

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4839552号
(P4839552)

(45) 発行日 平成23年12月21日 (2011.12.21)

(24) 登録日 平成23年10月14日 (2011.10.14)

(51) Int. Cl.	F I
H O 2 P 21/00 (2006.01)	H O 2 P 5/408 A
H O 2 P 27/04 (2006.01)	H O 2 P 5/408 E

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2001-279609 (P2001-279609)	(73) 特許権者	000005234
(22) 出願日	平成13年9月14日 (2001.9.14)		富士電機株式会社
(65) 公開番号	特開2003-88198 (P2003-88198A)		神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(43) 公開日	平成15年3月20日 (2003.3.20)	(74) 代理人	100075166
審査請求日	平成20年7月15日 (2008.7.15)		弁理士 山口 巖
		(74) 代理人	100085833
			弁理士 松崎 清
		(72) 発明者	石井 新一
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
			富士電機株式会社内
		(72) 発明者	田島 宏一
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
			富士電機株式会社内
		審査官	當間 庸裕

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘導電動機の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可変電圧可変周波数インバータを用い誘導電動機の二次磁束を補正するような該インバータの出力電圧を発生しつつ、該電動機を可変速駆動する誘導電動機の制御方法において、

前記可変電圧可変周波数インバータから前記誘導電動機への出力電流と、該インバータから該電動機への出力電圧又は該出力電圧を発生させるための該インバータへの出力電圧指令値とに基づいて該電動機の二次磁束演算値とトルク電流演算値とをそれぞれ導出し、前記二次磁束演算値と二次磁束指令値との偏差を入力とする磁束調節器により前記偏差を零にする一次電圧補正值を求め、この一次電圧補正值を前記電圧指令値に加算して電圧指令値を補正するとともに、前記トルク電流演算値によりすべり周波数演算値を求め、すべり周波数演算値により前記誘導電動機への周波数指令を補正することを特徴とする誘導電動機の制御方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の誘導電動機の制御方法において、

前記誘導電動機の二次磁束演算値とトルク電流演算値とをそれぞれ導出する際には、前記誘導電動機の電気定数としての励磁インダクタンスと漏れインダクタンスとを用いることを特徴とする誘導電動機の制御方法。

【請求項 3】

可変電圧可変周波数インバータを用い誘導電動機の二次磁束を補正するような該インバ

ータの出力電圧を発生しつつ、該電動機を可変速駆動する誘導電動機の制御方法において、

前記可変電圧可変周波数インバータから前記誘導電動機への出力電流と、該インバータから該電動機への出力電圧又は該出力電圧を発生させるための該インバータへの出力電圧指令値とに基づいて該電動機の二次磁束演算値と軸トルク演算値とをそれぞれ導出し、前記二次磁束演算値と二次磁束指令値との偏差を入力とする磁束調節器により前記偏差を零にする一次電圧補正值を求め、この一次電圧補正值を前記電圧指令値に加算して電圧指令値を補正するとともに、前記軸トルク演算値によりすべり周波数演算値を求め、この求めたすべり周波数演算値により前記誘導電動機への周波数指令を補正することを特徴とする誘導電動機の制御方法。

10

【請求項 4】

請求項 3 に記載の誘導電動機の制御方法において、
前記誘導電動機の二次磁束演算値を導出する際には、該電動機の電気定数としての励磁インダクタンスと漏れインダクタンスとを用い、前記誘導電動機の軸トルク演算値を導出する際には、該電動機の電気定数としての一次抵抗値を用いることを特徴とする誘導電動機の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、可変電圧可変周波数インバータを用い誘導電動機の二次磁束を補正するような該インバータの出力電圧を発生しつつ、所謂、速度センサレスで該電動機を可変速駆動する誘導電動機の制御方法に関する。

20

【0002】

【従来の技術】

この種の誘導電動機の従来の制御方法としては、例えば特開昭 50 - 121724 号公報に開示されているように、可変電圧可変周波数インバータ（以下、単にインバータとも称する）から誘導電動機に給電される無効電力に基づいて該電動機の二次磁束演算値を求め、この磁束演算値が該電動機の二次磁束の定格値になるように前記インバータの出力電圧を補正して、該インバータで駆動される誘導電動機の可変速特性を改善することが行われていた。

30

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

上述の従来の誘導電動機の制御方法では、誘導電動機の二次磁束の補正が行われているが該電動機のすべりに対する補償が行われておらず、その結果、該電動機の負荷が変動すると、前記電動機の回転速度もすべり分だけ変動するという難点があった。

