

(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2017-5973
(P2017-5973A)

(43) 公開日 平成29年1月5日(2017.1.5)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
HO2M 7/12 (2006.01) HO2M 7/12 N 5H006

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-29959 (P2016-29959)	(71) 出願人	390008235 ファナック株式会社
(22) 出願日	平成28年2月19日 (2016. 2. 19)		山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地
(31) 優先権主張番号	特願2015-119690 (P2015-119690)	(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(32) 優先日	平成27年6月12日 (2015. 6. 12)	(74) 代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(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

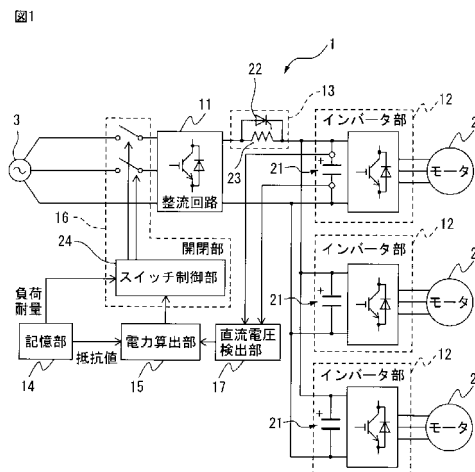
(54) 【発明の名称】 初期充電部を有するモータ駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 DCリンクに設けられた平滑コンデンサの初期充電に用いられる初期充電部を確実に保護できる小型で低コストのモータ駆動装置を実現する。

【解決手段】 モータ駆動装置1は、交流電流を整流してDCリンクに直流電流を出力する整流回路11と、整流回路11からの直流電流を変換してモータに交流電流を供給するインバータ部12と、スイッチ22が開放されて充電抵抗23を介して流れる直流電流により、DCリンクに設けられた平滑コンデンサ21を初期充電する初期充電部13と、充電抵抗22の負荷耐量を記憶する記憶部14と、直流電流が流れることにより充電抵抗23で発生する電力量を算出する電力算出部15と、初期充電期間中、算出された電力量が負荷耐量に達した場合は直流電流の平滑コンデンサ21への流入を遮断し、遮断後、算出された電力量が所定の閾値以下になった場合は直流電流を平滑コンデンサ21に流入させる開閉部16とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

交流電源側から供給された交流電流を整流し、直流側である DC リンクに直流電流を出力する整流回路と、

前記整流回路が接続される前記 DC リンク側に平滑コンデンサを有し、前記整流回路からの直流電流を変換してモータ駆動のための交流電流を出力するインバータ部と、

前記 DC リンクに設けられ、スイッチと前記スイッチ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、モータ駆動開始前の初期充電期間中、前記スイッチが開放されることで前記充電抵抗を介して流れる前記整流回路からの直流電流により、前記平滑コンデンサが所定の電圧になるまで初期充電する初期充電部と、

前記充電抵抗の抵抗値と前記充電抵抗を溶断させる電力量として予め規定された負荷耐量とを記憶する記憶部と、

前記整流回路からの直流電流が流れることにより前記充電抵抗で発生するある時間区間における平均電力量を算出する電力算出部と、

前記初期充電期間中、前記電力算出部により算出された平均電力量が前記負荷耐量に達した場合は、前記整流回路からの直流電流が前記平滑コンデンサに流入することを遮断し、前記の遮断後、前記電力算出部により算出された平均電力量が前記所定の閾値以下になった場合は、前記整流回路からの直流電流が前記平滑コンデンサに流入するようにする開閉部と、

を備えることを特徴とするモータ駆動装置。

【請求項 2】

前記 DC リンクの直流電圧値を検出する直流電圧検出部をさらに備え、

前記電力算出部は、前記直流電圧検出部によって検出された直流電圧値と前記充電抵抗の抵抗値とに基づいて、前記充電抵抗で発生する平均電力量を算出する請求項 1 に記載のモータ駆動装置。

【請求項 3】

前記 DC リンクの直流電流値を検出する直流電流検出部をさらに備え、

前記電力算出部は、前記直流電流検出部によって検出された直流電流値と前記充電抵抗の抵抗値とに基づいて、前記充電抵抗で発生する平均電力量を算出する請求項 1 に記載のモータ駆動装置。

【請求項 4】

前記整流回路の交流電源側の交流電圧値を検出する交流電圧検出部をさらに備え、

前記電力算出部は、前記交流電圧検出部によって検出された交流電圧値と前記充電抵抗の抵抗値と前記平滑コンデンサの静電容量とに基づいて、前記充電抵抗で発生する平均電力量を算出する請求項 1 に記載のモータ駆動装置。

【請求項 5】

前記開閉部は、前記整流回路の交流電源側の入力端に設けられ、

前記初期充電期間中、前記電力算出部により算出された平均電力量が前記負荷耐量に達した場合は、交流電源と整流回路との間の電流経路を開放して交流電源側から前記整流回路へ供給される交流電流を遮断することで、前記整流回路からの直流電流が前記平滑コンデンサに流入することを遮断し、前記の遮断後、前記電力算出部により算出された平均電力量が前記所定の閾値以下になった場合は、交流電源と整流回路との間の電流経路を閉路して交流電源側から交流電流が前記整流回路へ供給されるようにすることで、前記整流回路からの直流電流が前記平滑コンデンサに流入するようにする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のモータ駆動装置。

【請求項 6】

前記開閉部は、前記整流回路と前記初期充電部との間の電流経路上に設けられ、

前記初期充電期間中、前記電力算出部により算出された平均電力量が前記負荷耐量に達した場合は、前記整流回路と前記初期充電部との間の電流経路を開放することで、前記整流回路からの直流電流が前記平滑コンデンサに流入することを遮断し、前記の遮断後、前

