

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-135545

(P2013-135545A)

(43) 公開日 平成25年7月8日(2013.7.8)

(51) Int.Cl.
H02P 5/74 (2006.01)F1
H02P 7/74テーマコード (参考)
5H572

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2011-284796 (P2011-284796)
(22) 出願日 平成23年12月27日 (2011.12.27)(71) 出願人 000003115
東洋電機製造株式会社
東京都中央区八重洲一丁目4番16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
Fターム(参考) 5H572 AA01 DD03 EE03 HC08 JJ22
LL14 LL20 LL22 LL27

(54) 【発明の名称】 誘導機制御装置

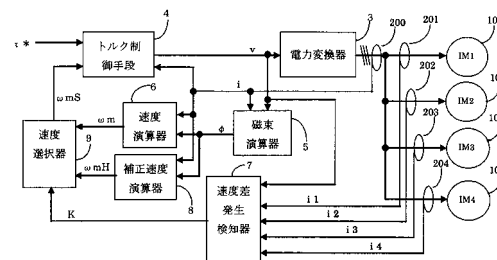
(57) 【要約】

【課題】複数台誘導機一括制御において、誘導機間の速度差が大きくなると、誘導機速度に演算誤差が生じ、誘導機実すべりが拡大し、誘導機が脱調状態に陥る。

【解決手段】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、誘導機磁束と総和電流から瞬時誘導機速度を演算する速度演算器と、総和電流と電圧から誘導機間速度差発生信号を出力する速度差発生検知器を有し、総和電流と瞬時誘導機速度とトルク指令を基に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、

誘導機磁束と総和電流から補正誘導機速度を演算する補正速度演算器と、瞬時誘導機速度と補正誘導機速度と誘導機間速度差発生信号を入力し制御誘導機速度を出力する速度選択器を新たに追加し、瞬時誘導機速度の代わりに制御誘導機速度をトルク制御手段に入力することを特徴とする。

【選択図】 図1



【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、前記誘導機磁束と前記総和電流から瞬時誘導機速度を演算する速度演算器と、前記複数台誘導機の各個電流と前記電圧から誘導機間速度差発生信号を出力する速度差発生検知器を有し、前記総和電流と前記瞬時誘導機速度とトルク指令を基に前記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、

前記誘導機磁束と前記総和電流から補正誘導機速度を演算する補正速度演算器と、前記瞬時誘導機速度と前記補正誘導機速度と前記誘導機間速度差発生信号を入力し制御誘導機速度を出力する速度選択器を新たに追加し、前記瞬時誘導機速度の代わりに前記制御誘導機速度を前記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】

前記誘導機間速度差発生信号を元に出力値を0まで絞るトルク指令減衰器を新たに設け、前記トルク指令の代わりに前記トルク指令減衰器の出力値を前記トルク制御手段に入力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】

前記補正速度演算器において、
前記誘導機磁束 ϕ と前記総和電流 i との外積値と、積分ゲイン G から、前記補正誘導機速度 ω_{mH} を下記積分式

$$\omega_{mH} = G \int (-\phi \times i) dt$$

20

にて演算することを特徴とする請求項 2 記載の誘導機制御装置。
ここで $\times$ は外積を表す演算子である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数台誘導機の一括トルク制御に関するもので、特に、一部軸が空転、滑走した状態でも、運転状態を維持したままで、安定したトルク制御を実現するものである。

【背景技術】

30

【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、200、201、202、203、204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。その際、電流検出器は総和電流と各個電流を検知する分を用意する。以下、誘導機は 4 台であるとして説明する。

【0003】

電流検出器 200 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。

40

電流検出器 201、202、203、204 は、電力変換器 3 につながる個々の誘導機に流れる電流を各個に検出し、各個電流 i_1 、 i_2 、 i_3 、 i_4 とする。

【0004】

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 ϕ を式(1)で演算する。

【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

50

相互インダクタンス合成値、 L_{ek} 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 L_{ek} は、

