

(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
2018年5月3日(03.05.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/079359 A1

(51) 国際特許分類:

B60W 20/50 (2016.01) B60W 10/08 (2006.01)
B60K 6/48 (2007.10) F02N 11/08 (2006.01)
B60L 11/14 (2006.01) H02P 23/00 (2016.01)
B60L 15/20 (2006.01) H02P 27/04 (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/037626

(22) 国際出願日: 2017年10月18日(18.10.2017)

(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 2016-212449 2016年10月31日(31.10.2016) JP

(71) 出願人: 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2520番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 黄 振雄(KO Shinyu); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 西口 慎吾(NISHIGUCHI Shingo); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 明円 恒平(MYOEN Kohei); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

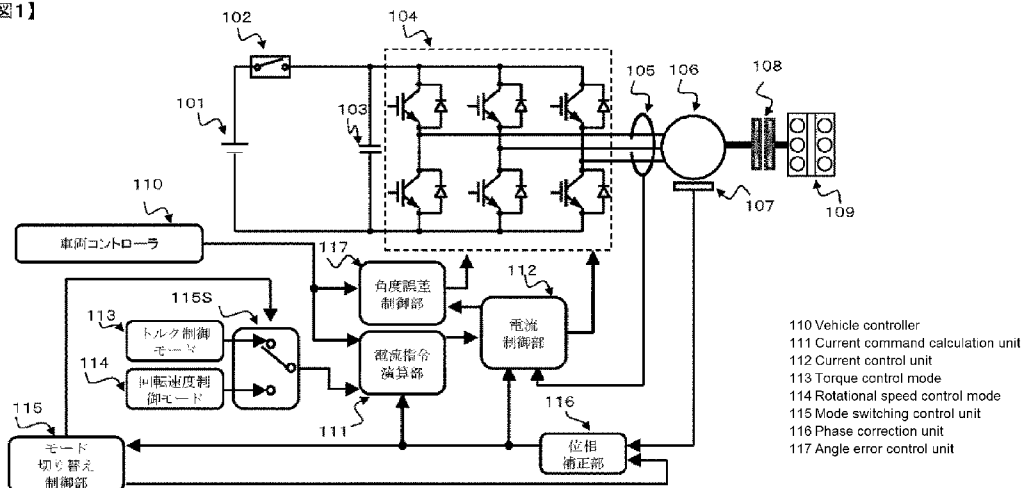
(74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: MOTOR CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: モータ制御装置

【図1】



(57) Abstract: The present invention addresses the problem that a desired cranking torque cannot be output, and the rotational speed of a motor cannot be increased. This motor control device, which is used in a drive system provided with an engine, and a motor provided with an angle sensor for detecting angle information of a rotor, switches the motor from a torque control mode to a rotational speed control mode, on the basis of a rotation operation of the motor after a cranking torque command for cranking the engine by driving the motor is received, increases the rotational speed of the motor to a prescribed speed, and adjusts the angle error of the angle sensor.



BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, 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, 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))

(57) 要約: 所望のクランキングトルクを出力できず、モータの回転速度を上昇させることができない。モータ制御装置は、エンジンと、回転子の角度情報を検出する角度センサを有するモータと、を備える駆動システムに用いられるモータ制御装置であって、モータを駆動してエンジンをクランキングするためのクランキング用トルク指令を受信した後のモータの回転動作に基づいて、モータをトルク制御モードから回転速度制御モードに切り替えて制御し、モータの回転速度を所定速度まで上昇させ、角度センサの角度誤差調整を実行する。

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] エンジンを搭載した車両において、エンジンを始動するためにモータが用いられる。モータには角度センサが設けられ、モータの回転子角度を検出している。

[0003] 従来では、クランキングのための目標トルク指令に従ってモータが駆動されることにより、エンジンがクランキングされてエンジン回転数が上昇する（特許文献1）。この場合、モータを駆動してエンジンと連結するためのクランキング用の目標トルク指令は一定値である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-28586号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述した、特許文献1に記載の方法では、角度センサに角度誤差が有る場合、所望のクランキングトルクを出力できず、モータの回転速度を上昇させることができない。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明によるモータ制御装置は、エンジンと、回転子の角度情報を検出する角度センサを有するモータと、を備える駆動システムに用いられるモータ制御装置であって、モータを駆動してエンジンをクランキングするためのクランキング用トルク指令を受信した後のモータの回転動作に基づいて、モータをトルク制御モードから回転速度制御モードに切り替えて制御し、モータの回転速度を所定速度まで上昇させ、角度センサの角度誤差調整を実行する

。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、エンジンをクランキングして、モータの回転速度を上昇することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]モータ制御装置の回路構成図である。

[図2]位相補正部の回路構成図である。

[図3] (A) ～ (D) ケース 1 におけるモード切り替え制御の時間推移を示すタイムチャートである。

[図4] (A) ～ (D) ケース 2 におけるモード切り替え制御の時間推移を示すタイムチャートである。

[図5] (A) ～ (D) ケース 3 におけるモード切り替え制御の時間推移を示すタイムチャートである。

[図6] (A) ～ (D) ケース 4 におけるモード切り替え制御の時間推移を示すタイムチャートである。

[図7]従来の技術における角度誤差自動調整を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0009] 図 1 は、本実施形態に係るモータ制御装置の回路構成図である。

バッテリー 101 は、ニッケル水素バッテリーやリチウムイオンバッテリーなどが用いられる。コンタクタ 102 は、バッテリー 101 とインバータ 104 の間に配置され、コンタクタ 102 がオフの時、バッテリー 101 とインバータ 104 は電氣的に遮断される。コンタクタ 102 がオンの時バッテリー 101 とインバータ 104 は電氣的に接続され、バッテリー 101 の電力がインバータ 104 に供給される。平滑キャパシタ 103 は、インバータ 104 の入力電圧を平滑化する。

[0010] インバータ 104 は、上アームと呼ばれるスイッチング素子と、下アームと呼ばれるスイッチング素子とを上下直列に接続した、U 相、V 相、W 相の上下アームにより構成される。インバータ 104 は、直流側が平滑キャパシ

タ 103 に接続され、3 相交流側はモータ 106 の固定子に接続される。相電流検出器 105 は、インバータ 104 の交流側とモータ 106 の間の UVW 相に接続され、UVW 相電流を検出する。モータ 106 は、クランキング用トルク指令を受信した後、クランキング用トルクを発生させる交流モータである。また、モータ 106 は不図示の第 2 クラッチを介して車両の駆動軸に接続されており、この駆動軸を回転駆動させて車両を走行させる駆動力を発生することもできる。角度センサ 107 は、モータ 106 の回転子角度を検出し、例えばレゾルバ、磁気センサなどである。本実施形態では、角度センサ 107 は、取付オフセット値、製品のばらつき等により検出誤差が生じる可能性があるものを用いてもよい。角度センサ 107 は、検出したモータ 106 の回転子角度に基づいて、モータ 106 の電気角検出値を送信する。

[0011] クラッチ 108 は、モータ 106 とエンジン 109 の間に配置される。クラッチ 108 がオフの時、モータ 106 とエンジン 109 は機械的に遮断され、クラッチ 108 がオンの時、モータ 106 とエンジン 109 は機械的に接続される。イグニションキーのオン直後や、エンジン 109 が停止しておりモータ 106 の駆動力のみで車両が走行している状態でのアクセル動作時など、エンジン 109 を始動させる必要がある時には、クラッチ 108 がオンにされてモータ 106 はエンジン 109 をクランキングする。エンジン 109 は、車両を走行させる駆動力を発生させる。