10

20

30

40

50

記電力算出部により算出された平均電力量が前記所定の閾値以下になった場合は、前記整流回路と前記初期充電部との間の電流経路を閉路することで、前記整流回路からの直流電流が前記平滑コンデンサに流入するようにする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のモータ駆動装置。

【請求項 7】

前記開閉部は、前記初期充電部と前記インバータ部との間の電流経路上に設けられ、前記初期充電期間中、前記電力算出部により算出された平均電力量が前記負荷耐量に達した場合は、前記初期充電部と前記インバータ部との間の電流経路を開放することで、前記整流回路からの直流電流が前記平滑コンデンサに流入することを遮断し、前記の遮断後、前記電力算出部により算出された平均電力量が前記所定の閾値以下になった場合は、前記初期充電部と前記インバータ部との間の電流経路を閉路することで、前記整流回路からの直流電流が前記平滑コンデンサに流入するようにする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のモータ駆動装置。

10

【請求項 8】

前記開閉部は、電流経路を閉路もしくは開放するものとして、電磁接触器、リレー、もしくは半導体スイッチング素子のいずれかを有する請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のモータ駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、交流電源から供給された交流電流を直流電流に変換して DC リンクへ出力したのちさらにモータ駆動のための交流電流に変換してモータへ供給するモータ駆動装置に関し、特に、DC リンクに設けられた平滑コンデンサ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。

20

【背景技術】

【0002】

工作機械、鍛圧機械、射出成形機、産業機械、あるいは各種ロボット内のモータを駆動するモータ駆動装置においては、交流電源側から入力された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、この交流電力を駆動軸ごとに設けられたモータの駆動電力として用いている。このようなモータ駆動装置は、三相交流入力電源のある交流電源側から供給された交流電力を整流して直流電力を出力する整流回路と、整流回路の直流出力側である DC リンク（直流リンク）に接続され、DC リンクの直流電力とモータの駆動電力もしくは回生電力である交流電力とを相互電力変換するインバータ部と、を備え、当該逆変換器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。インバータ部は、複数の駆動軸に対応してそれぞれ設けられる各モータに個別に駆動電力を供給してモータを駆動制御するために、モータの個数と同数個だけ設けられる。一方、整流回路は、モータ駆動装置のコストや占有スペースを低減する目的で、複数のインバータ部に対して 1 個が設けられることが多い。

30

【0003】

インバータ部の、整流回路が接続される DC リンク側には、平滑コンデンサ（「DC リンクコンデンサ」とも称する。）が設けられている。平滑コンデンサは、順変換器の直流出力の脈動分を抑える機能を有するとともに、直流電力を蓄積し得るものである。平滑コンデンサは、モータ駆動装置の起動直後からモータの駆動開始前（すなわちインバータ部による電力変換動作開始前）までに初期充電（「予備充電」とも称される。）しておく必要があるため、このための初期充電部が設けられるのが一般的である（例えば、特許文献 1 参照。）。

40

【0004】

図 8 は、一般的なモータ駆動装置の構成を示す図である。モータ駆動装置 1000 は、商用三相の交流電源 3 からの交流電力を整流して直流電力を出力する整流回路 111 と、整流回路 111 の直流側である DC リンクに接続され、整流回路 111 から出力された直

50

流電力をモータ2の駆動電力として供給される所望の電圧および所望の周波数の交流電力に変換しまたはモータ2から回生される交流電力を直流電力に変換するインバータ部112と、を備え、当該インバータ部112の交流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。

【0005】

インバータ部112は、複数の駆動軸に対応してそれぞれ設けられる各モータ2に個別に駆動電力を供給してモータ2を駆動制御するために、モータ2の個数と同数個、並列接続される。各インバータ部112の直流入力側には平滑コンデンサ221がそれぞれ設けられる。つまり、平滑コンデンサ221は、インバータ部112の、整流回路111が接続されるDCリンク側に位置することになる。なお、図8では一例としてモータ2の個数を3個としており、したがって、インバータ部112は3個である。一方、整流回路111は、モータ駆動装置1000のコストや占有スペースを低減する目的で、複数のインバータ部112に対して1個が設けられることが多い。

10

【0006】

平滑コンデンサ221は、モータ駆動装置1000の起動直後（すなわち開閉部116を閉路（オン）した直後）からモータ2の駆動開始前（すなわちインバータ部112によ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。平滑コンデンサ221にエネルギー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、整流回路111に大きな突入電流が流れる。特に平滑コンデンサ221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1000には、整流回路111とインバータ部112内の平滑コンデンサ221との間に、初期充電部113が設けられるのが一般的である。例えば図8に示すように、インバータ部112が複数並列接続される場合はこれに応じて平滑コンデンサ221についても互いに並列接続された関係を有することになるが、整流回路111とこれら平滑コンデンサ221との間に初期充電部113は1個設けられる。

20

【0007】

初期充電部113は、スイッチ222とこのスイッチ222に並列接続された充電抵抗223とを有する。スイッチ222は、モータ駆動装置1000の起動直後の平滑コンデンサ221の初期充電期間中のみ開放（オフ）され、モータ駆動装置1000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。スイッチ222の例としては、例えばサイリスタがある。より具体的にいえば、モータ駆動装置1000の起動直後からモータ2の駆動開始前までの初期充電期間中は、スイッチ222を開放（オフ）することで、整流回路111から出力された直流電流が充電抵抗223を通じて平滑コンデンサ221に流れ込み、平滑コンデンサ221が充電される。そして、平滑コンデンサ221が所定の電圧まで充電されると、スイッチ222を閉路（オン）して充電抵抗223の両端を短絡し、初期充電動作を完了する。この後、インバータ部112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。

