

(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2010-74981

(P2010-74981A)

(43) 公開日 平成22年4月2日 (2010. 4. 2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02P 21/00 (2006.01)	H02P 5/408 A	5H505
H02P 27/04 (2006.01)	H02P 5/41 302B	
H02P 27/06 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2008-241011 (P2008-241011)
(22) 出願日 平成20年9月19日 (2008. 9. 19)

(71) 出願人 591083244
富士電機システムズ株式会社
東京都品川区大崎一丁目11番2号
(71) 出願人 000195959
西芝電機株式会社
兵庫県姫路市網干区浜田1000番地
(74) 代理人 100075166
弁理士 山口 巖
(74) 代理人 100085833
弁理士 松崎 清
(72) 発明者 林 寛明
東京都品川区大崎一丁目11番2号 富士
電機システムズ株式会社内

最終頁に続く

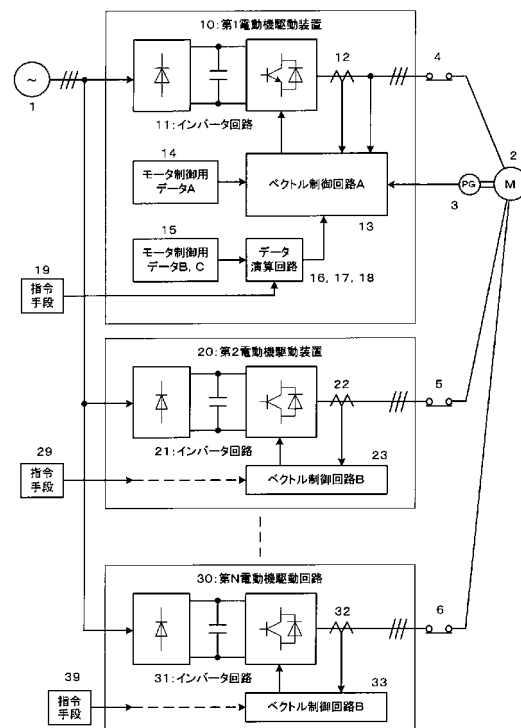
(54) 【発明の名称】 電動機駆動装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 1台の多巻線電動機をベクトル制御により可変速駆動する電動機駆動装置を提供する。

【解決手段】 一次巻線が複数本の素線を同一経路に巻回して形成される多巻線電動機2の第1電動機駆動装置10、第2電動機駆動装置20・・・第N電動機駆動装置30、指令手段19、29、39などからなり、この第1電動機駆動装置10はインバータ回路11と、電流検出器12と、ベクトル制御回路A13と、このベクトル制御に必要な制御データを格納するモータ制御用データA14、モータ制御用データB、C15と、その格納値から多巻線電動機2の動作状態に対応した値を導出するデータ演算回路16とから構成し、減機運転するときには、このときの多巻線電動機2の稼働巻線数のみを指令手段19から設定するだけで、この減機運転でのベクトル制御に必要な制御用データとしての多巻線電動機2の電動機定数などを、ベクトル制御回路A15内で速やかに設定し直す。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一次巻線が複数本の素線を同一経路に巻回して形成される多巻線電動機の各巻線毎に備えられ、該多巻線電動機をベクトル制御により可変速駆動するそれぞれの電動機駆動装置において、

前記電動機駆動装置では、前記ベクトル制御を行うための制御用データとしての前記多巻線電動機の最大巻線数および該最大巻線数での電動機定数を予め設定し、

前記電動機駆動装置の内の少なくとも 1 台を稼働させて前記多巻線電動機を減機運転する際には、指令手段を介した外部からの前記多巻線電動機を稼働させる巻線数により、このときのベクトル制御に必要な制御用データを演算するデータ演算回路を備えたことを特徴とする電動機駆動装置。

10

【請求項 2】

一次巻線が複数本の素線を同一経路に巻回して形成される多巻線電動機の各巻線毎に備えられ、該多巻線電動機をベクトル制御により可変速駆動するそれぞれの電動機駆動装置において、

前記電動機駆動装置では、前記ベクトル制御を行うための制御用データとしての前記多巻線電動機の最大巻線数および該最大巻線数での電動機定数を予め設定し、

前記電動機駆動装置の内の少なくとも 1 台を稼働させて前記多巻線電動機を減機運転する際には、指令手段を介した外部から論理信号により、前記多巻線電動機を稼働させる巻線数でのベクトル制御に必要な制御用データを演算するデータ演算回路を備えたことを特徴とする電動機駆動装置。

20

【請求項 3】

一次巻線が複数本の素線を同一経路に巻回して形成される多巻線電動機の巻線 k (k は 2 以上の整数) 本に対して $k : 1$ の割合で備えられ、該多巻線電動機をベクトル制御により可変速駆動するそれぞれの電動機駆動装置において、

前記電動機駆動装置では、前記ベクトル制御を行うための制御用データとしての前記多巻線電動機の最大巻線数および該最大巻線数での電動機定数を予め設定し、

前記電動機駆動装置の内の少なくとも 1 台を稼働させて前記多巻線電動機を減機運転する際には、指令手段を介した外部からの前記多巻線電動機を稼働させる巻線数および並列させる巻線数とにより、このときのベクトル制御に必要な制御用データを演算するデータ演算回路を備えたことを特徴とする電動機駆動装置。

30

【請求項 4】

一次巻線が複数本の素線を同一経路に巻回して形成される多巻線電動機の巻線 k (k は 2 以上の整数) 本に対して $k : 1$ の割合で備えられ、該多巻線電動機をベクトル制御により可変速駆動するそれぞれの電動機駆動装置において、

前記電動機駆動装置では、前記ベクトル制御を行うための制御用データとしての前記多巻線電動機の最大巻線数および該最大巻線数での電動機定数を予め設定し、

前記電動機駆動装置の内の少なくとも 1 台を稼働させて前記多巻線電動機を減機運転する際には、指令手段を介した外部から論理信号により、前記多巻線電動機を稼働させる巻線数および並列させる巻線数でのベクトル制御に必要な制御用データを演算するデータ演算回路を備えたことを特徴とする電動機駆動装置。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、一次巻線が複数本の素線を同一経路に巻回して形成される多巻線電動機をベクトル制御により可変速駆動する電動機駆動装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

複数台の電動機駆動装置により 1 台の多巻線電動機を可変速制御する代表的な適用例として船舶用電気推進装置があり、この適用例では、例えば複数台の電動機駆動装置の内の

50

1台が故障したときには、故障した電動機駆動装置を解列した減機運転の状態で前記多巻線電動機の回転動作を継続させることが行われている。また、前記多巻線電動機が定格出力を必要としないときにも、全体の運転効率の改善を計るために、複数台の電動機駆動装置の内から解列する台数を設定し、残りの電動機駆動装置による減機運転の状態で前記多巻線電動機の回転動作をさせることが行われている。この場合には、解列した電動機駆動装置を他の電動機の可変速駆動に用いることも行われている。

【0003】

このような適用例に供用される電動機駆動装置および多巻線電動機に対しては、下記特許文献1および2に開示されたものなどが知られている。

【特許文献1】特開平11-252986号公報

10

【特許文献2】特開2008-109769号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

1台の多巻線電動機をベクトル制御により可変速駆動する複数台の電動機駆動装置それぞれにおいては、このベクトル制御の制御用データとしての該多巻線電動機の電動機定数や稼働巻線数などを、その都度、前記電動機駆動装置に標準的に付属するパラメータ設定器からマニュアルで設定するのが一般的である。

