

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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

value Idcs output by the direct-current current sensor.

(57) 要約: 高い信頼性を維持したまま、電流センサの診断を実施することである。本発明に係るインバータ制御装置16は、インバータ回路9を制御し、デューティ値 D_u 、 D_v 、 D_w と交流電流センサ14a、14b、14cが出力する交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} に基づいて推定直流電流値 I_{dce1} を計算し、前記推定直流電流値と直流電流センサ12が出力する直流電流センサ値 I_{dcs} に基づいて前記直流電流センサの診断を行う。

明 細 書

発明の名称： インバータ制御装置および電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明はインバータ制御装置および電力変換装置に関し、特に、車両駆動用のインバータ制御装置および電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] ハイブリッド自動車や電気自動車には、モータを駆動させるために電力変換装置が搭載されている。電力変換装置は、インバータ回路内のパワー半導体をスイッチングさせることで、バッテリーから供給される直流電流を交流電流に変換し、モータを駆動させている。

[0003] この電力変換装置にはモータに流れる電流を測定する３相の交流電流センサの他に、バッテリーからインバータ回路に供給される直流電流を測定する直流電流センサが搭載される。

[0004] 近年、自動車を対象とした機能安全規格が発行されたことにより、電力変換装置内の異常・故障を検知する必要性が高まっている。そのため、直流電流センサに対しても異常・故障を検知できるような診断処理を実施する必要がある。

[0005] 本技術分野の背景技術として、特許文献１がある。特許文献１には、「モータ１のトルク指令値としてＰＤＵ３に対する電流指令値が設定されると、フィードバック演算器１４ａ、１４ｂがモータ１へ供給される相電流と電流指令値とを比較して、トルク指令値通りにモータ１が駆動するように電圧指令値を算出する。電流センサ故障検出器１９の電圧損失補正器は、電圧指令値に対してＰＤＵ３における損失を補正し、実際にモータ１へ供給される補正後電圧指令値を算出する。また、電流センサ故障検出器１９のインバータ電流推定器が、電流指令値と補正後電圧指令値とに基づいて、ＰＤＵ３へ流れると推定されるＰＤＵ電流を算出するので、電流センサ故障検出器１９の電流センサ判定手段は、バッテリー電流センサ５で検出したバッテリー電流とＰ

ＤＵ電流とを比較して、バッテリー電流センサ５の異常の有無を判断する」と記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特許第３７９５４４７号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献１では、電流指令値と損失補正後の電圧指令値を用いてＰＤＵ電流を計算し、このＰＤＵ電流とバッテリー電流センサが測定したバッテリー電流を比較することで、バッテリー電流センサの異常を診断している。しかし、電流指令値や電圧指令値が変化してから、実際のバッテリー電流が変化するまでにはある程度の時間が必要である。そのため、電流指令値や電圧指令値が変化した直後、あるいは電流指令値や電圧指令値を決定する要因である目標トルクが変化した直後に本方式で診断を行うと、バッテリー電流センサが正常であったとしてもＰＤＵ電流値とバッテリー電流値に乖離が発生し、バッテリー電流センサの異常誤検知が発生する虞がある。これにより、本方式では、目標トルクの変化直後にはバッテリー電流センサの診断ができないという問題がある。

[0008] 本発明の課題は、高い信頼性を維持したまま、電流センサの診断を実施することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係るインバータ制御装置は、インバータ回路を制御し、デューティ値と交流電流センサが出力する交流電流センサ値に基づいて推定直流電流値を計算し、前記推定直流電流値と直流電流センサが出力する直流電流センサ値に基づいて前記直流電流センサの診断を行う。

[0010] 本発明に係る電力変換装置は、インバータ回路と、交流電流センサと、直流電流センサと、インバータ制御部と、を備える電力変換装置において、前

記インバータ制御部は、目標トルクに従ってモータが駆動するように前記インバータ回路を制御するとともに、デューティ値と前記交流電流センサ値に基づいて推定直流電流値を演算し、前記推定直流電流値と直流電流センサが出力する直流電流センサ値に基づいて前記直流電流センサの診断を行う。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、高い信頼性を維持したまま、電流センサの診断を実施することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施例1における電力変換装置および周辺回路の構成例を表した図である。

[図2]実施例1におけるインバータ回路の構成例を示した図である。

[図3]実施例1における直流電流センサの診断処理のフローチャートを表した図である。

[図4]実施例2における電力変換装置および周辺回路の構成例を表した図である。

[図5]実施例2におけるインバータ回路の構成例を示した図である。

[図6]実施例2における直流電流センサの診断処理のフローチャートを表した図である。

[図7]実施例3における電力変換装置および周辺回路の構成例を表した図である。

[図8]実施例3における直流電流センサの診断処理のフローチャートを表した図である。

[図9]U相交流電流センサ値 I_{us} にオフセット誤差 I_{off} がある状態における補正効果の例を表した図である。

[図10]図9の例において、補正係数 K の値による補正効果の違いを表した図である。

[図11]U相交流電流センサ値 I_{us} とV相交流電流センサ値 I_{vs} にオフセット誤差 I_{off} がある状態における補正効果の例を表した図である。

[図12]図 1 1 の例において、補正係数Kの値による補正効果の違いを表した図である。

[図13]U相交流電流センサ値 I_{us} とV相交流電流センサ値 I_{vs} にオフセット誤差 I_{off} がある状態における補正効果の例を表した図である。

[図14]図 1 3 の例において、補正係数Kの値による補正効果の違いを表した図である。

[図15]U相交流電流センサ値 I_{us} にゲイン誤差 I_g がある状態における補正効果の例を表した図である。

[図16]図 1 5 の例において、補正係数Kの値による補正効果の違いを表した図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本実施形態は、交流電流センサ値と各相のデューティ値から推定直流電流値を計算し、直流電流センサが出力する直流電流センサ値と推定直流電流値に基づいて直流電流センサの診断を行う。

[0014] バッテリからインバータ回路に流れる直流電流とモータに流れる交流電流との間での時間的な遅れは小さいため、直流電流センサが異常で無ければ推定直流電流値と直流電流センサ値の乖離は小さい。そのため、本方式では直流電流センサの診断が常時可能となる。

[0015] 上記以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。以下、図面を用いて実施例を説明する。

実施例 1

[0016] 本実施例では、直流電流センサの異常を常時診断可能な電力変換装置の例を示す。

[0017] 図 1 は、実施例 1 における電力変換装置および周辺回路の構成例を表した図である。

[0018] 直流電源 3 はモータ 2 を駆動させるための電源であり、例えばバッテリーなどが該当する。電力変換装置 1 は、直流電源 3 から得られる直流電力を交流電力に変換してモータ 2 を駆動する。また、電力変換装置 1 は、モータ 2 の

動力を直流電力に変換して直流電源 3 を充電する機能も有する。

[0019] モータ 2 は内部に 3 個の巻き線を有した 3 相電動機である。また、このモータ 2 には、モータの回転角度を測定するための角度センサ（図示せず）が搭載されており、この角度センサは測定したモータ 2 の回転角度を角度センサ値 7 として電力変換装置 1 に出力する。

[0020] 電力変換装置 1 は、インバータ制御装置 16、インバータ回路 9、交流電流センサ 14 a から 14 c、電圧センサ 10、直流電流センサ 12 を有している。

[0021] インバータ回路 9 は、図 2 に示すように、モータ 2 の巻き線（＝相）ごとに 2 個のパワー半導体を有している。このパワー半導体には、例えばパワー MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) や IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) などが該当する。また、インバータ回路 9 は、パワー半導体ごとにパワー半導体の ON / OFF を切り替えるための駆動回路を有している。モータ 2 の相は 3 相あるため、インバータ回路 9 は合計で 6 個のパワー半導体 90 a から 90 f と 6 個の駆動回路 91 a から 91 f を有している。なお、本実施例では上側のパワー半導体 90 a、90 c、90 e を合わせて上アーム、下側のパワー半導体 90 b、90 d、90 f を合わせて下アームと呼称する。その他、インバータ回路 9 は平滑コンデンサ 92 を有している。

[0022] 駆動回路 91 a から 91 f は、インバータ制御装置 16 から出力される PWM (Pulse Wide Modulation) 信号 22 a から 22 f に基づいて、パワー半導体 90 a から 90 f の ON / OFF を切り替える。

[0023] 平滑コンデンサ 92 は、パワー半導体の ON / OFF によって生じる電流を平滑化し、直流電源 3 からインバータ回路 9 へ供給される直流電流のリップルを抑制するためのコンデンサであり、例えば電解コンデンサやフィルムコンデンサが該当する。

- [0024] 交流電流センサ 14 a から 14 c は、モータ 2 の各相（U 相、V 相、W 相）に流れる交流電流を測定するためのセンサである。交流電流センサ 14 a は、U 相を流れる交流電流 I_u を測定し、インバータ制御装置 16 に対して交流電流センサ値 I_{us} を出力する。同様に、交流電流センサ 14 b は V 相を流れる交流電流 I_v を測定し、インバータ制御装置 16 に対して交流電流センサ値 I_{vs} を出力する。交流電流センサ 14 c は、W 相を流れる交流電流 I_w を測定し、インバータ制御装置 16 に対して交流電流センサ値 I_{ws} を出力する。
- [0025] なお、本実施例では、インバータ回路 9 からモータ 2 に流れ込む電流を正の電流値として測定するように交流電流センサ 14 a から 14 c を設置しているが、逆向きの電流値を正の電流値として測定するように交流電流センサ 14 a から 14 c を設置しても良い。
- [0026] 電圧センサ 10 は、直流電源 3 の出力電圧を測定するセンサであり、測定した電圧値を電圧センサ値 11 としてインバータ制御装置 16 に出力する。
- [0027] 直流電流センサ 12 は、直流電源 3 とインバータ回路 9 の間を流れる直流電流 I_{dc} を測定するセンサであり、測定した電流値を直流電流センサ値 I_{dcs} としてインバータ制御装置 16 に出力する。なお、本実施例では、直流電源 3 からインバータ回路 9 に流れ込む電流を正の電流値として測定するように直流電流センサ 12 を設置しているが、逆向きの電流値を正の電流値として測定するように直流電流センサ 12 を設置しても良い。
- [0028] インバータ制御装置 16 は、電力変換装置 1 外部の電子制御装置（図示せず）と通信を行い、他の電子制御装置からモータ 2 の目標トルク 5 を受け取る。この目標トルク 5 と交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} に基づいて、PWM 信号 22 a から 22 f を切り替え、インバータ回路 9 を制御してモータ 2 を駆動させる。また、インバータ制御装置 16 は、電力変換装置 1 内部に故障が発生したと判断した場合、外部の異常通知装置 4 に対して異常通知信号 6 を出力する。
- [0029] このインバータ制御装置 16 は、内部に通信回路（図示せず）、目標電流

計算部 17、デューティ計算部 19、PWM信号生成部 21、モータ速度計算部 23、直流電流センサ診断部 25を有している。

[0030] 目標電流計算部 17は、目標トルク 5、電圧センサ値 11、モータ速度計算部 23が出力するモータ速度値 24を用いて、モータ 2に流すべき電流値を計算し、この電流値を目標電流値 18としてデューティ計算部 19に出力する。この目標電流値 18には、d軸目標電流値とq軸目標電流値の情報が含まれる。

[0031] デューティ計算部 19は、目標電流計算部 17が出力した目標電流値 18と交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} に基づいてU相のデューティ値 D_u 、V相のデューティ値 D_v 、W相のデューティ値 D_w を計算し、PWM信号生成部 21および直流電流センサ診断部 25に出力する。 D_u はパワー半導体 90aのON時間割合を示し、パワー半導体 90aと対となるパワー半導体 90bのON時間割合は $1 - D_u$ で示される。同様に、 D_v はパワー半導体 90cのON時間割合を示し、パワー半導体 90dのON時間割合は $1 - D_v$ で示される。 D_w はパワー半導体 90eのON時間割合を示し、パワー半導体 90fのON時間割合は $1 - D_w$ で示される。

[0032] PWM信号生成部 21は、内部にタイマ（図示せず）を有しており、このタイマ値とデューティ値 D_u 、 D_v 、 D_w に基づいて、PWM信号 22aから 22fを生成し、インバータ回路 9に対して出力する。