30

【0008】

上述のように平滑コンデンサ221の初期充電期間中は、スイッチ222が開放（オフ）されることで整流回路111から出力された直流電力は充電抵抗223を流れ、充電抵抗223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。ただし、充電抵抗223は、溶断に耐え得る熱量として定義される瞬時負荷耐量（以下、単に「負荷耐量」と称する。）を有しており、充電抵抗223に電流が流れることにより発生する熱量が負荷耐量を超えると、充電抵抗223は溶断してしまう。

40

【0009】

初期充電期間中に充電抵抗223に流れる直流電流は平滑コンデンサ221の静電容量に依存し、充電抵抗223に発生する熱量は充電抵抗223に流れる直流電流に依存するので、モータ駆動装置1000に設置可能な充電抵抗223の負荷耐量は、平滑コンデンサ221の最大静電容量に応じて決定される。例えば、平滑コンデンサ221の静電容量が大きいシステムの場合には、定格電力の大きな充電抵抗223を使用する必要がある。図

50

8に示すようにインバータ部112が複数並列接続される場合はこれに応じて複数個の平滑コンデンサ221についても互いに並列接続された関係を有することになるが、この場合は全ての平滑コンデンサ221の静電容量の合成容量に応じて、充電抵抗223の負荷耐量が決定される。したがって設計者は、モータ駆動装置の設計に際し、充電抵抗の負荷耐量と当該負荷耐量の下で設置可能な平滑コンデンサの最大静電容量との関係性を考慮し、平滑コンデンサの最大静電容量に応じて、モータ駆動装置に設置可能な充電抵抗を選定するのが通常である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

10

【特許文献1】特開平6-311639号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

平滑コンデンサの静電容量に応じて、モータ駆動装置に設置可能な充電抵抗が選定された場合であっても、何らかの理由により平滑コンデンサを初期充電するのに要する時間が長くなると、充電抵抗に電流が流れることにより発生する熱量が負荷耐量を超えて充電抵抗が溶断してしまう可能性がある。特に、インバータ部が複数並列接続される場合は平滑コンデンサも複数並列接続されることになるが、このような場合は、平滑コンデンサを初期充電するのに要する時間が長くなる傾向があり、充電抵抗が溶断する可能性が高い。

20

【0012】

また、上述のように、設計者は、モータ駆動装置の設計に際し、平滑コンデンサの最大静電容量に応じて、モータ駆動装置に設置可能な充電抵抗を選定する。したがって、例えばインバータ部が複数並列接続されて平滑コンデンサも複数並列接続される場合など、平滑コンデンサの最大静電容量が大きくなる場合は、負荷耐量の大きい充電抵抗を選定する必要があるので、モータ駆動装置のコストが増大し大型化する問題がある。

【0013】

また例えば、その後のメンテナンスや設計変更などを理由に、より静電容量の大きい平滑コンデンサを有するインバータ部に交換したりあるいはさらにインバータ部を追加したりする場合、複数の平滑コンデンサの静電容量の合成容量が、既に用いられている充電抵抗の負荷耐量に応じて決定される平滑コンデンサの最大容量を超えてしまうことがある。この場合も、平滑コンデンサを初期充電するのに要する時間が長くなり、充電抵抗に電流が流れることにより発生する熱量が負荷耐量を超えて充電抵抗が溶断してしまう可能性がある。

30

【0014】

従って本発明の目的は、上記問題に鑑み、DCリンクに設けられた平滑コンデンサの初期充電に用いられる初期充電部を確実に保護することができる、小型で低コストのモータ駆動装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

40

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、交流電源側から供給された交流電流を整流し、直流側であるDCリンクに直流電流を出力する整流回路と、整流回路が接続されるDCリンク側に平滑コンデンサを有し、整流回路からの直流電流を変換してモータ駆動のための交流電流を出力するインバータ部と、DCリンクに設けられ、スイッチとスイッチ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、モータ駆動開始前の初期充電期間中、スイッチが開放されることで充電抵抗を介して流れる整流回路からの直流電流により、平滑コンデンサが所定の電圧になるまで初期充電する初期充電部と、充電抵抗の抵抗値と充電抵抗を溶断させる電力量として予め規定された負荷耐量を記憶する記憶部と、整流回路からの直流電流が流れることにより充電抵抗で発生するある時間区間における平均電力量を算出する電力算出部と、初期充電期間中、電力算出部に

50

より算出された平均電力量が負荷耐量に達した場合は、整流回路からの直流電流が平滑コンデンサに流入することを遮断し、前記の遮断後、電力算出部により算出された平均電力量が所定の閾値以下になった場合は、整流回路からの直流電流が前記平滑コンデンサに流入するようにする開閉部と、を備える。

【0016】

また、モータ駆動装置は、DCリンクの直流電圧値を検出する直流電圧検出部をさらに備え、電力算出部は、直流電圧検出部によって検出された直流電圧値と充電抵抗の抵抗値とに基づいて、充電抵抗で発生する平均電力量を算出するようにしてもよい。

【0017】

また、モータ駆動装置は、DCリンクの直流電流値を検出する直流電流検出部をさらに備え、電力算出部は、直流電流検出部によって検出された電流値と充電抵抗の抵抗値とに基づいて、充電抵抗で発生する平均電力量を算出するようにしてもよい。

10

【0018】

また、モータ駆動装置は、整流回路の交流電源側の交流電圧値を検出する交流電圧検出部をさらに備え、電力算出部は、交流電圧検出部によって検出された交流電圧値と充電抵抗の抵抗値と平滑コンデンサの静電容量とに基づいて、充電抵抗で発生する平均電力量を算出するようにしてもよい。

