

(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



(10) 国際公開番号

WO 2012/063541 A1

(43) 国際公開日

2012年5月18日(18.05.2012)

PCT

- (51) 国際特許分類:
B60R 16/04 (2006.01) H02P 21/00 (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) H02P 27/04 (2006.01)
B62D 6/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/070223
- (22) 国際出願日: 2011年9月6日(06.09.2011)
- (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 2010-250736 2010年11月9日(09.11.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社(NSK LTD.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎1-6-3 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 阿部 博一 (ABE Hirokazu) [JP/JP]; 〒3718528 群馬県前橋市総社町1-8-1 日本精工株式会社内 Gunma (JP). 二宮 淑樹 (NINOMIYA Yoshiki) [JP/JP];

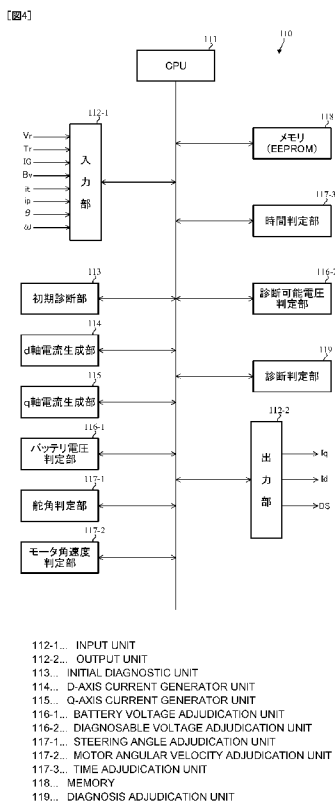
〒3718527 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内 Gunma (JP). 坂口 徹 (SAK-AGUCHI Toru) [JP/JP]; 〒3718528 群馬県前橋市総社町1-8-1 日本精工株式会社内 Gunma (JP).

- (74) 代理人: 安形 雄三 (AGATA Yuzo); 〒1070052 東京都港区赤坂2丁目13番5号 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, JP, 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,

[続葉有]

(54) Title: POWER SUPPLY STATUS DIAGNOSTIC METHOD AND DEVICE

(54) 発明の名称: 電源状態診断方法及び装置



(57) Abstract: [Problem] To provide a power supply status diagnostic method and device which, in a vector control of a motor, send and increase not only d-axis current but also q-axis current up to a current value whereat steering behavior does not occur and carry out a diagnosis thereof, and which adjudicate the deterioration, the normal status, or the incomplete diagnosis of a power supply without causing discomfort to a driver, or without needing to carry out sensing at a timing when the driver is not present, as well as not requiring comprising a plurality of actuators. [Solution] A power supply status diagnostic method diagnoses the status of a power supply of a vehicle, comprising a motor which is provided with an electricity control system wherein power is supplied from a power supply, and which is controlled with a vector control protocol. A d-axis current is applied with gradual increases, and a positive-negative square wave q-axis current is applied with gradual increases, up to a current value whereat steering behavior does not occur, and the power supply is adjudicated to be deteriorating when the voltage value of the power supply is less than or equal to a power supply threshold over a prescribed time T1.

(57) 要約: 【課題】 モータのベクトル制御において、ステアリング挙動が発生しない電流値までd軸電流に限らずq軸電流も流して増加させて診断を行い、ドライバに違和感を与えることなく、ドライバが居ないタイミングを検知しなくても良く、複数のアクチュエータを具備する必要もなく電源の劣化、正常及び診断未完了を判定する電源診断方法及び装置を提供する。【解決手段】 電源から電力を供給される電気制御システムを有し、ベクトル制御方式で制御されるモータを備えた車両の電源状態を診断する電源状態診断方法において、ステアリング挙動が発生しない電流値まで、d軸電流を徐々に増加させて印加すると共に、正負矩形波のq軸電流を徐々に増加させて印加し、電源の電圧値が電源閾値以下で、所定時間T1を経過したときに電源の劣化を判定する。

WO 2012/063541 A1

MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(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))

明 細 書

発明の名称：電源状態診断方法及び装置

技術分野

[0001] 本発明は、車両に設けられている電動パワーステアリング装置等の電気制御システムに電力を供給する電源（バッテリー）の状態を診断する電源状態診断方法及びそのための装置に関し、特にベクトル制御方式でモータを制御する電気制御システムの電源状態を、 d 軸電流と共に q 軸電流を漸増的に印加して診断する電源状態診断方法及び装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、電源としての車載バッテリーから電力供給される電気制御システムの一例として、電動パワーステアリング装置が知られている。この電動パワーステアリング装置は、ハンドルの操舵状態に応じてモータへの通電量を制御して操舵補助トルク（アシスト）を付与する装置であるが、電力消費量がかなり高い。そのため、バッテリーの能力が低下した場合（以下、「劣化」と呼ぶ）には、操舵トルクを発生させるモータへの通電量が制限されて所定の操舵トルクが得られなくなったり、同時に作動する他の電気制御システムへの電源電圧の低下を招く恐れがある。従って、こうした状況になる前にバッテリー劣化を事前に検知し、ドライバに対してバッテリー交換を促すようにすることが重要である。

[0003] ここで、電気制御システムの一例として、電動パワーステアリング装置の一般的な構成を図1に示して説明すると、ハンドル1のコラム軸2は減速ギア3、ユニバーサルジョイント4A及び4B、ピニオンラック機構5を経て操向車輪のタイロッド6に連結されている。コラム軸2には、ハンドル1の操舵トルク T_r を検出するトルクセンサ10が設けられており、ハンドル1の操舵力を補助するモータ20が減速ギア3を介してコラム軸2に連結されている。パワーステアリング装置等を制御するECU（Electronic Control Unit）100にはバッテリー14から電力が供給されると共に、イグニション

キー 11 を経てイグニッション信号 I G が入力され、ECU 100 内の演算制御部 110 は、トルクセンサ 10 で検出された操舵トルク T_r と車速センサ 12 で検出された車速 V_r とに基づいてアシスト指令の電流指令値 I の演算を行い、演算された電流指令値 I に基づいてモータ 20 を制御する。ベクトル制御の場合の電流指令値 I は、ロータマグネットの座標軸であるトルクを制御する q 軸に対する q 軸電流指令値 I_q と、磁界の強さを制御する d 軸に対する d 軸電流指令値 I_d となっており、各軸が 90 度の関係にあることから、そのベクトルで各軸に相当する電流を制御している。

また、車速 V_r は CAN (Controller Area Network) から得て入力することも可能であり、電流指令値 I の演算には更に舵角センサからの舵角 θ を用いることも可能である。

[0004] モータ 20 を駆動制御する ECU 100 の構成及び動作を、ベクトル制御について説明する。

ベクトル制御の場合、モータ 20 はブラシレス DC モータ (本例では 3 相) であり、制御にモータ 20 の回転角度 (舵角) θ 及びモータ角速度 ω を必要とするため、モータ 20 に角度検出素子としてレゾルバ 21 が連結されており、交流のレゾルバ検出信号 RS をデジタルの舵角 θ 及びモータ角速度 ω に変換するレゾルバ/デジタル変換回路 (RDC) 101 が ECU 100 内に設けられている。ECU 100 は、主として CPU (MPU (Micro Processor Unit) や MCU (Micro Controller Unit) 等も含む) の機能 (ソフトウェア) で構成され、必要な演算処理や全体の制御を行う演算制御部 110 を備え、トルクセンサ 10 からの操舵トルク T_r 、車速センサ 12 (若しくは CAN) からの車速 V_r 、RDC 101 からの舵角 θ 及びモータ角速度 ω に基づく演算で q 軸電流指令値 I_q 及び d 軸電流指令値 I_d を求め、ベクトル制御のために q 軸電流指令値 I_q 及び d 軸電流指令値 I_d をモータ駆動制御部 120 に入力する。演算制御部 110 には、イグニッションキー 11 からのイグニッション信号 I G、バッテリー電圧検出部 102 で検出されたバッテリー電圧 B_v 、モータ相電流検出部 103 で検出されたモータ 20 の相電流

i_p 、モータ全電流検出部104で検出されたモータ20の全電流 i_t が入力されている。モータ駆動制御部120にはバッテリー14から電源リレー105を経て電力が供給され、バッテリー電圧検出部102で検出されたバッテリー電圧 B_v は演算制御部110に入力されている。

q軸電流指令値 I_q 及びd軸電流指令値 I_d を入力するモータ駆動制御部120は、PI制御、PWM制御等の制御後にモータ20を駆動するFETブリッジ回路のインバータ回路等を具備しており、3相の駆動電流はモータリレー105及び106を経てモータ20に供給され、各相電流 i_p はモータ相電流検出部103で検出され、検出された相電流 i_p は演算制御部110及びモータ駆動制御部120に入力される。モータリレー106及び107はモータ駆動制御部120からの駆動信号DSでON/OFF制御され、モータ20に供給される全電流 i_t はモータ全電流検出部104で検出され、検出された全電流 i_t は演算制御部110に入力される。

