

(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
2017年1月5日(05.01.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/002593 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 6/18 (2016.01) B62D 6/00 (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) B62D 119/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/067499
- (22) 国際出願日: 2016年6月13日(13.06.2016)
- (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 2015-129458 2015年6月29日(29.06.2015) 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: 原 崇文(HARA Takafumi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 安島 俊幸(AJIMA Toshiyuki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 佐々木 光雄(SASAKI Mitsuo); 〒2438510 神奈川県厚木市恩名四丁目7番1号 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 岩路 善尚(IWAJI Yoshitaka); 〒1008280 東京都千代

田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 青柳 滋久(AOYAGI Shigehisa); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 久積 巧(HISAZUMI Takumi); 〒2438510 神奈川県厚木市恩名四丁目7番1号 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: ポレール特許業務法人(POLAIRE I.P.C.); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目13番11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, BN, 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

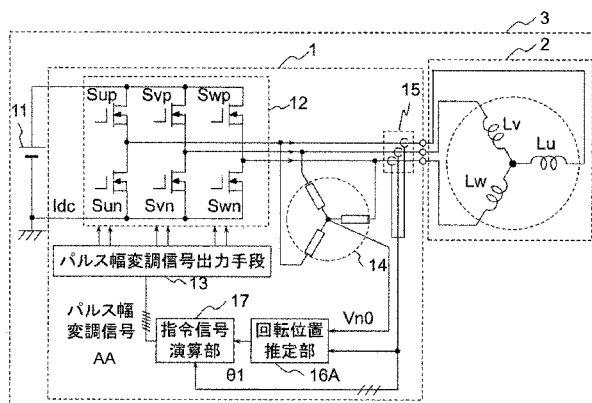
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR ELECTRIC POWER STEERING DEVICE, AND ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 電動パワーステアリング装置の制御装置及び電動パワーステアリング装置

【図1】



- 13 Pulse width modulation signal output means
16A Rotary position estimation unit
17 Command signal computation unit
AA Pulse width modulation signal

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an electric power steering device that improves reliability of a drive device of a three-phase synchronous motor, without increasing the cost of the drive device. This control device for an electric power steering device controls the electric power steering device in which a three-phase synchronous motor is used as auxiliary force for steering, the control device being characterized by comprising: a rotational position estimation unit for estimating the position of a rotor of the three-phase synchronous motor on the basis of a neutral point potential or a virtual neutral point potential of the three-phase synchronous motor; and a command signal computing unit that computes a command signal of the three-phase synchronous motor on the basis of the position of the rotor which has been estimated by the rotary position estimation unit.

(57) 要約: 本発明の目的は、駆動装置のコストを増大することなく、三相同期電動機の駆動装置の信頼性を向上させる電動パワーステアリング装置を提供することにある。本発明に係る電動パワーステアリング装置の制御装置は、操舵の補助力として三相同期電動機が用いられる電動パワーステアリング装置を制御する制御装置であって、前記三相同期電動機の中性点電位または仮想中性点電位に基づき前記三相同期電動機の回転子の位置を推定する回転位置推定部と、

前記回転位置推定部によって推定された前記回転子の位置に基づき前記三相同期電動機の指令信号を演算する指令信号演算部と、を備えることを特徴とする。



ロツパ (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))

明 細 書

発明の名称：

電動パワーステアリング装置の制御装置及び電動パワーステアリング装置 技術分野

[0001] 本発明は、電動パワーステアリング装置の制御装置および電動パワーステアリング装置に関する。

背景技術

[0002] 電動パワーステアリング装置では、小型・高効率の三相同期電動機が用いられている。しかし、三相同期電動機では一般に、磁石を備えた回転子の回転位置をホールICなどの磁気検出素子で検出し、その検出結果に基づき、固定子側の電機子コイルを順次励磁して回転子を回転させている。加えて、精密な回転位置検出器であるレゾルバやエンコーダ、GMRセンサなどを用いることで、正弦波電流での駆動を実現でき、トルクリプルなどの振動や騒音の低減を図っている。

[0003] 三相同期電動機は、この回転位置検出器が故障すると、すぐに回転できなくなる。これは、回転位置検出器にホールIC以外のレゾルバやエンコーダ、GMRセンサを用いた場合も同様である。このように、回転位置検出器の故障は、電動パワーステアリング装置において作動不良や異常運転の原因となるため、改善が求められてきた。

[0004] 特許文献1では、この回転位置検出器の故障のとき、回転位置検出器以外に、三相同期電動機の磁石により誘起された誘起電圧と電流から位置を推定する回転位置推定手段を、回転位置検出器の出力の代替として使用することで、回転位置検出器の故障時にも三相同期電動機を安定して駆動することができる。しかし、この回転位置推定手段は、三相同期電動機の回転速度が定格速度10%より低い速度のとき誘起電圧がノイズに埋もれてしまうため、低速で回転子の位置を検知することができなかった。特に、電動パワーステアリングでは、操舵をアシストするのに使用する三相同期電動機の回転速度

が零速、もしくは零速近傍の低速で使用されるため、特許文献 1 の回転位置推定手段は、位置を推定できないという課題があった。

[0005] 零速および低速で回転位置を推定できない誘起電圧に基づく回転位置推定手段の代わりに、通常 1 個の回転位置検出器を 2 個以上と増加させることで、回転位置検出器の零速および低速での回転位置精度を故障前と同等の精度で検出することができる。しかし、電動パワーステアリングでは、搭載スペースやコストの制約から、ハード系の回転位置検出器を増加させることは困難である。

