

(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
2012 年 7 月 5 日(05.07.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/090677 A1

- (51) 国際特許分類:
B60W 10/08 (2006.01) B60L 11/14 (2006.01)
B60K 6/485 (2007.10) B60W 20/00 (2006.01)
B60K 6/54 (2007.10) F02D 29/02 (2006.01)
B60L 3/00 (2006.01) F02D 45/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/078523
- (22) 国際出願日: 2011 年 12 月 9 日(09.12.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-291547 2010 年 12 月 28 日(28.12.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 後藤 広生 (Goto Kosei) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシ

テムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 大石 行彦 (Oishi Yukihiko) [JP/JP]; 〒3120062 茨城県ひたちなか市高場 2 4 7 7 番地 株式会社 日立カーエンジニアリング内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人浅村特許事務所 (ASAMURA PATENT OFFICE, p.c.); 〒1408776 東京都品川区東品川 2 丁目 2 番 2 4 号 天王洲セントラルタワー Tokyo (JP).

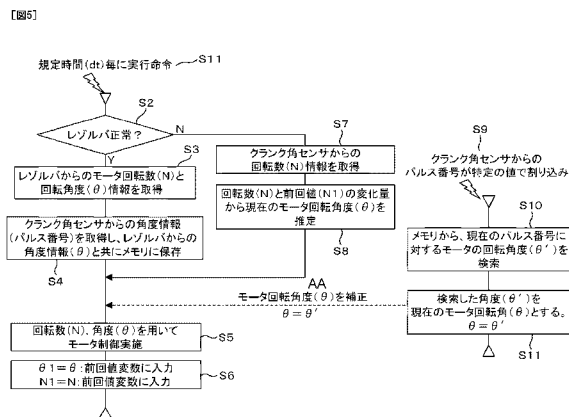
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: HYBRID VEHICLE SYSTEM AND CONTROL METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: ハイブリッド車両システム及びその制御方法



- S11... Execution command at each prescribed time (dt)
S2... Resolver normal?
S3... Acquire information about motor rotation speed (N) and rotational angle (θ) from resolver
S4... Acquire angle information (pulse number) from crank angle sensor and store in memory
S5... Perform motor control using rotational speed (N) and angle (θ)
S6... θ1 = θ; Input to previous value variable
N1 = N; Input to previous value variable
S7... Acquire information about rotational speed (N) from crank angle sensor
S8... Estimate current motor rotation angle (θ) from rate of change of rotational speed (N) and previous value (N1)
S9... Interrupt when the pulse number from crank angle sensor is at specific level
S10... Retrieve motor rotation angle (θ') that corresponds to current pulse number from memory
S11... Set retrieved angle (θ') to current motor rotation angle (θ) (θ = θ')
AA... Correct motor rotation angle (θ) (θ = θ')

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a method for estimating the motor rotation angle without affecting the precision (resolution) of the detection angle of a crank angle sensor, which is an alternative sensor, when an abnormality occurs in a resolver or peripheral circuitry thereof, and to perform motor control (weak-field control) without inducing failure in an inverter or peripheral machinery thereof. This purpose is achieved by providing a vehicle system characterized in comprising: a motor for driving the vehicle; a resolver for detecting the rotor rotation angle of the motor; a motor control circuit for controlling the motor on the basis of the rotor rotation angle information and a torque command value; an engine linked to the motor by a crankshaft; and a crank angle sensor for detecting the rotational speed of the crankshaft. The vehicle system is also characterized in that when an abnormality has been detected in the resolver, the motor control circuit estimates the rotor rotation angle on the basis of the rate of change of the rotational speed of the crankshaft and performs weak-field control on the basis of the estimated rotor rotation angle.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/090677 A1



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

本発明は、レゾルバやその周辺回路に異常が発生したとき、代替センサであるクランク角センサの検出角度の精度（分解能）に影響しないモータ回転角の推定方法を提供し、インバータやその周辺機器の故障を招くことなく、モータ制御（弱め界磁制御）を行うことを目的とする。この目的を達成するために、車両駆動用のモータと、前記モータのロータ回転角を検出するレゾルバと、前記ロータ回転角情報、及びトルク指令値に基づいて前記モータを制御するモータ制御回路と、クランク軸を介して前記モータと接続されるエンジンと、前記クランク軸の回転数を検出するクランク軸センサと、を有し、前記モータ制御回路は、前記レゾルバの異常が検知された場合、前記クランク軸の回転数の変化率に基づいてロータ回転角を推定し、当該推定されたロータ回転角に基づいて弱め界磁制御をすることを特徴とする車両システムが提供される。

明 細 書

発明の名称：ハイブリッド車両システム及びその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、ハイブリッド自動車等の電動車両に搭載されたモータの制御方法に関する。

背景技術

[0002] ハイブリッド自動車は、従来のエンジンに加え、モータを走行駆動源とする自動車であり、モータのみで走行したり、モータを駆動してエンジンの始動やアシストをしたり、回生（発電）を行いバッテリーの充電をしたり、するものである。

[0003] モータには、モータ自身の回転角と回転数を検出するため、レゾルバなどの回転角センサが取り付けられており、モータ制御装置（インバータ）は、レゾルバからの回転角や回転数の情報を元に、最も効率のよい状態でモータ制御を行っている。

[0004] しかし、レゾルバやその周辺回路が故障した際には、モータ制御装置（インバータ）はモータの回転角や回転数を正確に検出できないため、正常にモータ制御を行うことが困難である。よって、フェールセーフのために、モータ制御を停止して、エンジンのみで走行を継続することが考えられるが、その場合、モータによってバッテリーを充電することができないので、次第にバッテリー容量が減少し、やがてエンジンのみでの走行が不可能になり、車両が停止してしまう。

[0005] そこで、特許文献1では、レゾルバが異常と判定されたとき、レゾルバで検出されるモータ回転角の代わりに、モータと同期して回転するエンジンのクランク軸に搭載されたクランク角センサで検出した回転角を用いて、モータ制御を継続している。また、クランク角センサで回転角を検出してから、モータ制御装置（インバータ）へ回転角情報が転送されるまでの通信時間の遅れを考慮することで、モータ回転角の信頼性を向上している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2006-050878号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上記の従来技術では、クランク角センサの回転角情報を使用するので、レゾルバに比べて非常に検出角度の精度（分解能）が粗いため、モータ制御に不可欠な弱め界磁制御が適切に実施できない。そのため、モータの誘起電圧を抑制できず、インバータ内部のスイッチング半導体素子や、コンデンサなどに過電圧が誘発され、インバータが過電圧により故障する恐れがある。