[0033] また、PWM信号生成部 21は、直流電流センサ診断部 25から異常通知信号 6が出力された場合には、モータ 2が駆動しないようにPWM信号 22aから 22fを制御する。モータ 2が駆動しない状態とは、例えば、インバータ回路 9内の6個のパワー半導体をすべてOFFにする状態が挙げられる。その他の例としては、6個のパワー半導体のうち、上アームの3個をONにし、下アームの3個をOFFにする状態や逆に上アームの3個をOFFにし、下アームの3個をONにする状態が挙げられる。

[0034] モータ速度計算部 23は、角度センサ値 7の変化からモータ回転速度を計算し、計算したモータ速度値 24を目標電流計算部 17に出力する。

[0035] 直流電流センサ診断部 25 は、直流電流センサ 12 の故障診断を行う部分であり、内部に推定直流電流計算部 26 と比較部 28 を有している。推定直流電流計算部 26 は、各相のデューティ値 D_u 、 D_v 、 D_w と交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} をもとに式 (1) に基づいて推定直流電流値 I_{dce1} を計算する。推定直流電流計算部 26 は、計算した推定直流電流値 I_{dce1} を比較部 28 に出力する。

[0036] [数1]

$$I_{dce1} = D_u \times I_{us} + D_v \times I_{vs} + D_w \times I_{ws} \quad (\text{数 } 1)$$

[0037] ここで、式 (1) は以下の考えによって求められる。図 2 において、直流電流センサ 12 を流れる直流電流 I_{dc} は、平滑コンデンサ 92 と各パワー半導体間の電流 I_{dca} の平均値である。この電流 I_{dca} は、キルヒホッフの法則により、パワー半導体 90a、90c、90e を流れる電流 I_{u1} 、 I_{v1} 、 I_{w1} の和となる。パワー半導体 90a、90c、90e がそれぞれ ON であるとき、電流 I_{u1} 、 I_{v1} 、 I_{w1} はそれぞれ交流電流値 I_u 、 I_v 、 I_w と等しくなる。パワー半導体 90a、90c、90e がそれぞれ OFF であるとき、電流 I_{u1} 、 I_{v1} 、 I_{w1} はそれぞれ 0 となる。そのため、電流 I_{u1} 、 I_{v1} 、 I_{w1} の平均値は、交流電流値 I_u 、 I_v 、 I_w にパワー半導体 90a、90c、90e の ON 時間の割合を掛けたものとなる。パワー半導体 90a、90c、90e の ON 時間割合はそれぞれデューティ値 D_u 、 D_v 、 D_w であり、交流電流値 I_u 、 I_v 、 I_w は交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} で置き換えることができるため、直流電流 I_{dc} は式 (1) の計算によって推定することができる。

[0038] 比較部 28 は、推定直流電流計算部 26 から出力された推定直流電流値 I_{dce1} と直流電流センサ値 I_{dcs} を比較し、その比較結果に基づいて直流電流センサ 12 が異常であるか判断する。直流電流センサ 12 が異常であると判定した場合には、比較部 28 は異常通知装置 4 に対して異常通知信号 6 を出力する。

- [0039] なお、本実施例では、直流電流センサ診断部 25 をインバータ制御装置 16 内部に記載しているが、直流電流センサ診断部 25 はインバータ制御装置 16 の外部にあっても良い。また、直流電流センサ診断部 25 は、電力変換装置 1 とは別の電子制御装置に搭載されても良い。
- [0040] 異常通知装置 4 は、インバータ制御装置 16 からの異常通知信号 6 を受け付け、搭乗者に対して異常の発生を通知する。異常の通知方法としては、例えば、ランプを点灯させる、警告音を発生させる、音声で通知するなどの方法が挙げられる。
- [0041] 図 3 は、実施例 1 における直流電流センサ 12 の診断処理を表したフローチャートである。この診断処理は、インバータ制御装置 16 が任意のタイミングで実施する。
- [0042] ステップ S 100 において、インバータ制御装置 16 は、交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} および直流電流センサ値 I_{dcs} を取得する。その後、ステップ S 101 において、推定直流電流計算部 26 は、デューティ値 D_u 、 D_v 、 D_w と交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} を用いて、式 (1) に基づいて推定直流電流値 I_{dce1} を計算する。
- [0043] 次に、ステップ S 102 において、比較部 28 は、直流電流センサ値 I_{dcs} と推定直流電流値 I_{dce1} を比較し、その差分が閾値 1 以上であるか判定する。差分が閾値 1 以上である場合は、直流電流センサ 12 が異常であると判断し、ステップ S 103 の処理に移る。差分が閾値 1 未満である場合には、インバータ制御装置 16 は診断処理を終了する。
- [0044] ステップ S 103 において、比較部 28 は、PWM 信号生成部 21 および異常通知装置 4 に対して異常通知信号 6 を出力する。その後、ステップ S 104 において、PWM 信号生成部 21 は、モータ 2 が駆動しない状態となるように PWM 信号 22a から 22f を切り替える処理を行う。その後、インバータ制御装置 16 は診断処理を終了する。
- [0045] なお、ステップ S 103 における PWM 信号生成部 21 への異常通知信号 6 の出力とステップ S 104 での PWM 信号の制御は必須ではなく、直流電

流センサ 12 が異常である判断した後、異常通知装置 4 への異常通知信号 6 の出力のみを行っても良い。

[0046] また、図 3 の診断処理においては、直流電流センサ値 $I_{dc s}$ と推定直流電流値 $I_{dc e 1}$ の差分が閾値 1 以上である場合に直流電流センサ 12 が異常であると判断しているが、別の尺度を用いて直流電流センサ 12 が異常であると判断しても良い。例えば、直流電流センサ値 $I_{dc s}$ と推定直流電流値 $I_{dc e 1}$ の差分が前回診断時の差分よりも一定値以上大きくなっているときに、直流電流センサ 12 が異常であると判断することもできる。

[0047] 以上のように本実施例によれば、推定直流電流計算部 26 は、交流電流センサ値 $I_{u s}$ 、 $I_{v s}$ 、 $I_{w s}$ とデューティ値 D_u 、 D_v 、 D_w に基づいて推定直流電流値 $I_{dc e 1}$ を計算する。そして、比較部 28 は、推定直流電流値 $I_{dc e 1}$ と直流電流センサ値 $I_{dc s}$ を比較して、直流電流センサの診断を行う。交流電流センサ値 $I_{u s}$ 、 $I_{v s}$ 、 $I_{w s}$ と直流電流センサ値 $I_{dc s}$ はどちらもインバータ回路 9 の動作に連動して変化するため、センサ間の時間的な遅れは小さい。そのため、推定直流電流 $I_{dc e 1}$ と直流電流センサ値 $I_{dc s}$ の間の差異は、目標トルクが変化した直後でも小さくなり、直流電流センサ 12 の診断が常時可能となる。

実施例 2

[0048] 本実施例では、実施例 1 とは構成の異なるモータおよびインバータ回路においても直流電流センサの異常を常時診断可能な電力変換装置の例を示す。

[0049] 実施例 2 における電力変換装置およびその周辺回路の構成例を図 4 に示す。なお、実施例 1 における構成例と同一の要素には同一の符号を付与しており、それら同一要素の説明は省略する。

[0050] 実施例 2 におけるモータ 2 a は、実施例 1 におけるモータ 2 とは異なり、3 相 6 線式の電動機である。また、実施例 2 における電力変換装置 1 a は、実施例 1 とは異なるインバータ回路 9 a と実施例 1 とは異なるインバータ制御装置 16 a を有している。インバータ回路 9 a とモータ 2 a の配線は、U 相、V 相、W 相で各 2 本、合計 6 本となる。交流電流センサ 14 a から 14

cは、各相の配線1本に1ずつ設置される。これは、各相の2本の配線には、電流の向きが反対の同じ大きさの電流が流れるため、両方の配線の電流値を測定する必要があるためである。そのため、インバータ回路9aとモータ2aの配線のうち、3本には交流電流センサは設置されない。その他、インバータ制御装置16aからインバータ回路9aに対して出力されるPWM信号も12本に増加している。

[0051] 図5は、実施例2におけるインバータ回路9aの構成例を示した図である。なお、実施例1における構成例と同一の要素には同一の符号を付与しており、それら同一要素の説明は省略する。

[0052] モータ2aが3相6線式電動機であるため、インバータ回路9aは内部に12個のパワー半導体90aから90lと12個の駆動回路91aから91lを有している。駆動回路91aから91lは、インバータ制御装置16aが出力するPWM信号22aから22lに基づいて、パワー半導体90aから90lのON/OFFを切り替える。

[0053] 実施例2のインバータ制御装置16aは、実施例1とは異なる目標電流計算部17a、デューティ計算部19a、PWM信号生成部21a、直流電流センサ診断部25aを有している。

[0054] 目標電流計算部17aは、目標トルク5、電圧センサ値11、モータ速度計算部23が出力するモータ速度値24を用いて、モータ2aに流すべき電流値を計算し、この電流値を目標電流値18aとしてデューティ計算部19aに出力する。この目標電流値18には、d軸目標電流値、q軸目標電流値、0軸目標電流値の情報が含まれる。0軸電流とはU相、V相、W相の交流電流を総和したものを指す。

[0055] デューティ計算部19aは、目標電流計算部17aが出力した目標電流値18aと交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} に基づいてU相、V相、W相のPWM信号切り替えタイミング情報 C_u 、 C_v 、 C_w を計算し、PWM信号生成部21aに出力する。3相6線式の場合、1回のPWM周期内でPWM信号の立ち上がりおよび立ち下がりが複数回発生することがあるため

、デューティ値ではなくタイミング情報を入力する。

[0056] また、デューティ計算部19aはU相のデューティ値 D_{u1} および D_{u2} 、V相のデューティ値 D_{v1} および D_{v2} 、W相のデューティ値 D_{w1} および D_{w2} を計算し、直流電流センサ診断部25aに出力する。 D_{u1} はパワー半導体90aのON時間割合を示し、パワー半導体90aと対となるパワー半導体90bのON時間割合は $1 - D_{u1}$ で示される。また、 D_{u2} はパワー半導体90gのON時間割合を示し、パワー半導体90gと対となるパワー半導体90hのON時間割合は $1 - D_{u2}$ で示される。同様に、 D_{v1} はパワー半導体90cのON時間割合を示し、 D_{v2} はパワー半導体90iのON時間割合を示す。 D_{w1} はパワー半導体90eのON時間割合を示し、 D_{w2} はパワー半導体90kのON時間割合を示す。

[0057] PWM信号生成部21aは、内部のタイマ値とデューティ計算部19aから出力されたPWM信号切り替えタイミング情報 C_u 、 C_v 、 C_w に基づいて、PWM信号22aから22lを生成し、インバータ回路9aに出力する。

[0058] また、PWM信号生成部21aは、直流電流センサ診断部25aから異常通知信号6が出力された場合には、モータ2aが駆動しないようにPWM信号22aから22lを制御する。モータ2aが駆動しない状態とは、例えば、インバータ回路9a内の12個のパワー半導体をすべてOFFにする状態が挙げられる。その他の例としては、12個のパワー半導体のうち、上アームの6個をONにし、下アームの6個をOFFにする状態や逆に上アームの6個をOFFにし、下アームの6個をONにする状態が挙げられる。

[0059] 直流電流センサ診断部25aは、実施例1とは異なる推定直流電流値計算部26aおよび比較部28aを有している。

[0060] 推定直流電流値計算部26aは、デューティ計算部19aが出力したデューティ値 D_{u1} 、 D_{u2} 、 D_{v1} 、 D_{v2} 、 D_{w1} 、 D_{w2} と交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} をもとに式(2)に基づいて推定直流電流値 I_{dce2} を計算する。推定直流電流計算部26aは、計算した推定直流電流

値 27 a を比較部 28 a に出力する。

[0061] [数2]

$$I_{dce2} = (D_{u1} - D_{u2}) \times I_{us} + (D_{v1} - D_{v2}) \times I_{vs} + (D_{w1} - D_{w2}) \times I_{ws} \quad (\text{数 } 2)$$

