

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4983938号
(P4983938)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.	F I
HO2P 6/20 (2006.01)	HO2P 6/02 341K
HO2P 6/18 (2006.01)	HO2P 6/02 371B
HO2M 7/48 (2007.01)	HO2P 6/02 371T
HO2M 7/5387 (2007.01)	HO2M 7/48 L
HO2P 27/06 (2006.01)	HO2M 7/5387 Z

請求項の数 12 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-34646 (P2010-34646)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成22年2月19日(2010.2.19)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(62) 分割の表示	特願2009-8488 (P2009-8488) の分割	(74) 代理人	100100022 弁理士 伊藤 洋二
原出願日	平成21年1月19日(2009.1.19)	(74) 代理人	100108198 弁理士 三浦 高広
(65) 公開番号	特開2010-110214 (P2010-110214A)	(74) 代理人	100111578 弁理士 水野 史博
(43) 公開日	平成22年5月13日(2010.5.13)	(72) 発明者	酒井 剛志 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
審査請求日	平成22年2月22日(2010.2.22)		
(31) 優先権主張番号	特願2008-69465 (P2008-69465)	審査官	武市 匡紘
(32) 優先日	平成20年3月18日(2008.3.18)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 同期電動機の駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スター結線されたステータコイルから発生する回転磁界によりロータを回転させる同期電動機の駆動装置であって、

直列接続された一対のスイッチング素子を多数組有し、正極側母線と負極側母線との間に前記一対のスイッチング素子が多数組、並列接続されているインバータ回路と、

コンデンサと、

前記インバータ回路を構成する複数の前記スイッチング素子をスイッチング動作させることにより、電源装置の出力電圧と前記コンデンサの出力電圧とに基づいて交流電流を前記ステータコイルに出力して前記ステータコイルから前記回転磁界を発生させる通常運転制御手段と、

前記通常運転制御手段の実行開始に先立って、前記複数のスイッチング素子をスイッチング動作させることにより、前記ステータコイルから発生させる回転磁界に前記ロータを同期させて、かつ前記コンデンサの充電状態を制御する初期状態同期制御手段と、

を備えることを特徴とする同期電動機の駆動装置。

【請求項2】

前記複数のスイッチング素子のそれぞれにはダイオードが逆並列に配置されており、

前記複数のスイッチング素子は、前記正極側母線に接続された正極側母線側のスイッチング素子と、前記負極側母線側に接続された負極側母線側のスイッチング素子とから構成されており、

前記初期状態同期制御手段は、前記正極側母線側のスイッチング素子と前記負極側母線側のスイッチング素子とのうち、前記電源装置のプラス電極およびマイナス電極のうちいずれか一方が接続された母線側のスイッチング素子のオフに伴って、残りの母線側のスイッチング素子に逆並列に配置された前記ダイオードを通して前記ステータコイルと前記コンデンサとの間に流れる電流に基づいて前記コンデンサの充電状態を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の同期電動機の駆動装置。

【請求項 3】

前記初期状態同期制御手段は、前記正極側母線側のスイッチング素子と前記負極側母線側のスイッチング素子とのうち、前記残りの母線側のスイッチング素子をオフした状態で、前記電源装置のプラス電極およびマイナス電極のうちいずれか一方が接続された母線側のスイッチング素子をスイッチング動作させることにより、前記インバータ回路から出力される交流電流に基づいて前記ステータコイルからの回転磁界を発生させることを特徴とする請求項 2 に記載の同期電動機の駆動装置。

10

【請求項 4】

前記インバータ回路において、前記一对のスイッチング素子は 3 組、並列接続されており、

前記初期状態同期制御手段は、前記正極側母線側のスイッチング素子と前記負極側母線側のスイッチング素子とのうち、前記電源装置のプラス電極およびマイナス電極のうちいずれか一方が接続された母線側の 3 つのスイッチング素子において、オンさせる 2 つのスイッチング素子を順に変更することによって、ステータコイルから回転磁界を発生させることを特徴とする請求項 3 に記載の同期電動機の駆動装置。

20

【請求項 5】

前記初期状態同期制御手段は、オンさせる 2 つのスイッチング素子を所定オン時間オンさせる第 1 の手段と、前記 2 つのスイッチング素子を所定オフ時間オフさせる第 2 の手段と、を備え、前記第 1 の手段により前記 2 つのスイッチング素子を所定オン時間オンさせ、この後、前記第 2 の手段により前記 2 つのスイッチング素子を所定オフ時間オフさせることを、繰り返すことによって前記コンデンサの充電を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の同期電動機の駆動装置。

【請求項 6】

前記初期状態同期制御手段は、前記正極側母線側のスイッチング素子と前記負極側母線側のスイッチング素子とのうち、前記電源装置のプラス電極およびマイナス電極のうちいずれか一方が接続された母線側のスイッチング素子をオンさせているときに前記ステータコイルに流れる電流を制限電流以下にすることを特徴とする請求項 2 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の同期電動機の駆動装置。

30

【請求項 7】

前記初期状態同期制御手段は、前記コンデンサの出力電圧が一定電圧に到達したと判定されるまで前記充電状態の制御を実施することを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の同期電動機の駆動装置。

【請求項 8】

前記初期状態同期制御手段は、前記コンデンサの出力電圧が一定電圧に到達し、かつ前記コンデンサの温度が所定以上であると判定するまで前記充電状態の制御を実施することを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の同期電動機の駆動装置。

40

【請求項 9】

前記コンデンサのプラス電極は、前記正極側母線に接続され、前記コンデンサのマイナス電極は、前記負極側母線と前記ステータコイルの中性点とのうちいずれか一方に接続されており、

前記電源装置のプラス電極は、前記中性点に接続され、前記電源装置のマイナス電極は、前記負極側母線に接続されていることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 つに記載の同期電動機の駆動装置。

【請求項 10】

50

前記コンデンサのプラス電極は、前記正極側母線と前記ステータコイルの中性点とのうちいずれか一方に接続され、前記コンデンサのマイナス電極は、前記負極側母線に接続されており、

前記電源装置のプラス電極は、前記正極側母線に接続され、前記電源装置のマイナス電極は、前記中性点に接続されていることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 つに記載の同期電動機の駆動装置。

【請求項 1 1】

前記通常運転制御手段の実行開始前で、かつ前記初期状態同期制御手段の実行終了後に、前記ロータの回転速度を一定速度まで上昇させる電流を前記インバータ回路から前記ステータコイルに出力させるように前記インバータ回路を構成する前記複数のスイッチング素子をスイッチング動作させる強制転流制御手段を備えることを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 つに記載の同期電動機の駆動装置。

10

【請求項 1 2】

前記インバータ回路から前記ステータコイルに流れる電流を検出する電流センサを備え、
前記通常運転制御手段は、前記電流センサにより検出された電流に基づいて前記ロータの回転数を推定するとともに、この推定された回転数に基づいて前記ロータの回転数を目標回転数に近づけるように前記複数のスイッチング素子をスイッチング動作させることを特徴とする請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 つに記載の同期電動機の駆動装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステータコイルがスター結線されている同期電動機を制御する同期電動機の駆動装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の駆動装置では、例えば、特許文献 1 に示すように、6 個のトランジスタと 6 個のダイオードから構成されるインバータ回路と、このインバータ回路を制御する制御回路とを備えるものがある。

【0003】

具体的には、インバータ回路は、直列接続された一対のトランジスタが 3 組、正極側母線と負極側母線との間に並列接続されて構成されており、さらに 1 つのトランジスタ毎にこのトランジスタに対してダイオードが 1 つずつ並列接続されている。

30

【0004】

ステータコイルの中性点とインバータ回路の負極側母線との間には、直流電源が接続されている。ステータコイルの中性点とインバータ回路の正極側母線との間には、コンデンサが接続されている。このため、正極側母線と負極側母線との間には、直流電源から発生する電源電圧とコンデンサから発生する電圧とを合わせた電圧差が生じる。

【0005】

制御回路は、6 個のトランジスタをスイッチング動作させることにより、正極側母線と負極側母線との間の電圧差に基づいて三相交流同期電動機に三相交流電流を出力する。したがって、直流電源から発生する電源電圧よりも大きな電圧により、三相交流同期電動機を運転することができる。

40

【0006】

ここで、6 個のトランジスタのうち負極側母線のトランジスタがオンしたときには、ステータコイルに電流が流れるため、ステータコイルには、電流に基づいて磁気エネルギーが蓄えられる。

【0007】

負極側母線のトランジスタがオフしたときには、前記磁気エネルギーに基づいた電流が、ステータコイルから正極側母線側のダイオードおよび正極側母線を通してコンデンサに

50

電流が流れる。したがって、6個のトランジスタをスイッチング動作させることにより、ステータコイルに三相交流電流を流しつつ、コンデンサに電荷を蓄えることになる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2002-10654号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上述の駆動装置では、コンデンサに電荷が蓄えられていない状態で、インバータ回路の制御を開始する場合に、負極側母線のトランジスタがオンからオフに移行すると、ステータコイルから正極側母線側のダイオードおよび正極側母線を通してコンデンサに大きな突入電流が流れる。これに伴い、コンデンサの出力電圧が大きく変動する。

【0010】

したがって、インバータ回路から三相交流同期電動機に出力される交流電流が不安定になり、三相交流同期電動機に振動を生じる可能性がある。

【0011】

本発明は上記点に鑑みて、同期電動機の運転に先だって、コンデンサの充電状態を制御する同期電動機の駆動装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、スター結線されたステータコイルから発生する回転磁界によりロータを回転させる同期電動機の駆動装置であって、

直列接続された一対のスイッチング素子を多数組有し、正極側母線と負極側母線との間に前記一対のスイッチング素子が多数組、並列接続されているインバータ回路と、

コンデンサと、

前記インバータ回路を構成する複数の前記スイッチング素子をスイッチング動作させることにより、電源装置の出力電圧と前記コンデンサの出力電圧とに基づいて交流電流を前記ステータコイルに出力して前記ステータコイルから前記回転磁界を発生させる通常運転制御手段と、

前記通常運転制御手段の実行開始に先立って、前記複数のスイッチング素子をスイッチング動作させることにより、前記ステータコイルから発生させる回転磁界に前記ロータを同期させて、かつ前記コンデンサの充電状態を制御する初期状態同期制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0013】

これにより、通常運転制御手段の実行開始に先立って、コンデンサの充電状態を制御することができる。

【0014】

請求項2に記載の発明では、前記複数のスイッチング素子のそれぞれにはダイオードが逆並列に配置されており、

前記複数のスイッチング素子は、前記正極側母線に接続された正極側母線側のスイッチング素子と、前記負極側母線側に接続された負極側母線側のスイッチング素子とから構成されており、

