(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3688353号
(P3688353)
(45)発行日　平成17年8月24日(2005.8.24)　(24)登録日　平成17年6月17日(2005.6.17)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H02P 5/41　H02P 5/41　302D
// H02P 5/00　H02P 5/00　A

請求項の数 4　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平7-208925
(22)出願日　平成7年8月16日(1995.8.16)
(65)公開番号　特開平9-56185
(43)公開日　平成9年2月25日(1997.2.25)
審査請求日　平成12年8月2日(2000.8.2)
審判番号　不服2003-10203(P2003-10203/J1)
審判請求日　平成15年6月5日(2003.6.5)

(73)特許権者　000002059
神鋼電機株式会社
東京都港区芝大門一丁目１番３０号
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100108578
弁理士　高橋　詔男
(74)代理人　100089037
弁理士　渡邊　隆
(74)代理人　100101465
弁理士　青山　正和
(74)代理人　100094400
弁理士　鈴木　三義
(74)代理人　100107836
弁理士　西　和哉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電動機の制御装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
電動機の回転速度を検出し、該検出した回転速度が外部から入力される速度指令値となるようフィードバック制御する電動機の制御装置において、
前記回転速度と前記速度指令値との差をとる第１の減算手段と、
前記第１の減算手段の出力を比例積分制御して、前記電動機に供給すべき電流値を指示する電流指令値を生成する電流指令値生成手段と、
前記電流指令値および前記電動機の回転速度に基づいて、前記電動機が有する相数に応じて各相毎の電流指令値を生成する相電流指令値発生手段と、
前記相電流指令値発生手段から各々出力される相電流指令値に対応して設けられ、前記電動機の誘起電圧との位相差が０となるときの前記電動機の入力電流を制限値として、前記回転速度に基づいて、前記フィードバック制御が常に負帰還領域において行われるよう前記相電流指令値を各々制限する指令値制限手段と、
前記電動機の各相に実際に供給される電流を各々検出し、前記相電流指令値の各々との差を求める第２の減算手段と、
前記第２の減算手段からの各出力にそれぞれ個別の比例積分制御を行う比例積分制御手段と、
前記比例積分制御手段の各出力に基づいて前記電動機の各相に各々電流を供給する電流供給手段と
を具備し、

高速回転時、電流制御ループの飽和による急激なトルク低下現象を防いだことを特徴とする電動機の制御装置。

【請求項２】

前記指令値制限手段は、前記検出した電動機の回転速度を

【数１】

$$I = \sqrt{\left(\frac{K}{\omega m}\right)^2 - I_0^2} \qquad \left(K = \frac{V}{qL}\ ,\ I_0 = \frac{\phi}{\sqrt{2}L}\right)$$

ただし、Ｉは前記電動機の入力電流、ωｍは前記検出した電動機の回転速度、ｑは前記電動機が有する回転子の磁極数、φは界磁磁束、Ｌは前記電動機の巻線インダクタンス

なる式に代入して前記電動機の入力電流を求め、該入力電流値に対応する相電流指令値を、前記相電流指令値生成手段から出力される電流指令値の上限値として制限することを特徴とする請求項１記載の電動機の制御装置。

【請求項３】

電動機に供給する励磁電流値を指示する励磁電流指令値と、前記電動機の回転速度を指示する速度指令値とがそれぞれ外部から入力され、該各指令値に基づいて前記電動機の回転速度をフィードバック制御する電動機の制御装置において、

前記電動機の回転速度を検出する速度検出手段と、

前記速度検出手段が検出した回転速度と前記速度指令値との差をとる第１の減算手段と、

前記第１の減算手段の出力を比例積分制御して、前記電動機に供給すべきトルク電流値を指示する指令値を生成するトルク電流指令値生成手段と、

前記電動機の誘起電圧との位相差が０となるときの前記電動機の入力電流を制限値として、前記速度検出手段が検出した前記電動機の速度に基づいて、前記フィードバック制御が常に負帰還領域において行われるよう前記トルク電流指令値を制限する指令値制限手段と、

前記電動機に実際に供給される電流を検出し、該検出した電流からトルク電流成分および励磁電流成分をそれぞれ求める電流検出手段と、

前記指令値制限手段から出力されるトルク電流指令値および前記外部から入力される励磁電流指令値と、前記電流検出手段から出力されるトルク電流成分および励磁電流成分との差を各々求める第２の減算手段と、