[0062] ここで、式(2)は以下の考えによって求められる。図5において、直流電流センサ12を流れる直流電流 I_{dc} は、平滑コンデンサ92と各パワー半導体間の電流 I_{dca} の平均値である。この電流 I_{dca} は、キルヒホッフの法則により、パワー半導体90a、90g、90c、90i、90e、90kを流れる電流 I_{u1} 、 I_{u2} 、 I_{v1} 、 I_{v2} 、 I_{w1} 、 I_{w2} の和となる。パワー半導体90a、90c、90eがそれぞれONであるとき、電流 I_{u1} 、 I_{v1} 、 I_{w1} はそれぞれ交流電流値 I_u 、 I_v 、 I_w と等しくなる。パワー半導体90a、90c、90eがそれぞれOFFであるとき、電流 I_{u1} 、 I_{v1} 、 I_{w1} はそれぞれ0となる。また、パワー半導体90g、90i、90kがそれぞれONであるとき、電流 I_{u2} 、 I_{v2} 、 I_{w2} はそれぞれ $-I_u$ 、 $-I_v$ 、 $-I_w$ と等しくなる。パワー半導体90g、90i、90kがそれぞれOFFであるとき、電流 I_{u2} 、 I_{v2} 、 I_{w2} はそれぞれ0となる。これより、電流 I_{u1} 、 I_{v1} 、 I_{w1} の平均値は、交流電流値 I_u 、 I_v 、 I_w にパワー半導体90a、90c、90eのON時間の割合を掛けたものとなる。また、電流 I_{u2} 、 I_{v2} 、 I_{w2} の平均値は、 $-I_u$ 、 $-I_v$ 、 $-I_w$ にパワー半導体90g、90i、90kのON時間の割合を掛けたものとなる。

。パワー半導体90a、90c、90eのON時間割合はそれぞれデューティ値 D_{u1} 、 D_{v1} 、 D_{w1} であり、パワー半導体90g、90i、90kのON時間割合はそれぞれ D_{u2} 、 D_{v2} 、 D_{w2} である。交流電流値 I_u 、 I_v 、 I_w は交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} で置き換えることができるため、3相6線式の場合、直流電流 I_{dc} は式(2)の計算によって推定することができる。

[0063] 比較部28aは、推定直流電流計算部26aから出力された推定直流電流

値 I_{dc2} と直流電流センサ値 I_{dcs} を比較し、その比較結果に基づいて直流電流センサ 12 が異常であるか判断する。直流電流センサ 12 が異常であると判定した場合には、比較部 28 a は異常通知装置 4 に対して異常通知信号 6 を出力する。

[0064] なお、本実施例では、直流電流センサ診断部 25 a をインバータ制御装置 16 a 内部に記載しているが、直流電流センサ診断部 25 a はインバータ制御装置 16 a の外部にあっても良い。また、直流電流センサ診断部 25 a は、電力変換装置 1 a とは別の電子制御装置に搭載されても良い。

[0065] 図 6 は、実施例 2 における直流電流センサ 12 の診断処理を表したフローチャートである。この診断処理は、インバータ制御装置 16 a が任意のタイミングで実施する。なお、実施例 1 における診断処理と同一の処理を行う部分については、同一の符号を記しており、それらの説明は省略する。

[0066] 図 6 の診断処理では、実施例 1 のステップ S101 の処理の代わりに、ステップ S110 の処理を行う。また、実施例 1 のステップ S102 の処理の代わりに、ステップ S111 の処理を行う。その他、ステップ S104 の処理の代わりにステップ S112 の処理を行う。

[0067] ステップ S110 において、推定直流電流計算部 26 a は、デューティ値 D_{u1} 、 D_{u2} 、 D_{v1} 、 D_{v2} 、 D_{w1} 、 D_{w2} と交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} を用いて、式 (2) に基づいて推定直流電流値 I_{dc2} を計算する。

[0068] 次に、ステップ S111 において、比較部 28 a は、直流電流センサ値 I_{dcs} と推定直流電流値 I_{dc2} を比較し、その差分が閾値 2 以上であるか判断する。差分が閾値 2 以上である場合は、直流電流センサ 12 が異常であると判断し、ステップ S103 の処理に移る。差分が閾値 2 未満である場合には、インバータ制御装置 16 a は診断処理を終了する。

[0069] ステップ S112 において、PWM 信号生成部 21 a は、モータ 2 a が駆動しないように PWM 信号 22 a から 22 l の制御を行う。

[0070] なお、ステップ S103 における PWM 信号生成部 21 a への異常通知信号

6の出力とステップS112でのPWM信号の制御は必須ではなく、直流電流センサ12が異常である判断した後、異常通知装置4への異常通知信号6の出力のみを行っても良い。

[0071] また、図6の診断処理においては、直流電流センサ値 I_{dcs} と推定直流電流値 I_{dce2} の差分が閾値2以上である場合に直流電流センサ12が異常であると判断しているが、別の尺度を用いて直流電流センサ12が異常であると判断しても良い。例えば、直流電流センサ値 I_{dcs} と推定直流電流値 I_{dce2} の差分が前回診断時の差分よりも一定値以上大きくなっているときに、直流電流センサ12が異常であると判断することもできる。

[0072] 以上のように本実施例によれば、モータ2aおよびインバータ回路9aが3相6線式であっても、交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} とデューティ値 $Du1$ 、 $Du2$ 、 $Dv1$ 、 $Dv2$ 、 $Dw1$ 、 $Dw2$ に基づいて推定直流電流値 I_{dce2} を計算し、この推定直流電流値 I_{dce2} と直流電流センサ値 I_{dcs} に基づいて直流電流センサ12の診断を常時行うことができる。

[0073] なお、本実施例では、デューティ値 $Du1$ 、 $Du2$ 、 $Dv1$ 、 $Dv2$ 、 $Dw1$ 、 $Dw2$ を用いて推定直流電流値 I_{dce2} を計算しているが、デューティ値の代わりにPWM信号切り替えタイミング情報 Cu 、 Cv 、 Cw を用いて推定直流電流値 I_{dce2} を計算しても良い。

実施例 3

[0074] 本実施例では、直流電流センサの異常を常時診断可能なことに加えて、診断精度を向上した電力変換装置の例を示す。

[0075] 実施例3における電力変換装置およびその周辺回路の構成例を図7に示す。なお、実施例1における構成例と同一の要素には同一の符号を付与しており、それら同一要素の説明は省略する。

[0076] 実施例3における電力変換装置1bは、実施例1とは異なるインバータ制御装置16bを有している。インバータ制御装置16bは、実施例1の直流電流センサ診断部25とは異なる直流電流センサ診断部25bを有している

。

[0077] 直流電流センサ診断部 25b は、実施例 1 における直流電流センサ診断部 25 の構成に加えて補正值計算部 29 を有している。また、直流電流センサ診断部 25b は、実施例 1 における比較部 28 とは異なる比較部 28b を有している。その他、直流電流センサ診断部 25b には、補正值計算部 29 が出力する補正值 I_c を推定直流電流値 I_{dce1} に加算し、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} を計算する機能が追加されている。

[0078] 比較部 28b は、推定直流電流値 I_{dce1} の代わりに、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} と直流電流センサ値 I_{dcs} を比較し、その比較結果から直流電流センサ 12 が異常であるか判断する。

[0079] 補正值計算部 29 は、交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} を用いて、式 (3) に従って補正值 30 を計算する。式 (3) において K は補正係数を示し、0 より大きく 1 未満の値を用いる。なお、 K を 0.5 に設定すると補正後の推定直流電流値 I_{dcc} が有する誤差を最も低減することができる。その理由は後述する効果例の部分で説明する。

[0080] [数3]

$$I_c = -K \times (I_{us} + I_{vs} + I_{ws}) \quad (\text{数 } 3)$$

[0081] なお、本実施例では、直流電流センサ診断部 25b をインバータ制御装置 16b 内部に記載しているが、直流電流センサ診断部 25b はインバータ制御装置 16b の外部にあっても良い。また、直流電流センサ診断部 25b は、電力変換装置 1b とは別の電子制御装置に搭載されても良い

図 8 は、実施例 3 における直流電流センサ 12 の診断処理を表したフローチャートである。この診断処理は、インバータ制御装置 16b が任意のタイミングで実施する。なお、実施例 1 における診断処理と同一の処理を行う部分については、同一の符号を記しており、それらの説明は省略する。

[0082] 図 8 の診断処理では、実施例 1 の診断処理に加えてステップ S120 およ

びステップS 1 2 1を追加している他、実施例 1 のステップS 1 0 2の代わりにステップS 1 2 2の処理を行う。

[0083] ステップS 1 2 0において、補正值計算部 2 9は、交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} を用いて式(3)に基づいて補正值 I_c を計算する。その後、ステップS 1 2 1において、直流電流センサ診断部 2 5 bは、推定直流電流値 I_{dce1} と補正值 I_c を加算して補正後の推定直流電流値 I_{dcc} を計算する。

[0084] 次に、ステップS 1 2 2において、比較部 2 8 bは、直流電流センサ値 I_{dcs} と補正後の推定直流電流値 I_{dcc} を比較し、その差分が閾値 3 以上であるか判定する。差分が閾値 3 以上である場合は、直流電流センサ 1 2 が異常であると判断し、ステップS 1 0 3の処理に移る。差分が閾値 3 未満である場合には、インバータ制御装置 1 6 bは診断処理を終了する。

[0085] なお、図 8 の診断処理においては、直流電流センサ値 I_{dcs} と補正後の推定直流電流値 I_{dcc} の差分が閾値 3 以上である場合に直流電流センサ 1 2 が異常であると判断しているが、別の尺度を用いて直流電流センサ 1 2 が異常であると判断しても良い。例えば、直流電流センサ値 I_{dcs} と補正後の推定直流電流値 I_{dcc} の差分が前回診断時の差分よりも一定値以上大きくなっているときに、直流電流センサ 1 2 が異常であると判断することもできる。

[0086] 図 9 は、U 相交流電流センサ値 I_{us} にオフセット誤差 I_{off} がある場合の補正による効果を表した例である。図 9 の上のグラフはU 相、V 相、W 相のデューティ値 D_u 、 D_v 、 D_w を表しており、中央のグラフはU 相、V 相、W 相の交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} と各交流電流センサ値の 3 相和の値を表している。下のグラフは、実際の直流電流値、補正前の推定直流電流値 I_{dce1} 、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} を示している。補正值 I_c は式(3)に基づいて計算しており、補正係数 K はこの図では 0.5 としている。また、いずれのグラフも横軸はモータ 2 の電気角である。

[0087] 図 9 において、実際の直流電流値は一定の値を示している。それに比べて

、U相の交流電流センサ値 I_{us} にオフセット誤差 I_{off} が入っているため、推定直流電流値 I_{dce1} には実際の直流電流値と比較して最大で I_{off} 分の誤差が発生している。また、電気角1周期分の期間で推定直流電流値 I_{dce1} の平均値を取った場合、推定直流電流値 I_{dce1} の平均値は実際の直流電流値と比較して $I_{off} \times 0.5$ の誤差を有している。それに対して、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} と実際の直流電流値との誤差は $I_{off} \times 0.5$ に低減される。また、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} の平均を取ると実際の直流電流値と等しくなる。

[0088] 図10は、図9の例において補正係数Kの値を変化させた場合に、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} が有する誤差量を示したものである。図9の例では、交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} の3相和は I_{off} となるため、補正係数Kが0.1増加するに従って補正值 I_c は $-0.1 \times I_{off}$ だけ増加する。それにより、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} の値は $0.1 \times I_{off}$ だけ減少する。

[0089] 図10より、補正係数Kが1となると補正後の推定直流電流値 I_{dcc} が有する誤差量は補正係数Kが0（＝補正無し）の場合と同じ値になる。また、補正係数Kが0.5のとき、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} が有する誤差量は最も小さくなる。

[0090] 図11は、U相交流電流センサ値 I_{us} およびV相交流電流センサ値 I_{vs} にオフセット誤差 I_{off} がある場合の補正による効果を表した例である。図11のグラフの並びは図9と同様であり、この図の補正係数Kの値は0.5である。

[0091] 図11において、推定直流電流値 I_{dce1} には実際の直流電流値と比較して最大で $I_{off} \times 1.5$ の誤差が発生している。また、電気角1周期分の期間で推定直流電流値 I_{dce1} の平均値を取った場合、推定直流電流値 I_{dce1} の平均値は実際の直流電流値と比較して I_{off} の誤差を有している。それに対して、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} と実際の直流電流値との誤差は $I_{off} \times 0.5$ に低減される。また、補正後の推定直流電流値

I_{dc} の平均を取ると実際の直流電流値と等しくなる。

[0092] 図12は、図11の例において補正係数 K の値を変化させた場合に、補正後の推定直流電流値 I_{dc} が有する誤差量を示したものである。図11の例では、交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} の3相和は $I_{off} \times 2$ となるため、補正係数 K が0.1増加するに従って補正值 I_c は $-0.2 \times I_{off}$ だけ増加する。それにより、補正後の推定直流電流値 I_{dc} の値は $0.2 \times I_{off}$ だけ減少する。

