

(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2009-142115

(P2009-142115A)

(43) 公開日 平成21年6月25日(2009.6.25)

(51) Int.Cl.

HO2P 3/18 (2006.01)
HO2P 27/06 (2006.01)

F 1

HO2P 3/18 101D
HO2P 7/63 302R

テーマコード(参考)

5H505
5H530

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2007-317824 (P2007-317824)

(22) 出願日

平成19年12月10日 (2007.12.10)

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72) 発明者 有村 公児

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 伊藤 正和

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

F ターム(参考) 5H505 BB10 CC05 DD03 EE48 FF04

GG04 HA01 HA06 HA08 HA16

HB01 LL22 LL24 LL55 MM01

5H530 AA02 CC23 CD32 CE15 CF15

DD03 DD13 EE01 EF02

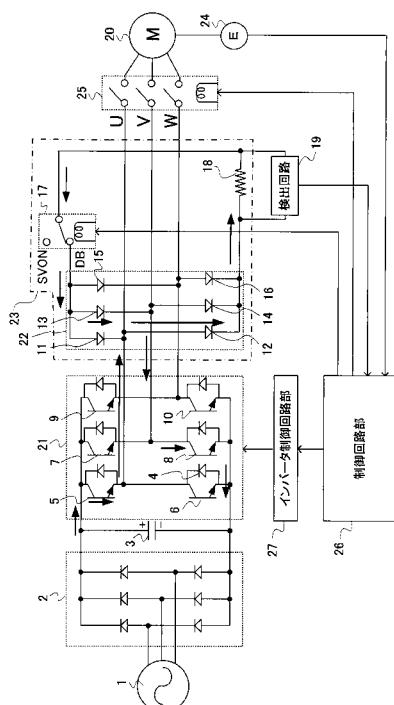
(54) 【発明の名称】モータ制御装置とその故障検出方法

(57) 【要約】

【課題】 モータを駆動させていない状態でダイナミックブレーキ回路の構成部品であるリレーや整流ダイオード等の故障を検出することができるダイナミックブレーキ回路の故障検出方法を提供する。

【解決手段】 三相全波整流回路22とリレー17と制動抵抗器18とから成るダイナミックブレーキ回路23と、インバータ部21と、制動抵抗器18に流れる電流を検出する電流検出手段19と、モータ20のパワーラインに設けられたコンタクター25とを有し、モータ20が停止中で非通電状態のときに、コンタクター25を開放してダイナミックブレーキ回路23をオン状態とし、インバータ部21の上側アームの半導体スイッチング素子のいずれかをオンし、かつ下側アームの半導体スイッチング素子の一つをオンし、電流検出手段19によって検出した電流値に基づいて、ダイナミックブレーキ回路23の故障を検出する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

モータの誘起電圧を整流する全波整流回路と該全波整流回路の出力端子間に直列接続されたリレーと抵抗器とから成るダイナミックブレーキ回路と、直流電源を交流に変換するインバータ部と、前記抵抗器に流れる電流を検出する電流検出手段と、前記モータのパワーラインに設けられたコンタクターとを備えたモータ制御装置において、

前記モータが停止状態でかつ非通電状態にあるときに、前記コンタクターを開放して前記モータを前記インバータ部及び前記ダイナミックブレーキ回路から切り離し、前記全波整流回路の出力端子間を前記リレーと前記抵抗器で短絡状態とし、前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のいずれかをオンし、かつ前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子の一つをオンしたとき、前記直流電源の電圧と前記抵抗器の抵抗によって算出した電流値と、前記電流検出手段によって検出した電流値との比較によって、前記抵抗器及び前記全波整流回路の故障を検出することを特徴とするモータ制御装置。

10

【請求項 2】

前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフと、前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフの組合せを逐次変更して、前記全波整流回路を構成する整流ダイオードを介して流れる電流の経路を変え、前記電流検出手段によって通電されたことを検出することによって、前記全波整流回路を構成する前記整流ダイオードの故障を検出することを特徴とする請求項 1 に記載のモータ制御装置。

20

【請求項 3】

前記電流検出手段によって通電されたことを検出することによって、前記抵抗器、前記全波整流回路を構成する前記整流ダイオード、及び前記リレーの直列回路のオープン故障を検出す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 4】

モータの誘起電圧を整流する全波整流回路と該全波整流回路の出力端子間に直列接続されたリレーと抵抗器と、直流電源を交流に変換するインバータ部と、前記抵抗器の端子電圧を検出する電圧検出手段と、前記モータのパワーラインに設けられたコンタクターと、前記インバータ部に一定の直流電圧を供給する直流定電圧電源とを備えたモータ制御装置において、

30

前記モータが停止状態でかつ非通電状態にあるときに、前記コンタクターを開放して前記モータを前記インバータ部及び前記ダイナミックブレーキ回路から切り離し、前記全波整流回路の出力端子間を前記リレーと前記抵抗器で短絡状態とし、前記定電圧電源から前記インバータ部へ一定電圧を供給し、前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のいずれかをオンし、かつ前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子の一つをオンしたとき、前記定電圧電源の電圧と前記半導体スイッチング素子の順方向電圧降下と前記全波整流回路の順方向電圧降下によって算出した前記抵抗器の端子電圧と、前記電圧検出手段によって検出した電圧値との比較によって、前記抵抗器及び前記全波整流回路の故障を検出することを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 5】

前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフと、前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフの組合せを逐次変更して、前記全波整流回路を構成する整流ダイオードを介して流れる電流の経路を変え、前記定電圧電源の電圧と前記半導体スイッチング素子の順方向電圧降下と前記全波整流回路の順方向電圧降下によって算出した前記抵抗器の端子電圧と、前記電圧検出手段によって検出した電圧値との比較によって、前記全波整流回路の故障を検出することを特徴とする請求項 4 に記載のモータ制御装置。

40

【請求項 6】

前記電圧検出手段によって前記抵抗器の端子電圧を測定して、通電されたことを検出することによって、前記抵抗器、前記全波整流回路を構成する前記整流ダイオード、及び前記リレ

50

ーの直列回路のオープン故障を検出することを特徴とする請求項4に記載のモータ制御装置。

【請求項7】

モータの誘起電圧を整流する全波整流回路と該全波整流回路の出力端子間に直列接続されたリレーと抵抗器とから成るダイナミックブレーキ回路の故障検出方法において、

直流電源を交流に変換するインバータ部と、前記抵抗器に流れる電流を検出する電流検出手段と、前記モータのパワーラインに設けられたコンタクターとを有し、

前記モータが停止状態でかつ非通電状態にあるときに、前記コンタクターを開放して前記モータを前記インバータ部及び前記ダイナミックブレーキ回路から切り離し、前記全波整流回路の出力端子間を前記リレーと前記抵抗器で短絡状態とし、前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のいずれかをオンし、かつ前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子の一つをオンしたとき、前記直流電源の電圧と前記抵抗器の抵抗によって算出した電流値と、前記電流検出手段によって検出した電流値との比較によって、前記抵抗器及び前記全波整流回路の故障を検出することを特徴とするダイナミックブレーキ回路の故障検出方法。
10