【0005】

しかしながら、例えば前記複数台の電動機駆動装置の内の1台が故障したときには、一旦、該複数台の電動機駆動装置および多巻線電動機の動作を停止させ、故障した電動機駆動装置を解列し、残りの電動機駆動装置による減機運転の状態で、速やかに前記多巻線電動機の回転動作を回復させる必要がある。

20

【0006】

この減機運転の状態でベクトル制御に必要な制御用データとしての該多巻線電動機の電動機定数や稼働巻線数などを、減機運転する前に、再度、前記パラメータ設定器からマニュアルで設定するには、その時間のロスなどが問題であった。

【0007】

この発明の目的は上記問題点を解消し、1台の多巻線電動機をベクトル制御により可変速駆動するのに好適な電動機駆動装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、この第1の発明では、一次巻線が複数本の素線を同一経路に巻回して形成される多巻線電動機の各巻線毎に備えられ、該多巻線電動機をベクトル制御により可変速駆動するそれぞれの電動機駆動装置において、前記電動機駆動装置では、前記ベクトル制御を行うための制御用データとしての前記多巻線電動機の最大巻線数および該最大巻線数での電動機定数を予め設定し、前記電動機駆動装置の内の少なくとも1台を稼働させて前記多巻線電動機を減機運転する際には、指令手段を介した外部からの前記多巻線電動機を稼働させる巻線数により、このときのベクトル制御に必要な制御用データを演算するデータ演算回路を備えたことを特徴とする。

40

【0009】

第2の発明では、一次巻線が複数本の素線を同一経路に巻回して形成される多巻線電動機の各巻線毎に備えられ、該多巻線電動機をベクトル制御により可変速駆動するそれぞれの電動機駆動装置において、前記電動機駆動装置では、前記ベクトル制御を行うための制御用データとしての前記多巻線電動機の最大巻線数および該最大巻線数での電動機定数を予め設定し、前記電動機駆動装置の内の少なくとも1台を稼働させて前記多巻線電動機を減機運転する際には、指令手段を介した外部から論理信号により、前記多巻線電動機を稼働させる巻線数でのベクトル制御に必要な制御用データを演算するデータ演算回路を備えたことを特徴とする。

【0010】

50

第3の発明では、一次巻線が複数本の素線を同一経路に巻回して形成される多巻線電動機の巻線 k (k は 2 以上の整数) 本に対して $k : 1$ の割合で備えられ、該多巻線電動機をベクトル制御により可変速駆動するそれぞれの電動機駆動装置において、前記電動機駆動装置では、前記ベクトル制御を行うための制御用データとしての前記多巻線電動機の最大巻線数および該最大巻線数での電動機定数を予め設定し、前記電動機駆動装置の内の少なくとも 1 台を稼働させて前記多巻線電動機を減機運転する際には、指令手段を介した外部からの前記多巻線電動機を稼働させる巻線数および並列させる巻線数とにより、このときのベクトル制御に必要な制御用データを演算するデータ演算回路を備えたことを特徴とする。

【0011】

10

第4の発明では、一次巻線が複数本の素線を同一経路に巻回して形成される多巻線電動機の巻線 k (k は 2 以上の整数) 本に対して $k : 1$ の割合で備えられ、該多巻線電動機をベクトル制御により可変速駆動するそれぞれの電動機駆動装置において、前記電動機駆動装置では、前記ベクトル制御を行うための制御用データとしての前記多巻線電動機の最大巻線数および該最大巻線数での電動機定数を予め設定し、前記電動機駆動装置の内の少なくとも 1 台を稼働させて前記多巻線電動機を減機運転する際には、指令手段を介した外部から論理信号により、前記多巻線電動機を稼働させる巻線数および並列させる巻線数でのベクトル制御に必要な制御用データを演算するデータ演算回路を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

20

【0012】

この発明によれば、複数台の電動機駆動装置の内の少なくとも 1 台を稼働させて多巻線電動機を減機運転する際にも、このときの該電動機のベクトル制御に必要な制御用データを、容易且つ速やかに導出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

図 1 は、この発明の第 1 の実施の形態を示す電動機駆動装置の回路構成図である。

【0014】

この図において、1 は商用電源、自家発電設備などの交流電源、2 は一次巻線が複数本の素線を同一経路に巻回して形成される多巻線電動機、3 は多巻線電動機 2 の出力軸に連結されて該多巻線電動機の回転速度の検出値を導出するパルスゼネレータ、4・・6 は第 1 電動機駆動装置 10、第 2 電動機駆動装置 20・・第 N 電動機駆動装置 30 それぞれと多巻線電動機 2 との間を必要に応じて遮断するスイッチ、19、29・・39 はこれらの電動機駆動装置に標準的に付属するパラメータ設定器あるいは接点回路などからなる指令手段である。

30

【0015】

図 1 に示した第 1 電動機駆動装置 10 は、第 2 電動機駆動装置 20・・第 N 電動機駆動装置 30 をスレーブとするマスタの制御を行い、図示の如く、順変換器、平滑コンデンサ、逆変換器からなるインバータ回路 11 と、前記逆変換器が出力する電流を検出する電流検出器 12 と、多巻線電動機 2 を所望の状態にベクトル制御するベクトル制御回路 A13 と、このベクトル制御に必要な制御データを格納するモータ制御用データ A14 およびモータ制御用データ B、C15 と、モータ制御用データ B、C15 の格納値から多巻線電動機 2 の動作状態に対応した制御データ値を導出するデータ演算回路 16、17、18 の何れかとから構成されている。

40

【0016】

また、図 1 に示した第 2 電動機駆動装置 20・・第 N 電動機駆動装置 30 それぞれは同一の回路構成であり、例えば、第 2 電動機駆動装置 20 は後述のインバータ回路 21 と、電流検出器 22 と、第 1 電動機駆動装置 10 に対するスレーブ動作のための多巻線電動機 2 のベクトル制御を行うベクトル制御回路 B23 と、図示を省略しているが上述のモータ制御用データ A14、モータ制御用データ B、C15、データ演算回路 16、17、18

50

の何れかと同一構成のものから構成されている。したがって、第 2 電動機駆動装置 2 0 ないし第 N 電動機駆動装置 3 0 は、第 1 電動機駆動装置 1 0 とほぼ同一の構成を有する。

【 0 0 1 7 】

図 2 は、一次巻線が複数本の素線を同一経路に巻回して形成される多巻線電動機 2 の等価回路図を示し、この多巻線電動機 2 は特許文献 2 に開示されている構成のものであり、その特長は多重数分のコイルを製作することなく、運転する電動機駆動装置の台数の制限を受けず、電動機駆動装置の減機運転が可能な多巻線電動機である。

【 0 0 1 8 】

図 3 は、図 1 に示したベクトル制御回路 A 1 3 の詳細回路構成図である。

【 0 0 1 9 】

図 3 において、速度指令演算器 7 1 は、予め定めた加減速勾配により変化し、最終的には入力される速度設定器 1 3 a の設定値に一致する速度指令値 ω_r^* を出力する。また、速度調節器 7 2 は、前記速度指令値 ω_r^* とパルスゼネレータ 3 からの多巻線電動機 2 の速度検出値 ω_r との偏差を零にする調節演算を行い、この演算結果を多巻線電動機 2 のトルク指令値 τ^* として出力している。