[0093] 図11の例においても、補正係数 K が1となると補正係数 K が0の場合と誤差量が同じになる。また、補正係数 K が0.5のとき、補正後の推定直流電流値 I_{dc} が有する誤差量は最も小さくなる。

[0094] 図13は、U相交流電流センサ値 I_{us} 、V相交流電流センサ値 I_{vs} 、W相交流電流センサ値 I_{ws} にオフセット誤差 I_{off} がある場合の補正による効果を表した例である。図13のグラフの並びは図9と同様であり、この図の補正係数 K の値は0.5である。

[0095] 図13の例の場合、推定直流電流値 I_{dce1} は電気角によらず、実際の直流電流値と比較して常に $I_{off} \times 1.5$ の誤差を有している。それに対して、補正後の推定直流電流値 I_{dc} は実際の直流電流値と等しくなる。

[0096] 図14は、図13の例において補正係数 K の値を変化させた場合に、補正後の推定直流電流値 I_{dc} が有する誤差量を示したものである。図13の例では、交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} の3相和は $I_{off} \times 3$ となるため、補正係数 K が0.1増加するに従って補正值 I_c は $-0.3 \times I_{off}$ だけ増加する。それにより、補正後の推定直流電流値 I_{dc} の値は $0.3 \times I_{off}$ だけ減少する。

[0097] 図13の例においても、補正係数 K が1となると補正係数 K が0の場合と誤差量が同じになる。また、補正係数 K が0.5のとき、補正後の推定直流電流値 I_{dc} が有する誤差量は最も小さくなる。

[0098] 図15は、U相交流電流センサ値に I_g のゲイン誤差がある場合の補正による効果を表した例である。図15のグラフの並びは図9と同様であり、こ

の図の補正係数 K の値は 0.5 である。 U 相交流電流センサに I_g のゲイン誤差があるため、中央のグラフの I_{us} の値は、本来の U 相交流電流値を I_u としたとき、 $I_u \times I_g$ だけ増加している。この例では本来の U 相交流電流値の最大値を I_{max} としているため、 I_{us} の最大誤差値は $I_{max} \times I_g$ となる。

[0099] 図15の例の場合、推定直流電流値 I_{dce1} には実際の直流電流値と比較して最大で $I_{max} \times I_g$ の誤差が発生している。また、電気角1周期分の期間で推定直流電流値 I_{dce1} の平均値を取った場合、推定直流電流値 I_{dce1} の平均値は実際の直流電流値と比較して $I_{max} \times I_g \times 0.25$ の誤差を有している。それに対して、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} と実際の直流電流値との誤差は $I_{max} \times I_g \times 0.5$ に低減される。ただし、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} の平均値は補正前の推定直流電流値 I_{dce1} の平均値と同じ値となり、平均値の誤差は低減されない。

[0100] 図16は、図15の例において補正係数 K の値を変化させた場合に、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} が有する誤差量を示したものである。図15の例では、交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} の3相和は $I_u \times I_g$ となるため、補正係数 K が 0.1 増加するに従って補正值 I_c は $-0.1 \times I_u \times I_g$ だけ増加する。

[0101] 図15の例においても、補正係数 K が 1 となると補正係数 K が 0 の場合と誤差量が同じになる。また、補正係数 K が 0.5 のとき、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} が有する誤差量は最も小さくなる。なお、補正後の推定直流電流値 I_{dcc} の平均値が有する誤差は、補正係数 K の値に関わらず一定となる。

[0102] 以上のように本実施例によれば、補正值計算部29は、交流電流センサ値 I_{us} 、 I_{vs} 、 I_{ws} を用いて補正值 I_c を計算し、比較部は補正後の推定直流電流値 I_{dcc} と直流電流センサ値 I_{dcs} を比較して診断を行う。交流電流センサ値14aから14cが持つ誤差によって生じる推定直流電流値 I_{dce1} のずれは補正值 I_c によって低減できるため、本実施例におけ

る異常検知閾値 3 は実施例 1 の閾値 1 と比べて小さく設定することが可能となる。それにより、直流電流センサ値 $I_{dc s}$ が本来の値からずれた場合、少しのずれでも異常検知することが可能となり、直流電流センサ 12 の診断をより精度よく実施することが可能となる。

[0103] また、図 9 から図 16 に示した例より、補正後の推定直流電流値 $I_{dc c}$ の平均を取ることで実際の直流電流値との誤差をさらに低減できる。そのため、例えばローパスフィルタなどを用いて補正後の推定直流電流値 $I_{dc c}$ を平均化し、その平均化した補正後推定直流電流値と直流電流センサ値 $I_{dc s}$ を用いて、直流電流センサ 12 の診断を行っても良い。

[0104] なお、電力変換装置の診断を行う上で直流電流センサ 12 の必要性は高いが、コストを考えると直流電流センサ 12 を除外したいという課題がある。本実施例で記載した推定直流電流の計算および補正值の計算は、直流電流センサ 12 を除外するという上記課題に対しても利用できる。本実施例の内容を用いて直流電流値を精度良く推定することで、直流電流センサ 12 がある場合と同等の精度を維持しつつ、直流電流センサ 12 を除外することでコスト低減を図ることが可能となる。

[0105] 本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現しても良い。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現しても良い。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive)

i d State Drive)等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

符号の説明

[0106] 1・・・電力変換装置、1a・・・電力変換装置、1b・・・電力変換装置、5・・・目標トルク、6・・・異常通知信号、9・・・インバータ回路、9a・・・インバータ回路、12・・・直流電流センサ、14a・・・交流電流センサ、14b・・・交流電流センサ、14c・・・交流電流センサ、16・・・インバータ制御装置、16a・・・インバータ制御装置、16b・・・インバータ制御装置、22a・・・PWM信号、22b・・・PWM信号、22c・・・PWM信号、22d・・・PWM信号、22e・・・PWM信号、22f・・・PWM信号、22g・・・PWM信号、22h・・・PWM信号、22i・・・PWM信号、22j・・・PWM信号、22k・・・PWM信号、22l・・・PWM信号、25・・・直流電流センサ診断部、25a・・・直流電流センサ診断部、25b・・・直流電流センサ診断部、26・・・推定直流電流計算部、26a・・・推定直流電流計算部、28・・・比較部、28a・・・比較部、28b・・・比較部、29・・・補正值計算部、ldcc・・・補正後の推定直流電流値、Du・・・デューティ値、Dv・・・デューティ値、Dw・・・デューティ値、Du1・・・デューティ値、Du2・・・デューティ値、Dv1・・・デューティ値、Dv2・・・デューティ値、Dw1・・・デューティ値、Dw2・・・デューティ値、lc・・・補正值、ldce1・・・推定直流電流値、ldce2・・・推定直流電流値、ldcs・・・直流電流センサ値、lus・・・交流電流センサ値、lvs・・・交流電流センサ値、lws・・・交流電流センサ値

請求の範囲

- [請求項1] インバータ回路を制御するインバータ制御装置において、
デューティ値と交流電流センサが出力する交流電流センサ値に基づいて推定直流電流値を計算し、
前記推定直流電流値と直流電流センサが出力する直流電流センサ値に基づいて前記直流電流センサの診断を行うインバータ制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のインバータ制御装置において、
前記交流電流センサ値の交流電流値の和に基づいて前記推定直流電流値を補正し、補正後の推定直流電流値と前記直流電流センサ値に基づいて前記直流電流センサの診断を行うインバータ制御装置。
- [請求項3] 請求項2に記載のインバータ制御装置において、
前記補正後の推定直流電流値にフィルタ処理を行い、フィルタ後の推定直流電流値と前記直流電流センサ値に基づいて前記直流電流センサの診断を行うインバータ制御装置。
- [請求項4] 請求項1ないし請求項3に記載のいずれかのインバータ制御装置において、
前記直流電流センサが異常であると判断したとき、異常通知信号を出力するインバータ制御装置。
- [請求項5] 請求項4に記載のインバータ制御装置において、
目標トルクに従ってモータが駆動するように前記インバータ回路を制御し、
前記直流電流センサが異常であると判断したとき、前記モータが駆動しないように前記インバータ回路を制御することを特徴とするインバータ制御装置。
- [請求項6] インバータ回路と、交流電流センサと、直流電流センサと、インバータ制御部と、を備える電力変換装置において、
前記インバータ制御部は、目標トルクに従ってモータが駆動するように前記インバータ回路を制御するとともに、デューティ値と前記交

流電流センサ値に基づいて推定直流電流値を演算し、

前記推定直流電流値と直流電流センサが出力する直流電流センサ値に基づいて前記直流電流センサの診断を行う電力変換装置。

[請求項7]

請求項6に記載の電力変換装置において、

前記インバータ制御部は、前記交流電流センサ値の交流値の和に基づいて前記推定直流電流値を補正し、補正後の推定直流電流値と前記直流電流センサ値に基づいて前記直流電流センサの診断を行う電力変換装置。

[請求項8]

請求項7に記載の電力変換装置において、

前記インバータ制御部は、前記補正後の推定直流電流値にフィルタ処理を行い、フィルタ後の推定直流電流値と前記直流電流センサ値に基づいて前記直流電流センサの診断を行う電力変換装置。

[請求項9]

請求項6ないし請求項8に記載のいずれかの電力変換装置において、

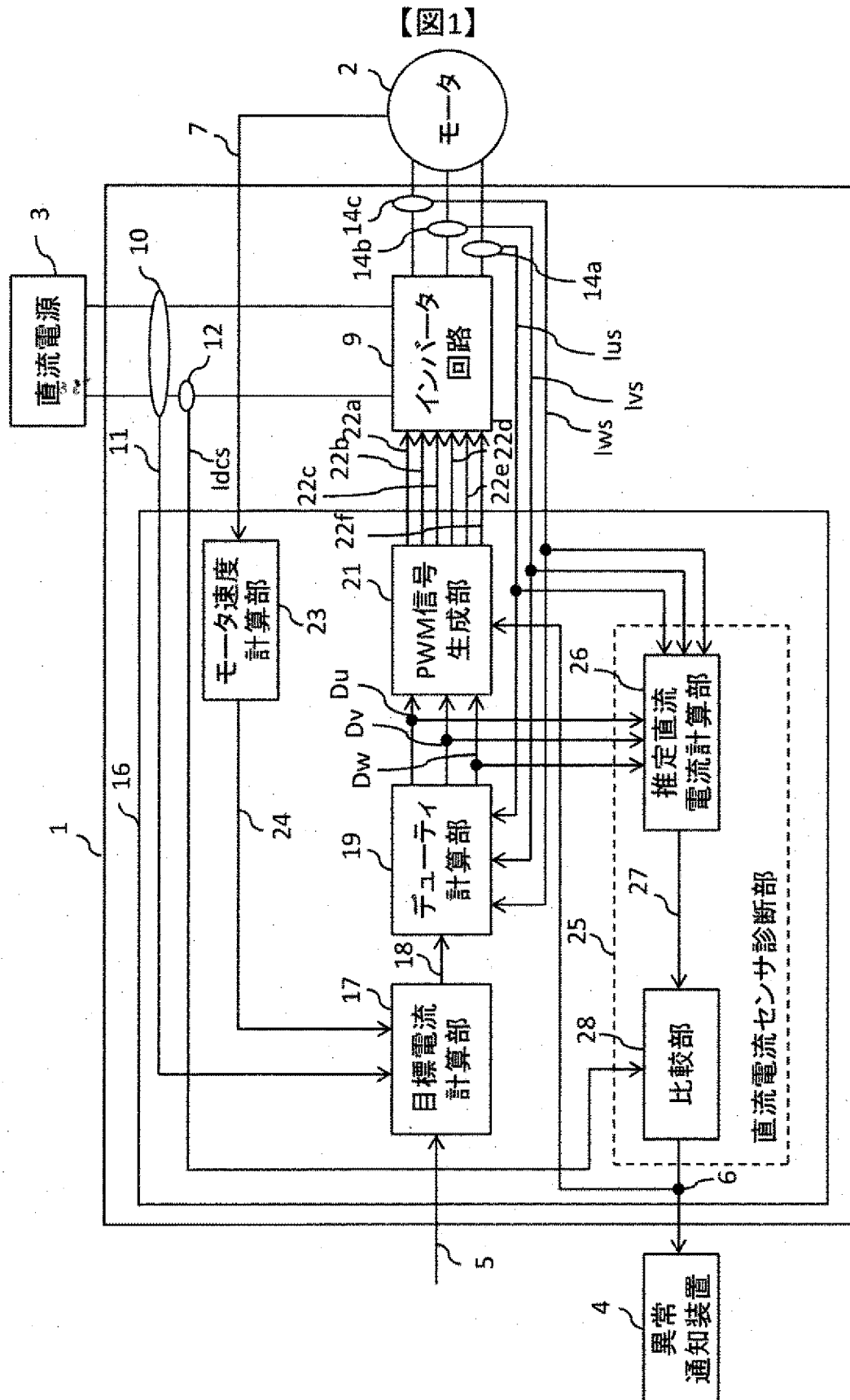
前記インバータ制御部は、前記直流電流センサが異常であると判断したとき、異常通知信号を出力する電力変換装置。