[0005] モータ駆動制御部120は図3に示すようにPWM制御の電流フィードバック制御となっており、操舵トルク T_r 、車速 V_r 、舵角 θ 及びモータ角速度 ω に基づいて演算制御部110で演算されたq-d軸の電流指令値 I_q 及び I_d に対して、モータ20の実際のモータ相電流 I_a 、 I_b 、 I_c をモータ相電流検出部103で検出してベクトル制御のために2相でフィードバックする必要がある。そのため、モータ相電流検出部103でモータ相電流 I_a 、 I_c を検出し、モータ相電流が $I_a + I_b + I_c = 0$ の関係にあることから、減算部103Aにおいて $I_b = -(I_a + I_c)$ として算出し、3相/2相変換部121で舵角 θ と協働して2相のフィードバック制御用のモータ電流 i_q 、 i_d に変換する。モータ電流 i_q 及び i_d はそれぞれ減算部122q及び122dにフィードバックされ、減算部122qでq軸電流指令値 I_q とモータ電流 i_q との偏差 $\Delta I_q (= I_q - i_q)$ が算出され、減算部122dでd軸電流指令値 I_d （通常は I_{d0} である）とモータ電流 i_d との偏差 $\Delta I_d (= I_d - i_d)$ が算出される。

[0006] 減算部122d及び122qからの偏差 ΔI_q 及び ΔI_d を“0”とする

ように電流制御され、偏差 ΔI_q 及び ΔI_d は比例積分（PI）制御部123に入力され、PI制御部123からPI制御された電圧指令値 V_q 及び V_d が出力される。そして、実際のモータ20は3相の電流を供給する必要があるため、電圧指令値 V_q 及び V_d は2相/3相変換部124で舵角 θ と協働して3相の電圧指令値 V_{aref} 、 V_{bref} 、 V_{cref} に変換され、PWM制御部125に入力される。PWM制御部125は電圧指令値 V_{aref} 、 V_{bref} 、 V_{cref} に基づいてデューティを制御されたPWM制御信号を発生し、FETのブリッジ回路で成るインバータ回路126はPWM制御信号に基づいてモータ20に電流を供給し、電流指令値 I_q 及び I_d との偏差が“0”となるようにモータ電流 I_a 、 I_b 、 I_c を供給してモータ20を駆動する。インバータ回路126とモータ20の間にはモータリレー106及び107が接続されており、モータリレー106及び107はイグニッションキー11により演算制御部110を介してON/OFFされる。

このような電動パワーステアリング装置等の電気制御システムに給電するバッテリー14は、ドライバの操舵操作を正常に安定してアシストするために、バッテリー14の電源電圧を所定の安定範囲（例えば10～15V）に維持することが必要である。しかしながら、様々な原因でバッテリーの劣化（電圧の低下）等の不具合が発生する。従って、バッテリー14が車両の正常運転に差し支える程度に劣化する前に、バッテリーの劣化を検知してバッテリーの状態を診断できる診断方法や装置が提案されている。

車載バッテリーの劣化を検出する装置として、例えば特開2005-28900号公報（特許文献1）に示される電動ステアリング装置では、車輪を転舵する2組の電動モータを備え、バッテリーからこの電動モータに大電流を流したときのバッテリー端子電圧の降下量に基づいてバッテリー状態を診断するようにしている。また、複数のアクチュエータの少なくとも1つを右転舵方向に駆動すると共に他の少なくとも1つを左転舵方向に駆動し、且つその左、右転舵方向にそれぞれ駆動するアクチュエータの出力トルクを車輪が転舵され

ないように制御して、それらアクチュエータの駆動の間に電圧センサが出力する端子電圧の下降量に基づいてバッテリーの状態を判定するようになっている。

[0007] また、特許第4270196号公報（特許文献2）に示されるバッテリー状態診断装置は、ブラシレスDCモータの回転子の永久磁石が作り出す磁束の作用軸となるd軸及びd軸に直交したq軸から成るd-q座標系におけるd軸電機子電流のみを所定の上限電流値以下に制限して流し、q軸電機子電流を流さないように通電するd軸通電制御手段を備えている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2005-28900号公報

特許文献2：特許第4270196号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献1に記載の装置では複数のアクチュエータの少なくとも2つを左右に駆動して診断しており、複数のアクチュエータを具備しなければならないという問題があり、かかる構成を有さない一般的なシステムには適用できないという問題がある。また、特許文献2に示される装置ではd軸電流のみを流すようにしており、電流制御の制御周期を早くすると、高価なMCU若しくは専用のMCUを必要とする問題があり、電流制御のノイズ抑制効果と応答性の相反する要求から応答性を上げることが困難で、q軸電流が流れてモータトルクが発生する。そのため、ドライバに違和感を与えることになり、ドライバが居ないタイミングを検知して診断する機能が必要になってしまう。また、d軸に電流を流しても磁界の指向性の限界によりq軸電流が流れてしまうことから、問題の発生しないレベルのd軸電流まで制限する必要がある。

[0010] 本発明は上述のような事情よりなされたものであり、本発明の目的は、モ

一タのベクトル制御において、ステアリング挙動が発生しない電流値まで、d軸電流及びq軸電流を流して徐々に増加（漸増）させて電源診断を行い、ドライバに違和感を与えることなく、ドライバが居ないタイミングを検知しなくても良く、複数のアクチュエータを具備する必要もなく、簡易な手法で確実に電源の劣化、正常及び診断未完了を判定する電源診断方法及び装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明は、電源から電力を供給される電気制御システムを有し、ベクトル制御方式で制御されるモータを備えた車両の電源状態を診断する電源状態診断方法に関し、本発明の上記目的は、ステアリング挙動が発生しない電流値まで、d軸電流を徐々に増加させて印加すると共に、正負矩形波のq軸電流を徐々に増加させて印加し、前記電源の電圧値が電源閾値以下で、所定時間T1を経過したときに前記電源の劣化を判定することにより達成される。本発明の上記目的は、前記電源の電圧が、更に前記診断を継続するに必要な診断可能電圧以上の場合に前記劣化を判定することにより、或いは前記モータの舵角若しくはモータ角速度が各々の閾値以上となったときに前記診断を中止して診断未完了を判定することにより、或いは前記d軸電流及びq軸電流の印加より所定時間T2を経過したときに前記d軸電流を一定とし、所定時間T3 (> T2) が経過したときに前記q軸電流を一定とすることにより、或いは前記電気制御システムが、少なくともトルクセンサからの操舵トルクから演算された前記d軸電流及びq軸電流に基づいて前記モータを駆動してアシスト力を操舵系に付与するようになっている電動パワーステアリング装置であることにより、より効果的に達成される。

[0012] また、本発明は、電源から電力を供給される電気制御システムを有し、ベクトル制御方式で制御されるモータを備えた車両の電源状態を診断する電源状態診断装置に関し、本発明の上記目的は、ステアリング挙動が発生しない電流値までd軸電流を徐々に増加させて印加するd軸電流生成部と、前記電流値まで正負矩形波のq軸電流を徐々に増加させて印加するq軸電流生成部

と、前記電源の電圧値が電源閾値以下であるか否かを判定する電源電圧判定部と、時間の経過を判定する時間判定部と、前記電源電圧判定部が電源閾値以下であると判定し、かつ前記時間判定部が、前記電圧値が電源閾値以下となってから時間 T_1 を経過したことを判定したときに前記電源の劣化を判定する診断判定部とを具備することにより達成され、前記電源の電圧が、前記診断を継続するに必要な診断可能電圧以上であるか否かを判定する診断可能電圧判定部を具備し、前記診断可能電圧判定部により前記電源の電圧が前記診断可能電圧以上を判定したときに、前記劣化を判定することにより、或いは前記モータの舵角が閾値 θ_1 以上であるか否かを判定する舵角判定部と、モータ角速度が閾値 ω_1 以上であるか否かを判定するモータ角速度判定部とを更に具備し、前記舵角判定部により前記モータの舵角が前記閾値 θ_1 以上と判定されたとき、若しくは前記モータ角速度判定部により前記モータ角速度が前記閾値 ω_1 以上と判定されたときに前記診断を中止し、前記診断判定部が診断未完了を判定することにより、或いは前記電気制御システムが、少なくともトルクセンサからの操舵トルクから演算された前記 d 軸電流及び q 軸電流に基づいて前記モータを駆動してアシスト力を操舵系に付与するようになっている電動パワーステアリング装置であることにより、より効果的に達成される。

発明の効果

[0013] 本発明の電源状態診断方法及び装置によれば、電源状態の検出に d 軸電流だけではなく q 軸電流をも用いていると共に、 q 軸には正負方向（交流）の矩形波電流を流し、ステアリング挙動が発生しない電流値まで増加させることで最大限の検出効果を得ることができる。

モータ回転角（舵角）若しくはモータ回転速度が予め定めた閾値を超えた場合には診断を中止し、診断未完了を判定する機能を有しているので、ドライバに対する異音や微振動の発生を抑制することができる。また、正常の場合には所定時間が経過したときに診断を停止するようにしているので、経済的で効率的である。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]一般的なステアリング機構を示す構成図である。
- [図2]従来の制御装置の構成例を示すブロック図である。
- [図3]ベクトル制御によるモータ駆動制御部の構成例を示すブロック図である。
- 。
- [図4]本発明が有する機能構成の一例を示すブロック図である。
- [図5]本発明の動作例を示すフローチャートである。
- [図6]本発明の動作例（第1実施形態：バッテリー劣化）を示すタイムチャートである。
- [図7]本発明の動作例（第2実施形態：バッテリー正常）を示すタイムチャートである。
- [図8]本発明の動作例（第3実施形態：診断未完了）を示すタイムチャートである。
- [図9]本発明を適用することができる電気自動車の構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