[0012] 車両コントローラ 110 は、トルク制御モード 113 が有効である時に、クランキング用トルク指令値 TQ1 を送信する上位コントローラである。さらに、車両コントローラ 110 は、モータ 106 の回転速度が調整モードに必要な最低速度より大きくなった後に、角度誤差自動調整モード遷移指令を送信する。

[0013] トルク制御モード 113 は、電流指令演算部 111 にトルク制御の有効化フラグを送信するモード設定部である。回転速度制御モード 114 は、電流指令演算部 111 に回転速度制御の有効化フラグを送信するモード設定部である。

- [0014] 電流指令演算部 111 は、電流指令と電流位相指令を演算する演算部である。電流指令演算部 111 は、トルク制御モード 113 の有効化フラグを受信した時に、車両コントローラ 110 からのクランキング用トルク指令値 T_Q1 に基づいて、固定的な電流指令値と固定的な電流位相角指令値を演算して電流制御部 112 に出力する。電流指令演算部 111 は、回転速度制御モード 114 の有効化フラグを受信した時に、回転速度指令値 $S2$ とモータ回転速度 $S1$ の差分を $P1$ 制御で演算し、速度差分に依存する電流指令値と電流位相角指令値を電流制御部 112 に出力する。
- [0015] 電流制御部 112 は、電流指令演算部 111 からの電流指令、電流位相角指令値と、相電流検出器 105 からの UVW 相電流検出値、位相補正部 116 からのモータ回転子角度情報、角度誤差補正值とに基づいて、PWM 信号を生成する。この PWM 信号によりインバータ 104 を駆動する。
- [0016] モード切り替え制御部 115 は、モータ回転速度 $S1$ が第 1 所定時間内に所定速度に達しない場合、トルク制御モード 113 から回転速度制御モード 114 に切り替えるタイミングを判断する制御部である。また、モード切り替え制御部 115 は、モータ 106 の回転方向が正回転方向と逆転方向のいずれであるかを判定し、トルク制御モード 113 から回転速度制御モード 114 に切り替えるタイミングを判断する制御部である。切り替えるタイミングでは、切替信号を切替スイッチ 115S へ出力する。さらに、モード切り替え制御部 115 は、回転速度制御モード 114 に切り替えた後、モータ回転速度 $S1$ が第 2 所定時間内に所定速度に達しない場合、位相補正許可フラグ $F1$ を算出し、このフラグを位相補正部 116 に送信する。
- [0017] 位相補正部 116 には、角度センサ 107 で検出されたモータ 106 の回転子角度が入力される。位相補正部 116 は、入力されたモータ 106 の回転子角度に基づいてモータ回転速度 $S1$ を算出する。そして、位相補正部 116 は、算出したモータ回転速度 $S1$ と、モード切り替え制御部 115 より入力された回転速度指令値 $S2$ および位相補正許可フラグ $F1$ に基づいて角度誤差補正值を算出する。

[0018] 角度誤差制御部 117 は、車両コントローラ 110 からの角度誤差自動調整モード遷移指令に応じて、UVW 相電流検出値、モータ回転子角度情報に基づいて、角度センサ 107 の角度誤差を調整する。角度誤差を調整する方法は、モータ 106 に電流を流して、角度誤差が有る時と誤差無い時の電流位相の差分を比較する一般的な方法である。

[0019] 図 2 は、位相補正部 116 の回路構成図である。

位相補正部 116 は、角度センサ 107 からモータ 106 の回転子の角度検出値を入力し、速度演算部 116a でモータ回転速度 S1 を算出する。モード切り替え制御部 115 は、モータ回転速度 S1 が第 1 所定時間内に所定速度に達しない場合、トルク制御モード 113 から回転速度制御モード 114 に切り替える。回転速度制御モード 114 に切り替えた後に、エンジン 109 をクランキングできる場合については、図 3 を用いて後述する。

[0020] 回転速度制御モード 114 に切り替えた後、モータ回転速度 S1 が第 2 所定時間内に所定速度に達しないと判定した場合、モード切り替え制御部 115 は、位相補正許可フラグ F1 をオンにして、PI 制御部 116b に送信する。PI 制御部 116b において、位相補正許可フラグ F1 を受信した場合、回転速度指令値 S2 とモータ回転速度 S1 の差分を演算して角度誤差補正值を算出する。算出された角度誤差補正值は電流指令演算部 111 と電流制御部 112 に入力される。その詳細については、図 6 を用いて後述する。

[0021] 一例として角度誤差補正值に基づく制御について説明する。回転速度制御モード 114 に切り替えた後、電流指令演算部 111 は、電流位相角指令値として例えば 45[deg] を出力する。このとき、仮に角度誤差が 45[deg] にある場合、実際の電流位相角 β が 90[deg] になる。この場合、下記の式 (1) によりモータトルクが略ゼロになる。

[数 1]

$$T = Pn \cdot \left\{ \phi \cdot Ia \cdot \cos \beta + (Ld - Lq) \cdot Ia^2 \cdot \sin 2\beta \right\} \dots (1)$$

ここで、 ϕ は鎖交磁束、Pn は極対数、Ld、Lq はモータのインダクタンスで

あり、 I_a はUVW相電流実効値、 β は電流位相角である。

[0022] 式(1)において、角度誤差補正值をモータ106の電気角検出値に加算して、式(2)とすることにより、実際の電流位相角 β が90[deg]になることを避けることができる。

[数2]

$$T = P_n \cdot \frac{1}{\phi} \cdot I_a \cdot \cos(\beta + \text{角度誤差補正值}) + (L_d - L_q) \cdot I_a^2 \cdot \sin 2(\beta + \text{角度誤差補正值}) \} \dots (2)$$

[0023] 図3は、ケース1におけるモード切り替え制御の時間推移を示すタイムチャートである。図3(A)は、クランキング用トルク指令値を、図3(B)は、モータトルクを、図3(C)は、制御モードを、図3(D)は、モータ106の回転速度を示す。

[0024] 図3(A)に示すクランキング用トルク指令値TQ1は、車両コントローラ110からエンジン109をクランキングするトルク指令値である。クランキング用最低トルクTQ2は、エンジン109を外部から駆動して回転させるのに必要な最低トルクである。

[0025] 図3(B)に示すモータトルクTQ3は、モータ106に発生するシャフトトルクである。エンジントルクTQ4は、エンジン109に発生するシャフトトルクである。

図3(C)に示す制御モードM1は、トルク制御モード113、回転速度制御モード114、または角度誤差自動調整モードなどである。

[0026] 図3(D)に示すモータ回転速度S1は、モータトルクTQ3がクランキング用最低トルクTQ2より小さい場合、上昇できない。回転速度指令値S2は、角度誤差制御部117において角度センサ107の角度誤差調整を実行するためにモード切り替え制御部115から出力されるモータ106の速度指令値である。所定速度S3は、角度誤差制御部117において角度センサ107の角度誤差調整を実行するために必要な速度であり、回転速度指令値S2と等しいか、回転速度指令値S2よりも小さい。

