

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6285475号  
(P6285475)

(45) 発行日 平成30年2月28日(2018.2.28)

(24) 登録日 平成30年2月9日(2018.2.9)

(51) Int.Cl. F 1  
H02P 27/06 (2006.01) H02P 27/06

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-16534 (P2016-16534)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成28年1月29日 (2016.1.29)		ファナック株式会社
(65) 公開番号	特開2017-135955 (P2017-135955A)		山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
(43) 公開日	平成29年8月3日 (2017.8.3)		〇番地
審査請求日	平成29年3月16日 (2017.3.16)	(74) 代理人	100099759
早期審査対象出願			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100092624
			弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100114018
			弁理士 南山 知広
		(74) 代理人	100165191
			弁理士 河合 章
		(74) 代理人	100151459
			弁理士 中村 健一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放電機能を有するモータ駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

上アームおよび下アームに設けられた各スイッチング素子がオンオフ制御、またはスイッチング素子を全てオフし、ダイオードで整流されることで、交流電源側から供給された交流電力を直流電力に変換する交流直流変換部と、

前記交流直流変換部の直流出力側と、前記交流直流変換部の直流出力側における直流電力をモータ駆動のための交流電力に変換する直流交流変換部の直流入力側と、の間の直流リンクに設けられる蓄電部と、

前記直流リンクに設けられ、前記交流直流変換部と前記蓄電部との間の電路を開閉するスイッチ部と前記スイッチ部に並列接続された充電抵抗とを有する初期充電部であって、モータ駆動開始前、前記スイッチ部が開放され、前記充電抵抗を介して流れる前記交流直流変換部からの直流電流により前記蓄電部を初期充電する初期充電部と、

交流電源と前記交流直流変換部との間の電路を開閉する電磁接触器と、

各前記スイッチング素子、前記スイッチ部および前記電磁接触器を制御する制御部と、を備え、

モータ駆動終了後、前記制御部が前記電磁接触器および前記スイッチ部を開動作させかつ同一相における前記上アームおよび前記下アームに設けられた各前記スイッチング素子をオン動作させることで、前記蓄電部と前記充電抵抗とからなる閉回路を構成して前記蓄電部に蓄積された電荷を前記充電抵抗で放電させることを特徴とするモータ駆動装置。

【請求項2】

モータ駆動開始前、前記制御部が前記電磁接触器を開動作させかつ前記スイッチ部を開動作させることで、前記スイッチ部が開放され、前記充電抵抗を介して流れる前記交流直流変換部からの直流電流により前記蓄電部を初期充電し、初期充電により前記蓄電部が規定電圧に達した後は、前記制御部が前記スイッチ部を開動作させることで前記蓄電部の初期充電を完了する、請求項 1 に記載のモータ駆動装置。

【請求項 3】

前記充電抵抗の温度を検出する温度検出部をさらに備え、

モータ駆動終了後、前記制御部は、前記温度検出部が検出した温度が規定温度以上になった場合、同一相における前記上アームまたは前記下アームに設けられた各前記スイッチング素子をオフ動作させることで、前記充電抵抗における放電を停止する、請求項 1 または 2 に記載のモータ駆動装置。

10

【請求項 4】

前記充電抵抗の温度を検出する温度検出部をさらに備え、

モータ駆動終了後、前記制御部は、前記温度検出部が検出した温度が規定温度未満の場合、前記制御部が前記電磁接触器および前記スイッチ部を開動作させかつ同一相における前記上アームおよび前記下アームに設けられた各前記スイッチング素子をオン動作させることで、前記蓄電部と前記充電抵抗とからなる閉回路を構成して前記蓄電部に蓄積された電荷を前記充電抵抗で放電させ、前記温度検出部が検出した温度が前記規定温度以上の場合、同一相における前記上アームまたは前記下アームに設けられた各前記スイッチング素子をオフ動作させることで、前記充電抵抗における放電を中止する、請求項 1 または 2 に記載のモータ駆動装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、交流電源側の交流電力を直流電力に変換したのちさらに交流電力に変換してこれを駆動電力とするモータを制御するモータ駆動装置に関し、特に、直流リンクに設けられた蓄電部を初期充電する初期充電部を有するモータ駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

工作機械、産業機械、鍛圧機械、射出成形機、あるいは各種ロボット内のサーボモータを駆動制御するモータ駆動装置においては、交流電源側の交流電力を直流電力に一旦変換したのちさらに交流電力に変換し、この交流電力をモータの駆動電力として用いている。モータ駆動装置は、商用三相交流電源のある交流電源側から供給された交流電力を直流電力に変換して出力する交流直流変換部（「順変換器」もしくは「コンバータ」とも称する。）と、交流直流変換部の直流出力側である直流リンクに接続され、直流リンクにおける直流電力をモータ駆動のための交流電力に変換して出力する直流交流変換部（「逆変換器」もしくは「インバータ」とも称する。）と、を備え、当該直流交流変換部の交流出力側に接続されたモータの速度、トルク、もしくは回転子の位置を制御する。

30

【0003】

交流直流変換部の直流出力側と直流交流変換部の直流入力側とを接続する直流リンクには、直流電力を蓄積し得る蓄電部が設けられる。蓄電部の例としては、例えば直流コンデンサがある。

40

【0004】

蓄電部は、モータ駆動装置の起動直後からモータ駆動開始前（すなわち直流交流変換部がモータに交流電力を供給する電力変換動作開始前）までに初期充電しておく必要がある。モータ駆動終了後の蓄電部には電荷が蓄積しているため、感電を防ぐために、蓄電部に蓄積された電荷を放電させる必要がある。例えば、蓄電部の自然放電を利用して蓄電部の電荷を減らす方法や、別途準備した抵抗器に電荷を消費させる方法がある。

【0005】

図 7 は、初期充電部を有する一般的なモータ駆動装置の構成を示す図である。モータ駆

50

動装置 100 は、商用三相（R 相、S 相、T 相）の交流電源 3 から供給された交流電力を直流電力に変換して出力する交流直流変換部 111 と、交流直流変換部 111 の直流出力側である直流リンクに接続され、直流リンクにおける直流電力をモータ駆動のための交流電力に変換して出力する直流交流変換部 117 と、を備え、直流交流変換部 117 の交流出力側に接続されたモータ 2 の速度、トルク、もしくは回転子の位置を制御する。

#### 【0006】

交流直流変換部 111 は、各相において、上アームおよび下アームにスイッチング素子およびこのスイッチング素子に逆並列に接続される帰還ダイオードが設けられるフルブリッジ回路として構成される。制御部 115 から受信したスイッチング指令に応じて上アームおよび下アームに設けられたスイッチング素子がオンオフ制御、またはスイッチング素子を全てオフし、ダイオードで整流されることで、交流電源 3 側から供給された交流電力を変換して直流電力を出力する。交流直流変換部 111 の交流入力側には交流リアクトル 118 が接続される。