【請求項8】

前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフと、前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフの組合せを逐次変更して、前記全波整流回路を構成する整流ダイオードを介して流れる電流の経路を変え、前記電流検出手段によって通電されたことを検出することによって、前記全波整流回路を構成する前記整流ダイオードの故障を検出することを特徴とする請求項7に記載のダイナミックブレーキ回路の故障検出方法。
20

【請求項9】

前記電流検出手段によって通電されたことを検出することによって、前記抵抗器、前記全波整流回路を構成する前記整流ダイオード、及び前記リレーの直列回路のオープン故障を検出することを特徴とする請求項7に記載のダイナミックブレーキ回路の故障検出方法。

【請求項10】

モータの誘起電圧を整流する全波整流回路と該全波整流回路の出力端子間に直列接続されたリレーと抵抗器とから成るダイナミックブレーキ回路の故障検出方法において、

直流電源を交流に変換するインバータ部と、前記抵抗器の端子電圧を検出する電圧検出手段と、前記モータのパワーラインに設けられたコンタクターと、前記インバータ部に一定の直流電圧を供給する直流定電圧電源とを有し、
30

前記モータが停止状態でかつ非通電状態にあるときに、前記コンタクターを開放して前記モータを前記インバータ部及び前記ダイナミックブレーキ回路から切り離し、前記全波整流回路の出力端子間を前記リレーと前記抵抗器で短絡状態とし、前記定電圧電源から前記インバータ部へ一定電圧を供給し、前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のいずれかをオンし、かつ前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子の一つをオンしたとき、前記定電圧電源の電圧と前記半導体スイッチング素子の順方向電圧降下と前記全波整流回路の順方向電圧降下によって算出した前記抵抗器の端子電圧と、前記電圧検出手段によって検出した電圧値との比較によって、前記抵抗器及び前記全波整流回路の故障を検出することを特徴とするダイナミックブレーキ回路の故障検出方法。
40

【請求項11】

前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフと、前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフの組合せを逐次変更して、前記全波整流回路を構成する整流ダイオードを介して流れる電流の経路を変え、前記定電圧電源の電圧と前記半導体スイッチング素子の順方向電圧降下と前記全波整流回路の順方向電圧降下によって算出した前記抵抗器の端子電圧と、前記電圧検出手段によって検出した電圧値との比較によって、前記全波整流回路の故障を検出することを特徴とする請求項10に記載のダイナミックブレーキ回路の故障検出方法。

【請求項12】

10

20

30

40

50

前記電圧検出手段によって前記抵抗器の端子電圧を測定して、通電されたことを検出するによって、前記抵抗器、前記全波整流回路を構成する前記整流ダイオード、及び前記リレーの直列回路のオープン故障を検出することを特徴とする請求項10に記載のダイナミックブレーキ回路の故障検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体スイッチング素子で構成したインバータにより駆動されるモータのダイナミックブレーキ回路の故障検出方法及びモータ制御装置に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

永久磁石形同期電動機等によって代表されるインバータ駆動モータを非常時に停止させるためには、インバータの動作を停止させ、慣性で回転するモータの給電線に発生する電力を抵抗器で短絡し、熱エネルギーとして消費させて制動をかけるダイナミックブレーキと称される方式が用いられている。

ところで、何らかの異常発生によりモータを非常停止する場合に、ダイナミックブレーキ回路が故障していたとすれば、モータを正常に制動できなくなり、モータが停止するまでの制動距離がのびてしまう。その結果、モータによって駆動している機械装置を破損してしまう危険性がある。また、ダイナミックブレーキ回路の構成部品の一つである整流ダイオードが未実装状態もしくは何らかの異常にによりオープン破損した状態でダイナミックブレーキをオンさせた場合、モータは単相短絡によるブレーキ状態となるため、モータに流れる電流に脈動が発生して推力リップルとなり、同様に機械装置を破損させる危険性がある。従って、モータを運転する前にダイナミックブレーキ回路の故障を検出できる方法が必要とされている。

20

【0003】

第一の従来例として、特開2003-9560では、ダイナミックブレーキをオン・オフさせる半導体スイッチング素子と並列に接続されたスナバコンデンサの充電状態により、制動抵抗器の断線を検出している。

30

図4は第一の従来例の回路図を示したもので、以下に、同図を用いて第一の従来例を説明する。三相電源1を直流電源に変換するコンバータ部2、直流電源を平滑するための平滑コンデンサ3、直流電源を三相の交流に変換するインバータ部21を構成する半導体スイッチング素子5, 6, 7, 8, 9, 10、インバータ部21により駆動されるモータ20、インバータ部21とモータ20との間にダイナミックブレーキ回路23aが接続されている。ダイナミックブレーキ回路23aは、サイリスタ29、サイリスタ29と並列に接続されているスナバコンデンサ30、スナバ抵抗器31を有するスナバ回路部、制動抵抗器18、整流ダイオード11, 12, 13, 14, 15, 16にて構成されている。また、サイリスタ29のアノード側は充電抵抗器28を介して平滑コンデンサ3の正極側に接続されている。

30

第一の従来例では、モータ20を駆動する前に、半導体スイッチング素子6, 8, 10のいずれかを点弧させ、充電抵抗器28を介し、直流電源からスナバコンデンサ30を充電させ、その充電状態により、制動抵抗器18の断線を検出する。

40

【0004】

また、第二の従来例である特開2000-253687では、制動動作時にサーボモータの動力線に流れる電流を検出することによりダイナミックブレーキ回路の断線検出を行っている。

40

図5は第二の従来例のサーボ装置のブロック図を示し、同図を用いて第二の従来例を説明する。41はサーボアンプ、42はサーボモータ、44はサーボモータ42に流れる電流を各相別に検出するための電流検出用抵抗である。この電流検出用抵抗44は3つの抵抗器から構成されている。49は電流検出用抵抗44の各抵抗器の両端子間の電圧降下から電流を求める電流検出回路である。50はエンコーダ46からの信号に基づきサーボモ

50

ータ42の速度を算出する速度演算手段、51は電流検出回路49と速度演算手段50の出力からダイナミックブレーキ回路の故障を検出する故障検出手段である。43、48はダイナミックブレーキ回路を構成するダイナミックブレーキ抵抗（第一の従来例の制動抵抗器18に相当）及びリレーである。

第二の従来例では、サーボモータ42が回転中に、故障や電源の遮断が発生して、ダイナミックブレーキ状態になったとき、各相の電流検出用抵抗44に流れる電流を電流検出回路49により検出しダイナミックブレーキ抵抗43が断線しているかを判別している。

