

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年12月12日(12.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/252552 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 21/18 (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/021142

(22) 国際出願日: 2023年6月7日(07.06.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: ファナック株式会社 (FANUC CORPORATION) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).

(72) 発明者: 下田 隆貴 (SHIMODA Takaki); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi

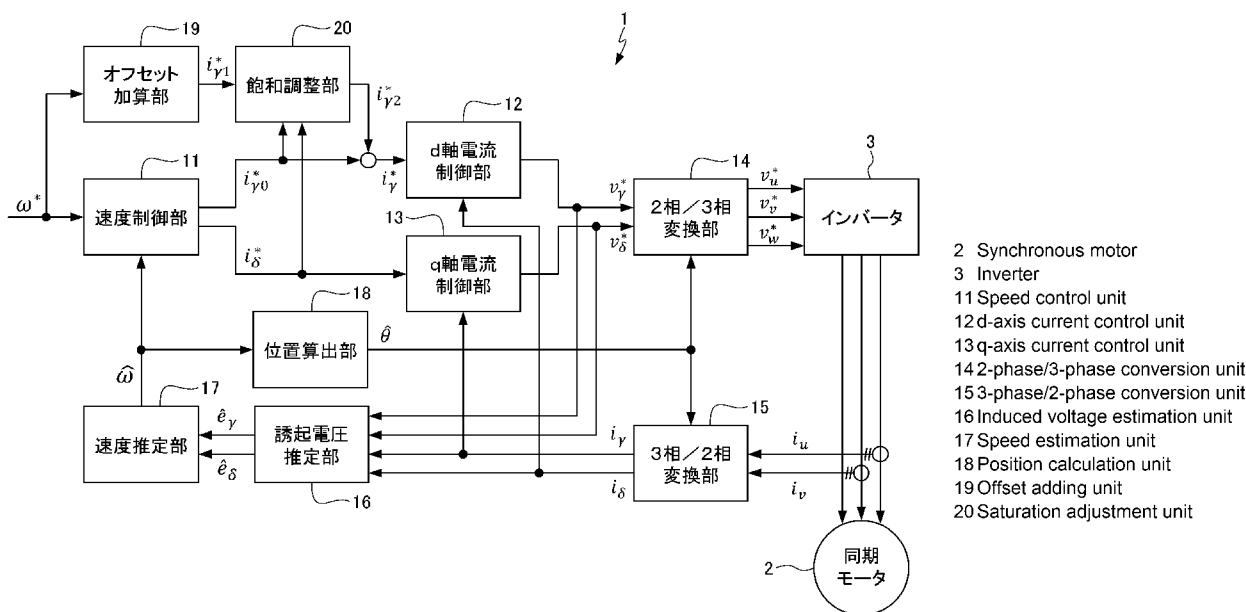
(JP). 猪飼 聡史 (IKAI Satoshi); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: 正林 真之, 外 (SHOBAYASHI Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 - 7 - 1 2 サピアタワー Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: MOTOR CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: モータ制御装置



(57) Abstract: A motor control device according to an aspect disclosed herein performs sensorless vector control of a synchronous motor, and comprises: an induced voltage estimation unit that estimates the induced voltage of the synchronous motor; a speed estimation unit that estimates the speed of the synchronous motor on the basis of the induced voltage estimated by the induced voltage estimation unit; a speed control unit that receives feedback about the speed estimated by the speed estimation unit and generates a d-axis current command value and a q-axis current command value to achieve the speed of the synchronous motor designated by the speed command value; a d-axis current control unit that controls the value of the d-axis current of the synchronous motor to match the d-axis current command value; a q-axis current control unit that controls the value of the q-axis current of the synchronous motor to match the q-axis current command value;

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

and an offset adding unit that adds an offset value to the d-axis current command value output from the speed control unit.

