータに用いられる永久磁石は、使用温度及びモータに流れる電流（以下、モータ電流と記す）によって、減磁が起こる場合がある。なお、「減磁」とは、磁石の渦電流損による温度上昇や、コイルに流れる電流による逆磁界などによって、磁石全体の磁気モーメントが減少する現象である。

例えば、フェライト系の永久磁石は低温の環境下で減磁しやすい特性（すなわち、低温減磁特性）を有している。したがって、このような永久磁石を有するモータに低温環境下で大きな電流を流すと、減磁が起こってモータが劣化してしまう可能性がある。

ちなみに、近年、レアメタルの安定的な供給が困難となっており、安価なフェライト磁石が注目されている。 40

【0006】

前記した特許文献 1 に記載の技術では、モータの減磁が起こる可能性について考慮していない。また、モータを低速で回転させる場合にはトルク変動抑制制御を行うが、これによってモータに流れる電流のピーク値（以下、ピーク電流と記す）が大きくなる。

そうすると、特許文献 1 に記載の技術において、フェライト系の永久磁石を有するモータを低温環境で使用する際にモータを継続的に低速回転で駆動させると、モータの永久磁石が減磁してしまう可能性が高くなる。

【0007】

また、特許文献 1 に記載の技術において、フェライト系の永久磁石をモータに使用し、モータの減磁抑制を実施した場合でも、次のような問題が生じる。すなわち、モータの減 50

磁を防止するために減磁電流保護閾値を設定すると、低速回転時などトルク変動が大きいときは、前記したトルク変動抑制制御を行うことによってモータのピーク電流が高くなる。そうすると、モータ電流が前記した減磁電流保護閾値を超えてしまい、モータが停止してしまうという問題が生じる。

【0008】

そこで、本発明の課題は、モータを安定的に駆動させつつ、モータが有する永久磁石の減磁抑制を適切に行うことにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記課題を達成するために、本発明は、直流電源からインバータに入力される直流電圧を交流電圧に変換し、前記インバータに接続されるモータの駆動を制御するモータ制御装置であって、前記モータは、低温で減磁しやすい低温減磁特性の永久磁石を有し、モータ温度検出手段によって検出される前記モータの温度が、当該モータの減磁特性に基づいて定められる第1所定値以下である場合に、前記モータの電流変動を抑制する電流変動抑制制御を実行することを特徴とする。

10

本発明のその他の態様については、後記する実施の形態において説明する。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、モータを安定的に駆動させつつ、モータが有する永久磁石の減磁抑制を適切に行うことができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の第1実施形態に係るモータ制御装置を用いた空気調和機の室内機、室外機、及びリモコンの正面図である。

【図2】空気調和機のシステム構成図である。

【図3】圧縮機に設置されたモータを駆動させるモータ駆動装置を含む構成図である。

【図4】低温減磁特性を有する永久磁石を用いたモータにおいて、モータ巻線温度に対するモータ減磁電流、及びモータ減磁保護閾値の変化を示す特性図である。

【図5】モータ減磁保護部の処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】モータ制御装置によって駆動が制御されるモータの実回転速度の時間的変化を示す説明図であり、(a)はモータの指令回転速度が回転速度下限値よりも小さい場合であり、(b)はモータの指令回転速度が回転速度下限値以上である場合である。

30

【図7】トルク外乱抑制制御(I制御)を実行しない場合と、トルク外乱抑制制御(I制御)を実行した場合とにおいて、モータの回転速度とピーク電流との関係を示す説明図である。

【図8】モータ電流の時間的変化を示す波形図であり、(a)はトルク外乱抑制制御(I制御)を実行しない場合であり、(b)はトルク外乱抑制制御(I制御)を実行した場合である。

【図9】本発明の第2実施形態に係るモータ制御装置におけるモータ減磁保護部の処理の流れを示すフローチャートである。

40

【図10】本発明の第3実施形態に係るモータ制御装置におけるモータ減磁保護部の処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】本発明の第4実施形態に係るモータ制御装置を用いた冷凍装置のシステム構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態について、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。

【0013】

第1実施形態

50

< 空気調和機の構成 >

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るモータ制御装置を用いた空気調和機の室内機、室外機、及びリモコンの正面図である。

空気調和機 A は、室内機 I u と、室外機 O u と、リモコン R e と、を備えている。室内機 I u と室外機 O u とは冷媒配管 L (図 2 参照) で接続されると共に、通信ケーブル (図示せず) を介して互いに情報を送受信するようになっている。

リモコン R e はユーザによって操作され、室内機 I u のリモコン受信部 K に対して赤外線信号を送信する。当該信号の内容は、運転要求、設定温度の変更、タイマ、運転モードの変更、停止要求などの指令である。空気調和機 A は、これらの信号に基づいて、冷房モード、暖房モード、除湿モードなどの空調運転を行う。

10

【 0 0 1 4 】

図 2 は、空気調和機のシステム構成図である。室内機 I u は、膨張弁 4 と、室内熱交換器 5 と、室内ファン 5 a と、室内制御装置 1 0 0 a と、を備えている。また、室外機 O u は、圧縮機 1 と、四方弁 2 と、室外熱交換器 3 と、室外ファン 3 a と、室外制御装置 1 0 0 b と、を備えている。

また、圧縮機 1 と、四方弁 2 と、室外熱交換器 3 と、膨張弁 4 と、室内熱交換器 5 とは冷媒配管 L で接続され、ヒートポンプサイクルを構成している。

【 0 0 1 5 】

なお、室外機 O u に設置される圧縮機 1 は、例えばシングルロータリ式であり、モータ M (図 3 参照) の回転に伴って駆動するようになっている。室内制御装置 1 0 0 a は、リモコン受信部 K (図 1 参照) を介してリモコン R e からの赤外線信号を受信すると、室外制御装置 1 0 0 b との間で相互に通信を行いつつ、前記赤外線信号に対応する運転モード (暖房運転、冷房運転など) の空調運転を行うようになっている。

20

【 0 0 1 6 】

例えば、ユーザの操作によりリモコン R e から冷房運転の指令信号を受信すると、通信線を介して室内制御装置 1 0 0 a から通信線を介して室外制御装置 1 0 0 b に前記指令信号が入力され、圧縮機 1 に設置されているモータ M (図 3 参照) を所定の回転速度で回転させる (図 2 の破線を参照) 。また、室内制御装置 1 0 0 a は室内ファン 5 a のモータ (図示せず) を回転させ、室外制御装置 1 0 0 b は室外ファン 3 a のモータ (図示せず) を回転させる。

30

【 0 0 1 7 】

そして、冷房運転を行う際に室外制御装置 1 0 0 b は、室外熱交換器 3 を凝縮器として機能させ、室内熱交換器 5 を蒸発器として機能させるように四方弁 2 を切り替えて、図の実線矢印で示す向きに冷媒を通流させ、室内制御装置 1 0 0 a は膨張弁 4 の開度 (絞り) を制御する。このようにして、空気調和機 A は、ヒートポンプサイクルを用いて冷房運転を行う。

一方、暖房運転を行う際に、室外制御装置 1 0 0 b は、図の実線矢印で示す向きとは逆向きに冷媒を通流させるように四方弁 2 を切り替えて暖房運転を行う。なお、暖房運転及び冷房運転における各機器の機能については周知であるから、詳細な説明を省略する。

