

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3661572号

(P3661572)

(45) 発行日 平成17年6月15日(2005.6.15)

(24) 登録日 平成17年4月1日(2005.4.1)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 2 M 7/48

H O 2 M 7/48

M

G O 1 R 35/00

G O 1 R 35/00

E

H O 2 P 21/00

H O 2 P 5/408

C

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-217359 (P2000-217359)
 (22) 出願日 平成12年7月18日(2000.7.18)
 (65) 公開番号 特開2002-34266 (P2002-34266A)
 (43) 公開日 平成14年1月31日(2002.1.31)
 審査請求日 平成15年1月30日(2003.1.30)

(73) 特許権者 000003997
 日産自動車株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 (74) 代理人 100084412
 弁理士 永井 冬紀
 (72) 発明者 永山 和俊
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
 自動車株式会社内

審査官 川端 修

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インバーターの電流センサー診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

3相交流モーターへ流れる3相交流電流の内の第1相と第2相の電流を検出する2個の電流センサーを備え、前記電流センサーにより検出された第1相電流検出値と第2相電流検出値とに基づいて前記3相交流モーターを駆動制御するインバーターに用いられ、前記3相交流モーターの駆動時に、第1相の電流指令値と電流検出値との偏差の絶対値、または第2相の電流指令値と電流検出値との偏差の絶対値が第1の判定基準値を超えた場合は、前記電流センサーが異常であると判定する電流センサー診断装置であって、

インバーターへ入力されるモータートルク指令値の変化量が0の場合には、モータートルク指令値に対するモーター出力トルクが許容範囲内となる電流偏差限界値を前記第1の判定基準値に設定し、モータートルク指令値の変化量が0でない場合には、モータートルク指令値の変化量が0の場合に設定した前記第1の判定基準値をモータートルク指令値の変化量が大きくなるほど大きくすることを特徴とするインバーターの電流センサー診断装置。

【請求項2】

請求項1に記載のインバーターの電流センサー診断装置において、

前記3相交流モーターの駆動時に、第1相電流検出値の絶対値または第2相電流検出値の絶対値が第2の判定基準値を超えた場合は、前記電流センサーが異常であると判定することを特徴とするインバーターの電流センサー診断装置。

【請求項3】

10

20

請求項 2 に記載のインバーターの電流センサー診断装置において、
前記第 2 の判定基準値を、前記インバーターの電力変換素子の許容電流に基づいて決定
することを特徴とするインバーターの電流センサー診断装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかの項に記載のインバーターの電流センサー診断装置において、
前記 3 相交流モーターの非駆動時に、第 1 相電流検出値の絶対値または第 2 相電流検出
値の絶対値が第 3 の判定基準値を超えた場合は、前記電流センサーが異常であると判定す
ることを特徴とするインバーターの電流センサー診断装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のインバーターの電流センサー診断装置において、
前記第 3 の判定基準値を前記電流センサーのオフセット誤差に基づいて決定することを
特徴とするインバーターの電流センサー診断装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インバーターに用いる電流センサーの異常を診断する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

3 個の電流センサーを用いて 3 相電流 I_U 、 I_V 、 I_W を検出し、3 相交流モーターをベク
トル制御するインバーターの電流センサーの異常を診断する装置が知られている（例えば
特開平 06 - 253585 号公報参照）。この種の診断装置では、3 相交流モーターにお
ける同一時点の 3 相交流電流の総和（ $I_U + I_V + I_W$ ）が理論的に 0 になることを利用し
、3 個の電流センサーにより同一時点に検出した 3 相交流電流の総和（ $I_U + I_V + I_W$ ）
が判定基準値を超えた場合は電流センサーが異常であると診断している。

20

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、3 相交流モーターにおける同一時点の 3 相交流電流の総和（ $I_U + I_V + I_W$ ）
は理論的に 0 になることから、3 相の内のいずれか 2 相の電流を検出し、検出した 2 相の
電流に基づいて他の 1 相の電流を演算により求めることができる。したがって、2 個の電
流センサーを用いれば 3 相交流モーターをベクトル制御することができる。