[0008] 図7は、モータが4極対のときの、クランク角センサとレゾルバの角度情報を比較したものである。クランク角センサはエンジン1回転あたり60個のパルスを出力するので、モータ電気角1周期あたり15パルスの精度でしか回転角を検出できないが、レゾルバはモータ電気角1周期あたり512～1024ビットの精度で回転角を検出することができる。1パルス（1ビット）あたりの電気角は、クランク角センサでは24度であるが、レゾルバは0.7～0.35度と非常に精度がよい。

[0009] 従って、クランク角センサの回転角情報を用いてモータをベクトル制御した場合、誘起電圧に対して適切な方向に電流を制御できない（d軸電流とq軸電流を適切に制御できない）。本来は、モータの誘起電圧を抑制するために、負方向のd軸電流を流して弱め界磁制御を行うが、回転角情報が非常に粗いためd軸電流を正方向に流してしまい、強め界磁の状態に陥ってしまうことがある。モータの誘起電圧が低い低回転の状態であったとしても、強め界磁が発生すると、過電圧となる恐れがある。

[0010] また、検出角度の精度（分解能）が粗いことは、弱め界磁制御以外に、次のような課題がある。

(1) 出力トルクの変動（リップル）が大きいため、必要なトルクを出力できない。

(2) 電流・電圧の変動（リップル）が大きい。

[0011] 上記(1)に対しては、十分なトルクを出力できないため、アイドルストップなどでエンジン停止後に、モータを駆動させてエンジンを再始動できない。また、走行中に回生（発電）を行いバッテリーの充電する際に、バッテリーへの適切な電流・電圧を供給できず、バッテリーが過充電や充電不足状態になり、バッテリーの寿命低下や故障を招く恐れがある。上記(2)に対しては、インバータ内部のコンデンサやバッテリーの寿命低下や故障を招く恐れがある。

[0012] 本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、レゾルバやその周辺回路に異常が発生したとき、代替センサであるクランク角センサの検出角度の精度（分解能）に影響しないモータ回転角の推定方法を提供し、インバータやその周辺機器の故障を招くことなく、モータ制御（弱め界磁制御）を行うことを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 上記目的を達成するために本発明に係るハイブリッド車両システムは、直流電流を交流電流に変換するスイッチング素子を有するインバータ回路と、前記交流電流を受けて駆動する車両駆動用モータと、前記モータのロータ回転角を検出するレゾルバと、前記ロータ回転角情報、及びトルク指令値に基づいて前記スイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御回路と、クランク軸を介して前記モータと接続されるエンジンと、前記クランク軸の回転数を検出するクランク軸センサと、を有し、前記制御回路は、前記レゾルバの異常が検知された場合、前記クランク軸の回転数の変化率に基づいてロータ回転角を推定し、当該推定されたロータ回転角に基づいて弱め界磁制御をすることを特徴とする。

[0014] 上記目的を達成するために本発明に係るハイブリッド車両システムの制御方法は、直流電流を交流電流に変換するスイッチング素子を有するインバー

タ回路と、前記交流電流を受けて駆動する車両駆動用モータと、前記モータのロータ回転角を検出するレゾルバと、前記ロータ回転角情報、及びトルク指令値に基づいて前記スイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御回路と、クランク軸を介して前記モータと接続されるエンジンと、前記クランク軸の回転数を検出するクランク軸センサと、を有するハイブリッド車両システムの制御方法であって、前記レゾルバの異常が検知された場合、前記クランク軸の回転数の変化率に基づいてロータ回転角を推定し、当該推定されたロータ回転角に基づいて弱め界磁制御をすることを特徴とする。

[0015] 本発明のハイブリッド車両システムおよびその制御方法においては、前記推定されたロータの回転角は、前記レゾルバの異常が検知された時よりも前の前記モータの回転数、および前記レゾルバの異常が検知された時よりも後の前記クランク軸の回転数の変化率に基づいて算出されることが好ましい。

[0016] 本発明のハイブリッド車両システムおよびその制御方法においては、前記レゾルバが正常な場合に記憶されたモータの回転数情報に基づいて、前記推定されたロータ回転角を補正することが好ましい。

[0017] 本発明のハイブリッド車両システムおよびその制御方法においては、前記推定されたロータ回転角を補正するタイミングは、前記クランク軸センサからの情報から算出されるクランク角が予め定められたパルス位置であることが好ましい。

発明の効果

[0018] レゾルバやその周辺回路に異常が発生したとしても、モータの制御性の大幅な低下を抑制することができる。

本発明の他の目的、特徴及び利点は添付図面に関する以下の本発明の実施例の記載から明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の実施形態の例であるハイブリッド車両のシステムの構成図である。

[図2]本発明の実施形態の例であるクランク角センサからの角度情報（パルス

) の信号波形である。

[図3]本発明の実施形態によるレゾルバとその周辺回路を示した図である。

[図4]ベクトル制御に用いる $d-q$ 軸座標系のベクトル図の例である。

[図5]本発明の実施形態の例であるレゾルバもしくはその周辺回路が正常なときと、異常を検知したときの、制御方法を示したフローチャートである。

[図6]本発明の実施形態によるクランク角センサからのエンジン回転数と、推定したモータの回転角との関係図である。

[図7]本発明の実施形態によるモータが4極対のときのクランク角センサとレゾルバの角度情報を比較した図である。

発明を実施するための形態

[0020] 図1は、実施形態の例であるハイブリッド車両のシステムの構成図である。図1に示すように、ハイブリッド車両のシステムは、車両駆動用のモータ1と、モータ1の回転数と回転角を検出するレゾルバ2と、クランク軸を介してモータ1と接続されるエンジン4と、エンジン4のクランク軸の回転数と回転角を検出するクランク角センサ5と、クランク軸の回転力を車軸に伝達するトランスミッション6と、車両全体を制御するハイブリッド制御装置14と、モータ制御回路8と、3相電流センサ16と、メインバッテリー10と、DC/DCコンバータ11と、補機用バッテリー12を含む。

[0021] メインバッテリー10は、モータ1を駆動するための高圧バッテリーであり、リチウムイオン、又はニッケル水素等からなる2次電池である。

[0022] 補機用バッテリー12は、車両内のコントローラやベッドライトなどの電装品等のいわゆる補機を駆動させるための低圧バッテリーである。

[0023] DC/DCコンバータ11は、メインバッテリー10の高電圧を補機用バッテリー12の低電圧に降圧して、補機用バッテリー12を充電している。

[0024] モータ制御回路8は、メインバッテリー10から直流電力線13を通して供給された直流電圧をU、V、Wの3相交流電圧に変換しモータ電力線9を通してモータ1のモータコイルに出力したり、モータ1で発電された3相交流電圧を直流電圧に変換し直流電圧をメインバッテリー10へ供給（充電）した