- [0015] 本発明は、 d 軸電流指令値 I_d としての d 軸電流の印加だけでは検出精度に制限があった電源の状態検出に、 q 軸電流指令値 I_q としての q 軸電流の印加を追加し、ステアリング挙動が発生しない電流値まで d 軸電流及び q 軸電流を徐々に増加させながら印加することにより、最大限の検出効果を得ることができるようにしている。その際、 q 軸には正負方向（交流）の矩形波電流を流すようにしているので、一方向だけのステアリング挙動が発生することはない。ドライバに対して、異音や微振動という現象が発生する可能性があるが、これをできるだけ制限するため、モータ回転角（舵角）若しくはモータ回転速度が予め定めた数値（閾値）以上となった場合には、電源診断を中止して診断未完了を判定する機能を有する。

以下に、本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。

図4は、本発明に関連する演算制御部110の機能構成の一例を示しており

、全体の制御や演算処理を行うCPU111を備え、CPU111には入力部112-1及び出力部112-2が接続されており、入力部112-1には車速 V_r 、操舵トルク T_r 、イグニッション信号IG、バッテリー電圧 B_v 、モータ全電流 i_t 、モータ相電流 i_p 、舵角 θ 及びモータ角速度 ω が入力され、出力部112-2からはq軸電流指令値 I_q （診断用のq軸電流を含む）、d軸電流指令値 I_d （診断用のd軸電流を含む）及び駆動信号DSが出力される。入力部112-1にイグニッション信号IGが入力されると、出力部112-2から駆動信号DSが出力されてモータリレー106及び107がONされる。

CPU111には、更にイグニッションキー11がONされたときに、所定時間内に初期診断を行う初期診断部113、d軸電流指令値 I_d として電源診断用のd軸電流を生成するd軸電流生成部114、q軸電流指令値 I_q として電源診断用のq軸電流を生成するq軸電流生成部115、バッテリー電圧 B_v が所定の閾値 B_v1 以下であるか否かを比較して判定するバッテリー電圧判定部116-1、舵角 θ が所定の閾値 $\theta1$ 以下であるか否かを比較して判定する舵角判定部117-1、モータ角速度 ω が所定の閾値 $\omega1$ 以下であるか否かを比較して判定するモータ角速度判定部117-2、所定時点から計時して一定時間が経過したか否かを判定する時間判定部117-3、種々のデータや情報を記憶するメモリ（例えばEEPROM）、バッテリー電圧 B_v が診断可能電圧 B_v2 以上であるか否かを比較して判定する診断可能電圧判定部116-2、正常、診断未完了、劣化の診断状態を判定する診断判定部119が相互に接続されている。なお、d軸電流生成部114とq軸電流生成部115は、単一の電流生成部でd軸電流及びq軸電流を別個に生成して出力する構成でも良い。

バッテリー電圧 B_v の閾値 B_v1 は、バッテリー14が劣化していることが確認でき、これ以上バッテリー電圧 B_v を下げないように電流値を調整するための閾値であり、電圧レベルが下がり過ぎると電流制御を維持することができない。また、診断可能電圧 B_v2 は、バッテリーレベルが下がり過ぎると電流制

御を維持できないため、正常な診断を維持させるために設定する電圧値であり、上記閾値 $B_v 1$ より小さな値になっている。即ち、 $B_v 1 > B_v 2$ である。d軸電流生成部 114 は直流電流を徐々に線形的に増加させ、所定値に達して後は一定電流を出力するものであり、積分器等で構成できるがソフトウェアでも可能である。q軸電流生成部 115 は交流の矩形波の振幅を徐々に増加させ、所定時間が経過したときなどに一定振幅の矩形波を出力するものであり、出力可変型の発振器、増幅器等で構成できるがソフトウェアでも可能である。

[0016] 図5は本発明の全体動作例を示しており、イグニッションキー 11 が ON になると（ステップ S 1）、初期診断部 113 はアシストに必要な所定の初期診断（モータ温度や断線、短絡等）を実行する（ステップ S 2）。初期診断で正常、異常を判定し（ステップ S 3）、初期診断で正常でないとは判定された場合には診断を中止し（ステップ S 4）、診断判定部 119 は診断未完了を判定し（ステップ S 5）、メモリ 118 に記憶した舵角 θ_0 であるかを確認し（ステップ S 34）、判定状態をメモリ 118 に記憶し（ステップ S 35）、終了する。

上記ステップ S 3 において初期診断が正常と判定された場合には、RDC 101 からの舵角 θ を入力部 112-1 を経てメモリ 118 に記憶し（ステップ S 10）、d軸電流生成部 114 は線形に漸増する d軸電流を生成してモータ駆動制御部 120 に印加し、q軸電流生成部 115 は交流の正負矩形波で漸増する q軸電流を生成してモータ駆動制御部 120 に印加する（ステップ S 11）。d軸電流生成及び q軸電流生成の漸増はステアリング挙動が発生しない電流値まで行われ、q軸電流については交流の正負矩形波になっているため、仮に挙動が発生する状態であっても一方向のステアリング挙動が発生することはない。

d軸電流及び q軸電流が印加されている状態で、バッテリー電圧判定部 116-1 はバッテリー電圧 B_v が所定の閾値 $B_v 1$ 以下であるか否かを判定し（ステップ S 12）、バッテリー電圧 B_v が閾値 $B_v 1$ 以上の場合には正常である

ので、モータ角速度判定部 117-2 は RDC 101 からのモータ角速度 ω が所定の閾値 ω_1 以下であるか否かを判定し（ステップ S 13）、モータ角速度 ω が所定の閾値 ω_1 以下である場合には、更に舵角判定部 117-1 は舵角 θ が所定の範囲（ $-\theta_1 < \theta < \theta_1$ ）内であるか否かを判定し（ステップ S 14）、舵角 θ が所定の範囲（ $-\theta_1 < \theta < \theta_1$ ）内である場合には、時間判定部 117-3 による d 軸電流及び q 軸電流の印加時からの計時により、一定時間 T 1 が経過するまで上記ステップ S 11 にリターンして上記動作を繰り返す（ステップ S 15）。また、上記ステップ S 13 でモータ角速度判定部 117-2 がモータ角速度 ω が所定の閾値 ω_1 を超えていると判定した場合、上記ステップ S 14 で舵角判定部 117-1 が舵角 θ が所定の範囲（ $-\theta_1 < \theta < \theta_1$ ）を外れていると判定した場合には、いずれも上記ステップ S 4 にスキップして診断中止となる。

[0017] 一方、上記ステップ S 15 において、時間判定部 117-3 が、一定時間 T 1 が経過したと判定した場合には、d 軸電流は予め定められた限界の電流値に到達し、その後は一定値を継続するが（ステップ S 15）、q 軸電流は正負矩形波の漸増印加を継続する（ステップ S 20）。その後、モータ角速度判定部 117-2 は RDC 101 からのモータ角速度 ω が所定の閾値 ω_1 以下であるか否かを判定し（ステップ S 21）、モータ角速度 ω が閾値 ω_1 以下である場合には、更に舵角判定部 117-1 は舵角 θ が所定の範囲（ $-\theta_1 < \theta < \theta_1$ ）内であるか否かを判定し（ステップ S 22）、舵角 θ が所定の範囲（ $-\theta_1 < \theta < \theta_1$ ）内である場合には、バッテリー電圧判定部 116-1 はバッテリー電圧 Bv が閾値電圧 Bv1 以上であるか否かを判定する（ステップ S 23）。そして、バッテリー電圧 Bv が閾値電圧 Bv1 以上である場合には、更に時間判定部 117-3 は、d 軸電流及び q 軸電流の印加時からの経過時間が時間 T 2 を経過するまで上記ステップ S 11 にリターンして上記動作を繰り返す（ステップ S 24）。

[0018] 上記ステップ S 24 において時間判定部 117-3 により時間 T 2 が経過したと判定された場合には、診断判定部 119 はバッテリー 14 が正常である

と判定し（ステップS 2 5）、メモリ 1 1 8に記憶した舵角 θ_0 に戻し（ステップS 3 4）、判定状態をメモリ 1 1 8に記憶し（ステップS 3 5）、終了する。また、上記ステップS 2 1でモータ角速度判定部 1 1 7-2がモータ角速度 ω が閾値 ω_1 を超えていると判定した場合、上記ステップS 2 2で舵角判定部 1 1 7-1が舵角 θ が所定の範囲（ $-\theta_1 < \theta < \theta_1$ ）を外れていると判定した場合には、いずれも上記ステップS 4にスキップして診断中止となる。

[0019] 一方、上記ステップS 1 2及びS 2 3において、バッテリー電圧判定部 1 1 6-1がバッテリー電圧 B_v が閾値 B_v_1 より小さいと判定した場合には、診断可能電圧判定部 1 1 6-2はバッテリー電圧 B_v が診断可能電圧 B_v_2 以上であるか否かを判定し（ステップS 3 1）、バッテリー電圧 B_v が診断可能電圧 B_v_2 以上である場合には、時間判定部 1 1 7-3は一定時間 T_3 が経過したか否かを判定し（ステップS 3 2）、一定時間 T_3 が経過したと判定した場合には、診断判定部 1 1 9はバッテリー 1 4が劣化したと判定し（ステップS 3 3）、メモリ 1 1 8に記憶した舵角 θ_0 に戻し（ステップS 3 4）、その後判定状態をメモリ 1 1 8に記憶し（ステップS 3 5）、終了する。上記ステップS 3 1でバッテリー電圧 B_v が診断可能電圧 B_v_2 よりも小さい場合には診断中止となり（ステップS 4）、上記ステップS 3 2で一定時間 T_3 を経過していない場合には上記ステップS 1 1にリターンして上記動作を繰り返す。

