

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4771384号

(P4771384)

(45) 発行日 平成23年9月14日(2011.9.14)

(24) 登録日 平成23年7月1日(2011.7.1)

(51) Int.Cl. F 1
H02P 21/00 (2006.01)
H02P 27/04 (2006.01)
H02P 5/408 A

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2009-13227 (P2009-13227)	(73) 特許権者	000232807
(22) 出願日	平成21年1月23日 (2009.1.23)		日本輸送機株式会社
(65) 公開番号	特開2010-172125 (P2010-172125A)		京都府長岡京市東神足2丁目1番1号
(43) 公開日	平成22年8月5日 (2010.8.5)	(74) 代理人	110000475
審査請求日	平成21年1月23日 (2009.1.23)		特許業務法人みのり特許事務所
		(72) 発明者	刀谷 郁也
			京都府長岡京市東神足2丁目1番1号 日
			本輸送機株式会社内
		審査官	尾家 英樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】誘導電動機の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力された速度指令値に従って、速度センサを備えていない誘導電動機を、当該誘導電動機の一次電流を参照しながら制御する制御装置であって、

トルク電流指令値と前記一次電流から求めた実際のトルク電流との偏差、及び磁化電流指令値と前記一次電流から求めた実際の磁化電流との偏差が0になるようなd軸電圧指令値及びq軸電圧指令値を求める電流制御部と、

前記d軸電圧指令値及び前記q軸電圧指令値に基づいて、トルク電流予測値を求める電流予測値計算部と、

前記トルク電流予測値と前記実際のトルク電流との偏差が0になるような一次角周波数を求める周波数制御部と、

前記一次角周波数に滑り角周波数を加味して求めた前記誘導電動機の回転速度と前記速度指令値との偏差が0になるように、少なくとも前記トルク電流指令値を決定する速度制御部と、

を備えたことを特徴とする制御装置。

【請求項2】

次式により、前記トルク電流予測値 (I_q^{**}) が計算されることを特徴とする請求項1に記載の制御装置。

【数 1】

$$\begin{pmatrix} I_d^{**} \\ I_q^{**} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 & -\omega_1(L_1 + L_2) \\ \omega_1(L_1 + L_2 + L_M) & R_1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} V_d^* \\ V_q^* \end{pmatrix}$$

(ただし、 R_1 、 L_1 、 L_2 、 L_M はそれぞれ前記誘導電動機の一次抵抗、一次インダクタンス、二次インダクタンス、相互インダクタンス、 ω_1 は前記一次角周波数、 V_d^* は前記 d 軸電圧指令値、 V_q^* は前記 q 軸電圧指令値である)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、入力された速度指令値に従って、速度センサを備えていない誘導電動機を、当該誘導電動機の一次電流を参照しながら制御する制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、電動機の制御装置は、制御すべき電動機の種類等に応じて様々なタイプのものが使用されている。例えば、速度センサを備えていない誘導電動機をベクトル制御する従来の制御装置としては、非特許文献 1 に記載の図 2 のものが知られている。

【0003】

この制御装置 100 は、入力された速度指令値 ω_r^* に従って、誘導電動機 20 の一次電流 $I_{U,V,W}$ を参照しながら当該誘導電動機 20 をベクトル制御するものである。

20

この制御装置 100 において、速度制御部 2 は、速度指令値 ω_r^* と演算により求められた実際の回転速度 ω_r との偏差が 0 になるような界磁電流指令値 I_d^* 及びトルク電流指令値 I_q^* を求める。三相-二相変換部 6 は、検出した一次電流 $I_{U,V,W}$ から実際のトルク電流 I_q を求める。周波数制御部 7 は、B 部において求められたトルク電流指令値 I_q^* と実際のトルク電流 I_q との偏差が 0 になるような一次角周波数 ω_1 を求める。

【0004】

また、電圧演算部 11 は、界磁電流指令値 I_d^* 、トルク電流指令値 I_q^* 、一次角周波数 ω_1 及び誘導電動機 20 の定数に基づいて、次式により、d 軸電圧指令値 V_d^* 及び q 軸電圧指令値 V_q^* を求める。

30

【数 1】

$$\begin{pmatrix} V_d^* \\ V_q^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 & -\omega_1(L_1 + L_2) \\ \omega_1(L_1 + L_2 + L_M) & R_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_d^* \\ I_q^* \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