10

#### 【0007】

交流電源 3 と交流直流変換部 111 との間の回路を開閉するために、交流直流変換部 111 の交流入力側に電磁接触器 114 が設けられる。電磁接触器 114 は、常時はバネの力で接触子 124 が切断状態となっているが、制御用コイル 123 に電源を投入すると電磁石によりバネ力に勝る吸引力が発生し、接触子 124 が回路を接続し、交流電源 3 から交流直流変換部 111 へ電源を供給する。制御用コイル 123 への電源を切断すると、バネ力で回路が切断され、交流電源 3 から交流直流変換部 111 への電源供給を切断する。電磁接触器 114 の回路の開閉動作は、制御部 115 から出力される電磁接触器開閉指令によって制御される。

20

#### 【0008】

交流直流変換部 111 の直流出力側と直流交流変換部 117 の直流入力側とを接続する直流リンクには、直流電力を蓄積し得る蓄電部 112 が設けられる。図示の例では、蓄電部 112 を直流コンデンサとしている。蓄電部 112 は、モータ駆動装置 100 の起動直後（すなわち電磁接触器 114 を閉路（オン）した直後）からモータ 2 の駆動開始前（すなわち直流交流変換部 117 による電力変換動作開始前）までに初期充電しておく。蓄電部 112 に電荷が蓄積されていない状態から初期充電が開始された直後は、交流直流変換部 111 に大きな突入電流が流れる。特に蓄電部 112 の静電容量が大きいほど、より大きな突入電流が発生する。この突入電流対策として、モータ駆動装置 100 には、交流直流変換部 111 と蓄電部 112 との間に、初期充電部 113 が設けられる。初期充電部 113 は、充電抵抗短絡用のスイッチ部 121 とこのスイッチ部 121 に並列接続された充電抵抗 122 とを有する。スイッチ部 121 は、モータ駆動装置 100 の起動直後に実行される蓄電部 112 の初期充電期間中のみ開放（オフ）され、モータ駆動装置 100 がモータ 2 を駆動する通常動作期間中は閉路（オン）した状態を維持する。蓄電部 112 の初期充電期間中は、スイッチ部 121 が開放（オフ）されることで交流直流変換部 111 から出力された直流電力は充電抵抗 122 を流れ、充電抵抗 122 にて熱として消費され、初期充電期間中における過大な突入電流の発生は抑制される。初期充電部 113 内のスイッチ部 121 の回路の開閉動作は、制御部 115 から出力される短絡指令によって制御される。

30

40

#### 【0009】

モータ駆動終了後に蓄電部 112 の電荷を放電させるために、例えば、放電部 116 が設けられる。放電部 116 は、放電抵抗用のスイッチ部 125 とこのスイッチ部 125 に直列接続された放電抵抗 126 とを有する。モータ駆動終了後、電磁接触器 114 は開放（オフ）されかつスイッチ部 125 が閉路（オン）されることで、蓄電部 112 に蓄積された電荷は放電抵抗 126 で消費される。放電部 116 内のスイッチ部 125 の回路の開閉動作は、制御部 115 から出力される放電指令によって制御される。

#### 【0010】

上述のように放電抵抗を用いて放電する方法以外にも、モータが有する抵抗成分を利用

50

して放電する方法がある（例えば、特許文献 1 および 2 参照。）。図 8 は、特許文献 1（特許第 5 4 4 4 3 0 4 号公報）に記載されたモータ駆動装置における蓄電部の放電を説明する図である。モータ駆動装置 2 0 0 内の交流直流変換部 1 1 1、蓄電部 1 1 2、初期充電部 1 1 3、電磁接触器 1 1 4、直流交流変換部 1 1 7、および交流リアクトル 1 1 8 の動作およびその構成については図 7 を参照して説明した通りである。特許文献 1 に記載されたモータ駆動装置 2 0 0 では、モータの減速制御時に蓄積された蓄電部 1 1 2 の電荷を放電させるために、制御部 1 1 5 で生成された電磁接触器開閉指令により電磁接触器 1 1 4 を閉路（オン）し、制御部 1 1 5 で生成された短絡指令によって充電抵抗短絡用のスイッチ部 1 2 1 を閉路（オン）する。そして、蓄電部 1 1 2 に蓄積された直流電力は、制御部 1 1 5 からの無効電流指令に基づき直流交流変換部 1 1 7 により無効電流に変換され、モータ 2 に供給される。これにより、モータ 2 は、蓄電部 1 1 2 に蓄積された直流電力を、無効電流の形で消費することになる。

10

【 0 0 1 1 】

上述した以外にも、回路内の抵抗器以外の素子が持っている抵抗成分を利用して放電する方法がある。

【 0 0 1 2 】

例えば、インバータの前段に設けられた昇圧コンバータ内のスイッチング素子のスイッチング動作適宜制御してコンデンサを放電する方法がある（例えば、特許文献 3 参照。）

。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【 0 0 1 3 】

【特許文献 1】特許第 5 4 4 4 3 0 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 3 5 7 4 1 2 号公報

【特許文献 3】特許第 5 7 2 1 7 8 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 4 】

上述のように、モータ駆動終了後の蓄電部には電荷が蓄積しているため、感電を防ぐために、蓄電部に蓄積された電荷を放電させる必要がある。

30

【 0 0 1 5 】

しかしながら、蓄電部の自然放電を利用して蓄電部の電荷を減らす方法は時間がかかるという問題がある。

【 0 0 1 6 】

また、蓄電部を放電させるための放電部を別途設ける方法は、スイッチ部および放電抵抗が必要となるため、装置が大型化し、コストが増大するという問題がある。

【 0 0 1 7 】

また、特許文献 1 および 2 に記載された方法によれば、モータおよび直流交流変換部は、蓄電部に蓄積された電荷の放電に対応できるだけの冷却能力が必要となるため、装置が大型化し、コストが増大するという問題がある。

40

【 0 0 1 8 】

また、特許文献 3 に記載された方法においても、蓄電部に蓄積された電荷を放電抵抗以外の素子に消費させるため必要があるため、放電抵抗以外の素子の熱容量や冷却能力の向上が必要になり、装置が大型化し、コストが増大するという問題がある。

【 0 0 1 9 】

従って本発明の目的は、上記問題に鑑み、交流電源側から供給された交流電力を交流直流変換部により直流電力に変換して蓄電部が設けられた直流リンクへ出力したのちさらにモータの駆動のための交流電力に変換してモータへ供給するモータ駆動装置において、蓄電部に蓄積された電荷を短時間で放電することができる、省スペースかつ低コストのモータ駆動装置を提供することにある。