[0020] 以上が全体の処理フローであるが、次に具体的な実施形態をタイムチャートに示して説明する。

図6はバッテリー劣化を判定する動作例を示すタイムチャートであり、図6（A）はイグニッションキー 1 1のON/OFF若しくはイグニッション信号 I_G を示し、図6（B）はd軸電流 I_d を示し、図6（C）はq軸電流 I_q を示し、図6（D）はバッテリー 1 4の全消費電流を示し、図6（E）はバッテリー電圧 B_v を示し、図6（F）はモータ角速度 ω を示し、図6（G）は舵角 θ を示している。

図6 (A) に示すように時点 t_1 にイグニッションキー 11 が ON されると、バッテリー電圧 B_v も所定値となって電力が供給される (図6 (E) 参照)。そして、図6 (B) 及び (C) に示すように、時点 t_2 に d 軸電流 I_d 及び q 軸電流 I_q が生成されて印加されるが、 d 軸電流 I_d 及び q 軸電流 I_q 共に徐々に増加 (漸増) され、時点 t_3 に d 軸電流 I_d は一定となるが、 q 軸電流 I_q はその後も徐々に増加する。そして、本例では時点 t_4 以降バッテリー電圧 B_v が低下し、閾値 B_{v1} より小さくなるとこれがバッテリー電圧判定部 116-1 で検出され、時点 t_5 以降 q 軸電流生成部 115 によって q 軸電流 I_q も一定となり、以後時点 t_6 まで d 軸電流 I_d 及び q 軸電流 I_q を一定として電源診断を行い、時点 t_6 までバッテリー電圧 B_v は閾値 B_{v1} より小さくなっているため、診断判定部 119 は時点 t_6 にバッテリー劣化を判定して、以後 d 軸電流 I_d 及び q 軸電流 I_q の印加を停止している。本例では、舵角 θ 及びモータ角速度 ω はいずれも閾値 θ_1 及び ω_1 よりも小さくなっており、舵角 θ は所定の範囲 ($-\theta_1 < \theta < \theta_1$) 内に収まっている。

[0021] d 軸電流のみの場合には、 d 軸電流の制限により、時点 t_4 以降バッテリー電圧 B_v の劣化を確認できる消費電流が不足することも考えられるが、本発明によれば q 軸電流も印加しているため確実な判定を行うことができる。

[0022] 図7 はバッテリー電圧 B_v が正常の場合の動作例を示しており、図7 (A) に示すように時点 t_{10} にイグニッションキー 11 が ON されると、バッテリー電圧 B_v も所定値となって電力が供給される (図7 (E) 参照)。そして、図7 (B) 及び (C) に示すように、時点 t_{11} に d 軸電流 I_d 及び q 軸電流 I_q が印加されて徐々に増加 (漸増) され、時点 t_{12} 以降は d 軸電流 I_d が一定となるが、 q 軸電流 I_q は時点 t_{12} 後も徐々に増加する。時点 t_{12} 以降バッテリー電圧 B_v が低下するが、閾値 B_{v1} より小さくならず、時点 t_{13} 以降 q 軸電流 I_q も一定となり、以後 t_{14} まで d 軸電流 I_d 及び q 軸電流 I_q を一定として電源診断を行うが、本例では時点 $t_{13} \sim t_{14}$ の一定時間 (T_2) にバッテリー電圧 B_v が閾値 B_{v1} よりも小さくならず、モータ角速度 ω は閾値 ω_1 よりも小さく、かつ舵角 θ は所定の範囲 ($-\theta_1$

$-\theta < \theta < \theta_1$) 内に収まっているので、診断判定部 119 は時点 t_{14} にバッテリー正常を判定し、以後 d 軸電流生成部 114 及び q 軸電流生成部 115 は d 軸電流 I_d 及び q 軸電流 I_q の生成、印加を停止している。

[0023] また、図 8 は診断未完了の場合の動作例を示しており、図 8 (A) に示すように時点 t_{20} にイグニッションキー 11 が ON されると、バッテリー電圧 B_v も所定値となって電力が供給される (図 8 (E) 参照)。そして、図 8 (B) 及び (C) に示すように、時点 t_{21} に d 軸電流 I_d 及び q 軸電流 I_q が生成されて印加されると共に、徐々に増加されて印加され、時点 t_{22} に d 軸電流 I_d が一定となるが、q 軸電流 I_q はその後も増加する。時点 t_{21} 以降バッテリー電圧 B_v が低下するが、閾値 B_{v1} より小さくなっていない。しかしながら、時点 t_{23} にモータ角速度 ω が閾値 ω_1 以上になっているので、これをモータ角速度判定部 117-2 が検出し、所定時間経過後の時点 t_{24} に d 軸電流生成部 114 及び q 軸電流生成部 115 は d 軸電流 I_d 及び q 軸電流 I_q の生成、印加を停止している。そして、診断判定部 119 は診断未完了を判定して出力する。本例ではモータ角速度 ω が閾値 ω_1 以上になった場合を示しているが、舵角 θ が所定の範囲 ($-\theta_1 < \theta < \theta_1$) 以外になった場合も同様に、その発生後、所定時間経過後に d 軸電流 I_d 及び q 軸電流 I_q の生成、印加を停止し、診断未完了を判定して出力する。

[0024] 図 9 は電気自動車の構成例を示しており、かかる電気自動車に対しても本発明を適用することができる。即ち、電気自動車に搭載されたバッテリー 14 はメインバッテリー 14-1 と補助バッテリー 14-3 とを有しており、メインバッテリー 14-1 の電圧は電圧監視部 14-4 で監視されている。そして、通常時には電源切換部 14-2 を介してメインバッテリー 14-1 から電源供給され、電圧監視部 14-4 がメインバッテリー 14-1 の電圧異常を検出した時に電源切換部 14-2 を切り換え、補助バッテリー 14-3 から電源を供給するような電源供給構成、つまりメインバッテリー 14-1 の異常時に補助バッテリー 14-3 でバックアップ可能に切り換える複数電源による電源供給構成になっている。ここで、一般的にメインバッテリー 14-1 は、更に多数

に分割される構成をとっているものもある。

[0025] 通常状態では、メインバッテリー 14-1 は車両駆動用モータシステム、車両電装品、電動パワーステアリング装置を駆動しているが、メインバッテリー 14-1 の電圧異常により補助バッテリー 14-3 に切り換えられた時には、車両電装品、電動パワーステアリング装置のみが駆動できるようになっている。そのため、通常時に、補助バッテリー 14-3 に異常が生じたまま、メインバッテリー 14-1 の電圧異常により切り換えられた場合は、車両電装品及び電動パワーステアリング装置が動作できないことから、常時、補助バッテリー 14-3 の電圧についてもバッテリー状態診断を行う必要がある。

[0026] 上記実施形態では、イグニッションキー 11 が ON されたときの診断事例について説明したが、イグニッションキー 11 が OFF の状態で、タイマー等による時間の計測で自動的に診断を行っても同様の効果が得られる。

符号の説明

[0027]	1	ハンドル
	2	コラム軸
	3	減速ギア
	10	トルクセンサ
	11	イグニッションキー
	12	車速センサ
	14	バッテリー
	20	モータ
	21	レゾルバ
	100	ECU
	101	レゾルバ／デジタル変換回路 (RDC)
	102	バッテリー電圧検出部
	103	モータ相電流検出部
	104	モータ全電流検出部
	105	電源リレー

106、107	モータリレー
110	演算制御部
111	CPU
112-1	入力部
112-2	出力部
113	初期診断部
114	d軸電流生成部
115	q軸電流生成部
116-1	バッテリー電圧判定部
116-2	診断可能電圧判定部
117-1	舵角判定部
117-2	モータ角速度判定部
117-3	時間判定部
118	メモリ（例えばEEPROM）
119	診断判定部
120	モータ駆動制御部
121	3相／2相変換部
123	PI制御部
124	2相／3相制御部
125	PWM制御部
126	インバータ回路

