

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

巻線界磁式同期機のベクトル制御装置において、電機子電圧指令値あるいは電機子電圧検出値から電機子電圧絶対値を算出し、この電機子電圧絶対値と所望の電機子電圧指令値が一致するようにベクトル制御装置の磁束指令を調節して電機子電圧を制御するようにしたことを特徴とする巻線界磁式同期機のベクトル制御装置。

【請求項 2】

巻線界磁式同期機のベクトル制御装置において、電機子電圧指令値あるいは電機子電圧検出値から電機子電圧絶対値を算出し、この電機子電圧絶対値と所望の電機子電圧指令値が一致するようにベクトル制御装置の磁束指令を調節して電機子電圧を制御する巻線界磁式同期機のベクトル制御装置であって、電機子電流および界磁電流を参照して同期機の損失が最小になるように電機子電圧指令を操作するようにしたことを特徴とする巻線界磁式同期機のベクトル制御装置。

10

【請求項 3】

巻線界磁式同期機のベクトル制御装置において、電機子電流、あるいは電機子巻線に接続された交流電力変換器の直流電源の電力と、界磁電流あるいは界磁巻線に接続された直流電力変換器の直流電源の電力とを参照して、同期機の損失が最小になるように磁束指令を操作するようにしたことを特徴とする巻線界磁式同期機の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

この発明は、回転子の界磁巻線により界磁磁界を発生する巻線界磁式同期機のベクトル制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

巻線界磁式同期機のベクトル制御においては、例えば非特許文献 1 に示すように、電機子鎖交磁束と電機子電流が直交するように制御するベクトル制御方式が、高効率・高力率な制御方式として従来より用いられている。このような従来のベクトル制御装置においては、回転速度の上昇に伴う誘起電圧の上昇により発生する電機子電圧の飽和を防ぐため、非特許文献 1 図 3 に示すように、磁束指令 ϕ_a^* はモータ回転速度 ω_m を参照して、所定の回転速度以上では磁束指令を回転速度に反比例して減少させる、いわゆる弱め磁束制御を行い、これによって所定の回転速度以上では電機子電圧が一定になるようにしている。

30

【0003】

これは従来の巻線界磁式同期機の制御装置においては、抵抗による電圧降下を無視していたためである。ところが、自動車車載用の界磁巻線式同期機のように低電圧・大電流で駆動される同期機においては、電機子電圧に対して抵抗による電圧降下が占める割合が大きくなる場合がある。この場合、電機子電圧は磁束のみならず電機子電流によっても大きく変動する。このような課題を解決する手段としては、例えば、特許文献 1 に記載された技術が開示されている。特許文献 1 に開示された技術は、電機子電圧指令が所定値を超えた時に磁束指令を補正するようにしたものである。

40

【0004】

一方、巻線界磁式同期機においては電機子巻線と界磁巻線の双方に通電するため、双方の巻線による損失が発生する。このため巻線界磁式同期機の効率を最大にするには、双方の巻線に流す電流を最適化する必要がある。このような課題を解決する手段としては、例えば、特許文献 2 に記載された技術が開示されている。特許文献 2 に開示された技術は、制御装置に与えられるトルク指令と同期機の回転速度から、その運転状態で効率が最大となるような、界磁磁束方向 (d 軸) およびその直交方向 (q 軸) の電機子電流指令値と、界磁磁束指令値を、テーブルにより求めるものである。同様の技術は、特許文献 2 でも開示されており、特許文献 3 では界磁磁束指令の代わりに界磁電流指令がテーブルより求められているものである。

50

【 0 0 0 5 】

【非特許文献1】大沢 博、“同期機のベクトル制御”、平成元年電気学会全国大会講演論文集、S.8-19ページ

【特許文献1】特許第2856950号公報（[0004]～[0015]、図1）

【特許文献2】特開平08-331900号公報（[0046]～[0047]、第14図）

【特許文献3】特開平11-313498公報（[0035]～[0038]、第5図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