りする。

[0025] なお、モータ制御回路 8 は、メインバッテリー 10 からの直流電流を交流電流に変換するスイッチング素子を有するインバータ回路と、レゾルバ 2 から出力される情報及びトルク指令値 15 に基づいてスイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御回路とから構成される。また、モータ制御回路 8 は、メインバッテリー 10 からの直流電流を平滑化するための平滑コンデンサ回路も備える。

[0026] モータ 1 は永久磁石式回転子を備えた 3 相交流モータである。

[0027] エンジン 4 は、例えば、直列 4 気筒タイプのエンジンであり、始動時又はアシスト時はモータ 1 からの正トルクをクランク軸に受けてエンジン 4 はモータ 1 によって回され、走行中はモータ 1 からの負トルクを受けて、モータ 1 はエンジン 4 から回され回生する。

[0028] クランク角センサ 5 は、エンジン 4 の回転数とクランク軸の回転角度を検出し、そのエンジン回転数／クランク角情報 7 は、ハイブリッド制御装置 14 にて、エンジン 4 の燃料噴射タイミングや点火タイミングなどの計算に用いられる。

[0029] クランク角センサ 5 からのエンジン回転数／クランク角情報 7 は、例えば図 2 に示すようなパルス波形であり、クランク軸が 6 度回転するごとに 1 パルスが出力される。また、基準点を示すため、354 度（59 パルス目）と 360 度（60 パルス目）のパルスは生成されない。すなわちエンジン 1 回転（360 度）あたり（60－2）個のパルスが出力される。ハイブリッド制御装置 14 は、現在の歯が何番目のパルスであるかを検出し、回転角を算出する。また、一定時間内に何パルス発生したかを検出し、回転数を算出する。クランク角センサ 5 からのエンジン回転数／クランク角情報 7 の精度（分解能）は、エンジン 1 回転あたり 60 パルス（1 パルスあたり 6 度）であるが、図 7 に示すように、例えばモータの 4 極対の場合は、モータ電気角 1 周期あたり 15 パルス（1 パルスあたり電気角 24 度）となる。

[0030] レゾルバ 2 は、モータ 1 に装着され、検出したモータ回転数／角度情報 3

は、ハーネスを通してモータ制御回路 8 へ入力される。

[0031] レゾルバ 2 からのモータ回転数／角度情報 3 は、図 3 に示すようなアナログ波形でありモータ制御回路 8 内に搭載されたレゾルバ IC 21 によって、回転数と回転角のデジタル値 23 に変換される。デジタル値 23 に変換された回転角の精度（分解能）は、レゾルバ IC 21 の性能に依存するが、通常はモータ電気角 1 周期あたり 512～1024 ビット（1 ビットあたり電気角 0.7～0.35 度）の精度である。

[0032] レゾルバ 2 及びその周辺回路の故障例として、レゾルバハーネス 22 の断線や短絡が考えられる。その場合は、レゾルバ IC 21 が診断を行い、エラー信号 24 をマイクロプロセッサ 25 へ出力することで、マイクロプロセッサ 25 は異常を検知する。なお、マイクロプロセッサ 25 は、モータ制御を実現するために必要な演算器である。

[0033] また、レゾルバ IC 21 は以下の診断機能を持っており、異常時にはエラー信号 24 をマイクロプロセッサ 25 へ出力することで、異常状態であることを報告する。

（１）モータ回転数／角度情報 3（アナログ信号）（正弦／余弦波形）の振幅が正常値より小さい。（レゾルバハーネス 22 の断線，レゾルバ 2 本体の故障）

（２）モータ回転数／角度情報 3（アナログ信号）（正弦／余弦波形）の振幅が正常値より大きい。（レゾルバハーネス 22 の短絡，レゾルバ 2 本体の故障）

（３）レゾルバ IC 21 の故障

モータ制御回路 8 は、レゾルバ 2 で検出したモータ 1 の回転数／角度情報 3 と、3 相電流センサ 16 で検出した 3 相電流情報 17 と、ハイブリッド制御装置 14 からのトルク指令値 15 に基づいて、最も効率のよい位相角へ 3 相電流を流すように、3 相ベクトル制御を行っている。

[0034] 図 4 は、3 相座標系を 2 相座標系（d-q 軸座標系）に変換したベクトル図である。通常、正トルクを出力させる場合は、図 4 のように、 $(I_q > 0,$

$I_d < 0$) の領域に電流 I_a を流すように制御する。また、負トルクを出力させる場合は、($I_q < 0$, $I_d < 0$) の領域に電流 I_a を流すように制御する。どちらも ($I_d < 0$) となっているのは、モータの磁石により発生する磁束を打ち消すように電流を流し、弱め界磁を行うことで、モータの誘起電圧を抑制するためである。

[0035] なお、出力トルク T の値は、次の式で表される。

[0036] [数1]

$$T = P \left\{ \phi_a \cdot I_a \cdot \cos \beta + \frac{1}{2} (L_q - L_d) I_a^2 \cdot \sin 2\beta \right\} \quad \dots (式1)$$

ここで、 P : モータ極対数、 ϕ_a : 永久磁石による鎖交磁束、 I_a : モータ電流

L_q : q 軸インダクタンス、 L_d : d 軸インダクタンス

β : 位相角

[0037] 図5は、レゾルバ2もしくはその周辺回路が正常なときと、異常を検知したときの、制御方法を示したフローチャートである。以下図5を用いて説明する。

[0038] まず、規定時間 ($d t$) の周期ごとに実行命令 $S 1$ がくると、判断処理 $S 2$ でレゾルバが正常であるかどうかの判断を行う。

[0039] レゾルバが正常であった場合は、処理 $S 3$ でレゾルバからのモータ回転数 (N) と角度 (θ) の情報を取得する。そして、処理 $S 4$ でクランク角センサからの角度情報 (パルス番号) を取得し、そのパルス番号と処理 $S 3$ で取得したレゾルバからのモータ角度 (θ) をメモリに保存する。

[0040] そして、処理 $S 5$ にて回転数 (N) と角度 (θ) を用いてモータ制御を実行し、処理 $S 6$ にて現在の回転数 (N) と角度 (θ) を、それぞれの前回値変数 ($N 1$) と ($\theta 1$) に入力し、処理を終える。なお、処理 $S 5$ のモータ制御には、図4にて説示した弱め界磁制御が含まれる。

[0041] 判断処理 $S 2$ でレゾルバが異常であることを判断した場合は、処理 $S 7$ でクランク角センサからの現在のエンジン回転数 (N) の情報を取得する。そ

して、処理 S 8 にて処理 S 7 で取得したエンジン回転数 (N) と、処理 S 6 で設定した前回値 (N 1) との変化量を基に、現在のモータ角度 (θ) を推定する。