【 0 0 2 0 】

磁束指令演算回路 7 3 は、前記速度検出値 ω_r に対応しつつ、多巻線電動機 2 の二次磁束指令値 ϕ_2^* を演算するものであり、該電動機の定格回転速度までは、一定値の二次磁束指令値 ϕ_2^* を出力し、また、定格回転速度以上では、この回転速度に反比例して低下させる二次磁束指令値 ϕ_2^* の演算を行っている。この磁束指令演算回路 7 3 が出力する二次磁束指令値 ϕ_2^* は、除算演算器 7 4 , 励磁電流演算器 7 5 などの後段に伝達される。

【 0 0 2 1 】

上述のトルク指令値 τ^* および二次磁束指令値 ϕ_2^* から、下記数 1 , 2 式に従って、多巻線電動機 2 の一次電流の該電動機の二次磁束に平行な電流指令値 i_M^* (以下、M 軸電流指令値 i_M^* とも称する) と、該二次磁束に直交する電流指令値 i_T^* (以下、T 軸電流指令値 i_T^* とも称する) とを導出している。

[数 1]

$$i_M^* = (1 / L_m) \times \phi_2^*$$

ここで、 L_m は多巻線電動機 2 の励磁インダクタンスである。

[数 2]

$$i_T^* = \tau^* / \phi_2^*$$

すなわち、励磁電流演算回路 7 5 では上記数 1 式の演算を行い、除算演算器 7 4 では上記数 2 式の演算を行っている。

【 0 0 2 2 】

3 相 / 2 相変換器 8 4 は、電流検出器 1 2 で検出された多巻線電動機 2 の一次電流検出値としての i_u , i_w を、後述の角度値 θ^* に基づく周知の座標変換を行い、多巻線電動機 2 の一次電流の該電動機の二次磁束に平行な電流検出値 i_M (以下、M 軸電流検出値 i_M とも称する) と該二次磁束に直交する電流検出値 i_T (以下、T 軸電流検出値 i_T とも称する) とを導出している。

【 0 0 2 3 】

また T 軸電流調節器 7 7 は、前記 T 軸電流指令値 i_T^* と T 軸電流検出値 i_T との偏差を零にする調節演算を行い、この演算結果を多巻線電動機 2 の T 軸電圧指令値 v_T^* として出力している。同様に、M 軸電流調節器 7 8 は後述の M 軸電流指令値 i_M^* と前記 M 軸電流検出値 i_M との偏差を零にする調節演算を行い、この演算結果を多巻線電動機 2 の M 軸電圧指令値 v_M^* として出力している。

【 0 0 2 4 】

2 相 / 3 相変換器 7 9 は、前記 T 軸電圧指令値 v_T^* と M 軸電圧指令値 v_M^* とを、前記角度値 θ_2 に基づく周知の座標変換を行い、三相電圧指令値 V_u^* , V_v^* , V_w^* を導出している。

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

50

これらの三相電圧指令値 V_u^* , V_v^* , V_w^* が入力されるインバータ回路 11 では、前記それぞれの電圧指令値に対応する振幅および周波数の三相交流電圧に変換して多巻線電動機 2 に供給している。

【0026】

すべり周波数演算器 80 は、多巻線電動機 2 の二次抵抗値 R_2 と、入力される前記 T 軸電流指令値 i_T^* , 二次磁束指令値 ϕ_2^* とから周知の演算式を用いて多巻線電動機 2 のすべり周波数 ω_{sl} を求めている。また、このすべり周波数 ω_{sl} と、多巻線電動機 2 の速度検出値 ω_r とを加算演算器 81 で加算することで得られる多巻線電動機 2 の一次周波数 ω_1 に対して、軸ずれ補償器 87 から得られた周波数補正值 $\Delta\omega$ を加算演算器 82 で加算した一次周波数指令値 ω_1^* に積分器 83 を介することにより、多巻線電動機 2 の U 相巻線と二次磁束とのなす角度値 θ^* が導出される。

10

【0027】

3 相 / 2 相変換器 85 は、多巻線電動機 2 の一次電圧 v_u , v_w を、前記角度値 θ^* に基づく周知の座標変換を行い、多巻線電動機 2 の一次電圧の該電動機の二次磁束に平行な電圧検出値 v_M (以下、M 軸電圧検出値 v_M とも称する) と該二次磁束に直交する電圧検出値 v_T (以下、T 軸電圧検出値 v_T とも称する) とを導出している。

【0028】

誘起電圧磁束演算器 86 では、上述の M 軸電圧検出値 v_M , T 軸電圧検出値 v_T 、M 軸電流検出値 i_M , T 軸電流検出値 i_T と前記一次周波数指令値 ω_1^* とに基づく下記数 3 , 4 式に従って、多巻線電動機 2 の M 軸の誘起電圧値 E_m と T 軸の誘起電圧値 E_t と、二次磁束推定値 $\phi_2^{\wedge}$ とを導出している。

20

[数 3]

$$E_m = v_M - R_1 \cdot i_M - L_1 (di/dt) i_M + j \omega_1^* \cdot L_1 \cdot i_T$$

[数 4]

$$E_t = v_T - R_1 \cdot i_T - L_1 (di/dt) i_T - j \omega_1^* \cdot L_1 \cdot i_M$$

上記数 3 , 4 式において、 R_1 は多巻線電動機 2 の一次抵抗であり、 L_1 は多巻線電動機 2 の一次インダクタンスであり、 j は虚数単位である。

【0029】

なお、多巻線電動機 2 の二次磁束推定値 $\phi_2^{\wedge}$ は前記 T 軸の誘起電圧値 E_t と一次周波数指令値 ω_1^* とに基づいて導出される。

30

【0030】

磁束調節器 88 は、前記二次磁束指令値 ϕ_2^* と二次磁束推定値 $\phi_2^{\wedge}$ との偏差を零にする調節演算値を多巻線電動機 2 の M 軸電流補正值 Δi_M^* として出力している。また、加算演算器 76 は、励磁電流演算回路 75 が出力する M 軸電流指令値 i_M^* と前記 M 軸電流補正值 Δi_M^* との加算値を新たな M 軸電流指令値 i_M^* として出力している。

【0031】

なお、図 3 に示したベクトル制御回路 A 13 におけるそれぞれの構成要素は、全て、周知の技術を用いたものである。

【0032】

図 4 は、図 1 に示したベクトル制御回路 B 23 の詳細回路構成図である。

40

【0033】

図 4 において、T 軸電流調節器 91 , M 軸電流調節器 92 , 2 相 / 3 相変換器 93 , 積分器 94 , 3 相 / 2 相変換器 95 それぞれは、図 3 に示した T 軸電流調節器 77 , M 軸電流調節器 78 , 2 相 / 3 相変換器 79 , 積分器 83 , 3 相 / 2 相変換器 84 それぞれと同一機能を有しており、また、位相補正器 96 は、図 3 に示したベクトル制御回路 A 13 からベクトル制御回路 B 23 に伝送される T 軸電流指令値 i_T^* , M 軸電流指令値 i_M^* , 角度値 θ^* , 一次周波数指令値 ω_1^* などの制御信号の伝送遅れを補正するために設けられている。

【0034】

また、インバータ回路 21 は、図 1 に示した如く順変換器 , 平滑コンデンサ , 逆変換器

50

からなり、その電氣的出力定格は先述のインバータ回路 11 と同じであるが、前記逆変換器における P W M 制御の際のキャリア信号は前記インバータ回路 11 から送出されるキャリア同期信号に同期させるようにしている。

【0035】

なお、図 1 に示した第 N 電動機駆動装置 30 におけるベクトル制御回路 B 33 は、図 4 に示したベクトル制御回路 B 23 と同一の回路構成になっている。