【特許文献1】特開2003-009560号公報（第5頁、図1）

【特許文献2】特開2000-253687号公報（第8頁、図1）

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、第一の従来例の特開2003-9560では、ダイナミックブレーキをオンさせるためにサイリスタ29、及びサイリスタ29と並列に接続されているスナバコンデンサ30、スナバ抵抗器31を有するスナバ回路部を使用し、充電抵抗器28を介してスナバコンデンサ30を充電させる方式を取っているため、モータ20を駆動中に充電抵抗器28を介して点弧回路32ヘノイズが混入し、点弧回路32が誤動作して、サイリスタ29がオンする可能性がある。このようにインバータ部21でモータ20を駆動中にダイナミックブレーキ回路23aがオンすると、インバータ部21やダイナミックブレーキ回路23aを破損してしまうという問題がある。また、制動抵抗器18及び整流ダイオード11, 13, 15の断線を検出することはできるが、整流ダイオード12, 14, 16の断線を検出することができないという問題点もある。

20

【0006】

第二の従来例である特開2000-253687では、図5のサーボモータ42が回転している状態でダイナミックブレーキをオンさせ、そのときにダイナミックブレーキ抵抗43の異常を検出しているため、ダイナミックブレーキ動作を行うことで初めて断線を検出する。そのため、ダイナミックブレーキ動作を行う前にダイナミックブレーキ回路の異常を検出することができず、ダイナミックブレーキ回路の異常がある状態でサーボモータ42を動作させてしまい、サーボモータ42で駆動される機械装置を破損する危険性があるという問題があった。

30

【0007】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、モータを駆動させていない状態でダイナミックブレーキ回路の構成部品であるリレーや整流ダイオード等の故障を検出することができるダイナミックブレーキ回路の故障検出方法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】

【0008】

上記問題を解決するため、本発明は、次のように構成したものである。

請求項1に記載の発明は、モータの誘起電圧を整流する全波整流回路と該全波整流回路の出力端子間に直列接続されたリレーと抵抗器とから成るダイナミックブレーキ回路と、直流電源を交流に変換するインバータ部と、前記抵抗器に流れる電流を検出する電流検出手段と、前記モータのパワーラインに設けられたコンタクターとを備えたモータ制御装置において、

40

前記モータが停止状態でかつ非通電状態にあるときに、前記コンタクターを開放して前記モータを前記インバータ部及び前記ダイナミックブレーキ回路から切り離し、前記全波整流回路の出力端子間を前記リレーと前記抵抗器で短絡状態とし、前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のいずれかをオンし、かつ前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子の一つをオンしたとき、前記直流電源の電圧と前記抵抗器の抵抗によって算出した電流値と、前記電流検出手段によって検出した電流値との比較によって、前記抵抗器及び前記全波整流回路の故障を検出するものである。

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のモータ制御装置において、前記インバータ

50

部の上側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフと、前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフの組合せを逐次変更して、前記全波整流回路を構成する整流ダイオードを介して流れる電流の経路を変え、前記電流検出手段によって通電されたことを検出することによって、前記全波整流回路を構成する前記整流ダイオードの故障を検出するものである。

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載のモータ制御装置において、前記電流検出手段によって通電されたことを検出することによって、前記抵抗器、前記全波整流回路を構成する前記整流ダイオード、及び前記リレーの直列回路のオープン故障を検出するものである。

【 0 0 0 9 】

請求項 4 に記載の発明は、モータの誘起電圧を整流する全波整流回路と該全波整流回路の出力端子間に直列接続されたリレーと抵抗器と、直流電源を交流に変換するインバータ部と、前記抵抗器の端子電圧を検出手段と、前記モータのパワーラインに設けられたコンタクターと、前記インバータ部に一定の直流電圧を供給する直流定電圧電源とを備えたモータ制御装置において、

前記モータが停止状態でかつ非通電状態にあるときに、前記コンタクターを開放して前記モータを前記インバータ部及び前記ダイナミックブレーキ回路から切り離し、前記全波整流回路の出力端子間を前記リレーと前記抵抗器で短絡状態とし、前記定電圧電源から前記インバータ部へ一定電圧を供給し、前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のいずれかをオンし、かつ前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子の一つをオンしたとき、前記定電圧電源の電圧と前記半導体スイッチング素子の順方向電圧降下と前記全波整流回路の順方向電圧降下によって算出した前記抵抗器の端子電圧と、前記電圧検出手段によって検出した電圧値との比較によって、前記抵抗器及び前記全波整流回路の故障を検出するものである。

請求項 5 に記載の発明は、請求項 4 に記載のモータ制御装置において、前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフと、前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフの組合せを逐次変更して、前記全波整流回路を構成する整流ダイオードを介して流れる電流の経路を変え、前記定電圧電源の電圧と前記半導体スイッチング素子の順方向電圧降下と前記全波整流回路の順方向電圧降下によって算出した前記抵抗器の端子電圧と、前記電圧検出手段によって検出した電圧値との比較によって、前記全波整流回路の故障を検出するものである。

請求項 6 に記載の発明は、請求項 4 に記載のモータ制御装置において、前記電圧検出手段によって前記抵抗器の端子電圧を測定して、通電されたことを検出することによって、前記抵抗器、前記全波整流回路を構成する前記整流ダイオード、及び前記リレーの直列回路のオープン故障を検出するものである。

【 0 0 1 0 】

請求項 7 に記載の発明は、モータの誘起電圧を整流する全波整流回路と該全波整流回路の出力端子間に直列接続されたリレーと抵抗器とから成るダイナミックブレーキ回路の故障検出方法において、

直流電源を交流に変換するインバータ部と、前記抵抗器に流れる電流を検出手段と、前記モータのパワーラインに設けられたコンタクターとを有し、

前記モータが停止状態でかつ非通電状態にあるときに、前記コンタクターを開放して前記モータを前記インバータ部及び前記ダイナミックブレーキ回路から切り離し、前記全波整流回路の出力端子間を前記リレーと前記抵抗器で短絡状態（ダイナミックブレーキ回路をオン状態）とし、前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のいずれかをオンし、かつ前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子の一つをオンしたとき、前記直流電源の電圧と前記抵抗器の抵抗によって求められる電流値（計算値）と、前記電流検出手段によって検出した電流値との比較によって、前記抵抗器及び前記全波整流回路の故障を検出するものである。

請求項 8 に記載の発明は、請求項 7 に記載のダイナミックブレーキ回路の故障検出方法

10

20

30

40

50

において、前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフと、前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフの組合せを逐次変更して、前記全波整流回路を構成する整流ダイオードを介して流れる電流の経路を変え、前記電流検出手段によって通電されたことを検出することによって、前記全波整流回路を構成する前記整流ダイオードの故障を検出するものである。