また、以下の説明において、圧縮機 1 のモータ M を駆動させる制御装置 (室外制御装置 1 0 0 b) を、「モータ制御装置 1 0 0 」と記すことがあるものとする。

40

【 0 0 1 8 】

< モータ駆動装置の構成 >

図 3 は、圧縮機に設置されたモータの駆動を制御するためのモータ駆動装置を含む構成図である。

図 3 に示すモータ駆動装置 S は、直流電源 2 0 0 から入力される直流電圧を交流電圧に変換するインバータ 3 0 0 と、インバータ 3 0 0 に接続されるモータ M の温度を検出するモータ温度検出器 5 0 0 (モータ温度検出手段) と、インバータ 3 0 0 の駆動を制御するモータ制御装置 1 0 0 (制御手段) と、を備えている。

【 0 0 1 9 】

50

直流電源 200 は、交流電源 201 から入力される交流電圧を直流電圧に変換するコンバータ 202 と、コンバータ 202 の出力側に並列に接続され、コンバータ 202 から出力される電圧の脈動成分を平滑化する平滑コンデンサ C と、を備えている。

また、直流電源 200 の出力側には、インバータ 300 が接続されている。インバータ 300 は、複数のスイッチング素子（図示せず）を有し、駆動信号発生部 105 から入力される PWM（Pulse Width Modulation）信号に従って、それぞれのスイッチング素子の ON/OFF を切り替え、所定の三相交流電圧をモータ M に出力する。そして、当該三相交流電圧に応じた三相交流電流（ I_u 、 I_v 、 I_w ）をモータ M の電機子（図示せず）に流入させ、回転磁界を発生させる。

なお、インバータ 300 が有するスイッチング素子として、例えば、IGBT（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）を用いることができる。

10

【0020】

モータ M は、例えば、永久磁石型同期モータであり、三相巻線を介してインバータ 300 と接続されている。すなわち、モータ M は、三相巻線に流入する交流電流によって生じる回転磁界によって、永久磁石（図示せず）を吸引することにより回転する。

モータ M の回転軸は、負荷である圧縮機 1 の主軸に固定され、モータ M の駆動に伴って圧縮機 1 も駆動するようになっている。ちなみに、圧縮機 1 として、ピストンを回転運動させるロータリ式の圧縮機その他、2 つの渦巻き体の一方を円運動させるスクロール式の圧縮機、ピストンを往復運動させるレシプロ式の圧縮機などを用いることができる。

また、本実施形態では、モータ M が有する永久磁石として、低温で減磁しやすい低温減磁特性をもつフェライト磁石を用いることとする。低温減磁特性の詳細については後記する。

20

【0021】

電流検出器 400 は、コンバータ 202 とインバータ 300 との間の母線に直列に接続され、インバータ 300 からの電流 I_0 を検出してモータ電流再現部 101 に時々刻々と出力する。

また、モータ温度検出器 500（モータ温度検出手段）がモータ M に設置され、モータ M の巻線温度を検出して時々刻々とモータ減磁保護部 103 に出力する。

【0022】

<モータ制御装置の構成>

モータ制御装置 100（制御手段）は、直流電源 200 からインバータ 300 に入力される直流電圧を交流電圧に変換することによって、インバータ 300 に接続されるモータ M の駆動を制御する。

モータ制御装置 100 は、モータ電流再現部 101 と、トルク外乱抑制部 102 と、モータ減磁保護部 103 と、回転速度指示部 104 と、駆動信号発生部 105 と、を備えている。モータ制御装置 100 の処理は、例えば、マイコン（Microcomputer：図示せず）により実行される。すなわち、モータ制御装置 100 は、CPU（Central Processing Unit）、ROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）、各種インタフェースなどの電子回路（図示せず）を含んで構成され、ROM に記憶されたプログラムを読み出して RAM に展開し、CPU が各種処理を実行するようになっている。

30

40

【0023】

モータ電流再現部 101 は、電流検出器 400 から入力される検出信号に基づいて、モータ M に流れるモータ電流を再現し、トルク外乱抑制部 102 に出力する。

トルク外乱抑制部 102 は、モータ電流再現部 101 から入力されるモータ電流と、回転速度指示部 104 から入力される補正指令回転速度 ω_2 とに基づいて、トルク外乱に起因するトルク変動又電流変動を抑制するための補正信号を駆動信号発生部 105 に出力する。なお、トルク外乱抑制部 102 が行う処理の詳細については、後記する。

【0024】

モータ減磁保護部 103 は、モータ温度検出器 500 から入力される温度情報と、外部から入力される指令回転速度 ω_1 とに基づいて、モータ M の減磁を抑制するための補正指令

50

回転速度 1 を算出する。そして、モータ減磁保護部 103 は、算出した補正指令回転速度 1 を回転速度指示部 104 に出力する。

【0025】

ちなみに、外部から入力される指令回転速度 は、リモコン Re (図 1 参照) から入力される設定温度及び運転モード、各種センサから入力される室外温度及び室内温度などに基づいて、室内制御装置 100a が備える温調用のマイコンにより設定される値である。例えば、暖房時、リモコン Re から設定温度を上げる指令信号を受信した場合、室内制御装置 100a は、指令回転速度 の値を大きくする。

なお、モータ減磁保護部 103 が行う処理の詳細については後記する。

【0026】

回転速度指示部 104 は、モータ減磁保護部 103 から入力される補正指令回転速度 1 を、モータ電流再現部 101 から入力されるモータ電流に基づいて補正し、補正指令回転速度 2 を算出し、切替部 102c 及び駆動信号発生部 105 にそれぞれ出力する。なお、回転速度指示部 104 は、モータ M が備える永久磁石の磁束位置と、モータ制御装置 100 の内部で仮定している磁束位置との誤差である軸誤差を推定し、当該推定値に基づいて前記した補正指令回転速度 2 を算出する。

【0027】

駆動信号発生部 105 は、回転速度指示部 104 から入力される補正指令回転速度 2 と、トルク外乱抑制部 102 から入力される制御信号とに基づいて PWM 信号を生成し、インバータ 300 に出力する。

【0028】

トルク外乱抑制部 102 は、トルク変動抑制制御部 102a (以下、T 制御部と記す) と、電流変動抑制制御部 102b (以下、I 制御部と記す) と、を有している。

T 制御部 102a は、周期的に変動するモータ M の負荷トルクを抑制するために、モータ電流再現部 101 によって再現されるモータ電流からトルク変動分 (トルク脈動分) を算出し、トルク変動を抑制するための補正信号を生成する。そして、T 制御部 102a は切替部 102c を介して、前記した補正信号を駆動信号発生部 105 に出力する。

このように、トルク変動抑制制御を行うことによって、モータ M が低速回転している際のトルク外乱に起因する振動や脱調などを防止することができる。

【0029】

I 制御部 102b は、モータ電流再現部 101 によって再現されるモータ電流の変動分 (電流脈動分) を算出し、この変動分を打ち消すための補正信号を生成する。そして、I 制御部 102b は切替部 102c を介して、前記した補正信号を駆動信号発生部 105 に出力する。

このように、電流変動抑制制御を行うことによって、モータ電流を正弦波電流に近づけて電流変動を抑制するとともに、有効電流を増加させることができる。

【0030】

切替部 102c は、回転速度指示部 104 から入力される補正指令回転速度 2 と、モータ電流再現部 101 から入力される電流情報とに基づいて、モータ M の実回転速度 r を推定する。そして、切替部 102c は、推定したモータ M の実回転速度に基づいて、T 制御部 102a から入力される補正信号と、I 制御部 102b から入力される補正信号のうちいずれかを選択し、駆動信号発生部 105 に出力する。