【0004】

この発明の目的は、上記問題点を解決する誘導電動機の制御方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

40

この第 1 の発明は、可変電圧可変周波数インバータを用い誘導電動機の二次磁束を補正するような該インバータの出力電圧を発生しつつ、該電動機を可変速駆動する誘導電動機の制御方法において、

前記可変電圧可変周波数インバータから前記誘導電動機への出力電流と、該インバータから該電動機への出力電圧又は該出力電圧を発生させるための該インバータへの出力電圧指令値とに基づいて該電動機の二次磁束演算値とトルク電流演算値とをそれぞれ導出し、前記二次磁束演算値と二次磁束指令値との偏差を入力とする磁束調節器により前記偏差を零にする一次電圧補正值を求め、この一次電圧補正值を前記電圧指令値に加算して電圧指令値を補正するとともに、前記トルク電流演算値によりすべり周波数演算値を求め、すべり周波数演算値により前記誘導電動機への周波数指令を補正することを特徴とする。

50

【 0 0 0 6 】

第 2 の発明は前記第 1 の発明の誘導電動機の制御方法において、

前記誘導電動機の二次磁束演算値とトルク電流演算値とをそれぞれ導出する際には、前記誘導電動機の電気定数としての励磁インダクタンスと漏れインダクタンスとを用いることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

また、第 3 の発明は前記誘導電動機の制御方法において、

前記可変電圧可変周波数インバータから前記誘導電動機への出力電流と、該インバータから該電動機への出力電圧又は該出力電圧を発生させるための該インバータへの出力電圧指令値とに基づいて該電動機の二次磁束演算値と軸トルク演算値とをそれぞれ導出し、前記二次磁束演算値と二次磁束指令値との偏差を入力とする磁束調節器により前記偏差を零にする一次電圧補正值を求め、この一次電圧補正值を前記電圧指令値に加算して電圧指令値を補正するとともに、前記軸トルク演算値によりすべり周波数演算値を求め、この求めたすべり周波数演算値により前記誘導電動機への周波数指令を補正することを特徴とする。

10

【 0 0 0 8 】

第 4 の発明は前記第 3 の発明の誘導電動機の制御方法において、

前記誘導電動機の二次磁束演算値を導出する際には該電動機の電気定数としての励磁インダクタンスと漏れインダクタンスとを用い、前記誘導電動機の軸トルク演算値を導出する際には該電動機の電気定数としての一次抵抗値を用いることを特徴とする。

20

【 0 0 0 9 】

この発明によれば、可変電圧可変周波数インバータを介して誘導電動機の二次磁束を補正しつつ該電動機を可変速度駆動するときに、後述の如き該電動機のすべり補償機能を付加することにより、該インバータで駆動される誘導電動機の可変速特性をより改善することができる。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

図 1 は、この発明の第 1 の実施の形態を示す誘導電動機の制御装置の回路構成図である。

【 0 0 1 1 】

図 1 において、1 は後述の制御装置 10 からの各相の電圧指令 v_u^* 、 v_v^* 、 v_w^* （交流量）を PWM 演算して内蔵するインバータ主回路を形成するそれぞれの半導体スイッチへのオン、オフ駆動信号に変換し、このオン、オフ駆動信号に基づき前記インバータ主回路から三相の出力電圧を発生するインバータ、2 はインバータ 1 から給電される誘導電動機、3 はインバータ 1 から誘導電動機 2 に流れる各相の電流 i_u 、 i_v 、 i_w を検出する電流検出器、10 はインバータ 1 を介した誘導電動機 2 を可変速制御する制御装置である。

30

【 0 0 1 2 】

この制御装置 10 には磁束指令演算器 11 と、乗算演算器 12 と、加算演算器 13、14 と、電圧指令演算器 15 と、積分演算器 16 と、ベクトル回転器 17 と、磁束・トルク電流演算器 18 と、加算演算器 19 と、磁束調節器 20 と、すべり演算器 21 とを備えている。