(57) 要約: 本開示の一態様に係るモータ制御装置は、同期モータをセンサレスベクトル制御するモータ制御装置であって、前記同期モータの誘起電圧を推定する誘起電圧推定部と、前記誘起電圧推定部が推定した誘起電圧に基づいて前記同期モータの速度を推定する速度推定部と、速度指令値が指定する前記同期モータの速度を実現するよう、前記速度推定部が推定した速度のフィードバックを受けてd軸電流指令値及びq軸電流指令値を生成する速度制御部と、前記同期モータのd軸電流の値を前記d軸電流指令値に一致させるよう制御するd軸電流制御部と、前記同期モータのq軸電流の値を前記q軸電流指令値に一致させるよう制御するq軸電流制御部と、前記速度制御部から出力される前記d軸電流指令値にオフセット値を加算するオフセット加算部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： モータ制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、モータ制御装置に関する。

背景技術

[0002] モータの速度制御方法として、回転子と同位相の磁束電流（d 軸電流）と回転子と位相が 90° 異なるトルク電流（q 軸電流）とをそれぞれ調整するベクトル制御が知られている。回転子の位置は、エンコーダ等のセンサで検出できる。しかしながら、演算装置の能力向上に伴って、モータの電流値等から演算により回転子の位置を推定する技術も普及している。このように、回転子の位置を推定してベクトル制御を行うセンサレスベクトル制御は、モータの構成を簡素化できるという利点を有する。

[0003] 回転子の位置を推定する方法としては、拡張誘起電圧オブザーバを用いる方法、つまり拡張誘起電圧モデルを用いて拡張誘起電圧を推定する方法が広く採用されている（例えば非特許文献 1 参照）。しかしながら、拡張誘起電圧モデルでは、誘起電圧が小さくなる低速域において回転子の位置を正確に推定することができない。

[0004] この問題を回避するために、中高速域ではセンサレスベクトル制御を行い、低速域ではベクトル制御を行わずに同期制御を行うこと、具体的には、低速時には q 軸電流をゼロに設定し、d 軸電流を固定値に設定してオープンループ制御することで、脱調及びサーマルトリップを防止することが提案されている（例えば特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2015-133802 号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：森本茂雄、河本啓助、武田洋次著「推定位置誤差情報を利用し

た「PMSMの位置・速度センサレス制御」電気学会論文誌D、122巻7号、P. 722-729、2002年

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 同期制御では、 q 軸電流をゼロに設定するので大きなトルクが得られないため、モータの加速度を大きくできない。このため、低速域における加減速性能が高いモータ制御装置が望まれる。

課題を解決するための手段

- [0008] 本開示の一態様に係るモータ制御装置は、同期モータをセンサレスベクトル制御するモータ制御装置であって、前記同期モータの誘起電圧を推定する誘起電圧推定部と、前記誘起電圧推定部が推定した誘起電圧に基づいて前記同期モータの速度を推定する速度推定部と、速度指令値が指定する前記同期モータの速度を実現するよう、前記速度推定部が推定した速度のフィードバックを受けて d 軸電流指令値及び q 軸電流指令値を生成する速度制御部と、前記同期モータの d 軸電流の値を前記 d 軸電流指令値に一致させるよう制御する d 軸電流制御部と、前記同期モータの q 軸電流の値を前記 q 軸電流指令値に一致させるよう制御する q 軸電流制御部と、前記速度制御部から出力される前記 d 軸電流指令値にオフセット値を加算するオフセット加算部と、を備える。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本開示の一実施形態に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図1のモータ制御装置の d 軸電流指令値と回転数との関係を例示するグラフである。

発明を実施するための形態

- [0010] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら説明する。図1は、本開示の一実施形態に係るモータ制御装置1の構成を示すブロック図であ

る。モータ制御装置 1 は、同期モータ 2 をセンサレスベクトル制御する装置であって、同期モータ 2 に電力を供給するインバータ 3 の出力を制御する。

モータ制御装置 1 は、低速域においてもセンサレスベクトル制御を行う。

[0011] モータ制御装置 1 は、速度制御部 11、d 軸電流制御部 12、q 軸電流制御部 13、2 相／3 相変換部 14、3 相／2 相変換部 15、誘起電圧推定部 16、速度推定部 17、位置算出部 18、オフセット加算部 19 及び飽和調整部 20 を備える。