50

**【課題を解決するための手段】****【0020】**

上記目的を実現するために、本発明においては、モータ駆動装置は、上アームおよび下アームに設けられた各スイッチング素子がオンオフ制御、またはスイッチング素子を全てオフし、ダイオードで整流されることで、交流電源側から供給された交流電力を直流電力に変換する交流直流変換部と、交流直流変換部の直流出力側と、交流直流変換部の直流出力側における直流電力をモータ駆動のための交流電力に変換する直流交流変換部の直流入力側と、の間の直流リンクに設けられる蓄電部と、直流リンクに設けられ、交流直流変換部と蓄電部との間の電路を開閉するスイッチ部とスイッチ部に並列接続された充電抵抗とを有する初期充電部であって、モータ駆動開始前、スイッチ部が開放され、充電抵抗を介して流れる交流直流変換部からの直流電流により蓄電部を初期充電する初期充電部と、交流電源と交流直流変換部との間の電路を開閉する電磁接触器と、各スイッチング素子、スイッチ部および電磁接触器を制御する制御部と、を備え、モータ駆動終了後、制御部が電磁接触器およびスイッチ部を開動作させかつ同一相における上アームおよび下アームに設けられた各スイッチング素子をオン動作させることで、蓄電部と充電抵抗とからなる閉回路を構成して蓄電部に蓄積された電荷を充電抵抗で放電させる。

10

**【0021】**

ここで、モータ駆動開始前は、制御部が電磁接触器を開動作させかつスイッチ部を開動作させることで、スイッチ部が開放され、充電抵抗を介して流れる交流直流変換部からの直流電流により蓄電部を初期充電し、初期充電により蓄電部が規定電圧に達した後は、制御部がスイッチ部を開動作させることで蓄電部の初期充電を完了する。

20

**【0022】**

モータ駆動装置は、充電抵抗の温度を検出する温度検出部をさらに備え、モータ駆動終了後、制御部は、温度検出部が検出した温度が規定温度以上になった場合、同一相における上アームまたは下アームに設けられた各スイッチング素子をオフ動作させることで、充電抵抗における放電を停止するようにしてもよい。

**【0023】**

また、モータ駆動装置は、充電抵抗の温度を検出する温度検出部をさらに備え、モータ駆動終了後、制御部は、温度検出部が検出した温度が規定温度未満の場合、制御部が電磁接触器およびスイッチ部を開動作させかつ同一相における上アームおよび下アームに設けられた各スイッチング素子をオン動作させることで、蓄電部と充電抵抗とからなる閉回路を構成して蓄電部に蓄積された電荷を充電抵抗で放電させ、温度検出部が検出した温度が規定温度以上の場合、同一相における上アームまたは下アームに設けられた各スイッチング素子をオフ動作させることで、充電抵抗における放電を中止するようにしてもよい。

30

**【発明の効果】****【0024】**

本発明によれば、交流電源側から供給された交流電力を交流直流変換部により直流電力に変換して蓄電部が設けられた直流リンクへ出力したのちさらにモータの駆動のための交流電力に変換してモータへ供給するモータ駆動装置において、蓄電部に蓄積された電荷を短時間で放電することができる、省スペースかつ低コストのモータ駆動装置を実現することができる。

40

**【0025】**

本発明によれば、直流リンクに設けられた蓄電部を初期充電する初期充電部内の充電抵抗を用いて蓄電部に蓄積された電荷を放電するので、放電のための実装面積の追加や追加のコストが発生しない。

**【0026】**

また、本発明によれば、充電抵抗の温度が規定温度以上になった場合は、充電抵抗の放電を中止もしくは停止するので、充電抵抗の過熱を未然に防ぐことができ、充電抵抗が溶断することがない。

**【図面の簡単な説明】**

50

## 【 0 0 2 7 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態によるモータ駆動装置を示す回路図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態によるモータ駆動装置の初期充電に関する動作フローを示すフローチャートである。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態によるモータ駆動装置における蓄電部の放電に関する動作フローを示すフローチャートである。

【図 4】本発明の第 2 および第 3 の実施形態によるモータ駆動装置を示す回路図である。

【図 5】本発明の第 2 の実施形態によるモータ駆動装置における蓄電部の放電に関する動作フローを示すフローチャートである。

【図 6】本発明の第 3 の実施形態によるモータ駆動装置における蓄電部の放電に関する動作フローを示すフローチャートである。

【図 7】初期充電部を有する一般的なモータ駆動装置の構成を示す図である。

【図 8】特許文献 1 (特許第 5 4 4 4 3 0 4 号公報) に記載されたモータ駆動装置における蓄電部の放電を説明する図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 2 8 】

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態によるモータ駆動装置を示す回路図である。以降、異なる図面において同じ参照符号が付されたものは同じ機能を有する構成要素であることを意味するものとする。なお、モータ駆動装置 1 によって駆動されるモータ 2 の種類についても本発明を特に限定するものではなく、例えば誘導モータであっても同期モータであつてもよい。また、相数も本発明を特に限定するものではなく、三相の他に、例えば単相やその他の多相であつてもよい。

## 【 0 0 2 9 】

本発明の第 1 の実施形態によるモータ駆動装置 1 は、交流直流変換部 1 1 と、蓄電部 1 2 と、初期充電部 1 3 と、電磁接触器 1 4 と、制御部 1 5 とを備える。モータ駆動装置 1 の交流入力側には交流電源 3 が接続され、モータ駆動装置 1 の交流モータ側には三相のモータ 2 が接続される。なお、ここでは 1 個のモータ 2 を駆動制御するモータ駆動装置 1 について説明するが、モータ駆動装置 1 により駆動制御するモータ 2 の個数は、本発明を特に限定するものではなく、複数個であつてもよい。モータ駆動装置 1 は、モータ 2 を駆動するための交流電力を供給する直流交流変換部 1 7 を備えるが、モータ 2 が複数この場合は直流交流変換部 1 7 も複数個になることがある。

## 【 0 0 3 0 】

交流直流変換部 (「順変換器」もしくは「コンバータ」とも称する。) 1 1 は、各相において、上アームおよび下アームにスイッチング素子およびこのスイッチング素子に逆並列に接続される帰還ダイオードが設けられるフルブリッジ回路として構成される。図示の例では、三相の交流電力を直流電力に変換するので、三相フルブリッジ回路として構成される。交流直流変換部 1 1 は、制御部 1 5 から受信したスイッチング指令に応じて上アームおよび下アームに設けられたスイッチング素子がオンオフ制御、またはスイッチング素子を全てオフし、ダイオードで整流されることで、交流電源 3 側から供給された交流電力を変換して直流電力を出力する。スイッチング素子の例としては、I G B T、F E T、サイリスタ、G T O ( G a t e T u r n - O F F t h y r i s t o r : ゲートターンオフサイリスタ)、トランジスタなどがあるが、スイッチング素子の種類自体は本発明を限定するものではなく、その他のスイッチング素子であつてもよい。

