

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4905936号
(P4905936)

(45) 発行日 平成24年3月28日(2012.3.28)

(24) 登録日 平成24年1月20日(2012.1.20)

(51) Int.Cl. F I
H O 2 P 5/74 (2006.01) H O 2 P 7/74 D

請求項の数 6 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-216318 (P2006-216318) (22) 出願日 平成18年8月9日(2006.8.9) (65) 公開番号 特開2008-43112 (P2008-43112A) (43) 公開日 平成20年2月21日(2008.2.21) 審査請求日 平成21年5月13日(2009.5.13)</p>	<p>(73) 特許権者 000003115 東洋電機製造株式会社 東京都中央区京橋2丁目9番2号 (72) 発明者 高木 正志 神奈川県横浜市金沢区福浦三丁目8番地 東洋電機製造株式会社横浜製作所内 審査官 武市 匡紘</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘導機制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数台誘導機を持ち、全誘導機の総和電流と電圧から誘導機磁束を演算する磁束演算器と、該誘導機磁束と該総和電流から誘導機速度を演算する速度演算器を有し、前記総和電流と前記誘導機速度と磁束指令とトルク指令と運転指令を基に該複数台誘導機のトルクを一括制御するトルク制御手段を有する誘導機制御装置において、
 該誘導機磁束から誘導機磁束大きさを演算する磁束量演算器と、前記誘導機磁束大きさと磁束基準値を入力し誤差率を出力する磁束誤差演算器と、該誤差率を積分し誤差時間を入力する積分器と、時間設定値と該誤差時間を比較し検知信号を出力する比較器と、該運転指令と該検知信号から制御指令を作成する運転論理器を新たに追加し、前記運転指令の代わりに該制御指令を該トルク制御手段に入力することを特徴とする誘導機制御装置。

10

【請求項2】

前記磁束誤差演算器において、
 前記誘導機磁束大きさ vol と前記磁束基準値 n を比較して、 vol > n で前記誤差率を 0、 vol < n で前記誤差率を 1 とすることを特徴とする請求項1記載の誘導機制御装置。

【請求項3】

前記磁束誤差演算器において、
 前記誘導機磁束大きさ vol と前記磁束基準値 n から前記誤差率 d を

$$d = (n - vol) / n$$

20

で演算することを特徴とする請求項1記載の誘導機制御装置。

【請求項4】

前記磁束誤差演算器において、
前記誘導機磁束大きさ vol と前記磁束基準値 n と演算ゲイン から前記誤差率 d を
$$d = (n - vol) / [(1 -) \cdot n]$$

で演算することを特徴とする請求項1記載の誘導機制御装置。

【請求項5】

前記磁束指令 $*$ を入力とする基準値設定器により前記磁束基準値 n を作成することを特徴とする請求1記載の誘導機制御装置。

【請求項6】

前記磁束基準値 n を、前記磁束指令 $*$ と減衰率 との積とすることを特徴とする請求1記載の誘導機制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、誘導機のトルク制御に関するもので、特に、複数台誘導機の一括トルク制御時の脱調状態を回避するものである。

【背景技術】

20

【0002】

図2は、一従来例を示すブロック図である。101、102、103、104は誘導機、2は電流検出器、3は電力変換器、4はトルク制御手段、5は磁束演算器、6は速度演算器である。図2において、誘導機は4台しか示されていないが、複数台であれば、何台であっても良い。以下、誘導機は4台であるとして説明する。

【0003】

電流検出器2は、電力変換器3につながる個々の誘導機に流れる電流の相毎の総和である総和電流 i を検出する。

電圧系磁束演算器5は、総和電流 i と電力変換器3に入力される電圧指令 v から、誘導機磁束 を式(1)で演算する。

30

【0004】

【数1】

$$\phi = \frac{L2}{M} \int (v - R1 \cdot i) dt - \frac{L2}{M} \cdot Lek \cdot i \quad \text{式(1)}$$