ここで、 R_1 、 L_1 、 L_2 、 L_M はそれぞれ誘導電動機 20 の一次抵抗、一次インダクタンス、二次インダクタンス、相互インダクタンスである。

【0005】

二相-三相変換部 4 は、d 軸電圧指令値 V_d^* 及び q 軸電圧指令値 V_q^* を三相に変換して一次電圧指令値 $V_{U,V,W}$ を出力する。そして、インバータ 5 は、この一次電圧指令値 $V_{U,V,W}$ に基づいて誘導電動機 20 を駆動する。

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献 1】「交流電動機可変速駆動の基礎と応用」、電気学会 交流電動機駆動方式の技術分類・用語整理調査専門委員会 編、1998 年 10 月 28 日、p. 93 (図 4. 16)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

50

前記の通り、この従来の制御装置 100 は、一次角周波数 ω_1 を介したフィードバック制御を行っている。しかしながら、一般に一次角周波数 ω_1 は誘導電動機 20 の負荷の急激な変動等に対して緩やかにしか変動しないので、制御装置 100 は、負荷の変動等に対する応答性が悪かった。このため、従来の制御装置 100 では、誘導電動機 20 の最新の状態に応じて d 軸電圧指令値 V_d^* 及び q 軸電圧指令値 V_q^* が更新されるまでの間に、インバータ 5 及び誘導電動機 20 に過電流が流れ続け、これらが損傷する場合があった。

【0008】

本発明は上記事情を鑑みてなされたものであり、その課題とするところは、応答性が良く、しかも構成が比較的簡素な誘導電動機の制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

【0009】

上記課題を解決するために、本発明に係る制御装置は、入力された速度指令値に従って、速度センサを備えていない誘導電動機を、該誘導電動機の一次電流を参照しながら制御する制御装置であって、トルク電流指令値と前記一次電流から求めた実際のトルク電流との偏差、及び磁化電流指令値と前記一次電流から求めた実際の磁化電流との偏差が 0 になるような d 軸電圧指令値及び q 軸電圧指令値を求める電流制御部と、前記 d 軸電圧指令値及び前記 q 軸電圧指令値に基づいて、トルク電流予測値を求める電流予測値計算部と、前記トルク電流予測値と前記実際のトルク電流との偏差が 0 になるような一次角周波数を求める周波数制御部と、前記一次角周波数に滑り角周波数を加味して求めた前記誘導電動機の回転速度と前記速度指令値との偏差が 0 になるように、少なくとも前記トルク電流指令値を決定する速度制御部とを備えている。

20

【0010】

上記制御装置において、前記トルク電流予測値 (I_q^{**}) は、次式により計算されることが好ましい。

【数 2】

$$\begin{pmatrix} I_d^{**} \\ I_q^{**} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 & -\omega_1(L_1 + L_2) \\ \omega_1(L_1 + L_2 + L_M) & R_1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} V_d^* \\ V_q^* \end{pmatrix}$$

(ただし、 R_1 、 L_1 、 L_2 、 L_M はそれぞれ前記誘導電動機の一次抵抗、一次インダクタンス、二次インダクタンス、相互インダクタンス、 ω_1 は前記一次角周波数、 V_d^* は前記 d 軸電圧指令値、 V_q^* は前記 q 軸電圧指令値である)

30

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、応答性が良く、しかも構成が比較的簡素な誘導電動機の制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】本発明に係る制御装置のブロック図である。

【図 2】従来の制御装置のブロック図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図 1 を参照して、本発明に係る誘導電動機の制御装置の好ましい実施形態について説明する。

【0014】

本発明に係る制御装置 1 は、入力された速度指令値 ω_r^* に従って、誘導電動機 20 の一次電流 $I_{U,V,W}$ を参照しながら当該誘導電動機 20 をベクトル制御するものである。

速度制御部 2 は、速度指令値 ω_r^* と演算により求められた実際の回転速度 ω_r との偏差が 0 になるような界磁電流指令値 I_d^* 及びトルク電流指令値 I_q^* を P I 制御により求める。電流制御部 3 は、この界磁電流指令値 I_d^* と一次電流 $I_{U,V,W}$ から求められた実際の界

50

磁電流 I_d との偏差が 0 になるような d 軸電圧指令値 V_d^* と、トルク電流指令値 I_q^* と実際のトルク電流 I_q との偏差が 0 になるような q 軸電圧指令値 V_q^* とを P I 制御により求める。

【0015】

二相－三相変換部 4 は、次式を用いて d 軸電圧指令値 V_d^* 及び q 軸電圧指令値 V_q^* を三相に変換し、一次電圧指令値 $V_{U,V,W}$ を出力する。なお、次式中の θ_1 は、一次角周波数 ω_1 を積分部 8 で時間積分して得た磁束角である。