[0006] これらの課題に対して、例えば特開 2009-189176 号公報（特許文献 2）にあるように、仮想中性点電位による同期電動機の 120 度通電制御を基礎とした低速度域におけるソフト系の回転位置推定手段が提案されており、誘起電圧の小さい低速度領域においても三相同期電動機を制御することができるようになってきている。加えて、特開 2013-55744 号公報（特許文献 3）のように、三相巻線の中性点電位から回転位置を推定する回転位置推定手段が提案されており、誘起電圧の小さい低速度領域においても同期電動機を正弦波で駆動できるようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献 1：特開 2010-022196 号公報

特許文献 2：特開 2009-189176 号公報

特許文献 3：特開 2013-055744 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献 1 に記載のものは、回転位置検出器の故障に際してハード系の回転位置検出器の代わりにソフト系の回転位置推定手段を使用することで、電動パワーステアリングに求められる継続駆動を実現できるが、電動パワーステアリングで頻繁に使用される三相同期電動機の動作領域で位置推定できな

いという課題があった。

[0009] 特許文献2、特許文献3に記載のものは、仮想中性点電位もしくは中性点電位により回転子の位置を推定することで、電動パワーステアリングで頻繁に使用される三相同期電動機の動作領域で位置推定できるが、電動パワーステアリングで元々使用されていた位置検出器との併用や位置検出器の故障時の対応については示されていない。

[0010] 本発明の目的は、駆動装置のコストを増大することなく、三相同期電動機の駆動装置の信頼性を向上させる電動パワーステアリング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] 本発明に係る電動パワーステアリング装置の制御装置は、操舵の補助力として三相同期電動機が用いられる電動パワーステアリング装置を制御する制御装置であって、前記三相同期電動機の中性点電位または仮想中性点電位に基づき前記三相同期電動機の回転子の位置を推定する回転位置推定部と、前記回転位置推定部によって推定された前記回転子の位置に基づき前記三相同期電動機の指令信号を演算する指令信号演算部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明の望ましい実施の形態に関わる電動パワーステアリング装置によれば、電動パワーステアリングにおいて三相同期電動機が頻繁に使用される零速もしくは低速の動作領域において、中性点電位もしくは仮想中性点電位のいずれかの信号に基づき回転子の位置を推定し、三相同期電動機を駆動することで操舵のアシストを継続することができる。

[0013] 本発明のその他の目的と特徴は、以下に述べる実施例で明らかにする。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]第1の実施形態における駆動装置の構成図である。

[図2]仮想中性点電位に基づく回転位置推定部16Aを示したブロック図である。

[図3]中性点電位に基づく回転位置推定部 16 Bを適用した駆動装置の構成図である。

[図4]第2の実施形態における駆動装置の構成図である。

[図5]検出位置判定部 18における処理である。

[図6]第3の実施形態における駆動装置の構成図である。

[図7]図6の回転位置比較手段 18の処理構成を示すフロー図である。

[図8]第4の実施形態における駆動装置の構成図である。

[図9]第4の実施形態におけるプリント回路板 1の構成である。

[図10]第5の実施形態における駆動装置の構成図である。

[図11]第6の実施形態における駆動装置の構成図である。

[図12]回転位置推定比較部 18の構成を示すブロック図である。

[図13]中性点電位の引き出し線のオープン故障での断線検知の概要である。

[図14]第7の実施形態における駆動装置の構成図である。

[図15]回転位置比較部 19の構成を示すブロック図である。

[図16]図15の回転位置比較手段 19 Aの処理構成を示すフロー図である。

[図17]電動パワーステアリング装置の構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照して、本発明に係る電力変換装置の実施の形態について説明する。なお、各図において同一要素については同一の符号を記し、重複する説明は省略する。

[0016] 図17は、電動パワーステアリング装置4の構成を示す図である。運転者がステアリングホイール41を操作すると、ステアリングホイール41の回転トルクをトルクセンサ42が検知する。トルクセンサ42が検知したトルクは駆動装置3に入力される。駆動装置3は、三相同期電動機2と、三相同期電動機2を駆動するプリント回路板1を有する。プリント回路板1は、トルクセンサ42が検知したトルクに応じて、三相同期電動機2を駆動する。三相同期電動機2は、当該トルクに応じた指令に基づいて、操舵を補助するためのトルクを出力する。三相同期電動機2の出力トルクは、ステアリング

アシスト機構 4 3 を介して操舵力をアシストし、ステアリング機構 4 4 へ出力される。そして、ステアリング機構 4 4 により、タイヤ 4 5 を転舵する。

[0017] 以下では、電動パワーステアリング装置を制御する制御装置の実施の形態として、トルクセンサ 4 2 が検知したトルクに基づいて操舵を補助するトルクを出力する駆動装置 3 および、駆動装置 3 を構成するプリント回路板 1 と三相同期電動機 2 の制御について説明する。以下の複数の実施形態で説明する本発明は、仮想中性点電位もしくは中性点電位に基づいた位置推定手段を、零速および定格速度 1 0 % 以下の低速が頻繁に使用される電動パワーステアリング装置に適用した点に特徴を有する。これにより、零速もしくは低速の動作領域においても三相同期電動機を駆動することで操舵のアシストを継続することができる。