30

【0004】

しかしながら、2 個の電流センサーを用いて 3 相交流モーターのベクトル制御を行う場合
には、同一時点の 3 相交流電流の総和（ $I_U + I_V + I_W$ ）が 0 になるという原理を利用し
て、電流センサーの異常を診断することができなくなる。

【0005】

本発明の目的は、2 個の電流センサーを用いて 3 相交流モーターのベクトル制御を行うイ
ンバーターの電流センサーの異常を診断することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

一実施の形態の構成を示す図 1 に対応づけて本発明を説明すると、
(1) 請求項 1 の発明は、3 相交流モーター 7 へ流れる 3 相交流電流 U 、 V 、 W の内の
第 1 相 U と第 2 相 V の電流 i_u 、 i_v を検出する 2 個の電流センサー 5、6 を備え、電流セ
ンサー 5、6 により検出された第 1 相電流検出値 i_u と第 2 相電流検出値 i_v とに基づいて
3 相交流モーター 7 を駆動制御するインバーターに用いられ、3 相交流モーター 7 の駆動
時に、第 1 相 U の電流指令値 I_u^* と電流検出値 i_u との偏差 I_u の絶対値、または第 2 相
 V の電流指令値 I_v^* と電流検出値 i_v との偏差 I_v の絶対値が第 1 の判定基準値を超えた
場合は、電流センサー 5、6 が異常であると判定する電流センサー診断装置であって、イ
ンバーターへ入力されるモータートルク指令値 T^* の変化量が 0 の場合には、モータート
ルク指令値 T^* に対するモーター出力トルクが許容範囲内となる電流偏差限界値を第 1 の
判定基準値に設定し、モータートルク指令値 T^* の変化量が 0 でない場合には、モーター

40

50

トルク指令値 T^* の変化量が 0 の場合に設定した第 1 の判定基準値をモータートルク指令値の変化量が大きくなるほど大きくする。

(2) 請求項 2 のインバーターの電流センサー診断装置は、3 相交流モーター 7 の駆動時に、第 1 相電流検出値 i_u の絶対値または第 2 相電流検出値 i_v の絶対値が第 2 の判定基準値を超えた場合は、電流センサー 5, 6 が異常であると判定する。

(3) 請求項 3 のインバーターの電流センサー診断装置は、第 2 の判定基準値を、インバーターの電力変換素子の許容電流に基づいて決定するようにしたものである。

(4) 請求項 4 のインバーターの電流センサー診断装置は、3 相交流モーター 7 の非駆動時に、第 1 相電流検出値 i_u の絶対値または第 2 相電流検出値 i_v の絶対値が第 3 の判定基準値を超えた場合は、電流センサー 5, 6 が異常であると判定する。

(5) 請求項 5 のインバーターの電流センサー診断装置は、第 3 の判定基準値を電流センサー 5, 6 のオフセット誤差に基づいて決定するようにしたものである。

【0007】

上述した課題を解決するための手段の項では、説明を分かりやすくするために一実施の形態の図を用いたが、これにより本発明が一実施の形態に限定されるものではない。

【0008】

【発明の効果】

(1) 請求項 1 の発明によれば、3 相交流モーターの駆動時に、第 1 相の電流指令値と電流検出値との偏差の絶対値、または第 2 相の電流指令値と電流検出値との偏差の絶対値が第 1 の判定基準値を超えた場合は、電流センサーが異常であると判定する電流センサー診断装置において、インバーターへ入力されるモータートルク指令値の変化量が 0 の場合には、モータートルク指令値に対するモーター出力トルクが許容範囲内となる電流偏差限界値を第 1 の判定基準値に設定し、モータートルク指令値の変化量が 0 でない場合には、モータートルク指令値の変化量が 0 の場合に設定した第 1 の判定基準値をモータートルク指令値の変化量が大きくなるほど大きくするようにしたので、2 個の電流センサーを用いて 3 相交流モーターを駆動制御する場合でも、電流センサーの異常を正確に診断することができる上に、モーター制御の過渡時においても電流センサーの異常発生を正確に診断することができる。

