

(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2012-100369

(P2012-100369A)

(43) 公開日 平成24年5月24日(2012.5.24)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
H02P 27/02	(2006.01)	H02P	7/622	303M	5H505
H02P 21/00	(2006.01)	H02P	5/408	C	
H02P 27/04	(2006.01)				

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2010-243469 (P2010-243469)	(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
(22) 出願日	平成22年10月29日(2010.10.29)	(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	栗田 佳明 静岡県静岡市清水区村松390番地 日立アプライアンス株式会社内
		(72) 発明者	安藤 達夫 静岡県静岡市清水区村松390番地 日立アプライアンス株式会社内

最終頁に続く

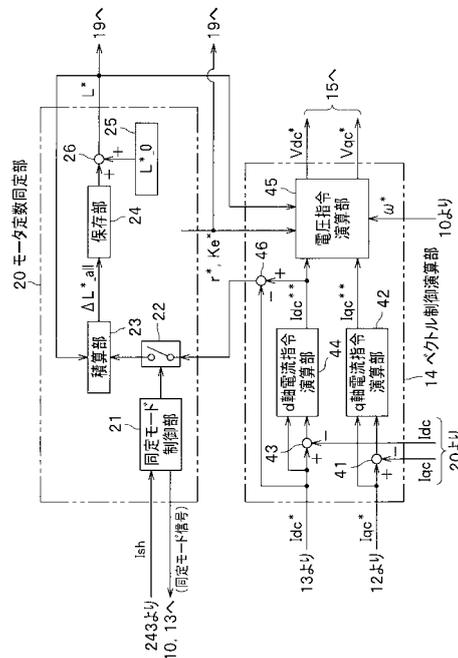
(54) 【発明の名称】 冷凍装置および永久磁石同期モータの制御装置

(57) 【要約】

【課題】インダクタンスの同定精度を高めることができ、運転効率の向上を図ることができる冷凍装置および永久磁石同期モータの制御装置を提供する。

【解決手段】ベクトル制御運転中に、インダクタンス設定値 L^* を同定する同定モードとして、所定時間、回転速度指令値 ω^* を固定しつつ、第1のd軸電流指令値 I_{dc}^* を所定の設定値 I_{dc_at} に固定する同定モード制御手段 21と、同定モードの場合における第2のd軸電流指令値 I_{dc}^{**} と第1のd軸電流指令値 I_{dc}^* との差分を積分して平均値を演算し、これに基づいて補正量 ΔL^* を演算し、補正量 ΔL^* を加算したインダクタンス設定値 L^* を電圧指令演算手段 45の演算に用いるようにしたインダクタンス同定手段(23~26)とを有し、同定モード制御手段 21は、電流検出手段 243で検出された電流 I_{sh} が、予め設定された異なる複数の所定値 I_{sh1} , I_{sh2} に達した場合、同定モードを実行する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

冷凍サイクルの圧縮機と、前記圧縮機を駆動する永久磁石同期モータと、ベクトル制御によって前記永久磁石同期モータの回転速度を可変制御するインバータ装置と、を備える冷凍装置において、

前記インバータ装置は、

直流電力から交流電力を生成して前記永久磁石同期モータに供給するインバータ回路と

、
前記インバータ回路の入力直流電流または出力交流電流を検出する電流検出手段と、
前記電流検出手段で検出された電流から d 軸電流検出値および q 軸電流検出値を演算する電流検出演算手段と、

第 1 の d 軸電流指令値と前記 d 軸電流検出値との偏差に基づいて前記第 1 の d 軸電流指令値を補正して第 2 の d 軸電流指令値を生成する d 軸電流指令演算手段と、

第 1 の q 軸電流指令値と前記 q 軸電流検出値との偏差に基づいて前記第 1 の q 軸電流指令値を補正して第 2 の q 軸電流指令値を生成する q 軸電流指令演算手段と、

前記永久磁石同期モータのインダクタンス設定値を含むモータ定数設定値、前記永久磁石同期モータの回転速度指令値、前記第 2 の d 軸電流指令値、および前記第 2 の q 軸電流指令値に基づいて d 軸電圧指令値および q 軸電圧指令値を演算する電圧指令演算手段と、

前記 d 軸電圧指令値および前記 q 軸電圧指令値に基づいて前記インバータ回路を制御するインバータ制御手段と、

前記第 1 の q 軸電流指令値を零以外の値とするベクトル制御運転中に、前記インダクタンス設定値を同定する同定モードとして、所定時間、前記回転速度指令値を固定しつつ、前記第 1 の d 軸電流指令値を所定の設定値に固定する同定モード制御手段と、

前記同定モードの場合における前記第 2 の d 軸電流指令値と前記第 1 の d 軸電流指令値との差分を積分して平均値を演算し、これに基づいて前記インダクタンス設定値の補正量を演算し、該補正量を加算したインダクタンス設定値を前記電圧指令演算手段の演算に用いるようにしたインダクタンス同定手段とを有し、

前記同定モード制御手段は、

前記電流検出手段で検出された電流が、予め設定された異なる複数の所定値に達した場合、前記同定モードを実行することを特徴とする冷凍装置。

【請求項 2】

前記同定モード制御手段は、

予め設定された所定の回数繰り返すように前記同定モードを実行することを特徴とする請求項 1 に記載の冷凍装置。

【請求項 3】

前記同定モード制御手段は、

予め設定された所定時間の間隔を設けて前記同定モードを実行することを特徴とする請求項 1 に記載の冷凍装置。

【請求項 4】

前記同定モード制御手段は、

前記電流検出手段で検出された電流に応じて、前記第 1 の d 軸電流指令値を異なる所定の設定値に固定することを特徴とする請求項 1 に記載の冷凍装置。

【請求項 5】

ベクトル制御によって永久磁石同期モータの回転速度を可変制御する永久磁石同期モータの制御装置において、

直流電力から交流電力を生成して前記永久磁石同期モータに供給するインバータ回路と

、
前記インバータ回路の入力直流電流または出力交流電流を検出する電流検出手段と、

前記電流検出手段で検出された電流から d 軸電流検出値および q 軸電流検出値を演算する電流検出演算手段と、

第 1 の d 軸電流指令値と前記 d 軸電流検出値との偏差に基づいて前記第 1 の d 軸電流指令値を補正して第 2 の d 軸電流指令値を生成する d 軸電流指令演算手段と、

第 1 の q 軸電流指令値と前記 q 軸電流検出値との偏差に基づいて前記第 1 の q 軸電流指令値を補正して第 2 の q 軸電流指令値を生成する q 軸電流指令演算手段と、

前記永久磁石同期モータのインダクタンス設定値を含むモータ定数設定値、前記永久磁石同期モータの回転速度指令値、前記第 2 の d 軸電流指令値、および前記第 2 の q 軸電流指令値に基づいて d 軸電圧指令値および q 軸電圧指令値を演算する電圧指令演算手段と、

前記 d 軸電圧指令値および前記 q 軸電圧指令値に基づいて前記インバータ回路を制御するインバータ制御手段と、

前記第 1 の q 軸電流指令値を零以外の値とするベクトル制御運転中に、前記インダクタンス設定値を同定する同定モードとして、所定時間、前記回転速度指令値を固定しつつ、前記第 1 の d 軸電流指令値を所定の設定値に固定する同定モード制御手段と、

前記同定モードの場合における前記第 2 の d 軸電流指令値と前記第 1 の d 軸電流指令値との差分を積分して平均値を演算し、これに基づいて前記インダクタンス設定値の補正量を演算し、該補正量を加算したインダクタンス設定値を前記電圧指令演算手段の演算に用いるようにしたインダクタンス同定手段とを備え、

前記同定モード制御手段は、

前記電流検出手段で検出された電流が、予め設定された異なる複数の所定値に達した場合、前記同定モードを実行することを特徴とする永久磁石同期モータの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、冷凍装置および永久磁石同期モータの制御装置に関するもので、特に冷凍サイクル（ヒートポンプサイクル）の圧縮機を駆動する永久磁石同期モータの回転速度を制御装置によって可変制御する冷凍装置および永久磁石同期モータの制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば空気調和機や冷凍機などの冷凍装置において、高効率な運転を実現するため、圧縮機を駆動させる永久磁石同期モータに電力を供給するインバータ装置にベクトル制御を採用することが知られている。ベクトル制御はモータ定数（詳細には、抵抗、誘起電圧、および、インダクタンス）を用いるため、このモータ定数を予め設定する必要がある。