【0036】

すなわち、図 1 ~ 4 に基づくこの発明の第 1 の実施の形態では、多巻線電動機 2 の巻線 $U_1 \cdots U_n$ 毎に第 1 電動機駆動装置 10, 第 2 電動機駆動装置 20 $\cdots$ 第 N 電動機駆動装置 30 が対応している。また、図示の構成では、通常、第 1 電動機駆動装置 10 は多巻線電動機 2 の速度制御を含むマスタの制御を行い、第 2 電動機駆動装置 20 $\cdots$ 第 N 電動機駆動装置 30 それぞれは第 1 電動機駆動装置 10 から伝送される T 軸電流指令値, M 軸電流指令値に基づく多巻線電動機 2 の電流制御すなわちスレーブの制御を行っている。

【0037】

図 1 ~ 4 に示した上述の回路構成では、第 1 電動機駆動装置 10 が前記マスタの制御を行い、第 2 電動機駆動装置 20 $\cdots$ 第 N 電動機駆動装置 30 それぞれは前記スレーブの制御を行うことにしているが、第 2 電動機駆動装置 20 $\cdots$ 第 N 電動機駆動装置 30 それぞれのベクトル制御回路 B, C 23 $\cdots$ ベクトル制御回路 B, C 33 も図 3 に示したベクトル制御回路 A 13 と同様構成にしつつ、必要に応じて、周知の技術を用いて、それぞれの電動機駆動装置の内の何れか 1 台を前記マスタの制御を行い、残りの電動機駆動装置それぞれが前記スレーブの制御を行うように切換えることも容易である。

【0038】

図 1 に示した回路構成において、1 台の多巻線電動機 2 をベクトル制御により可変速駆動する第 1 電動機駆動装置 10, 第 2 電動機駆動装置 20 $\cdots$ 第 N 電動機駆動装置 30 それぞれにおいては、このベクトル制御の制御用データとしての前記数 1 ~ 4 式に示した多巻線電動機 2 の電動機定数などは、これらの電動機駆動装置に標準的に付属するパラメータ設定器から、前以ってマニュアルで設定し、この設定値それぞれは、例えば第 1 電動機駆動装置 10 ではモータ制御用データ A 14 またはモータ制御用データ B, C 15 の何れかに格納された状態にして、通常の運転を開始する。

【0039】

ここで、モータ制御用データ A 14 には多巻線電動機 2 を減機運転しないときの前記数 1 ~ 4 式の演算に必要な電動機定数などを格納し、また、モータ制御用データ B, C 15 には多巻線電動機 2 の減機運転の影響を受ける電動機定数を格納している。

【0040】

なお、特許文献 2 に開示されている構成の多巻線電動機 2 では、減機運転の影響を受ける電動機定数としては「%インダクタンス」と「M 軸電流」と「すべり周波数」とがあり、減機運転をしないときのこれらの値を、例えば、第 1 電動機駆動装置 10 では制御用データ B, C 15 に格納している。ここで、「%インダクタンス」は多巻線電動機 2 の巻線群への印加電圧（定格値）を該巻線群に流入する電流で除算して得られるインピーダンスと、前記巻線群の端子側から見た一次インダクタンス, 励磁インダクタンスなどに基づくインダクタンスとの比率（インダクタンス / インピーダンス）の % 値であり、「M 軸電流」は電動機の一次電流の該電動機の二次磁束に平行な電流指令値を決定するための規格値、「すべり周波数」は多巻線電動機の二次抵抗値 R_2 と、入力される前記 T 軸電流指令値 i_T^* , 二次磁束指令値 ϕ_2^* とから周知の演算式を用いて求める電動機のすべり周波数を決定するための規格値である。

【0041】

この通常の運転中に、例えば第 2 電動機駆動装置 20 $\cdots$ 第 N 電動機駆動装置 30 の内の 1 台が何等かな要因で故障したときには、この電動機駆動装置に備える図示しない故障検出回路でこれを検知し、この故障検出回路と図示しない運転シーケンス回路とにより、一旦、第 1 電動機駆動装置 10, 第 2 電動機駆動装置 20 $\cdots$ 第 N 電動機駆動装置 30 そ

れぞれの動作を停止させ、故障した電動機駆動装置を解列し、残りの電動機駆動装置による減機運転の状態、速やかに多巻線電動機 2 の回転動作を回復させる必要がある。従って、この減機運転の状態でのベクトル制御に必要な制御用データとしての多巻線電動機 2 の電動機定数や稼働巻線数などを、速やかに設定し直さなければならない。

【 0 0 4 2 】

すなわち、多巻電動機 2 を減機運転すると、前記 T 軸電流および磁束それぞれが減機台数比 = (全台数 - 減機台数 = 稼働台数) / 全台数となるため、電動機トータルの T 軸電流と磁束の積で与えられる実際の出力トルクは、減機台数比の 2 乗となってしまう。従って、減機台数比以上の大幅なトルク低下となってしまう。それに対し、電動機出力トルクを減機比率以下にしないためには、モータ全体として磁束は減機前相当まで確保し、T 軸電流のみ減機後相当とすれば良い。そこで磁束相当である「M 軸電流」と、それに伴い変化する「すべり周波数」も合わせて再設定が必要である。

10

【 0 0 4 3 】

上述の目的のために、第 1 電動機駆動装置 1 0 , 第 2 電動機駆動装置 2 0 ・ ・ 第 N 電動機駆動装置 3 0 それぞれに備える回路構成とその動作について、以下に説明をする。

【 0 0 4 4 】

図 5 は、この発明の第 1 の実施例を示す図 1 の部分詳細回路構成図である。

【 0 0 4 5 】

この図において、第 1 電動機駆動装置 1 0 におけるデータ演算回路 1 6 では、外部からの指令手段 1 9 としての先述のパラメータ設定器 1 9 a に数値で設定された多巻線電動機 2 の稼働巻線数を格納するメモリ 1 6 a と、前以て設定されている多巻線電動機 2 の全巻線数を最大巻線数として格納されているメモリ 1 6 b と、乗算器 1 6 c , 1 6 e と、除算器 1 6 d , 1 6 f とから形成されている。また、モータ制御用データ B 1 5 a には減機運転の影響を受ける電気定数のうち、「%インダクタンス」と「すべり周波数」の減機運転をしないときの値(最大巻線数のときの値)が格納され、モータ制御用データ C 1 5 b には減機運転の影響を受ける電気定数のうち、「M 軸電流」の減機運転をしないときの値(最大巻線数のときの 1 巻線あたりの値)が格納されている。

20

【 0 0 4 6 】

このような構成において、パラメータ設定器 1 9 a に稼働巻線数が設定されると、設定された稼働巻線数がメモリ 1 6 a に格納される。この稼働巻線数とモータ制御用データ B 1 5 a に格納されている「%インダクタンス」および「すべり周波数」とが乗算器 1 6 c で乗算され、除算器 1 6 d では乗算器 1 6 c の出力値をメモリ 1 6 b に格納されている最大巻線数で除算し、当該稼働巻線数における「%インダクタンス」および「すべり周波数」が演算される。

30

【 0 0 4 7 】

一方、除算器 1 6 f では、モータ制御用データ C 1 5 b に格納されている「M 軸電流」をメモリ 1 6 a に格納されている稼働巻線数で除算し、乗算器 1 6 e において除算器 1 6 f の出力値とメモリ 1 6 b に格納されている最大巻線数とを乗算して当該稼働巻線数における「M 軸電流」が演算される。