前記第２の減算手段からの各出力にそれぞれ個別の比例積分制御を行う比例積分制御手段と、

前記比例積分制御手段の各出力に基づいて前記電動機に電流を供給する電流供給手段と

を具備することを特徴とする電動機の制御装置。

【請求項４】

前記指令値制限手段は、前記検出した電動機の回転速度を

【数２】

$$I = \sqrt{\left(\frac{K}{\omega m}\right)^2 - I_0^2} \qquad \left(K = \frac{V}{qL}\ ,\ I_0 = \frac{\phi}{\sqrt{2}L}\right)$$

ただし、Ｉは前記電動機の入力電流、ωｍは前記検出した電動機の回転速度、ｑは前記電動機が有する回転子の磁極数、φは界磁磁束、Ｌは前記電動機の巻線インダクタンス

なる式に代入して前記電動機の入力電流を求め、該入力電流値に対応するトルク電流指令値を、前記トルク電流指令値生成手段から出力されるトルク電流指令値の上限値として制限することを特徴とする請求項３記載の電動機の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】
【発明の属する技術分野】
この発明は、電動機の速度制御に用いて好適な電動機の制御装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
一般に、モータの速度制御は速度指令値と実際のモータの速度とを比較し、その差がなくなるよう上記モータを制御するフィードバック制御系を構成することにより行っている。ここで、図５に３相ＳＭ（Synchronous Motor）形交流サーボモータ（以下、単にモータと称す）の制御装置の一概略構成例を示す。この図において、１０は制御対象となるモータである。
【０００３】
１１は第１減算器であり、外部から入力される速度指令値ωm^*と、速度検出器２１（後述する）から出力される実際のモータの速度ωｍ との差をとる。１２は速度比例積分制御部であり、第１減算器１１から出力される速度差に比例＋積分制御を行い、該速度差に応じた電流指令値I^*を出力する。
【０００４】
１３ａ～１３ｃは乗算器であり、各乗算器は速度比例積分制御部１２から出力される電流指令値I^*と、各々対応する正弦波テーブル２０ａ～２０ｃ（後述する）から出力される正弦波データとを乗算し、それをモータ１０の各相に対する電流指令値Iu^*, Iv^*, Iw^*として各々出力する。１４ａ～１４ｃは第２減算器であり、各々対応する乗算器１３ａ～１３ｃから出力される各相の電流指令値Iu^*, Iv^*, Iw^*と、モータ１０の各相に供給される電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗ の電流値との差をそれぞれ求める。
【０００５】
１５ａ～１５ｃは電流比例積分制御部であり、各々対応する第２減算器１４ａ～１４ｃからの偏差出力に比例＋積分制御を行い、増幅，調整し、モータ１０の負荷トルクおよび摩擦トルク等の外乱トルクに応じた各相の電流を生成する。
１６ａ～１６ｃは、それぞれモータ１０のＵ相，Ｖ相，Ｗ相に対応して設けられたＰＷＭ（Pulse Width Modulation）制御部であり、電流比例積分制御部１５ａ～１５ｃにおいて行われる各相の電流指令値Iu^*, Iv^*, Iw^*に対する比例＋積分制御の結果に基づいて、各相の電機子巻線に供給する電流をパルス幅変調制御し、モータ１０のＵ相，Ｖ相，Ｗ相に電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗ を出力する。
【０００６】
１７はエンコーダであり、モータ１０の回転に応じた各種パルス列を出力する。ここでは、速度検出器２１に対して連続パルスを出力し、また、磁極位置検出器１８に対し、Ｕ相，Ｖ相，Ｗ相の各相に対応してオン／オフする矩形波信号を各々出力する。
【０００７】
磁極位置検出回路１８は、エンコーダ１７から出力される各相に対応する矩形波信号の内、いずれか１相を基準としてモータ１０の磁極位置θを求める。ここではＵ相を基準としてＵ相磁極位置θｕ を求めている。そして、加算器１９ａ，１９ｂにより各々所定の定数を加え、Ｕ相磁極位置θｕ に対して１２０°位相を進めた角度情報をＶ相の角度情報θｖとし、１２０°位相を遅らせた角度情報をＷ相の角度情報θｗ とする。また、Ｕ相磁極位置θｕ をＵ相の角度情報θｕ として、上述した各角度情報を正弦波テーブル２０ａ～２０ｃへ出力する。
【０００８】
そして、正弦波テーブル２０ａ～２０ｃには１周期分の正弦波データが記憶されており、各々入力される角度に応じた正弦波データを出力する。速度検出器２１は、エンコーダ１７から出力されるパルス列に基づいてモータ１０の回転速度ωｍ を求め、第１減算器１１へ出力する。
【０００９】
上述したモータの制御装置においては、外部から入力される速度指令値ωm^*と、実際の回