[0018] (第 1 の実施形態)

図 1 は、第 1 の実施形態に係る駆動装置 3 の構成を示す図である。本実施形態に係る制御装置として特徴的な構成であるプリント回路板 1 の構成を、図 1 を用いて説明する。

[0019] 本実施形態のプリント回路板 1 は、インバータ 1 2、パルス幅変調信号出力手段 1 3、仮想中性点回路 1 4、電流および電圧検出部 1 5、回転位置推定部 1 6 A、指令信号演算部 1 7 を有する。インバータ 1 2 は、直流電源 1 1 から入力された直流電流を三相交流電流に変換し、三相同期電動機 2 に出力する。インバータ 1 2 を構成するスイッチング素子 $S_{up} \sim S_{wn}$ は、パルス幅変調信号出力手段 1 3 で演算されるパルス幅変調信号に基づいて、制御される。

[0020] 仮想中性点回路 1 4 から入力された仮想中性点電位 V_{n0} に基づき、回転位置推定部 1 6 A は、三相同期電動機 2 の回転位置情報を推定する。回転位置推定部 1 6 A の動作は、図 2 において後述する。回転位置推定部 1 6 A の出力信号は符号 $\theta 1$ で表される。回転位置情報推定値 $\theta 1$ に基づき、指令信号演算部 1 7 は、パルス幅変調信号を演算し、出力する。出力された前記パルス幅変調信号は、パルス幅変調信号出力手段 1 3 を介して、インバータ 1

2へ出力される。

[0021] 図2は、回転位置推定部16Aの構成を示すブロック図である。回転位置推定部16Aは、仮想中性点電位 V_{n0} に基づいて、回転位置推定 θ_1 を推定する。なお、本実施形態においては、仮想中性点電位に基づいて位置推定をしているが、中性点電位に基づく位置推定を使用しても良い。

[0022] 回転位置推定部16Aは、非通電相電位選択器161、基準レベル切替器162、比較器163、通電モード決定器164により構成される。

[0023] 非通電相電位選択器161は、通電モード決定器164の出力するモード指令を受けて、仮想中性点電位をサンプルホールドする。基準レベル切替器162は、モード指令に応じて正側基準電圧と負側基準電圧を設定し、非通電相電位選択器161と基準レベル切替器162を比較し、通電モード決定器164へ入力する。この構成によって、非通電相の必要な電位が得られることになる。以上のような構成とすることで、低速時の位置検出をセンサなしに行うことが実現できる。本実施形態の電動パワーステアリング装置の制御装置によれば、電動パワーステアリング装置で頻繁に使用される零速および定格速度10%以下の低速において、位置検出器がない状態での駆動をし、トルクを出力することができる。

[0024] 回転位置推定部16Aでは、仮想中性点電位からモード指令を演算し、位置とする方法を紹介したが、この方法は120度通電に基づく方法であるので、電流波形は歪む。そのため、図3に示すように、三相巻線の中性点を引き出した中性点電位に基づく位置推定手段である回転位置推定部16Bとしてもよい。

[0025] (第2の実施形態)

図4は、第2の実施形態に係る駆動装置3の構成を表すブロック図である。本実施形態の駆動装置3は、ハード系の位置検出器21と位置検出判定器18とを有する点を特徴とする。

[0026] 電動パワーステアリング装置では、位置検出の信頼性の観点から、三相同期電動機2の回転子の位置を検出する位置検出器が設けられている。本実施

形態では、検出位置判定部 18 によって、位置検出器 21 によって検出された位置が正常信号のときは、位置検出器 21 の出力 $\theta 3$ を用い、位置検出器 21 によって検出された位置が異常信号のときは、回転位置推定部 18 の出力 $\theta 1$ を用いる。

[0027] 位置検出器 21 によって検出された位置信号が正常信号から異常信号になったとき、位置検出器 21 の出力 $\theta 3$ から回転位置推定部 18 の出力 $\theta 1$ に急激に変化させると、モータの脱調や振動、騒音が発生してしまう。そこで、位置検出器 21 の出力 $\theta 3$ と回転位置推定部 18 の出力 $\theta 1$ に乖離が発生し、位置検出器が故障していると判定されたとき、検出位置判定部 18 は、図 5 に示すように位置検出器 21 の位置 $\theta 3$ と回転位置推定部 16 の位置 $\theta 1$ が略一致したところで位置信号を切り替える。

[0028] このような構成とすることで、位置検出器の位置情報に加えて位置推定部による位置情報を使用することができ、低コストに冗長な電動パワーステアリング装置を構成できる。また、位置検出器 21 が故障したときも切り替えショックが少なくドライバに違和感を与えない電動パワーステアリング装置を得ることができる。

[0029] 位置検出器 21 の信号が正常信号のとき、検出位置判定部 18 において回転位置推定部 16 の出力 $\theta 1$ と位置検出器 21 の出力 $\theta 3$ を比較し、位置検出器 21 の信号に合わせることで、回転位置推定部 16 で使用する三相同期電動機ごとの磁気飽和特性の個体差を調整することができる。結果として、複数の三相同期電動機の個体差の調整を低コストに実現できる。

[0030] 本実施形態である図 4 において、回転位置推定部 16 は、仮想中性点電位に基づく位置推定部 16 A を用いて説明しているが、中性点電位に基づく位置推定部 16 B を使用してもよい。

[0031] (第 3 の実施形態)