【0019】

ここで、開閉部は、整流回路の交流電源側の入力端に設けられ、初期充電期間中、電力算出部により算出された平均電力量が負荷耐量に達した場合は、交流電源と整流回路との間の電流経路を開放して交流電源側から整流回路へ供給される交流電流を遮断することで、整流回路からの直流電流が平滑コンデンサに流入することを遮断し、前記の遮断後、電力算出部により算出された平均電力量が所定の閾値以下になった場合は、交流電源と整流回路との間の電流経路を閉路して交流電源側から交流電流が整流回路へ供給されるようにすることで、整流回路からの直流電流が平滑コンデンサに流入するようにしてもよい。

20

【0020】

またあるいは、開閉部は、整流回路と初期充電部との間の電流経路上に設けられ、初期充電期間中、電力算出部により算出された平均電力量が負荷耐量に達した場合は、整流回路と初期充電部との間の電流経路を開放することで、整流回路からの直流電流が平滑コンデンサに流入することを遮断し、前記の遮断後、電力算出部により算出された平均電力量が所定の閾値以下になった場合は、整流回路と初期充電部との間の電流経路を閉路することで、整流回路からの直流電流が平滑コンデンサに流入するようにしてもよい。

30

【0021】

またあるいは、開閉部は、初期充電部とインバータ部との間の電流経路上に設けられ、初期充電期間中、電力算出部により算出された平均電力量が負荷耐量に達した場合は、初期充電部とインバータ部との間の電流経路を開放することで、整流回路からの直流電流が平滑コンデンサに流入することを遮断し、前記の遮断後、電力算出部により算出された平均電力量が所定の閾値以下になった場合は、初期充電部とインバータ部との間の電流経路を閉路することで、整流回路からの直流電流が平滑コンデンサに流入するようにしてもよい。

40

【0022】

ここで、開閉部は、電流経路を閉路もしくは開放するものとして、電磁接触器、リレー、もしくは半導体スイッチング素子のいずれかを有するようにしてもよい。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、DCリンクに設けられた平滑コンデンサの初期充電に用いられる初期充電部を確実に保護することができる、小型で低コストのモータ駆動装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

50

【図 1】本発明の第 1 の実施例によるモータ駆動装置の原理ブロック図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施例によるモータ駆動装置における開閉部の動作の一例を説明する図であって、(A) はスイッチのオンオフ状態を示し、(B) は電力算出部により算出される平均電力量を示し、(C) は直流電圧検出部により検出される DC リンクの直流電圧値を示す。

【図 3】本発明の第 1 の実施例における直流電圧検出部の一例を示す図である。

【図 4】本発明の第 2 の実施例によるモータ駆動装置の原理ブロック図である。

【図 5】本発明の第 3 の実施例によるモータ駆動装置の原理ブロック図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施例によるモータ駆動装置の変形例(その 1)の原理ブロック図である。

10

【図 7】本発明の第 1 の実施例によるモータ駆動装置の変形例(その 2)の原理ブロック図である。

【図 8】一般的なモータ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】

【0025】

図 1 は、本発明の第 1 の実施例によるモータ駆動装置の構成を示す図である。モータ駆動装置 1 の商用三相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交流のモータ 2 が接続される。ここでは 3 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、1 個でも複数個でもよい。また、以下で説明する実施例では、モータ駆動装置 1 に接続される交流電源 3 および交流モータ 2 をともに三相としたが、相数は本発明を特に限定するものではなく、例えば単相であってもよい。また、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ってもよい。

20

【0026】

図 1 に示すように、本発明の第 1 の実施例によるモータ駆動装置 1 は、整流回路 1 1 と、平滑コンデンサ 2 1 を有するインバータ部 1 2 と、スイッチ 2 2 と充電抵抗 2 3 とを有する初期充電部 1 3 と、記憶部 1 4 と、電力算出部 1 5 と、開閉部 1 6 と、直流電圧検出部 1 7 とを備える。

【0027】

30

整流回路 1 1 は、交流電源 3 側から供給された交流電流を整流し、直流側である DC リンクに直流電流を出力する。本発明では、用いられる整流回路 1 1 の実施形態は特に限定されず、例えばダイオード整流回路、あるいは内部に半導体スイッチング素子を備える PWM 制御方式の整流回路などがある。整流回路 1 1 が PWM 制御方式の整流回路である場合は、半導体スイッチング素子およびこれに逆並列に接続されたダイオードのブリッジ回路からなる。この場合、半導体スイッチング素子の例としては、IGBT、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、半導体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、その他の半導体スイッチング素子であってもよい。

【0028】

40

インバータ部 1 2 は、整流回路 1 1 からの直流電流を変換してモータ駆動のための交流電流を出力する。インバータ部 1 2 は、例えば PWM 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に接続されたダイオードのブリッジ回路からなる。スイッチング素子の例としては、IGBT、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、半導体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、その他の半導体スイッチング素子であってもよい。インバータ部 1 2 は、DC リンク側から供給される直流電力を、上位制御装置(図示せず)から受信したモータ駆動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

50

流電力に基づいて動作することになる。また、モータ2の減速時には回生電力が発生するが、上位制御装置から受信したモータ駆動指令に基づき、モータ2で発生した交流の回生電力を直流電力へ変換してDCリンクへ戻す。インバータ部12は、整流回路11が接続されるDCリンク側に、平滑コンデンサ21を有する。

【0029】

初期充電部13は、整流回路11の直流出力側とインバータ部12の直流入力側を接続するDCリンクに設けられ、スイッチ22とこのスイッチ22に並列接続された充電抵抗23とを有する。モータ駆動開始前の初期充電期間中、初期充電部13は、スイッチ22が開放されることで充電抵抗23を介して流れる整流回路11からの直流電流により、平滑コンデンサ21が所定の電圧になるまで初期充電する。より具体的にいえば、スイッチ22は、モータ駆動装置1が起動した後の平滑コンデンサ21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。スイッチ22の例としては、例えばサイリスタがある。より具体的にいえば、モータ駆動装置1が起動してからモータ2の駆動を開始する前までの初期充電期間中は、スイッチ22を開放（オフ）することで、整流回路11から出力された直流電流が充電抵抗23を通じて平滑コンデンサ21に流れ込み、平滑コンデンサ21が充電される。そして、平滑コンデンサ21が所定の電圧まで充電されると、スイッチ22を閉路（オン）して充電抵抗23の両端を短絡し、初期充電動作を完了する。その後、インバータ部12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。