すなわち、モータの実回転速度 r が所定範囲 ($K1 < r < K2$: 図 6 参照) である場合、切替部 102c は、T 制御部 102a からの補正信号を駆動信号発生部 105 に出力する。

【0031】

一方、モータの実回転速度が所定回転速度 $K2$ 以上 ($K2 < r$: 図 6 参照) である場合、切替部 102c は、I 制御部 102b からの補正信号を駆動信号発生部 105 に出力する。つまり、切替部 102c は、モータ M が低速回転で駆動している場合には A 接点 (図 3 参照) に切り替え、モータ M が高速回転で駆動場合には B 接点 (図 3 参照) に切り替

10

20

30

40

50

えるようになっている。

【 0 0 3 2 】

< 永久磁石の減磁特性と温度閾値の設定 >

図 4 は、低温減磁特性を有する永久磁石を用いたモータにおいて、モータの巻線温度に対するモータ減磁電流、及びモータ減磁保護閾値の変化を示す特性図である。

永久磁石は過度の逆磁界に曝されると減磁を起こして磁性が弱くなり、磁石の特性が劣化する。すなわち、モータ M に使用されているコイルに過大な電流が流れると、当該電流によって生じる逆磁界の影響で減磁が起こる。したがって、モータ M に過電流が流入しないようにする必要がある。

【 0 0 3 3 】

なお、「モータ減磁電流」とは、所定温度においてモータ電流を除々に増加させた場合に、モータ M が有する永久磁石で減磁が生じる際のモータ電流値である。図 4 に示すように、低温減磁特性を有する永久磁石は、その温度が低くなるにしたがってモータ減磁電流の値が小さくなる（つまり、減磁しやすくなる）。

ちなみに、低温減磁特性を有する永久磁石として、例えば、フェライト磁石が挙げられる。

【 0 0 3 4 】

また、「モータ減磁電流保護閾値」とは、前記した永久磁石の減磁を防止するために、モータ減磁電流より小さくなるように設定される電流閾値であり、モータ巻線温度が低温になるにしたがってモータ減磁電流保護閾値が小さくするように設定されている。ちなみに、図 4 に示す例では、マイコン処理を簡略化するために、モータ減磁保護閾値の温度特性を複数の線分で表している。

【 0 0 3 5 】

また、図 4 に示すモータ電流 I_{t_h} は、トルク変動抑制制御でモータ M を駆動する際に生じる電流ピーク値であり、予め実験等によって取得された値である。

本実施形態に係るモータ制御装置 100 では、モータ温度検出器 500 から入力されるモータ巻線温度が、温度閾値 T_{t_h} （図 4 では、10）を下回る環境において、モータ減磁保護閾値 I_{t_h} （図 4 では、15 A）以上のモータ電流が流れないようにし、永久磁石の減磁を防止している。すなわち、温度閾値 T_{t_h} は、モータ M の減磁特性に基づいて定められる所定値（第 1 所定値）である。

【 0 0 3 6 】

例えば、モータ巻線温度が 10 以下となっている環境下において、電流変動が大きいトルク変動抑制制御を継続的に行った場合、モータ電流がモータ減磁保護閾値（15 A）を超える可能性が高くなる（図 4 参照）。これは、低温減磁特性の永久磁石をモータ M に用いる場合に、低温環境におけるモータ減磁電流の値が小さくなり、それに対応してモータ減磁保護閾値も小さく設定されるためである。

【 0 0 3 7 】

なお、モータ電流がモータ減磁保護閾値 I_{t_h} を超えた場合には、モータ制御装置 100 がモータ M の駆動を停止させるため、これに伴って圧縮機 1 の駆動も停止する。したがって、空気調和機 A の快適性が損なわれる虞がある。

このような事態を回避するために、本実施形態では、モータ M の巻線温度が、所定のモータ電流 I_{t_h} に対応する温度閾値 T_{t_h} （第 1 所定値）を下回る場合、速やかに I 制御に移行してモータ M の温度を上昇させつつ減磁を抑制する。

【 0 0 3 8 】

< モータ減磁保護部の処理 >

次に、図 5 に示すフローチャートを用いてモータ減磁保護部 103 の処理の流れを説明する。

ステップ S 101 においてモータ減磁保護部 103 は、外部（つまり、温調用のマイコン）から指令回転速度 ω が入力されているか否かを判定する。外部から指令回転速度 ω が入力されていない場合（S 101 No）、モータ減磁保護部 103 の処理はステップ S

10

20

30

40

50

102に進む。ちなみに、指令回転速度 ω が入力されていない場合とは、空気調和機Aの運転が停止しており、リモコンReから室内制御装置100aに指令信号(予約運転を含む)が入力されていない状態である。一方、外部から指令回転速度 ω が入力されている場合(S101 Yes)、モータ減磁保護部103の処理はステップS103に進む。

【0039】

ステップS102においてモータ減磁保護部103は、モータMの駆動開始からの経過時間をクリアする。

ステップS103においてモータ減磁保護部103は、モータ減磁保護中であるか否かを判定する。なお、「モータ減磁保護中」である状態とは、モータMの減磁を抑制するために、補正指令回転速度 ω_1 を目標値としてモータMを駆動させ、電流変動を抑制するI制御を行いつつモータ温度を上昇させる処理を意味している。

10

【0040】

モータ減磁保護中である場合(S103 Yes)、モータ減磁保護部103の処理はステップS106に進む。一方、モータ減磁保護中でない場合(S103 No)、モータ減磁保護部103の処理はステップS104に進む。

ステップS104においてモータ減磁保護部103は、モータ温度検出器500から入力されるモータ巻線温度が、モータ巻線温度閾値 T_{th} (第1所定値:図4参照)以下であるか否かを判定する。

【0041】

モータ巻線温度が温度閾値 T_{th} 以下である場合(S104 Yes)、モータ減磁保護部103の処理はステップS105に進む。一方、モータ巻線温度が温度閾値 T_{th} より高い場合(S104 No)、モータ減磁保護部103の処理はステップS107に進む。

20

ステップS105においてモータ減磁保護部103は、モータ減磁保護中を示すフラグを立てる(つまり、モータ減磁保護中としてセットする)。

次に、ステップS106においてモータ減磁保護部103は、モータMの駆動開始からの経過時間が、回転速度補正時間閾値 t_{th} に達しているか否かを判定する。なお、回転速度補正時間閾値 t_{th} とは、モータMに電流が流れることによって、モータMの巻線温度が温度閾値 T_{th} 以上となる所定時間である(図4参照)。

【0042】

30

モータMの駆動開始からの経過時間が回転速度補正時間閾値 t_{th} に達している場合(S106 No)、モータ減磁保護部103の処理はステップS107に進む。一方、運転開始からの経過時間が回転速度補正時間閾値 t_{th} に達していない場合(S106 Yes)、減磁保護部の処理はステップS108に進む。

ステップS107において、モータ減磁保護部103は、モータ減磁保護中のフラグをクリア(解除)する。

ステップS108においてモータ減磁保護部103は、モータMの駆動開始からの経過時間を更新する。

【0043】

ステップS109においてモータ減磁保護部103は、外部から入力される指令回転速度 ω が、回転速度下限値 ω_L より小さいか否かを判定する。なお、回転速度下限値 ω_L とは、I制御を行うことができる領域(つまり、I制御を行うことが可能となる、モータ回転速度K2以上の領域2;図6(a),(b)参照)の中で、予め設定される所定回転速度である。