図 6 は、第 3 の実施形態に係る駆動装置 3 の構成を表すブロック図である。本実施形態の駆動装置 3 は、第 2 の実施形態と比較し、位置検出器 21 に加えて位置検出器 22 を備え、位置検出システムを冗長構成とする点が特徴

である。

[0032] 電動パワーステアリング装置では、位置検出信頼性の向上の観点から、三相同期電動機 2 の回転子の位置を検出する位置検出器が 2 個以上設けられていることが多い。本実施形態では、位置検出器が 2 個の場合を代表例として取り上げて述べる。

[0033] 位置検出器 2 個の構成において、一方の位置検出器が故障した場合、どちらの位置検出器が故障したかを判別することは困難である。そこで、本実施形態では、位置検出器 2 個に加えて、回転位置推定部 16 A を使用することで、位置検出器 2 1 と位置検出器 2 2 のうちのどちらが故障しているか判定することができる。したがって、正常な位置検出器を使用して電動パワーステアリング装置を駆動することができる。

[0034] 図 7 に、検出位置判定部 1 8 の処理構成を示すフロー図を示す。まず、位置検出器 2 1 と 2 2 の出力信号を比較し、一致している場合は位置検出器 2 1 の信号を用いる。位置検出器 2 1 の出力信号 $\theta 3$ と 2 2 の出力信号 $\theta 4$ が一致していない場合は、回転位置推定部 16 A の出力信号 $\theta 1$ と比較する。位置検出器 2 1 の出力信号 $\theta 3$ が回転位置推定部 16 A の出力信号 $\theta 1$ と一致した場合は、位置検出器 2 1 が正常と判断し、位置検出器 2 1 の出力信号 $\theta 3$ を用いる。位置検出器 2 2 の出力信号 $\theta 4$ が回転位置推定部 16 A の出力信号 $\theta 1$ と一致した場合は、位置検出器 2 2 が正常と判断し、位置検出器 2 2 の出力信号 $\theta 4$ を用いる。位置検出器 2 1 の出力信号 $\theta 3$ および位置検出器 2 2 の出力信号 $\theta 4$ が共に回転位置推定部 16 A の出力信号 $\theta 1$ と一致しない場合は、回転位置推定部 16 A の出力信号 $\theta 1$ を用いる。

[0035] このような構成とすることで、2 個ある位置検出器のうち 1 個が故障した場合であっても、回転位置推定部によっていずれの位置検出器が故障したかを特定することができる。そして、もう一方の位置検出器の位置情報を使用することで、位置検出器を使用した継続アシストを低コストで実現することができる。

[0036] (第 4 の実施形態)

図8は、第4の実施形態に係る駆動装置3の構成を表すブロック図である。本実施形態では回転位置推定部として特に、仮想中性点電位14に基づく方法について説明する。

[0037] 回転位置推定部16Aは、仮想中性点電位14に基づいて駆動される。仮想中性点回路14は、図9に示すように、マイコンが搭載されるプリント回路板1の上に設置される。このような構成とすることで、三相巻線の中性点電位の引き出し線が不要となり、プリント回路板1と三相同期電動機2との結線が容易となる。また、プリント回路板1上に仮想中性点回路14を設置することで、配線のノイズによる誤動作や検出電圧のリプルの増大を防ぐことができる。また、配線の長さも短くなり、コストを低減することができる。

[0038] この仮想中性点回路14の抵抗は、三相同期電動機2の巻線抵抗の100倍以上の抵抗値で構成される。このように、巻線抵抗と仮想中性点回路の抵抗に差をつけることで、三相巻線のインピーダンスと分離することができるため、磁気飽和による仮想中性点電位の変動を精度よく検出し、検出位置推定部16における位置精度を向上することができる。

[0039] 仮想中性点電位14に基づいて駆動される回転位置推定部16Aは、120度通電制御で駆動される。そのため、電気角の精度は±30度しかなく、高速回転では制御周期内での位置誤差が大きく、逆トルクの発生や脱調が発生する。そのため、三相同期電動機2の回転数が所定の回転数、例えば3000rpmより大きくなった場合、電流を0にしてアシストを停止させる。これにより、パワーステアリング装置の安定駆動を実現することができる。

[0040] (第5の実施形態)

図10は、第5の実施形態に係る駆動装置3の構成を表すブロック図である。本実施形態では、回転位置推定部16として特に、三相同期電動機2の三相巻線の中性点電位を用いる構成となっている。

[0041] このような構成とすることで、仮想中性点電位に基づく位置推定と異なり、正弦波での駆動が実現でき、トルク脈動による振動や騒音を低減すること

ができる。

[0042] (第6の実施形態)

図11は、第6の実施形態に係る駆動装置3の構成を表すブロック図である。本実施形態は、三相同期電動機2の三相巻線の中性点電位と仮想中性点電位の2つの信号を使用する点が特徴である。

[0043] 図12に、回転位置推定比較部18の構成を示す。回転位置推定比較部18は、仮想中性点電位に基づく位置推定を行う回転位置推定部16A、中性点電位に基づく位置推定を行う回転位置推定部16B、仮想中性点電位回路の故障や中性点電位の引き出し線の断線を検出する回転位置推定比較部18により構成される。

[0044] 回転位置推定比較部18では、仮想中性点電位と中性点電位を比較することで、仮想中性点電位回路に設置された抵抗のオープン故障や中性点電位の引き出し線のオープン故障での断線を検出する。