従来の巻線界磁式同期機のベクトル制御装置では、電機子電圧指令が所定制限值を超えた場合には磁束指令が補正されて電機子電圧が制限されるが、所定値を超えない場合には補正が行われずに電機子電圧は所定制限值以下にとどまる。一方、特許文献1[0004]～[0009]に示されるように、同期機のモータ定数を用いて磁束指令から電流指令を演算する場合、磁気飽和等によりモータ定数の設定値と実際値に誤差があると、磁束指令どおりの磁束が発生できない場合がある。特にインダクタンスの設定値が実際値より大きい場合には、磁束指令に対して実際の磁束は小さくなり、その結果電機子電圧が減少して、電機子電源電圧に対する電機子電圧の割合（即ち電源利用率）が小さくなってしまいう問題点があった。

【 0 0 0 7 】

一方、従来の巻線界磁式同期機のベクトル制御装置では、上述のように、d軸電流、q軸電流、および界磁の指令値は、トルク指令と回転速度を用いてテーブルを参照することにより求められ、このようなテーブルの各データは、例えば特許文献1の[0037]～[0046]に記載されるように、制御対象となる同期機の実機パラメータを用いてあらかじめ計算して作成される。ところが同期機の効率が最大となるこれらの電流指令値は、モータ温度による各巻線抵抗の変動や、利用可能な電源電圧により変化するが、これらの要因に対応した各電流指令値のテーブルを用意するのは、データ量が膨大で制御装置への記録が容易でなく、また作成に非常な労力が必要であるという問題点があった。

【 0 0 0 8 】

この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものである。即ち、この発明の第一の発明は、電機子電圧に対して抵抗による電圧降下が占める割合が大きい、低電圧・大電流で駆動され、かつモータ定数の変動が大きい同期機においても、電機子電圧を正確に制御して常時高い電源利用率を保つことができるような、巻線界磁式同期機のベクトル制御装置を得ることを目的とするものである。

また、この発明の第二の発明は、運転時の巻線界磁式同期機の効率を最大にするために行う、双方の巻線に流す電流の最適化を、各電流指令値のテーブルを参照することなく行うことが可能な巻線界磁式同期機のベクトル制御装置を得ることを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

この発明に係わる巻線界磁式同期機のベクトル制御装置は、電機子電圧指令値あるいは電機子電圧検出値から電機子電圧絶対値を算出し、この電機子電圧絶対値と所望の電機子電圧指令値が一致するようにベクトル制御装置の磁束指令を調節して電機子電圧を制御するようにしたものである。

また、電機子電流および界磁電流を参照して同期機の損失が最小になるように電機子電圧指令を操作するようにしたものである。

さらに、電機子電流、あるいは電機子巻線に接続された交流電力変換器の直流電源の電力と、界磁電流あるいは界磁巻線に接続された直流電力変換器の直流電源の電力とを参照して、同期機の損失が最小になるように磁束指令を操作するようにしたものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

この発明の巻線界磁式同期機のベクトル制御装置によれば、電機子電圧絶対値と所望の電機子電圧指令値が一致するように磁束指令を調節するようにしたので、電機子電流による抵抗電圧降下やインダクタンス変動による電圧変化が発生しても、電機子電圧を正確に所望の指令値に制御して、常時高い電源利用率を保つことができる。

また、同期機の効率が最大となるように、電圧指令あるいは磁束指令を調節する電圧指令発生器あるいは磁束指令発生器を設けたので、テーブルを参照することなく負荷状態に応じて各電流指令値を調節して、最大効率での運転を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

実施の形態 1 .

10

図 1 は、この発明の実施の形態 1 による巻線界磁式同期機のベクトル制御装置を示す構成図である。この制御装置は同期機の電機子電圧を所望の値に制御する機能を備えたものである。同期機 1 は三相ドライブ回路 2 に電機子巻線が、直流ドライブ回路 3 に界磁巻線が接続されて駆動されており、それぞれの巻線の電流は電機子電流センサ 4、および界磁電流センサ 5 によって検出される。また、同期機 1 の回転子位相 θ は回転子位置センサ 6 によって検出されている。