40

【 0 0 1 3 】

図 1 に示した制御装置 10 において、まず、磁束指令演算器 11 は外部から指令される角周波数指令 ω^* を誘導電動機 2 の二次磁束指令 ψ_2^* に変換する演算を行うが、図示の如く角周波数指令 ω^* が誘導電動機 2 の定格角周波数までは一定値の二次磁束指令 ψ_2^* を出力し、該定格角周波数を越えると角周波数指令 ω^* に反比例した値の二次磁束指令 ψ_2^* を出力する。加算演算器 13 は角周波数指令 ω^* と後述のすべり角周波数の演算値 s_1 とを加算した誘導電動機 2 の一次角周波数指令 ω_1^* を出力する。乗算演算器 12 では二次磁束指令 ψ_2^* と一次角周波数指令 ω_1^* とを乗算して得られる誘導電動機 2 の一次電圧基準値を出力するが、周知の如く、角周波数指令 ω^* に比してすべり周波数の演算値 s_1 の値は僅

50

かであるため、前記一次電圧基準値は角周波数指令 ω_1^* が前記定格角周波数までは角周波数指令 ω_1^* にほぼ比例して増大し、前記定格角周波数を越えると、この領域では前記一次電圧基準値はほぼ一定値となる。

【0014】

次に、加算演算器14は前記一次電圧基準値に後述の磁束調節器20の出力である誘導電動機2の二次磁束補正のための一次電圧補正值とを加算した誘導電動機2の一次電圧 V_1 の絶対値(大きさ)に対応した出力電圧指令値 $|V_1^*|$ を出力する。電圧指令演算器15では前記出力電圧指令値 $|V_1^*|$ に対応した振幅とし、前記一次角周波数指令 ω_1^* を積分演算器16での時間積分演算で得られる角度指令 θ^* に基づいた三相の電圧指令 v_u^* , v_v^* , v_w^* それぞれに変換している。

10

【0015】

また、ベクトル回転器17では電流検出器2で得られた検出値 i_u , i_v , i_w を前記角度指令 θ^* に基づくベクトル回転演算により直交した2軸(d-q軸)の値 i_{1d} , i_{1q} に変換している。

【0016】

以下に、図1に示した実施形態回路構成図におけるこの発明の主要な構成要素である磁束・トルク電流演算器18, 加算演算器19, 磁束調節器20, すべり演算器21それぞれの動作を、図2に示す誘導電動機のT-1形等価回路図を参照しつつ、説明する。

【0017】

図2において、誘導電動機の無効電力Qは該電動機の一次角周波数を ω_1 とすると、下記式(1)で表される。

20

【0018】

【数1】

$$Q = \frac{1}{2} \cdot \omega_1 (L\sigma \cdot I_1^2 + Lm \cdot I_m^2) \quad \dots (1)$$

【0019】

また、誘導電動機の二次磁束 ϕ_2 は、下記式(2)で表される。

【0020】

【数2】

30

$$\phi_2 = Lm \cdot I_m \quad \dots (2)$$

【0021】

上記式(1), 式(2)から二次磁束 ϕ_2 は下記式(3)となる。

【0022】

【数3】

$$\phi_2 = \sqrt{Lm \left(\frac{2Q}{\omega_1} - L\sigma \cdot I_1^2 \right)} \quad \dots (3)$$

40

【0023】

すなわち磁束・トルク電流演算器18では一方の演算動作として、前記 ω_1^* と $|V_1^*|$ と i_{1d} と i_{1q} とをそれぞれ入力し、実効値 I_1 及び I_{1d} を求め、前記Qと等価な $V_1^* \cdot I_{1d}$ を演算し、これらの値と誘導電動機2の電気定数として温度変化による影響の無い励磁インダクタンス Lm と漏れインダクタンス $L\sigma$ とを前記式(3)に当てはめた誘導電動機2の二次磁束演算値 ϕ_{2E} を導出している。

【0024】

加算演算器19では前記 ϕ_{2E}^* と ϕ_{2E} との偏差を求め、この偏差を零にする調節演算を磁束調節器20に行わせ、この調節演算結果を、誘導電動機2の二次磁束 ϕ_2 を補正するための一次電圧補正值として出力することにより、インバータ1で駆動される誘導電動機2

50

の可変速特性を改善している。

【 0 0 2 5 】

また、図 2 において、一次電流 I_1 とトルク電流 I_T と励磁電流 I_M には下記式 (4) の関係がある。

【 0 0 2 6 】

【数 4】

$$I_1 = \sqrt{I_T^2 + I_M^2} \quad \cdots (4)$$

【 0 0 2 7 】

前記式 (2) , 式 (3) から励磁電流 I_M は下記式 (5) で表される。

【 0 0 2 8 】

【数 5】

$$I_M = \sqrt{\frac{1}{L_m} \left(\frac{2Q}{\omega_1} - L\sigma \cdot I_1^2 \right)} \quad \cdots (5)$$