[0012] 速度制御部 11 は、同期モータ 2 の速度を指定する速度指令値 ω^* が入力され、同期モータ 2 に入力される電流の制御上の d 軸 (γ 軸) 方向の成分の大きさを特定する d 軸電流指令値 $i_{\gamma 0}^*$ 及び制御上の q 軸 (δ 軸) 方向の成分の大きさ特定する q 軸電流指令値 i_{δ}^* を生成する。なお、以下の説明では「制御上の d 軸」及び「制御上の q 軸」について、単に「d 軸」及び「q 軸」という。速度制御部 11 は、速度指令値 ω^* が指定する同期モータ 2 の速度を実現するよう、後述する速度推定部 17 が推定した速度 $\omega^{\wedge}$ のフィードバックを受けて、d 軸電流指令値 $i_{\gamma 0}^*$ 及び q 軸電流指令値 i_{δ}^* を算出する。速度制御部 11 の構成は、従来のモータ制御装置におけるものと同様の構成とすることができる。なお、各種の値について、慣例に従って指令値には「*」、推定値には「 $\wedge$ 」を付す。

[0013] d 軸電流制御部 12 は、速度制御部 11 から出力され、オフセット加算部 19 及び飽和調整部 20 によってオフセットが加算された後の d 軸電流指令値 i_{γ}^* に一致する d 軸電流を出力できる d 軸電圧の値を特定する d 軸電圧指令値 v_{γ}^* を算出する。d 軸電流制御部 12 は、実際に同期モータ 2 に印加されている d 軸電流の値、つまり 3 相／2 相変換部 1 が同期モータ 2 の電流値から算出した d 軸電流値 i_{γ} のフィードバックを受けて、d 軸電圧指令値 v_{γ}^* を算出する。d 軸電流制御部 12 の構成は、従来のモータ制御装置におけるものと同様の構成とすることができ、例えば P I 制御を行うものとされ得る。

[0014] q 軸電流制御部 13 は、速度制御部 11 から出力される q 軸電流指令値 i_{δ}^*

i_d に一致するq軸電流を出力できるq軸電圧の値を特定するq軸電圧指令値 v_d^* を算出する。q軸電流制御部13は、3相／2相変換部1が同期モータ2の電流値から算出したq軸電流値 i_q のフィードバックを受けて、q軸電圧指令値 v_d^* を算出する。q軸電流制御部13の構成は、従来のモータ制御装置におけるものと同様の構成とすることができ、例えばPI制御を行うものとされ得る。

[0015] 2相／3相変換部14は、d軸電流制御部12から出力されるd軸電圧指令値 v_d^* とq軸電流制御部13から出力されるq軸電圧指令値 v_q^* との2相の電圧指令を、同期モータ2に入力すべき3相電圧の各層の電圧指令値 v_u^* 、 v_v^* 、 v_w^* に変換する。2相／3相変換部14の構成は、従来のモータ制御装置におけるものと同様の構成とすることができる。

[0016] 3相／2相変換部15は、同期モータ2に供給される3相電流の検出値（少なくとも2相の電流値）を、dq変換し、実際のd軸電流値 i_d 及びq軸電流値 i_q を算出する。3相／2相変換部15の構成は、従来のモータ制御装置におけるものと同様の構成とすることができる。

[0017] 誘起電圧推定部16は、d軸電流制御部12から出力されるd軸電圧指令値 v_d^* 及びq軸電流制御部13から出力されるq軸電圧指令値 v_q^* と、3相／2相変換部15が算出した実際のd軸電流値 i_d 及びq軸電流値 i_q から、同期モータ2の制御上のd軸拡張誘起電圧 e_d^* 及びq軸拡張誘起電圧 e_q^* を推定する。誘起電圧推定部16は、周知の拡張誘起電圧オブザーバにより構成できる。