【0012】

磁束演算系 7 は電機子電流指令 i_y^* 、 i_δ^* 、界磁電流指令 i_f^* から電機子鎖交磁束の絶対値 $|\Phi|$ および回転子位相 θ から見た磁束の位相 ϕ を算出する。電機子の電流制御は、加算器 16 により算出される電機子鎖交磁束位相の方向 (y 軸) およびその直交方向 (δ 軸) の 2 軸上で行われ、電機子電流制御系 8 は電機子電流 i_u, i_v, i_w を y, δ 軸上での所望の電機子電流指令値 i_y^*, i_δ^* に一致させるように電流制御演算を行い、三相ドライブ回路 2 に電圧指令 v_u^*, v_v^*, v_w^* を出力する。また、加算器 9 は磁束演算系 7 より出力された電機子鎖交磁束の絶対値 $|\Phi|$ を磁束指令 Φ^* から減じて磁束誤差を算出し、磁束制御器 10 はこの磁束誤差と磁束位相 ϕ より界磁電流指令 i_f^* を算出する。加算器 11 は、界磁電流指令 i_f^* から界磁電流 i_f を減じて界磁電流誤差を算出し、この誤差は界磁電流制御器 12 に入力されて界磁電圧指令 v_f が算出され、直流ドライブ回路 3 に出力される。以上に述べた部分の制御装置の動作は、非特許文献 1 に示されている従来の同期機のベクトル制御装置と同様なので、詳細についての説明は省略する。

20

【0013】

30

一方、この発明による巻線界磁式同期機のベクトル制御装置においては、線間電圧指令 v_a^* に基づく電機子電圧の制御が行われる。演算器 13 は式 (1) を用いて、電機子電流制御系 8 が出力する y, δ 軸上の電圧指令値 v_y^*, v_δ^* から電機子電圧の線間電圧実効値 v_a を算出する。

【0014】

【数 1】

$$v_a = \sqrt{(v_y^*)^2 + (v_\delta^*)^2} \quad \dots (1)$$

【0015】

40

加算器 14 は線間電圧指令 v_a^* より線間電圧実効値 v_a (電機子電圧絶対値に相当) を減じて線間電圧誤差を求め、この誤差より電圧制御器 15 は磁束指令値 Φ^* を演算して出力して、線間電圧実効値 v_a が線間電圧指令 v_a^* に一致するように制御される電圧制御系が構成される。また、除算器 17 はトルク指令 τ^* を磁束指令値 Φ^* で除して δ 軸電流指令 i_δ^* を算出し、 δ 軸電流指令 i_y^* は 0 に設定される。電圧制御器 15 は例えば積分器あるいは PI 制御器であり、これに出力磁束指令の範囲を制限するリミッタを加えても良い。

【0016】

線間電圧指令 v_a^* は用途に応じて所望の値を与えることができ、例えば三相ドライブ回路 2 の DC 母線電圧を参照して値を決定することもできるし、バッテリー等の DC 電源を使用する機器では、その DC 電源の電圧を参照して決定することもできる。このように構成する

50

ことにより、電機子電流にかかわらず高い電源利用率を保つことができ、また電源電圧が変動した場合にも容易に対応することができる。

【 0 0 1 7 】

なお、以上の実施の形態では、電機子鎖交磁束を基準とした制御軸を用いた制御系の場合への適用について説明したが、回転子軸を基準とした制御軸を用いた制御系についても同様に適用可能であることは言うまでもない。

ところで、力率 1 に制御された定常運転状態の同期機において、電機子鎖交磁束と制御軸（ γ 軸）が一致している場合、 γ 、 δ 軸電圧 v_γ 、 v_δ は（ 2 ）式で表される。ただし ω は同期機の回転速度（電気角）、 r は電機子抵抗である。

【 0 0 1 8 】

【 数 2 】

$$\begin{cases} v_\gamma = 0 \\ v_\delta = \omega |\Phi| + r \cdot i_\delta \end{cases} \quad \cdots (2)$$

10

【 0 0 1 9 】

（ 2 ）式より、制御軸と電機子鎖交磁束が一致している場合には、 γ 軸電圧は 0 になることが分かる。これより演算器 13 の計算として、（ 1 ）式の代わりに簡略的に δ 軸電圧指令 v_δ^* の絶対値を用いても、同様の効果が得られる。また軸ずれ等により γ 軸電圧指令 v_γ^* が 0 でない場合でも、 $v_\delta^* \gg v_\gamma^*$ であるので、次式を用いれば近似的に線間電圧実効値 v_a を求めることができる。