請求の範囲

- [請求項1] 電源から電力を供給される電気制御システムを有し、ベクトル制御方式で制御されるモータを備えた車両の電源状態を診断する電源状態診断方法において、ステアリング挙動が発生しない電流値まで、d軸電流を徐々に増加させて印加すると共に、正負矩形波のq軸電流を徐々に増加させて印加し、前記電源の電圧値が電源閾値以下で、所定時間T1を経過したときに前記電源の劣化を判定することを特徴とする電源状態診断方法。
- [請求項2] 前記電源の電圧が、更に前記診断を継続するために必要な診断可能電圧以上の場合に前記劣化を判定する請求項1に記載の電源状態診断方法。
- [請求項3] 前記モータの舵角若しくはモータ角速度が各々の閾値以上となったときに前記診断を中止して診断未完了を判定する請求項1又は2に記載の電源状態診断方法。
- [請求項4] 前記d軸電流及びq軸電流の印加より所定時間T2が経過したときに前記d軸電流を一定とし、所定時間T3 (> T2) が経過したときに前記q軸電流を一定とする請求項1乃至3のいずれかに記載の電源状態診断方法。
- [請求項5] 前記電気制御システムが、少なくともトルクセンサからの操舵トルクから演算された前記d軸電流及びq軸電流に基づいて前記モータを駆動してアシスト力を操舵系に付与するようになっている電動パワーステアリング装置である請求項1乃至4のいずれかに記載の電源状態診断方法。
- [請求項6] 電源から電力を供給される電気制御システムを有し、ベクトル制御方式で制御されるモータを備えた車両の電源状態を診断する電源状態診断装置において、ステアリング挙動が発生しない電流値までd軸電流を徐々に増加させて印加するd軸電流生成部と、前記電流値まで正負矩形波のq軸電流を徐々に増加させて印加するq軸電流生成部と、前記電源の電圧値が電源閾値以下であるか否かを判定する電源電圧判定

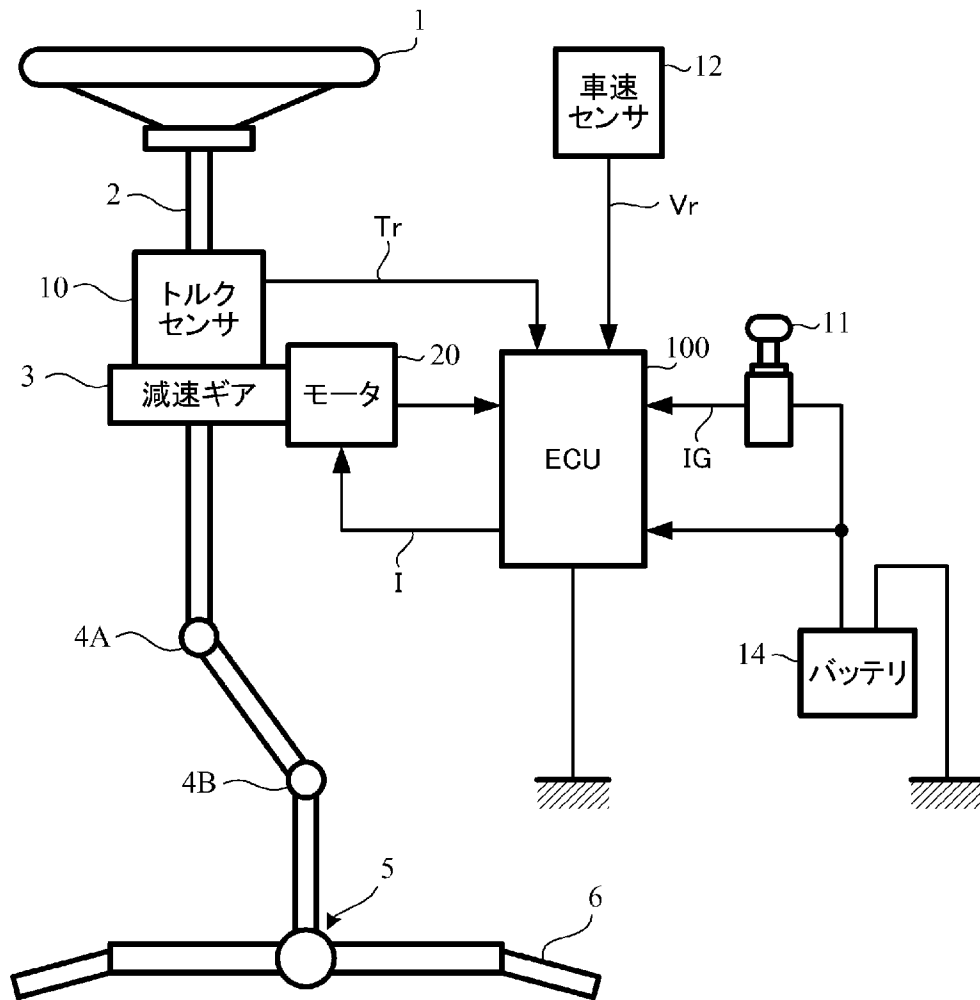
部と、時間の経過を判定する時間判定部と、前記電源電圧判定部が電源閾値以下であると判定し、かつ前記時間判定部が、前記電圧値が電源閾値以下となってから時間 T_1 を経過したことを判定したときに前記電源の劣化を判定する診断判定部とを具備したことを特徴とする電源状態診断装置。

[請求項7] 前記電源の電圧が、前記診断を継続するために必要な診断可能電圧以上であるか否かを判定する診断可能電圧判定部を具備し、前記診断可能電圧判定部により前記電源の電圧が前記診断可能電圧以上を判定したときに、前記劣化を判定する請求項6に記載の電源状態診断装置。

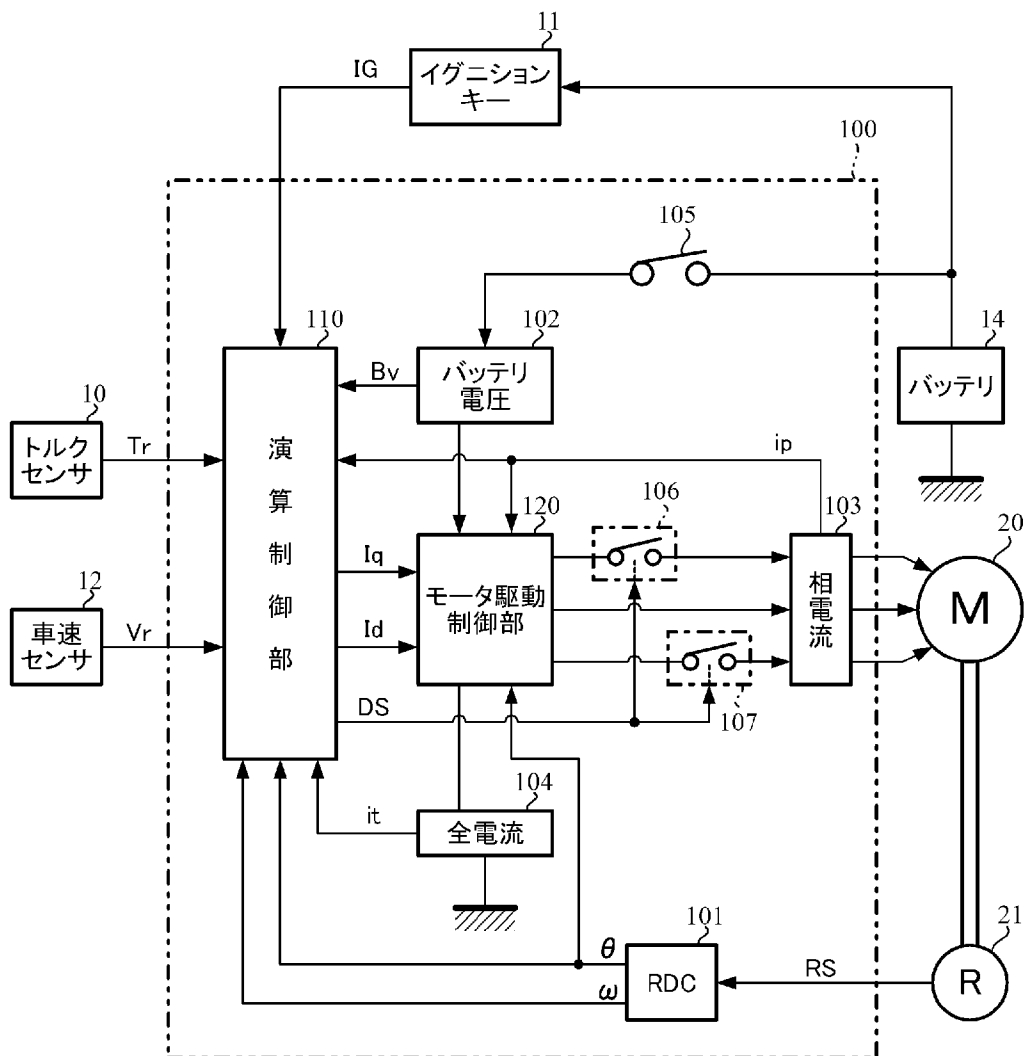
[請求項8] 前記モータの舵角が閾値 θ_1 以上であるか否かを判定する舵角判定部と、モータ角速度が閾値 ω_1 以上であるか否かを判定するモータ角速度判定部とを更に具備し、前記舵角判定部により前記モータの舵角が前記閾値 θ_1 以上と判定されたとき、若しくは前記モータ角速度判定部により前記モータ角速度が前記閾値 ω_1 以上と判定されたときに前記診断を中止し、前記診断判定部が診断未完了を判定する請求項6又は7に記載の電源状態診断装置。

[請求項9] 前記電気制御システムが、少なくともトルクセンサからの操舵トルクから演算された前記 d 軸電流及び q 軸電流に基づいて前記モータを駆動してアシスト力を操舵系に付与するようになっている電動パワーステアリング装置である請求項6乃至8のいずれかに記載の電源状態診断装置。

