

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5396920号
(P5396920)

(45) 発行日 平成26年1月22日(2014.1.22)

(24) 登録日 平成25年11月1日(2013.11.1)

(51) Int.Cl.

H02P 27/02 (2006.01)

F I

H02P 7/622 302Z

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-51735 (P2009-51735)
(22) 出願日 平成21年3月5日(2009.3.5)
(65) 公開番号 特開2010-207010 (P2010-207010A)
(43) 公開日 平成22年9月16日(2010.9.16)
審査請求日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(73) 特許権者 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
(74) 代理人 100089118
弁理士 酒井 宏明
(72) 発明者 東川 康児
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 山田 健二
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 原 英則
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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

各相巻線が中間タップを有し前記中間タップと巻き始め端子と巻き終り端子とをモータ外部に設けた三相交流電動機と、前記交流電動機の前記各相巻線の巻き始め端子に可変周波数の可変電圧を供給するインバータと、から構成される三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置において、

充電状態で接続されたコンデンサを備えるとともに、前記インバータからの制御信号に応じて、前記各相巻線の中間タップを短絡させる電子式巻線切替部と、

前記インバータからの制御信号に応じて、前記各相巻線の巻き終り端子を短絡させる機械式巻線切替部と、
を備え、

前記機械式巻線切替部は、前記三相交流電動機において予め設定された回転速度以下の低速運転時に用いられることを特徴とする三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置。

【請求項2】

前記電子式巻線切替部は、

3個のダイオードの各カソードを互いに共通接続したダイオード部と、

3個の電力用半導体スイッチ素子と、前記電力用半導体スイッチ素子に逆並列接続されるダイオードと、から構成され、前記電力用半導体スイッチ素子の各コレクタを前記ダイオード部の各ダイオードのアノードにそれぞれ接続し、前記電力用半導体スイッチ素子の各エミッタを互いに共通接続し、前記電力用半導体スイッチ素子の各コレクタと前記ダイ

オード部の各ダイオードのアノードとの各接続点を前記中間タップにそれぞれ接続した切替スイッチ部と、

前記インバータ部の直流正側母線に正側充電抵抗器の一端を接続し、前記正側充電抵抗器の他端をコンデンサの正側に接続し、前記コンデンサの負側を負側充電抵抗器の一端に接続し、前記負側充電抵抗器の他端を前記インバータ部の直流負側母線に接続し、前記コンデンサ正側が前記ダイオード部のダイオードの共通接続されたカソードに接続している電位固定部と、

前記ダイオード部の各ダイオードのアノードと前記切替スイッチ部の各電力用半導体スイッチ素子のコレクタとの各接続点に各カソードをそれぞれ接続し、前記電位固定部のコンデンサ負側に各アノードをそれぞれ接続した保護ダイオード部と、

を備えることを特徴とする請求項 1 記載の三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置。

【請求項 3】

前記機械式巻線切替部は、コンタクタから構成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置。

【請求項 4】

前記電子式巻線切替部は、前記電力用半導体スイッチ素子の導通状態を検出する状態検出器を備えることを特徴とする請求項 2 に記載の三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置。

【請求項 5】

前記電子式巻線切替部は、前記電力用半導体スイッチ素子の導通状態を検出する状態検出器を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置。

【請求項 6】

前記機械式巻線切替部は、前記コンタクタの導通状態を検出する状態検出器を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置。

【請求項 7】

前記状態検出器は、フォトカプラにより制御部と主回路部とが絶縁されていることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置。

【請求項 8】

前記状態検出器は、3 相の導通状態の論理和回路あるいは、論理積回路により構成されることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、三相交流電動機の巻線を切替えることによって、速度制御範囲を拡大する三相交流電動機の巻線切替装置に関するものであり、車両駆動、工作機械主軸駆動、サーボ装置を含む産業分野を対象とするものである。

【背景技術】

【0002】

近年、工作機械の主軸や車両の車軸の駆動システムに対して、低速領域で大トルク、高速領域では小トルクでできるだけ高速範囲を広げたいという要求が高まっている。このため、従来より、電動機の巻線を切り替えて低速領域で高誘起電圧定数巻線、高速領域で低誘起電圧定数巻線を得ている。こうして、低速領域では単位電流あたりのトルクを大きく、高速領域では単位電流あたりのトルクは小さくてもより高速まで範囲を広げられる。（例えば特許文献 1）