しかし、モータ定数は、モータ製造時のバラツキや運転条件によって変動し、予め設定した設定値と実際値との間にずれが生じる恐れがある。

そこで、実運転の直前や実運転中にモータ定数を同定して、モータ定数設定値を自動的に修正するベクトル制御装置（インバータ装置）が提唱されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

特許文献 1 に記載のベクトル制御装置は、3 相交流電流を検出する電流検出器と、3 相交流電流の検出値を d 軸電流検出値および q 軸電流検出値に変換する座標変換部と、第 1 の d 軸電流指令値と d 軸電流検出値との偏差に応じて第 2 の d 軸電流指令値を生成する d 軸電流指令演算部と、第 1 の q 軸電流指令値と q 軸電流検出値との偏差に基づいて第 2 の q 軸電流指令値を生成する q 軸電流指令演算部と、モータ定数を同定してモータ定数設定値を修正するモータ定数同定部と、モータ定数の設定値、回転速度指令値、第 2 の d 軸電流指令値、および第 2 の q 軸電流指令値に基づいて d 軸電圧指令値および q 軸電圧指令値を演算するベクトル制御演算部（電圧指令演算部）と、d 軸電圧指令値および q 軸電圧指令値を 3 相交流の電圧指令値に変換する座標変換部と、3 相交流の電圧指令値に比例した電圧を永久磁石同期モータに印加する電力変換器とを備えている（特許文献 1 の図 1 参照

10

20

30

40

50

）。

【0004】

そして、高速域では、d軸電流を「零」と「零以外の所定値」とに制御し、それら2つの制御状態における第2のd軸電流指令値の差分とd軸電流検出値の差分（若しくは第1のd軸電流指令値の差分）をそれぞれ演算し、それら第2のd軸電流指令値の差分とd軸電流検出値の差分（若しくは第1のd軸電流指令値の差分）との比をd軸インダクタンスの設定値に乗じて、d軸インダクタンスの設定値を修正する。

また、高速域では、q軸電流が「所定値以上」であれば、第2のq軸電流指令値とq軸電流検出値（若しくは第1のq軸電流指令値）との比をq軸インダクタンスの設定値に乗じて、q軸インダクタンスの設定値を修正する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-49843号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

モータ定数の同定精度は、モータの制御性能（詳細には、駆動効率、応答速度、安定性など）に影響を与える。特に、インダクタンスの同定精度は、モータ最大トルク制御に係わるので、モータ電流や駆動効率に大きな影響を与える。

20

特許文献1に開示されているベクトル制御装置（インバータ装置）では、d軸電流指令値を「零」と「零以外の所定値」に制御し、それら2つの制御状態における第2のd軸電流指令値の差分とd軸電流検出値の差分に基づいてd軸インダクタンスを同定する。

そのため、電流のリプルや位相のバラツキによる影響を受けやすく、インダクタンスの同定精度の点において改善の余地があった。

【0007】

そこで、本発明は、インダクタンスの同定精度を高めることができ、運転効率の向上を図ることができる冷凍装置および永久磁石同期モータの制御装置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】

30

【0008】

このような課題を解決するために、請求項1に係る発明は、冷凍サイクルの圧縮機と、前記圧縮機を駆動する永久磁石同期モータと、ベクトル制御によって前記永久磁石同期モータの回転速度を可変制御するインバータ装置と、を備える冷凍装置において、前記インバータ装置は、直流電力から交流電力を生成して前記永久磁石同期モータに供給するインバータ回路と、前記インバータ回路の入力直流電流または出力交流電流を検出する電流検出手段と、前記電流検出手段で検出された電流からd軸電流検出値およびq軸電流検出値を演算する電流検出演算手段と、第1のd軸電流指令値と前記d軸電流検出値との偏差に基づいて前記第1のd軸電流指令値を補正して第2のd軸電流指令値を生成するd軸電流指令演算手段と、第1のq軸電流指令値と前記q軸電流検出値との偏差に基づいて前記第1のq軸電流指令値を補正して第2のq軸電流指令値を生成するq軸電流指令演算手段と、前記永久磁石同期モータのインダクタンス設定値を含むモータ定数設定値、前記永久磁石同期モータの回転速度指令値、前記第2のd軸電流指令値、および前記第2のq軸電流指令値に基づいてd軸電圧指令値およびq軸電圧指令値を演算する電圧指令演算手段と、前記d軸電圧指令値および前記q軸電圧指令値に基づいて前記インバータ回路を制御するインバータ制御手段と、前記第1のq軸電流指令値を零以外の値とするベクトル制御運転中に、前記インダクタンス設定値を同定する同定モードとして、所定時間、前記回転速度指令値を固定しつつ、前記第1のd軸電流指令値を所定の設定値に固定する同定モード制御手段と、前記同定モードの場合における前記第2のd軸電流指令値と前記第1のd軸電流指令値との差分を積分して平均値を演算し、これに基づいて前記インダクタンス設定値

40

50

の補正量を演算し、該補正量を加算したインダクタンス設定値を前記電圧指令演算手段の演算に用いるようにしたインダクタンス同定手段とを有し、前記同定モード制御手段は、前記電流検出手段で検出された電流が、予め設定された異なる複数の所定値に達した場合、前記同定モードを実行することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、インダクタンスの同定精度を高めることができ、運転効率の向上を図ることができる冷凍装置および永久磁石同期モータの制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

10

【図1】空気調和機の構成図である。

【図2】圧縮機の永久磁石同期モータを制御するインバータ装置の構成図である。

【図3】マイコンの機能的構成を示す機能ブロック図である。

【図4】速度・位相推定部の機能ブロック図である。

【図5】ベクトル制御演算部およびモータ定数同定部の機能ブロック図である。

【図6】モータ回転子軸、モータ最大トルク軸および制御系の推定軸を表す図である。

【図7】本実施形態に係る空気調和機の動作を示すタイムチャートである。

【図8】変形例に係る空気調和機の動作を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

20

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。

【0012】

空気調和機（冷凍装置）100

図1は、空気調和機（冷凍装置）100の構成図である。空気調和機100は、室外機110および室内機120を備えており、後述するように、冷房運転および暖房運転が可能である。

室外機110は、圧縮機101と、四方弁102と、室外熱交換器103と、室外送風機104と、室外膨張弁105と、アキュムレータ109と、室外送風機用モータ111と、永久磁石同期モータ112と、インバータ装置200とを備えている。

室内機120は、室内膨張弁106と、室内熱交換器107と、室内送風機108と、室内送風機用モータ121とを備えている。

【0013】

四方弁102は、空気調和機100の冷房運転時において、圧縮機101と室外熱交換器103とが連通し、かつ、室内熱交換器107とアキュムレータ109とが連通するように切り替えられている（図1参照）。これにより、空気調和機100は、圧縮機101と、室外熱交換器103と、室外膨張弁105と、室内膨張弁106と、室内熱交換器107と、アキュムレータ109とを順次連結した冷凍サイクル（ヒートポンプサイクル）が形成されている。

圧縮機101で圧縮された高温高圧冷媒は、室外熱交換器103で空気（外気）と熱交換（排熱）することにより凝縮されて液化し、室外膨張弁105および室内膨張弁106で減圧され蒸発しやすい低温低圧冷媒となる。そして、低温低圧冷媒は、室内熱交換器107で空気（室内機120が設置された室内空気）と熱交換（吸熱）することにより蒸発し、アキュムレータ109を経由して、圧縮機101に戻る。

【0014】

一方、四方弁102は、空気調和機100の暖房運転時において、圧縮機101と室内熱交換器107とが連通し、かつ、室外熱交換器103とアキュムレータ109とが連通するように切り替えられている（図示せず）。これにより、空気調和機100は、圧縮機101と、室内熱交換器107と、室内膨張弁106と、室外膨張弁105と、室外熱

50

交換器 103 と、アキュムレータ 109 とを順次連結した冷凍サイクル（ヒートポンプサイクル）が形成されている。

圧縮機 101 で圧縮された高温高圧冷媒は、室内熱交換器 107 で空気（室内機 120 が設置された室内空気）と熱交換（排熱）することにより凝縮されて液化し、室内膨張弁 106 および室外膨張弁 105 で減圧され蒸発しやすい低温低圧冷媒となる。そして、低温低圧冷媒は、室外熱交換器 103 で空気（外気）と熱交換（吸熱）することにより蒸発し、アキュムレータ 109 を経由して、圧縮機 101 に戻る。