[0045] 中性点電位の引き出し線のオープン故障での断線検知の概要を、図13を用いて説明する。図13には、インバータ2の各相の上側アームに印加される電圧と、中性点電位 V_n および仮想中性点電位 V_{n0} の波形を示している。図13において、中性点電位 V_n は破線で、仮想中性点電位 V_{n0} は実線で示される。

[0046] 図13の上段に示すように、中性点電位引き出し線が断線していない場合には、インバータ2の上側アームが全てオンの期間において、仮想中性点電位 V_{n0} と中性点電位 V_n は一致する。しかし、中性点電位の引き出し線がオープン故障で断線したとき、図13の下段に示すように、仮想中性点電位と中性点電位が不一致となる。このように、中性点電位と仮想中性点電位とを比較することで、断線を検知する。

[0047] 仮想中性点電位に基づく位置推定を行う回転位置推定部16Aと中性点電位に基づく位置推定を行う回転位置推定部16Bのうちの一方の位置推定部が故障した場合、故障していないもう一方の回転位置推定部に切り替えることで、操舵アシストを継続することができる。仮想中性点電位と中性点電位

を備え、2つの電位を比較することで、中性点電位と仮想中性点電位の引き出し線の断線を別系統の回路を設けることなく、検知することができる。

[0048] (第7の実施形態)

図14は、第7の実施形態に係る駆動装置3の構成を表すブロック図である。本実施形態の駆動装置は、中性点電位と仮想中性点電位の2つの信号に加え、回転位置検出部21の信号を使用する点が特徴である。

[0049] 図15は、回転位置比較部19の構成を示す。回転位置比較部19は、仮想中性点電位に基づく位置推定を行う回転位置推定部16A、中性点電位に基づく位置推定を行う回転位置推定部16B、回転位置推定部の出力16A、16Bと回転位置検出器の出力 $\theta 3$ とを比較する回転位置比較手段19により構成される。

[0050] 図16は、回転位置比較手段19の処理構成を示すフロー図を示す。回転位置比較手段19では、位置検出器21の出力と回転位置推定部16Bの出力を比較し、これら2つの出力のうちどちらが故障しているかを回転位置推定部16Aの出力で判定する。位置検出器21と回転位置推定部16Bの出力信号 $\theta 2$ を比較し、一致している場合は位置検出器21の信号を用いる。位置検出器21の出力信号 $\theta 3$ と回転位置推定部16Bの出力信号 $\theta 2$ が一致していない場合は、回転位置推定部16Aの出力信号 $\theta 1$ と比較する。位置検出器21の出力信号 $\theta 3$ が回転位置推定部16Aの出力信号 $\theta 1$ と一致した場合は、位置検出器21が正常と判断し、位置検出器21の出力信号 $\theta 3$ を用いる。回転位置推定部16Bの出力信号 $\theta 2$ が回転位置推定部16Aの出力信号 $\theta 1$ と一致した場合は、回転位置推定部16Bの出力信号 $\theta 2$ を用いる。位置検出器21の出力信号 $\theta 3$ および回転位置推定部16Bの出力信号 $\theta 2$ が共に回転位置推定部16Aの出力信号 $\theta 1$ と一致しない場合は、回転位置推定部16Aの出力信号 $\theta 1$ を用いる。

[0051] このような構成とすることで、ハード系の位置検出器を1つとする構成でありながら、3重の冗長系を低コストで確保することができる。なお、本実施形態では、回転位置検出器が1個の例を紹介したが、2個以上とすること

で更なる冗長化を図ることができる。

符号の説明

[0052] 1 : プリント回路板, 11 : 直流電源, 12 : インバータ, 13 : パルス幅変調信号出力手段, 14 : 仮想中性点回路, 15 : 電流検出部、電圧検出部, 16 : 回転位置推定部, 161 : 非通電相電位選択器, 162 : 基準レベル切替器, 163 : 比較器, 164 : 通電モード決定器, 17 : 指令信号演算部, 18 : 回転位置推定比較部, 2 : 三相同期電動機, 3 : 駆動装置, 4 : 電動パワーステアリング装置, 41 : ステアリングホイール, 42 : トルクセンサ, 43 : ステアリングアシスト機構, 44 : ステアリング機構, 45 : タイヤ

請求の範囲

- [請求項1] 操舵の補助力として三相同期電動機が用いられる電動パワーステアリング装置を制御する制御装置であって、
- 前記三相同期電動機の中性点電位または仮想中性点電位に基づき前記三相同期電動機の回転子の位置を推定する回転位置推定部と、
- 前記回転位置推定部によって推定された前記回転子の位置に基づき前記三相同期電動機の指令信号を演算する指令信号演算部と、を備える電動パワーステアリング装置の制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において、
- 、
- 前記制御装置には、前記三相同期電動機の回転子の位置を検出する回転位置検出器によって検出された位置信号が入力され、
- 前記指令信号演算部は、前記回転位置検出器によって検出された前記回転子の位置または前記回転位置推定部によって推定された前記回転子の位置のいずれかに基づき前記三相同期電動機の指令信号を演算し、
- 前記指令信号演算部は、前記位置信号が異常である場合に、前記回転位置推定部によって推定された前記回転子の位置に基づき前記三相同期電動機の指令信号を演算する電動パワーステアリング装置の制御装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において、
- 、
- 前記制御装置には、前記三相同期電動機の回転子の位置を検出する第1の回転位置検出器によって検出された第1の位置信号と、前記三相同期電動機の回転子の位置を検出する第2の回転位置検出器によって検出された第2の位置信号と、が前記位置信号として入力される電動パワーステアリング装置の制御装置。
- [請求項4] 請求項2に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において