## 【 0 0 3 1 】

交流直流変換部 1 1 の交流入力側には交流リアクトル 1 8 が接続される。

## 【 0 0 3 2 】

直流交流変換部 (「逆変換器」もしくは「インバータ」とも称する。) 1 7 は、交流直流変換部 1 1 に対して直流リンクを介して接続される。直流交流変換部 1 7 は、直流リンクにおける直流電力を、モータ駆動のための交流電力に変換して出力する。直流交流変換部 1 7 は、例えば P W M インバータなどのような、スイッチング素子およびこれに逆並列

10

20

30

40

50

に接続された帰還ダイオードの三相フルブリッジ回路として構成される。スイッチング素子の例としては、IGBT、FET、サイリスタ、GTO (Gate Turn-Off thyristor: ゲートターンオフサイリスタ)、トランジスタなどがあるが、スイッチング素子の種類自体は本発明を限定するものではなく、その他のスイッチング素子であってもよい。直流交流変換部 17 は、直流リンク側から供給される直流電力を、上位コントローラ (図示せず) から受信したスイッチング指令に基づき内部のスイッチング素子をスイッチング動作させ、モータ 2 を駆動するための所望の電圧および所望の周波数の三相交流電力に変換する。モータ 2 は、供給された電圧可変および周波数可変の三相交流電力に基づいて動作することになる。なお、後述する制御部 15 にて直流交流変換部 17 のスイッチング動作を制御するためのスイッチング指令を作成してもよい。

10

#### 【0033】

蓄電部 12 は、交流直流変換部 11 の直流出力側と直流交流変換部 17 の直流入力側との間の直流リンクに設けられ、直流電力を蓄積し得るものである。蓄電部 12 の例としては、直流コンデンサがある。なお、本実施形態では、蓄電部 12 を交流直流変換部 11 および直流交流変換部 17 とは別個のものとしたが、一般に、交流直流変換部 11 の直流出力側には、直流出力の脈動分を抑える機能を有する平滑コンデンサ (図示せず) が内蔵され、直流交流変換部 17 の直流入力側には、直流入力の脈動分を抑える機能を有する平滑コンデンサ (図示せず) が内蔵されていることから、本実施形態の変形例として、これら交流直流変換部 11 および直流交流変換部 17 に内蔵された平滑コンデンサを、蓄電部 12 として用いてもよい。なお、図 1 では直流交流変換部 17 を 1 個設けた例を示したが、例えば直流交流変換部 17 が複数個並列接続される場合は、各直流交流変換部 17 の直流入力側に蓄電部 12 がそれぞれ設けられてもよく、この場合、蓄電部 12 は互いに並列接続された関係を有することになる。蓄電部 12 は、モータ駆動装置 1 の起動直後 (すなわち電磁接触器 14 を閉路 (オン) した直後) からモータ 2 の駆動開始前 (すなわち直流交流変換部 17 による電力変換動作開始前) までに、次に説明する初期充電部 13 によって、交流直流変換部 11 から出力された直流電力で初期充電される。蓄電部 12 の電圧は電圧検出部 19 によって検出される。

20

#### 【0034】

初期充電部 13 は、直流リンクに設けられ、交流直流変換部 11 と蓄電部 12 との間の電路を開閉するスイッチ部 21 と、スイッチ部 21 に並列接続された充電抵抗 22 とを有する。充電抵抗 22 は、高耐圧抵抗であれば、固定抵抗でも可変抵抗でもよい。またあるいは、これら抵抗以外の抵抗成分を持つ素子 (例えばコイル) でもよい。また、詳細については後述するが、本発明では充電抵抗 22 を用いた放電を行う。これを実現するために、充電抵抗短絡用のスイッチ部 21 は、開放 (オフ) 時に電流を流さないメカニカルリレーやメカニカルスイッチなどの機構部品で実現するか、またあるいは、開放 (オフ) 時に電流をほとんど流さないトライアック (登録商標) (双方向サイリスタ) や寄生ダイオードを持たないスイッチング素子 (例えば GaN FET) などの電子部品で実現すればよい。

30

#### 【0035】

充電抵抗短絡用のスイッチ部 21 は、モータ駆動装置 1 の起動直後に実行される蓄電部 12 の初期充電期間中のみ開放 (オフ) され、モータ駆動装置 1 がモータ 2 を駆動する通常動作期間中は閉路 (オン) した状態を維持する。より具体的にいえば、モータ駆動装置 1 の起動直後 (すなわち電磁接触器 14 を閉路 (オン) した直後) からモータ 2 の駆動開始前 (すなわち直流交流変換部 17 による電力変換動作開始前) までの初期充電期間中は、スイッチ部 21 を開放 (オフ) することで、交流直流変換部 11 から出力された直流電流が充電抵抗 22 を通じて蓄電部 12 に流れ込み、蓄電部 12 が充電される。そして、蓄電部 12 が規定電圧まで充電されると、スイッチ部 21 を閉路 (オン) して充電抵抗 22 の両端を短絡し、初期充電動作を完了する。この後、直流交流変換部 17 は電力変換動作を開始してモータ 2 に駆動電力を供給し、この駆動電力に基づきモータ 2 が駆動される。このように蓄電部 12 の初期充電期間中は、スイッチ部 21 が開放 (オフ) されることで

40

50

交流直流変換部 1 1 から出力された直流電力は充電抵抗 2 2 を流れ、充電抵抗 2 2 にて熱として消費されるので、初期充電期間中における過大な突入電流の発生は抑制される。初期充電部 1 3 内のスイッチ部 2 1 の電路の開閉動作は、制御部 1 5 から出力される短絡指令によって制御される。なお、短絡指令は、制御部 1 5 より上位のコントローラ（図示せず）で生成されてもよい。

【 0 0 3 6 】

電磁接触器 1 4 は、交流電源 3 と交流直流変換部 1 1 との間の電路を開閉するために、交流直流変換部 1 1 の交流入力側に設けられる。本実施形態では、交流直流変換部 1 1 の交流入力側に設けられた交流リアクトル 1 8 よりもさらに交流電源 3 側に設けられる。電磁接触器 1 4 は、常時はバネの力で接触子 2 4 が切断状態となっているが、制御用コイル 2 3 に電源を投入すると電磁石によりバネ力に勝る吸引力が発生し、接触子 2 4 が回路を接続し、交流電源 3 から交流直流変換部 1 1 へ電源を供給する。制御用コイル 2 3 への電源を切断すると、バネ力で回路が切断され、交流電源 3 から交流直流変換部 1 1 への電源供給を切断する。電磁接触器 1 4 の電路の開閉動作は、制御部 1 5 から出力される電磁接触器開閉指令によって制御される。なお、電磁接触器 1 4 のための開閉指令は、制御部 1 5 より上位のコントローラ（図示せず）で生成されてもよい。