[請求項10]

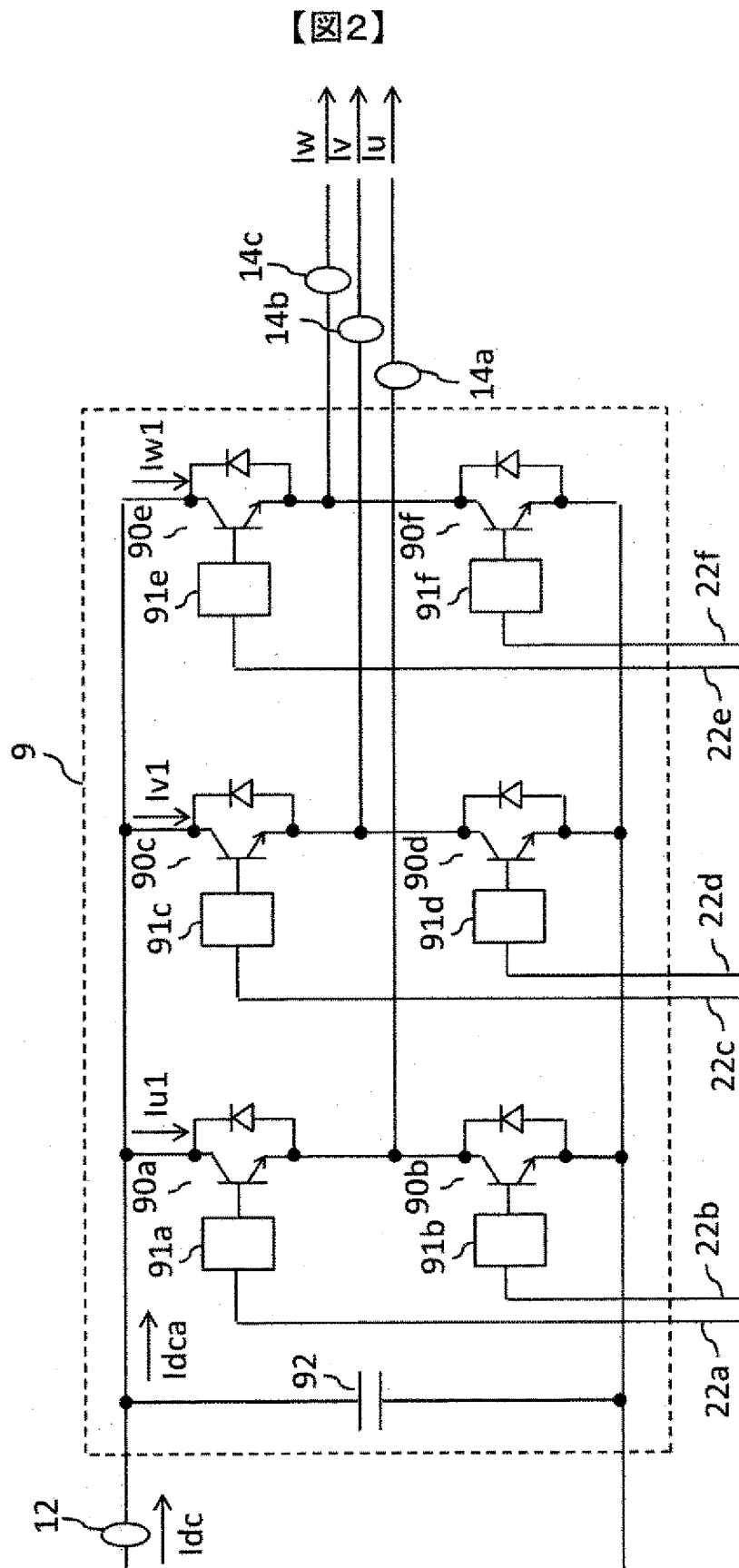
請求項9に記載の電力変換装置において、

前記インバータ制御部は、前記直流電流センサが異常であると判断したとき、前記モータが駆動しないように前記インバータ回路を制御する電力変換装置。

【図1】

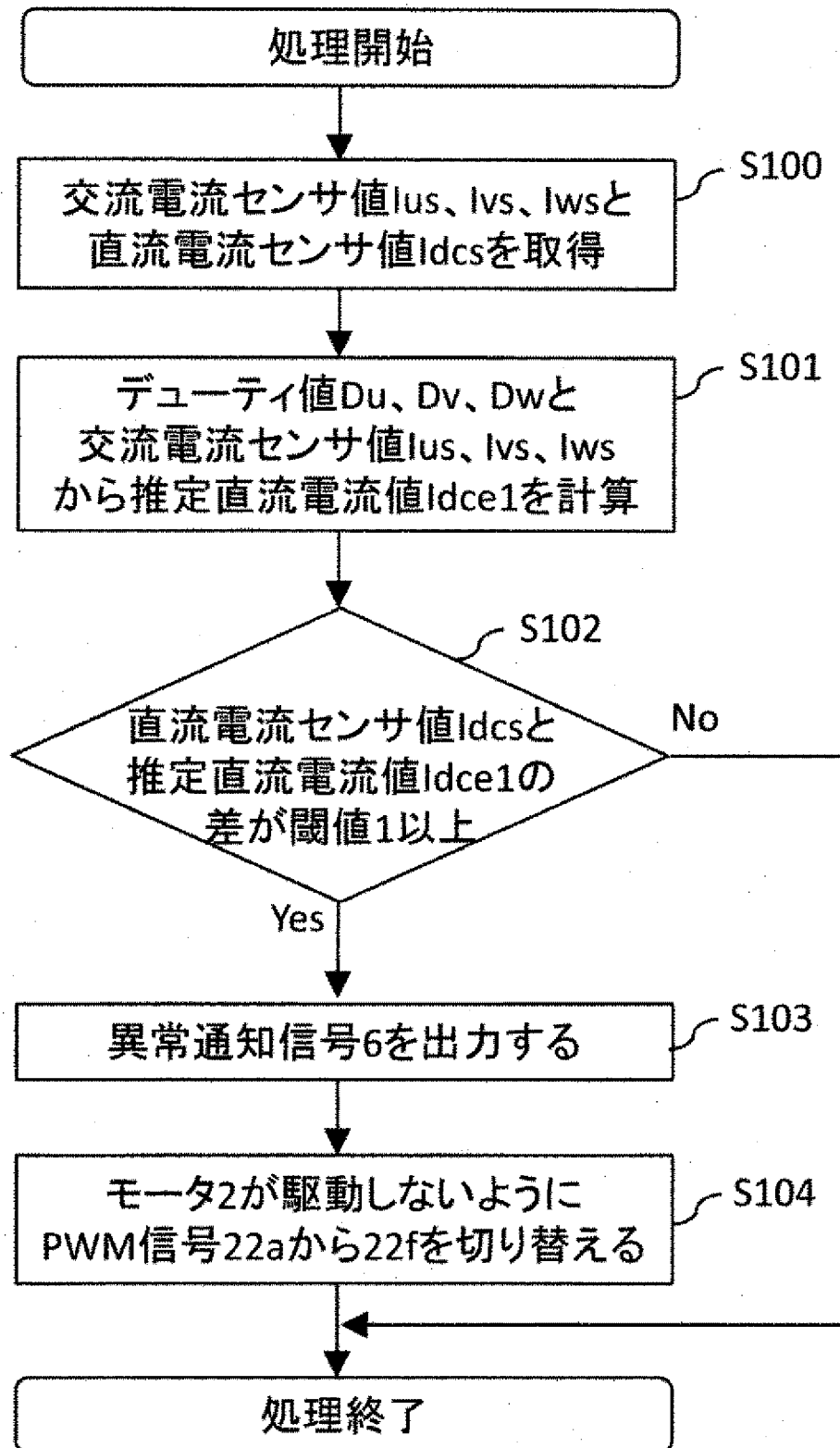


【図2】

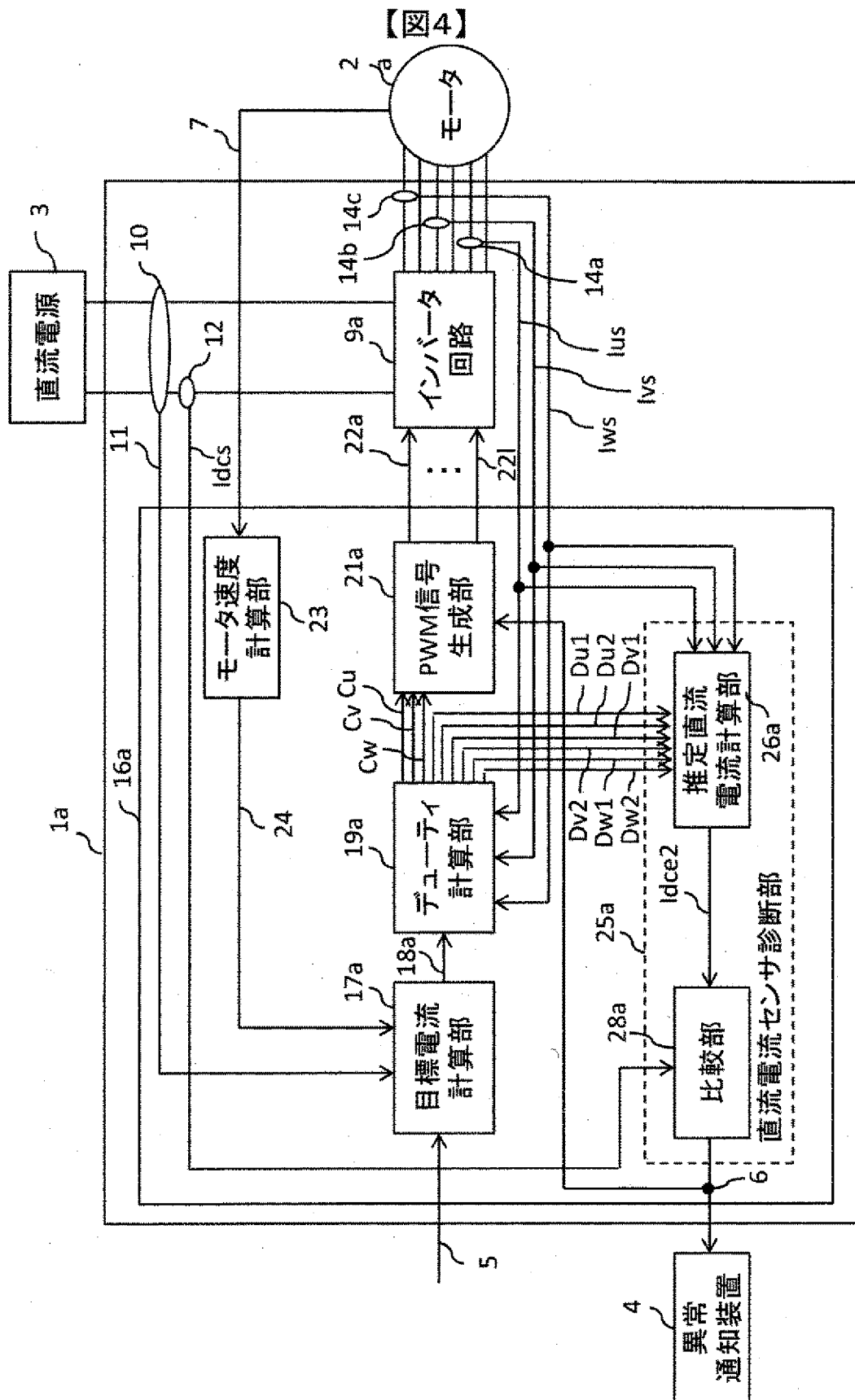


[図3]