転速度ωm との差に応じた電流指令値Ｉ* が速度比例積分制御部１２から出力される。また、モータ１０の各相の角度情報θｕ、θｖ、θｗが生成され、これらに応じた正弦波データが正弦波テーブル２０ａ～２０ｃから出力される。そして、これら正弦波データが乗算器１３ａ～１３ｃにおいて上述した電流指令値Ｉ* と各々乗算されることにより、Ｕ相，Ｖ相，Ｗ相の各電流指令値Ｉｕ*，Ｉｖ*，Ｉｗ*が生成される。

【００１０】

上述した電流指令値Ｉｕ*，Ｉｖ*，Ｉｗ*は、それぞれ第２減算器１４ａ～１４ｃおよび電流比例積分制御部１５ａ～１５ｃを経て、外乱トルクに応じた電流指令値となり、ＰＷＭ制御部１６ａ～１６ｃへ出力される。そして、ＰＷＭ制御部１６ａ～１６ｃは、それぞれ入力された電流指令値に応じてモータ１０の各相へ電流を供給し、これにより、モータ１０が駆動され、その回転速度ωm は外部から入力される速度指令値ωm*となるように制御される。

【００１１】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述したモータの制御装置は、図６に示す負荷トルク－速度特性のように、上述したモータの制御装置による速度制御範囲の上限値Ｎmax から、モータ１０に対する負荷を徐々に増して行った場合、そのトルクがＲ点を経てＰ点に至ると、その速度がＳ点まで急激に減少するという現象が発生した。

【００１２】

また、モータが指令速度に達せず途中の速度で運転している状態で、負荷を徐々に解放して行った場合、それに伴い速度が増して行き、Ｓ点に至った後は図６中、一点破線で示される経路を辿ってＱ点に至るが、この時、Ｑ点において、モータの速度が振動的に変化するという現象が見られた。

【００１３】

これらの現象の原因を図７に示すモータトルク－電流指令値特性を参照して説明する。図７において、２２はモータ１０の速度がＮmax の時のモータトルク－電流指令値特性、２３はモータ１０の速度が図６中、Ｓ点における速度Ｎ1 の時のモータトルク－電流指令値特性である。

【００１４】

この図において速度制御領域の上限から、モータ１０に対する負荷を徐々に増して行った場合、その速度は低下して行こうとするが、フィードバック制御によりその速度低下分を補うべく、言い換えれば、負荷トルクに相当するモータトルクを発揮すべく、速度比例積分制御部１２から出力される電流指令値が負荷トルクに比例して増加していく。そして図７中Ｒ点に達し、さらに負荷の増加に比例して電流指令値が増加し、図７中Ｐ点に達する。この間、図７中Ｒ点－Ｐ点間は図５に示す速度制御系において負帰還領域で制御を行うので、安定した速度制御を行うことができる。

【００１５】

そして、Ｐ点からさらに負荷トルクを増して行くと、モータ速度が低下しようとし、その分モータトルクを増大させるべく電流指令値が増加するが、図７中、電流指令値Ｉｐ（モータ１０に対する供給可能電力の最大値）を超えると、負荷側からモータ側にパワーが供給され、図５に示す速度制御系の電流マイナループは正帰還領域で作動する。この正帰還領域においては、電流指令値の増加に対してモータトルクが追従しないため、この領域内で負荷トルクを増して行った場合、モータトルクとの差は増大しモータ速度の低下，電流指令値の増加を繰り返して、ついには速度制御領域の上限、すなわち速度比例積分制御部１２のクランプ電流指令値Ｉｃ に到達する。

【００１６】

この後、負荷トルクがさらに増大すると、もはやモータトルクは負荷トルクに抗えず、モータの速度は、電流指令値がクランプ電流指令値Ｉｃ である時のモータトルクと負荷トルクとが釣り合う速度まで、すなわちＳ点まで一気に低下する。このように、上述した経過が図６において負荷トルクがＰ点に達した時点で瞬時に行われるため、Ｐ点－Ｓ点間のよ

うな急激な速度変化が起こる。

【００１７】

逆に、例えばモータ１０の速度が最大となるように設定されたが、モータ１０に供給し得る電力に限界があり、そのためモータ１０は最大速度よりも低い速度で回転している場合、負荷トルクを徐々に軽減していくと、それに伴いモータは速度を増し、設定の速度に到達しようとするが、電源容量に不足をきたし負荷からモータ側へ動力が返還される正帰還領域において作動することになり、Ｑ点では、モータ速度が不安定かつ振動的な変化が起こる。