【0015】

室外送風機 104 は、外気を室外機 110 に取り込み、室外熱交換器 103 における空気（外気）と冷媒との熱交換を促進させる。なお、室外送風機 104 は、室外送風機用モータ 111 によって駆動されている。

室内送風機 108 は、室内機 120 が設置された室内の空気を室内機 120 に取り込み、室内熱交換器 107 における空気（室内機 120 が設置された室内空気）と冷媒との熱交換を促進させる。なお、室内送風機 108 は、室内送風機用モータ 121 によって駆動されている。

【0016】

圧縮機 101 は、永久磁石同期モータ 112 によって駆動されている。この永久磁石同期モータ 112 の回転速度（運転周波数）は、インバータ装置 200 によって可変制御されている。これにより、空気調和機 100 の冷凍サイクル（ヒートポンプサイクル）に必要な能力に対応するようになっている。

また、室外膨張弁 105 または室内膨張弁 106 の開度、室外送風機 104 および室内送風機 108 の回転速度、冷房運転 / 暖房運転の運転モードを切り替える四方弁 102 の状態などがインバータ装置 200（マイコン 241（図 2 参照））によって制御されている。

【0017】

インバータ装置 200

図 2 は、圧縮機 101 の永久磁石同期モータ 112 を制御するインバータ装置 200 の構成図である。図 2 に示すインバータ装置 200 は、永久磁石同期モータ 112 を制御する。なお、本実施形態ではインバータ装置 200（マイコン 241）は、圧縮機 101 を駆動させる永久磁石同期モータ 112 の回転速度を制御するだけでなく、四方弁 102、室外送風機 104、室外膨張弁 105、室内膨張弁 106、室内送風機 108 等も制御するが（図 1 参照）、説明を省略する。

【0018】

インバータ装置 200 は、コンバータ回路 210 と、インバータ回路 220 と、電磁接触器 231 と、突入電流制限抵抗器 232 と、力率改善用リアクトル 233 と、平滑コンデンサ 234 と、マイコン 241 と、ドライバ回路 242 と、電流検出回路 243 と、電圧検出回路 244 と、電源回路 245 と、シャント抵抗 246 とを備えている。

【0019】

コンバータ回路 210 は、交流電源 250 から出力された交流電力を直流電力に変換してインバータ回路 220 に出力する。具体的には、コンバータ回路 210 は、複数の整流素子 211 がブリッジ結線された回路であり、交流電源 250 からの交流電力を直流電力に変換する。

【0020】

インバータ回路 220 は、コンバータ回路 210 から出力された直流電力を交流電力に変換して永久磁石同期モータ 112 に出力する。具体的には、インバータ回路 220 は、複数のスイッチング素子 221 が三相ブリッジ結線された回路である。また、スイッチング素子 221 がスイッチング時に発生する逆起電力を回生するため、スイッチング素子 221 と併設してフライホイール素子 222 が設けられている。

【0021】

コンバータ回路 210 とインバータ回路 220 との間には、永久磁石同期モータ 112

10

20

30

40

50

を運転または停止させるための電磁接触器 231 と、力率改善用リアクトル 233 と、平滑コンデンサ 234 とが接続されている。また、電源投入時等に閉路する電磁接触器 231 が平滑コンデンサ 234 に流れる過大な突入電流で溶着しないように、電磁接触器 231 と並列して突入電流制限抵抗器 232 が設けられている。

【0022】

マイコン 241 は、ドライバ回路 242 を介してインバータ回路 220 を制御する。

ドライバ回路 242 は、マイコン 241 からの微弱な信号（後述する図 3 に示す PWM 出力部 16 から出力される PWM 信号）を増幅して、スイッチング素子 221 のスイッチング動作を制御する。これにより、インバータ回路 220 で交流電力が生成されるとともにその周波数が制御される。

電流検出回路 243 は、シャント抵抗 246 を用いてインバータ回路 220 の入力直流電流を検出する。電流検出回路 243 で検出された電流値（後述する図 3 に示す直流電流 I_{sh} ）は、マイコン 241 に送信される。

電圧検出回路 244 は、コンバータ回路 210 の出力直流電圧を検出する。電圧検出回路 244 で検出された電圧値は、マイコン 241 に送信される。

電源回路 245 は、コンバータ回路 210 で生成された高電圧を例えば 5V または 15V 程度の制御電源に調整して、マイコン 241、ドライバ回路 242 等に供給する。

【0023】

マイコン 241

図 2 に示すように、マイコン 241 は、センサレスタイプのベクトル制御機能を有している。すなわち、マイコン 241 は、電流検出回路 243 で検出されたインバータ回路 220 の入力直流電流（後述する図 3 に示す直流電流 I_{sh} ）等に基づいて永久磁石同期モータ 112 の駆動電流（言い換えれば、インバータ回路 220 の出力交流電流）を再現するようになっており、交流電流を検出する電流センサを不要としている。また、マイコン 241 は、永久磁石同期モータ 112 の回転速度や位相（磁極位置）を推定するようになっており、回転速度センサや磁極位置センサを不要としている。このようなベクトル制御の詳細を以下に説明する。

【0024】

図 3 は、マイコン 241 の機能的構成を示す機能ブロック図である。マイコン 241 は、速度指令生成部 10 と、減算部 11 と、q 軸電流指令生成部 12 と、d 軸電流指令生成部 13 と、ベクトル制御演算部 14 と、2 軸 / 3 相変換部 15 と、PWM 出力部 16 と、電流再現部 17 と、3 相 / 2 軸変換部 18 と、速度・位相推定部 19 と、モータ定数同定部 20 と、を有している。

【0025】

< 電流再現部 17 >

電流再現部 17 は、電流検出回路 243（図 2 参照）で検出された直流電流 I_{sh} と、2 軸 / 3 相変換部 15 で演算された 3 相交流の電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* とに基づいて、永久磁石同期モータ 112 の駆動電流（3 相交流の電流検出値 I_u 、 I_v 、 I_w ）を推定する。電流再現部 17 で推定された 3 相交流の電流検出値 I_u 、 I_v 、 I_w は、3 相 / 2 軸変換部 18 に出力される。このように、マイコン 241 は電流再現部 17 を有し、永久磁石同期モータ 112 の駆動電流を再現（推定）する。これにより、インバータ装置 200 は、交流電流を検出する電流センサを不要としている。

【0026】

< 3 相 / 2 軸変換部 18 >

3 相 / 2 軸変換部 18 は、速度・位相推定部 19 で推定された位相検出値 dc に基づいて、電流再現部 17 で推定された 3 相交流の電流検出値 I_u 、 I_v 、 I_w を dc 軸電流検出値 I_{dc} および qc 軸電流検出値 I_{qc} に変換する。3 相交流の電流検出値 I_u 、 I_v 、 I_w から dc 軸電流検出値 I_{dc} および qc 軸電流検出値 I_{qc} に変換する変換式を式 (1) および式 (2) に示す。

ここで、図 6 に示すように、 $d - q$ 軸はモータ回転子軸、 $do - qo$ 軸はモータ最大ト

10

20

30

40

50

ルク軸、 $d_c - q_c$ 軸は制御系の推定軸である。また、 $d_o - q_o$ 軸（モータ最大トルク軸）と $d_c - q_c$ 軸（制御系の推定軸）との軸誤差を θ_c と定義する。

【 0 0 2 7 】

【 数 1 】

$$\begin{pmatrix} I\alpha \\ I\beta \end{pmatrix} = \frac{2}{3} \begin{pmatrix} \cos(0) & \cos(2\pi/3) & \cos(4\pi/3) \\ \sin(0) & \sin(2\pi/3) & \sin(4\pi/3) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Iu \\ Iv \\ Iw \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

$$\begin{pmatrix} Idc \\ Iqc \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\theta_{dc}) & -\sin(\theta_{dc}) \\ \sin(\theta_{dc}) & \cos(\theta_{dc}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I\alpha \\ I\beta \end{pmatrix} \quad \dots (2)$$