【数 2】

$$L_{ek} = L_1 - \frac{M^2}{L_2} \quad \text{式(2)}$$

で与えられる。ここで、 L_1 は全誘導機の一次自己インダクタンス合成値である。

【0005】

速度演算器6は、総和電流 i と誘導機磁束 ϕ から、式(3)～式(5)を用いて瞬時誘導機速度 ω_m を演算する。

【数 3】

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

【数 4】

$$\omega_s = \frac{R_2 \cdot \frac{M}{L_2} \cdot (\phi \times i)}{|\phi|^2} \quad \text{式(4)}$$

【数 5】

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

ここで、 R_2 は全誘導機の二次抵抗合成値、 FA と FB は誘導機磁束 ϕ の成分である。また、 $\times$ は外積を表す演算子である。

【0006】

トルク制御手段4は、トルク指令 τ^* と瞬時誘導機速度 ω_m と総和電流 i を基に、全誘導機のトータルトルクがトルク指令 τ^* となるような電圧指令 v を出力する。

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。

【0007】

以上の構成とすることにより、複数台誘導機のトータルトルクをトルク指令 τ^* に制御することができる。

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。

【0008】

しかしながら、一括制御している一部車輪軸が空転あるいは滑走すると、誘導機101～104の少なくとも1台が脱調状態となる可能性があり、その場合は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。詳細については、下記[特許文献1]の[発明が解決しようとする課題]に記述されている。

【0009】

一括制御している一部車輪軸が空転あるいは滑走していることを検知するのが、速度差発生検知器7である。速度差発生検知器7は、電力変換器3に入力される電圧指令 v と各個電流 i_1 、 i_2 、 i_3 、 i_4 を元に、誘導機間速度差発生信号 K を作成する。速度差発生検知器7の詳細については、例えば、[特許文献1]及び[特許文献2]の[実施例]に記述されている。

[特許文献1]及び[特許文献2]においては、誘導機間速度差発生信号 K (文献内では単に検知信号という名称になっている) が検知状態となったときに、トルク制御を停止させ、誘導機破壊、電力変換器素子破壊を防止している。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【0010】

【特許文献1】特開2008-043111号公報

【特許文献2】特開2008-178176号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

従来技術においては、以下に示す問題点がある。

一括制御している一部車輪軸が空転あるいは滑走すると、誘導機の実際のすべりが大きくなり、誘導機磁束 ϕ が低下する。すると、微小値を微小値で割る際に発生する量子化誤差や丸め誤差により、式(3)と式(4)の演算精度が下がり、瞬時誘導機速度 ω_m の演算誤差が大きくなる。この誤差拡大が、トルク制御手段4のトルク制御を不安定とし、過電流や過電圧を発生させる。

10

【0012】

過電流や過電圧を防止するために、誘導機間速度差発生信号Kを検知したときにトルク制御を停止すると、運転手が再度運転指令をONするまで、トルクが出ないこととなるので、車両の走行性能が期待通りに出なくなる。

さらに、運転指令ONの後、運転開始時に誘導機速度の拾い上げ制御が必要であり、ここでのトルク未出力期間の車両の走行性能劣化も考えられる。

【0013】

また、一部車輪軸が空転あるいは滑走している状態でトルク制御を開始すると、結局は誘導機の脱調を引き起こし、過電流や過電圧となる可能性がある。

20

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】

【0014】

前述の問題点を解決するために、誘導機磁束 ϕ と総和電流 i から補正誘導機速度 $\omega_m H$ を演算する補正速度演算器8と、瞬時誘導機速度 ω_m と補正誘導機速度 $\omega_m H$ と誘導機間速度差発生信号Kを入力し制御誘導機速度 $\omega_m S$ を出力する速度選択器9を新たに追加し、瞬時誘導機速度 ω_m の代わりに制御誘導機速度 $\omega_m S$ をトルク制御手段4に入力する。

【0015】

請求項2においては、誘導機間速度差発生信号Kを元に出力値を0まで絞るトルク指令減衰器10を新たに設け、トルク指令 τ^* の代わりにトルク指令減衰器の出力値 τ_0^* をトルク制御手段4に入力する。