請求項 9 に記載の発明は、請求項 7 に記載のダイナミックブレーキ回路の故障検出方法において、前記電流検出手段によって通電されたことを検出することによって、前記抵抗器、前記全波整流回路を構成する前記整流ダイオード、及び前記リレーの直列回路のオープン故障を検出するものである。

【 0 0 1 1 】

請求項 10 に記載の発明は、モータの誘起電圧を整流する全波整流回路と該全波整流回路の出力端子間に直列接続されたリレーと抵抗器とから成るダイナミックブレーキ回路の故障検出方法において、

直流電源を交流に変換するインバータ部と、前記抵抗器の端子電圧を検出する電圧検出手段と、前記モータのパワーラインに設けられたコンタクターと、前記インバータ部に一定の直流電圧を供給する直流定電圧電源とを有し、

前記モータが停止状態でかつ非通電状態にあるときに、前記コンタクターを開放して前記モータを前記インバータ部及び前記ダイナミックブレーキ回路から切り離し、前記全波整流回路の出力端子間を前記リレーと前記抵抗器で短絡状態（ダイナミックブレーキ回路をオン状態）とし、前記定電圧電源から前記インバータ部へ一定電圧を供給し、前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のいずれかをオンし、かつ前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子の一つをオンしたとき、前記定電圧電源の電圧と前記半導体スイッチング素子の順方向電圧降下と前記全波整流回路の順方向電圧降下によって求められる前記抵抗器の端子電圧（計算値）と、前記電圧検出手段によって検出した電圧値との比較によって、前記抵抗器及び前記全波整流回路の故障を検出するものである。

請求項 11 に記載の発明は、請求項 10 に記載のダイナミックブレーキ回路の故障検出方法において、前記インバータ部の上側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフと、前記インバータ部の下側アームの半導体スイッチング素子のオン・オフの組合せを逐次変更して、前記全波整流回路を構成する整流ダイオードを介して流れる電流の経路を変え、前記定電圧電源の電圧と前記半導体スイッチング素子の順方向電圧降下と前記全波整流回路の順方向電圧降下によって求められる前記抵抗器の端子電圧（計算値）と、前記電圧検出手段によって検出した電圧値との比較によって、前記全波整流回路の故障を検出するものである。

請求項 12 に記載の発明は、請求項 10 に記載のダイナミックブレーキ回路の故障検出方法において、前記電圧検出手段によって前記抵抗器の端子電圧を測定して、通電されたことを検出するによって、前記抵抗器、前記全波整流回路を構成する前記整流ダイオード、及び前記リレーの直列回路のオープン故障を検出するものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

請求項 1 乃至 6 に記載の発明によると、モータを停止させている状態でダイナミックブレーキ回路の故障を検出することができるので、ダイナミックブレーキ回路が故障した状態でモータを駆動して、駆動系に異常が発生した場合に非常停止ができないという危険性を回避することができる。従って、安全性を向上したモータ制御装置を提供することができる。

また、請求項 2 または 5 に記載の発明によると、インバータ部を構成する半導体スイッチング素子のオン・オフの組合せを逐次変更して制動抵抗器に流れる電流または端子電圧を検出することによって、ダイナミックブレーキ回路を構成する全波整流回路の整流ダイオードの中のどの整流ダイオードが故障しているかを特定できるので、修理交換作業が容易となる。

10

20

30

40

50

さらに、請求項3または6に記載の発明によると、ダイナミックブレーキ回路全体の通電テストを実施することによって、簡易に故障検出を行うことができる。

請求項7乃至12に記載の発明によると、モータ制御装置に組み込まれた状態でのダイナミックブレーキ回路の故障検出方法であるので、特別な試験装置を用いることなく実施することができ、かつ、安全性を向上したモータ制御装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。実際のモータ制御装置には様々な機能や手段が内蔵されているが、図面には本発明に関するダイナミックブレーキ回路とその故障検出に関連する主要回路部のみを記載して説明する。

10

【実施例1】

【0014】

図1は本発明の実施例1におけるモータ制御装置の構成図である。同図において、ダイナミックブレーキ回路23は制動抵抗器18、リレー17、整流ダイオード11, 12, 13, 14, 15, 16より構成されている。

また、1は三相電源であり、2はコンバータ部、3は平滑コンデンサである。この平滑コンデンサ3と並列に2個直列接続した3組の半導体スイッチング素子5, 6, 7, 8, 9, 10とフライホイールダイオード4によりインバータ部21を構成する。なお、フライホイールダイオードは各半導体スイッチング素子5乃至10に逆並列に接続されているが、簡単化のため、ここでは符号4のみで代表して示している。インバータ部21の出力はコンタクター25を介してモータ20の各相に接続されている。モータ20は、半導体スイッチング素子5乃至10のスイッチング制御により駆動される。

20

19はダイナミックブレーキ回路23の制動抵抗器18の電流を検出するための電流検出手段、または端子電圧を検出するための電圧検出手段である。電流検出手段19としては、制動抵抗器18とは別に設けたシャント抵抗器を制動抵抗器18に直列に接続して、シャント抵抗器の電圧降下より電流を検出する方法、あるいは、DCCCTを使用する方法、その他、ホール素子を用いて構成することもできる。しかし、本発明では、制動抵抗器18をシャント抵抗器の代用としてその電圧降下によって電流を検出する方法は採用しない。また、電圧検出手段としては、図2に示すように、制動抵抗器18の端子間電圧を測定する。

30

【0015】

24はモータの位置を検出する位置検出器であり、26は図示しない上位コントローラからの位置指令あるいは速度指令と、位置検出器24からのフィードバック信号に基づいて速度制御あるいは位置制御の演算処理を行う制御回路部である。本制御回路部26は、大別すると、位置検出器24からのフィードバック信号や電流検出手段（または電圧検出手段）19からの電流検出信号（または電圧検出信号）を入力する入力回路や、ダイナミックブレーキ回路23のリレー17を駆動する出力回路等から成るインターフェース回路部と、本発明に係わるダイナミックブレーキ回路23の故障を検出するための故障検出機能を実行するために、所定の制御アルゴリズムによってインバータ制御回路部27に信号を送るマイクロプロセッサ（CPU）から構成されている。インバータ制御回路部27はモータをPWM制御するための信号を生成し、半導体スイッチング素子5乃至10をオン・オフ制御する。

40

【0016】

先ず、ダイナミックブレーキ回路の動作について簡単に説明する。ダイナミックブレーキ回路はモータ駆動系に何らかの異常が発生してモータ制御装置が制御不能に至り、モータが回転中で惰走状態にあるときに、制動をかけて非常停止しようとするものである。