前記初期状態同期制御手段は、前記正極側母線側のスイッチング素子と前記負極側母線側のスイッチング素子とのうち、前記電源装置のプラス電極およびマイナス電極のうちいずれか一方が接続された母線側のスイッチング素子のオフに伴って、残りの母線側のスイッチング素子に逆並列に配置された前記ダイオードを通して前記ステータコイルと前記コンデンサとの間に流れる電流に基づいて前記コンデンサの充電状態を制御することを特徴とする。

【0015】

10

20

30

40

50

請求項 3 に記載の発明では、前記初期状態同期制御手段は、前記正極側母線側のスイッチング素子と前記負極側母線側のスイッチング素子とのうち、前記残りの母線側のスイッチング素子をオフした状態で、前記電源装置のプラス電極およびマイナス電極のうちいずれか一方が接続された母線側のスイッチング素子をスイッチング動作させることにより、前記インバータ回路から出力される交流電流に基づいて前記ステータコイルからの回転磁界を発生させることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

請求項 4 に記載の発明では、前記インバータ回路において、前記一对のスイッチング素子は 3 組、並列接続されており、

前記初期状態同期制御手段は、前記正極側母線側のスイッチング素子と前記負極側母線側のスイッチング素子とのうち、前記電源装置のプラス電極およびマイナス電極のうちいずれか一方が接続された母線側の 3 つのスイッチング素子において、オンさせる 2 つのスイッチング素子を順に変更することによって、ステータコイルから回転磁界を発生させることを特徴とする。

10

【 0 0 1 7 】

請求項 5 に記載の発明では、前記初期状態同期制御手段は、オンさせる 2 つのスイッチング素子を所定オン時間オンさせる第 1 の手段と、前記 2 つのスイッチング素子を所定オフ時間オフさせる第 2 の手段と、を備え、前記第 1 の手段により前記 2 つのスイッチング素子を所定オン時間オンさせ、この後、前記第 2 の手段により前記 2 つのスイッチング素子を所定オフ時間オフさせることを、繰り返すことによって前記コンデンサの充電を行うことを特徴とする。

20

【 0 0 1 8 】

請求項 6 に記載の発明では、前記初期状態同期制御手段は、前記正極側母線側のスイッチング素子と前記負極側母線側のスイッチング素子とのうち、前記電源装置のプラス電極およびマイナス電極のうちいずれか一方が接続された母線側のスイッチング素子をオンさせているときに前記ステータコイルに流れる電流を制限電流以下にすることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

請求項 7 に記載の発明では、前記初期状態同期制御手段は、前記コンデンサの出力電圧が一定電圧に到達したと判定されるまで前記充電状態の制御を実施することを特徴とする。

30

【 0 0 2 0 】

請求項 8 に記載の発明では、前記初期状態同期制御手段は、前記コンデンサの出力電圧が一定電圧に到達し、かつ前記コンデンサの温度が所定以上であると判定するまで前記充電状態の制御を実施することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

請求項 9 に記載の発明では、前記コンデンサのプラス電極は、前記正極側母線に接続され、前記コンデンサのマイナス電極は、前記負極側母線と前記ステータコイルの中性点とのうちいずれか一方に接続されており、

前記電源装置のプラス電極は、前記中性点に接続され、前記電源装置のマイナス電極は、前記負極側母線に接続されていることを特徴とする。

40

【 0 0 2 2 】

請求項 10 に記載の発明では、前記コンデンサのプラス電極は、前記正極側母線と前記ステータコイルの中性点とのうちいずれか一方に接続され、前記コンデンサのマイナス電極は、前記負極側母線に接続されており、

前記電源装置のプラス電極は、前記正極側母線に接続され、前記電源装置のマイナス電極は、前記中性点に接続されていることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

請求項 11 に記載の発明では、前記通常運転制御手段の実行開始前で、かつ前記初期状態同期制御手段の実行終了後に、前記ロータの回転速度を一定速度まで上昇させる電流を

50

前記インバータ回路から前記ステータコイルに出力させるように前記インバータ回路を構成する前記複数のスイッチング素子をスイッチング動作させる強制転流制御手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

請求項 1 2 に記載の発明では、前記インバータ回路から前記ステータコイルに流れる電流を検出する電流センサを備え、

前記通常運転制御手段は、前記電流センサにより検出された電流に基づいて前記ロータの回転数を推定するとともに、この推定された回転数に基づいて前記ロータの回転数を目標回転数に近づけるように前記複数のスイッチング素子をスイッチング動作させることを特徴とする。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態における三相交流同期電動機の駆動装置の構成を示す図である。

【図 2】第 1 実施形態におけるコンデンサの出力電圧の変化および U 相電流の変化を示すタイミングチャートである。

【図 3】図 1 の駆動装置の制御判定部の制御処理を示すフローチャートである。

【図 4】図 1 の制御判定部の制御処理を示すフローチャートである。

【図 5】図 1 の同期制御部の制御処理を示すフローチャートである。

【図 6】第 1 実施形態の変形例における同期制御部の制御処理を示すフローチャートである。

20

【図 7】本発明の第 1 実施形態の変形例における三相交流同期電動機の駆動装置の構成を示す図である。

【図 8】本発明の第 1 実施形態の変形例における三相交流同期電動機の駆動装置の構成を示す図である。

【図 9】本発明の第 1 実施形態の変形例における三相交流同期電動機の駆動装置の構成を示す図である。

【図 10】本発明の第 2 実施形態における三相交流同期電動機の駆動装置の構成を示す図である。

【図 11】第 2 実施形態における位置決め制御部の制御処理を示すフローチャートである。

30

【図 12】本発明の第 3 実施形態における三相交流同期電動機の駆動装置の構成を示す図である。

【図 13】第 3 実施形態におけるコンデンサの出力電圧の変化および U 相電流の変化を示すタイミングチャートである。

【図 14】第 3 実施形態における初期状態位置決め制御部の制御処理を示すフローチャートである。

【図 15】本発明の第 4 実施形態における三相交流同期電動機の駆動装置の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

40

【 0 0 2 6 】

以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。なお、以下に示す実施形態のうち第 4 実施形態が特許請求の範囲に記載した発明の実施形態であり、それ以外の実施形態は参考例を示すものである。

【 0 0 2 7 】

(第 1 実施形態)

図 1 に本発明に係る三相交流同期電動機の駆動装置の第 1 実施形態を示す。図 1 は駆動装置の回路構成と三相交流同期電動機の一部の構成とを示す。

【 0 0 2 8 】

駆動装置 10 は、直流電圧に基づいて三相交流電流を三相交流同期電動機に出力して三

50

相交流同期電動機を駆動する。三相交流同期電動機の回転軸には、例えば圧縮機構等の負荷が接続されている。

【0029】

三相交流同期電動機は、例えば永久磁石が埋め込まれたロータ（図示省略）と、ロータに回転磁界を与えるステータコイル1を備える。ステータコイル1は、U相コイル1a、V相コイル1b、およびW相コイル1cがスター結線されて中性点1xを有するものである。

【0030】

本実施形態では、三相交流同期電動機は、ロータの位置情報を検出するセンサが取り付けられていない構成になっている。

10

【0031】

高電圧バッテリー3は、ステータコイル1の中性点1xとグランドとの間に配置されている電源装置である。高電圧バッテリー3とグランドの間には、電源スイッチ5のスイッチ素子5aが配置されている。電源スイッチ5は、低電圧バッテリー4の正極端子と電子制御装置7との間を開閉するスイッチ素子5bを備える。スイッチ素子5a、5bは、使用者の操作により互いに連動して開閉する。低電圧バッテリー4の出力電圧は、高電圧バッテリー3の出力電圧より低く設定されている。

【0032】

駆動装置10は、インバータ回路20、コンデンサ30、電流センサ40、および制御回路50を備える。インバータ回路20は、高電圧バッテリー3の出力電圧とコンデンサ30のプラス電極とマイナス電極との間の電圧差とに基づいて三相交流電流をステータコイル1に出力する。

20

【0033】

具体的には、インバータ回路20は、スイッチング素子SW1、SW2、SW3、SW4、SW5、SW6、およびダイオードD1、D2、D3、D4、D5、D6から構成されている。

【0034】

スイッチング素子SW1、SW4は負極側母線21と正極側母線22との間に直列接続され、スイッチング素子SW2、SW5は負極側母線21と正極側母線22との間で直列接続され、スイッチング素子SW3、SW6は負極側母線21と正極側母線22との間で直列接続されている。負極側母線21は、グランドに接続されている。

30

【0035】

スイッチング素子SW1、SW4の共通接続点はW相コイル1cに接続され、スイッチング素子SW2、SW5の共通接続点はV相コイル1bに接続され、スイッチング素子SW3、SW6の共通接続点はU相コイル1aに接続されている。

【0036】

なお、スイッチング素子SW1、SW2...SW6としては、例えば、絶縁ゲートバイポーラトランジスタや電界効果型トランジスタ等の半導体スイッチング素子が用いられている。

【0037】

ダイオードD1、D2、D3、D4、D5、D6は、スイッチング素子SW1、SW2、SW3、SW4、SW5、SW6のうち対応するスイッチング素子に逆並列になるように配置されている。例えば、ダイオードD1は、スイッチング素子SW1に逆並列になるように配置されている。ダイオードD1、D2...D6は、それぞれ対応するスイッチング素子をバイパスして電流を流す。

40

【0038】

コンデンサ30は、高電圧バッテリー3とともに出力電圧をインバータ回路20に与える。コンデンサ30のプラス電極は、インバータ回路20の正極側母線22に接続されている。コンデンサ30のマイナス電極は、ステータコイル1の中性点1xに接続されている。

50

【 0 0 3 9 】

電流センサ 4 0 は、U 相電流 i_u 、V 相コイル i_v 、および W 相電流 i_w をそれぞれ検出する。U 相電流 i_u は、スイッチング素子 S W 3、S W 6 の共通接続点から U 相コイル 1 a に流れる電流である。

【 0 0 4 0 】

V 相電流 i_v は、スイッチング素子 S W 2、S W 5 の共通接続点から V 相コイル 1 b に流れる電流である。W 相電流 i_w は、スイッチング素子 S W 1、S W 4 の共通接続点から W 相コイル 1 c に流れる電流である。

【 0 0 4 1 】

なお、図中電流 i_u 、 i_v 、 i_w の電流の流れる方向は、それぞれ各矢印の方向を正とする。

10

【 0 0 4 2 】

制御回路 5 0 は、制御入出力部 5 1、制御判定部 5 2、初期状態制御部 5 3、同期制御部 5 4、強制転流制御部 5 5、および通常運転制御部 5 6 を備える。