30

【0016】

請求項3においては、補正速度演算器8において、誘導機磁束 ϕ と総和電流 i との外積値と、積分ゲイン G から、補正誘導機速度 $\omega_m H$ を下記積分式

【数6】

$$\omega_m H = G \int (-\phi \times i) dt \quad \text{式(6)}$$

にて演算する。ここで $\times$ は外積を表す演算子である。

40

【発明の効果】

【0017】

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誘導機間速度差発生信号Kとして検知できる。誘導機間速度差発生信号Kにより、トルク制御に用いる誘導機速度を切り替えることにより、一部車輪軸の空転、滑走の有無に関わらず、トルク制御手段による安定なトルク制御が実現できる。

【0018】

誘導機間速度差発生信号K検知状態により、トルク制御に用いる制御誘導機速度 $\omega_m S$ として補正誘導機速度 $\omega_m H$ を選択した場合、誘導機磁束 ϕ 低下による演算速度誤差拡大を防ぐことができ、トルク制御を安定にすることができる。

50

【0019】

一部車輪軸の空転、滑走が収まり、誘導機間速度差発生信号Kが未検知状態になると、トルク制御に用いる制御誘導機速度 $\omega_m S$ として瞬時誘導機速度 ω_m を選択し、通常のトルク制御に戻り、トルクを出力する。これにより、運転手の操作が不要となり、運転状態を維持したままで、効率的なトルク出力をすることができる。また、一部車輪軸の空転、滑走中には、通常のトルク制御に戻らないため、誘導機の脱調を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、本発明の請求項1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。

10

【図3】図3は、本発明の請求項2の一実施例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

誘導機磁束 ϕ と総和電流 i から補正誘導機速度 $\omega_m H$ を演算する補正速度演算器8と、瞬時誘導機速度 ω_m と補正誘導機速度 $\omega_m H$ と誘導機間速度差発生信号Kを入力し制御誘導機速度 $\omega_m S$ を出力する速度選択器9を新たに追加し、瞬時誘導機速度 ω_m の代わりに制御誘導機速度 $\omega_m S$ をトルク制御手段4に入力することにより、一部車輪軸の空転、滑走の有無に関わらず、運転状態を維持したままで、トルク制御手段4による安定なトルク制御が実現できる。

【実施例1】

20

【0022】

図1は、本発明の一実施例を示すブロック図であり、8は補正速度演算器、9は速度選択器である。

【0023】

補正速度演算器8は、総和電流 i と誘導機磁束 ϕ を入力し、補正誘導機速度 $\omega_m H$ を演算する。演算式としては、誘導機磁束 ϕ の大きさが小さくなっても、補正誘導機速度 $\omega_m H$ の演算精度が保持できる演算式が適当である。

【0024】

補正速度演算器8の演算式の一例としては、下記の式(7)、式(8)がある。

【数7】

30

$$\tau F = \frac{M}{L^2} \cdot (\phi \times i) \quad \text{式(7)}$$

【数8】

$$\omega_m H = G1 \int (\tau^* - \tau F) dt \quad \text{式(8)}$$

ここで、G1は積分補正ゲイン、 $\times$ は外積を表す演算子である。式(7)、式(8)で補正誘導機速度 $\omega_m H$ を演算することにより、フィードバックトルク τF がトルク指令 τ^* に一致するように、補正誘導機速度 $\omega_m H$ が積分補正される。式(8)は、割り算を使用していないため、式(3)、式(4)のように誘導機磁束 ϕ の大きさが小さくなった場合の精度落ちという欠点を解消することができる。

40

【0025】

速度選択器9は、瞬時誘導機速度 ω_m と補正誘導機速度 $\omega_m H$ と誘導機間速度差発生信号Kを入力し、制御誘導機速度 $\omega_m S$ を出力する。