モータ20の通常運転時において、図1に示すダイナミックブレーキ回路23のリレー17はSVON側にあり、整流ダイオード11乃至16から成る三相全波整流回路22はオープン状態にある。異常発生により、ダイナミックブレーキ回路23がオンすると、すなわち、リレー17がDB側に接続されると、回転中のモータの誘起電圧は三相全波整流回

50

路22で直流電圧に変換され、この直流電圧は制動抵抗器18を介して短絡される。従つて、モータ20の回転エネルギーは制動抵抗器18によって熱エネルギーとして消費されて制動がかかる。

【0017】

次に、本発明のダイナミックブレーキ回路23の故障検出方法の概要を説明する。図1において、モータが駆動中であれば運転を停止し、先ず、インバータ部21をオフし、モータ20をコンタクター25にて、インバータ部21及びダイナミックブレーキ回路23から切離す。次に、ダイナミックブレーキ回路23をオンする。すなわち、図1に示すようにリレー17をDB側に閉じる。この状態で、インバータ部21の上側アームの半導体スイッチング素子5, 7, 9のいずれかと、下側アームの半導体スイッチング素子6, 8, 10の上側アームとの対を構成しない一つの半導体スイッチング素子を動作させると、下記のような回路ループで電流が流れる。

上側アームの半導体スイッチング素子(5, 7, 9のいずれか) 整流ダイオード(12, 14, 16のいずれか) 制動抵抗器18 リレー17 整流ダイオード(11, 13, 15のいずれか) 下側アームの半導体スイッチング素子(6, 8, 10のうちの上側アームと対を構成しない一つ)の順に電流が流れる。

すなわち、ダイナミックブレーキ回路23に故障がない場合には、電流検出手段19により制動抵抗器18に流れる電流が検出される。

【0018】

また、整流ダイオード11, 12, 13, 14, 15, 16のいずれかが異常である場合に、どの整流ダイオードが異常であるかを判別することができる。一例として、半導体スイッチング素子の5と8を動作させた場合について述べる。

この場合、図1の矢印のように半導体スイッチング素子5 整流ダイオード12 制動抵抗器18 リレー17 整流ダイオード13 半導体スイッチング素子8の順に電流が流れるので、電流検出手段19により、整流ダイオード12, 13と制動抵抗器18及びリレー17の故障を検出することができる。同様に半導体スイッチング素子6, 9を動作させた場合、電流検出手段19により、整流ダイオード11, 16と制動抵抗器18及びリレー17の故障を検出することができる。同様に半導体スイッチング素子7, 10を動作させた場合、電流検出手段19により、整流ダイオード14, 15と制動抵抗器18及びリレー17の故障を検出することができる。

【0019】

図2は、上述した故障検出方法を実際のモータ制御装置に組み込んだ場合のフローチャートを示したものである。以下に、図2のフローチャートに基づいて故障検出方法を説明する。

先ず、ステップ1(図2中ではS1と表記している。以下、同様。)ではモータ20の動作を確認する。モータ20が動作中であるか停止状態にあるかは、位置検出器24からの信号によって判断する。モータ20が停止していればステップ2に進み、動作中であれば、ステップ3に進む。

ステップ2では、インバータ部21の通電を遮断してステップ4に進む。また、ステップ3では、制御回路部26よりインバータ制御回路部27へ減速停止の指令を出してモータ20を停止し、停止が完了したらインバータ部21の通電を遮断してステップ4に進む。

ステップ4では、モータ20が停止状態にあり、かつインバータ部21が遮断状態にあることを確認した後、コンタクター25でモータ20をインバータ部21及びダイナミックブレーキ回路23から切離す。

ステップ5で、ダイナミックブレーキ回路23のリレー17をDB側にオンし、ダイナミックブレーキ回路23をオン状態とする。そして、上述の故障検出方法の概要で説明したように、インバータ部21の上側アームの半導体スイッチング素子5, 7, 9のいずれかと、下側アームの半導体スイッチング素子6, 8, 10の上側アームとの対を構成しない一つの半導体スイッチング素子をオンして、ダイナミックブレーキ回路23に電流を流

10

20

30

40

50

す。ただし、ダイナミックブレーキ回路 23 の制動抵抗器 18 の抵抗値はモータ 20 の巻線抵抗と同等程度の低い値であるので、制御回路部 26 のマイクロプロセッサ (CPU) が認識可能な程度の短時間、例えば、10 msec 程度、通電する。このような短時間の通電によって、各部品にストレスがかからないように注意する必要がある。

【0020】

ステップ 6 では、通電電流の値が所定の範囲内にあるか、または所定の範囲を外れた値であるかを判断する。ここで、所定範囲内の電流値とは、次のような値を意味する。すなわち、ダイナミックブレーキ回路 23 に流れる電流は、インバータ部 21 の半導体スイッチング素子 5 乃至 10 のオン時の順方向電圧降下分と、三相全波整流回路 22 の整流ダイオード 11 乃至 16 の順方向電圧降下分が、コンバータ部 2 の直流電圧に対して、無視しえる程度に小さいものとすれば、電流 I は次式で与えられる。

$$I = V_c / R_b \quad (1)$$

ここで、 V_c はコンバータ部 2 の直流出力電圧、 R_b は制動抵抗器 18 の抵抗値を示す。今、三相電源 1 の電圧変動による直流出力電圧 V_c の変動分を $\pm V_c$ 、制動抵抗器 18 の抵抗値のバラツキを $\pm R_b$ とすると、電流 I の正常範囲は下式となる。

$$(V_c - V_c) / (R_b + R_b) \leq I \leq (V_c + V_c) / (R_b - R_b) \quad (2)$$

(2) 式によって、ここで言う所定範囲内の電流値（計算値）を決定することができる。

電流値が所定範囲内であれば、ステップ 9 に進み、所定範囲を外れていればステップ 7 に進む。

【0021】

ステップ 7においては、電流値が所定範囲の値より、大きいか小さいかを判断し、大きい場合は、ステップ 12 にて制動抵抗器 18 が定数違い（正規品より抵抗値が小さい）、または短絡していると判断して故障検出を終了する。

また、電流値が小さい場合は、ステップ 8 に進み、さらに電流値が 0（電流が流れていない）か、または 0 ではないかを判断して、0 であれば制動抵抗器 18 が断線しているか、あるいは三相全波整流回路 22 の整流ダイオード 11 乃至 16 中の通電状態にある整流ダイオードがオープン故障であると判断する。電流が 0 でなければ、制動抵抗器 18 が定数違い（正規品より抵抗値が大きい）と判断して（S12）故障検出を終了する。

再びステップ 6 に戻り、電流値が所定範囲内であれば、この時点で、制動抵抗器 18 とリレー 17 は正常であると判断し、ステップ 9 に進む。ここでは三相全波整流回路 22 の整流ダイオード 11 乃至 16 中の通電状態にある整流ダイオードのオープン故障を検出する。