(2) 請求項 2 および請求項 3 の発明によれば、3 相交流モーターの駆動時に、第 1 相電流検出値の絶対値または第 2 相電流検出値の絶対値が第 2 の判定基準値を超えた場合は、電流センサーが異常であると判定するようにしたので、2 個の電流センサーを用いて 3 相交流モーターを駆動制御する場合でも、電流センサーの異常を正確に診断することができる。

(3) 請求項 4 および請求項 5 の発明によれば、3 相交流モーターの非駆動時に、第 1 相電流検出値の絶対値または第 2 相電流検出値の絶対値が第 3 の判定基準値を超えた場合は、電流センサーが異常であると判定するようにしたので、2 個の電流センサーを用いて 3 相交流モーターを駆動制御する場合でも、電流センサーの異常を正確に診断することができる上に、モーター非駆動時においても電流センサーの異常を正確に診断することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】

図 1 は、一実施の形態の電流センサー診断装置を備えたインバーターの制御ブロック図である。このインバーターは 2 個の電流センサー 5, 6 により 3 相交流モーター 7 をベクトル制御する。電流センサー 5 は U 相電流 i_u を検出し、電流センサー 6 は V 相電流 i_v を検出する。これらの 2 相分の交流電流 i_u 、 i_v から次式により、W 相電流 i_w を演算により求める。

【数 1】

$$i_w = -i_u - i_v$$

【0010】

ベクトル制御部 1 は、トルク指令値 T^* 、モーター回転速度 およびバッテリー電圧 V_b に

10

20

30

40

50

に基づいて電流テーブルから d、q 軸電流指令値 i_d^* 、 i_q^* を演算する。非干渉電流制御部 2 は、d、q 軸の実電流 i_d 、 i_q をそれぞれの電流指令値 i_d^* 、 i_q^* に一致させるための d、q 軸電圧指令値 v_d^* 、 v_q^* を演算する。2 相 3 相変換部 3 は、モーター 7 の磁極位置 b に基づいて d、q 軸電圧指令値 v_d^* 、 v_q^* を 3 相交流電圧指令値 v_u^* 、 v_v^* 、 v_w^* に変換する。インバーター主回路 4 は、3 相交流電圧指令値 v_u^* 、 v_v^* 、 v_w^* にしたがってバッテリー 1 2 の直流電圧を IGBT (不図示) によりスイッチングし、3 相交流電圧をモーター 7 に印加する。

【0011】

モーター回転数・位置検出部 9 は、モーター 7 の出力軸に連結されたエンコーダ 8 によりモーター 7 の回転速度 と磁極位置 a を検出する。位相補正部 10 は、3 相 2 相変換部 13 と 2 相 3 相変換部 3 との演算処理時間の差によるモーター磁極位置 a の変化分を補正し、補正值 b を出力する。バッテリー 1 2 はインバーター主回路 4 へ直流電力を供給する。3 相 2 相変換部 13 は、磁極位置 a に応じて電流センサー 5、6 により検出した 3 相交流電流 i_u 、 i_v 、 i_w を d、q 軸電流 i_d 、 i_q に変換する。

10

【0012】

2 相 3 相変換部 14 は、磁束位置 a に基づいて d、q 軸電流指令値 i_d^* 、 i_q^* を U、V 相交流電流指令値 I_u^* 、 I_v^* に変換する。異常検出部 15 はマイクロコンピュータとメモリなどの周辺部品から構成され、U、V 相交流電流指令値 I_u^* 、 I_v^* と電流センサー 5、6 により検出した U、V 相交流電流 i_u 、 i_v との差 I_u 、 I_v 、および U、V 相交流電流 i_u 、 i_v に基づいて電流センサー 5、6 の異常を検出する。