図 5 は、従来の三相交流電動機の巻線切替装置の一例を示す図である。従来の巻線切替装置について図 5 に基づいて説明する。

三相交流電動機 1 1 1 は、各相巻線が中間タップ（ $TU2$ 、 $TV2$ 、 $TW2$ ）と各相巻線

10

20

30

40

50

の巻き始め端子と巻き終り端子がモータ外部に設けてあり、各相巻線の巻き始め端子（ＴＵ１，ＴＶ１，ＴＷ１）がインバータ１１７に、巻き終り端子（ＴＵ３，ＴＶ３，ＴＷ３）が巻線切替部１２１の全波整流部１２２に、中間タップが巻線切替部１１２の全波整流部１１３に、各々接続される。全波整流部１１３の出力は、半導体スイッチ１１４に接続されるとともに、抵抗器１１５とコンデンサ１１６から成るスナバ回路に接続される。ダイオード１１９，１２０はスナバ回路から半導体スイッチ１１４への逆流防止のために挿入される。半導体スイッチ１１４は、インバータ１１７の制御部からの信号を受けるドライブ回路１１８によってオン／オフされる。ここでは、巻線切替部１１２に関してのみ説明したが、巻線切替部１２１についても同様の原理での接続がされる。

【０００３】

10

以上の構成で、三相交流電動機１１１の運転を行う。低速で十分に大きいトルクを得る場合は、中間タップ（ＴＵ２，ＴＶ２，ＴＷ２）が接続される巻線切替部１１２の半導体スイッチ１１４をオフとし、各相巻線の巻き終り端子（ＴＵ３，ＴＶ３，ＴＷ３）が接続される巻線切替部１２１の半導体スイッチ１２３をオンとする。これにより巻線数を増やすことができ、大きいトルクを発生させることができる。また、高速領域で運転する場合は、三相交流電動機巻線による逆起電力（誘起電圧）を抑えるために、中間タップ（ＴＵ２，ＴＶ２，ＴＷ２）が接続される巻線切替部１１２の半導体スイッチ１１４をオンとし、各相巻線の巻き終り端子（ＴＵ３，ＴＶ３，ＴＷ３）が接続される巻線切替部１２１の半導体スイッチ１２３をオフとする。

このように、従来の巻線切替装置は、巻線切替部の全波整流部出力を半導体スイッチによってオン／オフし、三相交流電動機の巻線数を速度領域に応じて切替えることで、幅広い出力特性を得ているのである。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２００３－１１１４９２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

従来の巻線切替装置は、モータ巻線に電流が流れている期間中、常に巻線切替部にも電流が流れる。そのため、全波整流部１１３、１２２のダイオードでの導通損失、半導体スイッチ１１４、１２３での導通損失が発生し、効率が低下するという問題があった。

30

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、導通損失を大幅に低減させ、高効率化を実現する三相交流電動機の巻線切替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】

【０００６】

上記問題を解決するため、本発明は、次のように構成したのである。

請求項１記載の発明は、各相巻線が中間タップを有し前記中間タップと巻き始め端子と巻き終り端子とをモータ外部に設けた三相交流電動機と、前記交流電動機の前記各相巻線の巻き始め端子に可変周波数の可変電圧を供給するインバータと、から構成される三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置において、充電状態で接続されたコンデンサを備えるとともに、前記インバータからの制御信号に応じて、前記各相巻線の中間タップを短絡させる電子式巻線切替部と、前記インバータからの制御信号に応じて、前記各相巻線の巻き終り端子を短絡させる機械式巻線切替部と、を備え、前記機械式巻線切替部は、前記三相交流電動機において予め設定された回転速度以下の低速運転時に用いられることを特徴とするものである。

40

【０００７】

また、請求項２記載の発明は、請求項１記載の前記電子式巻線切替部は、三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置において、３個のダイオードの各カソードを互いに共通接続したダイオード部と、３個の電力用半導体スイッチ素子と、前記電力用半導体スイッチ

50

素子に逆並列接続されるダイオードと、から構成され、前記電力用半導体スイッチ素子の各コレクタを前記ダイオード部の各ダイオードのアノードにそれぞれ接続し、前記電力用半導体スイッチ素子の各エミッタを互いに共通接続し、前記電力用半導体スイッチ素子の各コレクタと前記ダイオード部の各ダイオードのアノードとの各接続点を前記中間タップにそれぞれ接続した切替スイッチ部と、前記インバータ部の直流正側母線に正側充電抵抗器の一端を接続し、前記正側充電抵抗器の他端をコンデンサの正側に接続し、前記コンデンサの負側を負側充電抵抗器の一端に接続し、前記負側充電抵抗器の他端を前記インバータ部の直流負側母線に接続し、前記コンデンサ正側が前記ダイオード部のダイオードの共通接続されたカソードに接続している電位固定部と、前記ダイオード部の各ダイオードのアノードと前記切替スイッチ部の各電力用半導体スイッチ素子のコレクタとの各接続点に各カソードをそれぞれ接続し、前記電位固定部のコンデンサ負側に各アノードをそれぞれ接続した保護ダイオード部と、を備えることを特徴とするものである。