【 0 0 4 8 】

40

従って、減機運転するときには、このときの前記電動機駆動装置の稼働台数、すなわち、多巻線電動機 2 の稼働巻線数のみをパラメータ設定器 1 9 a からマニュアルで設定するだけで、この減機運転での「%インダクタンス」と「すべり周波数」と「M 軸電流」とが変更された状態でのベクトル制御に必要な制御用データとしての多巻線電動機 2 の電動機定数などを、前記ベクトル制御回路内で速やかに設定し直すことができる。

【 0 0 4 9 】

図 6 は、この発明の第 2 の実施例を示す図 1 の部分詳細回路構成図である。

【 0 0 5 0 】

この図において、第 1 電動機駆動装置 1 0 におけるデータ演算回路 1 7 では、外部からの指令手段 1 9 としての接点回路 1 9 b で設定される論理信号を解読するデコーダ 1 7 a

50

と、巻線電動機 2 の稼動巻線数と前記最大巻線数との比率ごとの値それぞれを出力するための稼動巻線数 / 最大巻線数テーブルを格納するメモリ 17 b と、選択スイッチ 17 c と、乗算器 17 d と、除算器 17 e とから形成されている。指令手段としての接点回路 19 b は、複数の電動機駆動装置のそれぞれに対応して 1 個ずつ接点が設けられ、各接点がそれぞれの電動機駆動装置の稼動状態によってオンまたはオフにされるものである。

【0051】

このような構成において、接点回路 19 b からの電気駆動装置の稼動状態を示す論理信号に基づいてデコーダ 17 a と選択スイッチ 17 c とを介してメモリ 17 b から該当する稼動巻線数 / 最大巻線数が選択される。この選択された稼動巻線数 / 最大巻線数とモータ制御用データ B 15 a に格納されている「%インダクタンス」および「すべり周波数」とを乗算器 17 d で乗算し、当該稼動巻線数における「%インダクタンス」および「すべり周波数」が演算される。

10

【0052】

一方、除算器 17 e では、モータ制御用データ C 15 b に格納されている「M軸電流」をメモリ 17 b に格納されている選択された稼動巻線数 / 最大巻線数で除算し、当該稼動巻線数における「M軸電流」が演算される。

【0053】

従って、減機運転するときには、このときの前記電動機駆動装置の稼動台数が接点回路 19 b からの論理信号で入力されると、デコーダ 17 a と選択スイッチ 17 c とを介することにより、メモリ 17 b から該当する値を選択できるので、この減機運転での「%インダクタンス」と「すべり周波数」と「M軸電流」とが変更された状態でのベクトル制御に必要な制御用データとしての多巻線電動機 2 の電動機定数などを、前記ベクトル制御回路内で速やかに設定し直すことができる。

20

【0054】

図 7 は、この発明の第 3 の実施例を示す図 1 の部分詳細回路構成図である。

【0055】

この図において、第 1 電動機駆動装置 10 におけるデータ演算回路 18 では、外部からの指令手段 19 としての接点回路 19 c から設定される論理信号を解読するデコーダ 18 a と、巻線電動機 2 の稼動巻線数テーブルが格納されているメモリ 18 b と、選択スイッチ 18 c と、前以て設定されている多巻線電動機 2 の前記最大巻線数が格納されているメモリ 18 d と、除算器 18 e , 18 g と、乗算器 18 f とから形成されている。

30

【0056】

このような構成において、接点回路 19 c からの論理信号に基づいてデコーダ 18 a と選択スイッチ 18 c とを介してメモリ 18 b から該当する稼動巻線数が選択される。除算器 18 e では選択された稼動巻線数をメモリ 18 d に格納されている最大巻線数で除算し、除算器 18 e の出力値とモータ制御用データ B 15 a に格納されている「%インダクタンス」および「すべり周波数」とを乗算器 17 d で乗算し、当該稼動巻線数における「%インダクタンス」および「すべり周波数」が演算される。

【0057】

一方、除算器 18 g では、モータ制御用データ C 15 b に格納されている「M軸電流」を除算器 18 e の出力値で除算し、当該稼動巻線数における「M軸電流」が演算される。

40

【0058】

従って、減機運転するときには、このときの前記電動機駆動装置の稼動台数が接点回路 19 c からの論理信号で入力されると、デコーダ 18 a と選択スイッチ 18 c とを介することにより、稼動巻線数をメモリ 18 b から選択できるので、この減機運転での「%インダクタンス」と「すべり周波数」と「M軸電流」とが変更された状態でのベクトル制御に必要な制御用データとしての多巻線電動機 2 の電動機定数などを、前記ベクトル制御回路内で速やかに設定し直すことができる。

【0059】

図 8 は、この発明の第 2 の実施の形態を示す電動機駆動装置の回路構成図である。

50

【 0 0 6 0 】

この図において、1は商用電源，自家発電設備などの交流電源、2は一次巻線が複数本の素線を同一経路に巻回して形成される多巻線電動機、3は多巻線電動機2の回転速度の検出値を導出するパルスゼネレータ、4・・・6は第1電動機駆動装置40，第2電動機駆動装置50・・・第N電動機駆動装置60それぞれと多巻線電動機2との間を必要に応じて遮断するスイッチ、48，58・・・68は前記電動機駆動装置に標準的に付属するパラメータ設定器，接点回路などからなる指令手段である。

【 0 0 6 1 】

すなわち、図8に示した回路構成が図1に示した回路構成と異なる点は、多巻線電動機2の巻線k（kは2以上の整数）本に対してk：1の割合で第1電動機駆動装置40，第2電動機駆動装置50・・・第N電動機駆動装置60それぞれが備えられていることである。

10

【 0 0 6 2 】

なお、図8に示した回路構成では、多巻線電動機2の巻線2本（k=2）に対して1台の割合で前記電動機駆動装置が備えられている。従って、図8に示したインバータ回路41，インバータ回路51・・・インバータ回路61それぞれは、インバータ回路11，インバータ回路21・・・インバータ回路31とその回路構成は同じであるが、定格出力電流は2倍で製作されている。

【 0 0 6 3 】

図8に示した回路構成では、第1電動機駆動装置40が前記マスタの制御を行い、第2電動機駆動装置50・・・第N電動機駆動装置60それぞれは前記スレーブの制御を行うことにしているが、第2電動機駆動装置50・・・第N電動機駆動装置60それぞれのベクトル制御回路B～D53・・・ベクトル制御回路B～D63も図3に示したベクトル制御回路A13と同様構成にしつつ、必要に応じて、周知の技術を用いて、それぞれの電動機駆動装置の内の何れか1台を前記マスタの制御を行い、残りの電動機駆動装置それぞれが前記スレーブの制御を行うように切換えることも容易である。

20

【 0 0 6 4 】

また、図8に示した第1電動機駆動装置40を形成する多巻線電動機2を所望の状態にベクトル制御するベクトル制御回路A43、このベクトル制御に必要な制御データを格納するモータ制御用データA44，モータ制御用データB～D45なども先述の第1電動機駆動装置10と同様の回路構成であるので、ここでは、その説明を省略する。

30

【 0 0 6 5 】

図8に示した回路構成において、1台の多巻線電動機2をベクトル制御により可変速駆動する第1電動機駆動装置40，第2電動機駆動装置50・・・第N電動機駆動装置60それぞれにおいては、このベクトル制御の制御用データとしての前記数1～4式に示した多巻線電動機2の電動機定数などは、これらの電動機駆動装置に標準的に付属するパラメータ設定器から、前以ってマニュアルで設定し、この設定値それぞれは、例えば第1電動機駆動装置40ではモータ制御用データA44またはモータ制御用データB～D45の何れかに格納された状態で、通常の運転を開始する。