【 0 0 2 9 】

上記式 (4) , 式 (5) からトルク電流 I_T は、下記式 (6) で表される。

【 0 0 3 0 】

【数 6】

$$I_T = \sqrt{\left(1 + \frac{L\sigma}{L_m} \right) I_1^2 - \frac{1}{L_m} \cdot \frac{2Q}{\omega_1}} \quad \cdots (6)$$

【 0 0 3 1 】

すなわち磁束・トルク電流演算器 18 では他方の演算動作として、前記 i_1^* と $|V_1^*|$ と i_{1d} と i_{1q} とをそれぞれ入力し、実効値 I_1 及び I_{1d} を求め、前記 Q と等価な $V_1^* \cdot I_{1d}$ を演算し、これらの値と誘導電動機 2 の電気定数としての励磁インダクタンス L_m と漏れインダクタンス L とを前記式 (6) に当てはめた誘導電動機 2 のトルク電流演算値 I_{TE} を導出している。

【 0 0 3 2 】

すべり演算器 21 では前記 i_2^* と I_{TE} とを入力し、さらに誘導電動機 2 の二次抵抗 R_2 を用いて、該電動機のすべり角周波数の演算値 ω_{s1} として、下記式 (7) の演算を行っている。

【 0 0 3 3 】

【数 7】

$$\omega_{s1} = (I_{TE} / \phi_2^*) R_2 \quad \cdots (7)$$

【 0 0 3 4 】

図 3 は、この発明の第 2 の実施の形態を示す誘導電動機の制御装置の回路構成図であり、図 1 に示した第 1 の実施形態回路と同一機能を有するものには同一符号を付して、ここではその説明を省略する。

【 0 0 3 5 】

すなわち、図 3 に示した制御装置 30 が図 1 に示した制御装置 10 と異なる点は、磁束・トルク電流演算器 18 とすべり演算器 21 に代えて、磁束演算器 31 とトルク演算器 32 とすべり演算器 33 とを備えていることである。

【 0 0 3 6 】

磁束演算器 31 は前記 i_1^* と $|V_1^*|$ と i_{1d} と i_{1q} とをそれぞれ入力し、実効値 I_1 及び I_{1d} を求め、前記 Q と等価な $V_1^* \cdot I_{1d}$ を演算し、これらの値と誘導電動機 2 の電気定数としての励磁インダクタンス L_m と漏れインダクタンス L とを前記式 (3) に当てはめた誘導電動機 2 の二次磁束演算値 ϕ_{2E} を導出している。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

また、トルク演算器 3 2 では、前記 i_1^* と $|V_1^*|$ と i_{1d} と i_{1q} とをそれぞれ入力し、実効値 I_{1d} 及び I_{1q} を求め、さらに誘導電動機 2 の一次電圧ベクトル V_{1d} 及び V_{1q} を求め、誘導電動機 2 の一次抵抗 R_1 を用いると、誘導電動機 2 の軸トルクの演算値 τ_E は誘導電動機 2 の一次磁束ベクトル ϕ_{1d} 及び ϕ_{1q} と前記 i_{1d} 及び i_{1q} の外積から、下記式 (8) のように表される。

【 0 0 3 8 】

【数 8】

$$\tau = \phi_{1d} \cdot i_{1q} - \phi_{1q} \cdot i_{1d}$$

10

$$= \frac{1}{\omega_1} \left(V_{1q} \cdot I_{1q} + V_{1d} \cdot I_{1d} - R_1 (I_{1d}^2 + I_{1q}^2) \right) \quad \dots (8)$$

【 0 0 3 9 】

すべり演算器 3 3 では前記 ω_2^* と τ_E とを入力し、トルク電流演算値 I_{TE} として $I_{TE} = \tau_E / \omega_2^*$ を求め、さらに誘導電動機 2 の二次抵抗 R_2 を用いて該電動機のすべり角周波数の演算値 ω_{s1} として、前記式 (7) の演算を行っている。

【 0 0 4 0 】

20

なお、図 1 及び図 3 に示したこの発明の実施形態回路では、インバータ 1 の出力電圧指令値を用いた回路構成であるが、この出力電圧指令値の代わりにインバータ 1 の出力電圧を検出して誘導電動機 2 を制御してもよい。