【００１８】

このような現象は、図５に示す速度制御系の他に、外部から供給される速度指令値ω_m^*と、モータ１０の実際の速度ω_mとの差に応じてトルク電流指令I_q^*を発生し、このトルク電流指令I_q^*と、さらに外部から入力される励磁電流指令I_d^*とに基づいてモータ１０の各相毎の電流指令を生成し、速度制御を行う制御系においても、図６に示すＰ点－Ｓ点間およびＱ点における急激な速度変化や振動的な速度変化が、同様に発生した。

いずれにせよ、図６に示すＰ点－Ｓ点間のような急激な速度変化や、Ｑ点における振動的な速度変化は、安定したモータの速度制御の妨げとなる。

【００１９】

この発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、制御対象である電動機に急激な速度変化または振動的な速度変化が発生することのない電動機の制御装置を提供することにある。

【００２１】

【課題を解決するための手段】

請求項１記載の発明は、電動機の回転速度を検出し、該検出した回転速度が外部から入力される速度指令値となるようフィードバック制御する電動機の制御装置において、前記回転速度と前記速度指令値との差をとる第１の減算手段と、前記第１の減算手段の出力を比例積分制御して、前記電動機に供給すべき電流値を指示する電流指令値を生成する電流指令値生成手段と、前記電流指令値および前記電動機の回転速度に基づいて、前記電動機が有する相数に応じて各相毎の電流指令値を生成する相電流指令値発生手段と、前記相電流指令値発生手段から各々出力される相電流指令値に対応して設けられ、前記電動機の誘起電圧との位相差が０となるときの前記電動機の入力電流を制限値として、前記回転速度に基づいて、前記フィードバック制御が常に負帰還領域において行われるよう前記相電流指令値を各々制限する指令値制限手段と、前記電動機の各相に実際に供給される電流を各々検出し、前記相電流指令値の各々との差を求める第２の減算手段と、前記第２の減算手段からの各出力にそれぞれ個別の比例積分制御を行う比例積分制御手段と、前記比例積分制御手段の各出力に基づいて前記電動機の各相に各々電流を供給する電流供給手段とを具備し、高速回転時、電流制御ループの飽和による急激なトルク低下現象を防いだことを特徴とする電動機の制御装置である。

【００２２】

請求項２記載の発明は、請求項１記載の電動機の制御装置において、前記指令値制限手段が、前記検出した電動機の回転速度を

【数３】

$$I = \sqrt{\left(\frac{K}{\omega m}\right)^2 - I_0^2} \qquad \left(K = \frac{V}{qL},\ I_0 = \frac{\phi}{\sqrt{2}L}\right)$$

（ただし、Ｉは前記電動機の入力電流、ωｍは前記検出した電動機の回転速度、ｑは前記電動機が有する回転子の磁極数、φは界磁磁束、Ｌは前記電動機の巻線インダクタンス）なる式に代入して前記電動機の入力電流を求め、該入力電流値に対応する相電流指令値を、前記相電流指令値生成手段から出力される電流指令値の上限値として制限することを特

徴とする。

【００２３】

請求項３記載の発明は、電動機に供給する励磁電流値を指示する励磁電流指令値と、前記電動機の回転速度を指示する速度指令値とがそれぞれ外部から入力され、該各指令値に基づいて前記電動機の回転速度をフィードバック制御する電動機の制御装置において、前記電動機の回転速度を検出する速度検出手段と、前記速度検出手段が検出した回転速度と前記速度指令値との差をとる第１の減算手段と、前記第１の減算手段の出力を比例積分制御して、前記電動機に供給すべきトルク電流値を指示する指令値を生成するトルク電流指令値生成手段と、前記電動機の誘起電圧との位相差が０となるときの前記電動機の入力電流を制限値として、前記速度検出手段が検出した前記電動機の速度に基づいて、前記フィードバック制御が常に負帰還領域において行われるよう前記トルク電流指令値を制限する指令値制限手段と、前記電動機に実際に供給される電流を検出し、該検出した電流からトルク電流成分および励磁電流成分をそれぞれ求める電流検出手段と、前記指令値制限手段から出力されるトルク電流指令値および前記外部から入力される励磁電流指令値と、前記電流検出手段から出力されるトルク電流成分および励磁電流成分との差を各々求める第２の減算手段と、前記第２の減算手段からの各出力にそれぞれ個別の比例積分制御を行う比例積分制御手段と、前記比例積分制御手段の各出力に基づいて前記電動機に電流を供給する電流供給手段とを具備することを特徴とする電動機の制御装置である。