ここで、 $R1$ は全誘導機の一次抵抗合成値、 $L2$ は二次自己インダクタンス合成値、 M は相互インダクタンス合成値、 Lek は漏れインダクタンス合成値である。漏れインダクタンス合成値 Lek は、

40

【0005】

【数2】

$$Lek = L1 - \frac{M^2}{L2} \quad \text{式(2)}$$

で与えられる。ここで、 $L1$ は全誘導機の一次自己インダクタンス合成値である。

【0006】

速度演算器6は、総和電流 i と誘導機磁束 から、式(3)~式(5)を用いて誘導機速度

50

mを演算する。

【0007】

【数3】

$$\omega = \frac{d}{dt} \left(\tan^{-1} \frac{FB}{FA} \right) \quad \text{式(3)}$$

$$\omega_s = \frac{R2 \cdot \frac{M}{L2} \cdot (\phi \otimes i)}{|\phi|^2} \quad \text{式(4)} \quad 10$$

$$\omega_m = \omega - \omega_s \quad \text{式(5)}$$

ここで、R2は全誘導機の二次抵抗合成値、FAとFBは誘導機磁束の成分である。

【0008】

式(5)で演算される誘導機速度mは、個々の誘導機速度の平均値となり、式(6)で示される値となる。 20

$$m = (m1 + m2 + m3 + m4) / 4 \quad \text{式(6)}$$

ここで、m1は誘導機101の速度、m2は誘導機102の速度、m3は誘導機103の速度、m4は誘導機104の速度である。

【0009】

トルク制御手段4は、運転指令NがONのときは、誘導機速度mと総和電流iを基に、全誘導機の磁束とトータルトルクが磁束指令*、トルク指令*となるような電圧指令vを出力する。運転指令NがOFFのときは、電圧指令vを0として、誘導機を無制御状態とする。

電力変換器3は、電圧指令vを増幅し、負荷である誘導機101~104に電力を供給する。

【0010】 30

運転指令Nは、トルク制御手段4へ入力する代わりに電力変換器3へ入力し、運転指令NがONで電圧指令vに相当する電力を誘導機101~104に供給し、運転指令NがOFFで電力供給停止としても、同等の機能を得ることができる。

【0011】

以上の構成とすることにより、運転指令ONのときは、複数台誘導機のトータルトルクをトルク指令*に制御することができる。運転指令OFFにすれば、複数台誘導機を無制御状態にすることができる。

【0012】

車両においては、台車制御、1車両制御が一般的であるため、複数台誘導機の一括トルク制御が多用されている。 40

【0013】

【特許文献1】特開平11-069895号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

従来技術においては、以下に示す問題点がある。

車両において一括制御している一部車輪軸が空転し、例えば誘導機103の速度m3がm1とm2とm4に比べて大きくなった場合、式(6)によれば、m1、m2、m3、

m4に対する誘導機速度mの演算誤差が発生する。誘導機103の空転が大きく、誘導機速度mの演算誤差が大きくなれば、誘導機103が脱調状態となる。さらに、誘導機103の 50

空転が大きくなれば、誘導機103だけでなく、誘導機101や誘導機102や誘導機104も脱調状態となる。

【0015】

また、一部車輪軸の滑走が大きくなった場合も、空転時と同じく、誘導機が脱調状態になる可能性がある。

【0016】

誘導機が脱調状態になると、トルク制御不能となり、最悪の場合、過電流や過電圧により、誘導機破壊、電力変換器素子破壊へとつながる。

本発明は、以上の問題点を解決するためになされたものである。

【課題を解決するための手段】

10

【0017】

前述の問題点を解決するために、請求項1においては、誘導機磁束 から誘導機磁束大きさ ϕ を演算する磁束量演算器7と、誘導機磁束大きさ ϕ と磁束基準値 ϕ_n を入力し誤差率 d を出力する磁束誤差演算器8と、誤差率 d を積分し誤差時間 T を出力する積分器9と、時間設定値 T_n と誤差時間 T を比較し検知信号 K を出力する比較器10と、運転指令 N と検知信号 K から制御指令 NN を作成する運転論理器11を新たに追加し、運転指令 N の代わりに制御指令 NN をトルク制御手段4に入力する。