40

指令回転速度 ω が回転速度下限値 ω_L より小さい場合(S109 Yes)、モータM減磁保護部103の処理はステップS110に進む。一方、指令回転速度 ω が回転速度下限値 ω_L 以上である場合(S109 No)、モータ減磁保護部103の処理はステップS111に進む。

【0044】

ステップS110においてモータ減磁保護部103は、補正指令回転速度 ω_1 を、前記

50

した回転速度下限値 ω_L に設定する。また、ステップ S 1 1 1 においてモータ減磁保護部 1 0 3 は、補正指令回転速度 ω_1 を、外部から入力される指令回転速度 ω に設定する。

このようにして、モータ減磁保護部 1 0 3 は、図 5 に示す処理を所定周期で行い、補正指令回転速度 ω_1 を時々刻々と回転速度指示部 1 0 4 に出力する。

【0045】

図 6 (a) , (b) は、モータ制御装置 1 0 0 によって駆動を制御されるモータ M の実回転速度の時間的変化を示す説明図である。なお、図 6 (a) , (b) に示す領域 1 (モータ M の実回転速度 ω_r が、 $K_1 < \omega_r < K_2$ である領域) は、T 制御部 1 0 2 a (図 3 参照) によってトルク変動抑制制御を行う領域である。一方、領域 2 (モータの実回転速度 ω_r が K_2 以上である領域) は、I 制御部 1 0 2 b による電流変動抑制制御を行う領域である。

10

【0046】

図 6 (a) は、モータの指令回転速度が回転速度下限値よりも小さい (つまり、図 5 のステップ S 1 0 9 Yes となる) 場合である。

図 6 (a) に示すように、モータ制御装置 1 0 0 は、モータ M の駆動開始から回転速度下限値 ω_L を目標回転速度としてモータ M を加速させる (時刻 0 ~ t_1) 。ちなみに、モータ M の誘起電圧を検出することによる位置センサレス制御が可能となる回転速度 K_1 までは、モータ M を強制運転して加速させる。

また、前記したように、回転速度下限値 ω_L とは、I 制御が可能となる領域 2 において予め設定される所定の回転速度である。図 6 (a) に示すように、指令回転速度 ω が回転速度下限値 ω_L を下回っている場合、モータ制御装置 1 0 0 は、補正指令回転速度 ω_1 を回転速度下限値 ω_L に補正してモータ M を加速させる (図 5 の S 1 1 0 参照) 。

20

なお、回転速度下限値 ω_L は、回転速度 K_2 の値に近いほうが好ましい。これによって、より小さい回転速度で電流変動抑制制御を実行できるからである。

【0047】

そして、モータ M の制御は、トルク変動抑制制御 (T 制御 : 領域 1) を経て、速やかに電流変動抑制制御 (I 制御 : 領域 2) に移行される。つまり、低温環境においてモータ M を駆動 (起動) させる場合には、敢えて補正指令回転速度 ω_1 を大きくして速やかに電流変動抑制制御に移行させ、電流変動を抑制する。これによって、モータ電流が減磁電流保護閾値 (図 4 参照) を超えて、モータ M が停止してしまう事態を回避することができる。

30

【0048】

そして、図 6 (a) に示すように、モータ M の回転速度が回転速度下限値 ω_L に達したら (時刻 t_1) 、モータ制御装置 1 0 0 は、当該回転速度下限値 ω_L を保ちつつモータ M を継続的に駆動させる (時刻 t_1 ~ t_2) 。

また、図 6 (a) に示す時刻 0 ~ t_2 の間に、モータ電流によってモータ M の永久磁石の温度が上昇する。そうすると、図 4 に示すモータ減磁保護閾値も上昇することとなる。前記したように、図 6 (a) に示す回転速度補正時間閾値 t_{th} は、モータ M の巻線温度が、図 4 に示す温度閾値 T_{th} を超えると推定される所定時間である。

したがって、時刻 t_2 以後に、電流変動が比較的大きいトルク変動抑制制御を行ったとしてもモータ減磁保護閾値との間に余裕ができる。その結果、モータ電流が減磁保護閾値を超えることに伴うモータ M の駆動停止を回避できる。

40

【0049】

そして、モータ M の駆動開始から図 6 に示す回転速度補正時間閾値 t_{th} が経過すると (図 5 の S 1 0 6 No) 、モータ制御装置 1 0 0 は、「減磁保護中」のフラグを解除し (S 1 0 7) 、補正指令回転速度 ω_1 を指令回転速度 ω に修正する (S 1 1 1) 。

【0050】

なお、図 6 (b) に示すように、モータ M の指令回転速度 ω が回転速度下限値 ω_L 以上である場合 (図 5 の S 1 0 9 No) 、モータ減磁保護部 1 0 3 は、補正指令回転速度 ω_1 として指令回転速度 ω の値を採用する (図 5 の S 1 1 1) 。すなわち、モータ減磁保護部 1 0 3 は、回転速度補正時間閾値 t_{th} が経過した後もモータ M の回転速度を指令回転

50

速度として、電流変動抑制制御を維持する。

この場合には、I制御部102bによる電流変動抑制制御を継続することから、モータ電流が減磁電流保護閾値を超える虞はない(図4参照)。

【0051】

このように、モータ制御装置100は、モータMの巻線温度が所定値以下である場合に、モータMを比較的高速(図6(a)では回転速度下限値 ω_L 、図6(b)では指令回転速度 ω_c)で駆動させて電流変動抑制制御を実行する。そして、駆動開始からの経過時間が回転速度補正時間閾値 t_{th} に達した場合、モータ制御装置100は、モータ巻線温度が温度閾値 T_{th} 以上まで上昇したと推定し、指令回転速度 ω_c を目標回転速度としてT制御又はI制御による定格運転でモータMを駆動させる。

【0052】

<効果>

本実施形態に係るモータ制御装置100によれば、モータMの起動時には、回転速度下限値 ω_L 以上の比較的高い回転速度までモータMを加速させ、速やかにI制御に移行する。そして、回転開始から回転速度補正時間閾値 t_{th} が経過するまではI制御を継続することによって電流変動を抑制しつつ、T制御が可能な状態となるようにモータMの巻線温度を上昇させることができる。したがって、低温減磁特性を有するフェライト系の永久磁石を使用した場合でも、モータMの巻線温度の上昇に伴ってモータ減磁保護閾値を高くすることができるので、T制御(又はI制御)によりモータMを指令回転速度 ω_c で駆動させ、圧縮機1を連続駆動することができる。

【0053】

つまり、本実施形態に係るモータ制御装置100によれば、モータMに使用されている永久磁石の減磁を抑制しつつ、継続的に安定してモータMを駆動させることができる。その結果、快適性に優れた空気調和機Aを提供することができる。

【0054】

図7は、トルク外乱抑制制御(I制御)を実行しない場合と、トルク外乱抑制制御(I制御)を実行した場合とにおいて、モータMの回転速度とピーク電流との関係を示す説明図である。

図7の破線(比較例)で示すように、トルク外乱抑制制御(I制御)を行わずにモータMを加速させた場合、モータMの回転速度が 1500min^{-1} になるとピーク電流が15Aを超え、モータ減磁保護閾値を超えてしまう虞がある(符号Qを参照)。つまり、モータMの温度上昇がモータMの回転速度の上昇に追いつかず、減磁保護を行うためにモータM(つまり、圧縮機1)が停止してしまう可能性がある。