[0018] 速度推定部17は、誘起電圧推定部が推定したd軸拡張誘起電圧 e_d^* 及びq軸拡張誘起電圧 e_q^* に基づいて、実際の同期モータ2の速度 ω を推定する。速度推定部17の構成は、従来のモータ制御装置におけるものと同様の構成とすることができる。

[0019] 位置算出部18は、速度推定部17が推定した実際の同期モータ2の速度 ω から、実際の同期モータ2の回転角度位置 θ を推定する。位置算出部18の構成は、従来のモータ制御装置におけるものと同様の構成とすること

ができ、例えば回転角度位置 $\theta^{\wedge}$ の積分（伝達関数 $1/s$ ）により回転角度位置 $\theta^{\wedge}$ を推定するよう構成され得る。

[0020] オフセット加算部 19 は、速度制御部 11 から出力される d 軸電流指令値 $i^*_{\gamma 0}$ にオフセット値 $i^*_{\gamma 1}$ を加算する。本実施形態では、オフセット値 $i^*_{\gamma 1}$ は、後述する飽和調整部 20 により同期モータ 2 及びインバータ 3 が許容する電流値を超えないよう調整され得るが、オフセット加算部 19 は、そのような設備上の制限を考慮しないオフセット値 $i^*_{\gamma 1}$ を生成する。したがって、オフセット加算部 19 は、速度制御部 11 に入力される速度指令値 ω^* 又は速度推定部 17 が推定した速度 $\omega^{\wedge}$ のみに基づいてオフセット値を決定するよう構成され得る。

[0021] オフセット加算部 19 は、予め第 1 速度閾値 ω_{T1} と第 1 速度閾値 ω_{T1} よりも大きい第 2 速度閾値 ω_{T2} が設定され、速度指令値 ω^* 又は速度 $\omega^{\wedge}$ の絶対値が第 1 速度閾値 ω_{T1} 未満のときは、オフセット値 $i^*_{\gamma 1}$ を一定値とすし（オフセット制御）、速度指令値 ω^* 又は速度 $\omega^{\wedge}$ の絶対値が第 1 速度閾値 ω_{T1} 以上第 2 速度閾値 ω_{T2} 以下であるときは、オフセット値 $i^*_{\gamma 1}$ を速度指令値 ω^* 又は速度 $\omega^{\wedge}$ の絶対値の増大に伴って単調減少する値とし（移行制御）、速度指令値 ω^* 又は速度 $\omega^{\wedge}$ の絶対値が第 2 速度閾値 ω_{T2} を超えるときは、オフセット値 $i^*_{\gamma 1}$ を 0 とする（通常のセンサレスベクトル制御）ことが好ましい。なお、第 2 速度閾値 ω_{T2} は、通常のセンサレスベクトル制御で適切に制御し得ると考えられる下限速度とすることができ、第 1 速度閾値 ω_{T1} は、速度変化が大きい場合にもオフセット制御とセンサレスベクトル制御をスムーズに切り替えることができるよう設定されることが好ましい。また、速度指令値 ω^* 又は速度 $\omega^{\wedge}$ の絶対値が第 1 速度閾値 ω_{T1} 以上第 2 速度閾値 ω_{T2} 以下であるときの単調減少は、例えば二次曲線状等、任意のプロファイルとされ得る。

[0022] 図 2 に、同期モータ 2 の速度に対する、d 軸電流指令値 $i^*_{\gamma 0}$ 、オフセット値 $i^*_{\gamma 1}$ 及びその合計値（d 軸電流制御部 12 に入力される d 軸電流指令値） i^*_{γ} ($= i^*_{\gamma 0} + i^*_{\gamma 1}$) の関係を例示する。速度制御部 11 が出力する d 軸