10

【0008】

また、請求項4に記載の発明は、請求項2に記載の三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置において、前記電子式巻線切替部は、前記電力用半導体スイッチ素子の導通状態を検出する状態検出器を備えることを特徴とするものである。

また、請求項5に記載の発明は、請求項3に記載の三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置において、前記電子式巻線切替部は、前記電力用半導体スイッチ素子の導通状態を検出する状態検出器を備えることを特徴とする。

【0009】

20

また、請求項6に記載の発明は、請求項3に記載の三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置において、前記機械式巻線切替部は、前記コンタクタの導通状態を検出する状態検出器を備えることを特徴とするものである。

また、請求項7に記載の発明は、請求項4または5に記載の三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置において、前記状態検出器は、フォトカプラにより制御部と主回路部とが絶縁されていることを特徴とするものである。

また、請求項8に記載の発明は、請求項4または5に記載の三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置において、前記状態検出器は、3相の導通状態の論理和回路あるいは、論理積回路により構成されることを特徴とするものである。

【発明の効果】

30

【0010】

請求項1に記載の発明によると、機械式巻線切替部を備えているので導通損失が大幅に低減され、高速切替が可能な電子式巻線切替部を備えているので高速切替が可能で高効率な交流電動機の巻線切替装置を提供することができる。

請求項2に記載の発明によると、三相交流電動機の間中タップに接続された切替スイッチ部の電力用半導体スイッチ素子を制御する際、巻線切替部のダイオード部のカソードの電位を直流母線電圧値に保つ電位固定部を備えているので、モータインダクタンスに蓄えられたエネルギーを放出することができ、瞬時に電流が切替わり、モータ電流波形を乱すことなく即座に三相交流電動機の巻線を切替えることを可能とする交流電動機の巻線切替装置を提供することができる。

40

請求項3に記載の発明によると、機械式巻線切替部を備えているので導通損失が大幅に低減され、高効率な交流電動機の巻線切替装置を提供することができる。

請求項4乃至8に記載の発明によると、前記電力用半導体スイッチ素子またはコンタクタの導通状態を検出する状態検出器を備えているので、巻線切替器の故障等の異常を検出し、これによる装置の二次破壊を未然に防ぐことを可能とする交流電動機の巻線切替装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の三相交流電動機の巻線切替装置の第1実施例を示す図

【図2】本発明の三相交流電動機の巻線切替装置の第1実施例の巻線切替時の動作波形（

50

シミュレーション波形)を示す図

【図3】本発明の三相交流電動機の巻線切替装置の第2実施例を示す図

【図4】本発明の三相交流電動機の巻線切替装置の第2実施例における状態検出器の一例を示す詳細図

【図5】従来の三相交流電動機の巻線切替装置の一例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

実際のインバータには様々な機能や手段が内蔵されているが、図には本発明に係る機能や手段のみを記載し説明することとする。また、以下同一名称には極力同一符号を付け重複説明を省略する。

【実施例1】

【0013】

図1は、本発明の三相交流電動機駆動システムの巻線切替装置の第1実施例を示す図である。図1において、1は三相交流電動機、2はインバータ、3は電子式巻線切替部、4はダイオード部、5は切替スイッチ部、6は電位固定部、7は正側充電抵抗器、8は負側充電抵抗器、9はコンデンサ、10は保護ダイオード部、11は直流正側母線、12は直流負側母線、13は切替信号、14および17はドライブ回路、15は機械式巻線切替部、16はコンタクタである。なお、インバータ2は、制御部と主回路から構成される。

三相交流電動機1は、各相の巻線に、それぞれ1つの中間タップ(TU2, TV2, TW2)と各相巻線の巻き始め端子(TU1, TV1, TW1)および巻き終り端子(TU3, TV3, TW3)がモータ外部に設けてある。