【 0 0 6 6 】

ここで、図8に示した例では、モータ制御用データA44には2巻線単位で駆動される多巻線電動機2を減機運転しないときの前記数1～4式の演算に必要な電動機定数などを格納し、また、モータ制御用データB～D55には前記多巻線電動機2の減機運転の影響を受ける電動機定数を格納している。

40

【 0 0 6 7 】

この通常の運転中に、例えば第2電動機駆動装置50・・・第N電動機駆動装置60の内の1台が何等かな要因で故障したときには、この電動機駆動装置に備える図示しない故障検出回路でこれを検知し、この故障検出回路と図示しない運転シーケンス回路とにより、一旦、第1電動機駆動装置40，第2電動機駆動装置50・・・第N電動機駆動装置60それぞれの動作を停止させ、故障した電動機駆動装置を解列し、残りの電動機駆動装置によ

50

る減機運転の状態、速やかに多巻線電動機 2 の回転動作を回復させる必要がある。従って、この減機運転の状態でのベクトル制御に必要な制御用データとしての多巻線電動機 2 の電動機定数や稼働巻線数などを、速やかに設定し直さなければならない。なお、図 8 においては、電動機駆動装置当たりの巻線数が同一値「2」となっているが、2 以上でも良いし、駆動装置毎に異なる数値でも良い。

【0068】

上述の目的のために、第 1 電動機駆動装置 40、第 2 電動機駆動装置 50・・・第 N 電動機駆動装置 60 それぞれに備える回路構成とその動作について、以下に説明をする。

【0069】

図 9 は、この発明の第 4 の実施例を示す図 8 の部分詳細回路構成図である。

10

【0070】

この図において、第 1 電動機駆動装置 40 におけるデータ演算回路 46 では、外部からの指令手段 48 としての先述のパラメータ設定器 48a から設定される多巻線電動機 2 の稼働巻線数を格納するメモリ 46a と、多巻線電動機 2 の巻線並列数（図 8 の構成で「2」を格納するメモリ 46b と、前以て設定されている多巻線電動機 2 の全巻線数を最大巻線数として格納されているメモリ 46c と、乗算器 46d、46g、46h、46i と、除算器 46e、46f とから形成されている。

【0071】

また、モータ制御用データ B 45a には減機運転の影響を受ける電気定数のうち、「%インダクタンス」と「すべり周波数」の減機運転をしないときの値（最大巻線数のときの値）が格納され、モータ制御用データ C 45b には減機運転の影響を受ける電気定数のうち、「M 軸電流」の減機運転をしないときの値（最大巻線数のときの 1 巻線あたりの値）が格納され、モータ制御用データ D 45c には減機運転の影響を受ける電気定数のうち、「T 軸電流」の減機運転をしないときの値（最大巻線数のときの 1 巻線あたりの値）が格納されている。

20

【0072】

このような構成において、パラメータ設定器 48a から稼働巻線数、並列巻線数が設定されると、設定された稼働巻線数がメモリ 46a に格納されるとともに、設定された並列巻線数がメモリ 46b に格納される。

【0073】

30

メモリ 46a に格納された稼働巻線数とモータ制御用データ B 45a に格納されている「%インダクタンス」および「すべり周波数」とを乗算器 46d で乗算し、除算器 46e では乗算器 46d の出力値をメモリ 46c に格納されている最大巻線数で除算し、当該稼働巻線数における「%インダクタンス」および「すべり周波数」が演算される。

【0074】

一方、除算器 46f ではモータ制御用データ C 45c に格納されている「M 軸電流」をメモリ 46a に格納されている稼働巻線数で除算し、乗算器 46g において除算器 46f の出力値とメモリ 46c に格納されている最大巻線数とを乗算し、さらに、乗算器 46h において乗算器 46g の出力値とメモリ 46b に格納されている巻線並列数とを乗算して当該稼働巻線数における「M 軸電流」が演算される。また、乗算器 46g においてモータ制御用データ D 45c に格納されている「T 軸電流」とメモリ 46b に格納されている巻線並列数とを乗算して当該稼働巻線数における「T 軸電流」が演算される。

40

【0075】

従って、減機運転するときには、このときの多巻線電動機 2 のトータルの稼働巻線数と当該電動機駆動装置における巻線並列数とをパラメータ設定器 48a からマニュアルで設定するだけで、この減機運転での「%インダクタンス」と「すべり周波数」と「M 軸電流」とが変更された状態でのベクトル制御に必要な制御用データとしての多巻線電動機 2 の電動機定数などを、前記ベクトル制御回路内で速やかに設定し直すことができる。更に、駆動装置あたりの巻線数が複数になるので、「T 軸電流」にも巻線並列数を乗じている。

【0076】

50

図10は、この発明の第5の実施例を示す図8の部分詳細回路構成図である。

【0077】

この図において、第1電動機駆動装置40におけるデータ演算回路47では、外部からの指令手段48としての接点回路48bから設定される論理信号を解読するデコーダ47aと、巻線電動機2の稼働巻線数テーブルを格納するメモリ47bと、選択スイッチ47cと、前以て設定されている多巻線電動機2の巻線並列数テーブルが格納されているメモリ47dと、選択スイッチ47eと、前以て設定されている多巻線電動機2の全巻線数を最大巻線数として格納されているメモリ47fと、除算器47g, 47iと、乗算器47h, 47j, 47k, 47mとから形成されている。

【0078】

このような構成において、接点回路48bからの論理信号に基づいてデコーダ47aと選択スイッチ47c, 47eとを介してメモリ47bから該当する稼働巻線数値が選択されるとともに、メモリ47dから並列巻線数が設定される。

【0079】

乗算器47gでは選択された稼働巻線数をメモリ47fに格納されている最大巻線数で除算し、除算器47fの出力値とモータ制御用データB45aに格納されている「%インダクタンス」および「すべり周波数」とを乗算器47hで乗算し、当該稼働巻線数における「%インダクタンス」および「すべり周波数」が演算される。

【0080】

一方、除算器47iではモータ制御用データC45bに格納されている「M軸電流」を選択された稼働巻線数で除算し、乗算器47jにおいて除算器47iの出力値とメモリ47fに格納されている最大巻線数とを乗算し、さらに、乗算器47kにおいて乗算器47jの出力値と選択された巻線並列数とを乗算して当該稼働巻線数における「M軸電流」が演算される。また、乗算器47mにおいてモータ制御用データD45cに格納されている「T軸電流」と選択された巻線並列数とを乗算して当該稼働巻線数における「T軸電流」が演算される。

【0081】

従って、減機運転するときには、このときの多巻線電動機2のトータルの稼働巻線数と当該電動機駆動装置における巻線並列数とが接点回路48bからの論理信号で入力されると、デコーダ47aと選択スイッチ47c, 47eとを介することにより、稼働巻線数をメモリ47bから選択するとともに、多巻線電動機2の巻線並列数もメモリ47dから選択できるので、この減機運転での「%インダクタンス」と「すべり周波数」と「M軸電流」とが変更された状態でのベクトル制御に必要な制御用データとしての多巻線電動機2の電動機定数などを、前記ベクトル制御回路内で速やかに設定し直すことができる。更に、駆動装置あたりの巻線数が複数になるので、「T軸電流」にも巻線並列数を乗じている。