電流指令値 $i_{\gamma 0}^*$ は、リラクタンストルクの活用又は弱め磁束制御の適用のために、速度に比例する負の値となっている。このように、速度が極めて低い状態において、オフセット値 $i_{\gamma 1}^*$ によりある程度の d 軸電流を確保し、十分な磁束を形成するので、速度 $\omega^{\wedge}$ の誤差が大きくなっても容易に脱調しない。

[0023] 飽和調整部 20 は、オフセット値 $i_{\gamma 1}^*$ を加算した後の d 軸電流指令値 i_{γ}^* と q 軸電流指令値 i_{δ}^* のベクトル和のノルム（合成電流値）が所定のノルム閾値（許容最大電流値）を超える場合、ベクトル和のノルムがノルム閾値を超えないよう、好ましくはベクトル和のノルムがノルム閾値に一致するよう、オフセット値 $i_{\gamma 1}^*$ を調整し、調整後のオフセット値 $i_{\gamma 2}^*$ を速度制御部 11 が出力する d 軸電流指令値 $i_{\gamma 0}^*$ に加算する。ノルム閾値を i_a とすると、飽和調整部 20 は、ベクトル和のノルム $\{(i_{\gamma}^{*2} + i_{\delta}^{*2})^{1/2}\}$ がノルム閾値 i_a に一致するオフセット値 $\{(i_a^2 - i_{\delta}^{*2})^{1/2} - i_{\gamma 0}^*\}$ と、オフセット加算部 19 が算出したオフセット値 $i_{\gamma 1}^*$ との小さい方を速度制御部 11 が出力する d 軸電流指令値 $i_{\gamma 0}^*$ に加算する調整後のオフセット値 $i_{\gamma 2}^*$ とするよう構成され得る。これにより、同期モータ 2 及びインバータ 3 の能力を超える電流を要求する指令値を生成しないようにして、装置を保護できるとともに、電流トリップ等の安全装置に作動による運転停止を防止できる。

[0024] 以上の構成を備えるモータ制御装置 1 は、低速域においても、速度制御部 11 が算出する d 軸電流指令値 $i_{\gamma 0}^*$ 及び q 軸電流指令値 i_{δ}^* を使用するセンサレスベクトル制御を行うため、同期モータ 2 にトルクを生じさせる q 軸電流指令値 i_{δ}^* に従う q 軸電流を印加して加減速性能を担保する。これと同時に、モータ制御装置 1 は、d 軸電流指令値 $i_{\gamma 0}^*$ にオフセット値 $i_{\gamma 1}^*$ を加算することによって、ある程度の大きさの d 軸電流を確保して十分な磁束を形成するので、速度 $\omega^{\wedge}$ の誤差が大きくなった場合にも容易に脱調しない。

[0025] 上記実施形態および変形例に関し、更に以下の付記を開示する。

（付記 1）

モータ制御装置（1）は、同期モータをセンサレスベクトル制御するモー

タ制御装置（１）であって、

同期モータ（２）の誘起電圧を推定する誘起電圧推定部（１６）と、

誘起電圧推定部（１６）が推定した誘起電圧に基づいて同期モータ（２）の速度を推定する速度推定部（１７）と、

速度指令値が指定する同期モータ（２）の速度を実現するよう、速度推定部（１７）が推定した速度のフィードバックを受けてｄ軸電流指令値及びｑ軸電流指令値を生成する速度制御部（１１）と、

同期モータ（２）のｄ軸電流の値をｄ軸電流指令値に一致させるよう制御するｄ軸電流制御部（１２）と、

同期モータ（２）のｑ軸電流の値をｑ軸電流指令値に一致させるよう制御するｑ軸電流制御部（１３）と、

速度制御部（１１）から出力されるｄ軸電流指令値にオフセット値を加算するオフセット加算部（１９）と、
を備える。

[0026] （付記２）

付記１のモータ制御装置（１）において、オフセット加算部（１９）は、予め第１速度閾値と第１速度閾値よりも大きい第２速度閾値が設定され、速度指令値又は速度の絶対値が第１速度閾値未満のときは、オフセット値を一定値とし、速度指令値又は速度の絶対値が第１速度閾値以上第２速度閾値以下であるときは、オフセット値を速度指令値又は速度の絶対値の増大に伴って単調減少する値とし、速度指令値又は速度の絶対値が第２速度閾値を超えるときは、オフセット値を０としてもよい。