20

【0013】

図 2 は、異常検出部 15 における電流センサー 5、6 の異常診断処理を示す制御ブロック図である。この実施の形態では、U 相電流指令値 I_u^* と V 相電流指令値 I_v^* がともに 0 のとき、あるいはインバーターがモーター駆動制御を行っていないときをモーター 7 の非駆動時とし、U 相電流指令値 I_u^* と V 相電流指令値 I_v^* のいずれか一方が 0 でないとき、あるいはインバーターがモーター駆動制御を行っているときをモーター 7 の駆動時とする。そして、モーター駆動時と非駆動時とで別の方法で電流センサー 5、6 を診断する。スイッチ 15 a、15 b は、モーター駆動時と非駆動時とで判定基準値を切り換えるためのスイッチである。

【0014】

まずモーター駆動時には、2 相 3 相変換部 14 から出力される U、V 相交流電流指令値 I_u^* 、 I_v^* と、電流センサー 5、6 により検出した U、V 相交流電流 i_u 、 i_v との制御偏差 I_u 、 I_v を求める。

30

【数 2】

$$I_u = I_u^* - i_u,$$

$$I_v = I_v^* - i_v$$

そして、相電流指令値と実電流との制御偏差 I_u 、 I_v の絶対値を予め設定した判定基準値 と比較し、制御偏差 I_u 、 I_v の絶対値が判定基準値 を超える場合は電流センサー 5、6 が異常であると判断する。

【数 3】

$$|I_u| = |(I_u^* - i_u)| > \quad ,$$

$$|I_v| = |(I_v^* - i_v)| > \quad$$

ここで、判定基準値 についてはその詳細を後述するが、インバーターおよびモーター 7 の運転状態と制御誤差に基づいて決定する。

40

【0015】

モーター駆動時にはまた、U、V 相交流電流 i_u 、 i_v の絶対値を予め設定した判定基準値 と比較し、電流 i_u 、 i_v の絶対値が判定基準値 を超える場合は電流センサー 5、6 が異常であると診断する。

【数 4】

$$|i_u| > \quad ,$$

50

$$|i_v| >$$

ここで、判定基準値は IGBT などのインバーター主回路 4 の電力変換素子の許容電流に基づいて決定する。

【0016】

一方、モーター非駆動時には、U、V 相交流電流 i_u 、 i_v の絶対値を判定基準値と比較し、判定基準値を超える場合は電流センサー 5, 6 が異常であると診断する。

【数 5】

$$|i_u| >$$

$$|i_v| >$$

ここで、判定基準値は電流センサー 5, 6 のオフセット誤差に基づいて決定する。

10

【0017】

次に、上述した判定基準値の決め方について説明する。まず、予めモーター 7 の運転状態、すなわちモーター回転速度とバッテリー電圧 V_b に応じて、モータートルク指令値 T^* に対するモーター出力トルク T が許容範囲内となる電流偏差限界値 1 を設定する。そして、前回の演算制御時のトルク指令値 $T^*[n-1]$ と今回の演算制御時のトルク指令値 $T^*[n]$ との差の絶対値

【数 6】

$$|T^*[n] - T^*[n-1]| = |(T^*[n] - T^*[n-1])|$$

が 0 の場合は、モーター制御が定常状態にあると判定して判定基準値に上記 1 を設定する。

20

【数 7】

$$= 1 \quad (\text{モーター制御が定常状態のとき})$$

【0018】

一方、前回のトルク指令値 $T^*[n-1]$ と今回のトルク指令値 $T^*[n]$ との差の絶対値 (数式 6) が 0 でない場合は、モーター制御が過渡状態にあると判定し、次のようにして判定基準値を設定する。まず、前回のトルク指令値 $T^*[n-1]$ に対する d、q 軸電流指令値 $i_d^*[n-1]$ 、 $i_q^*[n-1]$ の波高値 $I_{lp}^*[n-1]$ と、今回のトルク指令値 $T^*[n]$ に対する d、q 軸電流指令値 $i_d^*[n]$ 、 $i_q^*[n]$ の波高値 $I_{lp}^*[n]$ を求める。