【0082】

なお、上記実施の形態では、パルスゼネレータ3により多巻線電動機2の回転速度を検出する速度センサ付きのベクトル制御を例に挙げて説明したが、パルスゼネレータ3等の速度センサを使用せずに推定演算した速度推定値に基づいてベクトル制御を行う、いわゆる速度センサレスベクトル制御においてもこの発明は実現可能である。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図1】この発明の第1の実施の形態を示す電動機駆動装置の回路構成図

【図2】図1に示した多巻線電動機の等価回路図

【図3】図1に示した電動機駆動装置の部分詳細回路構成図

【図4】図1に示した電動機駆動装置の部分詳細回路構成図

【図5】この発明の第1の実施例を示す図1の部分詳細回路構成図

【図6】この発明の第2の実施例を示す図1の部分詳細回路構成図

【図7】この発明の第3の実施例を示す図1の部分詳細回路構成図

【図8】この発明の第2の実施の形態を示す電動機駆動装置の回路構成図

10

20

30

40

50

【図 9】この発明の第 4 の実施例を示す図 8 の部分詳細回路構成図

【図 10】この発明の第 5 の実施例を示す図 8 の部分詳細回路構成図

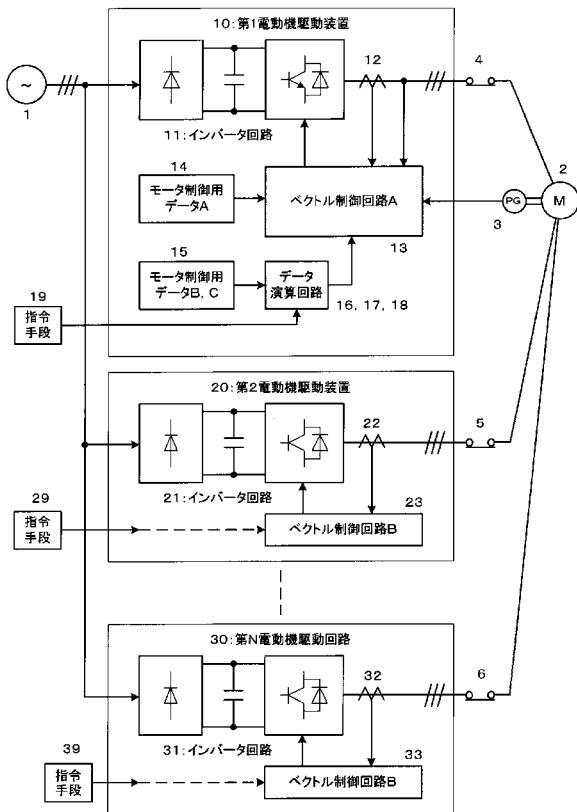
【符号の説明】

【0084】

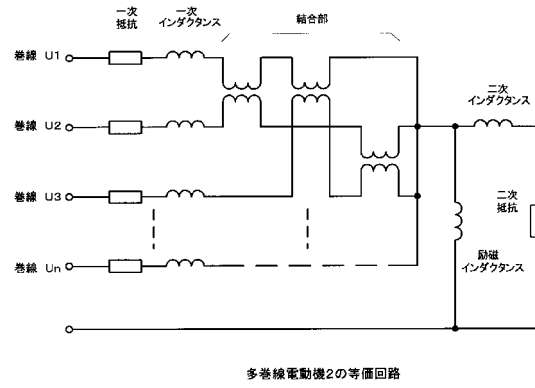
1 ... 交流電源、2 ... 多巻線電動機、3 ... パルスゼネレータ、4 ~ 6 ... スイッチ、10, 40 ... 第 1 電動機駆動装置、20, 50 ... 第 2 電動機駆動装置、30, 60 ... 第 N 電動機駆動装置、11, 21, 31, 41, 51, 61 ... インバータ回路、12, 22, 32, 42, 52, 62 ... 電流検出器、13, 43 ... ベクトル制御回路 A、14, 44 ... モータ制御用データ A、15 ... モータ制御用データ B, C、16 ~ 18, 46, 47 ... データ演算回路、19, 29, 39, 48, 58, 68 ... 指令手段、23, 33, 53, 63 ... ベクトル制御回路 B、45 ... モータ制御用データ B ~ D。