【0014】

三相交流電動機1の各相巻線の巻き始め端子(TU1, TV1, TW1)はインバータ7に、巻き終り端子(TU3, TV3, TW3)は機械式巻線切替部15のコンタクタ16に、中間タップ(TU2, TV2, TW2)は電子式巻線切替部3に、各々接続される。ドライブ回路14は、インバータ2の制御部から切替信号13を受信し、電子式巻線切替部3の切替スイッチ部5をオンオフ制御する。また、ドライブ回路17は、インバータ2の制御部から切替信号13を受信し、機械式巻線切替部15のコンタクタ16をオンオフ制御する。

【0015】

ここで先ず、電子式巻線切替部3に関して説明する。

電子式巻線切替部3は、ダイオード部4、切替スイッチ部5、電位固定部6、および保護ダイオード部10から構成される。ダイオード部4は、3個のダイオードから成り、各ダイオードのカソードは互いに共通接続されている。切替スイッチ部5は、3個の電力用半導体スイッチ素子とこれにそれぞれ逆並列接続されたダイオードとから成り、各電力用半導体スイッチ素子のコレクタはダイオード部4の各ダイオードのアノードにそれぞれ接続し、各電力用半導体スイッチ素子のエミッタは互いに共通接続されている。ダイオード部4の各ダイオードのアノードと切替スイッチ部5の各電力用半導体スイッチ素子のコレクタとの接続点は、各相毎に三相交流電動機1の各相巻線の中間タップ(TU2, TV2, TW2)と各々接続されている。

【0016】

電位固定部6は、正側充電抵抗器7と負側充電抵抗器8とコンデンサ9から成り、正側充電抵抗器7の一端はインバータ部2の直流正側母線11に接続され、正側充電抵抗器7の他端はコンデンサ9の正側に接続され、コンデンサ9の負側は負側充電抵抗器8の一端に接続され、負側充電抵抗器8の他端は直流負側母線12に接続され、コンデンサ9の正側と正側充電抵抗器7との接続点はダイオード部4の共通接続されたカソードに接続されている。保護ダイオード部10は、ダイオードアノードがコンデンサ9の負側に接続され、カソードが各相巻線の中間タップ(TU2, TV2, TW2)に接続されている。

ここで電力用半導体スイッチ素子はIGBTの記号を用いているが、電圧・電流に応じて

10

20

30

40

50

最適な電力用半導体スイッチ素子を用いればよい。

【0017】

次に、電子式巻線切替部3の動作について説明する。

切替信号13がオンになると、切替スイッチ部5の電力用半導体スイッチ素子すべてがオンし導通状態となる。すると、電力用半導体スイッチ素子と逆並列接続されているダイオードを通じて電流が流れ、三相交流電動機1の各相巻線の間접タップ(TU2, TV2, TW2)が互いに短絡状態となる。

また、切替信号13がオフになると、切替スイッチ部5の電力用半導体スイッチ素子すべてがオフし非導通状態となり、三相交流電動機1の各相巻線の間접タップ(TU2, TV2, TW2)が開放状態となる。

10

【0018】

次に、機械式巻線切替部15に関して説明する。

機械式巻線切替部15は、コンタクタ16により構成される。

インバータ2の制御部から切替信号13を受信し、ドライブ回路17はコンタクタ16を駆動する。コンタクタ16には、ノーマリーオン型(B接点)を使用するので、切替信号13がオフの時、コンタクタは導通状態となり、切替信号13がオンの時、コンタクタは非導通状態となる。

つまり、切替信号13をオフにすることで、三相交流電動機1の各相巻線の巻き終り端子(TU3, TV3, TW3)が短絡状態となり、切替信号13をオンにすることで、三相交流電動機1の各相巻線の巻き終り端子(TU3, TV3, TW3)が開放状態となる。

20

【0019】

三相交流電動機1の低速運転時の動作を説明する。

低速運転とは、予め設定された回転速度以下の運転である。この場合、切替信号13はオフ信号となり、切替スイッチ部5の電力用半導体スイッチ素子はすべて非導通状態となり三相交流電動機1の各相巻線の間접タップ(TU2, TV2, TW2)は開放状態となる。一方、コンタクタ16はすべて導通状態となり、三相交流電動機1の各相巻線の巻き終り端子(TU3, TV3, TW3)を短絡状態としたとなり、各相巻線が、TU1 - TU3、TV1 - TV3、TW1 - TW3で構成されるスター結線となることで巻線数が多くなり、十分なトルクを得ることが可能となる。