10

20

【0030】

記憶部14は、充電抵抗23を溶断させる熱量（電力量）として予め規定された負荷耐量を記憶する。負荷耐量は、充電抵抗23が溶断に耐え得る熱量（電力量）として定義されるものであり、充電抵抗23に電流が流れることにより発生する熱量が負荷耐量を超えると、充電抵抗23は溶断する。また、記憶部14は、充電抵抗23の抵抗値を記憶する。

【0031】

電力算出部15は、整流回路11からの直流電流が流れることにより充電抵抗23で発生するある時間区間における平均電力量を算出する。平均電力量は例えば単純移動平均（Simple Moving Average：SMA）により算出される。電力算出部15による平均電力量の算出処理の具体例については後述する。

30

【0032】

開閉部16は、初期充電期間中、電力算出部15により算出された平均電力量が記憶部14に記憶された負荷耐量に達した場合は、整流回路11からの直流電流が平滑コンデンサ21に流入することを遮断し、この遮断後、電力算出部15により算出された平均電力量が所定の閾値以下になった場合は整流回路11からの直流電流が平滑コンデンサ21に流入するようにする。本発明の第1の実施例では、開閉部16は、図1に示すように、整流回路11の交流電源3側の入力端に設けられ、例えば三相の電流経路のうちの二相分を遮断するようにスイッチが構成される。

【0033】

電力算出部15により算出された平均電力量が記憶部14に記憶された負荷耐量に達したか否かおよび所定の閾値以下になったか否かの判別は、開閉部16内のスイッチ制御部24によって行われる。スイッチ制御部24は、判別の結果に応じて、電流経路を閉路もしくは開放する。開閉部16は、電流経路を閉路もしくは開放するものとして、電磁接触器、リレー、もしくは半導体スイッチング素子のいずれかを有する。

40

【0034】

初期充電期間中、開閉部16は、電力算出部15により算出された平均電力量が記憶部14に記憶された負荷耐量に達した場合は、交流電源3と整流回路11との間の電流経路を開放して交流電源3側から整流回路11へ供給される交流電流を遮断する。これにより、整流回路11には交流電流が流れ込まず、整流動作が行われなくなるので、結果として

50

、整流回路 11 から直流電流が平滑コンデンサ 21 に流入することはなくなる。また、この遮断後、電力算出部 15 により算出された平均電力量が所定の閾値以下になった場合は、開閉部 16 は、交流電源 3 と整流回路 11 との間の電流経路を閉路して交流電源 3 側から交流電流が整流回路 11 へ供給されるようにする。これにより、整流回路 11 の整流動作により直流電流が出力され、整流回路 11 から直流電流が平滑コンデンサ 21 に流入し、平滑コンデンサ 21 は充電されることになる。

【0035】

図 2 は、本発明の第 1 の実施例によるモータ駆動装置における開閉部の動作の一例を説明する図であって、(A) はスイッチのオンオフ状態を示し、(B) は電力算出部により算出される平均電力量を示し、(C) は直流電圧検出部により検出される DC リンクの直流電圧値を示す。例えば図 2 (A) に示すように時刻 0 (ゼロ) の初期充電開始時点は開閉部 16 のスイッチはオンされて交流電源 3 と整流回路 11 との間の電流経路は閉路されており、整流回路 11 の整流動作により直流電流が出力され、整流回路 11 から直流電流が平滑コンデンサ 21 に流入して平滑コンデンサ 21 が充電される。この結果、DC リンクの直流電圧値は上昇する。時刻 t_1 で電力算出部 15 により算出された平均電力量が記憶部 14 に記憶された負荷耐量を超えると、スイッチ制御部 24 の制御により開閉部 16 のスイッチはオフされて交流電源 3 と整流回路 11 との間の電流経路を開放される。この結果、整流回路 11 には交流電流が流れ込まなくなり、したがって整流動作が行われなくなるので、充電抵抗 23 には直流電流は流れない。遮断後、時刻 t_2 で電力算出部 15 により算出された平均電力量が所定の閾値を下回ると、スイッチ制御部 24 の制御により開閉部 16 のスイッチはオンされて交流電源 3 と整流回路 11 との間の電流経路が閉路される。この結果、整流回路 11 には交流電流が流れ込み、整流回路 11 の整流動作により直流電流が出力され、整流回路 11 から直流電流が平滑コンデンサ 21 に流入して平滑コンデンサ 21 が充電される。

【0036】

なお、本発明の第 1 の実施例では、開閉部 16 を整流回路 11 の交流電源 3 側の入力端に設けたが、この変形例として、開閉部 16 を、整流回路 11 と初期充電部 13 との間の電流経路上に設けてもよく、あるいは、初期充電部 13 とインバータ部 12 との間の電流経路上に設けてもよい。これらについては後述する。

【0037】

直流電圧検出部 17 は、DC リンクの直流電圧値 (すなわち平滑コンデンサ 21 の両端に印加される電圧の値) を検出する。図 3 は、本発明の第 1 の実施例における直流電圧検出部の一例を示す図である。直流電圧検出部として、例えば絶縁アンプ 17-1 を用いる。すなわち、DC リンクの電圧を抵抗で分圧し、絶縁アンプ 17-1 に分圧した電圧を入力する。そして、絶縁アンプ 17-1 の出力信号から DC リンクの直流電圧値を検出する。