【0055】

これに対して、本実施形態に係るモータ制御装置では、図7の実線で示すように、モータMの回転速度が 1250min^{-1} 付近まで上昇したときに、モータ制御装置100の切替部102c(図3参照)によって、T制御(領域1:図6参照)からI制御(領域2:図6参照)に切り替える。これによって、モータ電流の変動(脈動)を抑制し、モータMの回転速度が 1500min^{-1} のときのピーク電流を7A程度に抑えることができる(符号Pを参照)。したがって、モータMのピーク電流がモータ減磁保護閾値(図4参照)を超える虞はなく、モータMを安定して継続的に駆動できる。

【0056】

図8(a)はトルク変動抑制制御(I制御)を実行しない場合において、モータ電流の時間的変化を示す波形図(比較例)である。なお、図8(a)の波形図は、モータMを 1500min^{-1} の回転速度で駆動させた場合のモータ電流の時間的変化を示している(図8(b)も同様)。

図7を用いて説明したように、電流変動抑制制御(I制御)を行わずにモータMを加速させると、モータMの回転速度が 1500min^{-1} になるとピーク電流が15Aを超え、図8(a)に示す歪んだ波形となる。

【0057】

10

20

30

40

50

図 8 (b) は本実施形態に係るトルク変動抑制制御 (I 制御) を実行した場合において、モータ電流の時間的変化を示す波形図である。

本実施形態では、低温減磁特性の永久磁石を用いたモータ M の起動時において、モータ M を比較的高速回転にして I 制御を行う。したがって、図 8 (b) に示すように、モータ電流の変動 (脈動) を抑制し、ピーク電流を約 7 A に抑えることができる (図 7 参照)。その結果、ピーク電流とモータ減磁保護閾値との間で余裕ができる。

さらに、高速回転を継続することによるモータ M の温度上昇によってモータ減磁保護閾値を高くすることができる。したがって、モータ M 及び圧縮機 1 を高効率で連続運転でき、空気調和機 A の快適性を維持することができる。

【 0 0 5 8 】

第 2 実施形態

次に、第 2 実施形態について説明する。前記した第 1 実施形態では、モータ巻線温度を所定値まで上昇させるために、モータ制御装置 1 0 0 が、駆動開始から回転速度補正時間閾値 t_{th} が経過するまで減磁保護処理を実行した。これに対して第 2 実施形態では、モータ M の巻線温度を監視することによって減磁保護処理を実行する点が異なる。その他の点については第 1 実施形態と同様であるから、説明を省略する。

【 0 0 5 9 】

図 9 は、モータ減磁保護部の処理の流れを示すフローチャートである。図 9 に示すステップ S 2 0 6 , S 2 0 8 以外は、第 1 実施形態で説明した図 5 のフローチャートと同様であるから説明を省略する。

モータ減磁保護中である場合 (S 2 0 3 Yes、又は、S 2 0 5)、モータ制御装置 1 0 0 の処理は、ステップ S 2 0 6 に進む。ステップ S 2 0 6 において、モータ制御装置 1 0 0 は、モータ温度検出器 5 0 0 から入力されるモータ M の巻線温度が、温度閾値 T_{th2} (第 2 所定値) より小さいか否かを判定する。温度閾値 T_{th2} は予め設定された値 (例えば、1 0 : 図 4 参照) であり、図示しない記憶手段に記憶されている。

なお、ステップ S 2 0 4 の温度閾値 T_{th1} と、ステップ S 2 0 6 の温度閾値 T_{th2} とを同一の値としてもよい。

【 0 0 6 0 】

モータ M の巻線温度が温度閾値 T_{th2} より小さい場合 (S 2 0 6 Yes)、モータ制御装置 1 0 0 の処理はステップ S 2 0 8 に進む。一方、モータ巻線温度が温度閾値 T_{th2} 以上である場合 (S 2 0 6 No)、モータ制御装置 1 0 0 の処理はステップ S 2 0 7 に進む。

ステップ S 2 0 8 においてモータ制御装置 1 0 0 は、モータ巻線温度を更新する。

【 0 0 6 1 】

このように、モータ温度検出器 5 0 0 によって時々刻々と入力されるモータ M の巻線温度を直接的に監視し、モータ M の巻線温度が所定の温度閾値 T_{th} (例えば、1 0 : 図 4 参照) 以上となった場合に (図 9 の S 2 0 6 No)、モータ減磁保護処理を解除することとしてもよい (S 2 0 7)。

【 0 0 6 2 】

< 効果 >

本実施形態に係る空気調和機 A によれば、第 1 実施形態と同様に、モータ M の起動時において、補正指令回転速度を所定値 ω_L 以上とする (つまり、モータ M を高速回転させる) ことによって、電流変動を抑制する I 制御を実行する。そして、前記 I 制御に従ってモータ M を駆動させてモータ M の温度を上昇させることによって、低温減磁特性の永久磁石を有するモータ M の減磁を抑制しつつ、モータ M を継続的に駆動させることができる。

【 0 0 6 3 】

また、第 1 実施形態では、運転開始からの時間経過によってモータ M の巻線温度が所定値まで上昇したことを推定していたが、本実施形態ではモータ M の巻線温度を直接的に監視する。したがって、モータ M の巻線温度の変化をより正確に把握することができ、モータ M の減磁を適切に防止することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

第 3 実施形態

続いて、第 3 実施形態について説明する。前記した第 1 実施形態では、回転開始から減磁保護処理を終了するまでの時間（つまり、回転速度補正時間閾値 t_{th} ）が予め設定された一定値であったのに対して、第 3 実施形態では、モータ温度検出器 500 から入力されるモータ M の巻線温度に対応して回転速度補正時間閾値 t_{th} を設定する点異なる。したがって、当該異なる部分について説明し、第 1 実施形態と重複する部分については説明を省略する。

【 0 0 6 5 】

図 10 は、モータ減磁保護部の処理の流れを示すフローチャートである。図 10 に示すフローチャートは、第 1 実施形態で説明した図 5 のフローチャートにステップ S 3 0 4 a を追加したものである。

ステップ S 3 0 4 においてモータ制御装置 1 0 0 は、モータ温度検出器 5 0 0 から入力されるモータ M の巻線温度が温度閾値 T_{th} より大きい場合（S 3 0 4 Yes）、モータ制御装置 1 0 0 の処理はステップ S 3 0 4 a に進む。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 3 0 4 a においてモータ制御装置 1 0 0 は、モータ制御装置 1 0 0 はモータ温度検出器 5 0 0 から入力されるモータ M の巻線温度に対応して回転速度補正時間閾値 t_{th} を設定する。

例えば、回転速度補正時間閾値 t_{th} は、モータ M の駆動開始時に検出されるモータ M の巻線温度が高くなるにつれて回転速度補正時間閾値 t_{th} の値を次第に短くするように、所定の関数を用いて適宜設定すればよい。

【 0 0 6 7 】

このようにして、モータ M の巻線温度に応じて柔軟に回転速度補正時間閾値 t_{th} の値を設定し、モータ M の駆動を開始すると速やかに所定の回転速度 ω_L （又は ω_H ）まで加速させ、電流変動抑制制御を実行してモータ M の減磁を抑制する。