10

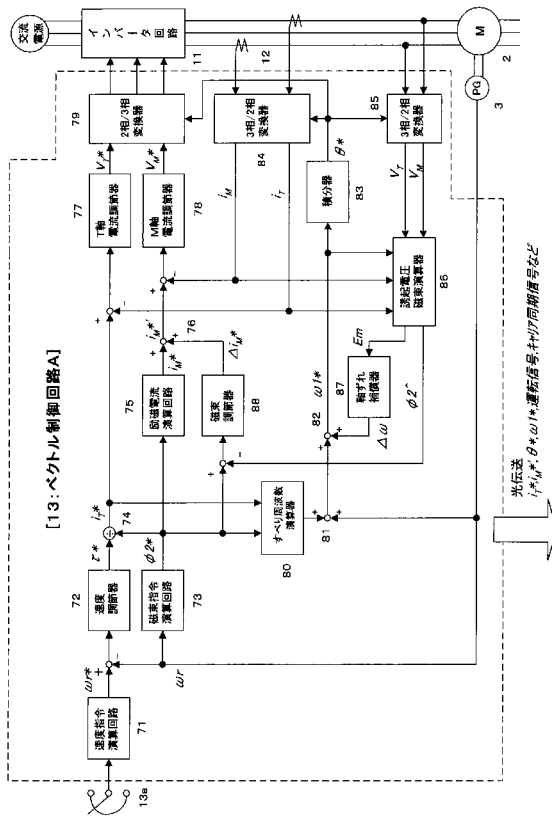
【図 1】



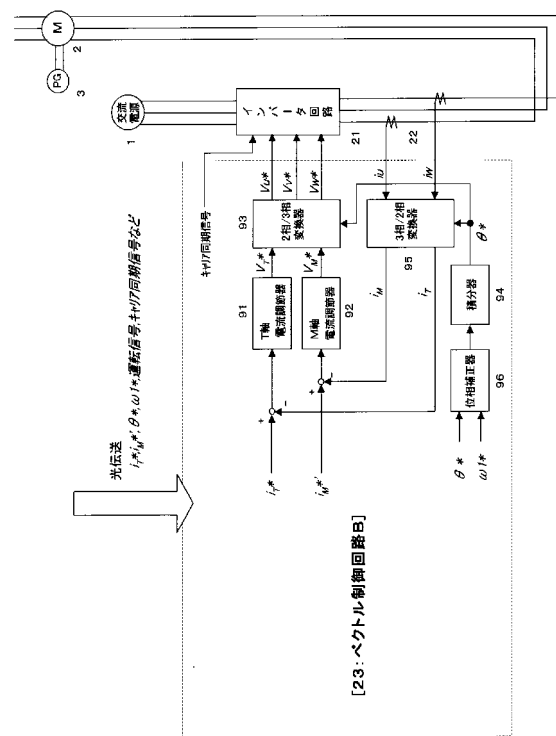
【図 2】



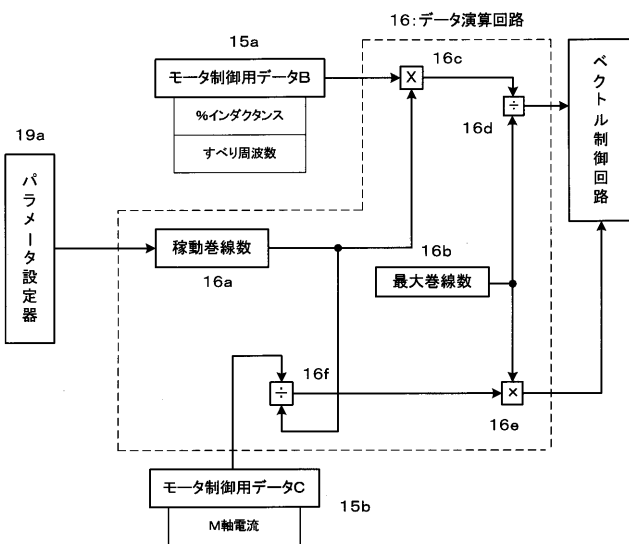
【図 3】



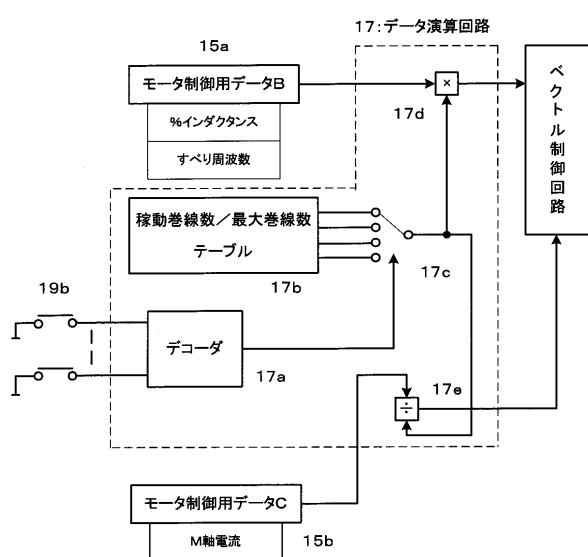
【図 4】



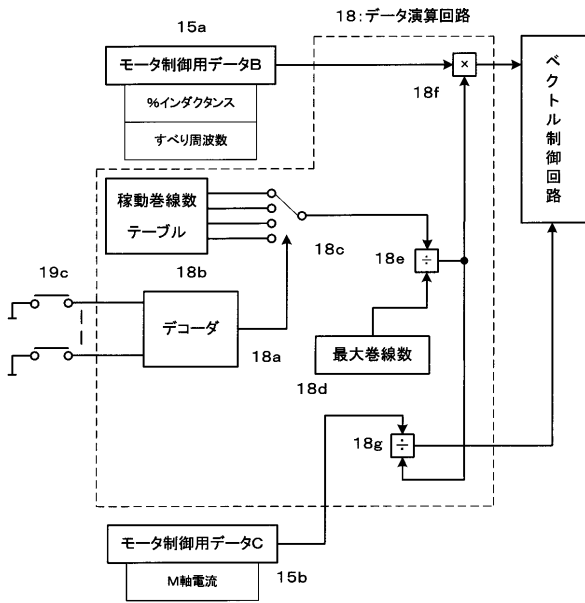
【図 5】



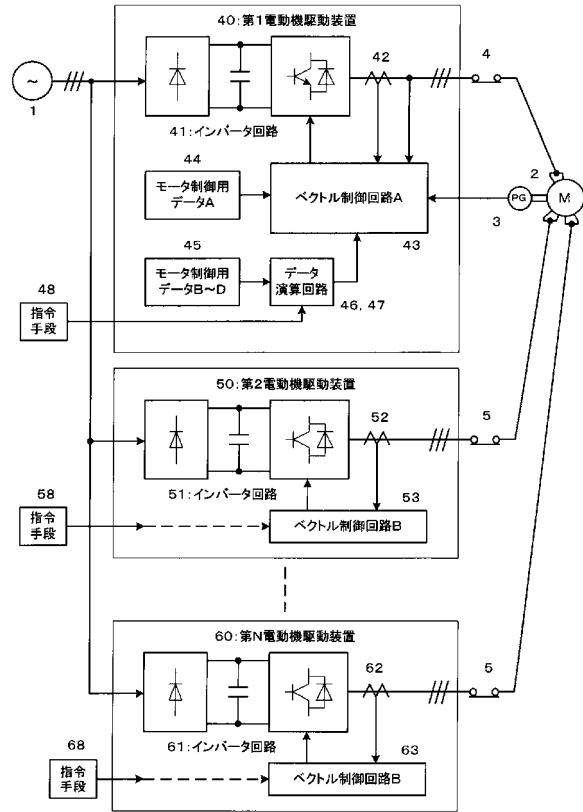
【図 6】



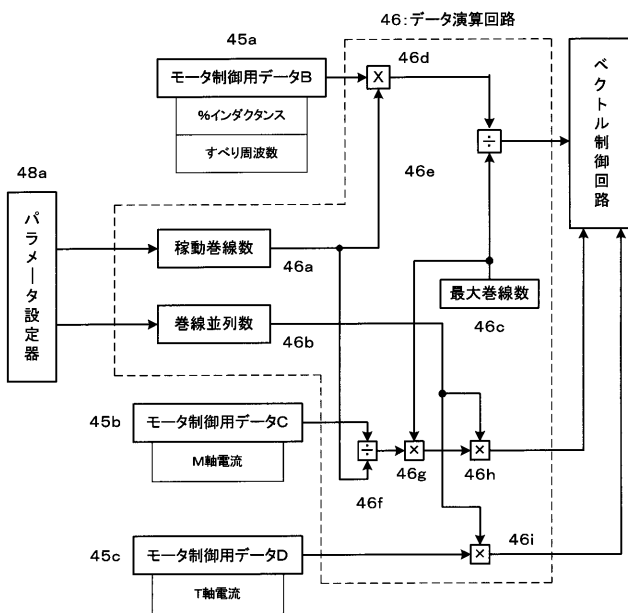
【図 7】



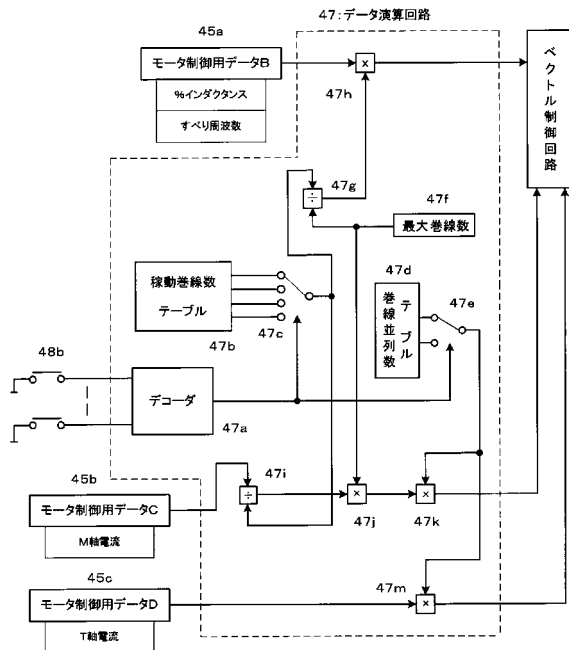
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 光嶋 久夫

兵庫県姫路市網干区浜田 1 0 0 0 番地 西芝電機株式会社内

Fターム(参考) 5H505 AA30 BB06 CC05 DD03 EE08 EE41 EE42 EE49 GG02 GG04
HB01 JJ03 JJ05 JJ06 JJ17 KK05 LL07 LL22 LL24 MM12
MM13