【図3】

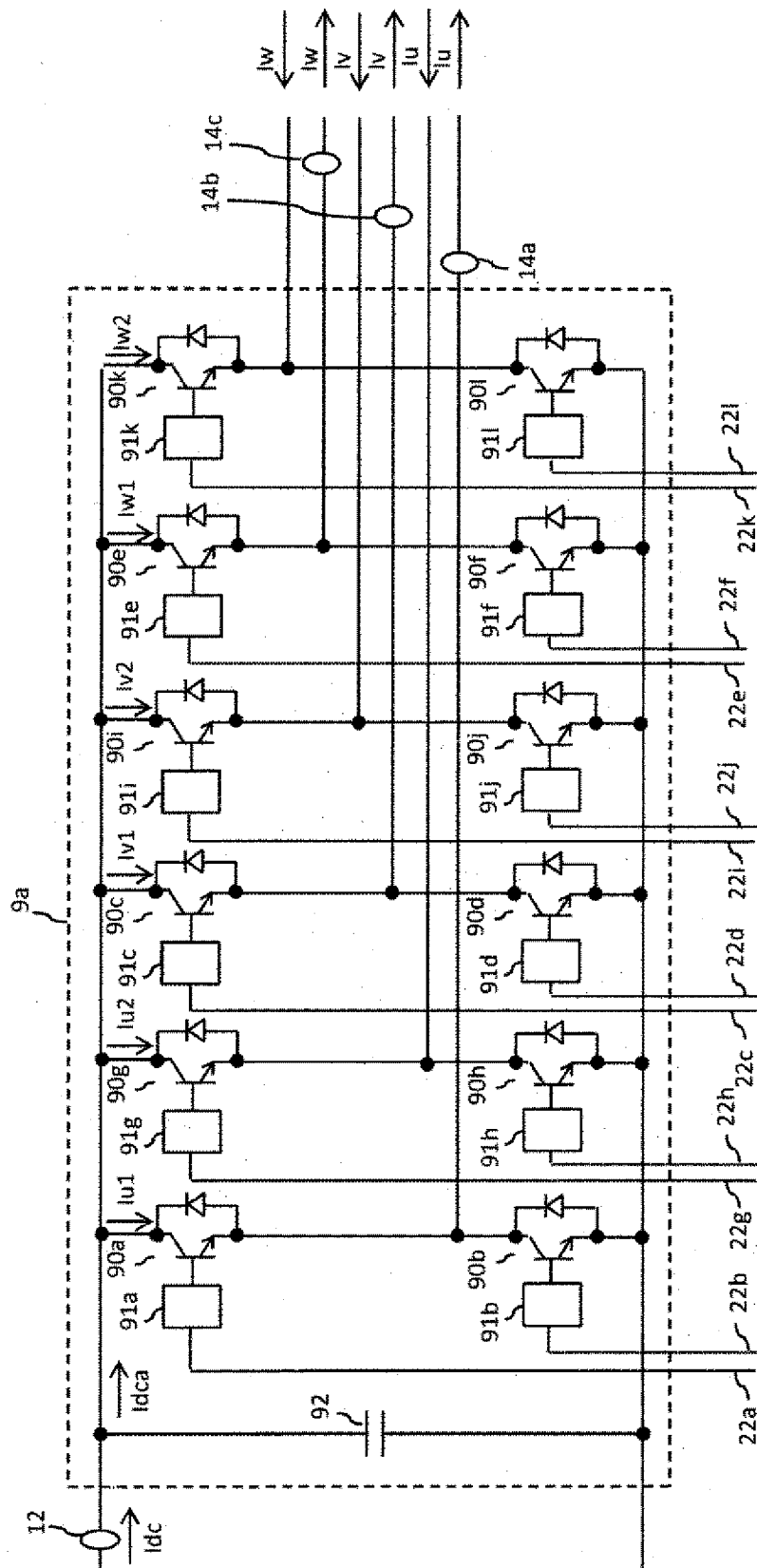


【図4】



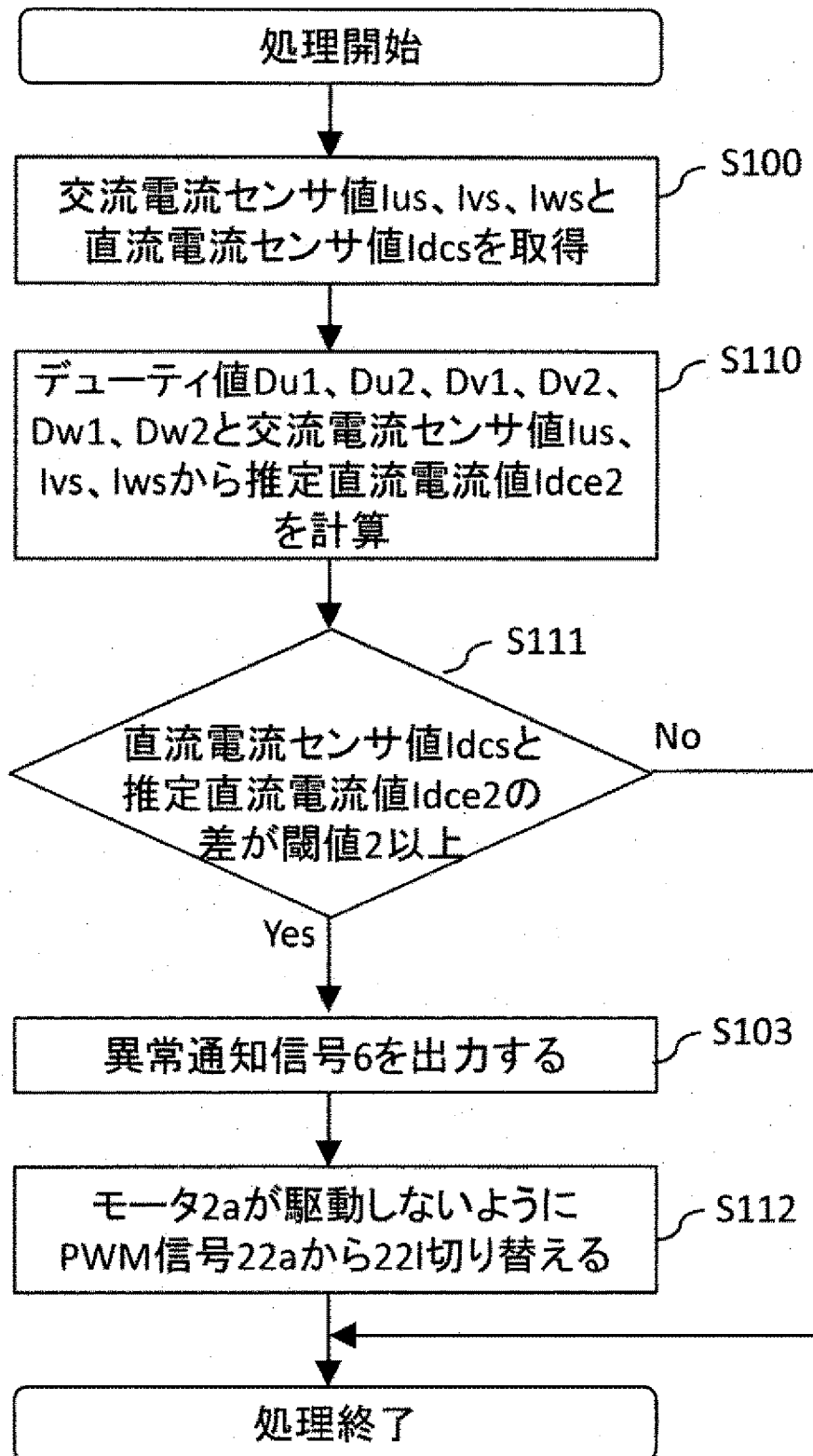
[図5]

【図5】

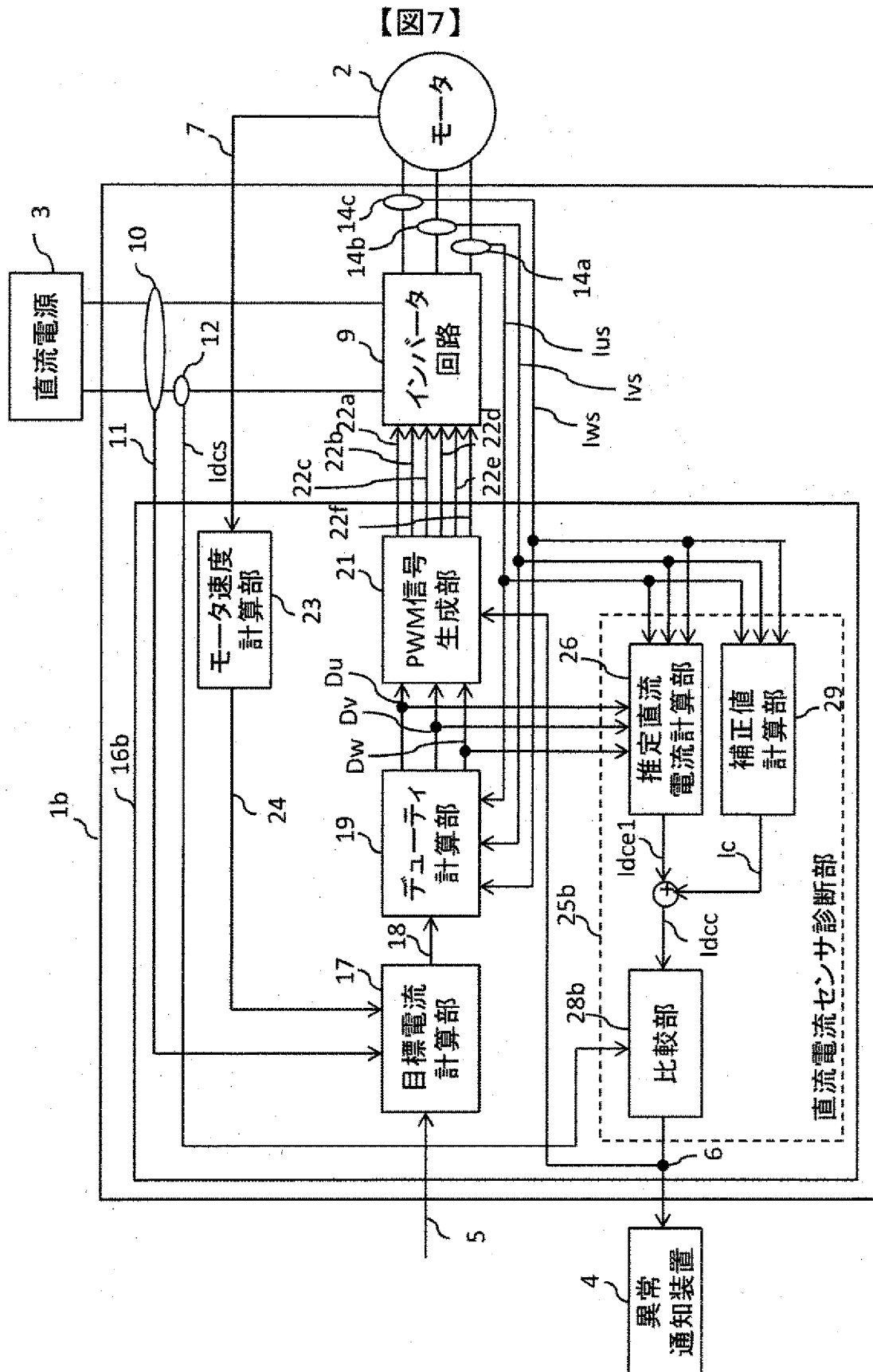


[図6]