[0042] そして、処理 S 5 にて回転数 (N) と角度 (θ) を用いてモータ制御を実行し、処理 S 6 にて現在の回転数 (N) と角度 (θ) を、それぞれの前回値変数 (N 1) と (θ 1) に入力し、処理を終える。

[0043] また、判断処理 S 2 でレゾルバが異常であることを判断した場合は、クランク角センサからの角度情報 (パルス番号) が予め設定した特定の値になったとき、割り込み S 9 が発生する。割り込み S 9 が発生すると、処理 S 10 において、レゾルバが正常なときに処理 S 3 でメモリに保存したパルス番号とモータ角度 (θ) の情報から、割り込み要因であるパルス番号に対するモータ角度 (θ') を検索する。そして、処理 S 11 で、現在のモータ角度 (θ) を、検索したモータ角度 (θ') へと補正する。この補正処理を行うことで、処理 S 8 で推定したモータ角度 (θ) の精度を上げることができ、モータ制御の信頼性を向上させることができる。

[0044] 処理 S 8 の推定方法については、以下図 6 を用いて説明する。

[0045] 図 6 は、クランク角センサからのエンジン回転数 (N) と、処理 S 8 で推定したモータの回転角 (θ) との関係を示す。規定時間 ($d t$) のエンジン回転数 (N) の変化量が、モータの回転角 (電気角) の変化量 ($d \theta$) に相当する。すなわち、現在のエンジン回転数 (N) と、規定時間 ($d t$) 前のエンジン回転数 (N 1) とに囲まれた領域 (D) の面積がモータの回転角 (電気角) の変化量 ($d \theta$) に相当する。なお、規定時間 ($d t$) 前のエンジン回転数 (N 1) とモータ推定回転角 (θ 1) の初期値は、それぞれ異常検知直前のモータ 1 の回転数 (N i) と、モータ 1 の回転角 (θ i) である。

[0046] 規定時間 ($d t$) が非常に小さいとすると、モータ 1 及びエンジン 4 はイナーシャがあるので、規定時間 ($d t$) の回転数の変化量 ($N - N 1$) は微小と考えられる。よって、規定時間 ($d t$) のモータ 1 の回転角 (電気角) の変化量 ($d \theta$) は以下の式で算出される。

[0047] [数2]

$$d\theta = \text{領域(D)の面積} = N \cdot dt \cdot K \quad \dots(\text{式2})$$

ここで、K：変換係数

[0048] さらに、現在のモータ推定回転角（ θ ）は、規定時間（ dt ）前のモータ推定回転角（ θ_1 ）と、モータ1の回転角（電気角）の変化量（ $d\theta$ ）とから、次の式で算出される。

[0049] [数3]

$$\theta = \theta_1 + d\theta \quad \dots(\text{式3})$$

[0050] また、クランク角センサ5からのクランク角情報が、予め特定したパルス番号になったとき、メモリに保存した異常検知前のモータ1の角度情報（ θ' ）を、現在のモータ推定回転角（ θ ）に補正する。

[0051] [数4]

$$\theta = \theta' \quad \dots(\text{式4})$$

[0052] （式2）、（式3）によって、エンジン回転数（N）の変化率、つまりクランク軸の回転数の変化率を用いて、モータ1の回転角（電気角）を推定することができる。これにより、クランク角センサからのクランク角情報の精度の粗さに影響されることなく、モータの回転角（電気角）を推定することができる。また、（式4）によってモータ1の推定回転角を補正することで、モータ推定回転角（ θ ）の信頼性を向上させることができる。

上記記載は実施例についてなされたが、本発明はそれに限らず、本発明の精神と添付の請求の範囲の範囲内で種々の変更および修正をすることができることは当業者に明らかである。

符号の説明

- [0053]
- 1 モータ
 - 2 レゾルバ
 - 3 モータ回転数／角度情報

- 4 エンジン
- 5 クランク角センサ
- 6 トランスミッション
- 7 エンジン回転数／クランク角情報
- 8 モータ制御回路
- 9 モータ電力線
- 10 メインバッテリー
- 11 DC／DCコンバータ
- 12 補機用バッテリー
- 13 直流電力線
- 14 ハイブリッド制御装置
- 15 トルク指令
- 16 3相電流センサ
- 17 3相電流情報

請求の範囲

- [請求項1] 直流電流を交流電流に変換するスイッチング素子を有するインバータ回路と、
前記交流電流を受けて駆動する車両駆動用モータと、
前記モータのロータ回転角を検出するレゾルバと、
前記ロータ回転角情報、及びトルク指令値に基づいて前記スイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御回路と、
クランク軸を介して前記モータと接続されるエンジンと、
前記クランク軸の回転数を検出するクランク軸センサと、を有し、
前記制御回路は、前記レゾルバの異常が検知された場合、前記クランク軸の回転数の変化率に基づいてロータ回転角を推定し、当該推定されたロータ回転角に基づいて弱め界磁制御をすることを特徴とするハイブリッド車両システム。
- [請求項2] 請求項1に記載の車両システムであって、
前記推定されたロータの回転角は、前記レゾルバの異常が検知された時よりも前の前記モータの回転数、および前記レゾルバの異常が検知された時よりも後の前記クランク軸の回転数の変化率に基づいて算出されることを特徴とするハイブリッド車両システム。
- [請求項3] 請求項1または2のいずれかに記載の車両システムであって、
前記制御回路は、前記レゾルバが正常な場合に記憶されたモータの回転数情報に基づいて、前記推定されたロータ回転角を補正することを特徴とするハイブリッド車両システム。
- [請求項4] 請求項3に記載の車両システムであって、
前記推定されたロータ回転角を補正するタイミングは、前記クランク軸センサからの情報から算出されるクランク角が予め定められたパルス位置であるハイブリッド車両システム。
- [請求項5] 直流電流を交流電流に変換するスイッチング素子を有するインバータ回路と、前記交流電流を受けて駆動する車両駆動用モータと、前記

モータのロータ回転角を検出するレゾルバと、前記ロータ回転角情報、及びトルク指令値に基づいて前記スイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御回路と、クランク軸を介して前記モータと接続されるエンジンと、前記クランク軸の回転数を検出するクランク軸センサと、を有するハイブリッド車両システムの制御方法であって、

前記レゾルバの異常が検知された場合、前記クランク軸の回転数の変化率に基づいてロータ回転角を推定し、当該推定されたロータ回転角に基づいて弱め界磁制御をすることを特徴とするハイブリッド車両システムの制御方法。

[請求項6] 請求項5に記載のハイブリッド車両システムの制御方法であって、
前記推定されたロータの回転角は、前記レゾルバの異常が検知された時よりも前の前記モータの回転数、および前記レゾルバの異常が検知された時よりも後の前記クランク軸の回転数の変化率に基づいて算出されることを特徴とするハイブリッド車両システムの制御方法。