ステップ 9 にて、インバータ部 21 の通電パターンを変更し、ステップ 10 にて、電流値が 0（電流が流れていない）か、または 0 ではないかを判断する。電流が 0 であれば、ステップ 12 にて三相全波整流回路 22 の整流ダイオード 11 乃至 16 中の通電状態にある整流ダイオードがオープン故障であると判断する。電流値が 0 でなければ、ステップ 11 で三相全波整流回路 22 の全ての整流ダイオード 11 乃至 16 の通電パターンを完了したかどうかを判断して、完了してなければステップ 9 に戻り、完了していれば故障検出を終了する。

【0022】

ここで、ステップ 12 における異常内容の判定を整理すると次のようになる。
a : 整流ダイオード 11 乃至 16 の中の通電状態にある整流ダイオードのオープン故障
b : 制動抵抗器 18 の断線、または整流ダイオード 11 乃至 16 中の通電状態にある整流ダイオードのオープン故障

c : 制動抵抗器 18 の定数ミス（正規品より抵抗値が大きい。）

d : 制動抵抗器 18 の定数ミス（正規品より抵抗値が小さい。）または短絡故障

上述のようにしてダイナミックブレーキ回路 23 の故障を検出することができる。

なお、整流ダイオード 11 乃至 16 のいずれかが短絡故障している場合は、通常のテスト運転モードにおいて、過電流アラームが発生することになるので、本ダイナミックブレーキ回路の故障検出ではオープン故障が検出できれば特に問題はない。

10

20

30

40

50

【実施例 2】

【0023】

本発明における実施例 2 は、電流検出手段の代わりに、制動抵抗器 18 の端子電圧を検出する電圧検出手段 19 によって故障検出を行うものである。また、実施例 1 での欠点を補うことができる故障検出方法である。

実施例 1 の場合は、制動抵抗器 18 の抵抗値が小さくなると、通電電流がインバータ部 21 の半導体スイッチング素子 5 乃至 10 の過電流耐量を越える大きな値となる場合がある。また、三相全波整流回路 22 の整流ダイオード 11 乃至 16 のオープン故障については検出できるが、極めて稀に、短絡故障に至り、廻り回路が発生しない状態で過電流アラームとならずに残存したものがあったとすれば、その短絡故障した整流ダイオードについては故障検出ができないという場合も考えられる。実施例 2 は実施例 1 におけるこのような不具合点を解消することができる故障検出方法を示すものである。

【0024】

図 1 に示す三相電源 1 は通常の商用電源の場合、200V 系、または 400V 系の交流電圧を有するので、コンバータ部 2 で全波整流して、平滑コンデンサ 3 で平滑した直流電圧は 200V (AC) の場合で約 280V (DC) となる。従って、モータ容量が大きくなると制動抵抗器 18 の値も数オーム程度となり、故障検出のための通電電流値が大きくなるという問題がある。このような問題点を考慮すると、供給電源を直流定電圧電源から供給する方がより有効である。実際に、インバータ部 21 の半導体スイッチング素子 5 乃至 10 の故障検出では、直流定電圧電源を利用するのが一般的である。

従って、平滑コンデンサ 3 の両端に直流定電圧電源を接続して、5V (DC) 程度の低い電圧を供給して、上述の通電チェックを行った場合の電流 I は下式で与えられる。

$$I = [E - 2(V_{CE} + V_F)] / R_b \quad (3)$$

ここで、E は平滑コンデンサ端子間に加えた直流定電圧電源の電圧、R_b は制動抵抗器 18 の抵抗値、V_{CE} は半導体スイッチング素子 5 乃至 10 の順方向電圧降下分、V_F は整流ダイオード 11 乃至 16 の順方向電圧降下分を示す。なお、簡単化のため半導体スイッチング素子と整流ダイオードのそれぞれの順方向電圧降下のバラツキは無視している。なお、順方向電圧降下は通電電流や温度条件によって変動するが、ここでは、説明の便宜上これらの変動分も無視する。

次に、(3) 式を変形して、制動抵抗器 18 の電圧降下の式で表わすと (4) 式となる。

$$I \cdot R_b = E - 2(V_{CE} + V_F) \quad (4)$$

実施例 2 では、電流 I が正常範囲にあるかどうかを判断する代わりに、制動抵抗器 18 の電圧降下の値から正否判定する。表 1 は、制動抵抗器 18 と整流ダイオード 11 乃至 16 の故障モードと電圧検出回路 19 による電圧降下の測定値との関係を示したものである。

【0025】

【表 1】

故障モード		電圧検出回路 19 の出力電圧
制動抵抗器 18	断線(オープン)	E
	短絡	0 (ゼロ)
整流ダイオード 11～16	オープン	0 (ゼロ)
	短絡 (1本)	E - 2V _{CE} - V _F
	短絡 (2本)	E - 2V _{CE}

【0026】

表 1 に示すように、実施例 1 で説明したダイナミックブレーキ回路への通電回路ループの中で、制動抵抗器 18 が断線 (オープン) していたとすれば、上述の直流定電圧電源の電圧 E が検出回路 19 によって測定される。また、短絡状態であれば、測定電圧はゼロである。同様に、整流ダイオードの 1 つがオープン状態であれば、電流は流れないので、制動抵抗器 18 の端子電圧はゼロである。通電回路ループの中の 1 本が短絡故障で 1 本が正常の場合と、2 本共に短絡状態で故障している場合とで、電圧降下の測定値は V_F 分の差

10

20

30

40

50

があり、検出回路 19 での測定値はそれぞれ $E - 2 V_{CE} - V_F$ 及び $E - 2 V_{CE}$ となる。

ただし、実際上、整流ダイオードの 2 本がショートモードで壊れている場合、または 1 本のみが壊れている場合でも、通常のテスト運転モードで過電流アラームとなり、この過電流アラームの発生時点で交換作業が行われることになる。このような故障モードは、本ダイナミックブレーキ回路の故障検出を実施する時点ではすでに取り除かれていると考えてよい。ここでは故障検出原理を説明するために、短絡故障の検出条件を表 1 に示している。

【0027】

図 3 は本発明の実施例 2 におけるダイナミックブレーキ回路の故障検出方法を示すフローチャートである。ここでは、モータはすでに停止状態にあり、モータへの通電は遮断されているものとして説明する。

先ず、ステップ 21 ではコンタクター 25 をオフしてモータをインバータ部 21 及びダイナミックブレーキ回路 23 から切離す。ステップ 22 で、ダイナミックブレーキ回路 23 のリレー 17 を D B 側にオンし、ダイナミックブレーキ回路 23 をオン状態とする。ステップ 23 で、平滑コンデンサ 3 の端子間に定電圧電源から、5 V (DC) 程度の低い電圧を供給する。ステップ 24 で、実施例 1 で説明したように、インバータ部 21 の上側アームの半導体スイッチング素子 5, 7, 9 のいずれかと、下側アームの半導体スイッチング素子 6, 8, 10 の上側アームとの対を構成しない一つの半導体スイッチング素子をオンして、ダイナミックブレーキ回路 23 に電流を流す。