[0027] なお、本実施形態に係るモータ制御装置では、所定のタイミングで車両コントローラ110から送信されるクランキング用トルク指令TQ1を受けて

、角度センサ 107 の角度誤差調整を実施することができる。例えば、モータ 106 が駆動システムに組み込まれた直後のイグニッションキーオン直後またはアクセル動作時、またはモータ 106 が交換された直後のイグニッションキーオン直後またはアクセル動作時に、クランキング用トルク指令を受けて、角度センサ 107 の角度誤差調整を実施する。

[0028] 図 3 (A) ~ (D) に示す時刻 T 11 において、車両コントローラ 110 はクランキング用トルク指令値 T Q 1 を電流指令演算部 111 に送信する。この時、制御モード M 1 は、トルク制御モード 113 にある。また、図 3 に示すケース 1 では、モータトルク T Q 3 は、角度誤差によって、クランキング用トルク指令値 T Q 1 と同等のトルクを出せず、クランキング用最低トルク T Q 2 より小さいとする。そのため、モータ 106 がエンジン 109 をクランキングできない。この時、モータ回転速度 S 1 は、上昇できない。

[0029] モータ回転速度 S 1 が上昇しないため、時刻 T 12 において、モータ回転速度 S 1 が第 1 所定時間（時刻 T 11 から時刻 T 12 までの時間）内に所定速度 S 3 に達しない。この時、制御モード M 1 は、トルク制御モード 113 から回転速度制御モード 114 に切り替える。この時、モータトルク T Q 3 は、モータ回転速度 S 1 と回転速度指令値 S 2 の差分が大きいため、急激に上昇して行く。そして、モータ回転速度 S 1 は、モータトルク T Q 3 がクランキング用最低トルク T Q 2 より大きくなるため上昇する。

[0030] 時刻 T 13 において、モータ回転速度 S 1 がクランキングスピード(例えば 100 r p m)に達すると、エンジン 109 をクランキングできる。この時、モータトルク T Q 3 は、モータ回転速度 S 1 と回転速度指令値 S 2 の差分が徐々に小さくなるため、減少して行く。そして、エンジントルク T Q 4 は、エンジン 109 をクランキングできたことにより、徐々に上昇する。この時、モータ回転速度 S 1 は、エンジン 109 が発生する駆動力により上昇される。

[0031] 時刻 T 14 において、モータ回転速度 S 1 が所定速度 S 3 に達すると、角度誤差自動調整モードに遷移する。この時、車両コントローラ 110 から角

度誤差自動調整モード遷移指令を角度誤差制御部 117 へ送信する。そして、角度誤差制御部 117 は、角度センサ 107 の角度誤差を調整する。

[0032] 本実施形態によれば、クランキング用トルク指令を受信したのち、モータ回転速度 S_1 が所定時間内に所定速度に達しない場合、トルク制御モード 113 から回転速度制御モード 114 に切り替える。そして、モータ回転速度 S_1 と回転速度指令値 S_2 に基づいて電流指令と電流位相指令を演算する。これにより、エンジン 109 をクランキングすることに成功し、モータ回転速度 S_1 を上昇することができる。

[0033] 図 4 は、ケース 2 におけるモード切り替え制御の時間推移を示すタイムチャートである。図 4 (A) は、クランキング用トルク指令値を、図 4 (B) は、モータトルクを、図 4 (C) は、制御モードを、図 4 (D) は、モータ 106 の回転速度を示す。

[0034] 電流位相角指令値と角度誤差の和 β がマイナスになる場合、式 (1) によりモータトルクがマイナスになり、モータ 106 の回転方向が逆転する可能性がある。ケース 2 ではこの場合を示す。図 4 (D) に示す逆転判定閾値 S_4 は、モータ 106 の回転方向が逆転方向と判定する閾値である。

[0035] 時刻 T_{21} において、車両コントローラ 110 はクランキング用トルク指令値 TQ_1 を電流指令演算部 111 に送信する。この時、制御モード M_1 は、トルク制御モード 113 にある。図 4 に示すケース 2 では、電流位相角指令値と角度誤差の和がマイナスになることにより、図 4 (B) に示すようにモータトルク TQ_3 がマイナスになる。この時、モータ回転速度 S_1 は、マイナス方向に低下する。

[0036] 時刻 T_{22} において、モータ回転速度 S_1 が逆転判定閾値 S_4 より低下すると、モード切り替え制御部 115 は逆転方向と判定する。この時、制御モード M_1 は、トルク制御モード 113 から回転速度制御モード 114 に切り替える。モータトルク TQ_3 は、モータ回転速度 S_1 と回転速度指令値 S_2 の差分が大きいため、急激に上昇して行く。そして、モータ回転速度 S_1 は、モータトルク TQ_3 がクランキング用最低トルク TQ_2 より大きくなるた

め上昇する。

[0037] 時刻T23において、モータ回転速度S1がクランキングスピードに達すると、エンジン109をクランキングできる。この時、モータトルクTQ3は、モータ回転速度S1と回転速度指令値S2の差分が徐々に小さくなるため、減少していく。また、エンジントルクTQ4は、エンジン109をクランキングできたことにより、徐々に上昇する。この時、モータ回転速度S1は、エンジン109が発生する駆動力により上昇される。

[0038] 一般に、反対方向トルクまたは0トルク出力では、所定時間内に所定の回転速度に達しない場合がある。角度センサ107に角度誤差が有る場合、電流位相 β にズレが発生し、所望のクランキングトルクを出力できず、モータ106の回転速度を上昇させることができない可能性がある。この場合、モータ106がロック状態で長い時間モータ106に電流が流れると、モータ106の巻線が焼損する可能性がある。

[0039] さらに、角度センサ107の角度誤差が大きい場合、クランキング用トルク指令値TQ1と逆方向のモータトルクが発生する可能性もある。これにより、エンジン109をクランキングすることが成功しても、クランキング用トルク指令値TQ1をエンジン109のトルクと逆方向にしているため、回転速度の上昇に支障が発生する可能性がある。最悪の場合、モータ106が逆転する可能性がある。

[0040] 本実施形態では、モータ106の回転始動時の回転方向に基づいて、トルク制御モード113から回転速度制御モード114に切り替えるタイミングが変わる。モータ106の回転方向が逆転方向である場合には、トルク制御モード113から回転速度制御モード114に切り替える。さらに、モータ106が停止または正転方向であって所定時間内に所定速度に達しない場合には、トルク制御モード113から回転速度制御モード114に切り替える。モータ106が逆転或いは、正転しても所定時間内に所定速度に達しないことが判った時点で、制御モードを回転速度制御モード114に切り替えることで、所定回転速度になる時間を短縮できる。