20

【 0 0 2 0 】

【 数 3 】

$$v_a = v_\gamma + \frac{v_\delta^2}{2v_\gamma} \quad \cdots (1')$$

【 0 0 2 1 】

以上のように、電機子鎖交磁束を基準とした制御軸を用いた制御系の場合には、電圧演算が簡単になるという利点がある。

30

なお（ 2 ）式より分かるように、電機子鎖交磁束の変化によって線間電圧が変化する割合は回転速度 ω に比例する。このため、電圧制御器のゲインを一定にすると、回転速度により電圧制御系の応答が変化する。これを防ぐためには、電圧制御器のゲインを回転速度に応じて変化させる（例えば回転速度に反比例させるなど）ようにすればよく、より安定した動作が実現できる。

なお、上記の実施例では電機子の線間電圧を電機子電圧制御系の電圧指令より求めているが、実際の同期機の端子電圧を測定して線間電圧を求めてもよく、同様の効果が期待できる。また、この発明の内容は、実施の形態 1 で用いた電機子電流制御系、磁束演算系、

40

【 0 0 2 2 】

実施の形態 2 .

図 2 は、実施の形態 2 による巻線界磁式同期機のベクトル制御装置を示す構成図である。この制御装置は同期機の軽負荷時の効率を改善する機能を備えたものである。図において 1 ～ 17 は実施の形態 1 と同じである。電圧指令発生器 18 は、電機子電流指令 i_δ^* および界磁電流指令 i_f^* より同期機の損失を計算し、この損失が最小となるような電圧指令 v_a^* を発生する。ここで、電圧指令の操作により損失を低減する動作の原理について説明する。力率 1 で運転されている同期機のトルク τ は、（ 3 ）式で表される。

50

【 0 0 2 3 】

【 数 4 】

$$\tau = i_{\delta} \cdot |\Phi| \quad \dots (3)$$

【 0 0 2 4 】

(3) 式より、異なる電機子電流 i_{δ} と電機子鎖交磁束の絶対値 $|\Phi|$ の組み合わせにより同じトルク τ を発生することが可能であることが分かる。(2) 式より分かるように、電機子鎖交磁束の絶対値 $|\Phi|$ は電機子電圧 v_a を操作することにより変化させることができ、それにつれて界磁電流 i_f が変化する。図 3 は、軸仕事入力が 186 W で一定、すなわちトルク一定時の同期発電機の出力および電機子・界磁電流の、電機子電圧による変化の様子を示した実験結果である。図 3 より、電機子電圧の上昇に連れて電機子電流は減少し界磁電流は増加すること、また、発電出力が電機子電圧により変化して発電出力最大となる電機子電圧が存在することが分かる。この発電出力最大の運転点において、同期機の効率は最大となり損失が最小となる。同期機の損失として電機子巻線および界磁巻線の銅損のみを考えた場合、その損失 P_{loss} は (4) 式で表すことができる。ただし、 r_f は界磁抵抗である。

【 0 0 2 5 】

【 数 5 】

$$P_{loss} = r \cdot i_{\delta}^2 + r_f \cdot i_f^2 \quad \dots (4)$$

【 0 0 2 6 】

電圧指令発生器 18 は例えば (4) 式を用いて損失を計算し、その損失が最小になるように電機子電圧 v_a を操作する。具体的には、電圧指令 v_a^* を現在の値から上下に所定量変化させて、損失がより少なくなる方向に指令値を更新し、損失が最小となる指令値を探索するなどの動作を行う。なお、電機子電圧の制限により設定できる v_a^* には限界があるので、電圧指令発生器 18 の出力を前記制限でリミットするようにしても良い。なお、上記説明では同期機の損失として銅損のみを考えたが、それ以外の、例えば鉄損なども考慮して損失計算を行っても良く、この場合は電圧指令発生器 18 は、上記の各電流値のほかに同期機の回転速度などの情報を参照する構成となる。

【 0 0 2 7 】

なお電圧指令発生器に対して、電機子電流および界磁電流のかわりに、三相ドライブ回路および直流ドライブ回路に入出力される電流あるいは電力の測定値を入力し、電圧指令発生器がこの電流あるいは電力が、入力時(同期機が電動機動作時)には最小、出力時(同期機が発電機動作時)には最大になるように電圧指令を調整する構成にしても、同様の効果が得られることは明らかである。