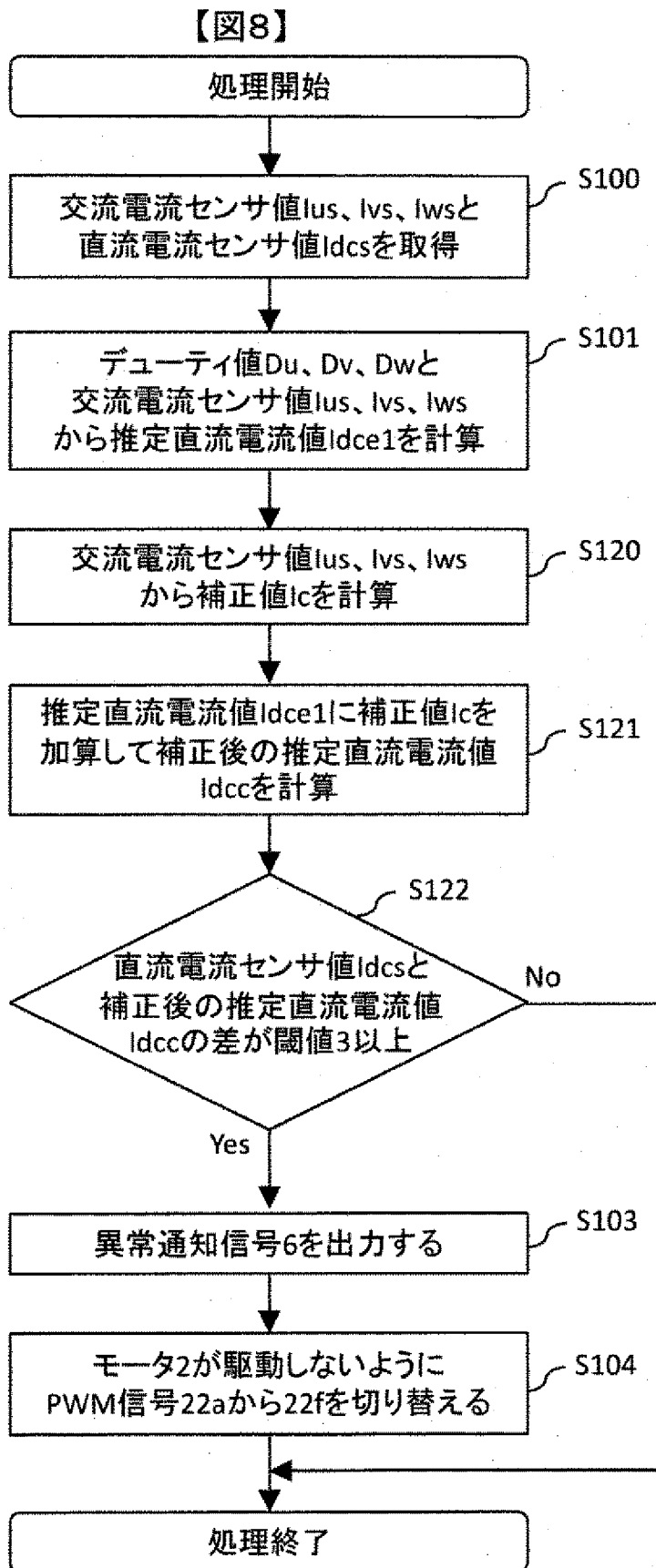
【図6】



【図7】

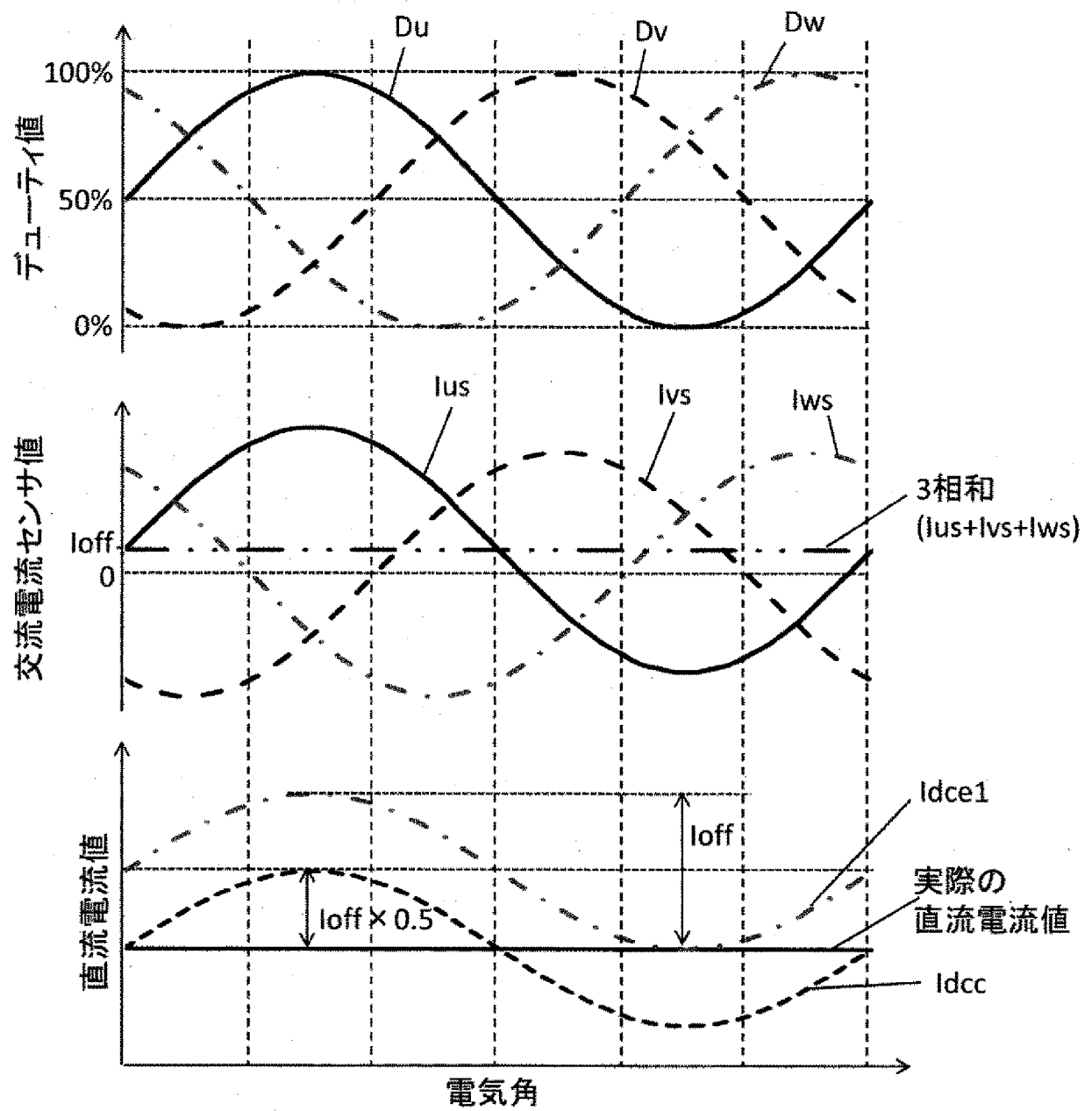


[図8]



[図9]

【図9】



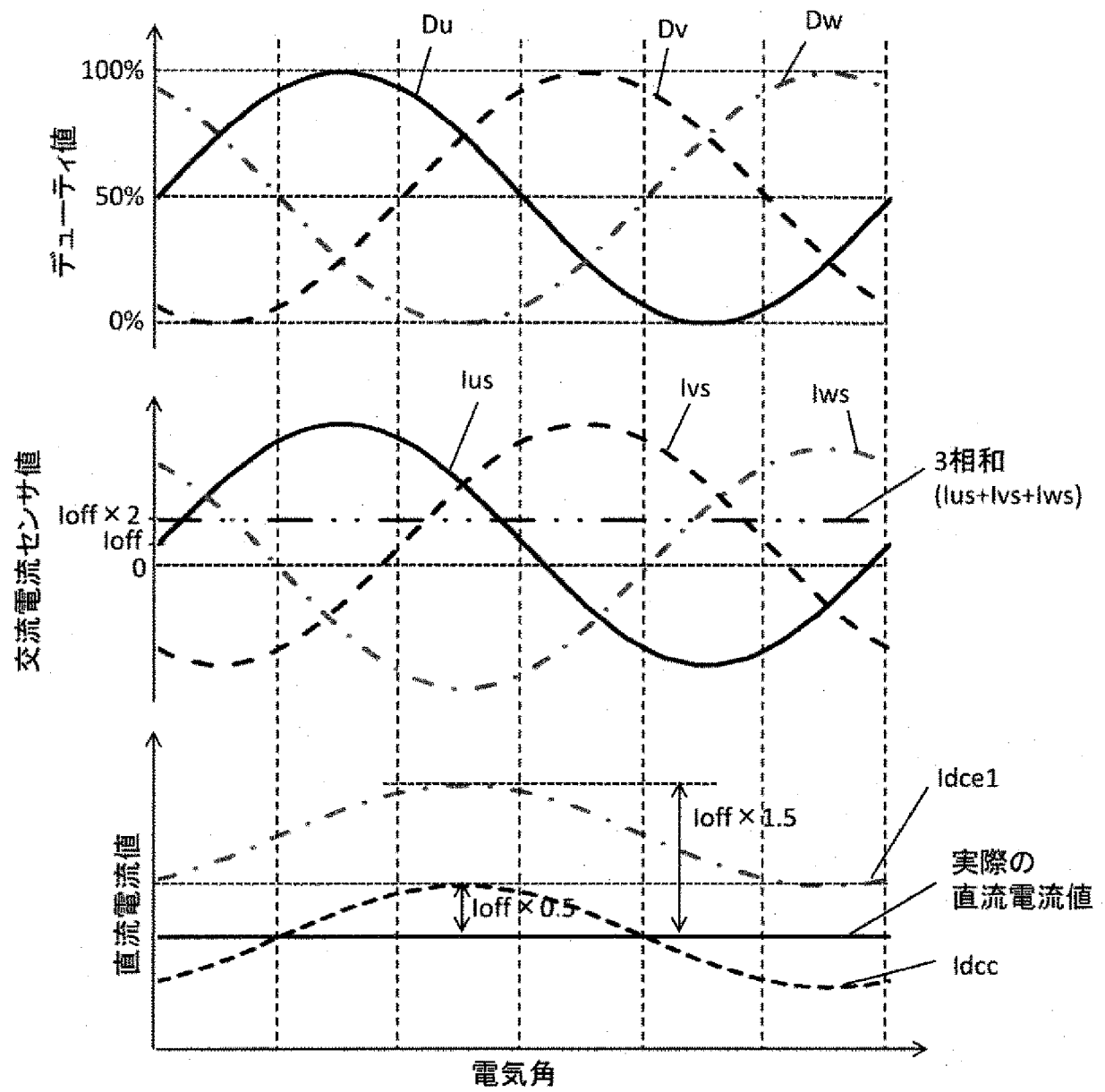
[図10]

【図10】

補正係数K の値	補正量 I_c	補正後の推定直流電流値 I_{dcc} と 実際の直流電流の誤差(最大値)	補正後の推定直流電流値 I_{dcc} の 平均値と実際の直流電流の誤差
0.0	0	I_{off}	$I_{off} \times 0.5$
0.1	$I_{off} \times 0.1$	$I_{off} \times 0.9$	$I_{off} \times 0.4$
0.2	$I_{off} \times 0.2$	$I_{off} \times 0.8$	$I_{off} \times 0.3$
0.3	$I_{off} \times 0.3$	$I_{off} \times 0.7$	$I_{off} \times 0.2$
0.4	$I_{off} \times 0.4$	$I_{off} \times 0.6$	$I_{off} \times 0.1$
0.5	$I_{off} \times 0.5$	$I_{off} \times 0.5$	0
0.6	$I_{off} \times 0.6$	$I_{off} \times 0.6$	$I_{off} \times 0.1$
0.7	$I_{off} \times 0.7$	$I_{off} \times 0.7$	$I_{off} \times 0.2$
0.8	$I_{off} \times 0.8$	$I_{off} \times 0.8$	$I_{off} \times 0.3$
0.9	$I_{off} \times 0.9$	$I_{off} \times 0.9$	$I_{off} \times 0.4$
1.0	I_{off}	I_{off}	$I_{off} \times 0.5$

[図11]