【0028】

実施例 1 では短時間の通電を行う必要があったが、実施例 2 では、印加電圧が低いので、短時間に電圧値を測定しなければならないという制約は緩和される。しかし、実施例 1 の場合と比較して、測定精度が要求されるので、マイクロプロセッサ (CPU) で所要精度を確保できるような測定時間に設定する必要がある。測定精度が確保できるという条件下において、測定時間は極力短時間に設定した方がよい。その理由については後述する。

ステップ 25 では、(4) 式に基づいて制動抵抗器 18 の電圧降下が所定範囲内にあるかを判断して、所定範囲内にあれば、ステップ 28 に進み、所定範囲を外れていればステップ 26 に進む。

なお、ここで言う所定範囲内とは、半導体スイッチング素子 5 乃至 10 と整流ダイオード 11 乃至 16 の順方向電圧降下分 ($V_{CE} + V_F$) のバラツキを考慮した制動抵抗器 18 の電圧降下の値を意味する。 V_{CE} や V_F の値は電流依存性と温度依存性による変動があるので、これらによる影響もあらかじめ測定または計算しておく必要がある。これらのバラツキ要因が $\pm V$ としてあらかじめ求められているとした場合、制動抵抗器 18 の電圧降下 ($I \cdot R_b$) の所定範囲の値は次式となる。

$$E - 2 (V_{CE} + V_F - V) - I \cdot R_b = E - 2 (V_{CE} + V_F + V) \quad (5)$$

【0029】

ステップ 26 においては、制動抵抗器 18 の電圧降下の値が E であるかを判断し、 E であれば、ステップ 32 にて制動抵抗器 18 が断線 (オープン) していると判断して故障検出を終了する。また、 E でなければ、ステップ 27 に進み、さらに制動抵抗器 18 の電圧降下の値が 0 か、または 0 ではないかを判断して、0 であれば制動抵抗器 18 が短絡しているか、あるいは整流ダイオード 11 乃至 16 中の通電状態にある整流ダイオードがオープン故障であると判断する。0 でなければ、制動抵抗器 18 が定数違い (正規品より抵抗値が大きいまたは小さい)、あるいは整流ダイオードがショート状態にあると判断して (S32) 故障検出を終了する。

【0030】

ステップ 25 に戻り、制動抵抗器 18 の電圧降下の値が所定範囲内であれば、この時点で、制動抵抗器 18 とリレー 17 は正常であると判断し、ステップ 28 に進む。ここでは三相全波整流回路 22 の整流ダイオード 11 乃至 16 中の通電状態にある整流ダイオード

10

20

30

40

50

のオープン故障または短絡故障を検出する。

ステップ28にて、インバータ部21の通電パターンを変更し、ステップ29にて、制動抵抗器18の電圧降下が(5)式に示す所定範囲内にあるかどうかを判断する。所定範囲内にあれば、ステップ31に進み、所定範囲内になければステップ30に進む。

ステップ30にて制動抵抗器の電圧降下が0であれば、整流ダイオードがオープン故障であると判断し、0で無ければ短絡故障と判断する(S32)。

ステップ31では三相全波整流回路22の全ての整流ダイオード11乃至16の通電パターンを完了したかどうかを判断して、完了してなければステップ28に戻り、完了していれば故障検出を終了する。

【0031】

10

なお、短絡故障がある場合は、通電パターンを変更する過程で過電流アラームとなることが想定されるので、先に述べたように、通電時間は出来るだけ短時間に設定する。例えば、半導体スイッチング素子の5と8をオンして、

半導体スイッチング素子5 整流ダイオード12 制動抵抗器18 リレー17 整流ダイオード13 半導体スイッチング素子8、という経路で通電しようとしたとする。この時、整流ダイオード11が短絡していれば、廻り回路によって下記の経路で短絡電流が流れる。

半導体スイッチング素子5 整流ダイオード11 整流ダイオード13 半導体スイッチング素子8

従って、このような廻り回路によって短絡回路が形成されることへの保護回路や警報が必要であるが、通常のモータ制御装置においては過電流検出回路による保護は必須のものとして備えられているので、新たな保護回路の追加は必要ない。なお、整流ダイオードの短絡故障は、通常のテスト運転モードで過電流アラームとなり、この過電流アラームの発生時点で交換作業が行われることになるので、本ダイナミックブレーキ回路の故障検出の中で整流ダイオードの短絡故障を検出することは極めて稀であると考えてよい。

また、他の例として、整流ダイオード12が短絡しているものとすると、この場合廻り回路は形成されず、整流ダイオード12の順方向電圧降下分だけ電圧検出回路19の検出電圧が高くなる。本実施例2でのダイナミックブレーキ回路の故障検出方法では、この場合ように、廻り回路による短絡回路の発生がない場合に限られる。ただし、この場合でも、半導体スイッチング素子の7と6をオンした場合、半導体スイッチング素子7 整流ダイオード14 整流ダイオード12 半導体スイッチング素子6の経路で短絡回路が形成されることになる。従って、短絡故障モードの故障検出は極めて稀には可能であるが、多くの場合は、過電流検出回路による検出に依存することになる。

20

30

40

【0032】

ここで、ステップ32における異常内容の判定を整理すると次のようになる。

- a : 整流ダイオード11乃至16の中の通電状態にある整流ダイオードのオープン故障。
- b : 整流ダイオード11乃至16の中の通電状態にある整流ダイオードの短絡故障。(ただし、短絡故障は通常、過電流検出回路によって検出される。)
- c : 制動抵抗器18の短絡故障、または整流ダイオード11乃至16中の通電状態にある整流ダイオードのオープン故障
- d : 制動抵抗器18の定数ミス(正規品より抵抗値が大きいまたは小さい。)か、整流ダイオード11乃至16の中の通電状態にある整流ダイオードの短絡故障
- e : 制動抵抗器18の断線(オープン)故障

実施例2によれば、上述のようにして制動抵抗器の断線とショート、及び整流ダイオード11乃至16のオープン故障と、特定の条件下での短絡故障の検出も可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の実施例1、2におけるモータ制御装置の構成図

【図2】本発明の実施例1におけるダイナミックブレーキ回路の故障検出方法を示すフローチャート

50

【図3】本発明の実施例2におけるダイナミックブレーキ回路の故障検出方法を示すフローチャート

【図4】第一の従来例の回路図

【図5】第二の従来例のブロック図

【符号の説明】

【0034】

1 三相電源

2 コンバータ部

3 平滑コンデンサ

4 フライホイールダイオード

5, 6, 7, 8, 9, 10 半導体スイッチング素子

11, 12, 13, 14, 15, 16 整流ダイオード

17 リレー

18 制動抵抗器

19 電流検出手段(または電圧検出手段)