【 0 0 4 1 】

【発明の効果】

この発明によれば、誘導電動機が定格周波数以内の運転では出力電圧と出力周波数の比をほぼ一定にし、定格周波数以上の運転では前記出力電圧をほぼ一定にし出力周波数のみ可変にする可変電圧可変周波数インバータ（一般に、VVVF インバータと称される）において、該電動機の二次磁束の補正に加えて、前記電動機のすべりに対する補償も行う制御機能を付加することにより、前記インバータで駆動される誘導電動機の可変速特性をより改善することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の第 1 の実施の形態を示す誘導電動機の制御装置の回路構成図

【図 2】 誘導電動機の T - 1 形等価回路図

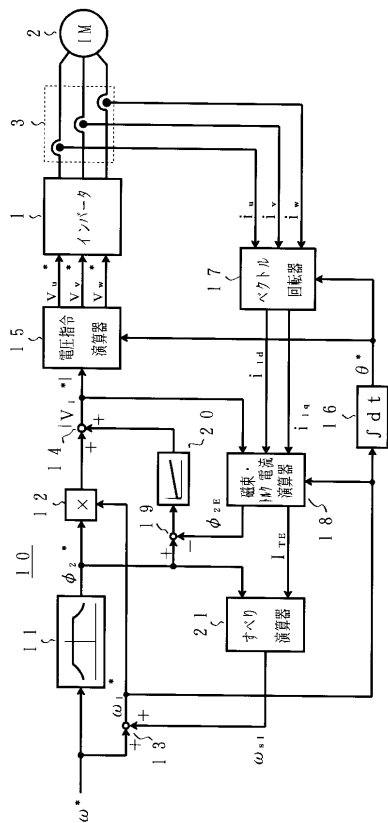
【図 3】 この発明の第 2 の実施の形態を示す誘導電動機の制御装置の回路構成図

【符号の説明】

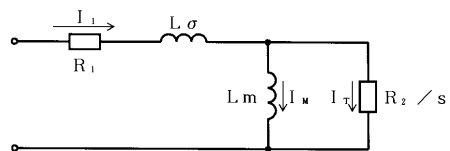
1...インバータ、2...誘導電動機、3...電流検出器、10...制御装置、11...磁束指令演算器、12...乗算演算器、13, 14...加算演算器、15...電圧指令演算器、16...積分演算器、17...ベクトル回転器、18...磁束・トルク電流演算器、19...加算演算器、20...磁束調節器、21...すべり演算器、30...制御装置、31...磁束演算器、32...トルク演算器、33...すべり演算器。

40

【図 1】

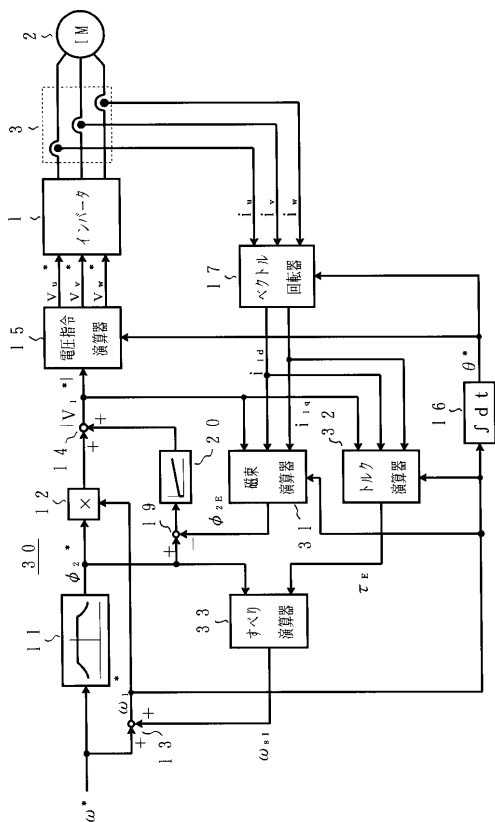


【図 2】



I_1 : 一次電流 R_1 : 一次抵抗
 I_m : 励磁電流 L_1 : 漏れインダクタンス
 I_2 : トルク電流 L_m : 励磁インダクタンス
 s : すべり R_2 : 二次抵抗

【図 3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭50-121724(JP,A)
特開昭64-089988(JP,A)
特開2000-095453(JP,A)
特開平09-121600(JP,A)
特開2001-224191(JP,A)
特開平07-143799(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02P21/00-27/18