[0027] （付記３）

付記１又は２のモータ制御装置（１）は、オフセット値を加算したｄ軸電流指令値とｑ軸電流指令値のベクトル和のノルムが所定のノルム閾値を超える場合、ベクトル和のノルムがノルム閾値を超えないよう、オフセット値、ｄ軸電流指令値及びｑ軸電流指令値の少なくともいずれかを調整する飽和調整部（２０）をさらに備えてもよい。

[0028] (付記4)

付記3のモータ制御装置(1)において、飽和調整部(20)は、ベクトル和のノルムがノルム閾値に一致するようにオフセット値を調整してもよい。

[0029] 以上、本開示について詳述したが、本開示は上述した個々の実施形態に限定されるものではない。これらの実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲で、または、特許請求の範囲に記載された内容とその均等物から導き出される本開示の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の追加、置き換え、変更、部分的削除等が可能である。

[0030] 例として、飽和調整部は、省略可能である。また、飽和調整部は、オフセット値を小さくすることに加えて、又はオフセット値を小さくすることに替えて、速度制御部が出力するd軸電流指令値及びq軸電流指令値の少なくとも一方を調整してもよい。

符号の説明

- [0031]
- 1 モータ制御装置
 - 2 同期モータ
 - 3 インバータ
 - 11 速度制御部
 - 12 d軸電流制御部
 - 13 q軸電流制御部
 - 14 2相／3相変換部
 - 15 3相／2相変換部
 - 16 誘起電圧推定部
 - 17 速度推定部
 - 18 位置算出部
 - 19 オフセット加算部
 - 20 飽和調整部