【数 8】

$$I_{lp}^*[n-1] = \sqrt{(i_d^*[n-1])^2 + (i_q^*[n-1])^2},$$

$$I_{lp}^*[n] = \sqrt{(i_d^*[n])^2 + (i_q^*[n])^2}$$

さらに、前回と今回の波高値の差 $I_{lp}^*[n]$ の絶対値を求める。

30

【数 9】

$$|I_{lp}^*[n] - I_{lp}^*[n-1]|$$

そして、判定基準値を次のように設定する。

【数 10】

$$= 1 + |I_{lp}^*[n]| \quad (\text{モーター制御が過渡状態のとき})$$

【0019】

図 3 は、トルク指令値変化 T^* に対する電流制御偏差 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ の判定基準値を示す。トルク指令値変化分 $|T^*|$ の増加にともなって d、q 軸電流指令値の波高値の変化分 $|I_{lp}^*|$ も増加するので、モーター制御過渡時における電流制御偏差の判定基準値が大きくなり、モーター制御の過渡時でも電流センサー 5, 6 を正確に診断することができ、誤診断を防止できる。

40

【0020】

図 4 は、電流センサー 5, 6 の異常診断プログラムを示すフローチャートである。このフローチャートにより、一実施の形態の動作を説明する。異常検出部 15 のマイクロコンピュータは、所定の時間ごとにこの電流センサー異常診断プログラムを実行する。

【0021】

ステップ 1 において、モーター 7 の駆動時か否かを確認し、モーター駆動時はステップ 2 へ進み、非駆動時はステップ 6 へ進む。モーター駆動時には、ステップ 2 で電流センサー

50

5, 6により検出したU、V相交流電流 $|i_u|$ 、 $|i_v|$ をそれぞれ予め設定した判定基準値と比較し、相電流 $|i_u|$ または $|i_v|$ が判定基準値を超える場合はステップ5へ進み、電流センサー5, 6が異常であると判定して異常診断結果を出力する。

【0022】

U、V相交流電流 $|i_u|$ 、 $|i_v|$ がともに判定基準値以下の場合はステップ3へ進み、上述したように、前回の演算制御時と今回の演算制御時のトルク指令値の差 $|T^*[n]|$ (数式6)、および前回と今回のd、q軸電流指令値の波高値の差 $|I_{lp}^*[n]|$ (数式9)を演算し、それらに基づいて上述したように判定基準値を設定する。

【0023】

続くステップ4では、U、V相電流の指令値と実際値との制御偏差 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ をそれぞれ判定基準値と比較し、制御偏差 $|I_u|$ または $|I_v|$ が判定基準値を超える場合はステップ5へ進み、電流センサー5, 6が異常であると判定して異常診断結果を出力する。制御偏差 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ がともに判定基準値以下の場合はステップ7へ進み、電流センサー5, 6は異常なしと判定して異常なしの診断結果を出力する。

10

【0024】

一方、モーター非駆動時は、ステップ6でU、V相交流電流 $|i_u|$ 、 $|i_v|$ をそれぞれ予め設定した判定基準値と比較し、相電流 $|i_u|$ または $|i_v|$ が判定基準値を超える場合はステップ5へ進み、電流センサー5, 6が異常であると判定して異常診断結果を出力する。一方、U、V相交流電流 $|i_u|$ 、 $|i_v|$ がともに判定基準値以下の場合はステップ7へ進み、電流センサー5, 6は異常なしと判定して異常なしの診断結果を出力する。

20

【0025】

このように、モーター駆動時には、電流指令値 I_u^* 、 I_v^* と電流センサー5, 6で検出した実電流 i_u 、 i_v との制御偏差 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ が判定基準値を超えた場合、あるいは電流センサー5, 6で検出した実電流 $|i_u|$ 、 $|i_v|$ が判定基準値を超えた場合は、電流センサー5, 6に異常が発生したと判定する。またモーター非駆動時には、電流センサー5, 6で検出した実電流 $|i_u|$ 、 $|i_v|$ が判定基準値を超えた場合は、電流センサー5, 6に異常が発生したと判定する。これにより、2個の電流センサー5, 6を用いて3相交流モーターのベクトル制御を行う場合でも、電流センサー5, 6の異常を正確に診断することができる。