【0020】

30

つぎに、三相交流電動機1の高速運転時の動作を説明する。

高速運転とは、予め設定された回転速度以上の運転である。この場合、切替信号13はオン信号となり、切替スイッチ部5の電力用半導体スイッチ素子は導通状態となり三相交流電動機1の各相巻線の間접タップ(TU2, TV2, TW2)は短絡状態となる。一方、コンタクタ16は非導通状態となり、三相交流電動機1の各相巻線の巻き終り端子(TU3, TV3, TW3)は開放状態となる。従って、各相巻線が、TU1 - TU2、TV1 - TV2、TW1 - TW2で構成されるスター結線となることで、巻線数が少なくなり、逆起電力が抑えられるため、十分な電流を流すことができ、高速運転が可能となる。

このように運転速度に応じて、切替スイッチ部5、およびコンタクタ6をオンオフ制御することで広い出力特性(速度 - トルク制御範囲)を得ることができる。

40

【0021】

本発明が従来技術と異なる点は、低速運転時にコンタクタ16を利用した機械式巻線切替部15を利用する点と、電子式巻線切替部3にコンデンサ9を充電状態で接続することで瞬時に電流を切替える点と、保護ダイオード部を備える点である。

まず、コンタクタ16を利用した点について説明する。

従来の巻線切替方式では、低速運転時も電力用半導体スイッチ素子を利用していた。この方式では、常時電流が電力用半導体スイッチ素子およびダイオードに流れるために導通損失も常時発生していた。また車両駆動用装置または工作機駆動用装置においては、低速時のトルク(電流値)が非常に大きく、導通損失も大きくなるため、装置の効率低下を招いていた。また車両用においては、燃費低下という問題も引き起こす。本発明の巻線切替方

50

式では、電流値が高い低速運転領域において、コンタクタを利用することで、導通損失を大幅に低減できることが可能となる。これにより高効率な三相交流電動機の巻線切替装置を提供することができる。

【 0 0 2 2 】

次に、電子式巻線切替部 3 にコンデンサ 9 を充電状態で接続することで瞬時に電流を切替える点について説明する。

従来の巻線切替方式では、モータ巻線が励磁状態から非励磁状態に遷移する際に、モータインダクタンスに蓄えられたエネルギーを放出するために、瞬時に電流が切替わらずモータ電流が乱れるという問題があったが、本発明の巻線切替方式では、巻線切替部にコンデンサを充電状態で接続することで瞬時に電流が切替わるために、モータ電流波形を乱すことがない。ここで、巻線切替部にコンデンサを充電状態で接続すると、電流が瞬時に切替わる理由を説明しておく。巻線切替時にモータ巻線に残っている電流を速やかにゼロにするには、電流減少率をあげればよい。電流減少率 di/dt は、式 (1) で示すように

$$di/dt = V/L \quad (1)$$

ここで、 V はコンデンサ電圧、 L はモータ巻線インダクタンスである。

つまり、コンデンサ電圧 V を高電位に保つことで電流減少率をあげることができ、電流を速やかにゼロにすることができる。

【 0 0 2 3 】

図 2 は、本発明の三相交流電動機の巻線切替装置の第 1 実施例の巻線切替時の動作波形 (シミュレーション波形) を示す図である。図 2 (a) はコンデンサの電圧波形、図 2 (b) はモータ巻線に流れる電流波形である。図 2 (a) において、A は本発明の方式で初期充電電圧が 350 V の場合のコンデンサの電圧波形、B は従来方式で初期充電がない場合のコンデンサの電圧波形である。また、図 2 (b) において、C は本発明の方式で初期充電電圧が 350 V の場合のモータ巻線に流れる電流波形、D は従来方式で初期充電がない場合のモータ巻線に流れる電流波形である。

コンデンサの初期充電電圧を 350 V と 0 V の場合で比較すると、初期充電電圧が 350 V 時の方が、電流減少率が高く、速やかに、ゼロになっている。

このことより、コンデンサの初期充電の有無でモータ巻線に流れる電流がゼロになるまでの時間が違うことがわかる。

以上のような構成にすることで、モータ電流波形を乱すことなく即座に三相交流電動機の巻線を切替えることを可能とする三相交流電動機の巻線切替装置を提供することができる。

【 0 0 2 4 】

次に、保護ダイオード部の動作について説明する。

保護ダイオード部 10 は、モータ駆動中に何らかの異常をきたし、前記インバータ 2 の主回路部がベースブロックされた場合に、モータインダクタンスに起因する還流電流の経路を確保し、インバータ 2 と電子式巻線切替部 3 を破壊から防ぐ目的で挿入される。