速度選択器9の一例としては、誘導機間速度差発生信号Kが検知状態であれば、補正誘導機速度 $\omega_m H$ を制御誘導機速度 $\omega_m S$ として出力する。逆に、誘導機間速度差発生信号Kが未検知状態であれば、瞬時誘導機速度 ω_m を制御誘導機速度 $\omega_m S$ として出力する。

【0026】

速度選択器9のその他の例としては、

・ 誘導機間速度差発生信号Kに対して時素T1を設けて、瞬時誘導機速度 ω_m と補正誘導

50

機速度 $\omega m H$ とを切り替えて、制御誘導機速度 $\omega m S$ とする方式、

・誘導機間速度差発生信号 K の変化を起点として、瞬時誘導機速度 ωm と補正誘導機速度 $\omega m H$ の重み付けを時間 $T 2$ かけて徐々に変えながら、制御誘導機速度 $\omega m S$ とする方式、
が考えられる。

【0027】

トルク制御手段 4 は、トルク指令 $\tau *$ と制御誘導機速度 $\omega m S$ と総和電流 i を基に、全誘導機のトータルトルクがトルク指令 $\tau *$ となるような電圧指令 v を出力する。

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。

【0028】

以上の構成とすることにより、誘導機間速度差発生信号 K により、トルク制御に用いる誘導機速度を切り替えることができる。これにより、一部車輪軸の空転、滑走の有無に関わらず、運転状態を維持したままで、トルク制御手段による安定なトルク制御が実現できる。

【0029】

まず、車両制御の一部車輪軸の空転、滑走が発生した場合を考える。車両制御の一部車輪軸の空転、滑走が発生すると、速度差発生検知器 7 の出力である誘導機間速度差発生信号 K が検知状態となり、[制御誘導機速度 $\omega m S$ = 補正誘導機速度 $\omega m H$] となる。一部車輪軸の空転、滑走による誘導機磁束 ϕ の大きさ低下となっても、補正誘導機速度 $\omega m H$ の演算精度は保持されるため、トルク制御手段 4 のトルク制御は安定となる。

【0030】

その後、車両制御の一部車輪軸の空転、滑走が収まると、速度差発生検知器 7 の出力である誘導機間速度差発生信号 K が未検知状態となり、[制御誘導機速度 $\omega m S$ = 瞬時誘導機速度 ωm] となる。すなわち、通常のトルク制御に戻り、トルクを出力する。これにより、運転手の操作が不要となり、効率的なトルク出力をすることができる。一部車輪軸の空転、滑走は収まっているため、トルク制御手段 4 のトルク制御は安定となる。また、一部車輪軸の空転、滑走中には、通常のトルク制御に戻らないため、誘導機の脱調を防止することができる。

【0031】

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。複数台誘導機の一部の軸速度に差ができた例としては、

・複数台誘導機につながる車輪径に差がある場合、
・車両台車に車軸が無く、カーブ走行時に内側車輪速度と外側車輪速度に差が発生した場合、
が考えられる。

【実施例 2】

【0032】

図 3 は、本発明の一実施例を示すブロック図であり、10 はトルク指令減衰器である。

トルク指令減衰器 10 は、誘導機間速度差発生信号 K を基に、減衰トルク指令 $\tau 0 *$ を作成する。減衰トルク指令 $\tau 0 *$ は、誘導機間速度差発生信号 K が検知状態となったことを切っ掛けに、0 に向かって絞られる。絞り方の例としては、・ステップ、・一定傾き直線、・一次遅れ、等が考えられる。

【0033】

トルク制御手段 4 は、減衰トルク指令 $\tau 0 *$ と制御誘導機速度 $\omega m S$ と総和電流 i を基に、全誘導機のトータルトルクが減衰トルク指令 $\tau 0 *$ となるような電圧指令 v を出力する。

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。

【0034】

以上の構成とすることにより、誘導機間速度差発生信号 K の検知により、トルク制御に

用いるトルク指令を0に絞ることができる。これにより、全誘導機のトータルトルクが小さくなり、一部車輪軸の空転、滑走が収束方向に向かうことが期待でき、速度選択器9が〔制御誘導機速度 $\omega m S$ = 補正誘導機速度 $\omega m H$ 〕となる時間が短くなり、通常のトルク制御の時間が増えるため、効率的なトルク出力をすることができる。