、

前記制御装置は、前記回転位置検出器によって検出された前記回転子の位置に基づいて、前記回転位置推定部が推定する前記回転子の位置を補正する電動パワーステアリング装置の制御装置。

[請求項5] 請求項2に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において

、

前記回転位置検出器によって検出された前記回転子の位置と、前記回転位置推定部によって推定された前記回転子の位置とが略一致するときに、前記回転位置検出器によって検出された前記回転子の位置に基づく前記三相同期電動機の指令信号の演算と、前記回転位置推定部によって推定された前記回転子の位置に基づく前記三相同期電動機の指令信号の演算とを切り替える電動パワーステアリング装置の制御装置。

[請求項6] 請求項2に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において

、

前記制御装置は、前記位置信号が異常であると判定された場合に、前記異常を検出する前に前記回転位置検出器によって検出された前記回転子の位置を保持したまま、前記回転位置推定部によって推定された前記回転子の位置に基づく前記三相同期電動機の指令信号の演算に切り替える電動パワーステアリング装置の制御装置。

[請求項7] 請求項2に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において

、

前記指令信号演算部は、前記位置信号が正常である場合に、前記回転位置検出器によって検出された前記回転子の位置に基づき前記三相同期電動機の指令信号を演算する電動パワーステアリング装置の制御装置。

[請求項8] 請求項1に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において

、

前記三相同期電動機の仮想中性点電位を出力する仮想中性点回路を備え、

前記回転位置推定部は、前記仮想中性点回路が出力する前記仮想中性点電位に基づき前記三相同期電動機の回転子の位置を推定する電動パワーステアリング装置の制御装置。

[請求項9] 請求項8に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において

、

前記仮想中性点回路は、前記制御装置を駆動するマイコンが搭載されるプリント回路板に搭載される電動パワーステアリング装置の制御装置。

[請求項10] 請求項8に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において

、

前記三相同期電動機の回転数が所定の回転数を超えたときに、前記三相同期電動機による操舵補助を停止する電動パワーステアリング装置の制御装置。

[請求項11] 請求項8に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において

、

前記仮想中性点回路の各抵抗値は、前記三相同期電動機の巻線抵抗の百倍以上とする電動パワーステアリング装置の制御装置。

[請求項12] 請求項1に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において

、

前記三相同期電動機の中性点電位を前記指令信号演算部に出力する中性点電位引き出し線を備え、

前記回転位置推定部は、前記三相同期電動機の中性点電位に基づき前記三相同期電動機の回転子の位置を推定する電動パワーステアリング装置の制御装置。

[請求項13] 請求項1に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において

、

前記三相同期電動機の仮想中性点電位を出力する仮想中性点回路と、

前記三相同期電動機の中性点電位を前記指令信号演算部に出力する中性点電位引き出し線と、を備え、

前記三相同期電動機の前記中性点電位と前記三相同期電動機の前記仮想中性点電位とを比較することによって前記中性点電位引き出し線の断線を検知する電動パワーステアリング装置の制御装置。

[請求項14] 請求項1に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において

、

前記回転位置推定部は、第1の回転位置推定部と第2の回転位置推定部とを有し、

前記指令信号演算部は、前記第1の回転位置推定部または第2の回転位置推定部によって推定された前記回転子の位置に基づき前記三相同期電動機の指令信号を演算する電動パワーステアリング装置の制御装置。

[請求項15] 請求項14に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において、

前記制御装置には、前記三相同期電動機の回転子の位置を検出する回転位置検出器によって検出された位置信号が入力され、

前記指令信号演算部は、前記回転位置検出器によって検出された前記回転子の位置または前記第1の回転位置推定部もしくは第2の回転位置推定部によって推定された前記回転子の位置に基づき前記三相同期電動機の指令信号を演算する電動パワーステアリング装置の制御装置。

[請求項16] 請求項1に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置において

、

前記回転位置推定部は、前記三相同期電動機の中性点電位または仮想中性点電位のいずれかのみに基づき前記三相同期電動機の回転子の

位置を推定する電動パワーステアリング装置の制御装置。

[請求項17]

操舵操作に応じて転舵輪を転舵させる操舵機構と、
前記操舵機構に操舵力を付与する三相同期電動機と、
前記三相同期電動機を駆動制御する制御装置と、
前記三相同期電動機の中性点電位または仮想中性点電位に基づき前記三相同期電動機の回転子の位置を推定する回転位置推定部と、
前記回転位置推定部によって推定された前記回転子の位置に基づき前記三相同期電動機の指令信号を演算する指令信号演算部と、を備える電動パワーステアリング装置。

[請求項18]

請求項17に記載の電動パワーステアリング装置において、
前記三相同期電動機の回転子の位置を検出する回転位置検出を備え、
前記指令信号演算部は、前記回転位置検出器によって検出された前記回転子の位置または前記回転位置推定部によって推定された前記回転子の位置のいずれかに基づき前記三相同期電動機の指令信号を演算し、
前記指令信号演算部は、前記位置信号が異常である場合に、前記回転位置推定部によって推定された前記回転子の位置に基づき前記三相同期電動機の指令信号を演算する電動パワーステアリング装置。