【 0 0 6 8 】

< 効果 >

本実施形態に係るモータ制御装置 1 0 0 によれば、駆動開始時に検出されるモータ M の巻線温度に応じて適切な回転速度補正時間閾値 t_{th} を設定できる。例えば、外気温が低い場合には、モータ M を所定温度まで温めるために回転速度補正時間閾値 t_{th} を長めに設定し、外気温が比較的高い場合には回転速度補正時間閾値 t_{th} を短め設定できる。つまり、モータ M の減磁保護処理を適切に行うことができると共に、減磁保護処理を行う時間を必要最小限に設定することができる。

【 0 0 6 9 】

したがって、外部から入力される指令回転速度 ω_{ref} の値が回転速度下限値 ω_L より小さい場合でも、速やかにモータ減磁保護処理を終えて、指令回転速度 ω_{ref} を目標回転速度とする通常運転に移行することができる。したがって、モータ M（つまり、圧縮機 1）の駆動に費やす電力を削減できると共に、快適性に優れた空気調和機 A を提供することができる。

【 0 0 7 0 】

第 4 実施形態

続いて、第 4 実施形態について説明する。前記各実施形態では、モータ制御装置 1 0 0 によってモータ M の駆動を制御し、当該モータ M に設置される圧縮機 1 を備えた空気調和機 A について説明したのに対し、第 4 実施形態では、前記圧縮機 1 を備えた冷凍装置 B について説明する。

なお、前記した空気調和機 A と重複する部分については説明を省略する。

【 0 0 7 1 】

図 11 は、モータ制御装置を用いた冷凍装置のシステム構成図である。冷凍装置 B は、室内ユニット I u と、室外ユニット O u と、を備えている。

室内ユニット I u は、膨張弁 4 と、室内熱交換器 5 と、室内ファン 5 a と、入出力手段

10

20

30

40

50

6と、室内制御装置100aと、を備えている。また、室外ユニットOuは、圧縮機1と、室外熱交換器3と、室外ファン3aと、室外制御装置100bと、を備えている。

さらに、圧縮機1と、室外熱交換器3と、膨張弁4と、室内熱交換器5とは、環状に冷媒配管Lで接続され、ヒートポンプサイクルを構成している。

【0072】

例えば、ユーザの操作により入出力手段6を介してONに切替えられると、室外制御装置100bは、圧縮機1に設置されているモータMを所定の回転速度で回転させ、実線矢印で示す向きに冷媒を通流させる(図1の破線を参照)

【0073】

また、室内制御装置100aは室内ファン5aを所定の回転速度で回転させ、室外制御装置100bは室外ファン3aを所定の回転速度で回転させる。さらに、室外制御装置100bは、膨張弁4の開度(絞り)を制御する。これによって、室内熱交換器5を蒸発器として機能させ、室外熱交換器3を凝縮器として機能させるようになっている。

なお、図11に示す圧縮機1に設置されるモータMの制御については、前記した各実施形態と同様であるから説明を省略する。

【0074】

<効果>

本実施形態によれば、モータMに使用されている永久磁石の減磁を抑制しつつ、継続的に安定してモータMを駆動させることができる。したがって、信頼性に優れた冷凍装置Bを提供することができる。

【0075】

変形例

以上、本発明に係るモータ制御装置について各実施形態により説明したが、本発明の実施態様はこれらの記載に限定されるものではなく、種々の変更などを行うことができる。

例えば、前記各実施形態では、モータ温度検出器500によってモータMの巻線温度を検出する例を示したが、これに限らない。すなわち、圧縮機1の外郭温度、又は圧縮機1の吐出配管温度をモータMの温度として検出し、モータ減磁保護部103に入力してもよい。

【0076】

また、モータ温度検出器500に加えて、外気温度を検出する外気温度検出器(外気温度検出手段)をさらに備えることとしてもよい。例えば、モータ制御装置100は、外気温度検出器から入力される外気温度が所定値(第3所定値)以下であり、かつ、モータ温度検出器500から入力されるモータMの巻線温度が温度閾値 T_{th} (第1所定値)以下である場合に減磁保護処理を実行することとしてもよい。

また、外気温度検出器から入力される外気温度と、モータ温度検出器500から入力されるモータMの巻線温度との差に応じて、モータ制御装置100が減磁保護処理を実行するか否かを決定してもよい。

【0077】

また、図5に示すフローチャートのステップS104でモータ巻線温度が温度閾値 T_{th} 以下であるか否かを判断する前の処理として、空気調和機Aの運転モードが暖房運転であるか否かの判断処理を追加してもよい。暖房運転である場合、モータ制御装置の処理はステップS104に進む。一方、暖房運転でない場合、モータ制御装置の処理はステップS107に進む。

このような運転モードの判断処理を入れることによって、モータ減磁保護処理を行うべきか否かをより適切に判定することができる。

なお、前記した判定処理を図9又は図10に示すフローチャートに適用してもよい。

【0078】

また、前記各実施形態では、モータMによって駆動する圧縮機1を備えた空気調和機A又は冷凍装置Bについて説明したが、これに限らない。その他、ヒートポンプサイクルを用いる様々な機器に本発明を適用することができる。