【 0 0 4 3 】

制御入出力部 5 1 は、制御部 5 3、5 4、5 5、5 6 から出力される出力信号をインバータ回路 2 0 に出力する。制御入出力部 5 1 は、電流センサ 4 0 の検出信号を制御部 5 3、5 4、5 5、5 6 のそれぞれに出力する。

【 0 0 4 4 】

制御判定部 5 2 は、初期状態制御部 5 3、同期制御部 5 4、強制転流制御部 5 5、および通常運転制御部 5 6 をそれぞれ実行させる。

20

【 0 0 4 5 】

次に、本実施形態の作動について図 2 を参照して説明する。

【 0 0 4 6 】

図 2 (a) はコンデンサ 3 0 の出力電圧の変化を示すタイミングチャート、図 2 (b) は U 相電流 i_u の変化を示すタイミングチャートである。

【 0 0 4 7 】

まず、電源スイッチ 5 が使用者により操作されて電源オン (図 2 中電源 ON と記す) されると、スイッチ素子 5 a が高電圧バッテリー 3 とグランドとの間を接続し、さらにスイッチ素子 5 b が低電圧バッテリー 4 と電子制御装置 7 との間を接続する。

30

【 0 0 4 8 】

すると、電子制御装置 7 は、スイッチ素子 5 b の閉成後一定期間待機してから駆動装置 1 0 に対して制御開始を指令する。駆動装置 1 0 の制御判定部 5 2 は、電子制御装置 7 から制御開始の指令を受けると、図 3 のフローチャートにしたがって、コンピュータプログラムの実行を開始する。

【 0 0 4 9 】

まず、制御判定部 5 2 は、ステップ S 1 0 0 で初期状態制御部 5 3 に対して制御を実行させる。その後、ステップ S 1 1 0 で同期制御部 5 4 に対して制御を実行させる。

【 0 0 5 0 】

その後、ステップ S 1 2 0 で強制転流制御部 5 5 に対して制御を実行させた後、ステップ S 1 3 0 で通常運転制御部 5 6 に対して制御を実行させる。

40

【 0 0 5 1 】

以下、初期状態制御部 5 3、同期制御部 5 4、強制転流制御部 5 5、および通常運転制御部 5 6 のそれぞれの制御処理について別々に説明する。

【 0 0 5 2 】

(初期状態制御部 5 3)

初期状態制御部 5 3 は、図 4 のフローチャートにしたがって、制御処理を実行する。

【 0 0 5 3 】

まず、ステップ S 2 0 0 においてスイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 をオンさせる。

50

【 0 0 5 4 】

これに伴い、高電圧バッテリー 3 のプラス電極側から電流が U 相コイル 1 a およびスイッチング素子 S W 6 を通してグランド側に流れる。このため、U 相コイル 1 a には、電流に基づいて磁気エネルギーが蓄積される。

【 0 0 5 5 】

なお、本実施形態では、スイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 が、特許請求の範囲に記載の「電源装置のプラス電極およびマイナス電極のうちいずれか一方が接続された母線側のスイッチング素子」に相当する。

【 0 0 5 6 】

また、高電圧バッテリー 3 のプラス電極側から電流が V 相コイル 1 b およびスイッチング素子 S W 5 を通してグランド側に流れる。さらに、高電圧バッテリー 3 のプラス電極側から電流が W 相コイル 1 c およびスイッチング素子 S W 4 を通してグランド側に流れる。

10

【 0 0 5 7 】

このため、U 相コイル 1 a 場合と同様に、V 相コイル 1 b および W 相コイル 1 c には、それぞれ、磁気エネルギーが蓄積される。

【 0 0 5 8 】

次のステップ S 2 1 0 で、電流センサ 4 0 で検出される相電流 i_u 、 i_v 、 i_w に基づいて、相電流 i_u 、 i_v 、 i_w のそれぞれの絶対値 $|i_u|$ 、 $|i_v|$ 、 $|i_w|$ が制限電流 A 以下であるか否かを判定する。ここで、制限電流 A は、三相交流同期電動機に流すことが可能な最大電流より所定値だけ小さい電流である。最大電流は、三相交流同期電動機に発火が生じない程度でステータコイル 1 に流すことができる電流の最大値である。

20

【 0 0 5 9 】

そして、ステップ S 2 1 0 において、絶対値 $|i_u|$ 、 $|i_v|$ 、 $|i_w|$ のそれぞれが制限電流 A 以下であるときには、Y E S と判定する。

【 0 0 6 0 】

この場合、ステップ S 2 2 0 において、スイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 をそれぞれオンしてから所定時間（以下、所定オン時間という）以上経過したか否かを判定する。所定オン時間（図 4 中所定 O N 時間と記す）は、予め決められた時間である。

【 0 0 6 1 】

このとき、スイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 をオンしてから経過した時間が所定オン時間よりも短いときには、ステップ S 2 2 0 で N O と判定して、ステップ S 2 1 0、S 2 2 0 の判定処理を繰り返す。

30

【 0 0 6 2 】

その後、スイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 をオンしてから所定オン時間以上経過すると、ステップ S 2 2 0 で Y E S と判定してステップ S 2 3 0 に進む。

【 0 0 6 3 】

また、上述のステップ S 2 1 0 において、絶対値 $|i_u|$ 、 $|i_v|$ 、 $|i_w|$ のうちいずれか 1 つが制限電流 A より大きいときには、N O と判定してステップ S 2 3 0 に進む。

【 0 0 6 4 】

このようにステップ S 2 3 0 に進むと、スイッチング素子 S W 1、S W 2、S W 3 がオフしている状態で、スイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 をオフさせる。

40

【 0 0 6 5 】

このとき、スイッチング素子 S W 4 のオフに伴って、磁気エネルギーに基づく電流が W 相コイル 1 c からダイオード D 1、および正極側母線 2 2 を通してコンデンサ 3 0 に流れる。すなわち、W 相コイル 1 c 側から電流がスイッチング素子 S W 1 をバイパスしてコンデンサ 3 0 側に流れる。

【 0 0 6 6 】

スイッチング素子 S W 5 のオフに伴って、磁気エネルギーに基づく電流が V 相コイル 1 b からダイオード D 2、および正極側母線 2 2 を通してコンデンサ 3 0 に流れる。すなわ

50

ち、V相コイル1 b側から電流がスイッチング素子SW2をバイパスしてコンデンサ30側に流れる。

【0067】

スイッチング素子SW6のオフに伴って、磁気エネルギーに基づく電流がU相コイル1 aからダイオードD3、および正極側母線22を通してコンデンサ30に流れる。すなわち、U相コイル1側から電流がスイッチング素子SW3をバイパスしてコンデンサ30側に流れる。

【0068】

このようにコイル1 a、1 b、1 c側からコンデンサ30に電流が流れ、この電流によりコンデンサ30に電荷が蓄積される。すなわち、スイッチング素子SW4、SW5、SW6のスイッチング動作によりコンデンサ30が充電されることになる。

10

【0069】

なお、本実施形態ではスイッチング素子SW1、SW2、SW3が、特許請求の範囲に記載の「残りの母線側のスイッチング素子」に相当する。ダイオードD1、D2、D3が特許請求の範囲に記載の「残りの母線側のスイッチング素子に逆並列に配置された前記ダイオード」に相当する。

【0070】

次に、ステップS240において、スイッチング素子SW4、SW5、SW6をオフしてから所定時間(以下、所定オフ時間という)以上経過したか否かを判定する。所定オフ時間(図4中所定OFF時間と記す)は、予め決められた時間である。

20

【0071】

このとき、スイッチング素子SW4、SW5、SW6をオフしてから経過した時間が所定オフ時間よりも短いときには、ステップS240でNOと判定して、ステップS240の判定処理を繰り返す。その後、スイッチング素子SW4、SW5、SW6をオフしてから所定オフ時間以上経過すると、ステップS240でYESと判定する。

【0072】

次に、ステップS250で、コンデンサ30の出力電圧が目標電圧値以上であるか否かを判定する。具体的には、初期状態制御部53の制御の実行を開始後一定時間以上経過したか否かを判定する。

【0073】

初期状態制御部53の制御の実行を開始後経過した時間が一定時間より短いときには、コンデンサ30の出力電圧が目標電圧値未満であるとしてステップS250でNOと判定して、ステップS200に戻る。

30

【0074】

このため、初期状態制御部53の制御の実行を開始後一定時間以上経過するまで、ステップS210、S220、S230、S240の各処理を繰り返す。このため、スイッチング素子SW4、SW5、SW6のスイッチング動作によりコンデンサ30が充電される。このため、コンデンサ30の出力電圧は、図2(a)に示すように、徐々に上昇する。

【0075】

その後、初期状態制御部53の制御の実行を開始後一定時間以上経過すると、ステップS250において、コンデンサ30の出力電圧が目標電圧値以上であるとしてYESと判定する。すなわち、コンデンサ30の充電状態の制御が完了したとして、初期状態制御部53の制御が終了する。

40

【0076】

(同期制御部54)

同期制御部54は、図5のフローチャートにしたがって、制御処理を実行する。

【0077】

まず、ステップS300において、周知の三角波比較PWM方式によって、三相交流電流をステータコイル1に出力させるようにスイッチング素子SW1、SW2、SW3、SW4、SW5、SW6のスイッチング出力を設定する。

50

【 0 0 7 8 】

すなわち、三相交流電流をステータコイル 1 に出力させるようにスイッチング素子 S W 1、S W 2 ... S W 6 に対してそれぞれオン、或いはオフを設定することになる。

【 0 0 7 9 】

ここで、前記三相交流電流は、その波高値が初期値から半周期（電気角 1 8 0 d e g）毎に所定値大きくなる電流である。波高値の初期値としては、回転磁界に基づいてロータに生じる回転トルクが三相交流同期電動機の負荷側に生じるトルクよりも十分に小さくなる値に設定されている。

【 0 0 8 0 】

次に、ステップ S 3 1 0 で三相交流電流の実効値を求め、この三相交流電流の実効値が一定値以上であるか否かを判定する。このとき、三相交流電流の実効値が一定値未満であるときには、ステップ S 3 1 0 において N O と判定してステップ S 3 1 0 に戻る。

10

【 0 0 8 1 】

その後、三相交流電流の実効値が一定値以上になるまでステップ S 3 0 0、S 3 1 0 の処理を繰り返す。これに伴い、正極側母線 2 2 側のスイッチング素子 S W 1、S W 2、S W 3 と負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 とをスイッチング動作させる。