【0038】

ここで、本発明の第 1 の実施例における電力算出部 15 による平均電力量の算出処理について説明する。本発明の第 1 の実施例では、直流電圧検出部 17 によって検出された直流電圧値と記憶部 14 に記憶された充電抵抗 23 の抵抗値とに基づいて、充電抵抗 23 で発生するある時間区間における平均電力量を算出する。

【0039】

平滑コンデンサ 21 の静電容量を C 、平滑コンデンサ 21 に蓄積された電荷量を Q 、時刻 t において直流電圧検出部 17 によって検出された直流電圧値を $V_{dc}(t)$ 、時刻 t において平滑コンデンサ 21 に流れる電流 $i(t)$ としたとき、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの時間区間を微小時間に平滑コンデンサ 21 に流れる電流 $i(t)$ は式 1 で表される。

【0040】

10

20

30

40

【数 1】

$$i(t) = \frac{dQ}{dt} \\ = C \frac{V_{dc}(t_2) - V_{dc}(t_1)}{t_2 - t_1} \quad \dots (1)$$

10

【0041】

平滑コンデンサ 21 と充電抵抗 23 とは直列接続されているので、充電抵抗 23 に流れる電流は、式 1 で表される平滑コンデンサ 21 に流れる電流 $i(t)$ に等しい。よって、時刻 T_1 から時刻 T_2 までの時間区間において、充電抵抗 23 で発生する平均電力量 P は式 2 で表される。

【0042】

【数 2】

$$P = R \frac{\int_{T_1}^{T_2} i(t)^2 dt}{T_2 - T_1} \quad \dots (2)$$

20

【0043】

電力算出部 15 は、直流電圧検出部 17 によって検出された直流電圧値 V_{dc} と充電抵抗 23 の抵抗値 R とに基づいて、充電抵抗 23 で発生する平均電力量 P を式 2 を用いて算出する。

【0044】

続いて、本発明の第 2 の実施例について説明する。本発明の第 2 の実施例では、充電抵抗で発生する平均電力量を、直流電流検出部によって検出された DC リンクの直流電流値と充電抵抗の抵抗値とに基づいて算出する。

30

【0045】

図 4 は、本発明の第 2 の実施例によるモータ駆動装置の構成を示す図である。本発明の第 2 の実施例では、モータ駆動装置 1 は、DC リンクの直流電流値を検出する直流電流検出部 18 をさらに備える。電力算出部 15 は、直流電流検出部 18 によって検出された直流電流値と記憶部 14 に記憶された充電抵抗 23 の抵抗値とに基づいて、充電抵抗 23 で発生するある時間区間における平均電力量を算出する。

【0046】

時刻 t において直流電流検出部 18 によって検出された直流電流値を $i(t)$ 、記憶部 14 に記憶された充電抵抗 23 の抵抗値を R としたとき、時刻 T_1 から時刻 T_2 までの時間区間において、充電抵抗 23 で発生する平均電力量 P は式 3 で表される。

40

【0047】

【数 3】

$$P = R \frac{\int_{T_1}^{T_2} i(t)^2 dt}{T_2 - T_1} \quad \dots (3)$$

【0048】

10

電力算出部 15 は、直流電流検出部 18 によって検出された直流電圧値 I と充電抵抗 23 の抵抗値 R とに基づいて、充電抵抗 23 で発生する平均電力量 P を式 3 に従って算出する。

【0049】

直流電流検出部 18 を、例えばホール素子で構成してもよい。ホール素子によれば、設置した箇所の直流電流を検出することができる。またあるいは、直流電流検出部 18 を、充電抵抗 23 の両端の直流電圧値を直流電圧検出部（図示せず）にて検出し、検出された直流電圧値を記憶された充電抵抗 23 の抵抗値で除算することにより直流電流値を算出するものとして構成してもよい。なお、本発明の第 2 の実施例において、上述した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路構成要素についての詳細な説明は省略する。

20

【0050】

続いて、本発明の第 3 の実施例について説明する。本発明の第 3 の実施例では、充電抵抗で発生するある時間区間における平均電力量を、整流回路の交流電源側の交流電圧値と充電抵抗の抵抗値と平滑コンデンサの静電容量とに基づいて算出する。

【0051】

図 5 は、本発明の第 3 の実施例によるモータ駆動装置の構成を示す図である。本発明の第 3 の実施例では、モータ駆動装置 1 は、整流回路 11 の交流電源 3 側の交流電圧値を検出する交流電圧検出部 19 をさらに備える。電力算出部 15 は、交流電圧検出部 19 によって検出された交流電圧値と記憶部 14 に記憶された充電抵抗 23 の抵抗値と平滑コンデンサ 21 の静電容量とに基づいて、充電抵抗 23 で発生する平均電力量を算出する。

30

【0052】

時刻 t において交流電圧検出部 19 によって検出された交流電圧値（線間電圧）を $v(t)$ 、線間電圧実効値を V 、記憶部 14 に記憶された充電抵抗 23 の抵抗値を R 、平滑コンデンサ 21 の静電容量を C としたとき、時刻 t において充電抵抗 23 に印加される電圧 $v(t)$ は式 4 で表される。

【0053】

【数 4】

40

$$v(t) = \sqrt{2}V \exp\left(-\frac{t}{CR}\right) \quad \dots (4)$$

【0054】

よって、時刻 t において充電抵抗 23 で発生する平均電力量 P は式 5 で表される。

【0055】

【数 5】

$$P = \frac{\int_{T_1}^{T_2} \left\{ \sqrt{2}V \exp\left(-\frac{t}{CR}\right) \right\}^2 dt}{R(T_2 - T_1)} \quad \dots (5)$$