10

20

30

40

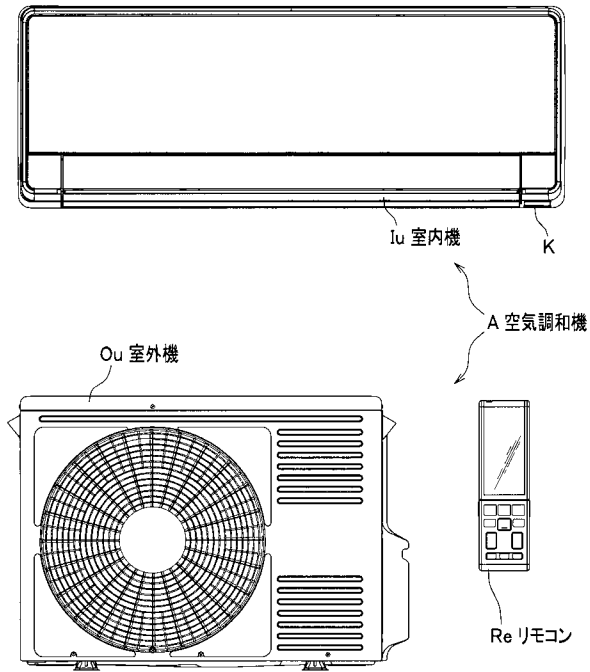
50

【符号の説明】

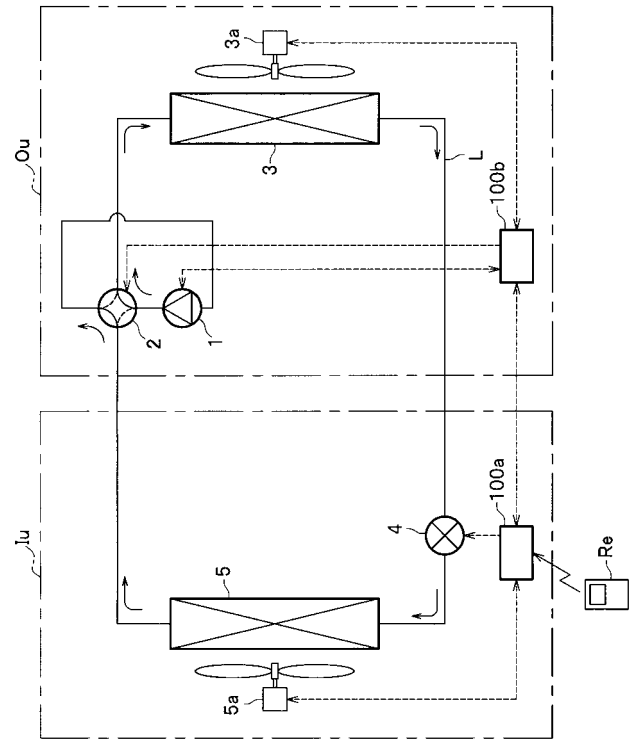
【0079】

A	空気調和機	
B	冷凍装置	
L	冷媒配管（配管）	
1	圧縮機	
2	四方弁	
3	室外熱交換器（凝縮器、蒸発器）	
3 a	室外ファン	
4	膨張弁	10
5	室内熱交換器	
1 0 0	モータ制御装置（制御手段）	
1 0 1	モータ電流再現部	
1 0 2	トルク外乱抑制部	
1 0 2 a	T制御部（トルク変動抑制制御部）	
1 0 2 b	I制御部（電流変動抑制制御部）	
1 0 2 c	切替部	
1 0 3	モータ減磁保護部	
1 0 4	回転速度指示部	
1 0 5	駆動信号発生部	20
2 0 0	直流電源	
3 0 0	インバータ	
4 0 0	電流検出器	
5 0 0	モータ温度検出器（モータ温度検出手段）	
S	モータ駆動装置	
M	モータ	