[請求項7] 請求項5または6のいずれかに記載のハイブリッド車両システムの制御方法であって、
前記レゾルバが正常な場合に記憶されたモータの回転数情報に基づいて、前記推定されたロータ回転角を補正することを特徴とするハイブリッド車両システムの制御方法。

[請求項8] 請求項7に記載のハイブリッド車両システムの制御方法であって、
前記推定されたロータ回転角を補正するタイミングは、前記クランク軸センサからの情報から算出されるクランク角が予め定められたパルス位置であるときであるハイブリッド車両システムの制御方法。

補正された請求の範囲
[2012年4月6日(06.04.2012)国際事務局受理]

- [請求項1] (補正後) 直流電流を交流電流に変換するスイッチング素子を有するインバータ回路と、
前記交流電流を受けて駆動する車両駆動用モータと、
前記モータのロータ回転角を検出するレゾルバと、
前記ロータ回転角情報、及びトルク指令値に基づいて前記スイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御回路と、
クランク軸を介して前記モータと接続されるエンジンと、
前記クランク軸の回転角と回転数を検出するクランク軸センサと、
を有し、
前記制御回路は、前記レゾルバの異常が検知された場合、現在の前記クランク軸の回転数と、規定時間前に検出した前記クランク軸の回転数との差分に基づいてロータ回転角を推定し、当該推定されたロータ回転角に基づいて弱め界磁制御を含むモータ制御を行うことを特徴とするハイブリッド車両システム。
- [請求項2] (補正後) 請求項1に記載の車両システムであって、
前記推定されたロータの回転角は、前記レゾルバの異常が検知された時よりも規定時間前の前記モータの回転数、および前記レゾルバの異常が検知された現在の前記クランク軸の回転数との差分に基づいて算出されることを特徴とするハイブリッド車両システム。
- [請求項3] (補正後) 請求項1または2のいずれかに記載の車両システムであって、
前記制御回路は、前記レゾルバが正常な場合に、特定の前記クランク軸センサの回転角情報ごとにその時のモータの回転角情報を記憶し、その記憶された情報に基づいて、前記推定されたロータ回転角を補正することを特徴とするハイブリッド車両システム。
- [請求項4] (補正後) 請求項3に記載の車両システムであって、
前記推定されたロータ回転角を補正するタイミングは、前記クラン

ク軸センサが前記特定の回転角情報を検出したときであるハイブリッド車両システム。

[請求項5] (補正後) 直流電流を交流電流に変換するスイッチング素子を有するインバータ回路と、前記交流電流を受けて駆動する車両駆動用モータと、前記モータのロータ回転角を検出するレゾルバと、前記ロータ回転角情報、及びトルク指令値に基づいて前記スイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御回路と、クランク軸を介して前記モータと接続されるエンジンと、前記クランク軸の回転角と回転数を検出するクランク軸センサと、を有するハイブリッド車両システムの制御方法であって、

前記レゾルバの異常が検知された場合、現在の前記クランク軸の回転数と、規定時間前に検出した前記クランク軸の回転数との差分に基づいてロータ回転角を推定し、当該推定されたロータ回転角に基づいて弱め界磁制御を含むモータ制御を行うことを特徴とするハイブリッド車両システムの制御方法。

[請求項6] (補正後) 請求項5に記載のハイブリッド車両システムの制御方法であって、

前記推定されたロータの回転角は、前記レゾルバの異常が検知された時よりも規定時間前の前記モータの回転数、および前記レゾルバの異常が検知された現在の前記クランク軸の回転数との差分に基づいて算出されることを特徴とするハイブリッド車両システムの制御方法。

[請求項7] (補正後) 請求項5または6のいずれかに記載のハイブリッド車両システムの制御方法であって、

前記レゾルバが正常な場合に、特定の前記クランク軸センサの回転角情報ごとにその時のモータの回転角情報を記憶し、その記憶された情報に基づいて、前記推定されたロータ回転角を補正することを特徴とするハイブリッド車両システムの制御方法。

[請求項8] (補正後) 請求項7に記載のハイブリッド車両システムの制御方法

であって、

前記推定されたロータ回転角を補正するタイミングは、前記クランク軸センサが前記特定の回転角情報を検出したときであるハイブリッド車両システムの制御方法。

PCT 19 条 (1) に基づく説明書

請求項 1 における「クランク軸の回転角と回転数を検出するクランク軸センサ」の記載は、出願時の明細書の段落 0020、0029、0043、0050 および図 1 に記載された事項に基づくものである。「現在の前記クランク軸の回転数と、規定時間前に検出した前記クランク軸の回転数との差分（規定時間ごとの変化量）に基づいてロータ回転角を推定し」の記載は、出願時の明細書の段落 0041 から 0052 に記載された事項に基づくものである。「推定されたロータ回転角に基づいて弱め界磁制御を含むモータ制御を行う」の記載は、出願時の明細書の段落 0012 および 0040 に記載された事項に基づくものである。