【 0 0 8 2 】

このため、スイッチング素子 S W 1、S W 4 の共通接続点とスイッチング素子 S W 2、S W 5 の共通接続点とスイッチング素子 S W 3、S W 6 の共通接続点とから、コンデンサ 3 0 の出力電圧と高電圧バッテリー 3 の出力電圧とに基づいて三相交流電流がステータコイル 1 に出力される。

20

【 0 0 8 3 】

これに伴い、ステータコイル 1 から回転磁界が発生する。したがって、ロータが回転磁界に同期して回転することになる。

【 0 0 8 4 】

ここで、負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 のオフに伴って、初期状態制御部 5 3 の制御の場合と同様に、コンデンサ 3 0 に電荷が蓄積される。

【 0 0 8 5 】

本実施形態では、一定時間における正極側母線 2 2 側のスイッチング素子 S W 1、S W 2、S W 3 のオン時間とオフ時間の比率（以下、正極側比率 H 1 という）と、一定時間における負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 のオン時間とオフ時間の比率（負極側比率 H 2 という）は、後述するように、コンデンサ 3 0 の出力電圧が目標電圧値を維持するように設定されている。

30

【 0 0 8 6 】

その後、三相交流電流の実効値が一定値以上になるとステップ S 3 1 0 で Y E S と判定してステップ S 3 2 0 に移行する。このステップ S 3 2 0 では、最初にステップ S 3 0 0 でスイッチング素子 S W 1、S W 2 ... S W 6 のスイッチング出力を設定してから電気角 7 2 0 d e g 以上、三相交流電流をステータコイル 1 に出力したか否かを判定する。

【 0 0 8 7 】

ここで、ステータコイル 1 に出力した三相交流電流が電気角 7 2 0 d e g 未満であるときには、ステップ S 3 2 0 で N O と判定してステップ S 3 0 0 に戻る。このため、ステップ S 3 2 0 で N O と判定される限り、ステップ S 3 0 0 の処理とステップ S 3 1 0 の Y E S 判定処理を繰り返す。

40

【 0 0 8 8 】

したがって、図 2 (b) に示すように、波高値が半周期毎に大きくなる三相交流電流がステータコイル 1 に出力されることになる。なお、図 2 では U 相電流だけを示す。

【 0 0 8 9 】

その後、最初にステップ S 3 0 0 でスイッチング素子 S W 1、S W 2 ... S W 6 のスイッチング出力を設定してからステータコイル 1 に出力した三相交流電流が電気角 7 2 0 d e

50

g 以上になると、ステップ S 3 2 0 で Y E S と判定すると、同期制御部 5 4 の制御が終了する。

【 0 0 9 0 】

次に、本実施形態の正極側比率 H 1、負極側比率 H 2 について説明する。

【 0 0 9 1 】

正極側母線 2 2 側のスイッチング素子 S W 1、S W 2、S W 3 がオンしているとき、コンデンサ 3 0 からスイッチング素子 S W 1、S W 2、S W 3 に電流が流れる。したがって、コンデンサ 3 0 に蓄積された電荷が減ることになる。

【 0 0 9 2 】

負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 がオンしているときにコイル 1 a、1 b、1 c の磁気エネルギーが蓄積される。そして、スイッチング素子 S W 1、S W 2、S W 3、S W 4、S W 5、S W 6 がオフしているとき、コイル 1 a、1 b、1 c の磁気エネルギーに基づいてコンデンサ 3 0 に電荷が蓄積される。

10

【 0 0 9 3 】

したがって、スイッチング素子 S W 1、S W 2 ... S W 6 のスイッチング動作に伴って、コンデンサ 3 0 に対する電荷の蓄積と放電が繰り返されることになる。

【 0 0 9 4 】

ここで、コンデンサ 3 0 から放電される電荷量は、正極側母線 2 2 側のスイッチング素子 S W 1、S W 2、S W 3 のオン時間により決まる。

【 0 0 9 5 】

20

コンデンサ 3 0 に蓄積される電荷量は、負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 のオン時間、およびスイッチング素子 S W 1、S W 2、S W 3、S W 4、S W 5、S W 6 のオフ時間によって決まる。

【 0 0 9 6 】

そこで、本実施形態の正極側比率 H 1 および負極側比率 H 2 は、一定時間において、コンデンサ 3 0 から放電される電荷量と、コンデンサ 3 0 に蓄積される電荷量とが同等になるように設定されている。

【 0 0 9 7 】

これにより、同期制御部 5 4 は、スイッチング素子 S W 1、S W 2 ... S W 6 をスイッチング動作させることにより、コンデンサ 3 0 の出力電圧が目標電圧値を維持することができる。

30

【 0 0 9 8 】

(強制転流制御部 5 5)

強制転流制御部 5 5 は、回転磁界の角速度 ω を一定角速度 ω_d まで速くする制御を実施する。

【 0 0 9 9 】

具体的には、強制転流制御部 5 5 は、三相交流電流をステータコイル 1 に出力させるように、正極側母線 2 2 側のスイッチング素子 S W 1、S W 2、S W 3 と負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 とをスイッチング動作させる。

【 0 1 0 0 】

40

このとき、強制転流制御部 5 5 は、スイッチング素子 S W 1、S W 2 ... S W 6 のそれぞれをスイッチング動作させることにより、三相交流電流の角速度 ω を同期制御部 5 4 の場合より徐々に速くする。具体的には、三相交流電流の角速度 ω を一定の角速度 ω_d まで半周期毎に速くさせる。

【 0 1 0 1 】

これに伴い、ロータがステータコイル 1 から発生した回転磁界に同期して回転する。このとき、ステータコイル 1 から発生した回転磁界は徐々に速くなる。したがって、ロータの回転速度が一定速度 S_d まで徐々に速くなる。

【 0 1 0 2 】

ここで、負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 がスイッチング

50

動作する際に、負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 のオフに伴って、初期状態制御部 5 3 の制御の場合と同様に、コンデンサ 3 0 に電荷が蓄積される。
(通常運転制御部 5 6)

通常運転制御部 5 6 は、インバータ回路 2 0 のスイッチング素子 S W 1、S W 2 ... S W 6 のそれぞれをスイッチング動作させて三相交流電流をステータコイル 1 に出力する。

【 0 1 0 3 】

通常運転制御部 5 6 は、三相交流電流の角速度 ω が一定角速度 ω_d 以上である状態を維持して、電子制御装置から指令される目標角速度に三相交流電流の角速度 ω_z を近づけるように正極側母線 2 2 側のスイッチング素子 S W 1、S W 2、S W 3 と負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 とをスイッチング動作させる。

10

【 0 1 0 4 】

具体的には、通常運転制御部 5 6 は、電流センサ 4 0 の検出電流 i_u 、 i_v 、 i_w が、それぞれ零になるタイミングを求め、このタイミングに基づいてロータの位置を推定して、この推定されたロータの位置に基づいてロータの角速度 ω_s を推定する。

【 0 1 0 5 】

さらに、通常運転制御部 5 6 は、電子制御装置から指令される目標角速度 ω_m に、推定角速度 ω_s を近づけるようにスイッチング素子 S W 1、S W 2、S W 3 ... S W 6 のそれぞれをスイッチング動作させる。

【 0 1 0 6 】

これにより、ステータコイル 1 から発生する回転磁界の角速度 ω が目標角速度 ω_m に近づく。このため、ロータの角速度が目標角速度 ω_m に近づくことになる。以上により、三相交流同期電動機のロータの速度を制御することができる。

20

【 0 1 0 7 】

ここで、負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 がオフしたときには、初期状態制御部 5 3 の制御の場合と同様に、コンデンサ 3 0 に電荷が蓄積される。

【 0 1 0 8 】

以上説明した本実施形態によれば、通常運転制御部 5 6 の実行に先立って、初期状態制御部 5 3 がコンデンサ 3 0 に電荷を蓄積してコンデンサ 3 0 の充電状態を制御することができる。このため、通常運転制御部 5 6 の実行開始直後にコンデンサに大電流が流れることが抑制される。これに伴い、三相交流同期電動機の動作状態が不安定になることなく、コンデンサ 3 0 の出力電圧が安定した状態で通常運転制御部 5 6 の実行を開始することができる。このため、三相交流同期電動機の速度制御を精度良く行うことができる。

30

【 0 1 0 9 】

初期状態制御部 5 3 は、ステップ S 2 1 0 において、 $|i_u|$ 、 $|i_v|$ 、 $|i_w|$ のうちいずれか 1 つが制限電流 A より大きいときには、スイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 をオフさせる。このため、コンデンサ 3 0 に大電流が流れることを抑制できる。したがって、コンデンサの出力電圧を安定した状態に維持できる。

【 0 1 1 0 】

本実施形態では、電子制御装置 7 は、スイッチ素子 5 b の閉成後一定期間待機してから駆動装置 1 0 に対して制御開始を指令する。このため、スイッチ素子 5 b の閉成に伴ってコンデンサ 3 0 の出力電圧が変動するものの、その電圧変動が収まって電圧が安定した後に駆動装置 1 0 の初期状態制御部 5 3 の制御を開始することができる。

40

【 0 1 1 1 】

同期制御部 5 4 は、ステータコイル 1 から発生させる回転磁界にロータを同期して回転させる際に、負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5、S W 6 をスイッチング動作させるため、上述の如く、コンデンサ 3 0 に電荷を蓄積させることができる。

【 0 1 1 2 】

ここで、同期制御部 5 4 は、ステータコイル 1 から発生させる回転磁界にロータを同期して回転させる際に、初期値から波高値が半周期毎に所定値大きくなる三相交流電流をステータコイル 1 に出力する。このため、ステータコイル 1 から発生する回転磁界に基づく

50

回転トルクは、三相交流電流の波高値の上昇に伴って、徐々に大きくなる。このため、ロータに振動を起こすことなくロータを回転させることができる。

【0113】

ここで、三相交流電流の波高値の初期値として、上述の如く、回転磁界に基づいてロータに生じる回転トルクが三相交流同期電動機の負荷側に生じるトルクよりも十分に小さくなる値に設定されている。このため、ロータに振動が生じ難くなる。

【0114】

次に、強制転流制御部55が回転磁界の角速度 ω を一定角速度 d まで速くする理由について説明する。

【0115】

通常運転制御部56は、ロータの角速度 s を推定するために、電流センサ40の検出電流が零になる毎にそのタイミング $T(1)$ 、 $T(2)$ 、... $T(n)$ 、 $T(n+1)$ 、... $T(m)$ を求める。