【００２４】

請求項４記載の発明は、請求項３記載の電動機の制御装置において、前記指令値制限手段が、前記検出した電動機の回転速度を

【数４】

$$I = \sqrt{\left(\frac{K}{\omega m}\right)^2 - I_0^2} \qquad \left(K = \frac{V}{qL}\ ,\ I_0 = \frac{\phi}{\sqrt{2}\,L}\right)$$

（ただし、Ｉは前記電動機の入力電流、ωｍは前記検出した電動機の回転速度、ｑは前記電動機が有する回転子の磁極数、φは界磁磁束、Ｌは前記電動機の巻線インダクタンス）なる式に代入して前記電動機の入力電流を求め、該入力電流値に対応するトルク電流指令値を、前記トルク電流指令値生成手段から出力されるトルク電流指令値の上限値として制限することを特徴とする。

【００２５】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、この発明の一実施形態について説明する。

〔第１実施形態〕

図１は第１実施形態による電動機の制御装置の構成を示すブロック図である。この図において、図５の各部と対応する部分については同一の符号を付し、その説明を省略する。また、図１に示す速度制御装置が図５と異なる点は、乗算器１３ａ～１３ｃと第２減算器１４ａ～１４ｃとの間に、それぞれ指令値制限回路１ａ～１ｃが設けられている点である。

【００２６】

指令値制限回路１ａ～１ｃは、前述した図７のモータトルク－電流指令値特性において、速度制御系が常に負帰還領域でモータ２を制御するように、各相の電流指令値Ｉｕ*，Ｉｖ*，Ｉｗ*に制限を設けるものである。

以下、指令値制限回路１ａ～１ｃにおける制限値について図面を参照して説明する。なお、各指令値制限回路における制限値は、いずれも同様の方法によって求められるので、ここではＵ相に対する電流指令値Ｉｕ*を制限する指令値制限回路１ａを例にとって説明を行う。

【００２７】

図２はモータのベクトル図であり、Ｖはモータ１０の入力電圧、Ｉは同入力電流、Ｅは同

誘起電圧、Ｒは同巻線抵抗、ωは同回転角速度（電気角）、Ｌは同巻線インダクタンスである。
まず、図７において、速度制御系が負帰還領域から正帰還領域に転じるポイントは、すなわちモータ１０の入力電流Ｉと誘起電圧Ｅとの位相差が０となるポイントであり、この時の入力電流Ｉの値で電流指令値Iu^*をクランプする。
【００２８】
すなわち、図２より、
【数５】

$$\omega L I = \sqrt{V^2 - (E + R I)^2} = \sqrt{V^2 - E^2} \qquad (1)$$

（１）式において、Ｅ》ＲＩ、ωＬＩ》ＲＩであるとすると、
【数６】

$$V = \sqrt{E^2 + (\omega L I)^2} \qquad (2)$$

（２）式を変形すると、
【数７】

$$I = \sqrt{\frac{V^2 - E^2}{(\omega L)^2}} \qquad (3)$$

【００２９】
となり、この（３）式において、誘起電圧Ｅは以下の式により表すことができる。
【数８】

$$E = \frac{\phi \omega}{\sqrt{2}} \qquad (4)$$

但し、φは界磁磁束である
【００３０】
また、回転角速度ωを機械角ωｍで表すとω＝ｑωｍ（ｑはモータ１０の回転子の磁極数）となり、これを（４）式に代入すると、
【数９】

$$I = \sqrt{\left(\frac{K}{\omega m}\right)^2 - I_0^2} \qquad (5)$$

$$\left(\text{但し、} K = \frac{V}{qL}\ ,\ I_0 = \frac{\phi}{\sqrt{2}L}\right)$$

となる。ここで、ＫおよびＩｏは定数である。

【００３１】

これにより、指令値制限回路１において、速度検出器２１から出力される速度ωｍを（５）式に代入してモータ１０の入力電流Ｉを求め、求めた入力電流Ｉに対応する電流指令値を制限値とし、電流指令値Ｉｕ*がその制限値を超えないようクランプする。

ここで図３に、図１におけるモータの制御装置における負荷トルク－速度特性を示す。この図に示すように、速度制御系に指令値制限回路１ａ～１ｃを設けることにより、急激な速度変化を起こすことのない安定した負荷トルク－速度特性を得ることができる。