- [0041] 図5は、ケース3におけるモード切り替え制御の時間推移を示すタイムチャートである。図5（A）は、クランキング用トルク指令値を、図5（B）は、モータトルクを、図5（C）は、制御モードを、図5（D）は、モータ106の回転速度を示す。
- [0042] 時刻T31において、車両コントローラ110はクランキング用トルク指令値TQ1を電流指令演算部111に送信する。この時、制御モードM1は、トルク制御モード113にある。そして、モータトルクTQ3は、クランキング用最低トルクTQ2とほぼ同じ大きさにある。この時、モータ回転速度S1は、徐々に上昇する。
- [0043] 図5に示すケース3では、時刻T32において、モータ回転速度S1が第1所定時間（時刻T31から時刻T32までの時間）内に所定速度S3に達しないとする。この時、制御モードM1は、トルク制御モード113から回転速度制御モード114に切り替える。そして、モータトルクTQ3は、モータ回転速度S1と回転速度指令値S2の差分が大きいため、急激に上昇して行く。この時、モータ回転速度S1は、モータトルクTQ3がクランキング用最低トルクTQ2より大きくなるため上昇する。
- [0044] 時刻T33において、モータ回転速度S1がクランキングスピードに達すると、エンジン109をクランキングできる。この時、モータトルクTQ3は、モータ回転速度S1と回転速度指令値S2の差分が徐々に小さくなるため、減少して行く。エンジントルクTQ4は、エンジン109をクランキングできたことにより、徐々に上昇する。この時、モータ回転速度S1は、エンジン109が発生する駆動力により上昇される。
- [0045] 図6は、ケース4におけるモード切り替え制御の時間推移を示すタイムチャートである。図6（A）は、クランキング用トルク指令値を、図6（B）は、角度誤差補正值を、図6（C）は、位相補正許可フラグを、図6（D）は、制御モードを、図6（E）は、モータ106の回転速度を示す。
- [0046] 図6（B）に示す角度誤差補正值H1は、モータ106の電気角検出値に加算する補正值である。角度誤差補正值H1は、回転速度指令値S2とモータ

タ回転速度 S_1 の差分をPI制御部116bで演算することにより求められる。モータ106の電気角検出値は回転子の角度検出値と同じである。

図6(C)に示す位相補正許可フラグ F_1 は、モード切り替え制御部115で計算される。位相補正許可フラグ F_1 がオンの時、位相補正部116で角度誤差補正值 H_1 が算出される。

[0047] 時刻 T_{41} において、車両コントローラ110はクランキング用トルク指令値 TQ_1 を電流指令演算部111に送信する。この時、制御モード M_1 は、トルク制御モード113にある。図6に示すケース4では、モータトルク TQ_3 は、クランキング用最低トルク TQ_2 より小さいとする。そのため、モータ106がエンジン109をクランキングできない。この時、モータ回転速度 S_1 は、上昇できない。

[0048] モータ回転速度 S_1 が上昇しないため、時刻 T_{42} において、モータ回転速度 S_1 が第1所定時間（時刻 T_{41} から時刻 T_{42} まで）内に所定速度 S_3 に達しない。この時、制御モード M_1 は、トルク制御モード113から回転速度制御モード114に切り替える。モータトルク TQ_3 は、時刻 T_{41} 時の値より大きくなったが、クランキング用最低トルク TQ_2 に達しないため、モータ106がエンジン109をクランキングできない。この時、モータ回転速度 S_1 は、上昇できない。

[0049] 図6に示すケース4では、回転速度制御モード114に切り替えた後、時刻 T_{43} において、モータ回転速度 S_1 が第2所定時間（時刻 T_{42} から時刻 T_{43} まで）内に所定速度 S_3 に達しないとする。この時に、位相補正許可フラグ F_1 は、ONになる。そして、角度誤差補正值 H_1 は、回転速度指令値 S_2 とモータ回転速度 S_1 の差分をPI制御部116bで演算することにより、徐々に上昇する。この時、モータトルク TQ_3 は、モータ106の電気角検出値が変化しているため、徐々に上昇する。

[0050] 時刻 T_{44} において、モータ回転速度 S_1 がクランキングスピードに達すると、エンジン109をクランキングできる。この時に、角度誤差補正值 H_1 は、モータ回転速度 S_1 と回転速度指令値 S_2 の差分が徐々に小さくなる

ため、減少して行く。モータトルク $TQ3$ は、モータ回転速度 $S1$ と回転速度指令値 $S2$ の差分が徐々に小さくなるため、減少して行く。この時、モータ回転速度 $S1$ は、エンジン 109 が発生する駆動力により上昇される。

[0051] このケース4では、回転速度制御モード 114 に切り替えた後、モータ回転速度 $S1$ が第2所定時間内に所定速度 $S3$ に達しない場合、モータ 106 の電気角検出値に角度誤差補正值 $H1$ を加算して、モータ 106 の回転速度を所定速度まで上昇させる。

[0052] モード切り替え制御部 115 は、回転速度制御モード 114 に切り替えた後、モータ回転速度 $S1$ が第2所定時間内に所定速度 $S3$ に達しない場合と判定した場合、回転速度指令値 $S2$ を算出し、位相補正部 116 に送信する。位相補正部 116 のPI制御部 $116b$ において、回転速度指令値 $S2$ とモータ回転速度 $S1$ の差分を演算することにより角度誤差補正值 $H1$ を算出する。さらに、角度誤差補正值 $H1$ をモータ電気角検出値に加算することによって、電流位相を制御する。

[0053] 従来は、角度誤差により電流位相 β が略 $90[\text{deg}]$ になる場合、たとえ回転速度制御モード 114 に切り替えても、モータトルクが略ゼロになり、エンジン 109 をクランキングすることができない可能性があった。本実施形態によれば、電流位相が略 $90[\text{deg}]$ の場合であっても、エンジン 109 をクランキングすることに成功し、モータ回転速度を上昇することができる。

[0054] 図7は従来の技術における角度誤差自動調整を説明する図である。

時刻 $T01$ において、トルク制御モードの制御により、モータ 106 でエンジン 109 をクランキングし、エンジン 109 でモータ回転速度を上昇させる。時刻 $T02$ において、モータ回転速度は調整モードに必要な最低速度 $S0$ より大きくなった後、角度センサ 107 の角度誤差自動調整モードを実施する。時刻 $T03$ において、角度誤差自動調整モードを終了する。角度誤差を調整する方法は、モータ 106 に電流を流して、角度誤差が有る時と誤差無い時の電流位相角の差分を比較する一般的な方法である。

[0055] 従来技術では、クランキング用トルク指令値 $TQ1$ はトルク制御モード1

13で一定にしている。電流指令演算部111は、車両コントローラ110からクランキング用トルク指令値 $TQ1$ を受信し、特定なUVW相電流指令値と電流位相角指令値を演算する。角度センサ107に角度誤差が有る場合、電流位相角指令値と実際電流位相 β にズレが発生し、所望のクランキングトルクを出力できず、モータ回転速度を上昇させることができない可能性がある。

[0056] 以上説明した実施形態によれば、次の作用効果が得られる。

(1) モータ制御装置は、エンジン109と、回転子の角度情報を検出する角度センサ107を有するモータ106と、を備える駆動システムに用いられるモータ制御装置であって、モータ106を駆動してエンジン109をクランキングするためのクランキング用トルク指令を受信した後のモータ106の回転動作に基づいて、モータ106をトルク制御モードから回転速度制御モードに切り替えて制御し、モータ106の回転速度を所定速度まで上昇させ、角度センサ107の角度誤差調整を実行する。これにより、エンジンをクランキングして、モータの回転速度を上昇することができる。

[0057] 本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の特徴を損なわない限り、本発明の技術思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

- [0058] 101 バッテリ
102 コンタクタ
103 平滑キャパシタ
104 インバータ
105 相電流検出器
106 モータ
107 角度センサ
108 クラッチ
109 エンジン

- 1 1 0 車両コントローラ
- 1 1 1 電流指令演算部
- 1 1 2 電流制御部
- 1 1 3 トルク制御モード
- 1 1 4 回転速度制御モード
- 1 1 5 モード切り替え制御部
- 1 1 6 位相補正部
- 1 1 7 角度誤差制御部