【0035】

実施例1と同じく、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3】

【0036】

図3に示す本発明の一実施例においては、補正速度演算器8の演算式を、下記の式(9)とすることができる。

【数9】

$$\omega m H = G \int (-\phi \times i) dt \quad \text{式(9)}$$

ここで、Gは積分補正ゲイン、 $\times$ は外積を表す演算子である。式(9)は、式(8)でトルク指令 τ^* を0とした式から導かれる。

式(9)で補正誘導機速度 $\omega m H$ を演算することにより、フィードバックトルク相当($\phi \times i$)が0となるように、補正誘導機速度 $\omega m H$ が積分補正される。式(9)は、割り算を使用していないため、式(3)、式(4)のように誘導機磁束 ϕ の大きさが小さくなった場合の精度落ちという欠点を解消することができる。

【0037】

以上の構成とすることにより、一部車輪軸の空転、滑走による誘導機磁束 ϕ の大きさ低下となっても、補正誘導機速度 $\omega m H$ の演算精度は保持されるため、トルク制御手段4のトルク制御は安定となる。

【0038】

実施例1と同じく、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。

【産業上の利用可能性】

【0039】

車両のような台車制御、1車両制御による複数台誘導機の一括トルク制御において、一部車輪軸の空転、滑走が大きくなったことを誘導機間速度差発生信号として検知できる。誘導機間速度差発生信号により、トルク制御に用いる誘導機速度を切り替えることにより、一部車輪軸の空転、滑走の有無に関わらず、運転状態を維持したままで、トルク制御手段による安定なトルク制御が実現できる。

【0040】

誘導機間速度差発生信号の検知状態により、トルク制御に用いる制御誘導機速度として補正誘導機速度を選択した場合、誘導機磁束低下による演算速度誤差拡大を防ぐことができ、トルク制御を安定にすることができる。

【0041】

一部車輪軸の空転、滑走が収まり、誘導機間速度差発生信号が未検知状態になると、トルク制御に用いる制御誘導機速度として瞬時誘導機速度を選択し、通常のトルク制御に戻り、トルクを出力する。これにより、運転手の操作が不要となり、効率的なトルク出力をすることができる。

【0042】

一部車輪軸の空転、滑走の有無に関わらず、誘導機のトルク制御を安定にすることにより、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、電力変換器の素子破壊を防止することができる。

【0043】

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。

【符号の説明】

【0044】

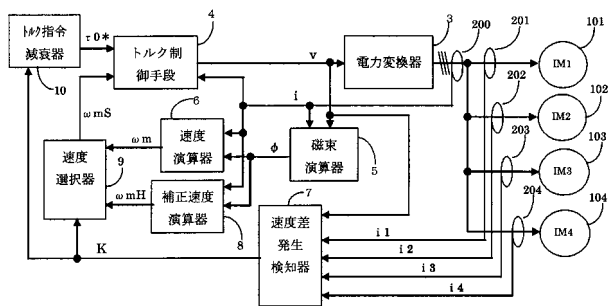
- 101、102、103、104 誘導機
- 200、201、202、203、204 電流検出器
- 3 電力変換器
- 4 トルク制御手段
- 5 磁束演算器
- 6 速度演算器
- 7 速度差発生検知器
- 8 補正速度演算器
- 9 速度選択器
- 10 トルク指令減衰器

10

- i 総和電流
- i_1 、 i_2 、 i_3 、 i_4 各個電流
- v 電圧指令
- τ^* トルク指令
- τ_0^* 減衰トルク指令
- ω_m 瞬時誘導機速度
- ω_{mH} 補正誘導機速度
- ω_{mS} 制御誘導機速度
- ϕ 誘導機磁束
- K 誘導機間速度差発生信号

20

【図 3】



【図 2】