【００３２】

〔第２実施形態〕

次に、この発明の第２実施形態について説明する。

本実施形態は、第１実施形態における指令値制限回路を、外部から供給される速度指令値ωｍ*と、モータ１０の実際の速度ωｍとの差に応じてトルク電流指令値Ｉｑ*を発生し、このトルク電流指令値Ｉｑ*と外部から入力される励磁電流指令値Ｉｄ*とに基づいてモータ１０の各相毎の電流指令値を生成して速度制御を行う制御系に適用したものである。以下、図面を参照して本実施形態について説明する。

【００３３】

図４は本実施形態による電動機の制御装置の構成を示すブロック図である。

この図において、３１は第１減算器であり、外部から入力される速度指令値ωｍ*と、速度検出器４１（後述する）から出力されるモータ１０の速度ωｍとの差をとる。３２は速度比例積分制御部であり、第１減算器３１から出力される速度差に比例＋積分制御を行い、該速度差に対応したトルク電流指令値Ｉｑ*を出力する。

【００３４】

２は指令値制限回路であり、第１実施形態における指令値制限回路１ａ～１ｃと同様、速度制御系が常に負帰還領域でモータを制御するように、トルク電流指令値Ｉｑ*に制限を設けるものである。また、トルク電流指令値Ｉｑ*の制限値の算出方法についても指令値制限回路１ａ～１ｃと同様、前述した（５）式に速度検出器４１から出力される速度ωｍを代入してモータ１０の入力電流Ｉを求め、求めた入力電流Ｉに対応する電流指令値を制限値とし、トルク電流指令値Ｉｑ*がその制限値を超えないようクランプしている。

【００３５】

３３は第２減算器であり、指令値制限回路２から出力されるトルク電流指令値Ｉｑ*と、３相－２相変換器４０（後述する）から出力される実際のトルク電流値Ｉｑとの差をとる。３４は第３減算器であり、外部から入力される励磁電流指令値Ｉｄ*と、３相－２相変換器４０から出力される実際の励磁電流値Ｉｄとの差をとる。ここでは励磁電流指令値Ｉｄ*として０（固定）が供給されるものとする。

【００３６】

３５は電流比例積分制御部であり、第２減算器３３および第３減算器３４から各々出力される差を個別に比例積分制御する。

このように、電流比例積分制御部３５において第２減算器３３および第３減算器３４から

の各出力を比例＋積分制御することで、摩擦トルクや負荷トルク等の外乱トルクに対応した電流指令値を生成することができる。

【００３７】

３６は２相－３相変換器であり、電流比例積分制御部３５から出力されるトルク電流指令値および励磁電流指令値と、磁極位置検出器３９から出力されるモータ１０の磁極位置θｒとに基づいて、モータ１０の各相（Ｕ相，Ｖ相，Ｗ相）の電機子巻線に供給する電流の指令値であるＵ相電流指令値ｉｕ*，Ｖ相電流指令値ｉｖ*，Ｗ相電流指令値ｉｗ*を出力する。

３７ａ～３７ｃは、それぞれモータ１０のＵ相，Ｖ相，Ｗ相に対応して設けられたＰＷＭ（Pulse Width Modulation）制御部であり、２相－３相変換器３６から各々出力される電流指令値に基づいて、各相の電機子巻線に供給する電流をパルス幅変調制御する。

【００３８】

３８はレゾルバであり、モータ１０の角度情報を出力する。そして、この角度情報に基づいて磁極位置検出器３９はモータ１０の磁極位置θｒを求め、２相－３相変換器３６および３相－２相変換器４０へ出力する。

３相－２相変換器４０は、ＰＷＭ制御部３７ａ，３７ｂから出力されるＵ相電流値ｉｕおよびＶ相電流値ｉｖに基づいてＷ相電流値ｉｗを求め、さらに、これら各相の電流値と磁極位置検出器３９から出力される磁極位置θｒとに基づいてトルク電流値Ｉｑと励磁電流値Ｉｄを求めて各々第２減算器３３と第３減算器３４とに出力する。また、速度検出器４１は、レゾルバ３８から出力される角度情報に基づいてモータ１０の速度ωｍを求め、第１減算器３１と指令値制限回路２へそれぞれ出力する。