請求の範囲

- [請求項1] エンジンと、回転子の角度情報を検出する角度センサを有するモータと、を備える駆動システムに用いられるモータ制御装置であって、
前記モータを駆動して前記エンジンをクランキングするためのクランキング用トルク指令を受信した後の前記モータの回転動作に基づいて、前記モータをトルク制御モードから回転速度制御モードに切り替えて制御し、前記モータの回転速度を所定速度まで上昇させ、前記角度センサの角度誤差調整を実行するモータ制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のモータ制御装置において、
前記トルク制御モードは、固定的な電流指令値と電流位相角指令値に基づいて前記モータを制御するモードであり、前記回転速度制御モードは、回転速度指令値と前記モータのモータ回転速度の差分に依存する電流指令値と電流位相角指令値に基づいて前記モータを制御するモードであるモータ制御装置。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載のモータ制御装置において、
前記モータを前記トルク制御モードから前記回転速度制御モードに切り替えて制御する前記モータの回転動作は、前記モータのモータ回転速度が所定時間内に前記所定速度に達しない回転動作であるモータ制御装置。
- [請求項4] 請求項1または請求項2に記載のモータ制御装置において、
前記モータを前記トルク制御モードから前記回転速度制御モードに切り替えて制御する前記モータの回転動作は、前記モータの回転始動時の回転方向が所定方向の回転動作であるモータ制御装置。
- [請求項5] 請求項4に記載のモータ制御装置において、
前記モータの回転始動時の回転方向が逆転方向である場合には、前記トルク制御モードから前記回転速度制御モードに切り替えるモータ制御装置。
- [請求項6] 請求項5に記載のモータ制御装置において、

前記モータの回転方向が正転方向であって前記モータのモータ回転速度が所定時間内に前記所定速度に達しない場合には、前記トルク制御モードから前記回転速度制御モードに切り替えるモータ制御装置。

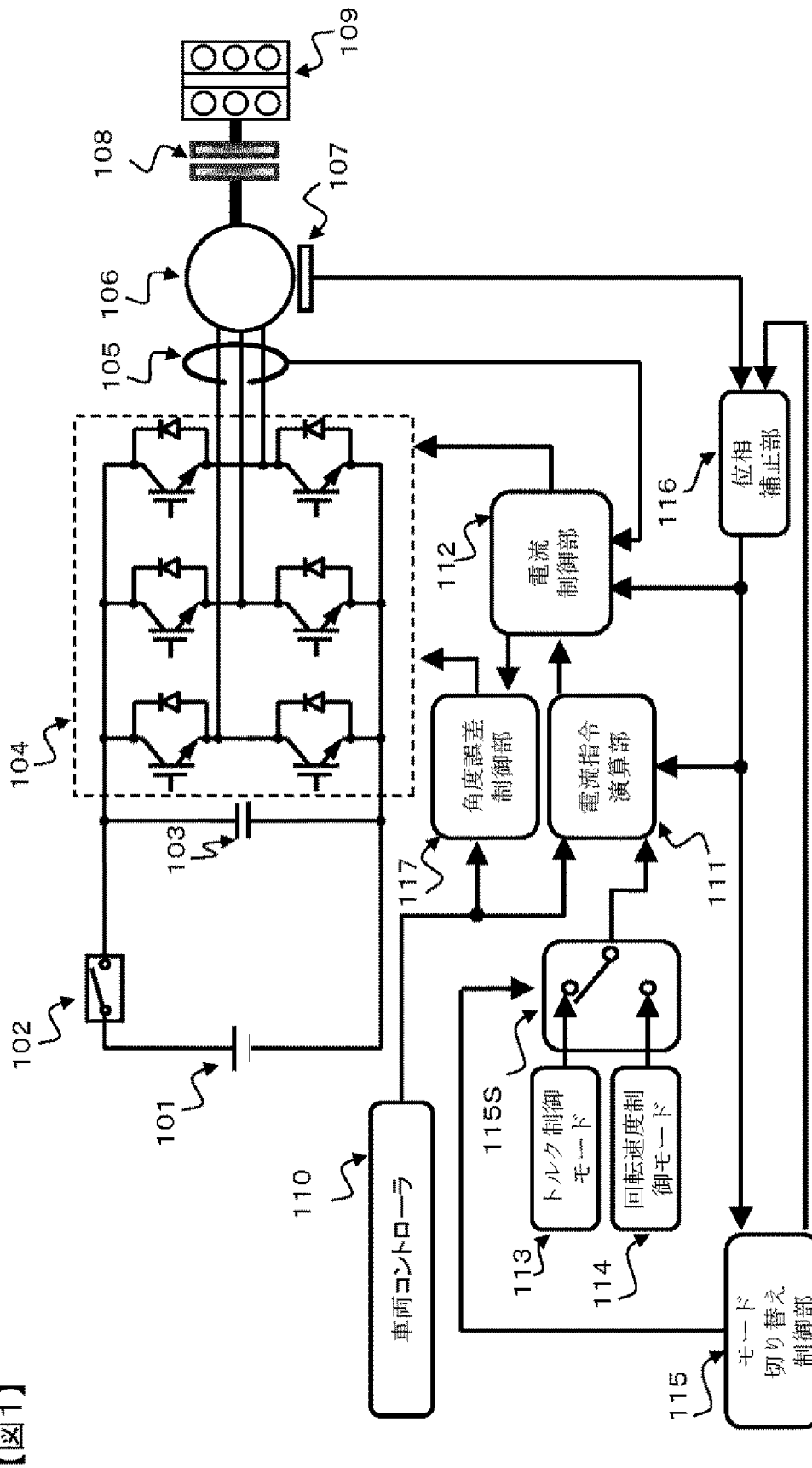
[請求項7] 請求項1 から請求項6 までのいずれか一項に記載のモータ制御装置において、

前記回転速度制御モードに切り替えた後、前記モータの回転速度が第2 所定時間内に前記所定速度に達しない場合、前記モータの電気角検出値に角度誤差補正値を加算して、前記モータの回転速度を前記所定速度まで上昇させるモータ制御装置。