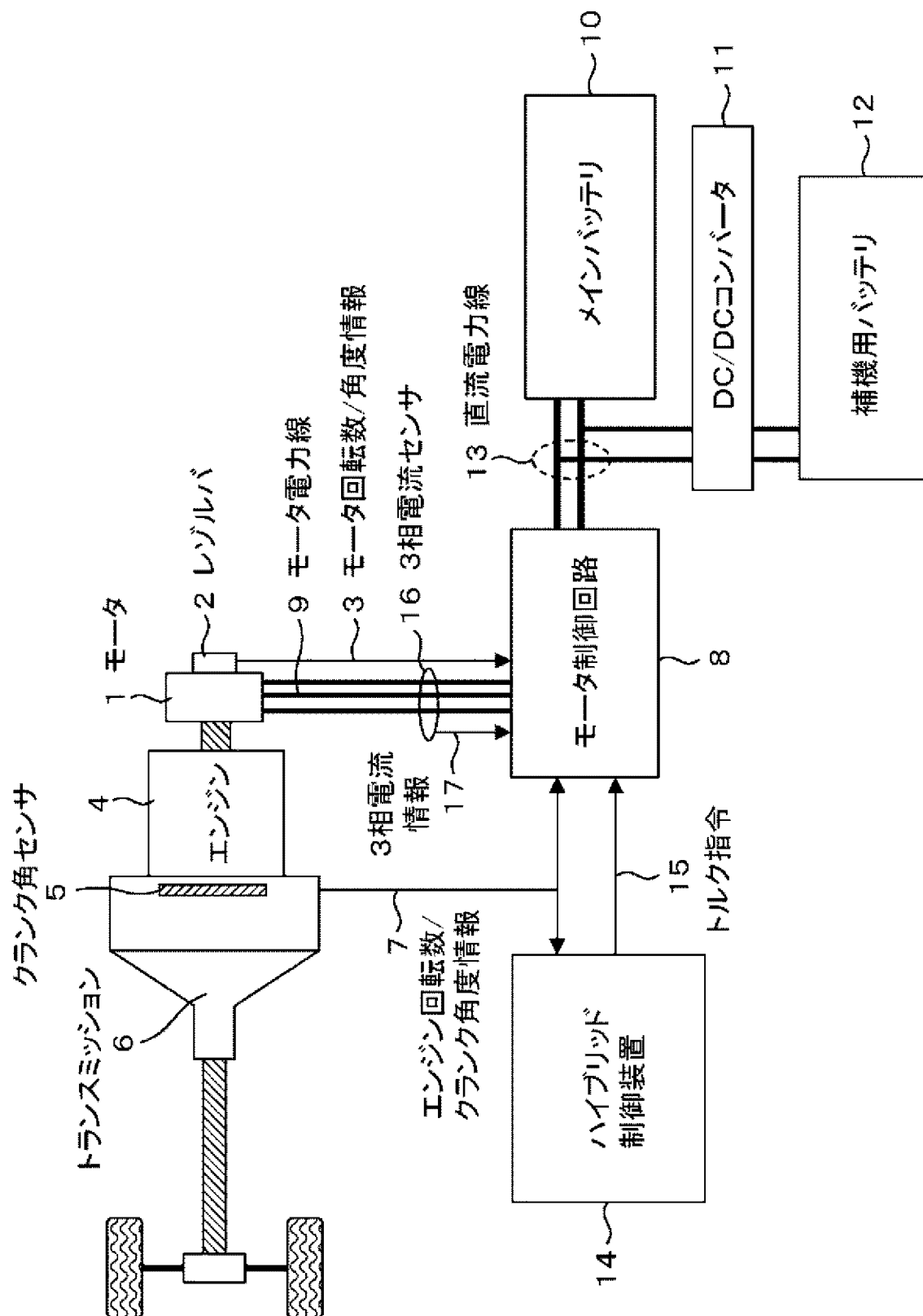
請求項 2 における「推定されたロータの回転角は、前記レゾルバの異常が検知された時よりも規定時間前の前記モータの回転数、および前記レゾルバの異常が検知された現在の前記クランク軸の回転数との差分（規定時間内の変化量）に基づいて算出される」の記載は、出願時の明細書の段落 0045 に記載された事項に基づくものである。

請求項 3 における「特定の前記クランク軸センサの回転角情報（パルス番号）ごとにその時のモータの回転角情報を記憶し、その記憶された情報に基づいて、前記推定されたロータ回転角を補正する」の記載は、出願時の明細書の段落 0039 および 0043 に記載された事項に基づくものである。

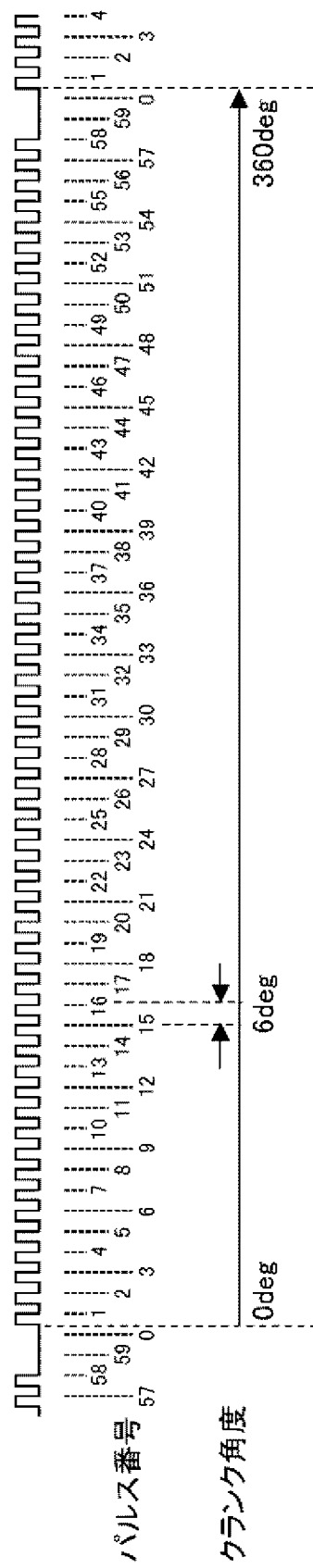
請求項 4 における「推定されたロータ回転角を補正するタイミングは、前記クランク軸センサが前記特定の回転角情報（パルス番号）を検出したときである」記載は、出願時の明細書の段落 0043 に記載された事項に基づくものである。

請求項 5、6、7、8 は、それぞれ、請求項 1、2、3、4 の根拠と同様である。

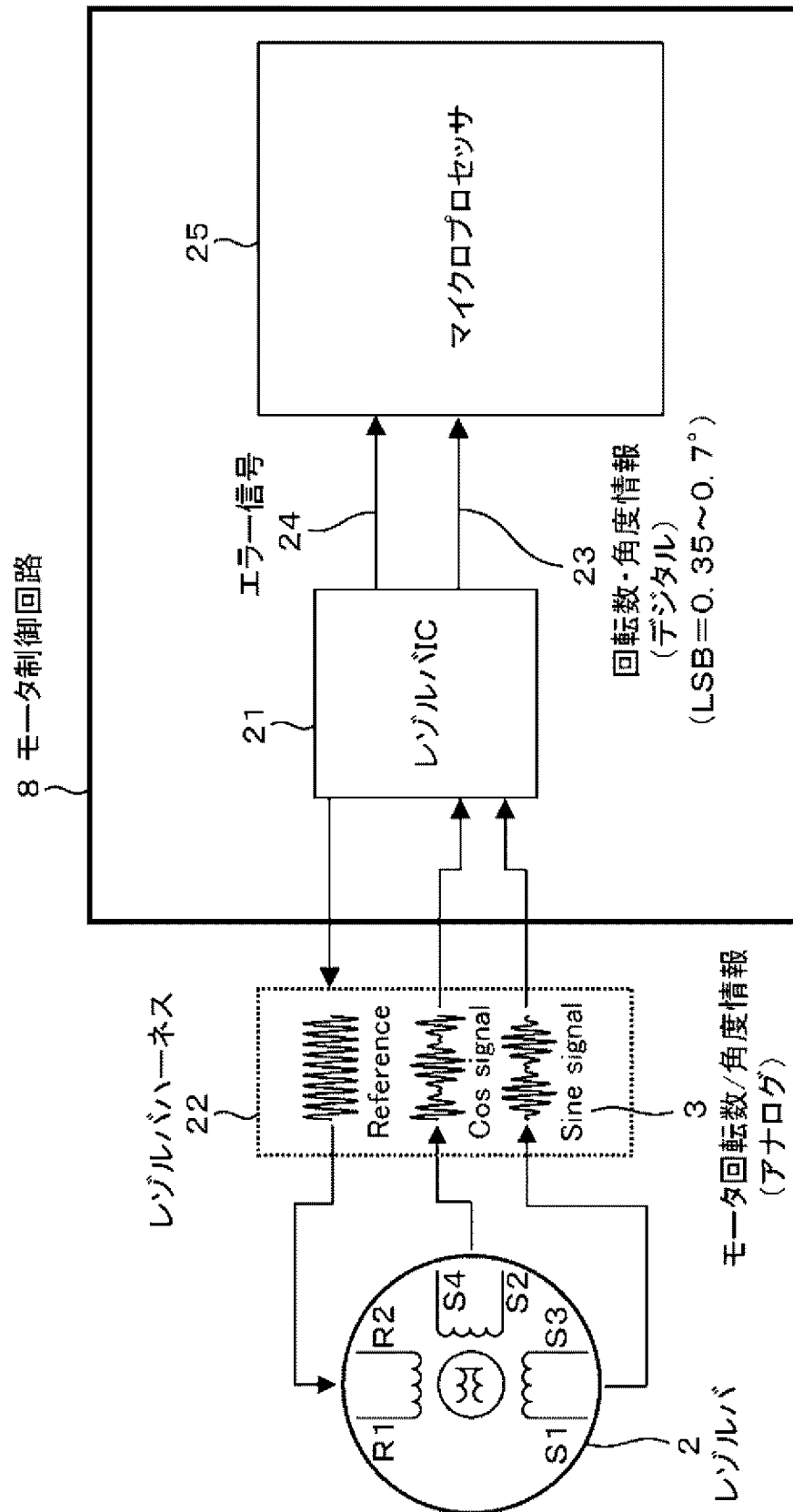
[図1]