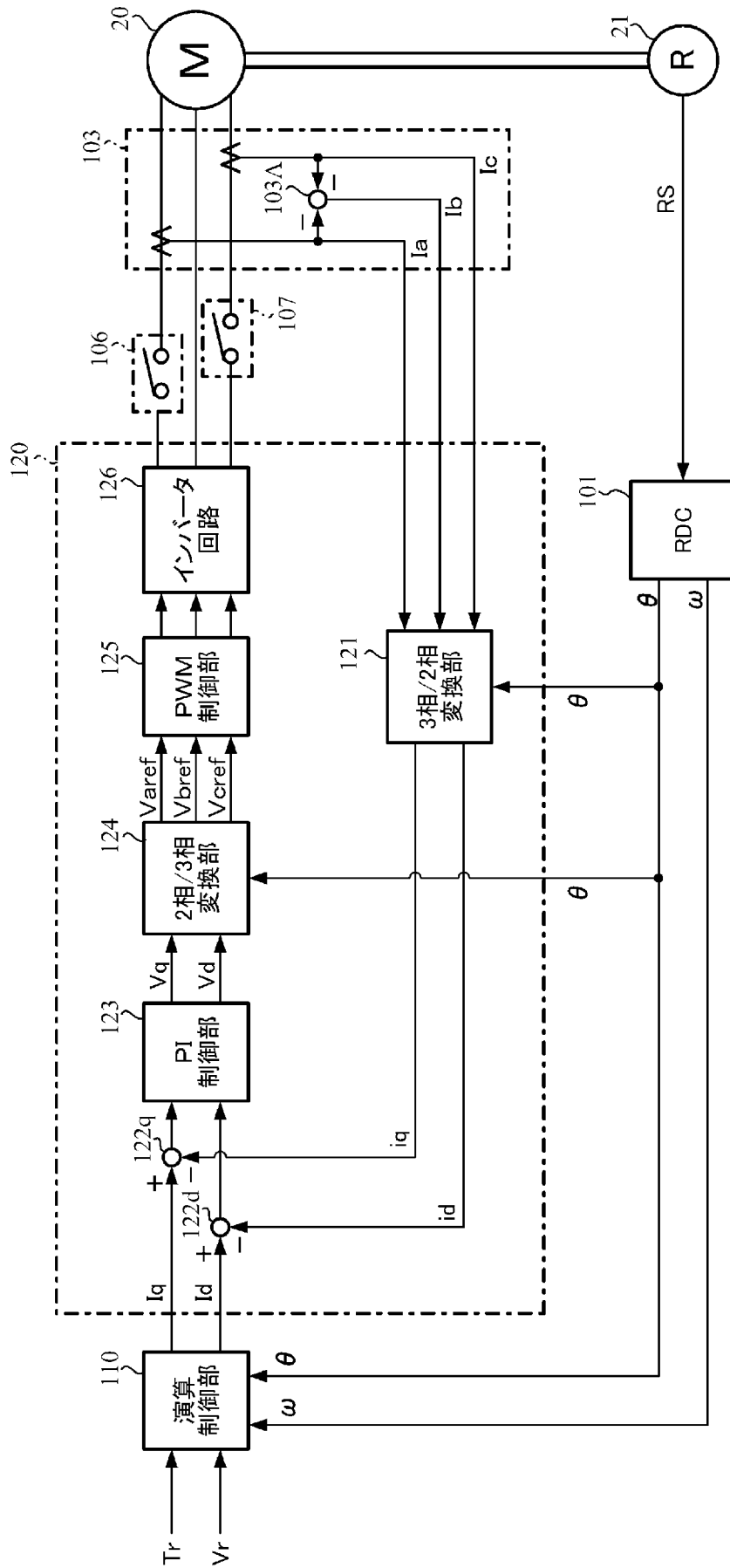
[図1]



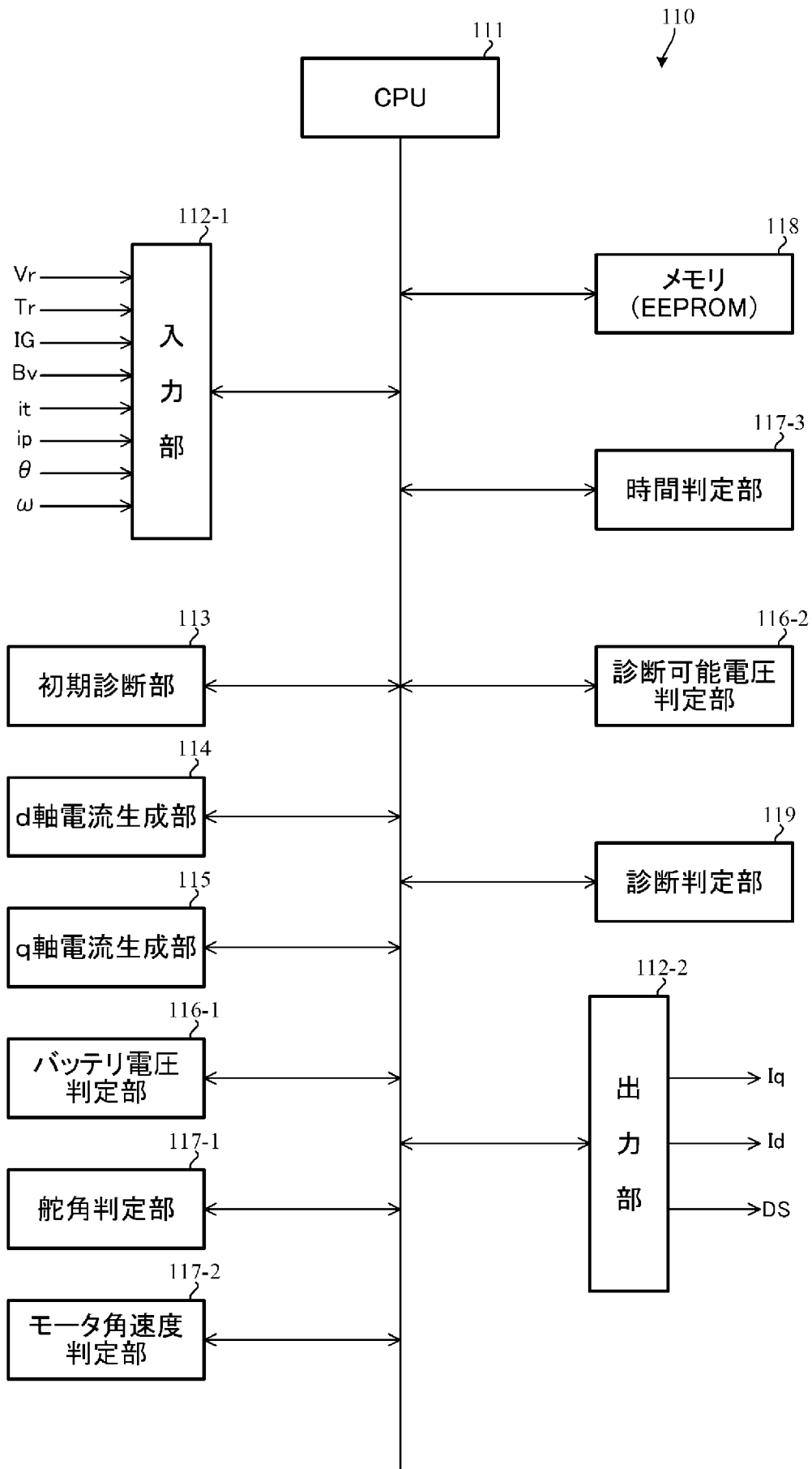
[図2]