[請求項8] 請求項1 から請求項7 までのいずれか一項に記載のモータ制御装置において、

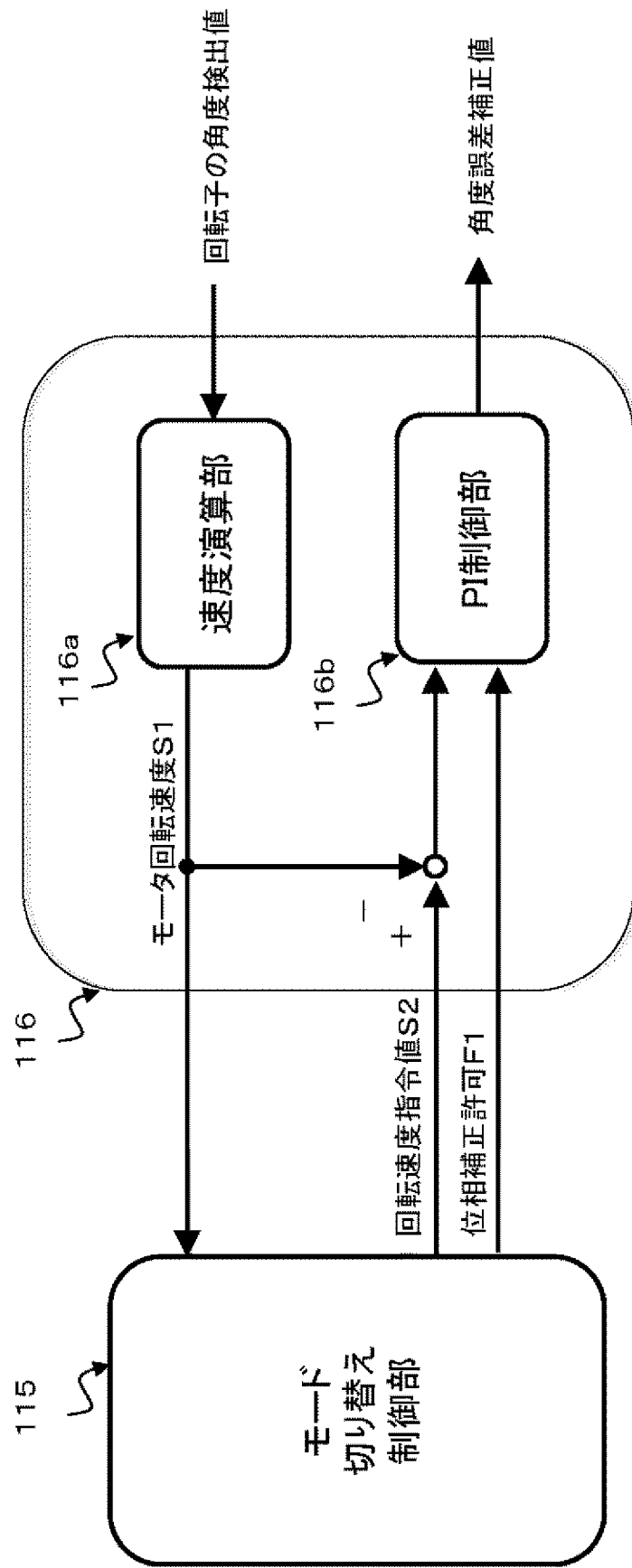
前記モータが前記駆動システムに組み込まれた直後のイグニッションキーオン直後またはアクセル動作時、または前記モータが交換された直後のイグニッションキーオン直後またはアクセル動作時に、前記クラッキング用トルク指令を受信して前記角度センサの角度誤差調整を実行するモータ制御装置。