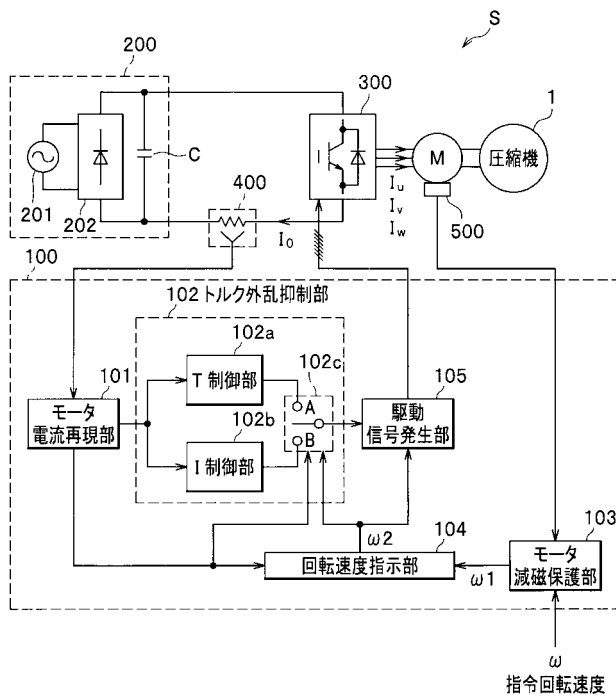
【 図 1 】



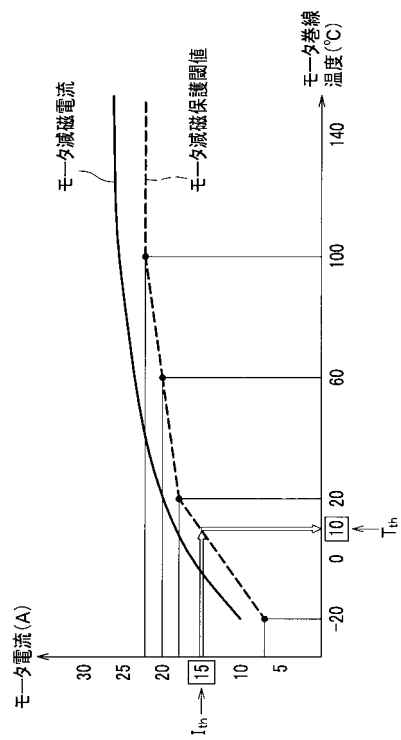
【 図 2 】



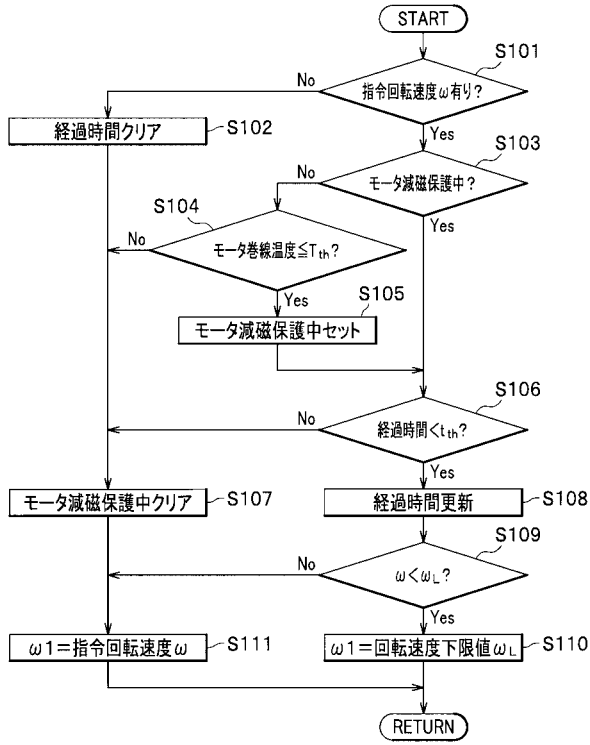
【 図 3 】



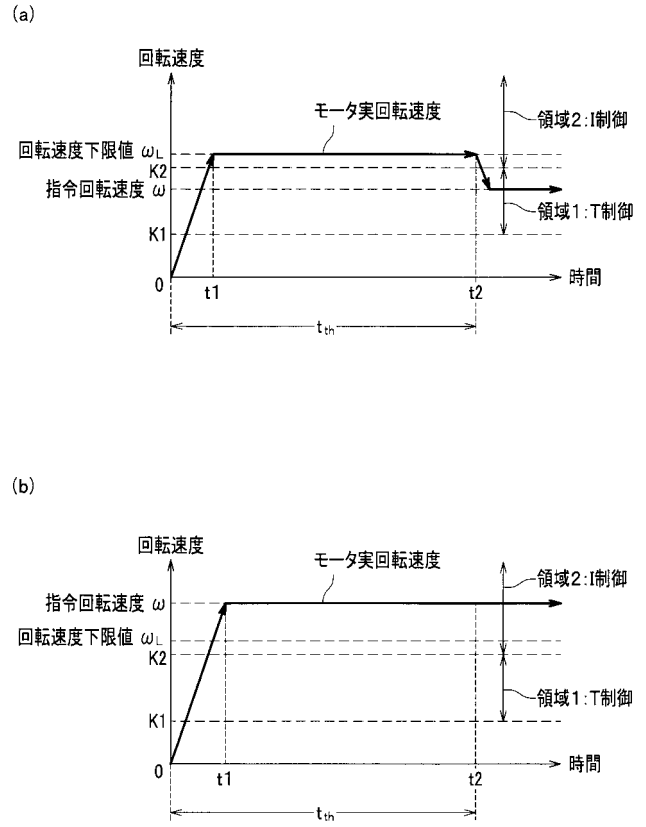
【 図 4 】



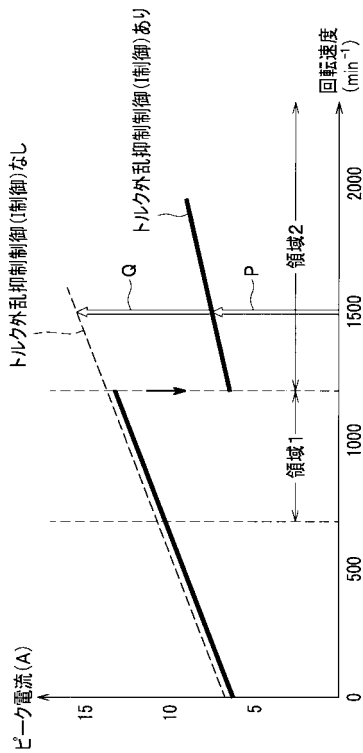
【 図 5 】



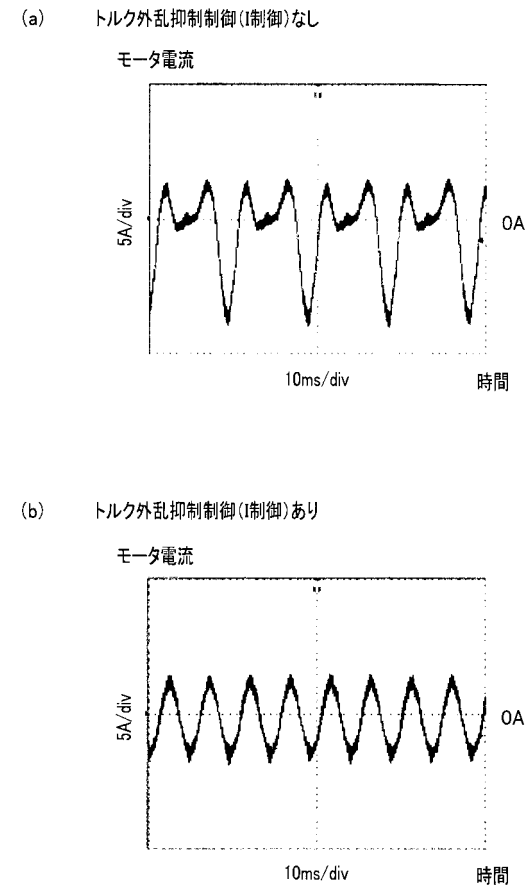
【 図 6 】



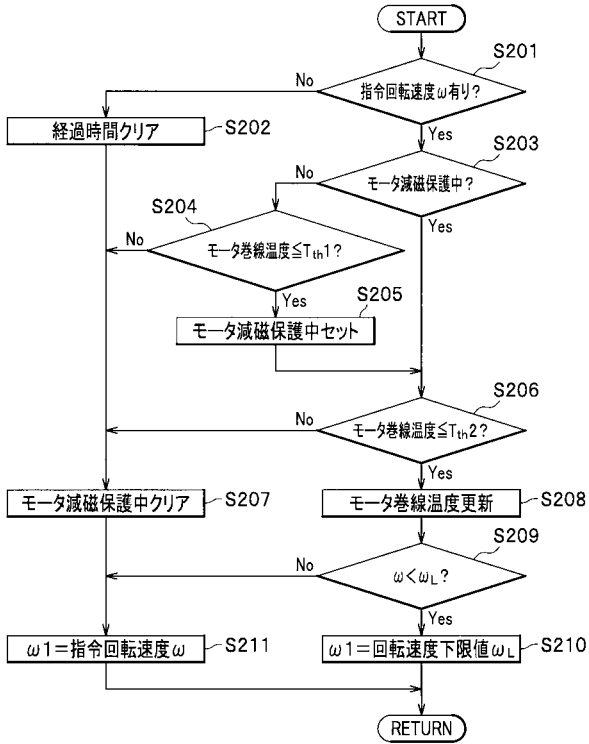
【 図 7 】



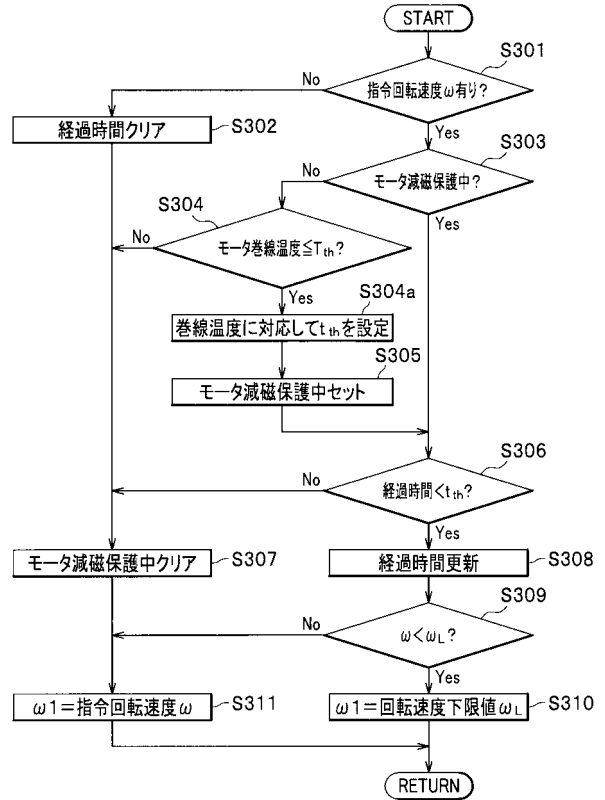
【 図 8 】



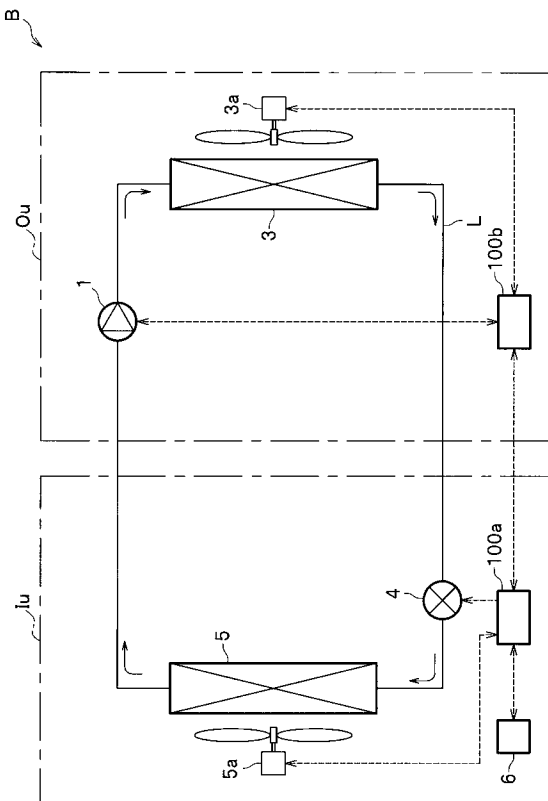
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(72)発明者 小倉 洋寿

栃木県栃木市大平町富田 8 0 0 番地 日立アプライアンス株式会社内

(72)発明者 樋爪 達也

栃木県栃木市大平町富田 8 0 0 番地 日立アプライアンス株式会社内

(72)発明者 奥山 敦

栃木県栃木市大平町富田 8 0 0 番地 日立アプライアンス株式会社内

Fターム(参考) 5H505 AA06 CC05 DD03 DD06 EE07 HB01 LL45 MM02