【００３９】

上述した制御装置においては、速度指令値ωｍ*とモータ１０の速度ωｍの差に応じて生成したトルク電流指令値Ｉｑ*と、外部から入力される励磁電流指令値Ｉｄ*とを、モータ１０の各相に対応する電流指令値に変換し、この各相の電流指令値に従ってモータ１０の速度制御を行うと共に、指令値制限回路２によって、図４の速度制御系が常に負帰還領域で制御されるようトルク電流指令値Ｉｑ*が制限される。これにより、急激な速度変化を起こすことのない安定した負荷トルク－速度特性を得ることができる。

【００４０】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、電動機の回転速度に対応してフィードバック制御が常に負帰還領域においてなされるよう、電動機に対する電流指令値が制限されので、負荷トルクの増減に対して急激な、もしくは不安定な速度変化を起こすことなく、常に安定した速度制御を行うことができる。

また、制限値が

【数１０】

$$I = \sqrt{\left(\frac{K}{\omega_m}\right)^2 - I_0^2} \qquad \left(K = \frac{V}{qL},\ I_0 = \frac{\phi}{\sqrt{2}L}\right)$$

なる式で求められるので、上述したフィードバック制御における負帰還領域と正帰還領域の境界点が正確に求めることができ、かつ、電動機の回転速度に応じて最適の制限値を求めることができる。

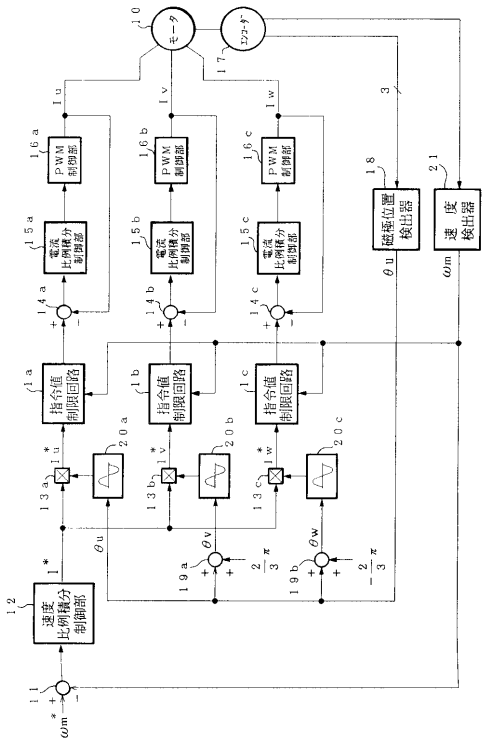
【図面の簡単な説明】

【図１】　この発明の第１実施形態による電動機の制御装置の構成を示すブロック図である。

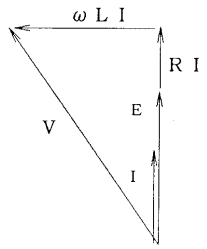
【図２】　制御対象となるモータのベクトル図である。

【図３】　図１における速度制御系の負荷トルク－速度特性を示すグラフである。
【図４】　この発明の第２実施形態による電動機の制御装置の構成を示すブロック図である。
【図５】　従来の電動機の制御装置の構成を示すブロック図である。
【図６】　同制御装置による速度制御系の負荷トルク－速度特性を示すグラフである。
【図７】　同モータトルク－電流指令値特性を示すグラフである。
【符号の説明】
１ａ，１ｂ，１ｃ，２……指令値制限回路、１０……モータ、１１……第１減算器、１２……速度比例積分制御部、１３ａ～１３ｃ……乗算器、１４ａ～１４ｃ……第２減算器、１５ａ～１５ｃ……電流比例積分制御部、１６ａ～１６ｃ……ＰＷＭ制御部、１７……エンコーダ、１８……磁極位置検出器、１９ａ，１９ｂ……加算器、２０ａ～２０ｃ……正弦波テーブル、２１……速度検出器