10

【 0 0 2 8 】

3相 / 2軸変換部 18 で変換された d_c 軸電流検出値 I_{dc} および q_c 軸電流検出値 I_{qc} は、ベクトル制御演算部 14 および速度・位相推定部 19 に出力される。

【 0 0 2 9 】

< 速度・位相推定部 19 >

速度・位相推定部 19 は、3相 / 2軸変換部 18 で変換された d_c 軸電流検出値 I_{dc} および q_c 軸電流検出値 I_{qc} と、速度指令生成部 10 で生成された回転速度指令値 ω^* と、ベクトル制御演算部 14 で演算された d_c 軸電圧指令値 V_{dc}^* および q_c 軸電圧指令値 V_{qc}^* と、モータ定数同定部 20 で同定されたモータ定数設定値（抵抗設定値 r^* 、誘起電圧設定値 K_e^* 、仮想インダクタンス設定値 L^* ）とに基づいて、永久磁石同期モータ 112 の回転速度である回転速度検出値 ω および永久磁石同期モータ 112 の位相（磁極位置）である位相検出値 θ_{dc} を推定する。

20

【 0 0 3 0 】

図 4 は、速度・位相推定部 19 の機能ブロック図である。

速度・位相推定部 19 は、軸誤差 θ_c （図 6 参照）を演算する軸誤差演算部 31 と、軸誤差 θ_c に零指令を与える零発生部 32 と、減算部 33 と、回転速度検出値 ω を推定する回転速度演算部 34 と、位相検出値 θ_{dc} を推定する位相演算部 35 とを有している。

軸誤差演算部 31 は、 d_c 軸電圧指令値 V_{dc}^* 、 q_c 軸電圧指令値 V_{qc}^* 、 d_c 軸電流検出値 I_{dc} 、 q_c 軸電流検出値 I_{qc} 、モータ定数設定値（抵抗設定値 r^* 、誘起電圧設定値 K_e^* 、仮想インダクタンス設定値 L^* ）、および回転速度指令値 ω^* に基づいて軸誤差 θ_c を演算する。軸誤差 θ_c の演算式を式 (3) に示す。軸誤差演算部 31 で演算された軸誤差 θ_c は、減算部 33 に出力される。

30

【 0 0 3 1 】

【 数 2 】

$$\Delta \theta_c = \tan^{-1} \left\{ (V_{dc}^* - r^* I_{dc} + \omega^* L^* I_{qc}) / (V_{qc}^* - r^* I_{qc} - \omega^* L^* I_{dc}) \right\} \quad \dots (3)$$

【 0 0 3 2 】

零発生部 32 は、零指令（零値）を発生して、減算部 33 に出力する。

減算部 33 は、零発生部 32 で発生した零指令（零値）から、軸誤差演算部 31 で演算された軸誤差 θ_c を減算する。減算部 33 で演算された差分値は、回転速度演算部 34 に出力される。

40

回転速度演算部 34 は、軸誤差演算部 31 で演算された軸誤差 θ_c （零値と軸誤差 θ_c との差分値）が零となるように（軸誤差 θ_c の絶対値が減少するように）、回転速度検出値 ω を推定する。言い換えれば、零発生部 32、減算部 33 および回転速度演算部 34 は、PLL (Phase Locked Loop) 制御回路を構成している。

例えば軸誤差 θ_c が正の場合、制御系の推定軸である $d_c - q_c$ 軸がモータ最大トルク軸である $d_o - q_o$ 軸より進んでいるため、回転速度演算部 34 は回転速度検出値 ω を増加させるように推定する。一方、軸誤差 θ_c が負の場合、制御系の推定軸である $d_c - q_c$ 軸がモータ最大トルク軸である $d_o - q_o$ 軸より遅れているため、回転速度演算部

50

34は回転速度検出値 を減少させるように推定する。

【0033】

位相演算部35は、回転速度演算部34で推定された回転速度検出値 を積分して、制御系の位相である位相検出値 dcを演算する。

【0034】

そして、図3に示すように、速度・位相推定部19（回転速度演算部34）で推定された回転速度検出値 は、減算部11に出力される。また、速度・位相推定部19（位相演算部35）で推定された位相検出値 dcは、2軸/3相変換部15および3相/2軸変換部18に出力される。このように、マイコン241は速度・位相推定部19を有し、永久磁石同期モータ112の回転速度と位相（磁極位置）を推定する。これにより、インバータ装置200は、回転速度センサや磁極位置センサを不要としている。

10

【0035】

図3に戻り、マイコン241の各部の説明を再開する。

<速度指令生成部10>

速度指令生成部10は、永久磁石同期モータ112（図2参照）の回転速度の指令値である回転速度指令値 * を生成する。速度指令生成部10で生成された回転速度指令値 * は、減算部11、ベクトル制御演算部14および速度・位相推定部19に出力される。

なお、モータ定数同定部20から「同定モード」である旨の信号を受信した場合における速度指令生成部10の動作については、別途後述する。

【0036】

20

<減算部11>

減算部11は、速度指令生成部10で生成された回転速度指令値 * から、速度・位相推定部19で推定した回転速度検出値 を減算する。減算部11で演算された差分値（偏差）は、q軸電流指令生成部12に出力される。

【0037】

<q軸電流指令生成部12>

q軸電流指令生成部12は、回転速度指令値 * と回転速度検出値 との偏差が零となるように（偏差の絶対値が減少するように）、第1のqc軸電流指令値 I_{qc}^* を生成する。q軸電流指令生成部12で生成された第1のqc軸電流指令値 I_{qc}^* は、ベクトル制御演算部14に出力される。

30

【0038】

<d軸電流指令生成部13>

d軸電流指令生成部13は、第1のdc軸電流指令値 I_{dc}^* を生成する。d軸電流指令生成部13で生成された第1のdc軸電流指令値 I_{dc}^* は、ベクトル制御演算部14に出力される。

なお、モータ定数同定部20から「同定モード」である旨の信号を受信した場合におけるd軸電流指令生成部13の動作については、別途後述する。

【0039】

<ベクトル制御演算部14>

ベクトル制御演算部14は、速度指令生成部10で生成された回転速度指令値 * と、q軸電流指令生成部12で生成された第1のqc軸電流指令値 I_{qc}^* と、d軸電流指令生成部13で生成された第1のdc軸電流指令値 I_{dc}^* と、3相/2軸変換部18で変換されたdc軸電流検出値 I_{dc} およびqc軸電流検出値 I_{qc} と、モータ定数同定部20で同定されたモータ定数設定値（抵抗設定値 r^* , 誘起電圧設定値 K_e^* , 仮想インダクタンス設定値 L^* ）とに基づいて、永久磁石同期モータ112（図2参照）の2軸電圧指令値であるdc軸電圧指令値 V_{dc}^* およびqc軸電圧指令値 V_{qc}^* を演算する。

40

【0040】

図5は、ベクトル制御演算部14およびモータ定数同定部20の機能ブロック図である。なお、図5には、ベクトル制御演算部14の他にモータ定数同定部20も図示されているが、ここではベクトル制御演算部14についてのみ説明し、モータ定数同定部20につ

50

いての説明は後述する。

【0041】

ベクトル制御演算部14は、減算部41と、q軸電流指令演算部42と、減算部43と、d軸電流指令演算部44と、電圧指令演算部45とを有している。

減算部41は、第1のqc軸電流指令値 I_{qc}^* からqc軸電流検出値 I_{qc} を減算する。q軸電流指令演算部42は、減算部41で演算された第1のqc軸電流指令値 I_{qc}^* とqc軸電流検出値 I_{qc} との差分に基づいて第1のqc軸電流指令値 I_{qc}^* を補正して第2のqc軸電流指令値 I_{qc}^{**} を生成する。

同様に、減算部43は、第1のdc軸電流指令値 I_{dc}^* からdc軸電流検出値 I_{dc} を減算する。d軸電流指令演算部44は、減算部43で演算された第1のdc軸電流指令値 I_{dc}^* とdc軸電流検出値 I_{dc} との差分に基づいて第1のdc軸電流指令値 I_{dc}^* を補正して第2のdc軸電流指令値 I_{dc}^{**} を生成する。