10

【0056】

電力算出部 15 は、交流電圧検出部 19 によって検出された交流電圧値 v と充電抵抗 23 の抵抗値 R と平滑コンデンサ 21 の静電容量 C とに基づいて、充電抵抗 23 で発生する平均電力量 P を式 5 に従って算出する。なお、本発明の第 3 の実施例において、上述した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路構成要素についての詳細な説明は省略する。

【0057】

上述した第 1 ~ 第 3 の実施例では、開閉部 16 を、図 1、図 4 および図 5 に示すように整流回路 11 の交流電源 3 側の入力端に設けたが、この変形例として、開閉部 16 を、整流回路 11 と初期充電部 13 との間の電流経路上に設けてもよく、あるいは、初期充電部 13 とインバータ部 12 との間の電流経路上に設けてもよい。これについて、第 1 の実施例を例にとり説明する。

20

【0058】

図 6 は、本発明の第 1 の実施例によるモータ駆動装置の変形例（その 1）の原理ブロック図である。図 6 に示すように開閉部 16 を整流回路 11 と初期充電部 13 との間の電流経路上に設ける場合は、開閉部 16 は、初期充電期間中、電力算出部 15 により算出された平均電力量が負荷耐量に達した場合は、整流回路 11 と初期充電部 13 との間の電流経路を開放することで、整流回路 11 からの直流電流が平滑コンデンサ 21 に流入することを遮断する。この遮断後、電力算出部 15 により算出された平均電力量が所定の閾値以下になった場合は、開閉部 16 は、整流回路 11 と初期充電部 13 との間の電流経路を閉路することで、整流回路 11 からの直流電流が平滑コンデンサ 21 に流入するようにする。

30

【0059】

図 7 は、本発明の第 1 の実施例によるモータ駆動装置の変形例（その 2）の原理ブロック図である。図 7 に示すように開閉部 16 を初期充電部 13 とインバータ部 12 との間の電流経路上に設ける場合は、開閉部 16 は、初期充電期間中、電力算出部 15 により算出された平均電力量が負荷耐量に達した場合は、初期充電部 13 とインバータ部 12 との間の電流経路を開放することで、整流回路 11 からの直流電流が平滑コンデンサ 21 に流入することを遮断する。この遮断後、電力算出部 15 により算出された平均電力量が所定の閾値以下になった場合は、開閉部 16 は、初期充電部 13 とインバータ部 12 との間の電流経路を閉路することで、整流回路 11 からの直流電流が平滑コンデンサ 21 に流入するようにする。

40

【0060】

なお、開閉部 16 の設置場所に関する変形例として、第 1 の実施例を例にとり図 6 および図 7 を参照して説明したが、第 2 および第 3 の実施例も同様に適用可能である。

【符号の説明】

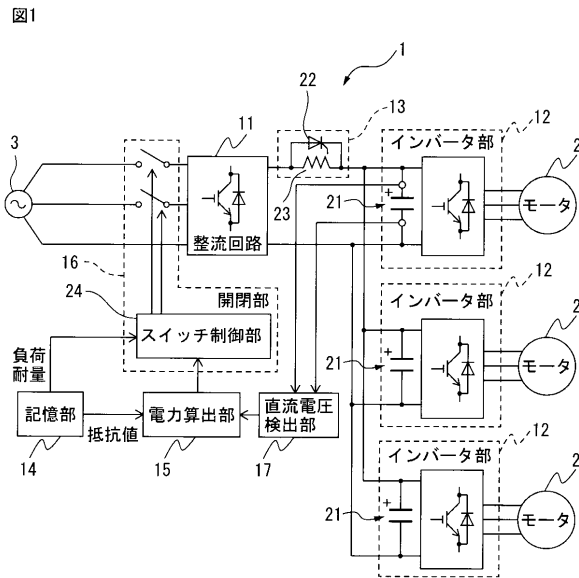
【0061】

- 1 モータ駆動装置
- 2 モータ
- 3 交流電源
- 11 整流回路

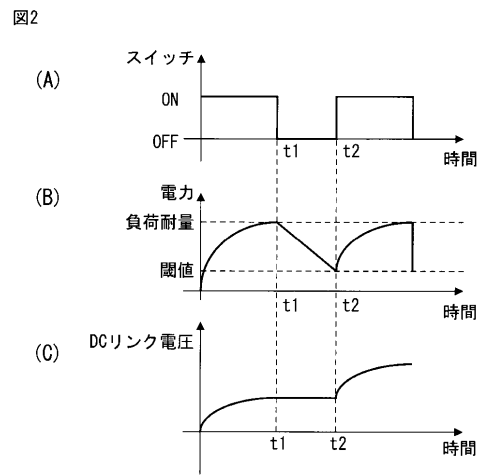
50

- 1 2 インバータ部
- 1 3 初期充電部
- 1 4 記憶部
- 1 5 電力算出部
- 1 6 開閉部
- 1 7 直流電圧検出部
- 1 7 - 1 絶縁アンプ
- 1 8 直流電流検出部
- 1 9 交流電圧検出部
- 2 1 平滑コンデンサ
- 2 2 スイッチ
- 2 3 充電抵抗
- 2 4 スイッチ制御部