【0018】

請求項2～4においては、磁束誤差演算器8の演算式を構成する。

請求項5においては、磁束指令 ϕ^* を入力とする基準値設定器12により磁束基準値 ϕ_n を作成する。請求項6においては、磁束基準値 ϕ_n を、磁束指令 ϕ^* と減衰率 α との積とする。

20

【発明の効果】

【0019】

誘導機が脱調状態となる前に、一部車輪軸の空転、滑走が大きくなったことを検知でき、誘導機のトルク制御を停止させることができる。

一部車輪軸の空転、滑走の度合いにより、検知するまでの時間を変える事ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

磁束量演算器7と磁束誤差演算器8と積分器9と比較器10を新たに追加することにより、全誘導機中の一部車輪軸に空転あるいは滑走が発生していることが検知できる。また、磁束誤差演算器8の演算内容により、一部車輪軸の空転、滑走の度合いに対して、検知するまでの時間を変える事ができる。検知した信号を運転論理器11にて処理して制御指令を作成し、トルク制御手段4に入力することにより、誘導機のトルク制御を停止させることができる。

30

【実施例1】

【0021】

図1は、本発明の一実施例を示すブロック図であり、7は磁束量演算器、8は磁束誤差演算器、9は積分器、10は比較器、11は運転論理器である。

【0022】

40

磁束量演算器7は、誘導機磁束 ϕ を入力し、式(7)から誘導機磁束大きさ ϕ を演算する。

【0023】

【数4】

$$\phi \text{ vol} = \sqrt{FA^2 + FB^2} \quad \text{式(7)}$$

【0024】

50

磁束誤差演算器 8 は、誘導機磁束大きさ vol と磁束基準値 n を入力し、誤差率 d を出力する。磁束誤差演算器 8 内では、以下の3点を満たすような誤差率 d を誘導機磁束大きさ vol から演算する。

- ・ d は無次元の単位となるようにする。
- ・ $vol = n$ にて $d = 0$ とする。
- ・ $vol < n$ では $d > 0$ とする。特に、 $vol = 0$ では $d > 0$ とする。

【 0 0 2 5 】

積分器 9 は、誤差率 d を積分して、誤差時間 T とする。ただし、誤差時間 T は 0 以上とし、0 未満は 0 とする。比較器 10 は、誤差時間 T と時間設定値 T_n を入力し、 $T < T_n$ では検知信号 K を ON、 $T > T_n$ では検知信号 K を OFF とする。

10

【 0 0 2 6 】

磁束誤差演算器 8、積分器 9、比較器 10 を組み合わせることにより、磁束大きさ vol が磁束基準値 n より小さくなると、時間設定値 T_n に依存した時間経過後、検知信号 K が ON から OFF へと切り替わる。

【 0 0 2 7 】

運転論理器 11 は、運転指令 N と検知信号 K の論理積を行い、制御指令 NN を出力する。運転指令 N と検知信号 K のどちらかが OFF であれば、制御指令 NN は OFF となる。

【 0 0 2 8 】

トルク制御手段 4 は、制御指令 NN が ON のときは、誘導機速度 m と総和電流 i を基に、全誘導機の磁束とトータルトルクが磁束指令 $*$ 、トルク指令 $*$ となるような電圧指令 v を出力する。制御指令 NN が OFF のときは、電圧指令 v を 0 とし、誘導機を無制御状態とする。

20

【 0 0 2 9 】

制御指令 NN は、トルク制御手段 4 へ入力する代わりに電力変換器 3 へ入力し、制御指令 NN が ON で電圧指令 v に相当する電力を誘導機 101 ~ 104 に供給し、制御指令 NN が OFF で電力供給停止としても、同等の機能を得ることができる。