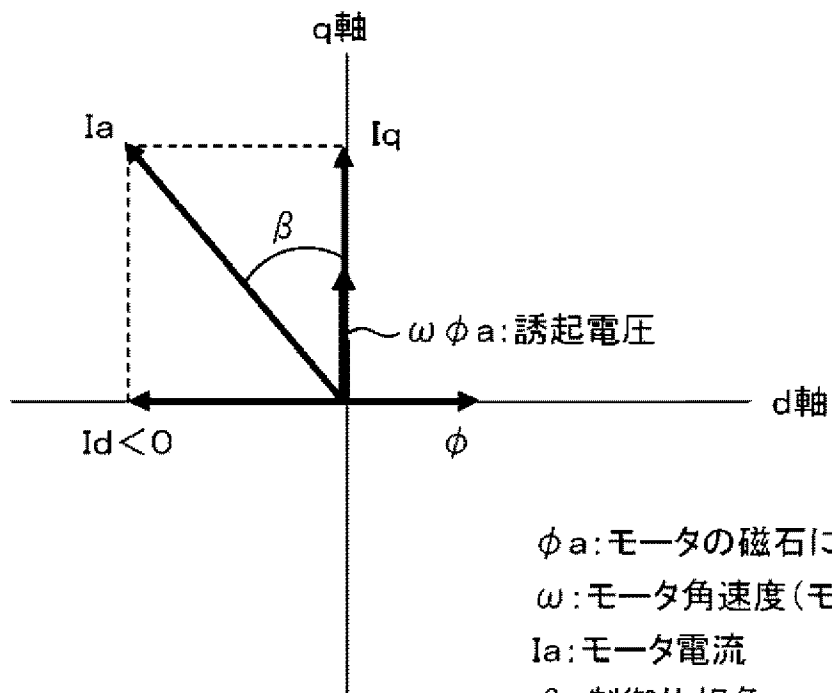
[図2]



[図3]



[図4]



ϕ_a : モータの磁石による鎖交磁束

ω : モータ角速度 (モータ回転数)