【 0 0 2 5 】

三相交流電動機が通電中に何らかの異常をきたし (例えば、モータロックなど)、インバータ 2 の主回路部をベースブロックさせた場合、保護ダイオード部 10 があると、モータ巻線のインダクタンスに流れていた電流に起因するエネルギー Q は、インバータ 2 の主回路部に設置されている主回路コンデンサ (図示せず)、コンデンサ 9 を充電することで消費される。

エネルギー Q は、式 (2) で示すとおりである。

$$Q = (1/2) \cdot L \cdot i^2 \quad (2)$$

ここで、 L はモータ巻線のインダクタンス、 i はモータ巻線に流れていた電流である。

【 0 0 2 6 】

以下に具体的にエネルギー経路を説明する。

仮に、U 相モータ巻線の間タップ TU2 の点において、モータからインバータに向かってモータ電流が流れていた場合を想定する。この場合、中間タップ TU2 を起点とし、イ

ンバータ内部のフリーホイールダイオードを通り、コンデンサ 9 よりもインピーダンスが低い主回路コンデンサを充電し、直流負側母線 10 を通り、保護ダイオード部 10 を介して、中間タップ T U 2 を終点とする閉回路に還流電流が流れる。このとき、保護ダイオード部 10 が無いと、還流電流の経路を確保できず、モータ巻線に流れていた電流に起因するエネルギー Q を吸収できなくなり、インバータ 2 の直流正側母線電圧値が急激に上昇し、インバータ 2 や電子式巻線切替部 3 が過電圧破壊にいたる。

保護ダイオード部 10 を挿入しないで、このような破壊を防止するためには、インバータ 2 の主回路部、ならびに電子式巻線切替部 3 の耐圧を高くする必要がある。これは装置の大型化やコストアップを引き起こす。

このような構成で動作させることで、モータ異常時の還流電流による装置破壊を防止する三相交流電動機の巻線切替装置を提供することができる。

10

【実施例 2】

【0027】

図 3 は、本発明の三相交流電動機の巻線切替装置の第 2 実施例を示す図である。図 3 において、18 は状態検出器、19 は状態検出信号である。

本実施例が実施例 1 と異なっている点は、電子式巻線切替部 3 を構成する切替スイッチ部 5 の電力用半導体スイッチ素子の導通状態および、機械式巻線切替部 15 を構成するコンタクタ 16 の導通状態を検出する状態検出器 18 と備えた点と、状態検出器 18 の出力である状態検出信号 19 をインバータ 2 の制御部に接続している点である。

【0028】

20

まず、状態検出器の構成例ならびに動作の詳細について説明する。

図 4 は、本発明の三相交流電動機の巻線切替装置の第 2 実施例における状態検出器の一例を示す詳細図である。

まず、状態検出器 18 の構成について説明する。

状態検出器 18 は、3 個のフォトカプラ 181、6 個のプルアップ抵抗器 182、3 入力の NOR ゲート 183 で構成される。

3 個のフォトカプラ 181 の各発光ダイオードのアノードは、それぞれプルアップ抵抗器 182 を介して切替スイッチ部 5 の電力用半導体スイッチ素子のゲートドライブ用電源 V_D に接続する。

また、3 個のフォトカプラ 181 の各発光ダイオードのカソードは、切替スイッチ部 5 の各電力用半導体スイッチ素子のコレクタにそれぞれ接続する。

30

切替スイッチ部 5 の各電力用半導体スイッチ素子のエミッタは、すべてゲートドライブ用電源のグランド G_D に接続されている。

3 個のフォトカプラ 181 の各フォトトランジスタのエミッタは、すべて制御用電源のグランド G_L に接続する。

3 個のフォトカプラ 181 の各フォトトランジスタのコレクタは、それぞれプルアップ抵抗器 182 を介して制御用電源 V_L に接続すると共に、NOR ゲート 183 の各入力端にそれぞれ接続する。NOR ゲート 183 の出力が状態検出信号 19 (20) である。

【0029】

つぎに、状態検出器 18 の動作について説明する。

40

切替スイッチ部 5 の各電力用半導体スイッチ素子がオンすると、ゲートドライブ用電源 V_D からプルアップ抵抗 182、フォトカプラ 181、電力用半導体素子スイッチ素子、ゲートドライブ用電源グランド G_D の経路で電流が流れ、フォトカプラ 181 のフォトトランジスタがオンする。すると、NOR ゲート 183 のすべての入力端が (Low) となるので、NOR ゲート 183 の出力である状態検出信号 19 は (Hi) となる。