【 0 0 3 0 】

誘導機 101 ~ 104 の中で誘導機 103 だけが空転し、 m_1 、 m_2 、 m_4 に対して、 m_3 が大きくなったとする。式 (6) により、速度演算誤差は、 $m > m_1$ 、 $m > m_2$ 、 $m > m_4$ 、 $m < m_3$ となる。その結果、トルク指令 $*$ 、磁束指令 $*$ から予定されるすべり指令 s に対して、誘導機 101、102、104 の実すべりは大きくなり、誘導機 103 の実すべりは小さくなる。

30

【 0 0 3 1 】

この状態で、総和電流 i を一定となるようにトルク制御手段 4 でトルク制御を実施すると、トータルトルクはトルク指令 $*$ に一致するが、個々の誘導機磁束大きさは磁束指令 $*$ と異なる。誘導機 101、102、104 の磁束大きさは、磁束指令 $*$ より小さくなる。誘導機 103 の磁束大きさは、空転の度合いによるが、空転が大きければ、磁束指令 $*$ より小さくなる。空転が大きければ、磁束大きさ vol は小さくなる。上記経緯で誘導機磁束大きさ vol が磁束指令 $*$ より小さくなることを利用し、磁束基準値 n と時間設定値 T_n を用いて、検知信号 K を作成している。ここでは空転を例としたが、滑走の場合も同様である。

40

【 0 0 3 2 】

以上の構成とすることにより、誘導機磁束大きさ vol が磁束基準値 n より小さくなり時間設定値 T_n に依存した時間が経過した後、検知信号 K が OFF となる。その結果、誘導機が脱調状態となる前に、一部車軸の空転、滑走が大きくなったことを検知でき、誘導機のトルク制御を停止させることができる。

【 0 0 3 3 】

図 5 は、磁束基準値 n の一作成例を示す図であり、基準値設定器 12 にて、磁束指令 $*$ を基に磁束基準値 n を作成する。例えば、磁束基準値 n を、磁束指令 $*$ と減衰率 α の積として演算する。減衰率 α は、0 から 1 の値とする。

50

【0034】

図5を構成することにより、誘導機磁束大きさ vol が磁束指令 n より小さくなり減衰率 d と時間設定値 Tn に依存した時間が経過した後、検知信号 K がOFFとなる。 $vol < n$ ならば、 $vol < n$ より小さくなり時間設定値 Tn に依存した時間が経過した後、検知信号 K がOFFとなる。その結果、誘導機が脱調状態となる前に、一部車軸の空転、滑走が大きくなったことを検知でき、誘導機のトルク制御を停止させることができる。

【0035】

車両制御の一部車輪軸の空転、滑走による速度演算誤差に限らず、トルクの一括制御対象となっている複数台誘導機の一部の軸速度に差ができた場合であっても、本発明は有効である。

【実施例2】

【0036】

図3は磁束誤差演算器8の一実施例を示す図であり、 $vol > n$ で誤差率 d を0、 $vol < n$ で誤差率 d を1とする。誤差率 d は積分器9に入力される。

【0037】

以下、積分器9、比較器10、運転論理器11、トルク制御手段4、電力変換器3については、実施例1と同じ動作となる。

【0038】

以上の構成とすることにより、 $vol < n$ の状態が合計時間で Tn 存在すると検知信号 K がOFFとなる。その結果、誘導機が脱調状態となる前に、一部車軸の空転、滑走が大きくなったことを検知でき、誘導機のトルク制御を停止させることができる。

【0039】

ところで、積分器9の出力である誤差時間 T を誘導機トルク制御停止状態で0にすれば、検知信号 K はONとなり、再度のトルク制御開始可能となる。そのとき、同様に一部車軸の空転、滑走が大きくなれば、再度、本発明の検知が初期状態から行われ、条件を満たせば誘導機のトルク制御が停止する。

【0040】

また、積分器9の出力である誤差時間 T を $vol > n$ で0にすれば、時間 Tn 経過以前に $vol > n$ となった時、検知は初期状態に戻る。よって、 $vol < n$ の状態が時間 Tn 継続した時に検知信号 K がOFFとなる。