【図1】



【図1】

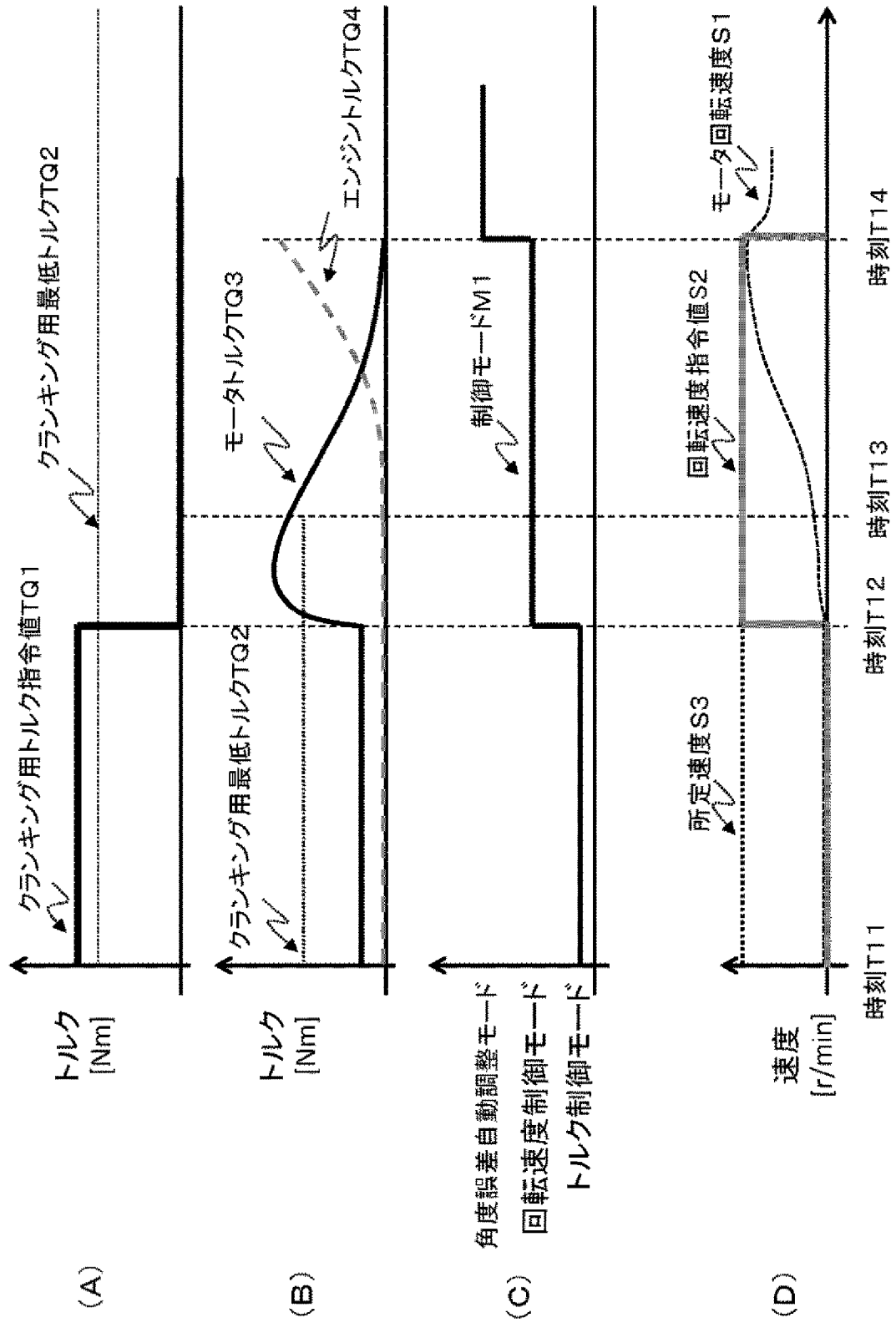
【図2】



【図2】

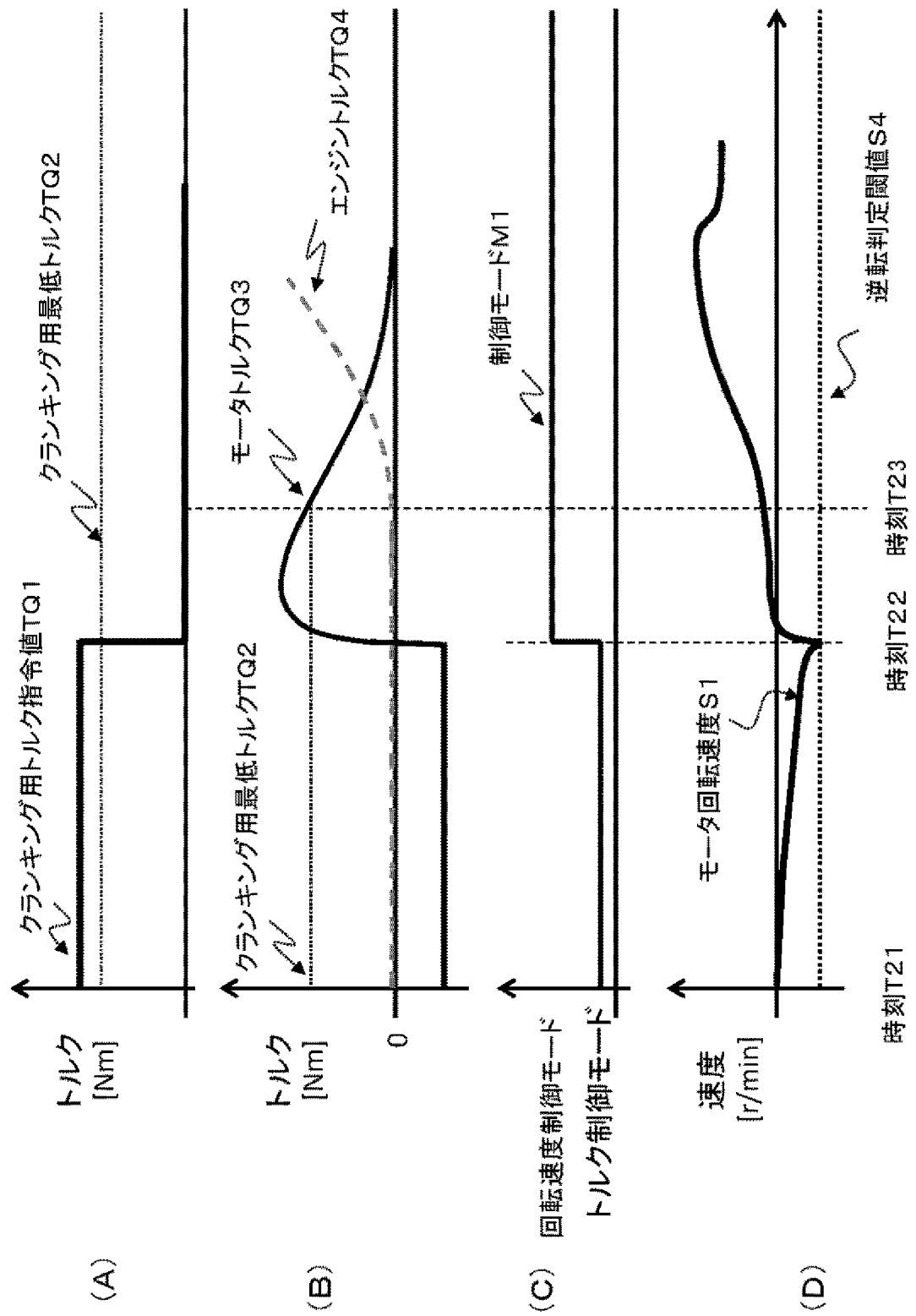
【図3】

【図3】

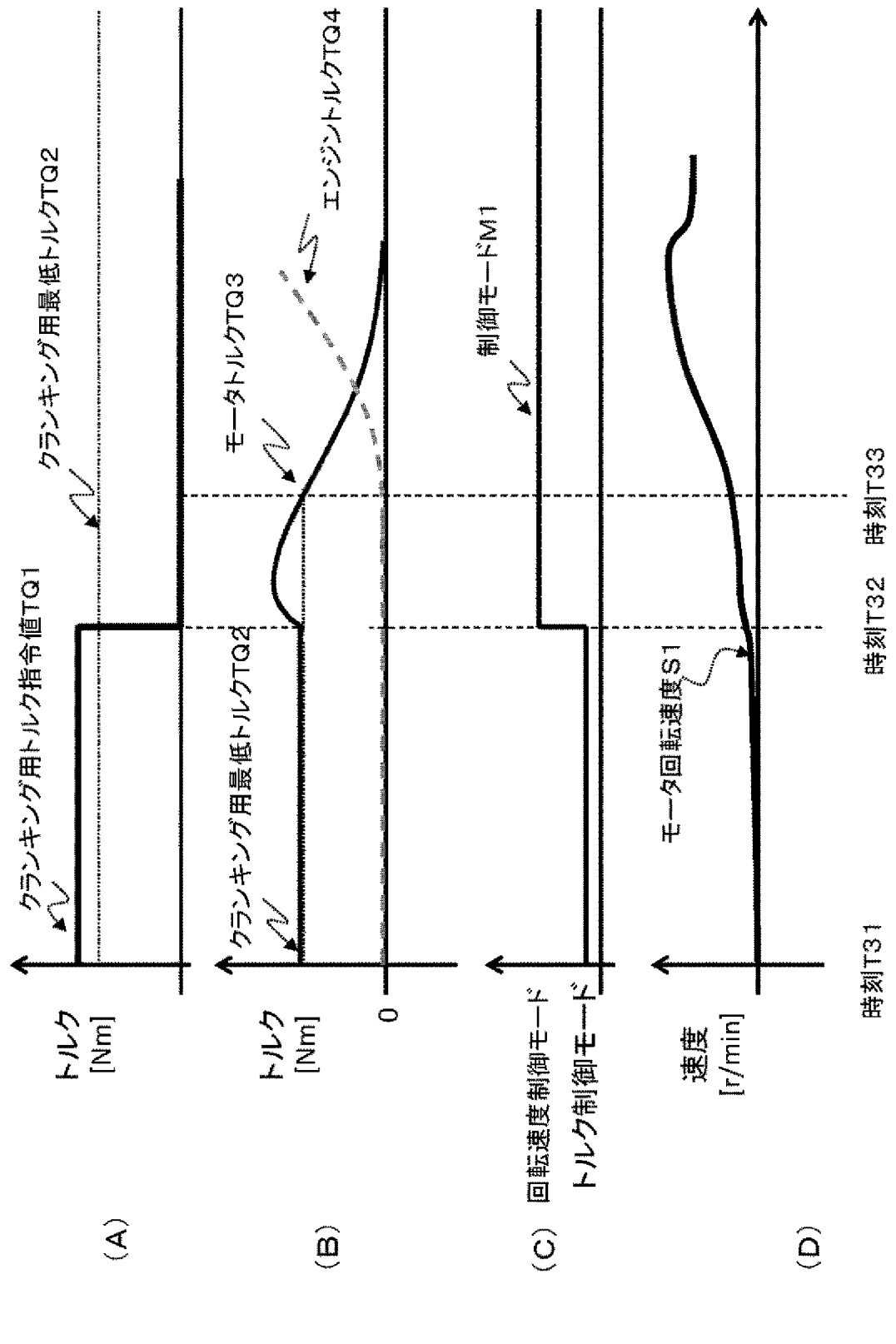


[図4]