【 0 0 2 8 】

一方、以上に述べた損失最小条件を、上記のような損失計算を行わずに他の条件により求めることも可能である。図 4 に、図 3 に示した実験結果を、電機子電流と界磁電流の比と発電電力の関係に整理しなおしたものを、異なる軸仕事入力(335 W)の場合の結果と合わせてグラフに示す。図 4 より、この実験条件の場合、いずれの入力の場合でも電機子電流と界磁電流の比が 0.5 前後において、発電電力が最大になることが分かる。図 3 に示すように、力率 1 に制御された同期機においては電機子電圧を操作すれば電機子電流と界磁電流の比を変えることができるので、電機子電圧を所望の値に制御すれば損失最小条件で同期機を運転することができる。

【 0 0 2 9 】

ここで、図 4 に示す現象について理論的に検討する。力率 1 で運転される同期機において、電機子鎖交磁束の絶対値 $|\Phi|$ は次式で表される。

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

【数 6】

$$|\Phi| = L \sqrt{\left(\frac{M}{L}\right)^2 i_f^2 - i_\delta^2} \quad \dots (5)$$

【0031】

ただしLは電機子巻線の自己インダクタンス、Mは界磁巻線と電機子巻線の相互インダクタンスであり、電機子巻線の自己インダクタンスは回転子位置により変化しない、すなわちLの突極性はないものとする。先に述べたようにトルクは(3)式で、同期機の損失は(4)式で表される。この時、トルクと損失の比であるトルク損失比εは次式で表される 10

【0032】

【数 7】

$$\varepsilon = \frac{\tau}{P_{loss}} = \frac{L}{r} \cdot \frac{\sqrt{\left(\frac{M}{L}\right)^2 k - 1}}{1 + \frac{r_f}{r} k} \quad \text{ただし、} k = \left(\frac{i_f}{i_\delta}\right)^2 \quad \dots (6)$$

20

【0033】

このトルク損失比εを最大にするk=k_{opt}において、トルク損失比εをkで偏微分した値は0になり、この条件の数式を整理すると次式が得られる。

【0034】

【数 8】

$$k_{opt} = \frac{2 + \zeta \frac{r}{r_f}}{2\zeta - 1} \quad \text{ただし、} \zeta = \left(\frac{M}{L}\right)^2 \quad \dots (7)$$

30

【0035】

(7)式より分かるように、トルク損失比が最大、すなわち損失が最小となる条件では、(7)式で求められるkに相当する、電機子電流と界磁電流の比によって同期機は運転されている。

実際の同期機では、Lの突極性や鉄損の影響により、損失最小となる点は(7)式の条件と完全に一致するわけではないが、図4に示すように最小損失運転点付近では損失の変動は比較的緩やかであるので、(7)式により求めた運転点にちかい電流比で同期機を運転することにより、実用上十分な精度で損失最小となる運転を実現することができる。

【0036】

図5に、以上に述べた動作を行う場合の電圧指令発生器の構造を示す。電機子電流に相当するδ軸電流指令i_δ*はゲイン19により増幅され、このゲイン19の大きさは、たとえば上記損失最小時のk_{opt}の平方根に相当する値であってもよく、また実測により決定された所定の電流比でも良い。ゲイン倍されたδ軸電流指令i_δ*と界磁電流指令i_f*は加算器20にて差分が計算される。制御器21は、この差分を演算して線間電圧指令v_a*を算出、出力し、これにより電機子電流と界磁電流の比がゲイン19の値に一致するように制御するもので、例えば積分器あるいはPI制御器である。 40

【0037】

なお、(2)式および(5)式より分かるように、線間電圧指令を変化させることにより界磁電流が変化する割合は回転速度に逆比例するので、制御器21のゲインは回転速度に比例するようにしてもよく、このようにすると回転速度の影響を受けずに安定した電流比 50

の制御を行うことができる。なお、界磁磁束に永久磁石磁束を併用している同期機では、磁束と電流の関係が(5)式と異なるので(7)式による電流比をそのまま適用することはできないが、永久磁石磁束を等価な界磁電流で考え、この永久磁石分の等価界磁電流と実際の界磁電流を加えた値を所望の電流比に調整するようにすれば、近似的に損失最小に近い状態で運転することができる。

【0038】

実施の形態3.