【0116】

このため、例えば、 n 回目のタイミング $T(n)$ と $(n+1)$ 回目のタイミング $T(n+1)$ との間の時間が長いと、ロータの角速度 ω を制御する際に遅延が生じる。したがって、三相交流同期電動機のロータの速度を良好に制御することができない。

【0117】

したがって、通常運転制御部56は、回転磁界の角速度 ω が一定角速度 d 以上である状態を維持してロータの回転数の制御することにより、ロータの速度制御の精度を確保することができる。

【0118】

上述の第1実施形態では、同期制御部54は、インバータ回路20から三相交流電流を 720 deg 以上ステータコイル1に出力させた例を示したが、これに限らず、電気角 90 deg 以上であれば、どのような電気角分の三相交流電流をステータコイル1に出力させるようにしてもよい。

【0119】

ここで、インバータ回路20から三相交流電流は、電気角 360 deg の整数倍分、ステータコイル1に出力させることが好ましい。これは、コンデンサ30が目標電圧からずれた状態で同期制御部54の制御が終了することを避けるためである。

【0120】

上述の第1実施形態では、同期制御部54は、波高値が徐々に所定値大きく三相交流電流をステータコイル1に出力させる例を示したが、これに限らず、同期制御部54は、波高値が一定である三相交流電流をステータコイル1に出力させてもよい。

【0121】

上述の第1実施形態では、同期制御部54は、正極側母線22側のスイッチング素子 $SW1$ 、 $SW2$ 、 $SW3$ と負極側母線21側のスイッチング素子 $SW4$ 、 $SW5$ 、 $SW6$ をスイッチング動作させて交流電流をステータコイル1に出力させる例を示したが、これに限らず、同期制御部54は、正極側母線22側のスイッチング素子 $SW1$ 、 $SW2$ 、 $SW3$ をオフした状態で負極側母線21側のスイッチング素子 $SW4$ 、 $SW5$ 、 $SW6$ をスイッチング動作させて交流電流をステータコイル1に出力させてもよい。

【0122】

この場合、まず、図6(a)に示すように、スイッチング素子 $SW4$ 、 $SW5$ をそれぞれオンさせる。このため、高電圧バッテリー3からV相コイル1b、およびW相コイル1cにそれぞれ電流が流れる。このとき、V相コイル1bに発生する磁界とW相コイル1cに発生する磁界との合成磁界が生じる。

【0123】

次に、スイッチング素子 $SW4$ をオフして、図6(b)に示すように、スイッチング素子 $SW5$ 、 $SW6$ をそれぞれオンさせる。このため、高電圧バッテリー3からV相コイル1b、およびU相コイル1aにそれぞれ電流が流れる。このとき、V相コイル1bに発生す

10

20

30

40

50

る磁界とU相コイル1 aに発生する磁界との合成磁界が生じる。

【0124】

その後、スイッチング素子SW5をオフして、図6(c)に示すように、スイッチング素子SW4、SW6をそれぞれオンさせる。このため、高電圧バッテリー3からW相コイル1c、およびU相コイル1aにそれぞれ電流が流れる。このとき、W相コイル1cに発生する磁界とU相コイル1aに発生する磁界との合成磁界が生じる。

【0125】

その後、図6(a)に示すように、スイッチング素子SW4、SW5をそれぞれオンさせる。

【0126】

このようにオンさせる2つのスイッチング素子が、スイッチング素子SW4、SW5、スイッチング素子SW5、SW6、スイッチング素子SW4、SW6、スイッチング素子SW4、SW5の順に変更されることになる。

【0127】

ここで、オンさせる2つのスイッチング素子の変更に伴って、合成磁界が時計回りに回転することになる。これに伴い、ロータが合成磁界に同期して時計回りに回転することになる。

【0128】

上述の第1実施形態では、初期状態制御部53がコンデンサ30の出力電圧が目標電圧値に到達したと判定するまで制御を実施した例を示したが、これに代えて、コンデンサ30の出力電圧が目標電圧値に到達し、かつコンデンサ30の温度を検出する温度センサを用いてコンデンサ30の温度が所定以上であると判定するまで初期状態制御部53がその制御を実施してもよい。

【0129】

例えば、コンデンサ30として電解コンデンサを用いた場合において、コンデンサ30の温度が極めて低いときには、コンデンサ30の内部抵抗が極めて小さくなる。このため、コンデンサ30の温度が極めて低い状態で、通常運転制御部56の制御を実施すると、コンデンサ30に大電流が流れる可能性がある。

【0130】

これに対し、初期状態制御部53が、上述の如く、コンデンサ30の出力電圧が一定電圧に到達し、かつコンデンサ30の温度が所定以上であると判定するまで初期状態制御部53がその制御を実施すれば、コンデンサ30として電解コンデンサを用いた場合でも、通常運転制御部56の制御を実施する際にコンデンサ30に大電流が流れることを抑制できる。

【0131】

ここで、温度センサを用いなくて、初期状態制御部53の制御を実施した時間等を用いてコンデンサ30の温度を推定してもよい。

【0132】

上述の第1実施形態では、コンデンサ30のプラス電極が正極側母線22に接続されて、コンデンサ30のマイナス電極がステータコイル1の中性点1xに接続された例を示したが、これに限らず、図7に示すように、コンデンサ30のプラス電極を正極側母線22に接続し、コンデンサ30のマイナス電極を負極側母線21に接続してもよい。

【0133】

上述の第1実施形態では、高電圧バッテリー3のプラス電極がステータコイル1の中性点1xに接続され、高電圧バッテリー3のマイナス電極を負極側母線21に接続された例を示したが、これに代えて、図8、図9に示すように、高電圧バッテリー3のプラス電極を正極側母線22に接続して、かつ高電圧バッテリー3のマイナス電極をステータコイル1の中性点1xに接続してもよい。

【0134】

この場合、図8に示すように、コンデンサ30のプラス電極を正極側母線22に接続し

10

20

30

40

50

、かつコンデンサ 30 のマイナス電極を負極側母線 21 に接続してもよい。あるいは、図 9 に示すように、コンデンサ 30 のプラス電極をステータコイル 1 の中性点 1x に接続し、かつコンデンサ 30 のマイナス電極を負極側母線 21 に接続してもよい。

【0135】

このように、高電圧バッテリー 3 を正極側母線 22 とステータコイル 1 の中性点 1x との間に接続した駆動装置 10 では、コンデンサ 30 を充電するためにスイッチング素子 SW 1、SW 2 ... SW 6 を制御する処理が上述の第 1 実施形態とは異なるものの、当該処理を除いた制御部 53、54、55、56 の各処理は、上述の第 1 実施形態と実質的に同様である。

【0136】

以下、高電圧バッテリー 3 を正極側母線 22 とステータコイル 1 の中性点 1x との間に接続した駆動装置 10 においてコンデンサ 30 を充電するための処理について説明する。

【0137】

この場合、負極側母線 21 側のスイッチング素子に代えて、正極側母線 22 側のスイッチング素子をスイッチング動作させる。

【0138】

例えば、負極側母線 21 側のスイッチング素子 SW 4、SW 5、SW 6 をオフにした状態で、正極側母線 22 側のスイッチング素子 SW 1、SW 2、SW 3 のうち例えばスイッチング素子 SW 1 をオンすると、高電圧バッテリー 3 のプラス電極側から電流が W 相コイル 1c を通して高電圧バッテリー 3 のマイナス電極に流れる。これにより、W 相コイル 1c に

【0139】

その後、スイッチング素子 SW 1 をオフすると、W 相コイル 1c に蓄積された磁気エネルギーに基づく電流がコンデンサ 30 のマイナス電極からダイオード D 4 を通して W 相コイル 1c に流れる。すなわち、スイッチング素子 SW 1 のオフに伴って、コンデンサ 30 のマイナス電極からスイッチング素子 SW 4 をバイパスして W 相コイル 1c に流れる電流により、コンデンサ 30 に電荷が蓄積されることになる。

【0140】

以上のように、正極側母線 22 側のスイッチング素子 SW 1 をスイッチング動作させることにより、W 相コイル 1c に蓄積された磁気エネルギーに基づいてコンデンサ 30 に電荷を蓄積してコンデンサ 30 を充電することができる。

【0141】

なお、高電圧バッテリー 3 を正極側母線 22 とステータコイル 1 の中性点 1x との間に接続した駆動装置 10 の場合には、スイッチング素子 SW 1、SW 2、SW 3 が、特許請求の範囲に記載の「電源装置のプラス電極およびマイナス電極のうちいずれか一方が接続された母線側のスイッチング素子」に相当し、スイッチング素子 SW 4、SW 5、SW 6 が、特許請求の範囲に記載の「残りの母線側のスイッチング素子」に相当する。

(第 2 実施形態)

上述の第 1 実施形態では、強制転流制御部の制御に先立って、同期制御部によりステータコイルから発生させる回転磁界にロータを同期させる例を示したが、これに代えて、強制転流制御部の制御に先立って、ステータコイルから発生させる磁界によりロータの位置決めを行う本第 2 実施形態を示す。

【0142】

図 10 に本実施形態の駆動装置の回路構成を示す。図 10 において、図 1 と同一符号は、同一のものを示し、その説明を省略する。

【0143】

本実施形態の駆動装置では、図 1 の同期制御部 54 に代えて、位置決め制御部 54A が用いられている。

【0144】

以下、位置決め制御部 54A の制御処理について図 11 を参照して説明する。

【 0 1 4 5 】

位置決め制御部 5 4 A は、図 1 1 のフローチャートにしたがって、制御処理を実行する。

【 0 1 4 6 】

まず、ステップ S 3 0 0 A において、ステータコイル 1 の V 相コイル 1 b と W 相コイル 1 c に電流を出力させるようにスイッチング素子 S W 4、S W 5 のスイッチング出力を設定する。すなわち、電流をステータコイル 1 に出力させるようにスイッチング素子 S W 4、S W 5 をそれぞれオン、或いはオフをさせることになる。

【 0 1 4 7 】

当該電流は、高圧電源 3 のプラス電極 中性点 1 x V 相コイル 1 b スwitching素子 S W 5 の順に流れ、さらに中性点 1 x から W 相コイル 1 c を経由してスイッチング素子 S W 4 側に流れる電流である。

10

【 0 1 4 8 】

さらに、電流は、その波高値が初期値から半周期（電気角 1 8 0 d e g）毎に所定値大きくなる電流である。波高値の初期値としては、磁界に基づいてロータに生じる回転トルクが三相交流同期電動機の負荷側に生じるトルクよりも十分に小さくなる値に設定されている。