20 モータ

21 インバータ部

22 三相全波整流回路

23 ダイナミックブレーキ回路

24 位置検出器

25 コンタクター

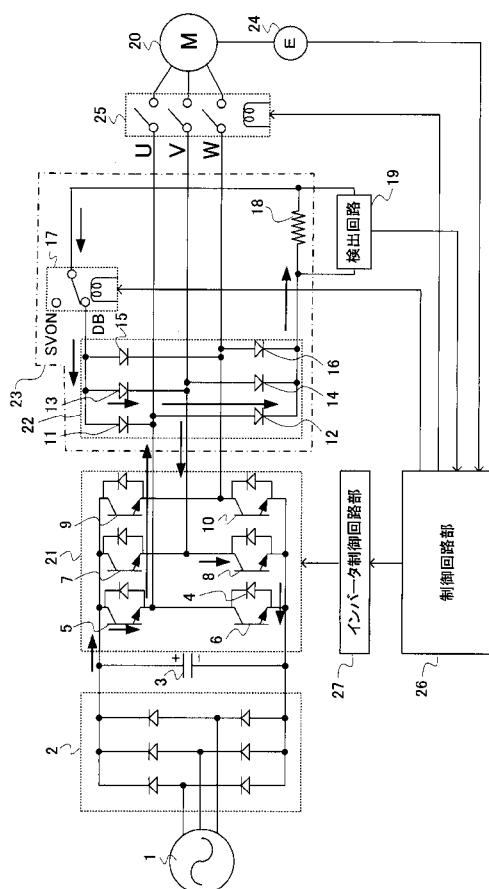
26 制御回路部

27 インバータ制御回路部

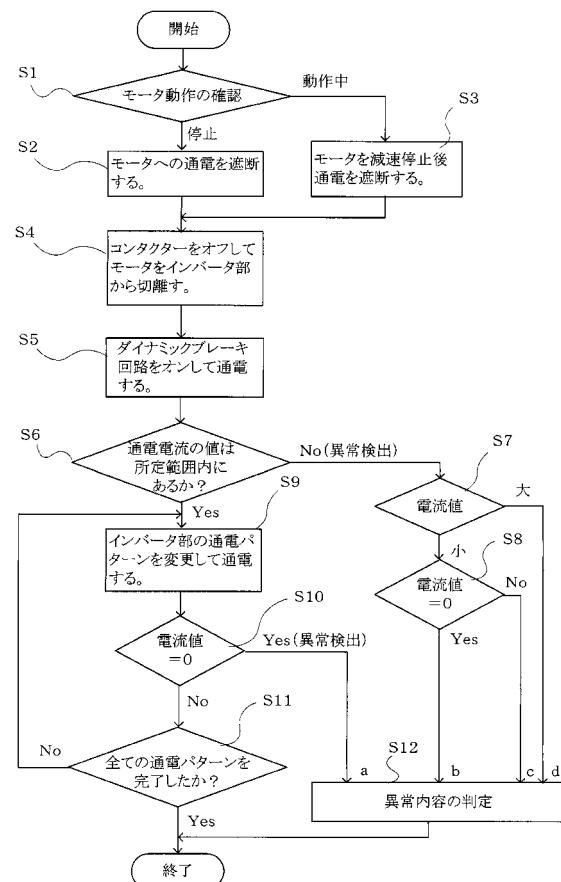
10

20

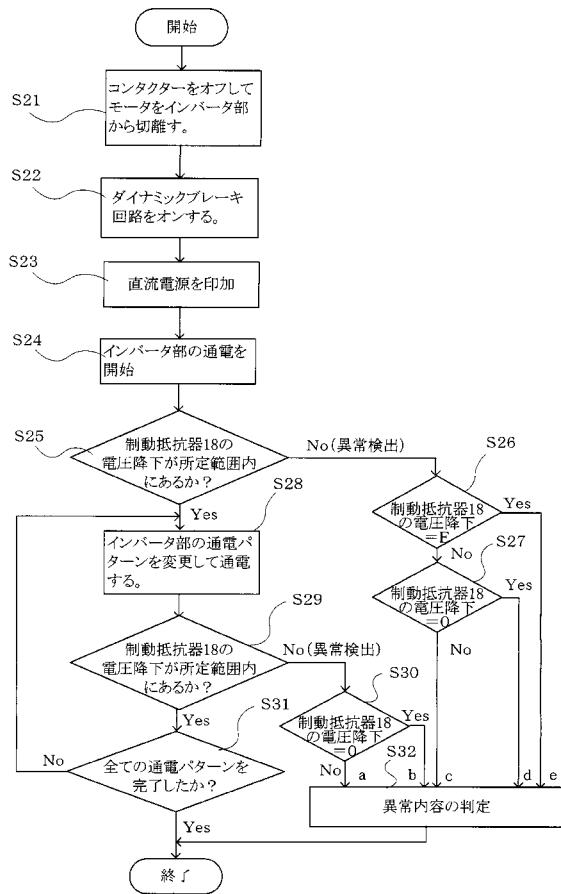
【図1】



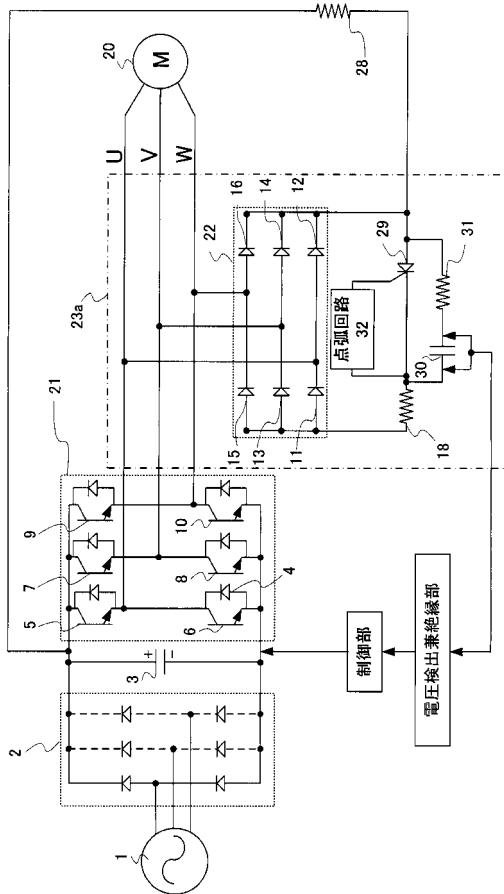
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