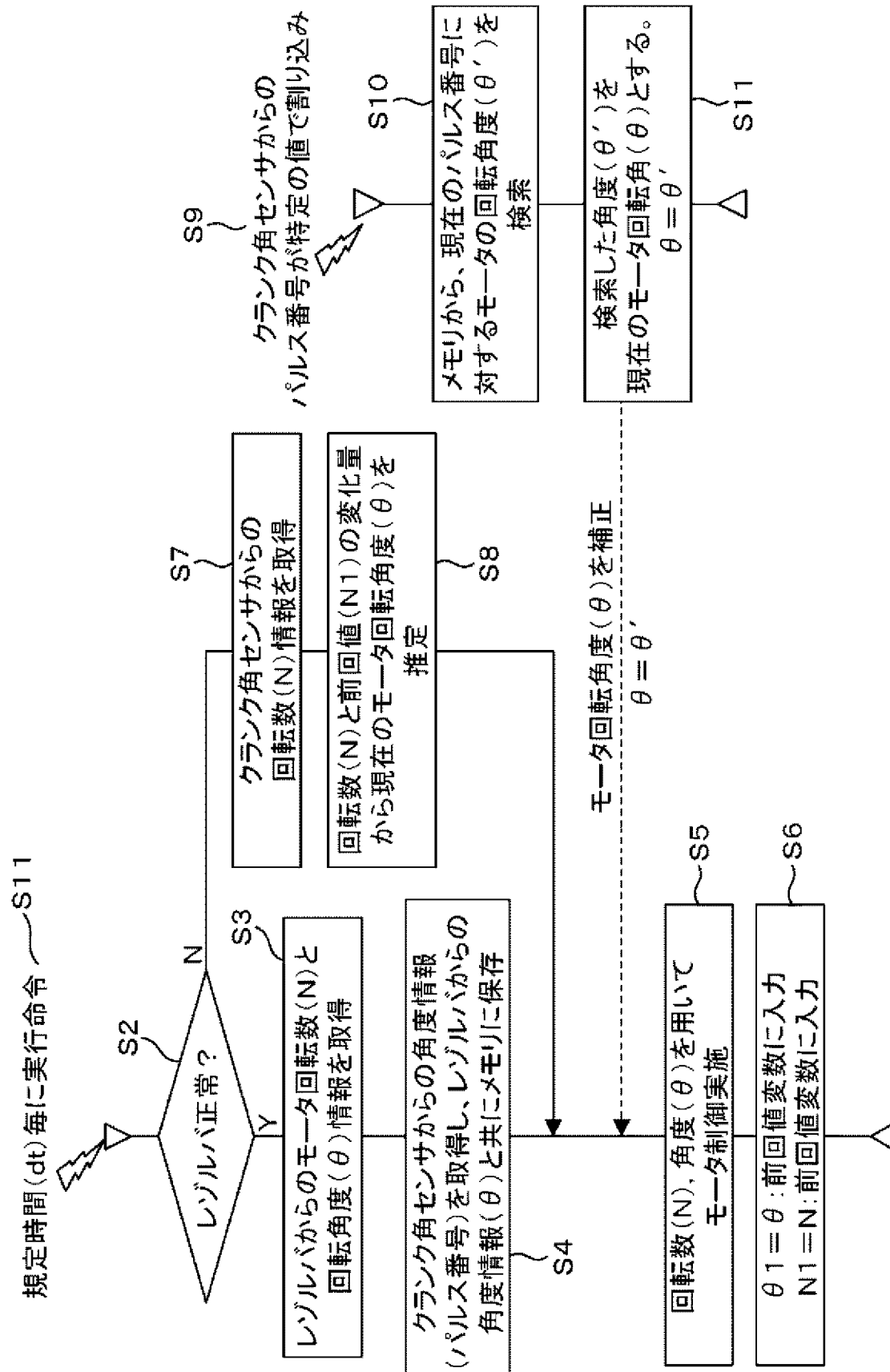
I_a : モータ電流

β : 制御位相角

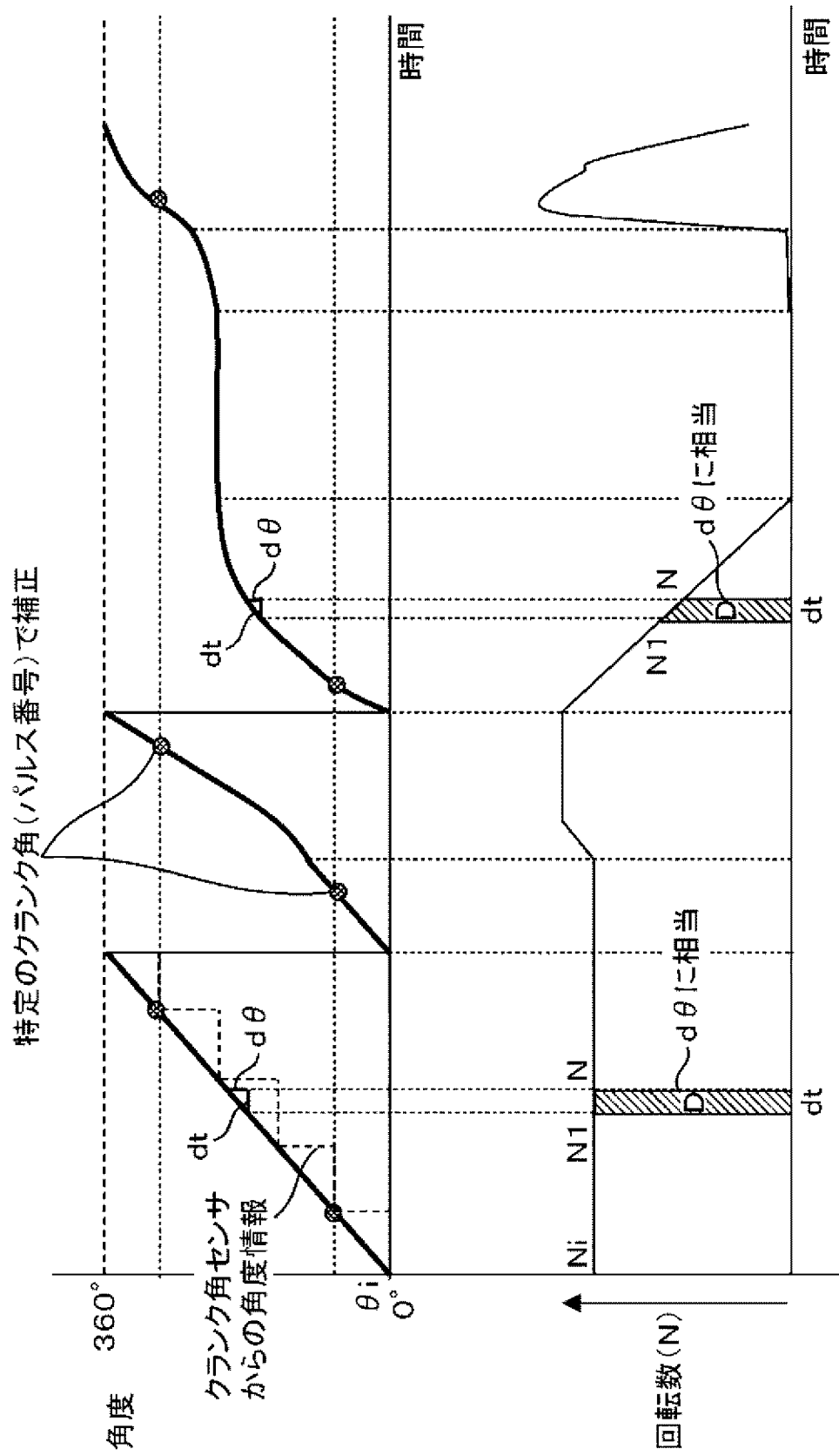
I_q : I_a の q 軸成分

I_d : I_a の d 軸成分

[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/078523

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60W10/08(2006.01)i, B60K6/485(2007.10)i, B60K6/54(2007.10)i, B60L3/00(2006.01)i, B60L11/14(2006.01)i, B60W20/00(2006.01)i, F02D29/02(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i

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)

B60W10/08, B60K6/485, B60K6/54, B60L3/00, B60L11/14, B60W20/00, F02D29/02, F02D45/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
Y	JP 2006-50878 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 16 February 2006 (16.02.2006), claims 1, 3 (Family: none)	1-8
Y	JP 2005-133614 A (Denso Corp.), 26 May 2005 (26.05.2005), entire text; all drawings & US 2005/0096865 A1 & DE 102004052430 A	1-8

☐ 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
21 December, 2011 (21.12.11)

Date of mailing of the international search report
10 January, 2012 (10.01.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60W10/08(2006.01)i, B60K6/485(2007.10)i, B60K6/54(2007.10)i, B60L3/00(2006.01)i,
B60L11/14(2006.01)i, B60W20/00(2006.01)i, F02D29/02(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. B60W10/08, B60K6/485, B60K6/54, B60L3/00, B60L11/14, B60W20/00, F02D29/02, F02D45/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
Y	JP 2006-50878 A（富士重工業株式会社）2006.02.16, 請求項1、3 （ファミリーなし）	1-8
Y	JP 2005-133614 A（株式会社デンソー）2005.05.26, 全文、全図 & US 2005/0096865 A1 & DE 102004052430 A	1-8

☐ 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矛盾するものではなく、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

2 1 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

畔津 圭介

3 Z

3 6 2 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3355