また、切替スイッチ部 5 の各電力用半導体スイッチ素子がオフすると、フォトカプラ 181 の発光ダイオードに電流が流れず、フォトカプラ 181 のフォトトランジスタもオフする。すると、NOR ゲート 183 のすべての入力端が (Hi) となるので、NOR ゲート 183 の出力である状態検出信号 19 (20) は (Low) となる。

図 4 では切替スイッチ部 5 が図示されているが、この部分がコンタクタ 16 でもまったく

50

同様の動作原理となる。

【 0 0 3 0 】

上記のように、状態検出器 1 8 は、切替スイッチ部 5 を構成する各電力用半導体スイッチ素子すべてが導通状態のときに (H i)、非導通状態のときに (L o w) となる状態検出信号 1 9 をインバータ 2 の制御部に出力する。同様に、コンタクタ 1 6 がすべて導通状態のときに (H i)、非導通状態のときに (L o w) となる状態検出信号 2 0 をインバータ 2 の制御部に出力する。

インバータ 2 の制御部では、切替信号 1 3 と状態検出信号 1 9 および 2 0 の論理をとることで電子式巻線切替部 3 または、機械式巻線切替部 1 5 の正常動作を判断する。

具体的に説明すると、例えば、低速運転の場合、切替信号 1 3 は (L o w)、状態検出信号 1 9 は (L o w)、状態検出信号 2 0 は (H i) となる。また、高速運転の場合、切替信号 1 3 は (H i)、状態検出信号 1 9 は (H i)、状態検出信号 2 0 は (L o w) となる。つまり、切替信号 1 3 と状態検出信号 1 9 の排他的論理和は必ず (L o w) となる。また、

切替信号 1 3 と状態検出信号 1 9 の排他的論理和は必ず (H i) となる。この関係を利用し、インバータ 2 の制御部でこれらの論理の結果と違う結果になった場合は、電子式巻線切替部 3 または、機械式巻線切替部 1 5 に異常が発生したものと見て、インバータ 2 の主回路部をベースブロックする。これにより異常発生に伴う装置の二次破壊を未然に防ぐことができる。

【 0 0 3 1 】

本実施例によると、切替スイッチ部の電力用半導体スイッチ素子の導通状態を状態検出器により検出し、状態検出器の出力信号と切替信号とを比較することにより、装置の故障などの異常を検出することができるので、異常運転や装置破壊を未然に防ぐことを可能とする三相交流電動機の巻線切替装置を提供することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 2 】

- 1、 1 1 1 三相交流電動機
- 2 インバータ
- 3 電子式巻線切替部
- 4 ダイオード部
- 5 切替スイッチ部
- 6 電位固定部
- 7 正側充電抵抗器
- 8 負側充電抵抗器
- 9 コンデンサ
- 1 0 保護ダイオード部
- 1 1 直流正側母線
- 1 2 直流負側母線
- 1 3 切替信号
- 1 4、 1 7 ドライブ回路
- 1 5 機械式巻線切替部
- 1 6 コンタクタ
- 1 8 状態検出器
- 1 9、 2 0 状態検出信号
- 1 8 1 フォトカプラ
- 1 8 2 プルアップ抵抗器
- 1 8 3 NORゲート
- 1 1 1 三相交流電動機
- 1 1 2、 1 2 1 巻線切替部
- 1 1 5、 1 2 4 コンデンサ