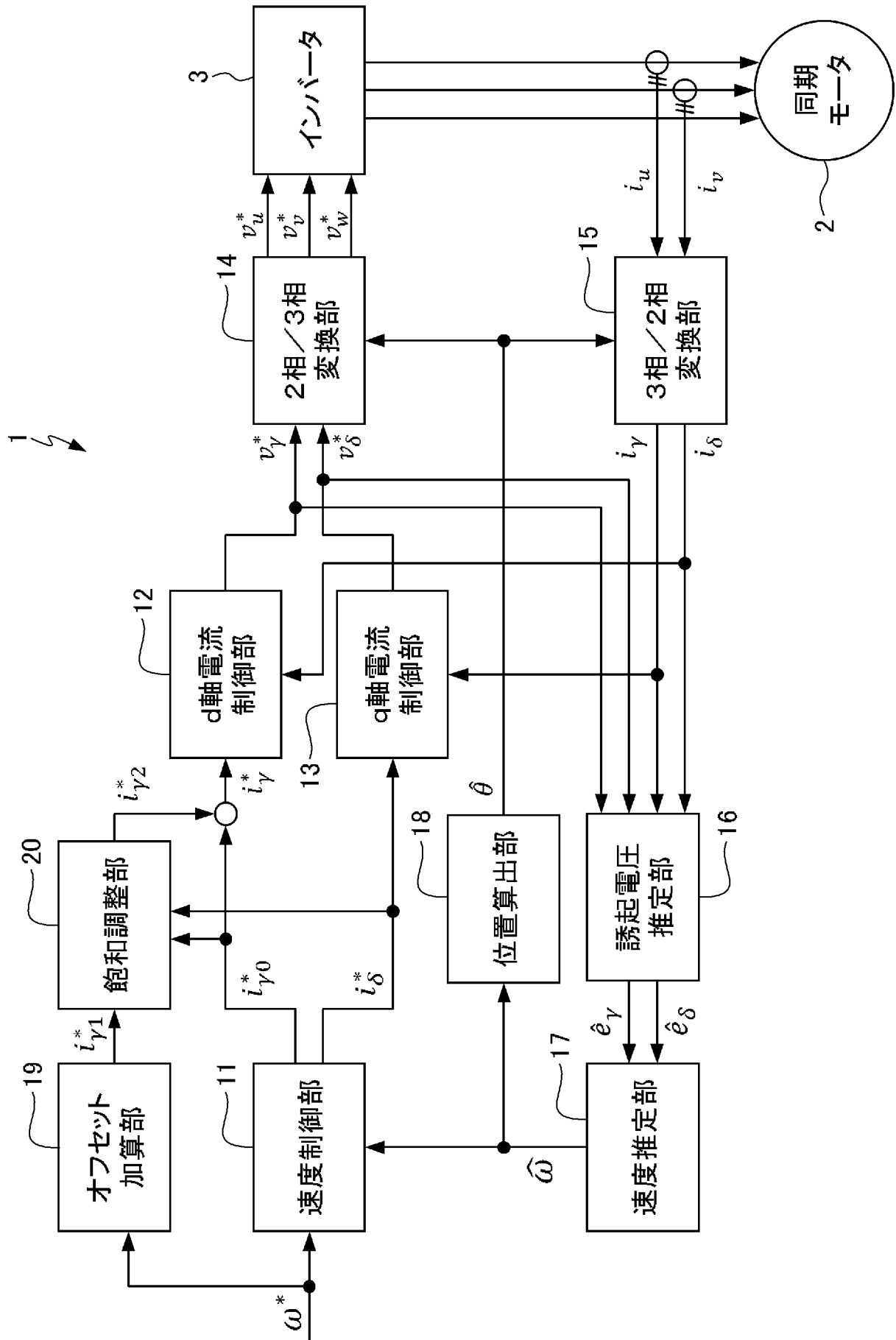
請求の範囲

- [請求項1] 同期モータをセンサレスベクトル制御するモータ制御装置であって、
- 、
- 前記同期モータの誘起電圧を推定する誘起電圧推定部と、
- 前記誘起電圧推定部が推定した誘起電圧に基づいて前記同期モータの速度を推定する速度推定部と、
- 速度指令値が指定する前記同期モータの速度を実現するよう、前記速度推定部が推定した速度のフィードバックを受けて d 軸電流指令値及び q 軸電流指令値を生成する速度制御部と、
- 前記同期モータの d 軸電流の値を前記 d 軸電流指令値に一致させるよう制御する d 軸電流制御部と、
- 前記同期モータの q 軸電流の値を前記 q 軸電流指令値に一致させるよう制御する q 軸電流制御部と、
- 前記速度制御部から出力される前記 d 軸電流指令値にオフセット値を加算するオフセット加算部と、
- を備える、モータ制御装置。
- [請求項2] 前記オフセット加算部は、
- 予め第 1 速度閾値と前記第 1 速度閾値よりも大きい第 2 速度閾値が設定され、
- 前記速度指令値又は前記速度の絶対値が前記第 1 速度閾値未満のときは、前記オフセット値を一定値とし、
- 前記速度指令値又は前記速度の絶対値が前記第 1 速度閾値以上前記第 2 速度閾値以下であるときは、前記オフセット値を前記速度指令値又は前記速度の絶対値の増大に伴って単調減少する値とし、
- 前記速度指令値又は前記速度の絶対値が前記第 2 速度閾値を超えるときは、前記オフセット値を 0 とする、請求項 1 に記載のモータ制御装置。
- [請求項3] 前記オフセット値を加算した前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指