10

【 0 0 3 7 】

制御部 1 5 は、交流直流変換部 1 1 内の各スイッチング素子のスイッチング動作を制御するためスイッチング指令、初期充電部 1 3 内の充電抵抗短絡用のスイッチ部 2 1 の電路の開閉動作を制御するための短絡指令、および、電磁接触器 1 4 の電路の開閉動作を制御するための電磁接触器開閉指令を生成する。制御部 1 5 の動作の詳細については図 2 および図 3 のフローチャートを参照して説明する。

20

【 0 0 3 8 】

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態によるモータ駆動装置の初期充電に関する動作フローを示すフローチャートである。

【 0 0 3 9 】

モータ駆動開始前、電磁接触器 1 4 およびスイッチ部 2 1 はともに開放（オフ）されている（ステップ S 1 0 1）。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 1 0 2 において、制御部 1 5 は、蓄電部 1 2 の初期充電を開始するか否かを判断する。この判断は、例えば、制御部 1 5 の上位のコントローラ（図示せず）から初期充電開始指令を受信したか否かに基づいて行われる。初期充電開始指令は、例えば作業者がモータ駆動装置 1 に対して起動操作（例えば起動ボタンの押下など）を行うことによって、制御部 1 5 に対して送られる。ステップ S 1 0 2 において、制御部 1 5 は、蓄電部 1 2 の初期充電を開始すると判定すると、電磁接触器 1 4 に対し、閉指令を出力する。

30

【 0 0 4 1 】

ステップ S 1 0 3 において、電磁接触器 1 4 は、受信した閉指令に応じて、閉路（オン）動作を行う。これにより、交流電源 3 から交流直流変換部 1 1 に交流電力が流れる。ここでは図示していないが、交流直流変換部 1 1 は、制御部 1 5 からスイッチング指令を受信してスイッチング素子がオンオフ制御、またはスイッチング素子を全てオフし、ダイオードで整流され、交流電源 3 側から供給された交流電力を変換して直流電力を出力する。これにより、交流直流変換部 1 1 から出力された直流電流が充電抵抗 2 2 を通じて蓄電部 1 2 に流れ込み、蓄電部 1 2 が充電される。充電により蓄電部 1 2 の電圧は徐々に上昇する。

40

【 0 0 4 2 】

ステップ S 1 0 4 において、制御部 1 5 は、蓄電部 1 2 が規定電圧に達したか否かを判定する。蓄電部 1 2 の電圧の値は電圧検出部 1 9 によって検出され、制御部 1 5 に送られる。蓄電部 1 2 が規定電圧に達したと判定された場合、ステップ S 1 0 5 へ進む。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 1 0 5 では、制御部 1 5 は初期充電部 1 3 に対し閉指令を出力し、初期充電

50

部 1 3 内のスイッチ部 2 1 は閉路 ( オン ) される。これにより、蓄電部 1 2 の初期充電は完了する。初期充電完了後、モータ駆動装置 1 は、モータ 2 の駆動を開始する。

【 0 0 4 4 】

図 3 は、本発明の第 1 の実施形態によるモータ駆動装置における蓄電部の放電に関する動作フローを示すフローチャートである。

【 0 0 4 5 】

モータ駆動装置 1 によるモータ駆動期間中は、電磁接触器 1 4 およびスイッチ部 2 1 はともに閉路 ( オン ) されている ( ステップ S 2 0 1 ) 。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 2 0 2 において、制御部 1 5 は、蓄電部 1 2 の放電を開始するか否かを判断する。この判断は、例えば、制御部 1 5 の上位のコントローラ ( 図示せず ) から放電開始指令を受信したか否かに基づいて行われる。放電開始指令は、例えば作業者がモータ駆動装置 1 に対して停止操作 ( 例えば停止ボタンの押下など ) を行うことによって、制御部 1 5 に対して送られる。ステップ S 2 0 2 において、制御部 1 5 は、蓄電部 1 2 の放電を開始すると判定すると、電磁接触器 1 4 に対し、開指令を出力する。

10

【 0 0 4 7 】

ステップ S 2 0 3 において、電磁接触器 1 4 は、受信した開指令に応じて、開放 ( オフ ) 動作を行う。これにより、交流電源 3 から交流直流変換部 1 1 への交流電力の供給が遮断される。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 2 0 4 において、制御部 1 5 は、初期充電部 1 3 に対し開指令を出力する。これにより、初期充電部 1 3 内のスイッチ部 2 1 は開放 ( オフ ) される。

20

【 0 0 4 9 】

次いでステップ S 2 0 5 において、制御部 1 5 は、交流直流変換部 1 1 に対し、同一相における上アームおよび下アームに設けられた各スイッチング素子をオン動作させるスイッチング指令を出力する。これにより、交流直流変換部 1 1 において同一相における上アームおよび下アームに設けられた各スイッチング素子が導通し、図中、点 A と点 B とが短絡された状態となる。なお、導通させるスイッチング素子の上下アームの相 ( R 相、S 相、T 相 ) は、一相分のみでも、二相分でも、あるいは三相全てでもよい。上アームおよび下アームに設けられた各スイッチング素子が導通すると、点 A と点 B とが短絡された状態となり、なおかつ初期充電部 1 3 のスイッチ部 2 1 の電路は開放 ( オフ ) しているので、蓄電部 1 2 と充電抵抗 2 2 とからなる閉回路が構成され、蓄電部 1 2 に蓄積された電荷は、同一相の導通された各スイッチング素子を通じて充電抵抗 2 2 を流れる。これにより、蓄電部 1 2 に蓄積されたエネルギーは充電抵抗 2 2 で放電されて蓄電部 1 2 の電圧は徐々に低下する。

30

【 0 0 5 0 】

ステップ S 2 0 6 において、制御部 1 5 は、蓄電部 1 2 の放電が終了したか否かを判断する。この判断は、例えば、電圧検出部 1 9 によって検出された蓄電部 1 2 の電圧が、所定の電圧以下 ( 例えば 0 ボルトに近い値 ) になったか否かに基づいて行われる。ステップ S 2 0 6 において、蓄電部 1 2 の放電が終了したと判定された場合、ステップ S 2 0 7 へ進む。

40

【 0 0 5 1 】

ステップ S 2 0 7 では、制御部 1 5 は、交流直流変換部 1 1 に対し、全てのスイッチング素子をオフするスイッチング指令を出力する。これにより、交流直流変換部 1 1 による電力変換動作が停止し、モータ駆動装置 1 の動作が完全に停止する。上述のステップ S 2 0 1 ~ ステップ S 2 0 7 の各処理を経ることにより、蓄電部 1 2 は放電するので、例えば作業者がメンテナンスのために蓄電部 1 2 を触っても感電することはない。

【 0 0 5 2 】

以上説明したように、本発明では、充電抵抗短絡用のスイッチ部 2 1 を開放 ( オフ ) することで充電抵抗 2 2 に蓄電部 1 2 に蓄積された電荷が流れるようにするので、充電抵抗