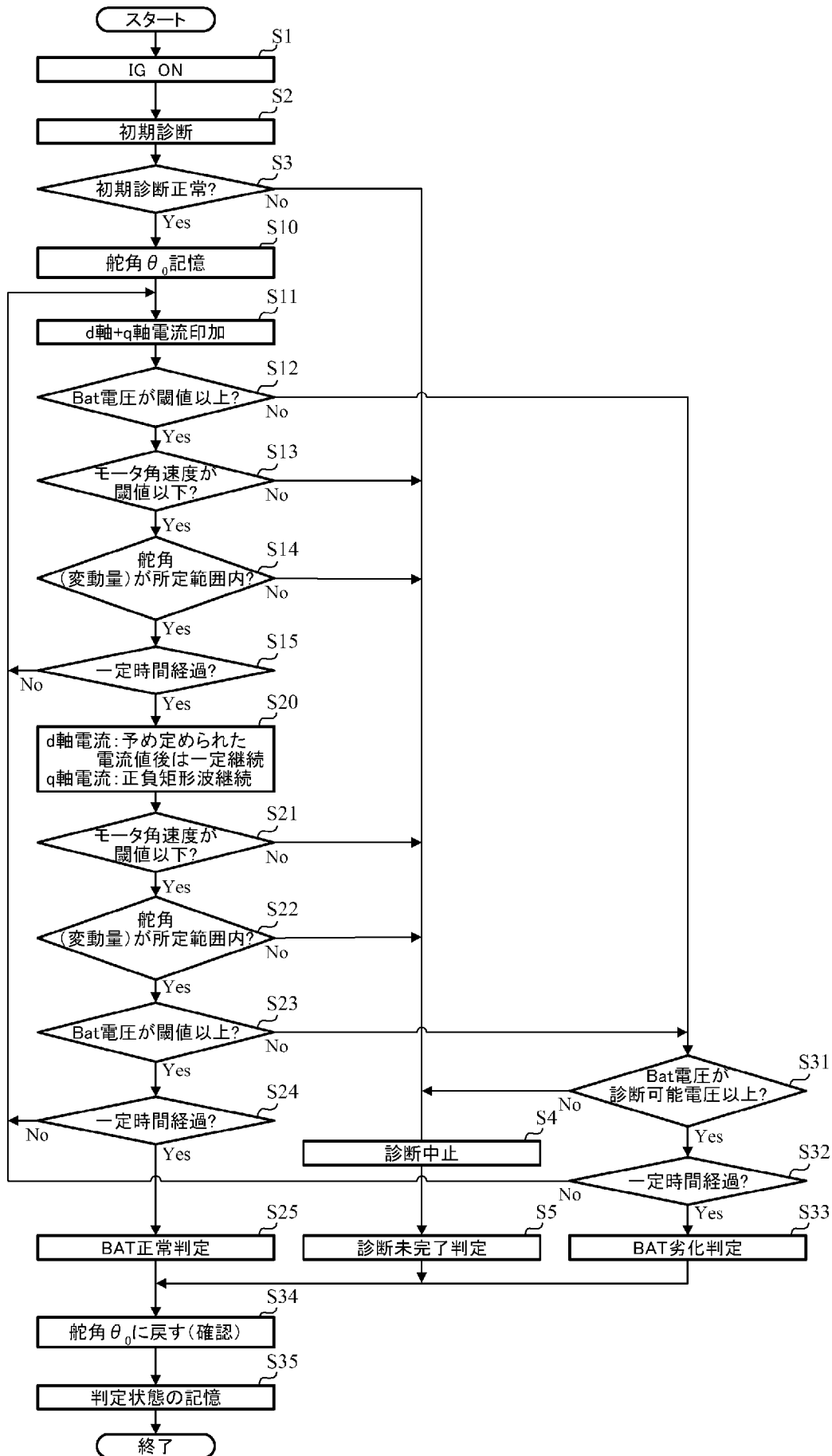
[図3]



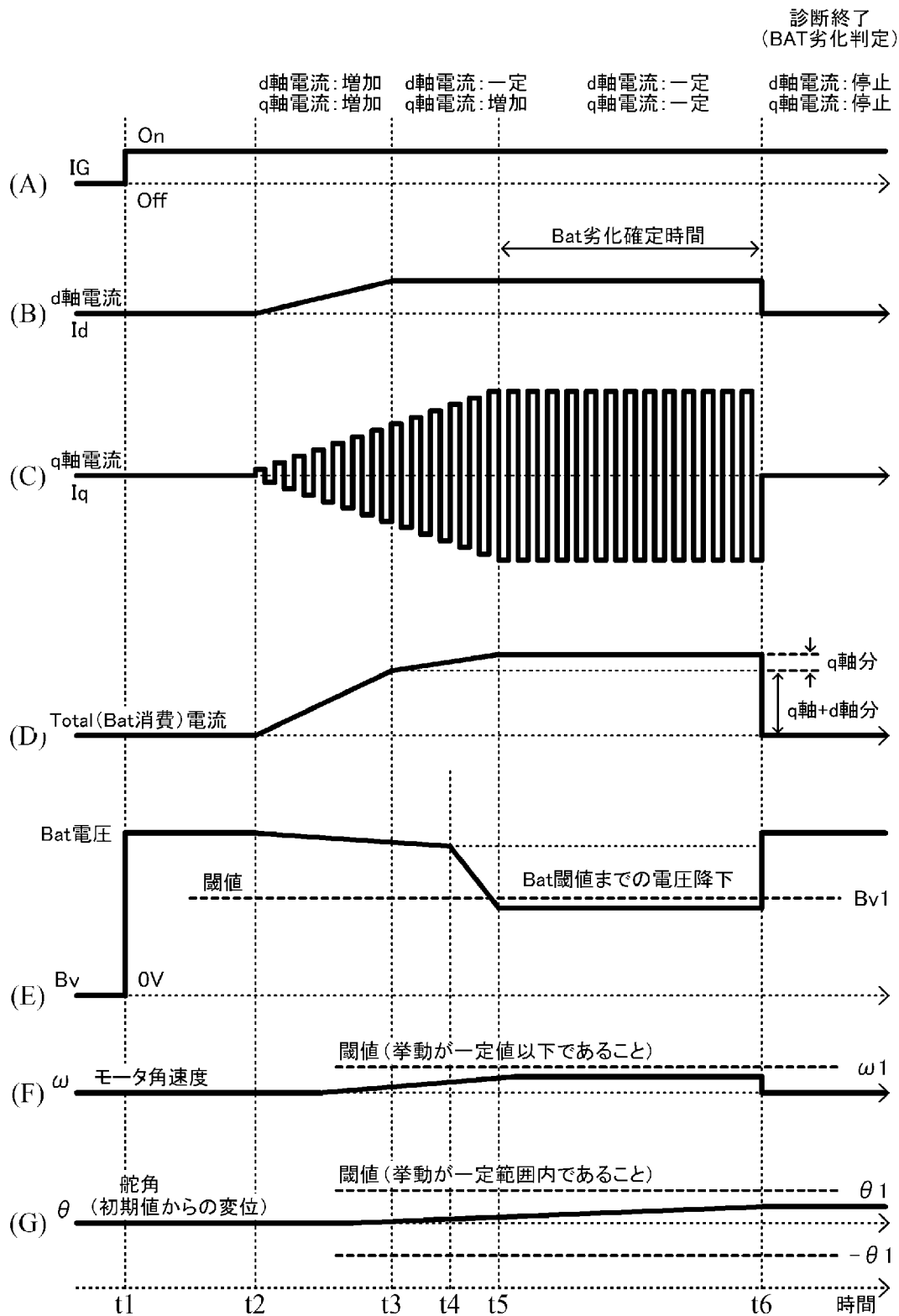
[図4]



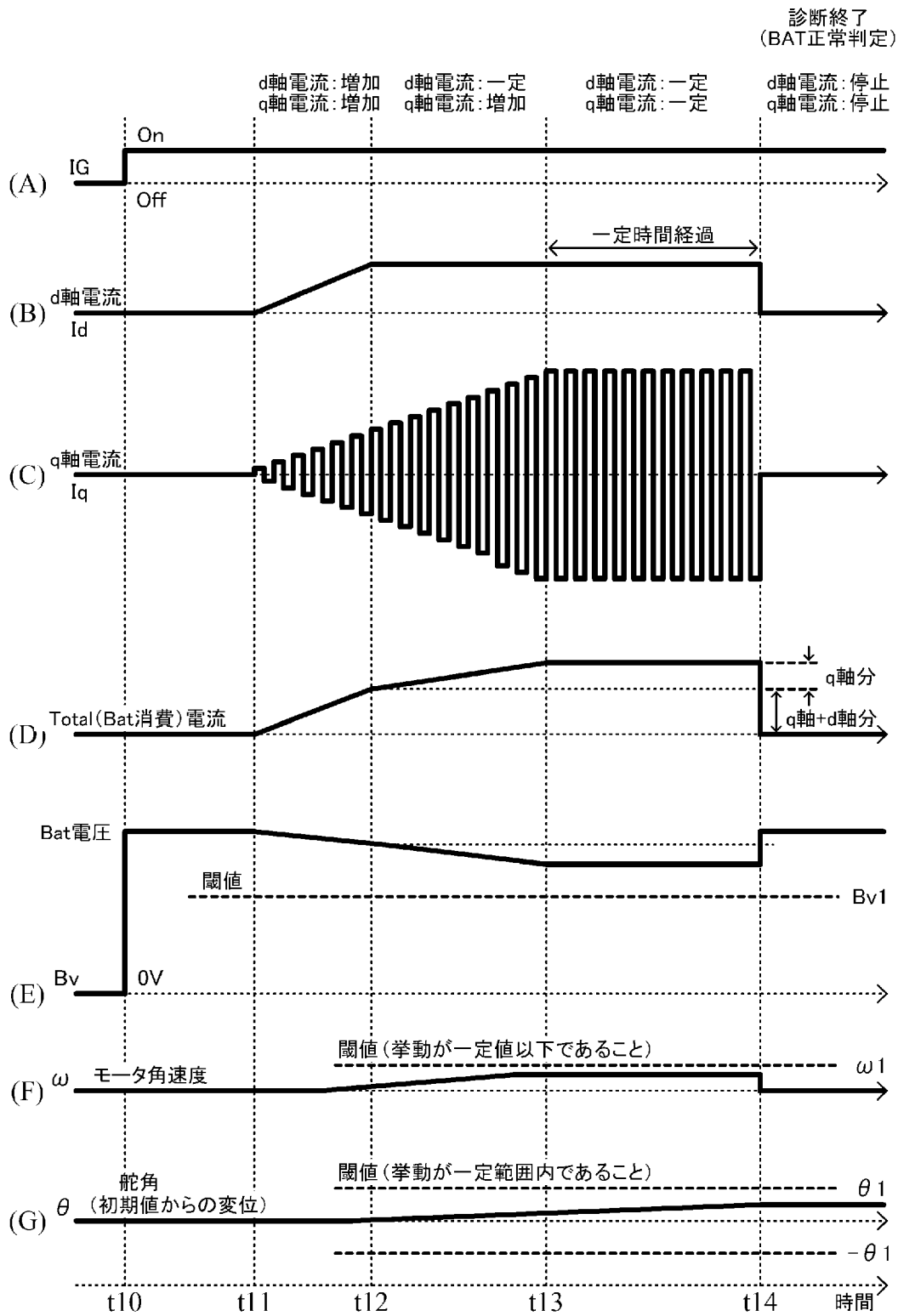
[図5]