【 0 1 4 9 】

次に、ステップ S 3 1 0 で電流の実効値が一定値以上であるか否かを判定する。このとき、交流電流の実効値が一定値未満であるときには、ステップ S 3 1 0 において N O と判定してステップ S 3 0 0 A に戻る。

20

【 0 1 5 0 】

その後、交流電流の実効値が一定値以上になるまでステップ S 3 0 0 A の処理を繰り返す。これに伴い、スイッチング素子 S W 4、S W 5 をスイッチング動作させる。

【 0 1 5 1 】

このため、ステータコイル 1 の V 相コイル 1 b と W 相コイル 1 c に電流が流れる。これに伴い、ステータコイル 1 の V 相コイル 1 b と W 相コイル 1 c から磁界が発生する。したがって、ロータが V 相コイル 1 b と W 相コイル 1 c から発生する磁界に引き合う。これにより、ロータの位置が決まる。

【 0 1 5 2 】

ここで、負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5 のオフに伴って、初期状態制御部 5 3 の制御の場合と同様に、コンデンサ 3 0 に電荷が蓄積される。

30

【 0 1 5 3 】

本実施形態では、一定時間における正極側母線 2 2 側のスイッチング素子 S W 3 の正極側比率 H 1 と、一定時間における負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5 の負極側比率 H 2 は、上述の第 1 実施形態と同様に、コンデンサ 3 0 の出力電圧が目標電圧値を維持するように設定されている。

【 0 1 5 4 】

その後、交流電流の実効値が一定値以上になるとステップ S 3 1 0 で Y E S と判定して、位置決め制御部 5 4 A の制御が終了する。

40

【 0 1 5 5 】

以上説明した本実施形態によれば、位置決め制御部 5 4 A は、ステータコイル 1 の V 相コイル 1 b と W 相コイル 1 c から発生させる磁界によりロータの位置を決める際に、負極側母線 2 1 側のスイッチング素子 S W 4、S W 5 をスイッチング動作させるため、上述の如く、コンデンサ 3 0 に電荷を蓄積させることができる。

【 0 1 5 6 】

本実施形態の位置決め制御部 5 4 A は、ステータコイル 1 の V 相コイル 1 b と W 相コイル 1 c から磁界を発生させる際に、波高値が徐々に大きくなる電流を V 相コイル 1 c と W 相コイル 1 c に出力する。このため、ロータを磁界が発生する方向に引き合わせるためのトルクが徐々に大きくなる。これに加えて、波高値の初期値としては、磁界に基づいてロ

50

ータに生じる回転トルクが三相交流同期電動機の負荷側に生じるトルクよりも十分に小さくなる値に設定されている。したがって、ロータに振動を起こすことなくロータの位置を決めることができる。

【0157】

上述の第2実施形態では、V相コイル1bとW相コイル1cに電流を流すことにより発生する磁界にロータを引き合わせてロータの位置決めを行う例を示したが、これに限らず、その他の相に電流を流してロータの位置決めを行ってもよい。

【0158】

上述の第2実施形態では、コンデンサ30のプラス電極が正極側母線22に接続されて、コンデンサ30のマイナス電極がステータコイル1の中性点1xに接続された例を示したが、これに限らず、コンデンサ30のプラス電極を正極側母線22に接続し、コンデンサ30のマイナス電極を負極側母線21に接続してもよい。

10

【0159】

上述の第2実施形態では、高電圧バッテリー3のプラス電極がステータコイル1の中性点1xに接続され、高電圧バッテリー3のマイナス電極が負極側母線21に接続された例を示したが、これに代えて、高電圧バッテリー3のプラス電極を正極側母線22に接続して、かつ高電圧バッテリー3のマイナス電極をステータコイル1の中性点1xに接続してもよい。

【0160】

この場合、コンデンサ30のプラス電極を正極側母線22に接続し、かつコンデンサ30のマイナス電極を負極側母線21に接続してもよい。あるいは、コンデンサ30のプラス電極をステータコイル1の中性点1xに接続し、かつコンデンサ30のマイナス電極を負極側母線21に接続してもよい。

20

【0161】

このように、高電圧バッテリー3を正極側母線22とステータコイル1の中性点1xとの間に接続した駆動装置10では、コンデンサ30を充電するためにスイッチング素子SW1、SW2...SW6を制御する処理が上述の第2実施形態とは異なるものの、当該処理を除いた制御部53、54A、55、56の各処理は、上述の第2実施形態と実質的に同様である。

【0162】

(第3実施形態)

30

上述の第2実施形態では、強制転流制御部に先だって、コンデンサの充電状態を制御する初期状態制御部とロータの位置決めを行う位置決め制御部とを実行させる例を示したが、これに代えて、コンデンサの充電状態を制御しつつロータの位置決めを行う初期状態位置決め制御部を実行させる本第3実施形態を示す。

【0163】

図12に本実施形態の駆動装置の回路構成を示す。図12において、図10と同一符号は、同一のものを示し、その説明を省略する。

【0164】

本実施形態の駆動装置では、図7の初期状態制御部53と位置決め制御部54Aに代えて、初期状態位置決め制御部53Aが用いられている。

40

【0165】

以下、初期状態位置決め制御部53Aの制御処理について図13、図14を参照して説明する。図13(a)はコンデンサ30の出力電圧の変化を示すタイミングチャート、図13(b)はU相電流 i_u の変化を示すタイミングチャートである。

【0166】

初期状態位置決め制御部53Aは、図14のフローチャートにしたがって、制御処理を実行する。

【0167】

まず、ステップS200Aにおいてスイッチング素子SW4、SW5をそれぞれオンさせる。これに伴い、高電圧バッテリー3のプラス電極側から電流がV相コイル1bおよびW

50

相コイル 1 c を通してグランド側に流れる。このため、V 相コイル 1 b と W 相コイル 1 c には、電流に基づいて磁気エネルギーが蓄積される。

【 0 1 6 8 】

次のステップ S 2 1 0 A で、電流センサ 4 0 で検出される相電流 i_u 、 i_v 、 i_w に基づいて、相電流 i_u 、 i_v 、 i_w のそれぞれの絶対値 $|i_u|$ 、 $|i_v|$ 、 $|i_w|$ が制限電流 A 以下であるか否かを判定する。制限電流 A は、上述の第 1 実施形態で示した制限電流 A と同一値が用いられている。

【 0 1 6 9 】

そして、ステップ S 2 1 0 A において、絶対値 $|i_u|$ 、 $|i_v|$ 、 $|i_w|$ のそれぞれが制限電流 A 以下であるときには、YES と判定する。

10

【 0 1 7 0 】

この場合、ステップ S 2 2 0 A において、スイッチング素子 SW 4、SW 5 をそれぞれオンしてから所定時間（以下、所定オン時間という）以上経過したか否かを判定する。所定オン時間（図 1 4 中所定 ON 時間と記す）は、予め決められた時間である。

【 0 1 7 1 】

このとき、スイッチング素子 SW 4、SW 5 をオンしてから経過した時間が所定オン時間よりも短いときには、ステップ S 2 2 0 A で NO と判定して、ステップ S 2 2 0 A の判定処理を繰り返す。

【 0 1 7 2 】

その後、スイッチング素子 SW 4、SW 5 をオンしてから所定オン時間以上経過すると、ステップ S 2 2 0 A で YES と判定してステップ S 2 3 0 A に進む。

20

【 0 1 7 3 】

また、上述のステップ S 2 1 0 A において、絶対値 $|i_u|$ 、 $|i_v|$ 、 $|i_w|$ のうちいずれか 1 つが制限電流 A より大きいときには、NO と判定してステップ S 2 3 0 a に進む。

【 0 1 7 4 】

このようにステップ S 2 3 0 A に進むと、スイッチング素子 SW 1、SW 2、SW 3 がオフしている状態で、スイッチング素子 SW 4、SW 5 をオフさせる。

【 0 1 7 5 】

このとき、スイッチング素子 SW 4 のオフに伴って、磁気エネルギーに基づく電流が W 相コイル 1 c からダイオード D 1、および正極側母線 2 2 を通してコンデンサ 3 0 に流れる。

30

【 0 1 7 6 】

スイッチング素子 SW 5 のオフに伴って、磁気エネルギーに基づく電流が V 相コイル 1 b からダイオード D 2、および正極側母線 2 2 を通してコンデンサ 3 0 に流れる。

【 0 1 7 7 】

このようにコイル 1 b、1 c 側からスイッチング素子 SW 4、SW 5 をバイパスして流れる電流によりコンデンサ 3 0 に電荷が蓄積される。

【 0 1 7 8 】

次に、ステップ S 2 4 0 A において、スイッチング素子 SW 4、SW 5 をオフしてから所定時間（以下、所定オフ時間という）以上経過したか否かを判定する。所定オフ時間（図 1 4 中所定 OFF 時間と記す）は、予め決められた時間である。

40

【 0 1 7 9 】

このとき、スイッチング素子 SW 4、SW 5 をオフしてから経過した時間が所定オフ時間よりも短いときには、ステップ S 2 4 0 A で NO と判定して、ステップ S 2 4 0 A の判定処理を繰り返す。その後、スイッチング素子 SW 4、SW 5 をオフしてから所定オフ時間以上経過すると、ステップ S 2 4 0 A で YES と判定する。

【 0 1 8 0 】

次に、ステップ S 2 5 0 A で、コンデンサ 3 0 の出力電圧が目標電圧値以上であるか否かを判定する。具体的には、初期状態位置決め制御部 5 3 A の制御の実行を開始後一定時

50

間以上経過したか否かを判定する。

【0181】

初期状態位置決め制御部53Aの制御の実行を開始後経過した時間が一定時間より短いときには、コンデンサ30の出力電圧が目標電圧値未満であるとしてステップS250AでNOと判定して、ステップS200Aに戻る。

【0182】

このため、初期状態位置決め制御部53Aの制御の実行を開始後一定時間以上経過するまで、ステップS200A、S210A、S220A、S230A、S240Aの各処理を繰り返す。このため、スイッチング素子SW4、SW5のスイッチング動作によりコンデンサ30が充電される。このため、コンデンサ30の出力電圧は、図13(a)に示すように、徐々に上昇する。

10

【0183】

これに加えて、スイッチング素子SW4、SW5のそれぞれのスイッチング動作に伴って、上述の如く、高電圧バッテリー3の正極側からV相コイル1b側に電流が流れる。このため、V相コイル1bに磁界が発生する。さらに、高電圧バッテリー3の正極側からW相コイル1c側に電流が流れる。このため、W相コイル1cに磁界が発生する。

【0184】

したがって、W相コイル1cに生じた磁界とV相コイル1bに生じた磁界との合成磁界に対してロータが引き合うことになる。すなわち、前記合成磁界によりロータの位置が決まることになる。