50

短絡用のスイッチ部 2 1 は、開放（オフ）時に電流を流さないメカニカルリレーやメカニカルスイッチなどの機構部品で実現するか、またあるいは、開放（オフ）時に電流をほとんど流さないトライアック（登録商標）（双方向サイリスタ）や寄生ダイオードを持たないスイッチング素子（例えば GaN FET）などの電子部品で実現するのが好ましい。

【 0 0 5 3 】

蓄電部 1 2 に蓄積されたエネルギー  $W_c$  は、蓄電部 1 2 の静電容量を  $C$ 、蓄電部 1 2 の電圧（すなわち点 A と点 B との電位差）を  $V$  としたとき、式 1 のように表せる。

【 0 0 5 4 】

【 数 1 】

$$W_c = \frac{1}{2} CV^2 \quad \dots(1)$$

10

【 0 0 5 5 】

また、蓄電部 1 2 を 0 ボルトから  $V$  ボルトまで充電したときにおいて、充電抵抗 2 2 で消費するエネルギー  $W_R$  は、充電抵抗 2 2 の抵抗値を  $R$ 、蓄電部 1 2 に流れる電流を  $i$  としたとき、式 2 のように表せる。

【 0 0 5 6 】

【 数 2 】

$$W_R = \int_0^\infty Ri^2 dt = \int_0^\infty \frac{V^2}{R} e^{-\frac{2}{RC}t} dt = \frac{1}{2} CV^2 \quad \dots(2)$$

20

【 0 0 5 7 】

式 1 および式 2 より、式 3 が成り立つ。

【 0 0 5 8 】

【 数 3 】

30

$$W_C = W_R \quad \dots(3)$$

【 0 0 5 9 】

式 3 は、充電抵抗 2 2 を、蓄電部 1 2 の放電に用いても冷却性能を特に上げる必要がないことを意味する。すなわち、本発明によれば、追加のコストや実装面積の追加することなく、現状の初期充電部 1 3 の構成のままで蓄電部 1 2 の放電機能を持たせることができる。

【 0 0 6 0 】

続いて、充電抵抗 2 2 の温度を検出する温度検出部を備える第 2 および第 3 の実施形態について説明する。

40

【 0 0 6 1 】

図 4 は、本発明の第 2 および第 3 の実施形態によるモータ駆動装置を示す回路図である。本発明の第 2 および第 3 の実施形態は、図 1 ~ 図 3 を参照して説明した第 1 の実施形態におけるモータ駆動装置 1 に、さらに充電抵抗 2 2 の温度を検出する温度検出部 1 6 を設けたものである。温度検出部 1 6 は、充電抵抗 2 2 の温度を温度検出素子を用いて直接測定する方法で実現してもよく、またあるいは、蓄電部 1 2 の静電容量ならびに電圧検出部 1 9 によって検出される蓄電部 1 2 の電圧および時間などの各情報に基づいて計算により求める方法で実現してもよい。なお、温度検出部 1 6 以外の回路構成要素については図 1 に示す回路構成要素と同様であるので、同一の回路構成要素には同一符号を付して当該回

50

路構成要素についての詳細な説明は省略する。

【0062】

まず、本発明の第2の実施形態によるモータ駆動装置の動作について、図4および図5を参照して説明する。図5は、本発明の第2の実施形態によるモータ駆動装置における蓄電部の放電に関する動作フローを示すフローチャートである。本発明の第2の実施形態では、モータ駆動終了後の放電動作期間中において、制御部15は、温度検出部16が検出した温度が規定温度以上になった場合、同一相における上アームおよび下アームに設けられた各スイッチング素子をオフ動作させることで、充電抵抗22における放電を停止することで、充電抵抗22の過熱保護を実現するものである。もちろん、充電抵抗22の過熱を防止するためにオフするスイッチング素子は、上アームまたは下アームのどちらか一方でもよい。

10

【0063】

本発明の第2の実施形態において、初期充電部13による蓄電部12の初期充電動作は、図2を参照して説明した第1の実施形態のものと同様であるので説明は省略し、ここでは、蓄電部12の放電動作について説明する。

【0064】

図5において、ステップS201～ステップS205の各処理は、図3を参照して説明した第1の実施形態のものと同様である。

【0065】

図5のステップS208において、制御部15は、温度検出部16が検出した温度が規定温度以上になったか否かを判断する。この規定温度は、例えば、過大電流が充電抵抗22に流れることで充電抵抗22が過熱しても、充電抵抗22が溶断することのないような温度に設定すればよい。

20

【0066】

ステップS208において温度検出部16が検出した温度が規定温度以上になったと判定されると、ステップS207へ進み、制御部15は、交流直流変換部11に対し、全てのスイッチング素子をオフするスイッチング指令を出力する。これにより、交流直流変換部11による電力変換動作が停止し、モータ駆動装置1の動作が完全に停止する。これにより、充電抵抗22の過熱を未然に防ぐことができる。

【0067】

ステップS208において温度検出部16が検出した温度が規定温度未満であると判定されると、ステップS206へ進む。ステップS206において、制御部15は、蓄電部12の放電が終了したか否かを判断する。この判断は、例えば、電圧検出部19によって検出された蓄電部12の電圧が、所定の電圧以下(例えば0ボルトに近い値)になったか否かに基づいて行われる。ステップS206において蓄電部12の放電が終了したと判定されなかった場合、ステップS205へ戻り、蓄電部12の放電を継続する。ステップS206において蓄電部12の放電が終了したと判定された場合、ステップS207へ進む。

30

【0068】

ステップS207では、制御部15は、交流直流変換部11に対し、全てのスイッチング素子をオフするスイッチング指令を出力する。これにより、交流直流変換部11による電力変換動作が停止し、モータ駆動装置1の動作が完全に停止する。上述のステップS201～ステップS207の各処理を経ることにより、蓄電部12は放電するので、例えば作業者がメンテナンスのために蓄電部12を触っても感電することはない。

40

【0069】

続いて、本発明の第3の実施形態によるモータ駆動装置の動作について、図4および図6を参照して説明する。図6は、本発明の第3の実施形態によるモータ駆動装置における蓄電部の放電に関する動作フローを示すフローチャートである。本発明の第3の実施形態では、モータ駆動終了後の放電動作期間中において、制御部15は、温度検出部16が検出した温度が規定温度以上であるか否かに応じて、蓄電部12の放電を継続したり中止し

50

たりすることで、蓄電部 1 2 の確実な放電と充電抵抗 2 2 の過熱保護とを実現するものである。

【 0 0 7 0 】

本発明の第 3 の実施形態において、初期充電部 1 3 による蓄電部 1 2 の初期充電動作は、図 2 を参照して説明した第 1 の実施形態のものと同様であるので説明は省略し、ここでは、蓄電部 1 2 の放電動作について説明する。