図6は、実施の形態3における巻線界磁式同期機のベクトル制御装置を示す構成図である。この制御装置は、電圧制御を行わない従来の同期機の制御装置に、軽負荷時の効率を改善する機能を加えたものである。図において1~17は実施の形態1と同じである。磁束指令発生器24は、電機子電流指令 i_d^* および界磁電流指令 i_f^* より同期機の損失を計算し、この損失が最小となるような磁束指令 ϕ^* を発生する。(2)式より同期機の磁束を操作することにより電機子電圧を操作できることは自明であるので、磁束指令 ϕ^* を操作しても実施の形態2と同様の損失最小運転を実現することができる。

【0039】

磁束指令発生器24は実施の形態2同様に同期機の損失が最小となる磁束指令を探索する動作、あるいは図5同様に電機子電流と界磁電流が所定の比率になるように磁束指令を操作する動作を行う。なお後者の構成を用いる場合には、磁束指令を変化させることによる界磁電流の変化はほぼ比例であるので、実施の形態2で説明したように制御器のゲインを回転速度に比例させる必要はない。なお、実施の形態1に上述した磁束指令発生器24を設け、電機子電流指令 i_d^* および界磁電流指令 i_f^* より同期機の損失を計算し、この損失が最小となるような磁束指令 ϕ^* を発生するようにしてもよい。

【0040】

微分器22は回転子位相 θ を微分して同期機の回転速度を求め、磁束指令上限発生器23は回転速度によって決定される磁束指令の最大値を求め、この値により磁束指令発生器24は発生する磁束指令 ϕ^* の値を制限する。なお、磁束指令上限発生器23の出力は、非特許文献1などに示された従来の制御装置において、回転速度を参照して決定される磁束指令の値と同様であり、電機子電圧の飽和を防ぐために設定されるものである。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】この発明の実施の形態1における巻線界磁式同期機のベクトル制御装置を示す構成図である。

【図2】実施の形態2における巻線界磁式同期機のベクトル制御装置を示す構成図である。

【図3】トルク一定時の同期発電機の出力および電機子電流・界磁電流の、電機子電圧による変化の様子を示す実験結果を表す図である。

【図4】電機子電流と界磁電流の比と発電電力の関係を示す実験結果を表す図である。

【図5】実施の形態2における電圧指令発生器を示す構造図である。

【図6】実施の形態3における巻線界磁式同期機のベクトル制御装置を示す構成図である。

【符号の説明】

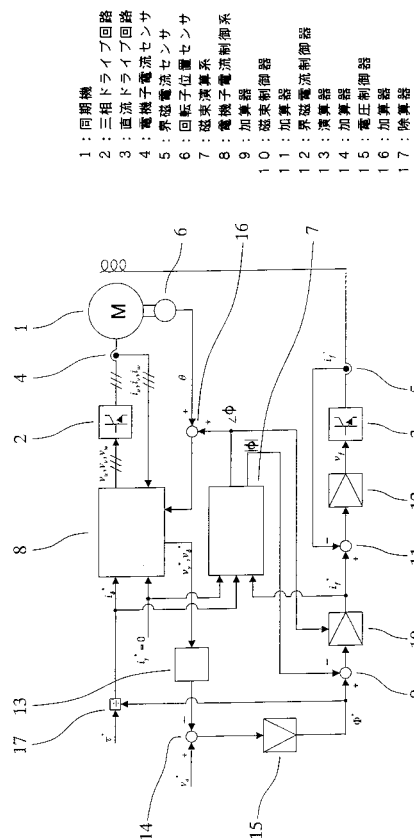
【0042】

- | | | | |
|----|----------|----|----------|
| 1 | 同期機 | 2 | 三相ドライブ回路 |
| 3 | 直流ドライブ回路 | 4 | 電機子電流センサ |
| 5 | 界磁電流センサ | 6 | 回転子位置センサ |
| 7 | 磁束演算系 | 8 | 電機子電流制御系 |
| 9 | 加算器 | 10 | 磁束制御器 |
| 11 | 加算器 | 12 | 界磁電流制御器 |
| 13 | 演算器 | 14 | 加算器 |
| 15 | 電圧制御器 | 16 | 加算器 |