20

【0185】

その後、初期状態位置決め制御部53Aの制御の実行を開始後一定時間以上経過すると、ステップS250Aにおいて、コンデンサ30の出力電圧が目標電圧値以上であるとしてYESと判定する。これにより、コンデンサ30の充電状態の制御とロータの位置決めとそれぞれが完了したと判定して、初期状態位置決め制御部53Aの制御が終了する。

【0186】

上述の第3実施形態では、初期状態位置決め制御部53Aがコンデンサ30の出力電圧が目標電圧値に到達したと判定するまで制御を実施した例を示したが、これに代えて、コンデンサ30の出力電圧が目標電圧値に到達し、かつコンデンサ30の温度を検出する温度センサを用いてコンデンサ30の温度が所定以上であると判定するまで初期状態位置決め制御部53Aがその制御を実施してもよい。これにより、上述の如く、コンデンサ30に大電流が流れることを抑制できる。

30

【0187】

上述の第3実施形態では、コンデンサ30のプラス電極が正極側母線22に接続されて、コンデンサ30のマイナス電極がステータコイル1の中性点1xに接続された例を示したが、これに限らず、コンデンサ30のプラス電極を正極側母線22に接続し、コンデンサ30のマイナス電極を負極側母線21に接続してもよい。

【0188】

上述の第3実施形態では、高電圧バッテリー3のプラス電極がステータコイル1の中性点1xに接続され、高電圧バッテリー3のマイナス電極を負極側母線21に接続された例を示したが、これに代えて、高電圧バッテリー3のプラス電極を正極側母線22に接続して、かつ高電圧バッテリー3のマイナス電極をステータコイル1の中性点1xに接続してもよい。

40

【0189】

この場合、コンデンサ30のプラス電極を正極側母線22に接続し、かつコンデンサ30のマイナス電極を負極側母線21に接続してもよい。あるいは、コンデンサ30のプラス電極をステータコイル1の中性点1xに接続し、かつコンデンサ30のマイナス電極を負極側母線21に接続してもよい。

【0190】

このように、高電圧バッテリー3を正極側母線22とステータコイル1の中性点1xとの間に接続した駆動装置10では、コンデンサ30を充電するためにスイッチング素子SW

50

1、SW2...SW6を制御する処理が上述の第3実施形態とは異なるものの、当該処理を除いた制御部53A、55、56の各処理は、上述の第3実施形態と実質的に同様である。

【0191】

(第4実施形態)

上述の第3実施形態では、強制転流制御部の実行に先立って、コンデンサの充電状態を制御しつつロータの位置決めを行う初期状態位置決め制御部を実行させる例を示したが、これに代えて、コンデンサの充電状態を制御しつつロータを回転させる初期状態同期制御部を実行させる本第4実施形態を示す。

【0192】

図15に本実施形態の駆動装置の回路構成を示す。図15において、図12と同一符号は、同一のものを示し、その説明を省略する。

【0193】

本実施形態の駆動装置では、図12の初期状態位置決め制御部53Aに代えて、初期状態同期制御部53Bが用いられている。初期状態同期制御部53Bは、スイッチング動作させるスイッチング素子が異なるだけで、図12の初期状態位置決め制御部53Aと実質的に同様の制御を行う。

【0194】

初期状態同期制御部53Bは、図6(a)、(b)、(c)に示すように、スイッチング素子SW4、SW5、SW6をスイッチング動作させる。図6(a)、(b)、(c)に示す制御処理は上述しているので、以下、初期状態同期制御部53Bの制御処理の概略について説明する。

【0195】

初期状態同期制御部53Bは、オンさせる2つのスイッチング素子を、スイッチング素子SW4、SW5、スイッチング素子SW5、SW6、スイッチング素子SW4、SW6、スイッチング素子SW4、SW5の順に変更させる。

【0196】

ここで、オンさせる2つのスイッチング素子の変更に伴って、上述の如く、ステータコイル1に発生する合成磁界が回転することになる。これに伴い、ロータが合成磁界に同期して時計回りに回転することになる。

【0197】

また、負極側母線21側のスイッチング素子SW4、SW5、SW6のオフに伴って、上述の初期状態位置決め制御の場合と同様に、コンデンサ30に電荷が蓄積される。そして、初期状態同期制御部53Bは、コンデンサ30の出力電圧が目標電圧値に到達すると判定されるまで制御を実施する。

【0198】

以上説明した本実施形態によれば、初期状態同期制御部53Bは、スイッチング素子SW4、SW5、SW6をスイッチング動作させることにより、コンデンサ30に電荷を蓄積してコンデンサの充電状態を制御しつつ、ロータを回転磁界に同期させて回転させることができる。

【0199】

上述の第4実施形態では、初期状態同期制御部53Bがコンデンサ30の出力電圧が目標電圧値に到達したと判定するまで制御を実施した例を示したが、これに代えて、コンデンサ30の出力電圧が目標電圧値に到達し、かつコンデンサ30の温度を検出する温度センサを用いてコンデンサ30の温度が所定以上であると判定するまで初期状態同期制御部53Bがその制御を実施してもよい。これにより、上述の如く、コンデンサ30に大電流が流れることを抑制できる。

【0200】

上述の第4実施形態では、コンデンサ30のプラス電極が正極側母線22に接続されて、コンデンサ30のマイナス電極がステータコイル1の中性点1xに接続された例を示し

10

20

30

40

50

たが、これに限らず、コンデンサ 30 のプラス電極を正極側母線 22 に接続し、コンデンサ 30 のマイナス電極を負極側母線 21 に接続してもよい。

【0201】

上述の第4実施形態では、高電圧バッテリー3のプラス電極がステータコイル1の中性点1xに接続され、高電圧バッテリー3のマイナス電極が負極側母線21に接続された例を示したが、これに代えて、高電圧バッテリー3のプラス電極を正極側母線22に接続して、かつ高電圧バッテリー3のマイナス電極をステータコイル1の中性点1xに接続してもよい。

【0202】

この場合、コンデンサ30のプラス電極を正極側母線22に接続し、かつコンデンサ30のマイナス電極を負極側母線21に接続してもよい。あるいは、コンデンサ30のプラス電極をステータコイル1の中性点1xに接続し、かつコンデンサ30のマイナス電極を負極側母線21に接続してもよい。

10

【0203】

このように、高電圧バッテリー3を正極側母線22とステータコイル1の中性点1xとの間に接続した駆動装置10では、コンデンサ30を充電するためにスイッチング素子SW1、SW2...SW6を制御する処理が上述の第4実施形態とは異なるものの、当該処理を除いた制御部53B、55、56の各処理は、上述の第4実施形態と実質的に同様である。

【0204】

上述の各実施形態では、同期電動機として三相交流同期電動機を用いた例を示したが、これに限らず、同期電動機として、4相以上の多相交流同期電動機を用いても良い。

20

【符号の説明】

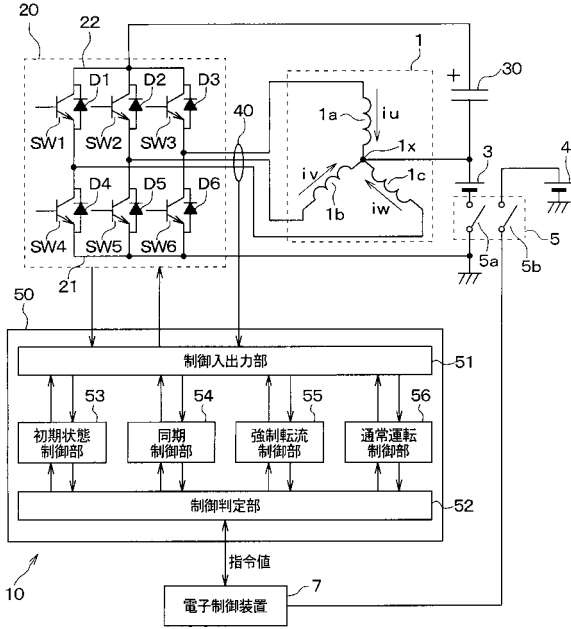
【0205】

1	ステータコイル
1 a	U相コイル
1 b	V相コイル
1 c	W相コイル
1 x	中性点
3	高電圧バッテリー
5	電源スイッチ
10	駆動装置
20	インバータ回路
21	負極側母線
22	正極側母線
30	コンデンサ
40	電流センサ
50	制御回路
51	制御入出力部
52	制御判定部
53	初期状態制御部
54	同期制御部
55	強制転流制御部
56	通常運転制御部
SW1	スイッチング素子
D1	ダイオード