10

【0042】

電圧指令演算部45は、第2のqc軸電流指令値 I_{qc}^{**} 、第2のdc軸電流指令値 I_{dc}^{**} 、モータ定数設定値(抵抗設定値 r^* 、誘起電圧設定値 Ke^* 、仮想インダクタンス設定値 L^*)、および回転速度指令値 ω^* に基づいて、dc軸電圧指令値 V_{dc}^* およびqc軸電圧指令値 V_{qc}^* を演算する。dc軸電圧指令値 V_{dc}^* およびqc軸電圧指令値 V_{qc}^* の演算式を式(4)および式(5)に示す。なお、式(4)および式(5)において、本実施形態では、永久磁石同期モータ112(図2参照)のd軸仮想インダクタンス設定値 L_d^* とq軸仮想インダクタンス設定値 L_q^* とがほぼ等しい場合を想定し、これを仮想インダクタンス設定値 L^* ($=L_d^*=L_q^*$)として設定している。

20

【0043】

【数3】

$$\begin{cases} V_{dc}^* = r^* I_{dc}^{**} - \omega^* L^* I_{qc}^{**} & \dots (4) \\ V_{qc}^* = r^* I_{qc}^{**} + \omega^* L^* I_{dc}^{**} + \omega^* Ke^* & \dots (5) \end{cases}$$

【0044】

そして、図3に示すように、ベクトル制御演算部14(電圧指令演算部45(図5参照))で推定されたdc軸電圧指令値 V_{dc}^* およびqc軸電圧指令値 V_{qc}^* は、2軸/3相変換部15および速度・位相推定部19に出力される。

30

【0045】

また、図5に示すように、ベクトル制御演算部14は減算部46も有している。減算部46は、第2のdc軸電流指令値 I_{dc}^{**} から第1のdc軸電流指令値 I_{dc}^* を減算する。減算部46で演算された差分値は、モータ定数同定部20に出力される。

【0046】

再び図3に戻り、マイコン241の各部の説明を再開する。

<2軸/3相変換部15>

2軸/3相変換部15は、速度・位相推定部19で推定された位相検出値 θ_{dc} に基づいて、ベクトル制御演算部14で演算されたdc軸電圧指令値 V_{dc}^* およびqc軸電圧指令値 V_{qc}^* を3相交流の電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* に変換する。dc軸電圧指令値 V_{dc}^* およびqc軸電圧指令値 V_{qc}^* から3相交流の電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* に変換する変換式を式(6)および式(7)に示す。2軸/3相変換部15で変換された3相交流の電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* は、PWM出力部16に出力される。

40

【0047】

【数 4】

$$\begin{pmatrix} V_{\alpha}^* \\ V_{\beta}^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sin(\theta_{dc}) & \cos(\theta_{dc}) \\ -\cos(\theta_{dc}) & \sin(\theta_{dc}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_{dc}^* \\ V_{qc}^* \end{pmatrix} \quad \dots (6)$$

$$\begin{pmatrix} V_u^* \\ V_v^* \\ V_w^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(0) & \sin(0) \\ \cos(2\pi/3) & \sin(2\pi/3) \\ \cos(4\pi/3) & \sin(4\pi/3) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_{\alpha}^* \\ V_{\beta}^* \end{pmatrix} \quad \dots (7)$$

【0048】

10

< PWM出力部 16 >

PWM出力部 16 は、2軸 / 3相変換部 15 で変換された3相交流の電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* にそれぞれ比例したPWM(Pulse Width Modulation)信号(パルス幅変調信号)を生成してドライバ回路 242(図2参照)に出力する。

【0049】

このように、マイコン 241 は、電流検出回路 243 で検出された直流電流 I_{sh} に基づいて、永久磁石同期モータ 112 の回転速度である回転速度検出値を推定し(速度・位相推定部 19 参照)、速度指令生成部 10 で生成した回転速度指令値 ω^* となるように永久磁石同期モータ 112 の回転速度をPWM信号をドライバ回路 242(図2参照)に出力して永久磁石同期モータ 112(図2参照)の回転速度を制御する。

20

この制御を繰り返すことにより、永久磁石同期モータ 112(図2参照)の回転速度が、マイコン 241 の速度指令生成部 10 で生成した回転速度指令値 ω^* となるように制御される。

【0050】

< モータ定数同定部 20 >

図3に示すように、モータ定数同定部 20 は、ベクトル制御演算部 14 および速度・位相推定部 19 にモータ定数設定値(抵抗設定値 r^* 、誘起電圧設定値 K_e^* 、仮想インダクタンス設定値 L^*)を出力する。

また、モータ定数同定部 20 は、永久磁石同期モータ 112(図2参照)のモータ定数(抵抗 r 、誘起電圧 K_e 、仮想インダクタンス L)を同定して、モータ定数設定値(抵抗設定値 r^* 、誘起電圧設定値 K_e^* 、仮想インダクタンス設定値 L^*)を修正する。なお、モータ定数の同定時において、モータ定数同定部 20 は、モータ定数を同定する同定モードであることを示す「同定モード信号」を速度指令生成部 10 および d 軸電流指令生成部 13 に送信する。

30

【0051】

(仮想インダクタンス L の同定方法)

まず、仮想インダクタンス L の同定方法の原理について説明する。

定常状態において、モータ定数設定値(抵抗設定値 r^* 、誘起電圧設定値 K_e^* 、仮想インダクタンス設定値 L^*)と実際のモータ定数(抵抗 r 、誘起電圧 K_e 、仮想インダクタンス L)とが一致している場合、電流検出値 I_{dc} 、 I_{qc} (若しくは第1の電流指令値 I_{dc}^* 、 I_{qc}^*)と第2の電流指令値 I_{dc}^{**} 、 I_{qc}^{**} とがほぼ等しくなる。

40

【0052】

しかし、定常状態において、モータ定数設定値(抵抗設定値 r^* 、誘起電圧設定値 K_e^* 、仮想インダクタンス設定値 L^*)と実際のモータ定数(抵抗 r 、誘起電圧 K_e 、仮想インダクタンス L)とがずれている場合、電流検出値 I_{dc} 、 I_{qc} (若しくは第1の電流指令値 I_{dc}^* 、 I_{qc}^*)と第2の電流指令値 I_{dc}^{**} 、 I_{qc}^{**} との間に偏差が生じる。

ここで、定常状態における電流検出値 I_{dc} 、 I_{qc} と電圧指令値 V_{dc}^* 、 V_{qc}^* との関係は、式(8)および式(9)で近似的に表される。

【0053】

【数 5】

$$\begin{cases} V_{dc}^* = r I_{dc} - \omega L I_{qc} & \dots (8) \\ V_{qc}^* = r I_{qc} + \omega L I_{dc} + \omega Ke & \dots (9) \end{cases}$$

【0054】

定常状態において、回転速度指令値 ω^* と回転速度検出値 ω とがほぼ等しく、第1のdc軸電流指令値 I_{dc}^* とdc軸電流検出値 I_{dc} とがほぼ等しい。また、永久磁石同期モータ112が中高速で回転している場合、若しくは抵抗設定値 r^* の誤差が少ない場合、($r^* = r$)を想定すれば、式(4)(5)と式(8)(9)より、下記の式(10)を導き出すことができる。

【0055】

【数 6】

$$L^* I_{dc}^{**} + Ke^* = L I_{dc} + Ke \quad \dots (10)$$

【0056】

この式(10)を変形すれば、下記の式(11)が得られる。なお、定常状態において、第1のdc軸電流指令値 I_{dc}^* とdc軸電流検出値 I_{dc} とがほぼ等しいため、($I_{dc} = I_{dc}^*$)とする。

【0057】

【数 7】

$$I_{dc}^{**} = \frac{L}{L^*} I_{dc}^* + \frac{Ke - Ke^*}{L^*} \quad \dots (11)$$

【0058】

さらに、誘起電圧 Ke の同定が完了した後(即ち、 $Ke^* = Ke$)、第1のdc軸電流指令値 I_{dc}^* として所定の設定値 $I_{dc_at}^*$ を与えれば、式(11)を用いて、仮想インダクタンス設定値 L^* の誤差 ΔL を求める式(12)を導き出すことができる。

【0059】

【数 8】

$$\Delta L = L - L^* = \frac{I_{dc}^{**} - I_{dc_at}^*}{I_{dc_at}^*} L^* \quad \dots (12)$$

【0060】

(モータ定数同定部20の機能的構成)