【実施例3】

【0041】

図4は磁束誤差演算器8の一実施例を示す図であり、演算ゲイン G を用いて、式(8)にて誤差率 d を演算している。

$$d = (n - vol) / [(1 - G) \cdot n] \quad \text{式(8)}$$

演算ゲイン G の値により、誘導機磁束大きさ vol に対する誤差率 d のレベルが異なってくる。演算ゲイン G は1未満の値とする。特に、 $G = 0$ の場合、式(9)となり、 $vol = 0$ にて $d = 1$ となる。

$$d = (n - vol) / n \quad \text{式(9)}$$

誤差率 d は積分器9に入力される。

【0042】

以下、積分器9、比較器10、運転論理器11、トルク制御手段4、電力変換器3については、実施例1と同じ動作となる。

【0043】

磁束誤差演算器8、積分器9、比較器10の構成により、 vol に寄与した時間で検知信号 K がOFFとなる。例えば、 $vol = G \cdot n$ の状態が時間 Tn 継続すると検知信号 K がOFFとなる。また別例では、 $vol = 0$ の状態が時間 $Tn / (1 - G)$ 継続すると検知信号 K がOFFとなる。さらに別例で、 $vol > n$ の状態ならば検知信号 K はOFFしない。このように、誘導機磁束大きさ vol によって、検知信号 K がOFFするまでの時間は変化する。

【0044】

10

20

30

40

50

実施例 1 で述べたように、空転、滑走の度合いが大きく、磁束基準値 n より誘導機磁束大きさ vol が極めて少ない状態ではほぼ 0 であるならば、誤差率 d は大きくなり、検知信号 K は早期に OFF することになる。逆に、空転、滑走の度合いが小さく、磁束基準値 n より誘導機磁束大きさ vol が少々少ない状態ならば、誤差率 d は小さくなり、検知信号 K はなかなか OFF しない。空転、滑走の度合いにより、検知信号 K が OFF するまでの時間が変化する。

【 0 0 4 5 】

以上の構成とすることにより、誘導機が脱調状態となる前に、一部車軸の空転、滑走が大きくなったことを検知でき、誘導機のトルク制御を停止させることができる。誘導機のトルク制御を停止させるまでの時間は、空転、滑走の度合いによって変化させることができる。

10

【 0 0 4 6 】

ところで、積分器 9 の出力である誤差時間 T を誘導機トルク制御停止状態で 0 にすれば、検知信号 K は ON となり、再度のトルク制御開始可能となる。そのとき、同様に一部車軸の空転、滑走が大きくなれば、再度、本発明の検知が初期状態から行われ、条件を満たせば誘導機のトルク制御が停止する。

【 0 0 4 7 】

また、磁束誤差演算器 8 の式(8)や式(9)の演算結果 0 以下を 0 に下限リミットすれば、 $vol > n$ であっても誤差時間 T は減少しない。これにより、 vol が n を境として振動していたとしても、検知信号 K はそのうちに OFF となる。逆に、磁束誤差演算器 8 の式(8)や式(9)の演算結果 0 以下を 0 に下限リミットしなければ、 vol が n を境として振動しているときは、検知信号 K は OFF となり難くなる。

20

【 0 0 4 8 】

また、積分器 9 の出力である誤差時間 T を $vol > n$ で 0 にすれば、 $vol < n$ の状態が時間設定値 T_n に依存した時間継続した時に検知信号 K が OFF となる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 4 9 】

車両のような複数台誘導機制御において、一部車輪軸の空転、滑走を検知することができる。さらに、一部車輪軸の空転、滑走が大きくなることにより発生する誘導機脱調状態に至る前に、検知信号 K により誘導機制御を停止させることができる。

30

【 0 0 5 0 】

磁束誤差演算器 8 の演算の仕方により、一部車輪軸の空転、滑走の度合いで検知するまでの時間を変えることができる。例えば、一部車輪軸の空転、滑走の度合いが少なければ、検知するまでの時間を長くすることができる。一部車輪軸の空転、滑走の度合いが大きければ、検知するまでの時間を短くすることができる。