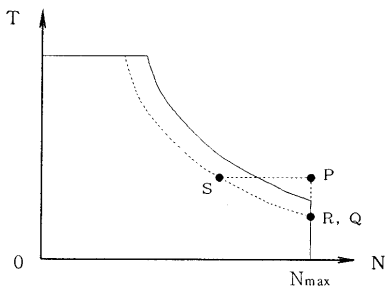
【図１】



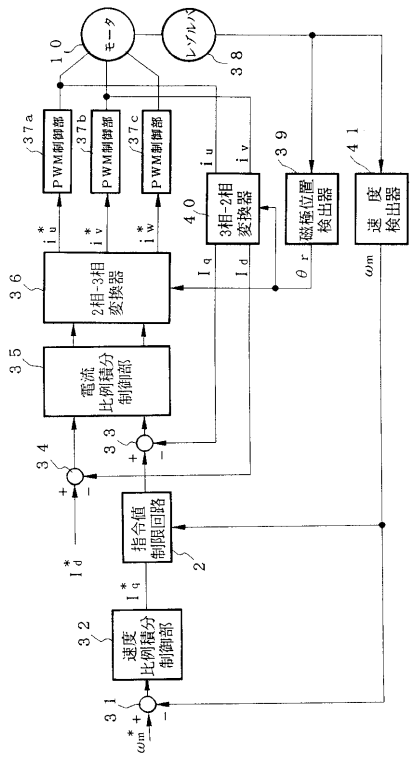
【図２】



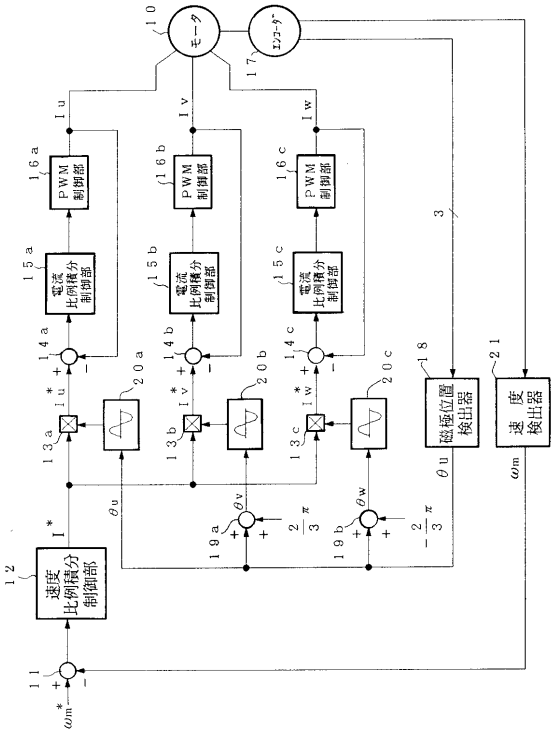
【図３】



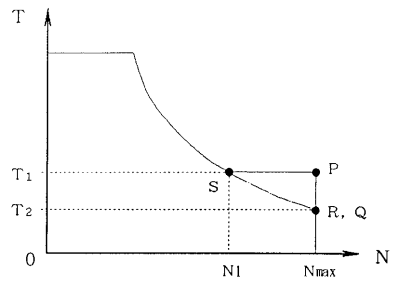
【図４】


モータ
レゾルバ
PWM制御部
PWM制御部
PWM制御部
3相-2相変換器
磁極位置検出器
速度検出器
2相-3相変換器
電流比例積分制御部
指令値制限回路
速度比例積分制御部

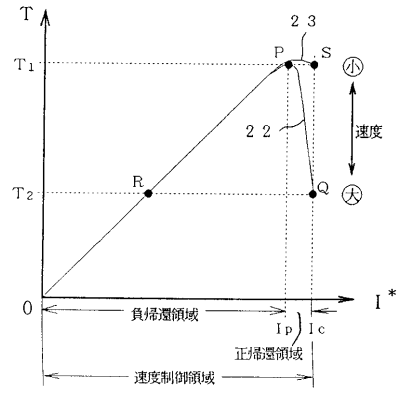
【図５】


モータ
エンコーダ
PWM制御部
電流比例積分制御部
速度比例積分制御部
磁極位置検出器
速度検出器

【図６】


T
T1
T2
0
N1
Nmax
N
P
S
R, Q

【図７】


T
T1
T2
0
P
S
R
Q
小
大
速度
負帰還領域
正帰還領域
速度制御領域

フロントページの続き

(74)代理人　100108453
　　弁理士　村山　靖彦
(72)発明者　佐々木　成樹
　　三重県伊勢市竹ヶ鼻町１００番地　神鋼電機株式会社　伊勢製作所内
(72)発明者　松▲吉▼　志郎
　　三重県伊勢市竹ヶ鼻町１００番地　神鋼電機株式会社　伊勢製作所内

合議体
審判長　田良島　潔
審判官　安池　一貴
審判官　田中　秀夫

(56)参考文献　特開平６－１４５９２（ＪＰ，Ａ）
　　特開昭６０－１９７１８２（ＪＰ，Ａ）
　　特開平７－５９３７４（ＪＰ，Ａ）
　　実開昭６２－９５４９５（ＪＰ，Ｕ）
　　特開昭５５－１４１９９５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
　　H02P5/41,302