次に、図5を用いて、モータ定数同定部20の機能的構成について説明する。モータ定数同定部20は、上述した仮想インダクタンス L の同定を行うため、同定モード制御部21と、入力切替部22と、積算部23と、保存部24と、初期値記憶部25と、加算部26とを有している。なお、抵抗 r 、誘起電圧 Ke の同定を行い抵抗設定値 r^* 、誘起電圧設定値 Ke^* の修正を行う機能については、説明を省略する。

【0061】

同定モード制御部21は、永久磁石同期モータ112のベクトル制御運転中に、例えば電流検出回路243(図2参照)で検出された直流電流 I_{sh} を入力し、この直流電流 I_{sh} が予め設定された所定値 I_{sh1} に達したかどうかを判定する。

そして、直流電流 I_{sh} が所定値 I_{sh1} に達した場合(言い換えれば、直流電流 I_{sh} が所定値 I_{sh1} まで上昇または下降した場合)、「同定モード」として、所定時間、速度指令生成部10(図3参照)およびd軸電流指令生成部13(図3参照)に同定モードを指令するとともに、入力切替部22を接続状態に切り替える。なお、本実施形態では、予め設定された所定の回数(例えば2回(図7、図8参照))繰り返して同定モードを実行するようになっている。

【0062】

10

20

30

40

50

速度指令生成部 10 (図 3 参照) は、同定モードの指令に応じて、回転速度指令値 I_{dc}^* を現在値 (現在の回転速度検出値) に固定する。

また、d 軸電流指令生成部 13 (図 3 参照) は、同定モードの指令に応じて、第 1 の d 軸電流指令値 I_{dc}^* を所定の設定値 $I_{dc}^*_{at}$ に固定する。なお、所定の設定値 $I_{dc}^*_{at}$ は、インバータ渦電流およびモータ磁気飽和の影響を避けるため、比較的小さく設定することが好ましい。また、電流検出回路 243 (図 2 参照) の電流検出分解能やマイコン 241 の各部 (図 3 参照) における演算誤差を考慮するとともに仮想インダクタンス L の同定精度を確保するため、例えば、永久磁石同期モータ 112 (図 2 参照) の定格電流の約 $1/10 \sim 1/2$ の範囲に所定の設定値 $I_{dc}^*_{at}$ を設定することが好ましい。

【0063】

入力切替部 22 は、同定モード制御部 21 によって接続状態に切り替えられ、ベクトル制御演算部 14 の減算部 46 で演算された第 2 の d 軸電流指令値 I_{dc}^{**} と第 1 の d 軸電流指令値 I_{dc}^* との差分値を積算部 23 に出力する。なお、同定モードにおいて、第 1 の d 軸電流指令値 I_{dc}^* は所定の設定値 $I_{dc}^*_{at}$ に固定されている。

【0064】

積算部 23 は、入力切替部 22 を介して、同定モード期間中における第 2 の d 軸電流指令値 I_{dc}^{**} と第 1 の d 軸電流指令値 I_{dc}^* (所定の設定値 $I_{dc}^*_{at}$) との差分値 ($I_{dc}^{**} - I_{dc}^*_{at}$) が入力され、その同定モード期間中における差分値 ($I_{dc}^{**} - I_{dc}^*_{at}$) を積分して平均値を算出する。

そして、積算部 23 は、前述した式 (12) を用いて、仮想インダクタンス設定値 L^* の誤差 L^* を演算する。なお、電流リップルや位相バラツキの影響を抑えるため、積算部 23 の応答はベクトル制御演算部 14 の制御応答より遅くなるように、時定数を設定することが好ましい。

【0065】

そして、同定モードが n 回行われて誤差 L^*_{1}, \dots, L^*_{n} が得られた場合、積算部 23 は、それらの総和 $L^*_{all} (= L^*_{1} + \dots + L^*_{n})$ を保存部 24 に記憶する。

【0066】

加算部 26 は、保存部 24 に記憶された誤差 L^*_{all} と、初期値記憶部 25 に記憶された仮想インダクタンス初期設定値 L^*_{0} とを加算し、これを仮想インダクタンス設定値 L^* ($= L^*_{0} + L^*_{all}$) としてベクトル制御演算部 14 の電圧指令演算部 45 および速度・位相推定部 19 に出力する。

【0067】

永久磁石同期モータ 112 を制御するインバータ装置 200 の動作

本実施形態の動作を図 7 により説明する。図 7 は、本実施形態に係る空気調和機の動作を示すタイムチャートである。

インバータ装置 200 (図 2 参照) は、ベクトル制御によって永久磁石同期モータ 112 (図 2 参照) を駆動する。

電流検出回路 243 (図 2 参照) にて検出されたインバータ回路 220 (図 2 参照) の入力直流電流 (直流電流 I_{sh}) が第 1 の所定の設定値 I_{sh1} に達した場合、「同定モード」として、所定時間、回転速度指令値 ω^* を固定しつつ、第 1 の d 軸電流指令値 I_{dc}^* を所定の設定値 $I_{dc}^*_{at}$ に固定する。

そして、同定モード期間中における第 2 の d 軸電流指令値 I_{dc}^{**} と第 1 の d 軸電流指令値 I_{dc}^* (所定の設定値 $I_{dc}^*_{at}$) との差分値 ($I_{dc}^{**} - I_{dc}^*_{at}$) を積分して平均値を演算し、これに基づいて仮想インダクタンス設定値 L^* の補正量 (誤差) L^* を演算する。

その後、補正量 L^* を加算した仮想インダクタンス設定値 L^* を用いてベクトル制御運転を行う。

【0068】

所定時間運転継続後、直流電流 I_{sh} が第 2 の所定の設定値 I_{sh2} に達した場合、再度「

10

20

30

40

50

同定モード」として、所定時間、回転速度指令値 I_{dc}^* を固定しつつ、第1のdc軸電流指令値 I_{dc}^* を所定の設定値 $I_{dc}^*_{at}$ に固定する。同様に仮想インダクタンス設定値 L^* の補正量(誤差) L^* を演算し、補正量 L^* を加算した仮想インダクタンス設定値 L^* を用いてベクトル制御運転を行う。

【0069】

このような本実施形態においては、電流のリップルや位相のバラツキの影響を抑えつつ、永久磁石同期モータ112の仮想インダクタンス L の同定精度を高めることができる。

また、インバータ回路220の入力直流電流(直流電流 I_{sh})に応じて異なる所定の設定値(I_{sh1} 、 I_{sh2})で「同定モード」を実行するとともに、予め設定された回数(図7では2回)繰り返し行うことにより、仮想インダクタンス L の同定精度を高めることができる。

仮想インダクタンス L の同定精度が向上することにより、より好適に永久磁石同期モータ112を制御することができ、空気調和機(冷凍装置)100の運転効率の向上を図ることができる。

【0070】

変形例

なお、本実施形態に係る空気調和機(冷凍装置)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。

図7において、電流検出回路243(図2参照)にて検出されたインバータ回路220(図2参照)の入力直流電流(直流電流 I_{sh})が予め設定された異なる複数の設定値(I_{sh1} 、 I_{sh2})に達した場合、「同定モード」を実行して第1のdc軸電流指令値 I_{dc}^* を所定の設定値 $I_{dc}^*_{at}$ に固定するものとして説明したが、仮想インダクタンス L は電流依存性があることから、図8に示すように、入力直流電流(直流電流 I_{sh})の設定値(I_{sh1} 、 I_{sh2})ごとに第1のdc軸電流指令値 I_{dc}^* を異なる所定の設定値($I_{dc}^*_{at1}$ 、 $I_{dc}^*_{at2}$)に固定してもよい。この場合も、上記同様の効果を得ることができる。

【0071】

また、モータ定数同定部20の同定モード制御部21(図5参照)は、インバータ回路220(図2参照)の入力直流電流(直流電流 I_{sh})が所定の設定値 I_{sh1} (I_{sh2})に達した場合でも、前回の仮想インダクタンス L の同定を行ってから所定時間が経過していない場合には、「同定モード」を実行しない構成としてもよい。

これにより、頻繁に「同定モード」が実行され、「同定モード」実行中に永久磁石同期モータ112(図2参照)の回転速度が固定されることにより、永久磁石同期モータ112(図2参照)の回転速度を回転速度指令値 I_{dc}^* とするまでの時間が長期化することを防止することができる。