【図11】



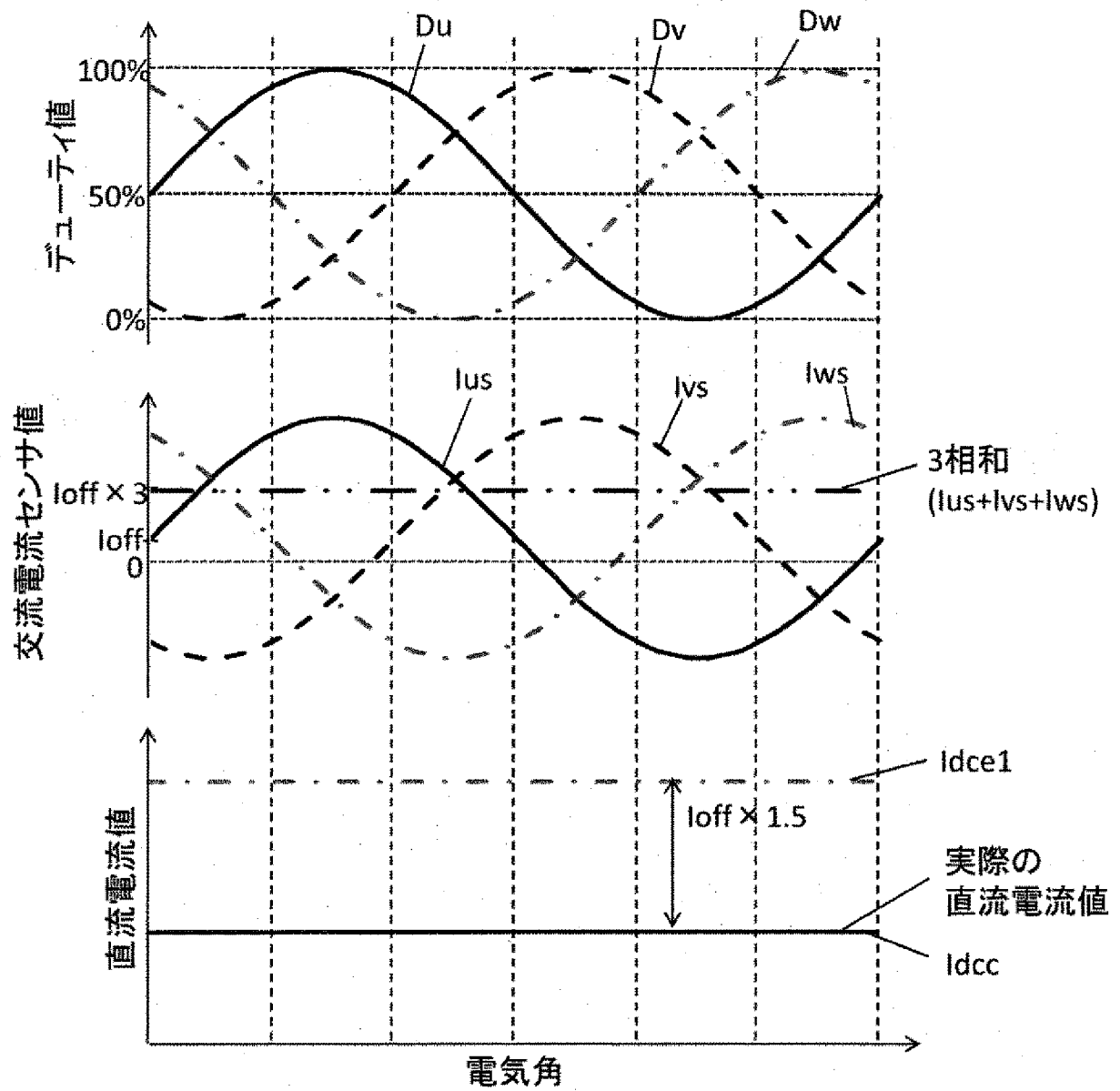
[図12]

【図12】

補正係数K の値	補正量Ic	補正後の推定直流電流値Idccと 実際の直流電流の誤差(最大値)	補正後の推定直流電流値Idccの 平均値と実際の直流電流の誤差
0.0	0	$I_{off} \times 1.5$	$I_{off} \times 1.0$
0.1	$I_{off} \times 0.2$	$I_{off} \times 1.3$	$I_{off} \times 0.8$
0.2	$I_{off} \times 0.4$	$I_{off} \times 1.1$	$I_{off} \times 0.6$
0.3	$I_{off} \times 0.6$	$I_{off} \times 0.9$	$I_{off} \times 0.4$
0.4	$I_{off} \times 0.8$	$I_{off} \times 0.7$	$I_{off} \times 0.2$
0.5	$I_{off} \times 1.0$	$I_{off} \times 0.5$	0
0.6	$I_{off} \times 1.2$	$I_{off} \times 0.7$	$I_{off} \times 0.2$
0.7	$I_{off} \times 1.4$	$I_{off} \times 0.9$	$I_{off} \times 0.4$
0.8	$I_{off} \times 1.6$	$I_{off} \times 1.1$	$I_{off} \times 0.6$
0.9	$I_{off} \times 1.8$	$I_{off} \times 1.3$	$I_{off} \times 0.8$
1.0	$I_{off} \times 2.0$	$I_{off} \times 1.5$	$I_{off} \times 1.0$

[図13]

【図13】



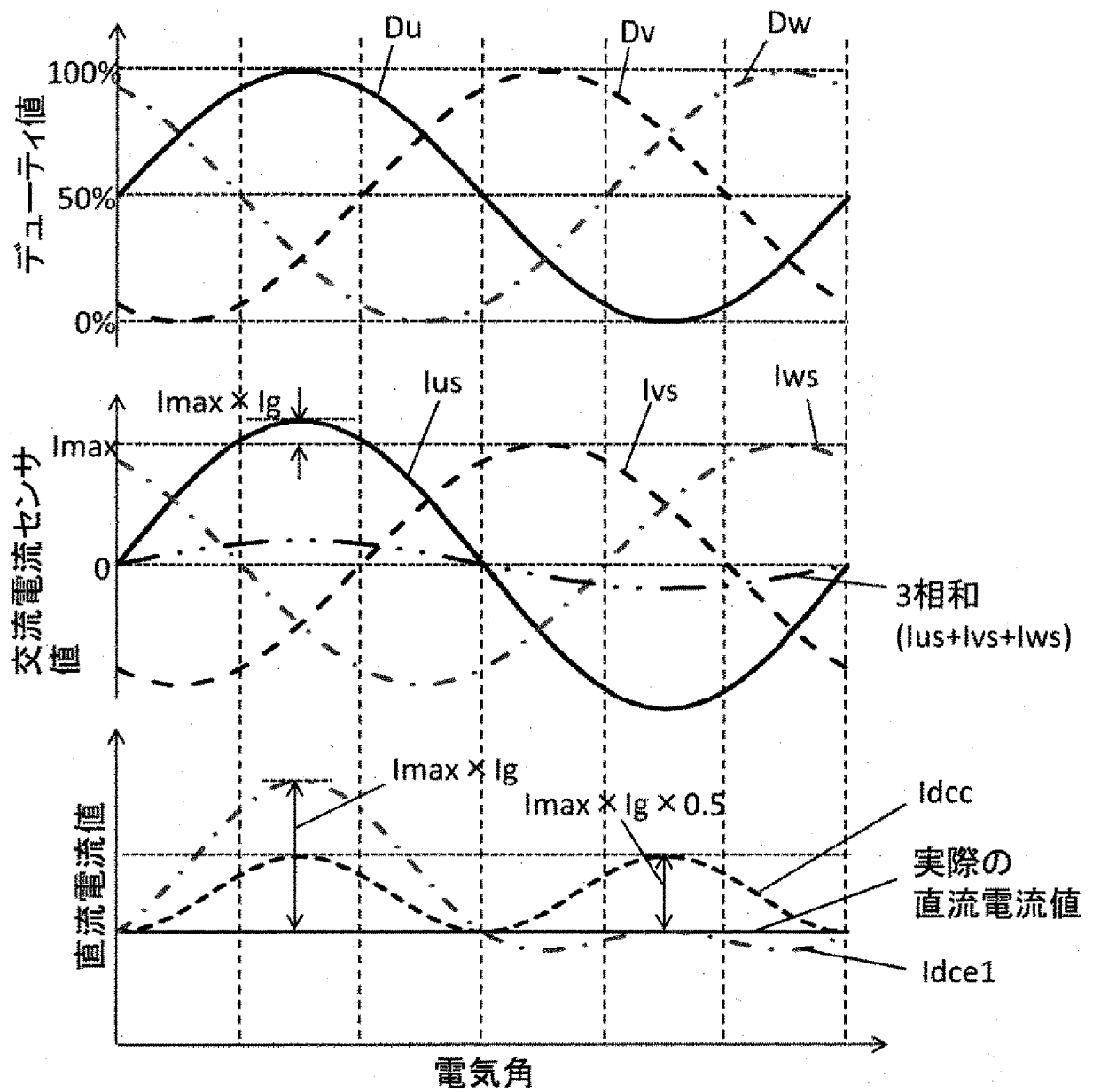
[図14]

【図14】

補正係数K の値	補正量Ic	補正後の推定直流電流値Idccと 実際の直流電流の誤差(最大値)	補正後の推定直流電流値Idccの 平均値と実際の直流電流の誤差
0.0	0	$I_{off} \times 1.5$	$I_{off} \times 1.5$
0.1	$I_{off} \times 0.3$	$I_{off} \times 1.2$	$I_{off} \times 1.2$
0.2	$I_{off} \times 0.6$	$I_{off} \times 0.9$	$I_{off} \times 0.9$
0.3	$I_{off} \times 0.9$	$I_{off} \times 0.6$	$I_{off} \times 0.6$
0.4	$I_{off} \times 1.2$	$I_{off} \times 0.3$	$I_{off} \times 0.3$
0.5	$I_{off} \times 1.5$	0	0
0.6	$I_{off} \times 1.8$	$I_{off} \times 0.3$	$I_{off} \times 0.3$
0.7	$I_{off} \times 2.1$	$I_{off} \times 0.6$	$I_{off} \times 0.6$
0.8	$I_{off} \times 2.4$	$I_{off} \times 0.9$	$I_{off} \times 0.9$
0.9	$I_{off} \times 2.7$	$I_{off} \times 1.2$	$I_{off} \times 1.2$
1.0	$I_{off} \times 3.0$	$I_{off} \times 1.5$	$I_{off} \times 1.5$

[図15]

【図15】



[図16]

【図16】

補正係数K の値	補正量 i_c	補正後の推定直流電流値 I_{dcc} と 実際の直流電流の誤差(最大値)	補正後の推定直流電流値 I_{dcc} の 平均値と実際の直流電流の誤差
0.0	0	$I_{max} \times I_g \times 1.0$	$I_{max} \times I_g \times 0.25$
0.1	$I_u \times I_g \times 0.1$	$I_{max} \times I_g \times 0.9$	$I_{max} \times I_g \times 0.25$
0.2	$I_u \times I_g \times 0.2$	$I_{max} \times I_g \times 0.8$	$I_{max} \times I_g \times 0.25$
0.3	$I_u \times I_g \times 0.3$	$I_{max} \times I_g \times 0.7$	$I_{max} \times I_g \times 0.25$
0.4	$I_u \times I_g \times 0.4$	$I_{max} \times I_g \times 0.6$	$I_{max} \times I_g \times 0.25$
0.5	$I_u \times I_g \times 0.5$	$I_{max} \times I_g \times 0.5$	$I_{max} \times I_g \times 0.25$
0.6	$I_u \times I_g \times 0.6$	$I_{max} \times I_g \times 0.6$	$I_{max} \times I_g \times 0.25$
0.7	$I_u \times I_g \times 0.7$	$I_{max} \times I_g \times 0.7$	$I_{max} \times I_g \times 0.25$
0.8	$I_u \times I_g \times 0.8$	$I_{max} \times I_g \times 0.8$	$I_{max} \times I_g \times 0.25$
0.9	$I_u \times I_g \times 0.9$	$I_{max} \times I_g \times 0.9$	$I_{max} \times I_g \times 0.25$
1.0	$I_u \times I_g \times 1.0$	$I_{max} \times I_g \times 1.0$	$I_{max} \times I_g \times 0.25$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/014770

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M7/48 (2007.01) 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)

H02M7/48, H02M3/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2013-21857 A (Toyota Motor Corp.), 31 January 2013 (31.01.2013), (Family: none)	1-10
A	JP 2005-27379 A (Honda Motor Co., Ltd.), 27 January 2005 (27.01.2005), (Family: none)	1-10
A	JP 11-355903 A (Denso Corp.), 24 December 1999 (24.12.1999), (Family: none)	1-10
A	JP 2011-91962 A (Toyota Motor Corp.), 06 May 2011 (06.05.2011), (Family: none)	1-10

☐ 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
01 June 2017 (01.06.17)

Date of mailing of the international search report
13 June 2017 (13.06.17)

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. H02M7/48(2007.01)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. H02M7/48, H02M3/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2013-21857 A（トヨタ自動車株式会社）2013.01.31 （ファミリーなし）	1-10
A	JP 2005-27379 A（本田技研工業株式会社）2005.01.27 （ファミリーなし）	1-10
A	JP 11-355903 A（株式会社デンソー）1999.12.24 （ファミリーなし）	1-10

☒ 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

01.06.2017

国際調査報告の発送日

13.06.2017

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）

木村 励

5G

4092

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

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 2011-91962 A (トヨタ自動車株式会社) 2011. 05. 06 (ファミリーなし)	1-10