【数 3】

$$\begin{cases} V_\alpha = V_d^* \times \cos(\theta_1) - V_q^* \times \sin(\theta_1) \\ V_\beta = V_d^* \times \sin(\theta_1) + V_q^* \times \cos(\theta_1) \end{cases} \quad \dots (2) \quad 10$$

【数 4】

$$\begin{cases} V_U = V_\alpha \\ V_V = V_\alpha \times \cos(120^\circ) + V_\beta \times \sin(120^\circ) \\ V_W = V_\alpha \times \cos(240^\circ) - V_\beta \times \sin(240^\circ) \end{cases} \quad \dots (3) \quad 20$$

そして、インバータ 5 は、この一次電圧指令値 $V_{U,V,W}$ に基づいて誘導電動機 20 を駆動する。

【0016】

三相－二相変換部 6 は、インバータ 5 から誘導電動機 20 に向かって流れる一次電流 $I_{U,V,W}$ (三相) を参照し、次式により、実際の界磁電流 I_d 及びトルク電流 I_q を求める。

【数 5】

$$\begin{cases} I_\alpha = \frac{2}{3} \{ I_U - \cos(60^\circ) \times I_V - \cos(60^\circ) \times I_W \} \\ I_\beta = \frac{2}{3} \{ \cos(30^\circ) \times I_V - \cos(30^\circ) \times I_W \} \end{cases} \quad \dots (4) \quad 30$$

【数 6】

$$\begin{cases} I_d = I_\alpha \times \cos(\theta_1) + I_\beta \times \sin(\theta_1) \\ I_q = -I_\alpha \times \sin(\theta_1) + I_\beta \times \cos(\theta_1) \end{cases} \quad \dots (5) \quad 40$$

【0017】

前記の通り、界磁電流 I_d 及びトルク電流 I_q は、電流制御部 3 において、d 軸電圧指令値 V_d^* 及び q 軸電圧指令値 V_q^* を求める際に使用される。

つまり、本発明に係る制御装置 1 では、界磁電流 I_d 及びトルク電流 I_q が直接フィードバックされ、そのフィードバック結果に応じた d 軸電圧指令値 V_d^* 及び q 軸電圧指令値 V_q^* が求められる。したがって、本発明によれば、一次角周波数 ω_1 を介したフィードバックを行う従来のものよりも、応答性が良い制御装置を実現することができる。

【0018】

ところで、本発明に係る制御装置 1 では、電流制御部 3 において従来の電流演算部 11 (図 2 参照) で用いられていた (1) 式を使用しない。したがって、このままでは、界磁電流指令値 I_d^* 及びトルク電流指令値 I_q^* と、d 軸電圧指令値 V_d^* 及び q 軸電圧指令値 V_q^* との間で (1) 式の関係が成立せず、誘導電動機 20 をベクトル制御することはできない。

【0019】

そこで、本発明に係る制御装置 1 は、一次角周波数 ω_1 、d 軸電圧指令値 V_d^* 及び q 軸電圧指令値 V_q^* に基づいて、実際に流れるであろうトルク電流 I_q (=トルク電流予測値

I_q^{**})を求める電流予測値計算部10を備えている。トルク電流予測値 I_q^{**} は、次式により求められる。

【数7】

$$\begin{pmatrix} I_d^{**} \\ I_q^{**} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 & -\omega_1(L_1 + L_2) \\ \omega_1(L_1 + L_2 + L_M) & R_1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} V_d^* \\ V_q^* \end{pmatrix} \quad \dots (6)$$

上記(6)式は、(1)式で用いられている行列の逆行列を用いている。したがって、d軸電圧指令値 V_d^* 及びq軸電圧指令値 V_q^* と、この式で得られる界磁電流予測値 I_d^{**} 及びトルク電流予測値 I_q^{**} との間には、(1)式の関係が成立することになる。

10

【0020】

なお、トルク電流予測値 I_q^{**} は、d軸電圧指令値 V_d^* 及びq軸電圧指令値 V_q^* ではなく、誘導電動機20の一次電圧を参照することによっても求めることができるが、この場合は、トルク電流予測値 I_q^{**} を求めるための計算が上記(6)式の計算よりも複雑なものになってしまう。したがって、構成を比較的簡素にするという観点から、トルク電流予測値 I_q^{**} は、(6)式に示すようにd軸電圧指令値 V_d^* 及びq軸電圧指令値 V_q^* に基づいて求めるのが望ましい。