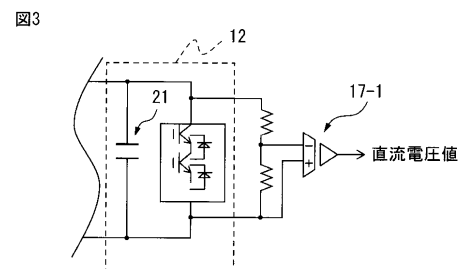
【 図 1 】



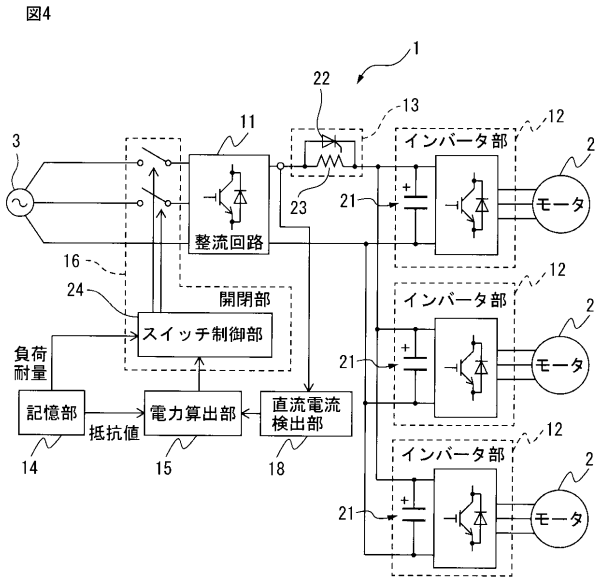
【 図 2 】



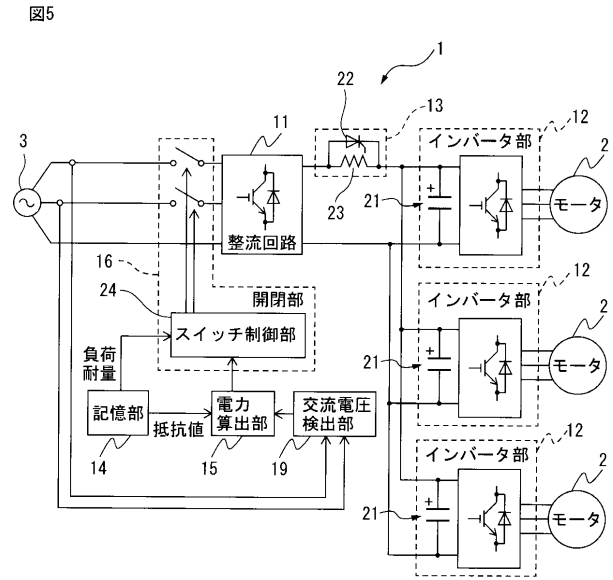
【 図 3 】



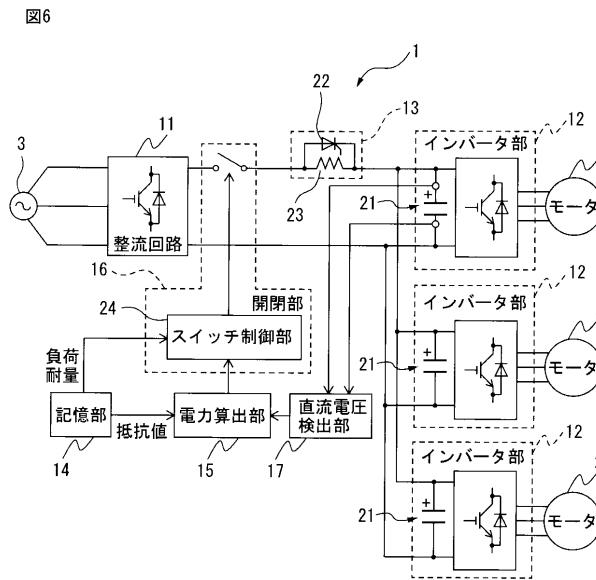
【 図 4 】



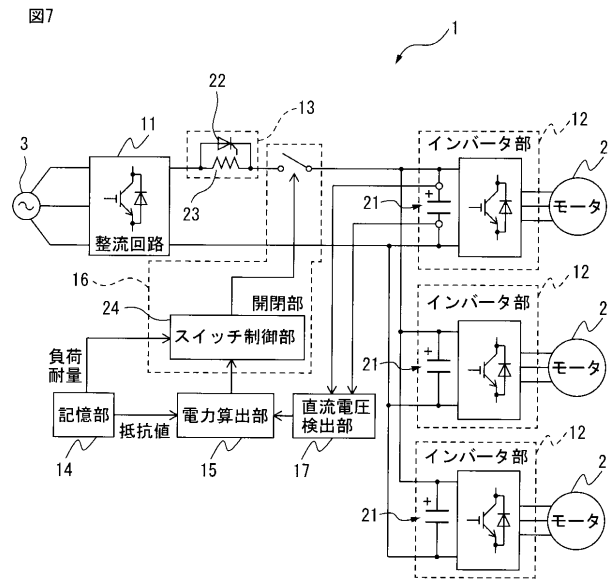
【 図 5 】



【 図 6 】

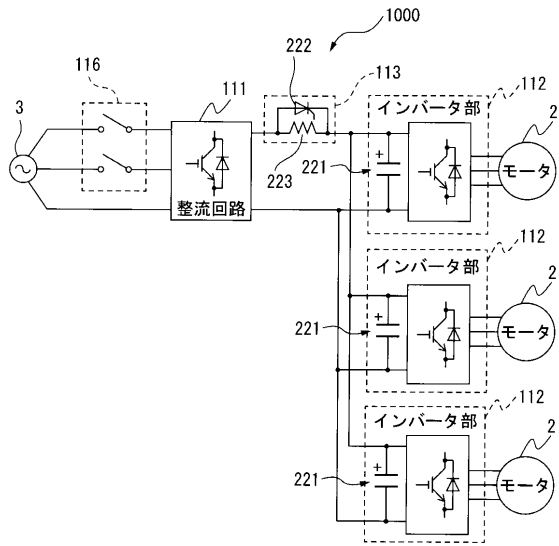


【 図 7 】



【 図 8 】

図8



フロントページの続き

(72)発明者 松本 康之

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

(72)発明者 熊本 裕樹

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

Fターム(参考) 5H006 BB05 CA01 CC08 DA02 DB01 DC02 DC05 FA03