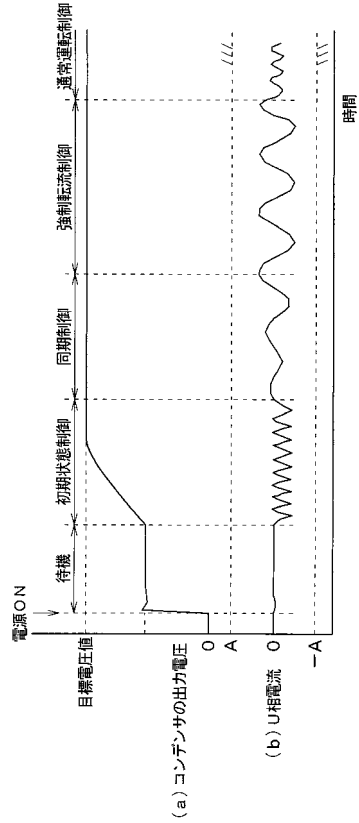
30

40

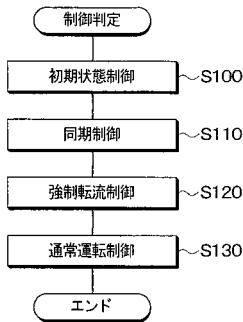
【図1】



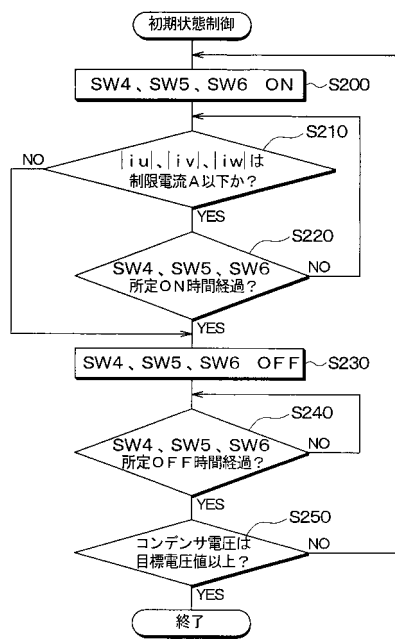
【図2】



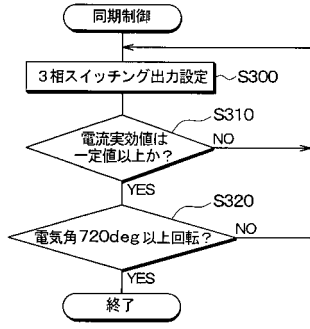
【図3】



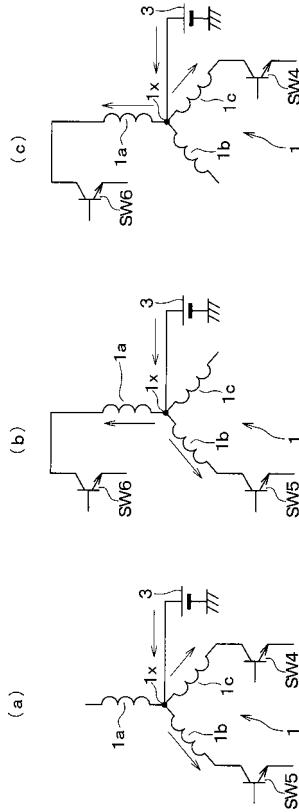
【図4】



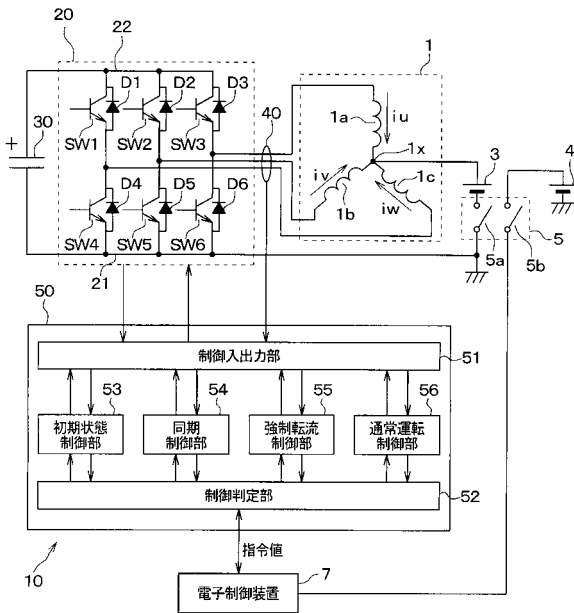
【図5】



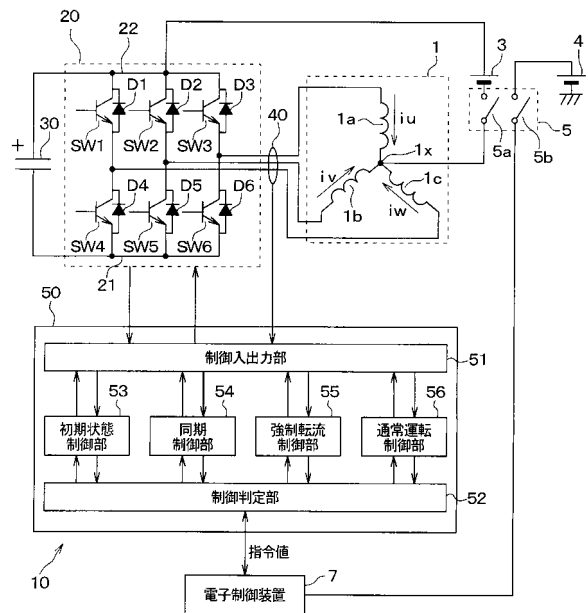
【図6】



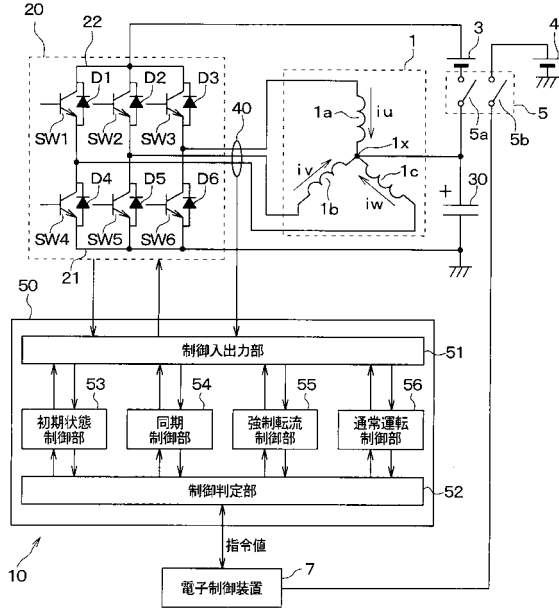
【図7】



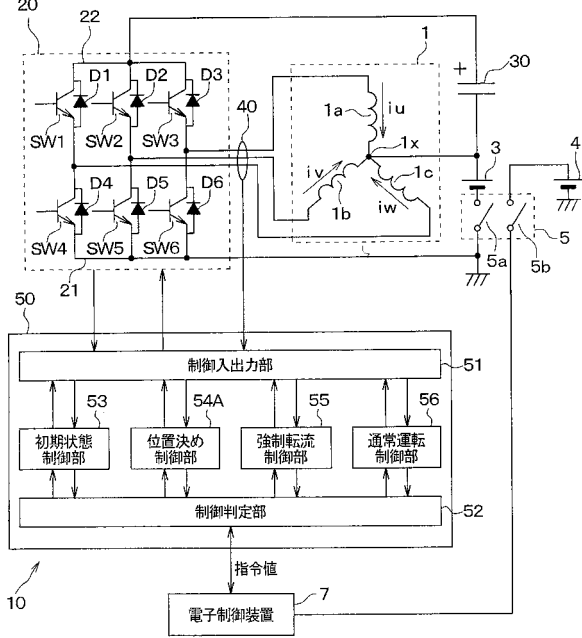
【図8】



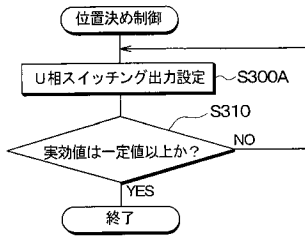
【図 9】



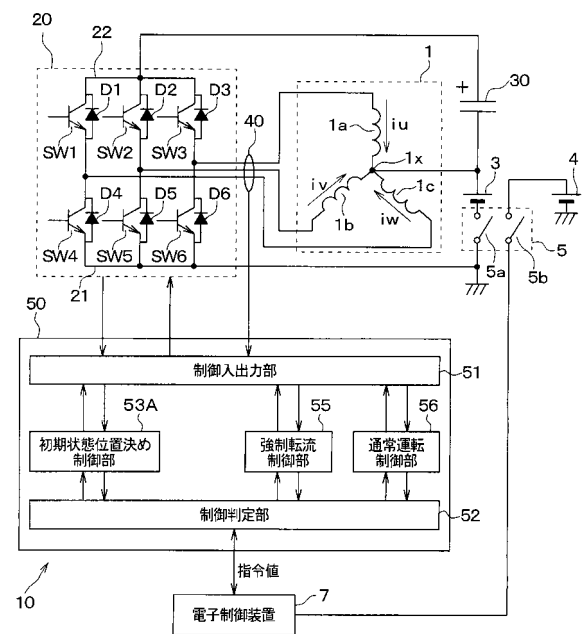
【図 10】



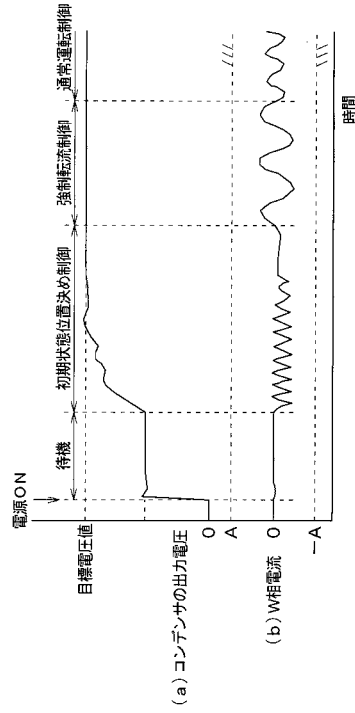
【図 11】



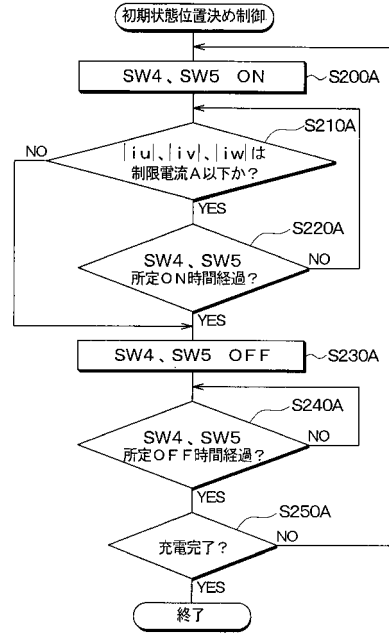
【図 12】



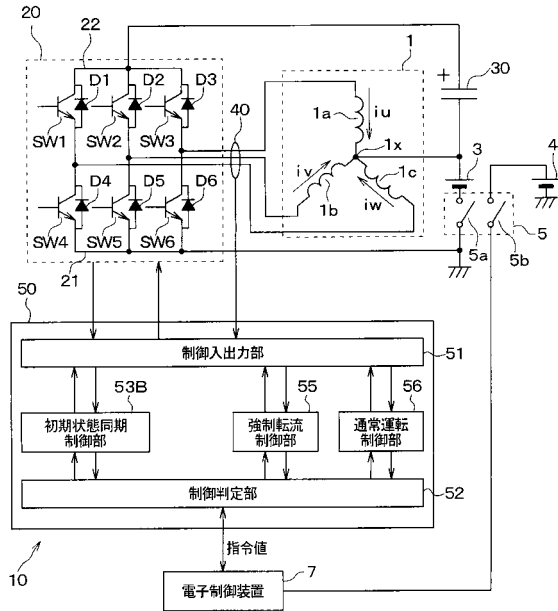
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 2 P 7/63 3 0 3 V

(56)参考文献 特開2002-27761(JP,A)
特開2005-184947(JP,A)
特開2007-159280(JP,A)
特開2004-104997(JP,A)
特開2007-236048(JP,A)
特開2007-135250(JP,A)
特開2007-274880(JP,A)
特開2001-309631(JP,A)
特開平9-37587(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 2 P 4 / 0 0 - 2 9 / 0 0