【 0 0 7 1 】

図 6 において、ステップ S 2 0 1 ~ ステップ S 2 0 5 の各処理は、図 3 を参照して説明した第 1 の実施形態のものと同様である。

【 0 0 7 2 】

図 6 のステップ S 2 0 8 において、制御部 1 5 は、温度検出部 1 6 が検出した温度が規定温度以上になったか否かを判断する。この規定温度は、例えば、過大電流が充電抵抗 2 2 に流れることで充電抵抗 2 2 が過熱しても、充電抵抗 2 2 が溶断することのないような温度に設定すればよい。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 2 0 8 において温度検出部 1 6 が検出した温度が規定温度以上になったと判定されると、ステップ S 2 0 9 へ進み、制御部 1 5 は、交流直流変換部 1 1 に対し、全てのスイッチング素子をオフするスイッチング指令を出力する。これにより、交流直流変換部 1 1 による電力変換動作が一旦中止する。これにより、充電抵抗 2 2 の過熱を未然に防ぐことができる。ステップ S 2 0 9 の処理後は、ステップ S 2 0 8 へ戻る。もちろん、充電抵抗 2 2 の過熱を防止するためにオフするスイッチング素子は、上アームまたは下アームのどちらか一方でもよい。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 2 0 8 において温度検出部 1 6 が検出した温度が規定温度未満であると判定されると、ステップ S 2 0 6 へ進む。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 2 0 8 において温度検出部 1 6 が検出した温度が規定温度未満であると判定されると、ステップ S 2 0 6 へ進む。ステップ S 2 0 6 において、制御部 1 5 は、蓄電部 1 2 の放電が終了したか否かを判断する。この判断は、例えば、電圧検出部 1 9 によって検出された蓄電部 1 2 の電圧が、所定の電圧以下（例えば 0 ボルトに近い値）になったか否かに基づいて行われる。ステップ S 2 0 6 において蓄電部 1 2 の放電が終了したと判定されなかった場合、ステップ S 2 0 5 へ戻り、蓄電部 1 2 の放電を継続する。ステップ S 2 0 6 において蓄電部 1 2 の放電が終了したと判定された場合、ステップ S 2 0 7 へ進む。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 2 0 7 では、制御部 1 5 は、交流直流変換部 1 1 に対し、全てのスイッチング素子をオフするスイッチング指令を出力する。これにより、交流直流変換部 1 1 による電力変換動作が停止し、モータ駆動装置 1 の動作が完全に停止する。上述のステップ S 2 0 1 ~ ステップ S 2 0 7 の各処理を経ることにより、蓄電部 1 2 は放電するので、例えば作業者がメンテナンスのために蓄電部 1 2 を触っても感電することはない。

【 0 0 7 7 】

このように本発明の第 3 の実施形態では、モータ駆動終了後の放電動作期間中において、温度検出部 1 6 が検出した温度が、規定温度未満の場合は蓄電部 1 2 の放電を継続し、規定温度以上になった場合は蓄電部 1 2 の放電を一旦中止する。これにより、蓄電部 1 2 の確実な放電と充電抵抗 2 2 の過熱保護とを実現することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 8 】

- 1 モータ駆動装置
- 2 モータ
- 3 交流電源

10

20

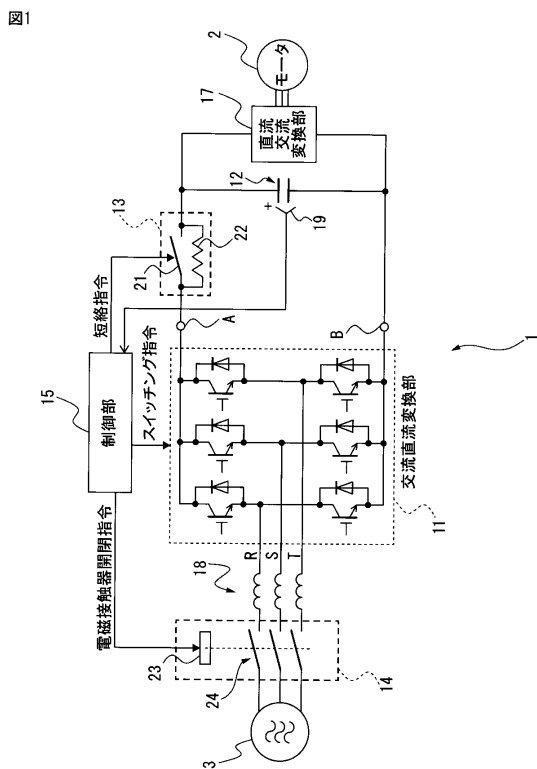
30

40

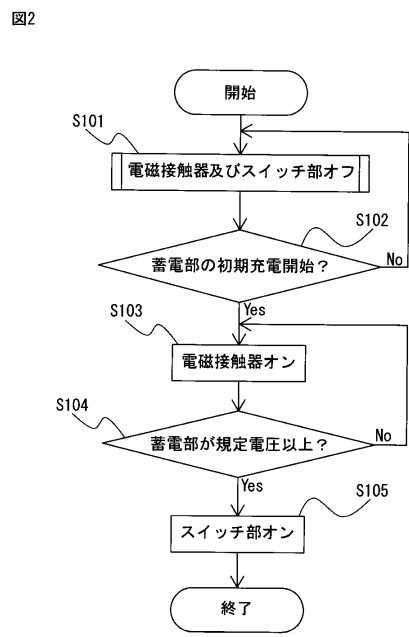
50

- 1 1 交流直流変換部
- 1 2 蓄電部
- 1 3 初期充電部
- 1 4 電磁接触器
- 1 5 制御部
- 1 6 温度検出部
- 1 7 直流交流変換部
- 1 8 交流リアクトル
- 2 1 スイッチ部
- 2 2 充電抵抗
- 2 3 制御用コイル
- 2 4 接触子