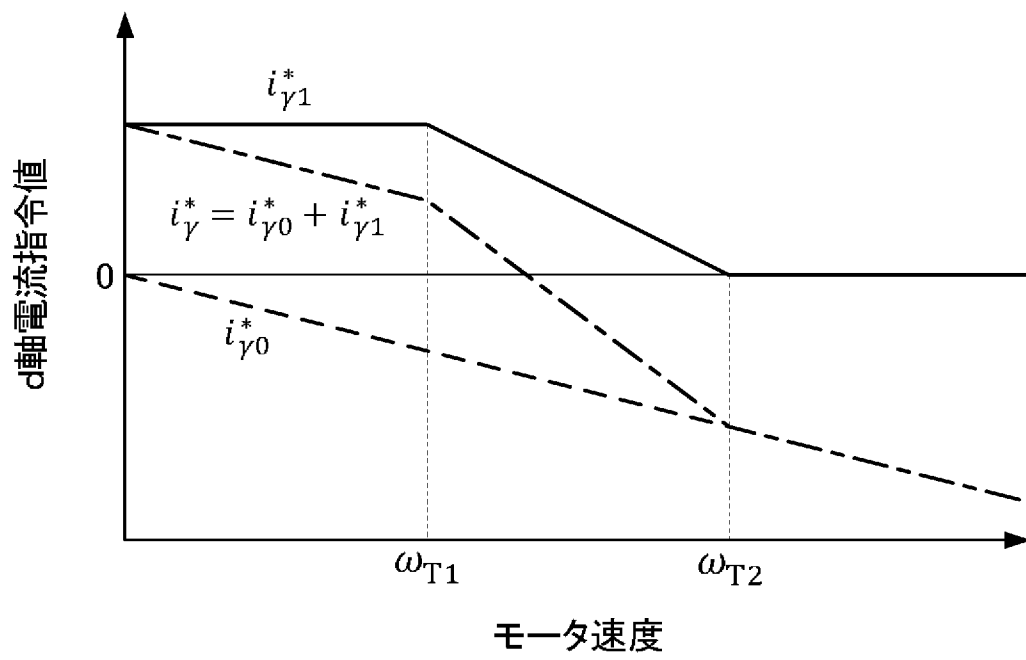
令値のベクトル和のノルムが所定のノルム閾値を超える場合、前記ベクトル和のノルムが前記ノルム閾値を超えないよう、前記オフセット値、前記 d 軸電流指令値及び前記 q 軸電流指令値の少なくともいずれかを調整する飽和調整部をさらに備える、請求項 1 又は 2 に記載のモータ制御装置。

[請求項4] 前記飽和調整部は、前記ベクトル和のノルムが前記ノルム閾値に一致するよう前記オフセット値を調整する、請求項 3 に記載のモータ制御装置。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/021142

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02P 21/18**(2016.01)i

FI: H02P21/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P21/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2017-46391 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 02 March 2017 (2017-03-02) paragraphs [0024]-[0068], fig. 1-23	1
Y		2-4
Y	JP 2017-46397 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 02 March 2017 (2017-03-02) fig. 6	2-4
Y	JP 2010-63336 A (DENSO CORPORATION) 18 March 2010 (2010-03-18) paragraph [0035]	3-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 June 2023

Date of mailing of the international search report

11 July 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/021142

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-46391	A	02 March 2017	(Family: none)	
JP	2017-46397	A	02 March 2017	(Family: none)	
JP	2010-63336	A	18 March 2010	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02P 21/18(2016.01)i FI: H02P21/18		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H02P21/18		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2017-46391 A（富士電機株式会社）02.03.2017（2017 - 03 - 02） 段落0024 - 0068，図1 - 23	1
Y		2 - 4
Y	JP 2017-46397 A（富士電機株式会社）02.03.2017（2017 - 03 - 02） 図6	2 - 4
Y	JP 2010-63336 A（株式会社デンソー）18.03.2010（2010 - 03 - 18） 段落0035	3 - 4
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 29.06.2023	国際調査報告の発送日 11.07.2023	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 三島木 英宏 3V 3018 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/021142

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-46391	A	02.03.2017	(ファミリーなし)	
JP	2017-46397	A	02.03.2017	(ファミリーなし)	
JP	2010-63336	A	18.03.2010	(ファミリーなし)	