10

20

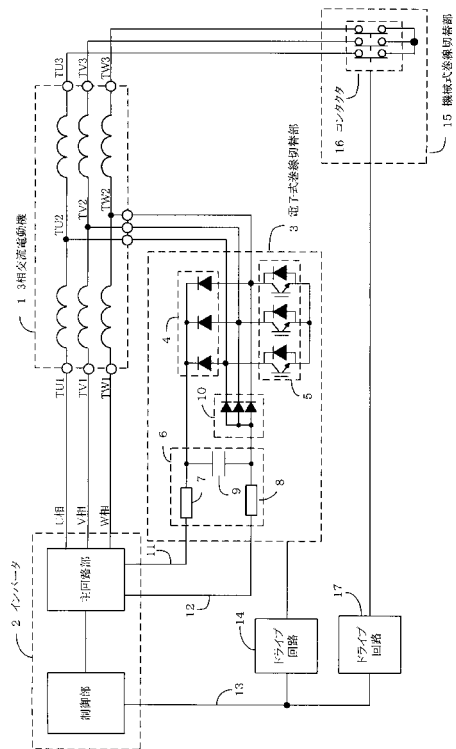
30

40

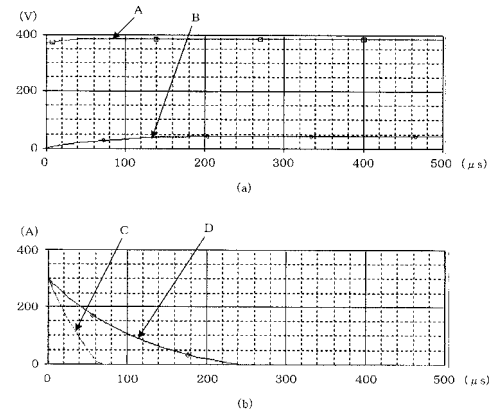
50

- 1 1 7 インバータ
1 1 8、1 2 7 ドライブ回路
1 1 3、1 2 2 全波整流部
1 1 4、1 2 3 半導体スイッチ
1 1 6、1 2 5 抵抗器
1 1 9、1 2 0、1 2 8、1 2 9 ダイオード

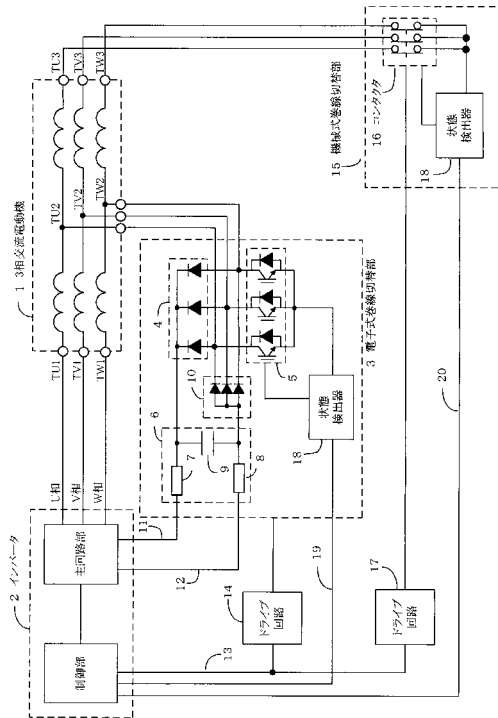
【 図 1 】



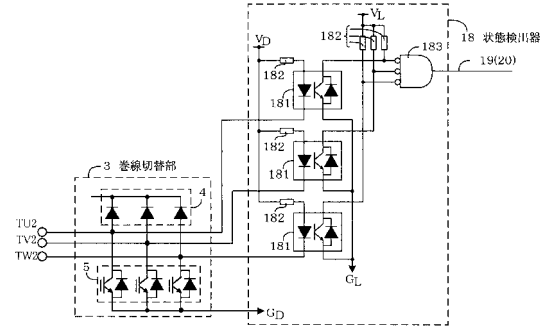
【 図 2 】



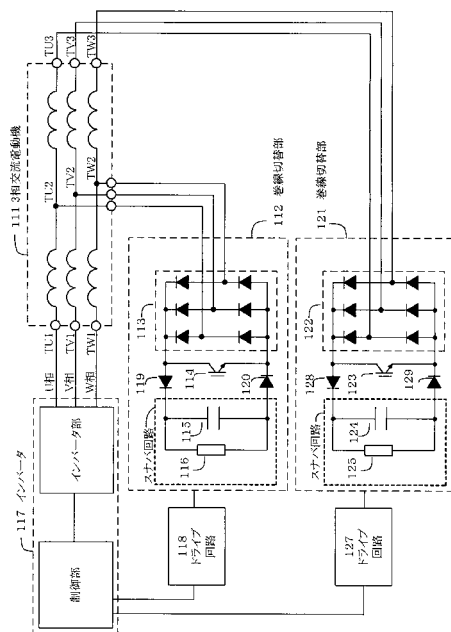
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

審査官 櫻田 正紀

- (56)参考文献 特開2008-182783(JP,A)
特開平05-294578(JP,A)
特開2002-191178(JP,A)
特開平11-069773(JP,A)
国際公開第2009/084354(WO,A1)
特開2003-111492(JP,A)
特開2008-178207(JP,A)
特開昭56-153990(JP,A)
実開昭57-041498(JP,U)
特開平06-296350(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02P 27/02