[請求項19]

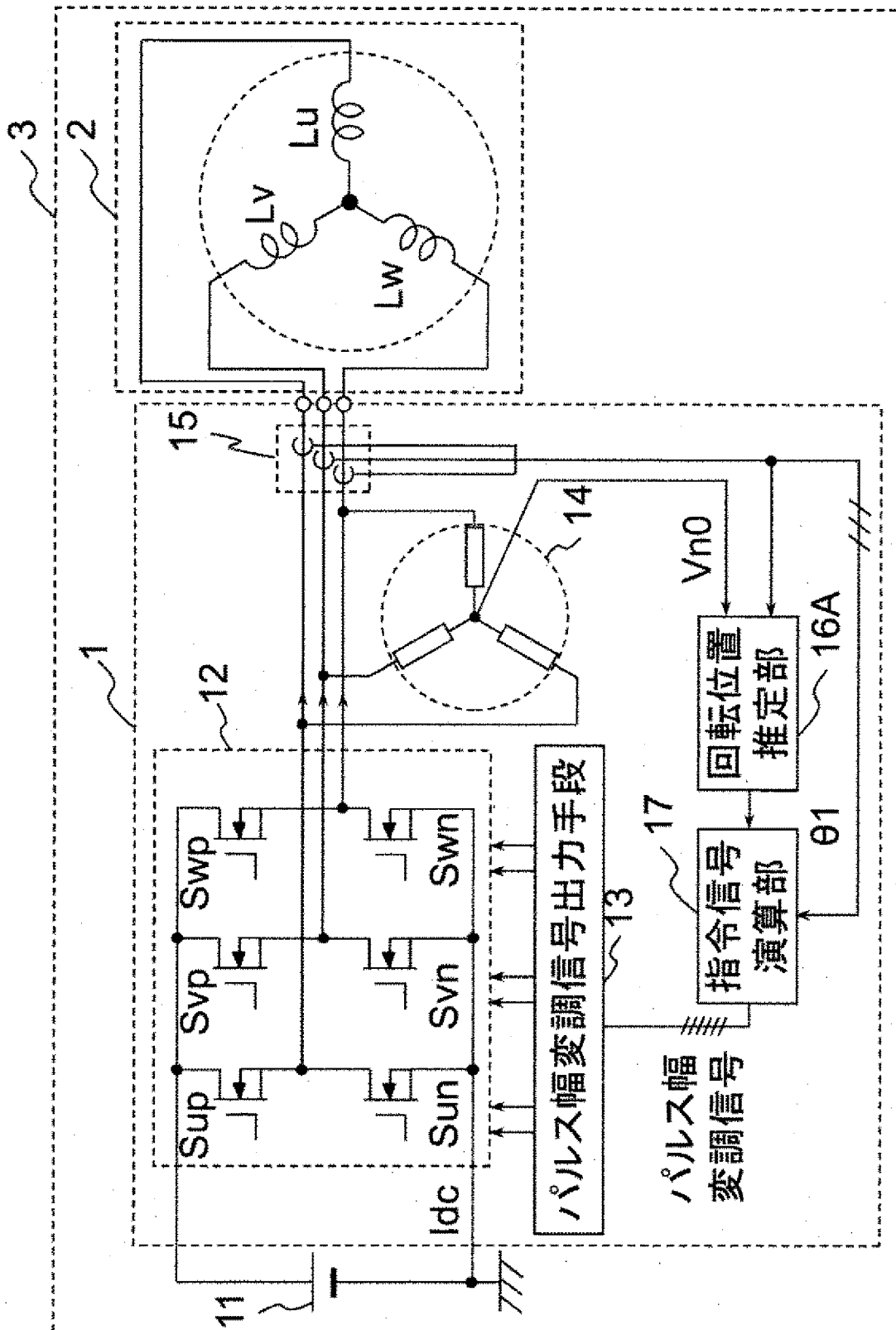
請求項18に記載の電動パワーステアリング装置において、
前記三相同期電動機の仮想中性点電位を出力する仮想中性点回路を備え、
前記回転位置推定部は、前記仮想中性点回路が出力する前記仮想中性点電位に基づき前記三相同期電動機の回転子の位置を推定する電動パワーステアリング装置。

[請求項20]

請求項19に記載の電動パワーステアリング装置において、
前記仮想中性点回路は、前記制御装置を駆動するマイコンが搭載されるプリント回路板に搭載される電動パワーステアリング装置。