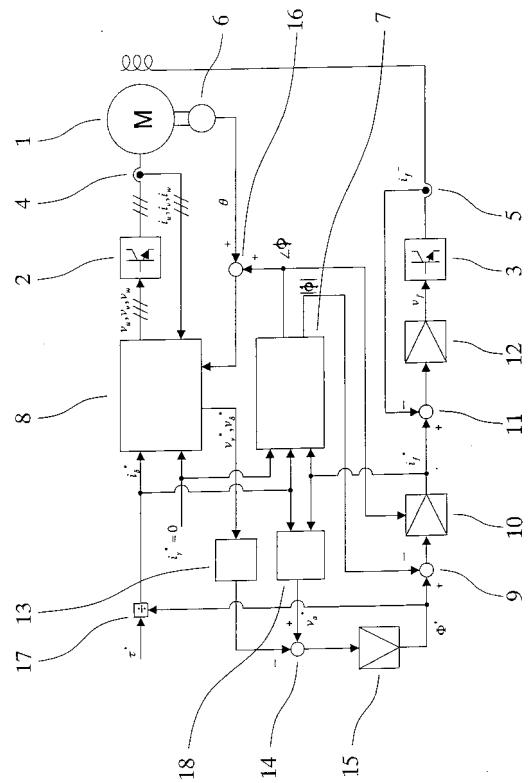
- 17 除算器
19 ゲイン
21 制御器
23 磁束指令上限発生器

- 18 電圧指令発生器
20 加算器
22 微分器
24 磁束指令発生器。

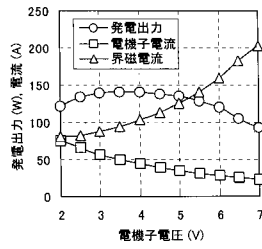
【図1】



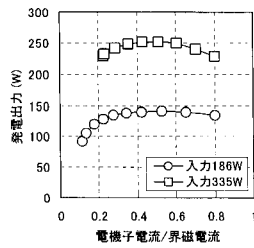
【図2】



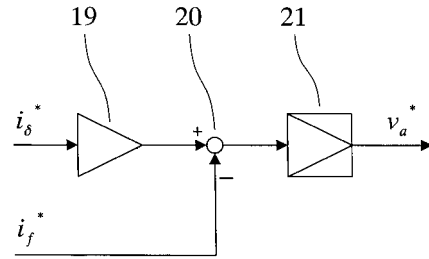
【図 3】



【図 4】

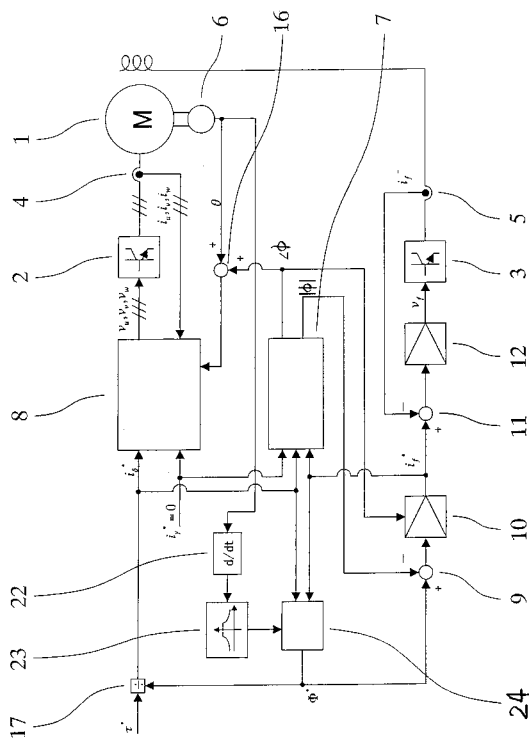


【図 5】



19: ゲイン 20: 加算器 21: 制御器

【図 6】



22: 微分器 23: 磁束指令上限発生器 24: 磁束指令発生器

フロントページの続き

(72)発明者 葉石 敦生

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 小林 勝

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内

F ターム(参考) 5H505 BB02 DD03 DD06 EE30 EE41 GG02 GG04 GG08 HA08 JJ06

LL22 LL41

5H576 BB02 DD02 DD05 EE01 EE02 GG02 GG04 GG08 HA02 JJ06

LL22 LL41