【図1】

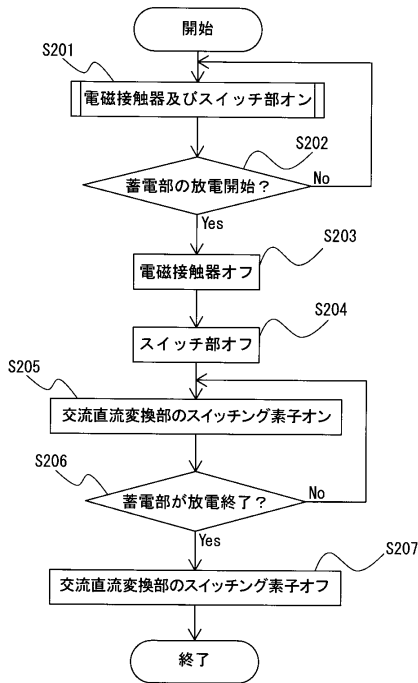


【図2】



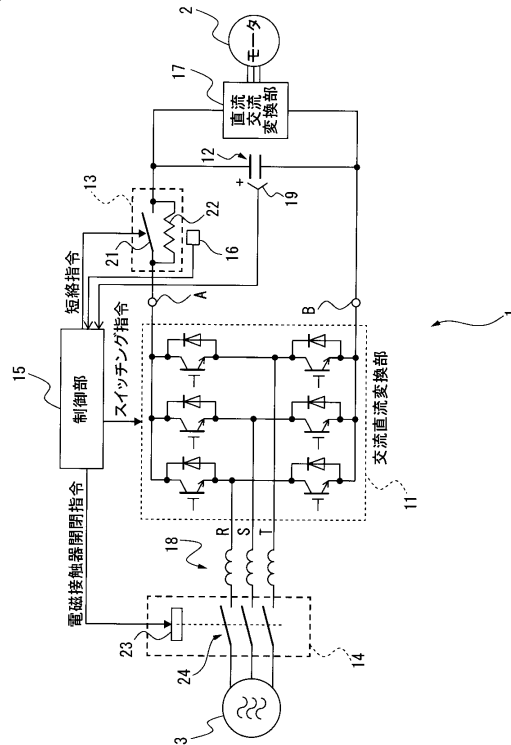
【図3】

図3



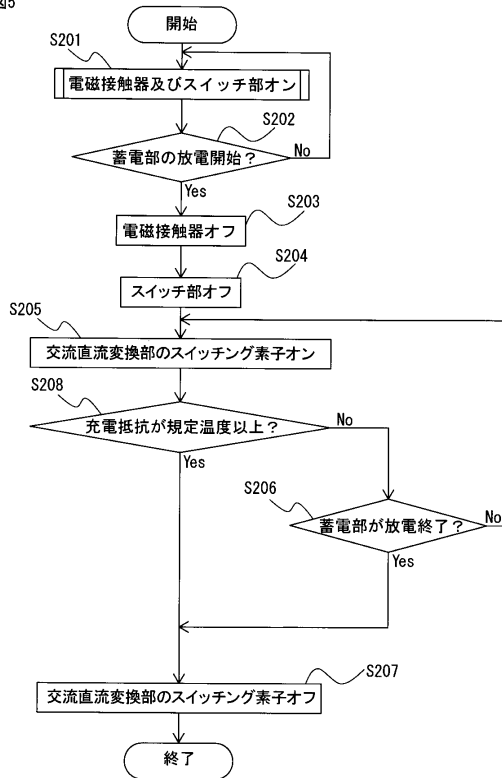
【図4】

図4



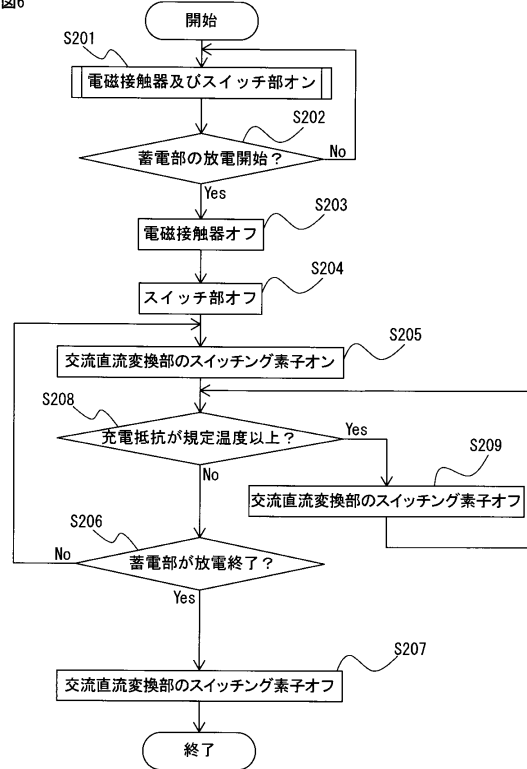
【図5】

図5



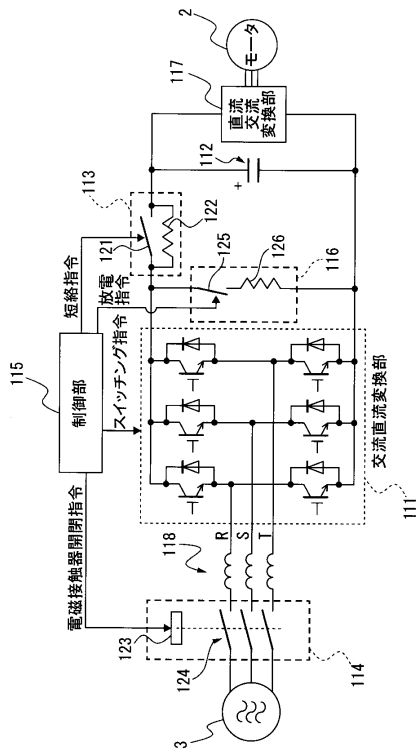
【図6】

図6



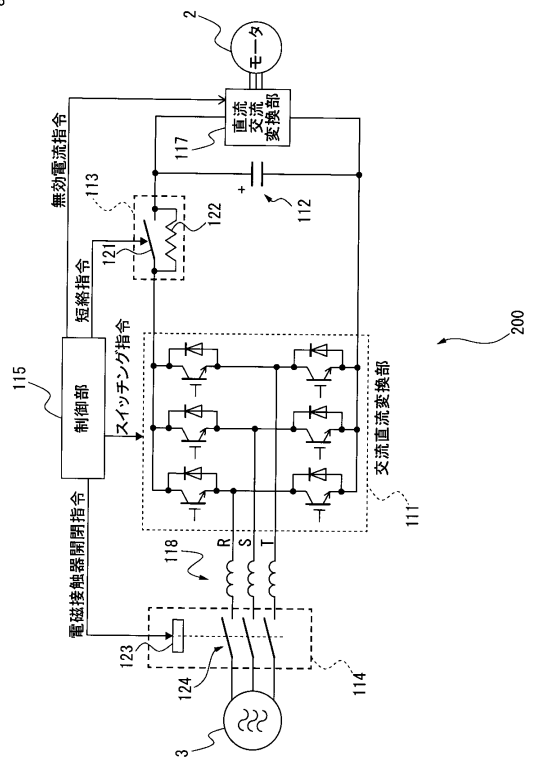
【図7】

図7



【図8】

図8



---

フロントページの続き

(72)発明者 黒木 渉

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

審査官 尾家 英樹

(56)参考文献 特開2015-216018(JP,A)

特開平08-331870(JP,A)

特開平08-098537(JP,A)

特開2015-107045(JP,A)

特開平8-168250(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 21/00 - 31/00