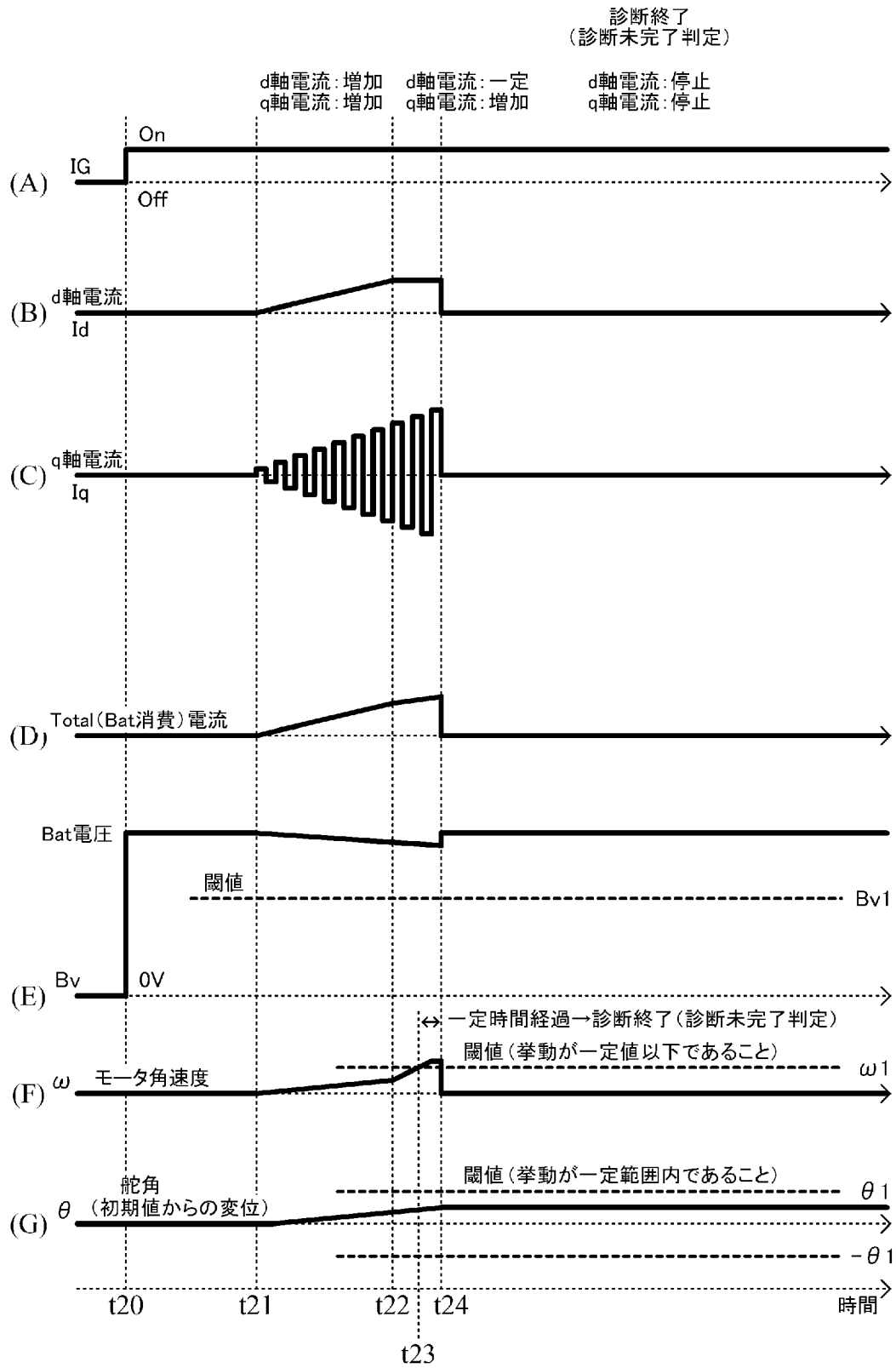
[図6]



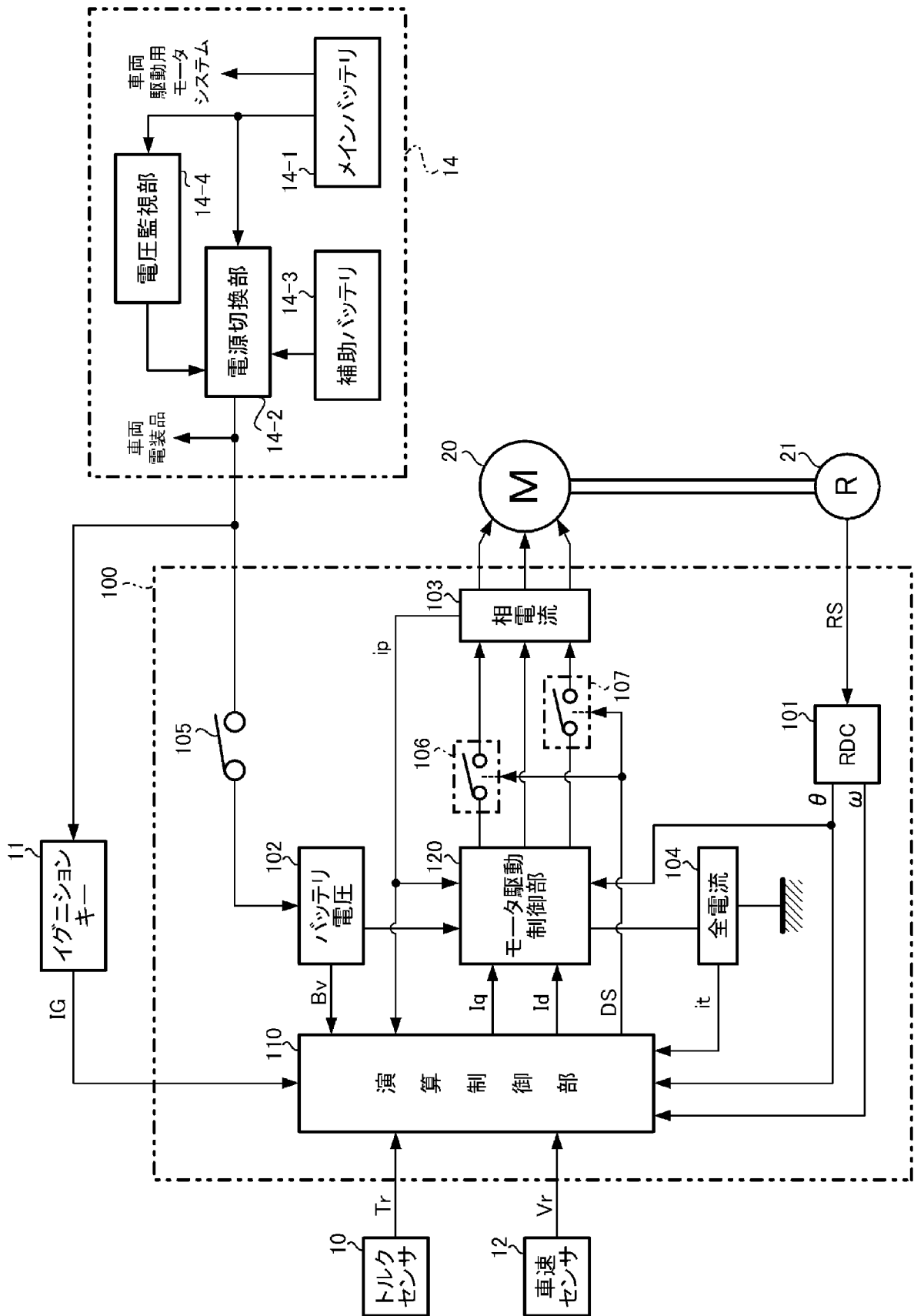
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/070223

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60R16/04(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D6/00(2006.01)i, H02P21/00(2006.01)i, H02P27/04(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)

B60R16/04, B62D5/04, B62D6/00, H02P21/00, H02P27/04

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.
A	JP 2008-012999 A (NSK Ltd.), 24 January 2008 (24.01.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2007-274849 A (NSK Ltd.), 18 October 2007 (18.10.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

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
05 October, 2011 (05.10.11)

Date of mailing of the international search report
18 October, 2011 (18.10.11)

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 (IPC))

Int.Cl. B60R16/04(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D6/00(2006.01)i, H02P21/00(2006.01)i, H02P27/04(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 (IPC))

Int.Cl. B60R16/04, B62D5/04, B62D6/00, H02P21/00, H02P27/04

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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 2008-012999 A (日本精工株式会社) 2008.01.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2007-274849 A (日本精工株式会社) 2007.10.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9

☐ 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、一般的な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

05.10.2011

国際調査報告の発送日

18.10.2011

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)

加藤 信秀

電話番号 03-3581-1101 内線 3341

3D

3745