30

【0026】

また、インバーターへ入力されるモータートルク指令値が変化する場合は、d、q軸電流指令値の波高値の変化量、すなわち電流指令値の変化量に応じて判定基準値を大きくするようにしたので、モーター制御の過渡時においても電流センサー5, 6の異常発生を正確に診断することができる。

【0027】

なお、上述した一実施の形態ではベクトル制御インバーターを例に上げて説明したが、本発明はベクトル制御インバーター以外のインバーターに適用することができ、上述した一実施の形態の効果と同様な効果を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【図1】 一実施の形態の構成を示す制御ブロック図である。

【図2】 異常検出部の詳細を示す制御ブロック図である。

【図3】 トルク指令値変化分 T^* に対する電流制御偏差の判定基準値を示す図である。

【図4】 一実施の形態の電流センサー異常診断プログラムを示すフローチャートである。

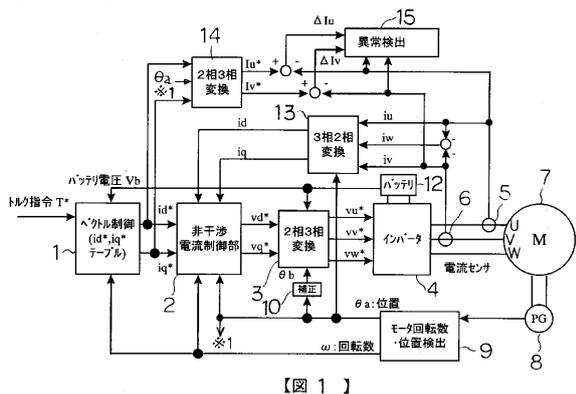
【符号の説明】

- 1 ベクトル制御部
- 2 非干渉電流制御部
- 3 2相3相変換部

50

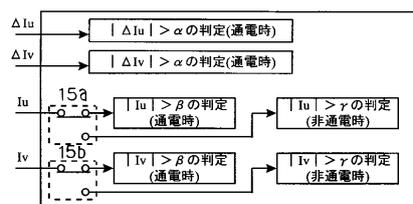
- 4 インバータ主回路
- 5, 6 電流センサー
- 7 3相交流モーター
- 8 エンコーダー
- 9 モーター回転数・位置検出部
- 10 位相補正部
- 13 3相2相変換部
- 14 2相3相変換部
- 15 異常検出部
- 15a, 15b スイッチ

【図1】



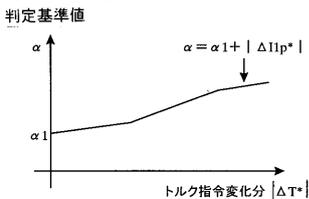
【図1】

【図2】



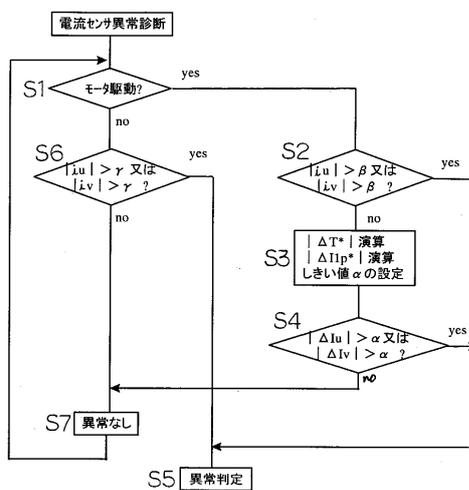
【図2】

【図3】



【図3】

【図4】



【図4】

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-184772(JP,A)
特開平09-047085(JP,A)
特開平07-111708(JP,A)
特開平06-253585(JP,A)
特開平02-266884(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H02M 7/48

G01R 35/00

H02P 21/00