【0072】

また、モータ定数同定部20の同定モード制御部21(図5参照)は、インバータ回路220(図2参照)の入力直流電流(直流電流 I_{sh})が所定の設定値 I_{sh1} (I_{sh2})に達したときに「同定モード」を実行するものとして説明したが、速度・位相推定部19(図3参照)が推定した永久磁石同期モータ112(図2参照)の回転速度検出値を用いて、回転速度検出値が所定の設定回転速度に達したときに「同定モード」を実行するものとしてもよい。

【0073】

また、マイコン241は、センサレスタイプのベクトル制御機能を有しているものとして説明したが、永久磁石同期モータ112の駆動電流(インバータ回路220の出力交流電流)を検出する電流センサや、永久磁石同期モータ112の回転速度を検出する回転速度センサ、位相(磁極位置)を検出する磁極位置センサを備え、それらを用いて永久磁石同期モータ112(図2参照)をベクトル制御するものであってもよい。

【0074】

また、永久磁石同期モータ112の制御装置(インバータ装置200)は、冷凍装置(空気調和機100の冷房運転時)が備える冷凍サイクルの圧縮機の制御に限られるもので

10

20

30

40

50

はなく、加熱装置（空気調和機 100 の暖房運転時，例えば、ヒートポンプ式給湯機）が備えるヒートポンプサイクルの圧縮機の制御にも用いてもよい。

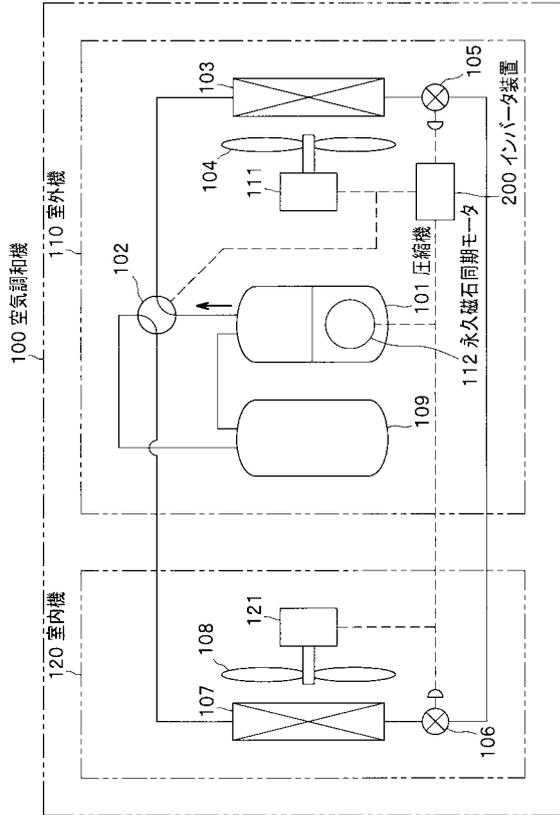
【符号の説明】

【0075】

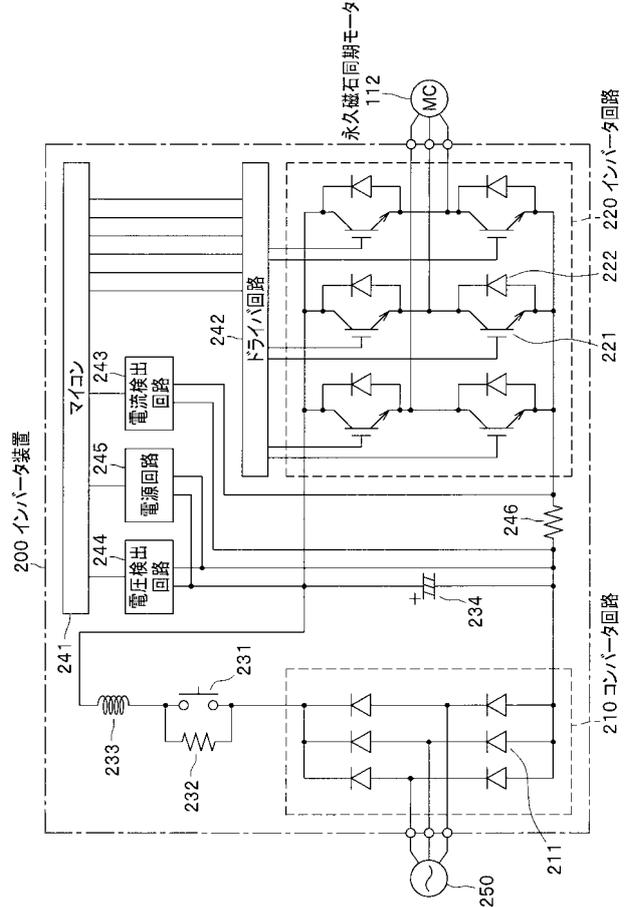
10	速度指令生成部	
11	減算部	
12	q 軸電流指令生成部	
13	d 軸電流指令生成部	
14	ベクトル制御演算部	
15	2 軸 / 3 相変換部（インバータ制御手段）	10
16	PWM出力部（インバータ制御手段）	
17	電流再現部（電流検出手段）	
18	3 相 / 2 軸変換部（電流検出演算手段）	
19	速度・位相推定部	
20	モータ定数同定部	
21	同定モード制御部（同定モード制御手段）	
22	入力切替部	
23	積算部（インダクタンス同定手段）	
24	保存部（インダクタンス同定手段）	
25	初期値記憶部（インダクタンス同定手段）	20
26	加算部（インダクタンス同定手段）	
31	軸誤差演算部	
33	減算部	
34	回転速度演算部	
35	位相演算部	
41	減算部	
42	q 軸電流指令演算部（q 軸電流指令演算手段）	
43	減算部	
44	d 軸電流指令演算部（d 軸電流指令演算手段）	
45	電圧指令演算部（電圧指令演算手段）	30
46	減算部	
100	空気調和機（冷凍装置）	
101	圧縮機	
102	四方弁	
103	室外熱交換器	
104	室外送風機	
105	室外膨張弁	
106	室内膨張弁	
107	室内熱交換器	
108	室内送風機	40
109	アキュムレータ	
110	室外機	
111	室外送風機用モータ	
112	永久磁石同期モータ	
120	室内機	
121	室内送風機用モータ	
200	インバータ装置（永久磁石同期モータの制御装置）	
210	コンバータ回路	
211	整流素子	
220	インバータ回路	50

2 2 1	スイッチング素子	
2 2 2	フライホイール素子	
2 3 1	電磁接触器	
2 3 2	突入電流制限抵抗器	
2 3 3	力率改善用リアクトル	
2 3 4	平滑コンデンサ	
2 4 1	マイコン	
2 4 2	ドライバ回路 (インバータ制御手段)	
2 4 3	電流検出回路 (電流検出手段)	
2 4 4	電圧検出回路	10
2 4 5	電源回路	
2 4 6	シャント抵抗	
2 5 0	交流電源	
c	軸誤差	
dc	位相検出値	
	回転速度検出値	
*	回転速度指令値	
I sh	直流電流 (入力直流電流)	
I u , I v , I w	3相交流の電流検出値 (出力直流電流)	
I dc	d c 軸電流検出値 (d 軸電流検出値)	20
I qc	q c 軸電流検出値 (q 軸電流検出値)	
I dc *	第 1 の d c 軸電流指令値 (第 1 の d 軸電流指令値)	
I qc *	第 1 の q c 軸電流指令値 (第 1 の q 軸電流指令値)	
I dc * *	第 2 の d c 軸電流指令値 (第 2 の d 軸電流指令値)	
I qc * *	第 2 の q c 軸電流指令値 (第 2 の q 軸電流指令値)	
V dc *	d c 軸電圧指令値 (d 軸電圧指令値)	
V qc *	q c 軸電圧指令値 (q 軸電圧指令値)	
V u * , V v * , V w *	3相交流の電圧指令値	
r	抵抗 (モータ定数)	
r *	抵抗設定値 (モータ定数設定値)	30
K e	誘起電圧 (モータ定数)	
K e *	誘起電圧設定値 (モータ定数設定値)	
L	仮想インダクタンス (モータ定数)	
L *	仮想インダクタンス設定値 (インダクタンス設定値、モータ定数設定値)	
L *	補正量	