【 0 0 5 1 】

車両制御の一部車輪軸の空転、滑走による速度演算誤差に限らず、トルクの一括制御対象となっている複数台誘導機の一部の軸速度に差ができた場合であっても、誘導機脱調状態に至る前に、検知信号 K により誘導機制御を停止させることができる。

【 0 0 5 2 】

誘導機制御を停止することにより、誘導機脱調状態が原因である過電流や過電圧による誘導機破壊、電力変換器 3 の素子破壊を防止することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 3 】

【図 1】図 1 は、本発明の一実施例を示すブロック図である。

【図 2】図 2 は、一従来例を示すブロック図である。

【図 3】図 3 は、磁束誤差演算器の一実施例を示す図である。

【図 4】図 4 は、磁束誤差演算器の一実施例を示す図である。

【図 5】図 5 は、磁束基準値の一作成例を示す図である。

【符号の説明】

50

【 0 0 5 4 】

101、102、103、104 誘導機

- 2 電流検出器
- 3 電力変換器
- 4 トルク制御手段
- 5 磁束演算器
- 6 速度演算器
- 7 磁束量演算器
- 8 磁束誤差演算器
- 9 積分器
- 10 比較器
- 11 運転論理器
- 12 基準値設定器

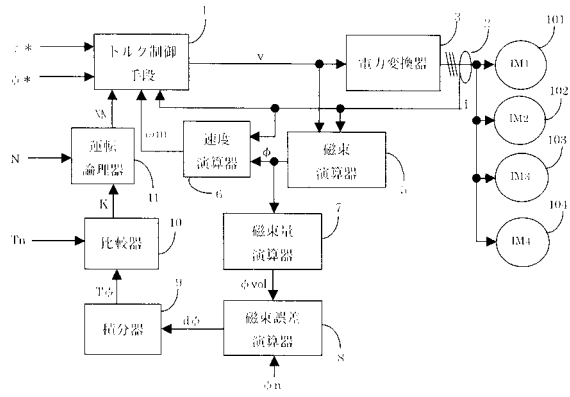
10

- i 総和電流
- v 電圧指令
- * トルク指令
- * 磁束指令
- m 誘導機速度
- 誘導機磁束
- N 運転指令
- vol 誘導機磁束大きさ
- n 磁束基準値
- 演算ゲイン
- 減衰率
- d 誤差率
- T 誤差時間
- Tn 時間設定値
- K 検知信号
- NN 制御指令

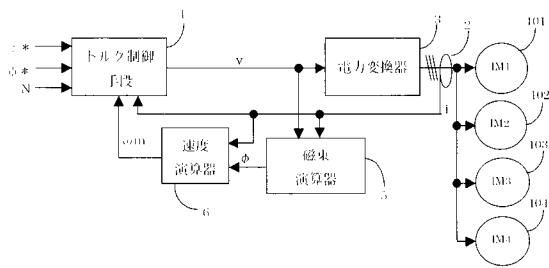
20

30

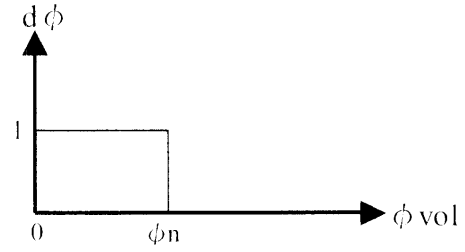
【図1】



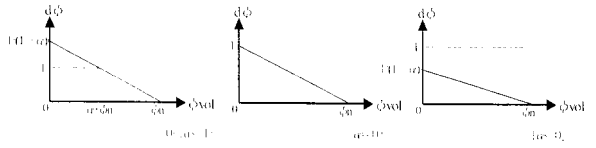
【図2】



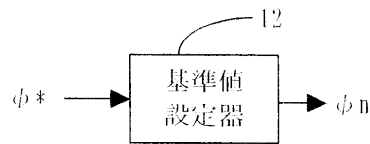
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-219504(JP,A)
特開2004-080935(JP,A)
特開平11-008990(JP,A)
特開平10-108499(JP,A)
特開2006-014553(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 4/00 - 29/00
B60L 1/00 - 15/42