【0021】

周波数制御部7は、A部において求められたトルク電流予測値 I_q^{**} と実際のトルク電流 I_q との偏差が0になるような一次角周波数 ω_1 を求める。その後、一次角周波数 ω_1 は、滑り角周波数計算部9から出力される滑り角周波数 ω_{s1} が加味されて誘導電動機20の実際の回転速度 ω_r となる。そして、速度制御部2は、この回転速度 ω_r と速度指令値 ω_r^* との偏差が0になるような界磁電流指令値 I_d^* 及びトルク電流指令値 I_q^* を求める。

20

【0022】

結局、本発明に係る制御装置によれば、界磁電流 I_d 及びトルク電流 I_q を直接フィードバックし、その結果に応じたd軸電圧指令値 V_d^* 及びq軸電圧指令値 V_q^* が求めることにより、一次角周波数 ω_1 を介したフィードバックを行う従来の制御装置よりも、応答性を向上させることができる。

また、本発明に係る制御装置によれば、(6)式を用いてトルク電流予測値 I_q^{**} を求め、そのトルク電流予測値 I_q^{**} と実際のトルク電流 I_q との偏差が0になるような一次角周波数 ω_1 を求めることにより、比較的簡素な構成で(1)式の関係を維持することができる。

30

【0023】

以上、本発明に係る制御装置の好ましい実施形態について説明してきたが、本発明は上記構成に限定されるものではない。

例えば、界磁電流指令値 I_d^* は、速度制御部2でPI制御により求められるのではなく、予め決められた定数とすることができる。また、界磁電流指令値 I_d^* 及びトルク電流指令値 I_q^* は、実際の回転数 ω_r に応じた必要トルクに基づいて求めることもできる。

この他、速度制御部2、電流制御部3及び周波数制御部7における制御はPI制御に限定されず、PID制御等の他の制御方法とすることもできる。

40

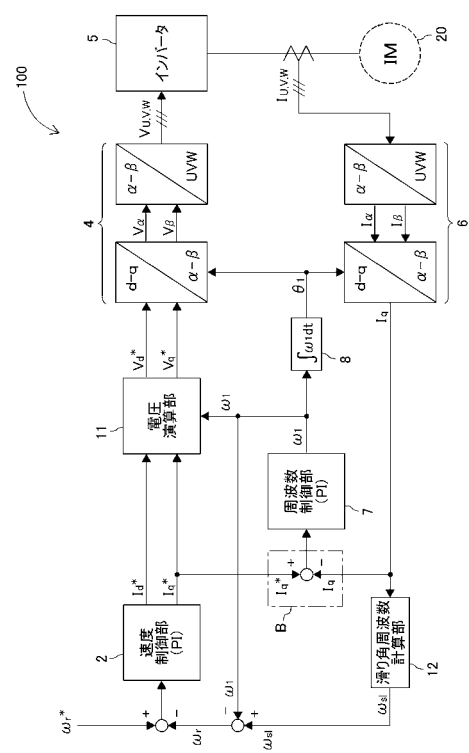
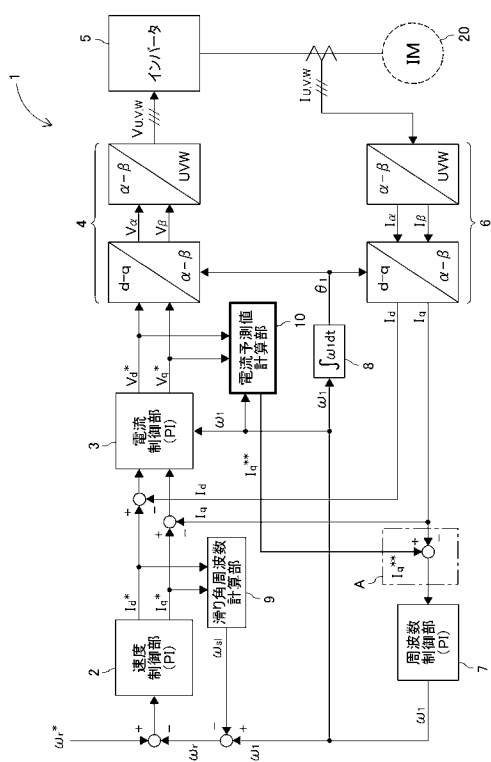
【符号の説明】

【0024】

- 1 制御装置
- 2 速度制御部
- 3 電流制御部
- 4 二相－三相変換部
- 5 インバータ
- 6 三相－二相変換部
- 7 周波数制御部
- 8 積分部

50

- 【図 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平08-080096 (JP, A)
特開2002-186296 (JP, A)
特開平09-056198 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02P 21/00-29/04