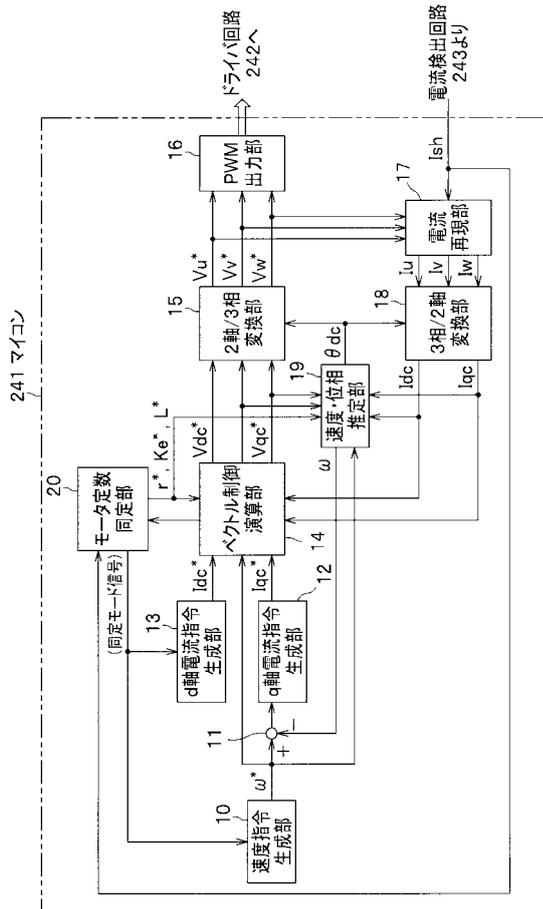
【図 1】



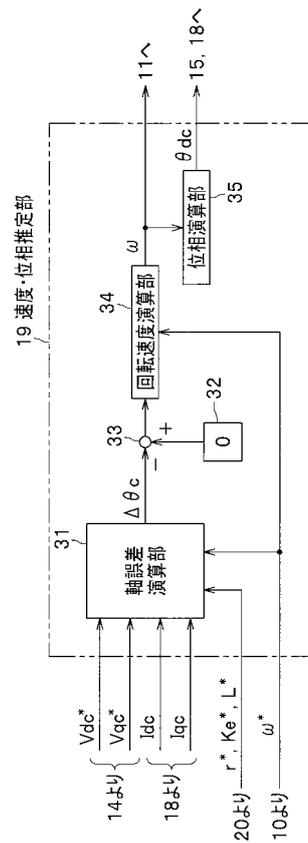
【図 2】



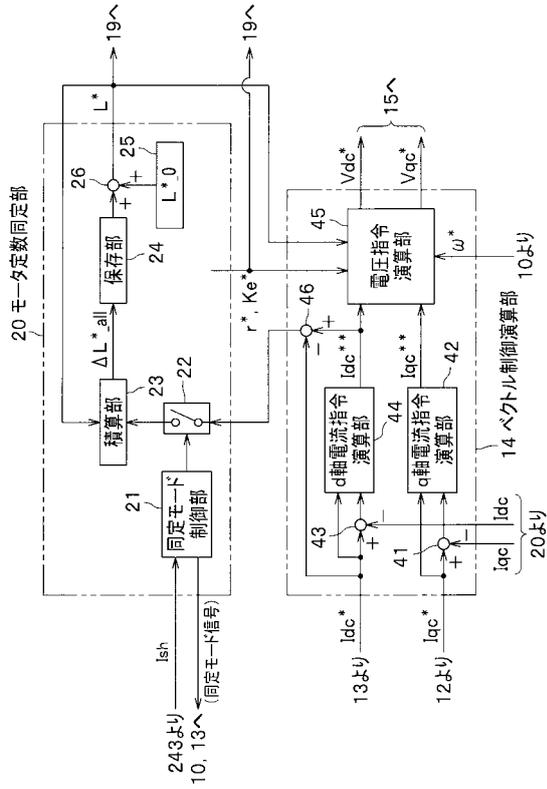
【図 3】



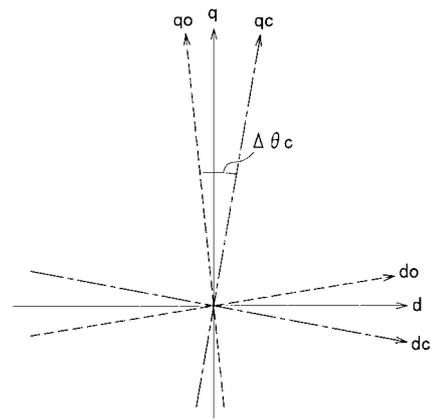
【図 4】



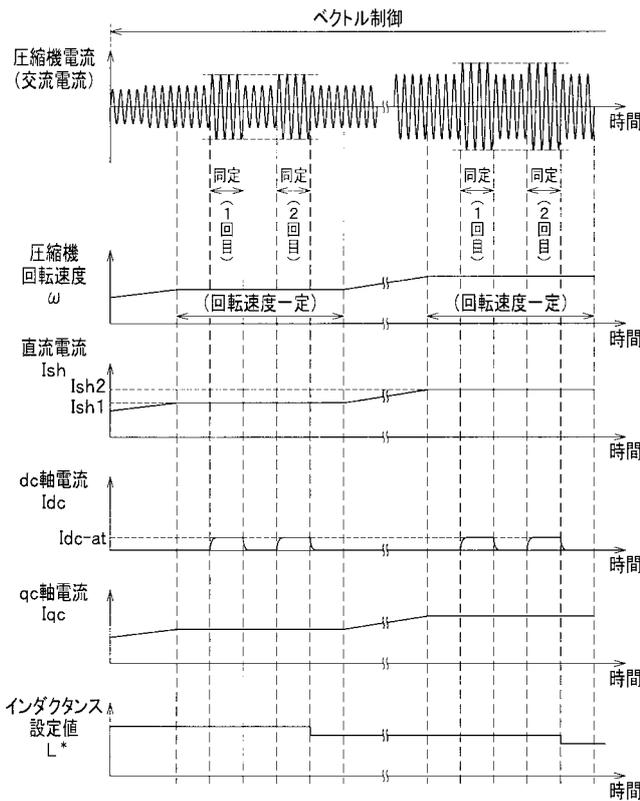
【 図 5 】



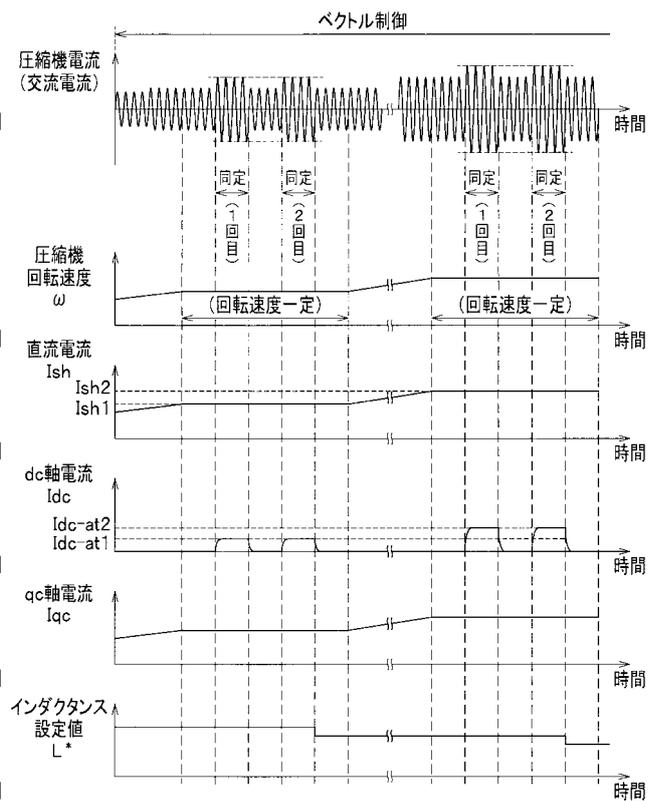
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 笠原 励

静岡県静岡市清水区村松 3 9 0 番地 日立アプライアンス株式会社内

(72)発明者 木下 健

静岡県静岡市清水区村松 3 9 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 BB02 CC05 DD08 EE41 EE49 GG02 GG04 GG05 HA01
HA03 HA05 HA06 HA08 HA16 HB02 JJ03 LL14 LL22 LL24
LL41