【図4】

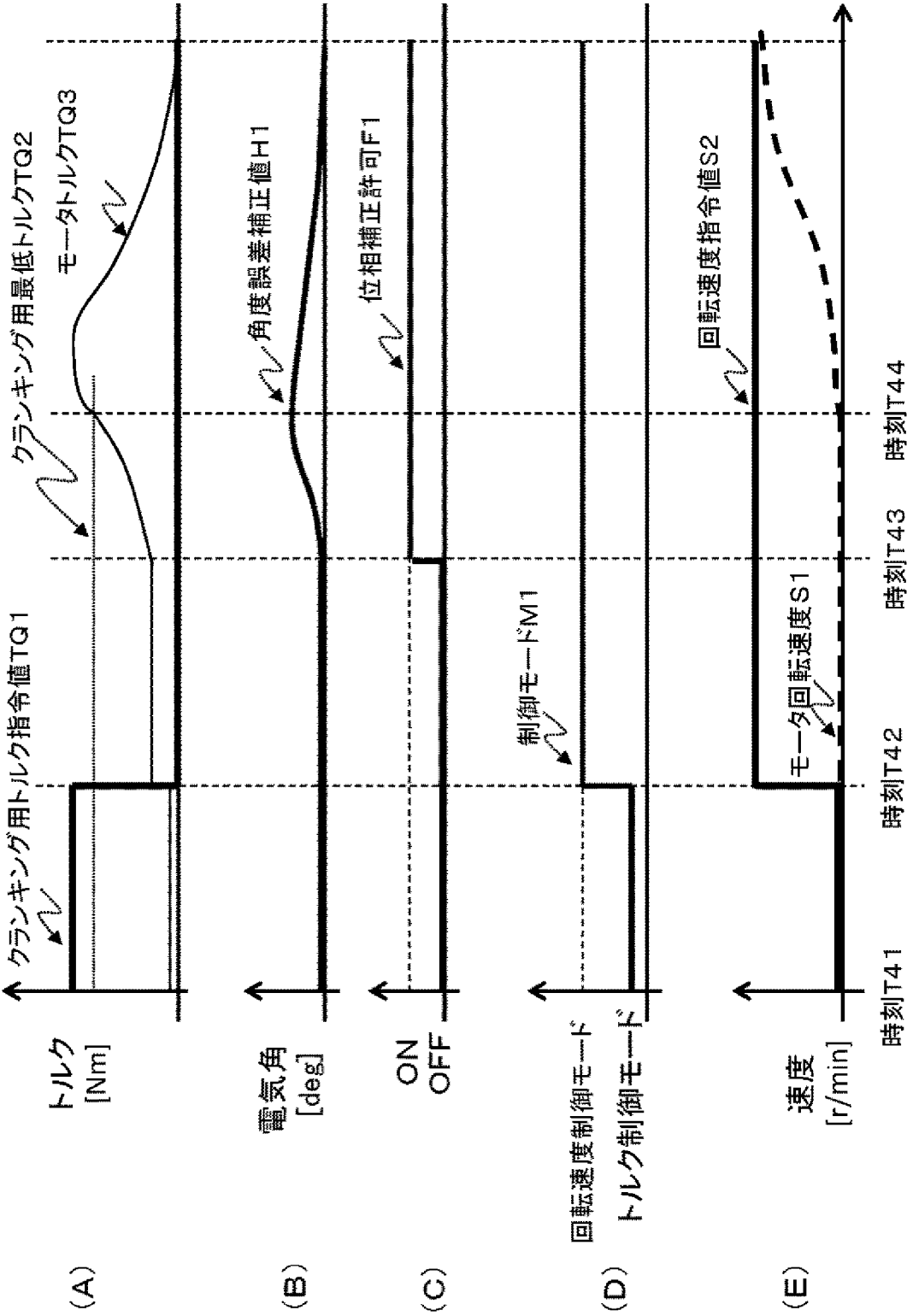


【図5】



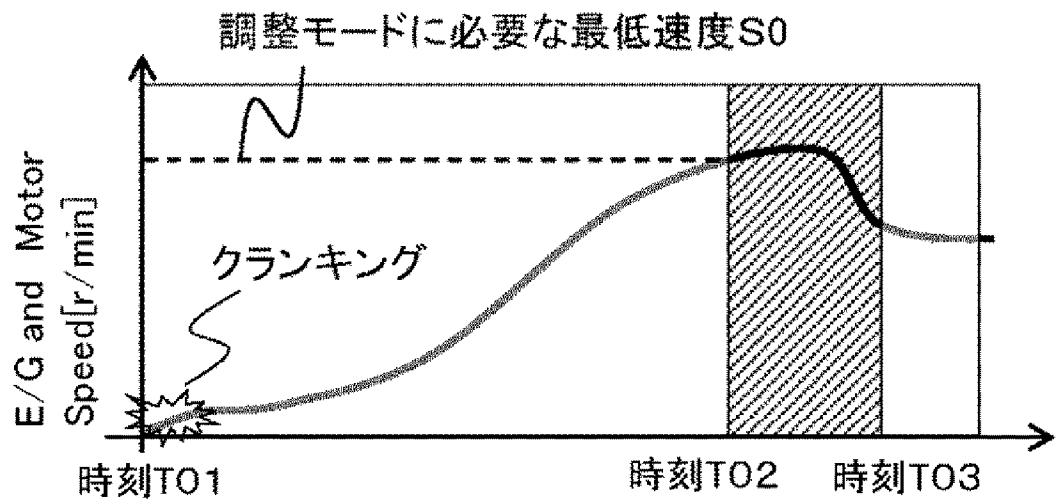
[図6]

【図6】



[図7]

【図7】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/037626

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B60W20/50 (2016.01) i, B60K6/48 (2007.10) i, B60L11/14 (2006.01) i,
B60L15/20 (2006.01) i, B60W10/08 (2006.01) i, F02N11/08 (2006.01) i,
H02P23/00 (2016.01) i, H02P27/04 (2016.01) 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)

Int.Cl. B60W10/00-20/50, B60K6/20-6/547, B60L1/00-3/12, B60L7/00-13/00,
B60L15/00-15/42, F02N1/00-99/00, H02P21/00-25/03, H02P25/10-27/18,
H02P6/00-6/34

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
A	JP 2012-092664 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 17 May 2012, paragraphs [0043], [0053], fig. 6 (Family: none)	1-8
A	JP 2008-278575 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 13 November 2008, paragraphs [0003], [0048]-[0050] & US 2008/0297078 A1, paragraphs [0006], [0053]-[0055] & EP 1986318 A2 & CN 101295955 A	1-8
A	JP 2013-102675 A (NTN CORPORATION) 23 May 2013, paragraphs [0050], [0052], [0057] & WO 2013/058238 A1	2
A	JP 2013-138559 A (BOSCH CORPORATION) 11 July 2013, paragraphs [0003], [0038] (Family: none)	5

☐ 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

"I" 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
24 January 2018 (24.01.2018)

Date of mailing of the international search report
06 February 2018 (06.02.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B60W20/50(2016.01)i, B60K6/48(2007.10)i, B60L11/14(2006.01)i, B60L15/20(2006.01)i,
B60W10/08(2006.01)i, F02N11/08(2006.01)i, H02P23/00(2016.01)i, H02P27/04(2016.01)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 (IPC))

Int.Cl. B60W10/00-20/50, B60K6/20-6/547, B60L1/00-3/12, B60L7/00-13/00, B60L15/00-15/42, F02N1/00-99/00,
H02P21/00-25/03, H02P25/10-27/18, H02P6/00-6/34

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 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 8 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
A	JP 2012-092664 A (日産自動車株式会社) 2012.05.17, 段落[0043], [0053], 図6 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2008-278575 A (三洋電機株式会社) 2008.11.13, 段落[0003], [0048]-[0050] & US 2008/0297078 A1, 段落[0006], [0053]-[0055] & EP 1986318 A2 & CN 101295955 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 4 . 0 1 . 2 0 1 8

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 2 . 2 0 1 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

▲高▼木 真顕

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 9 5

3 Z

9 7 1 6

C (続き) . 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
A	JP 2013-102675 A (NTN株式会社) 2013. 05. 23, 段落[0050], [0052], [0057] & WO 2013/058238 A1	2
A	JP 2013-138559 A (ボッシュ株式会社) 2013. 07. 11, 段落[0003], [0038] (ファミリーなし)	5