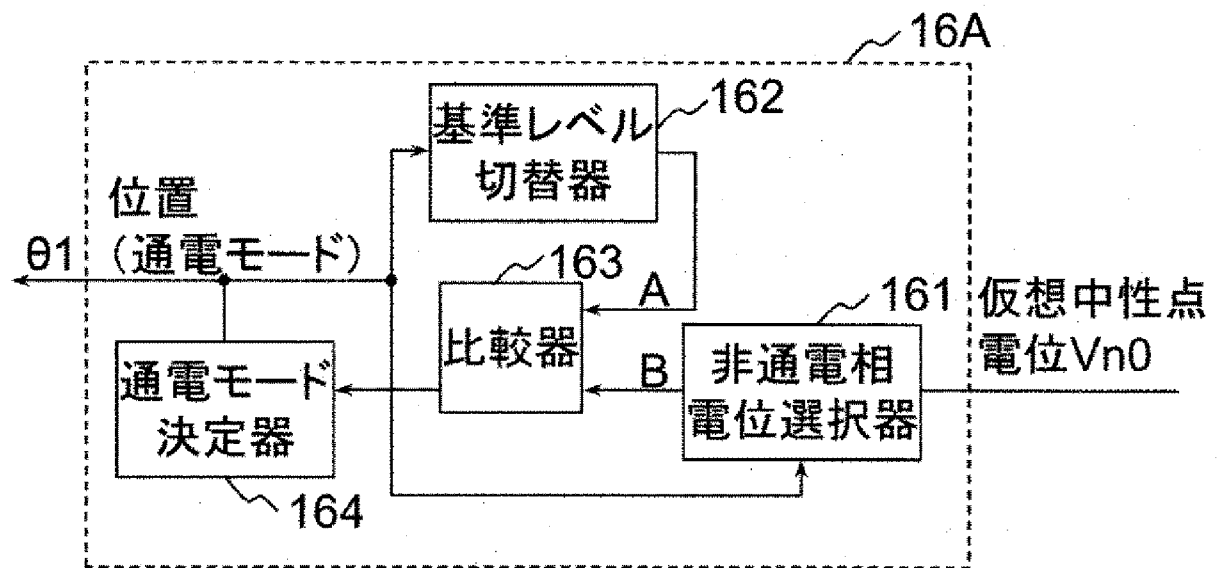
【図1】

【図1】



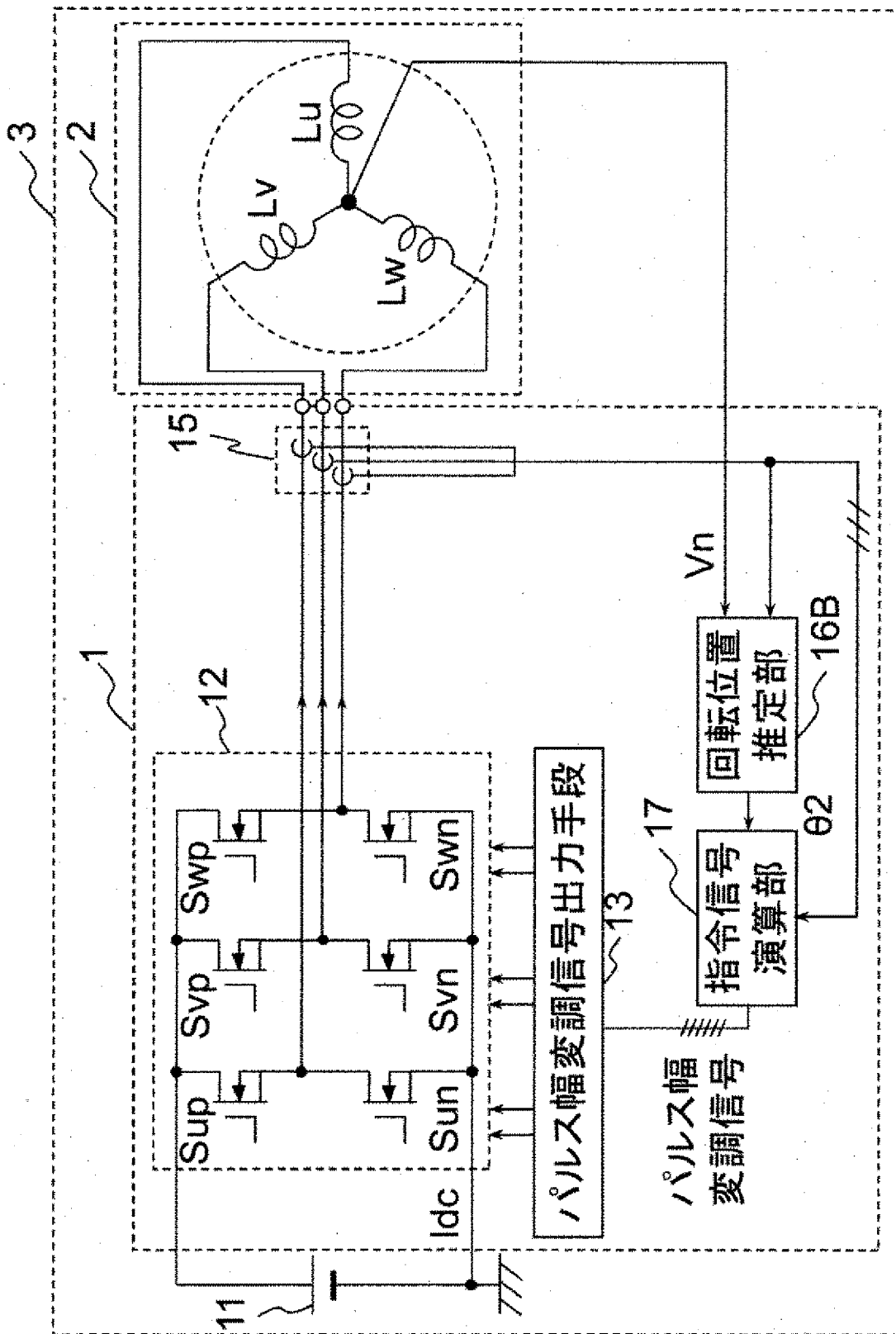
[図2]

【図2】



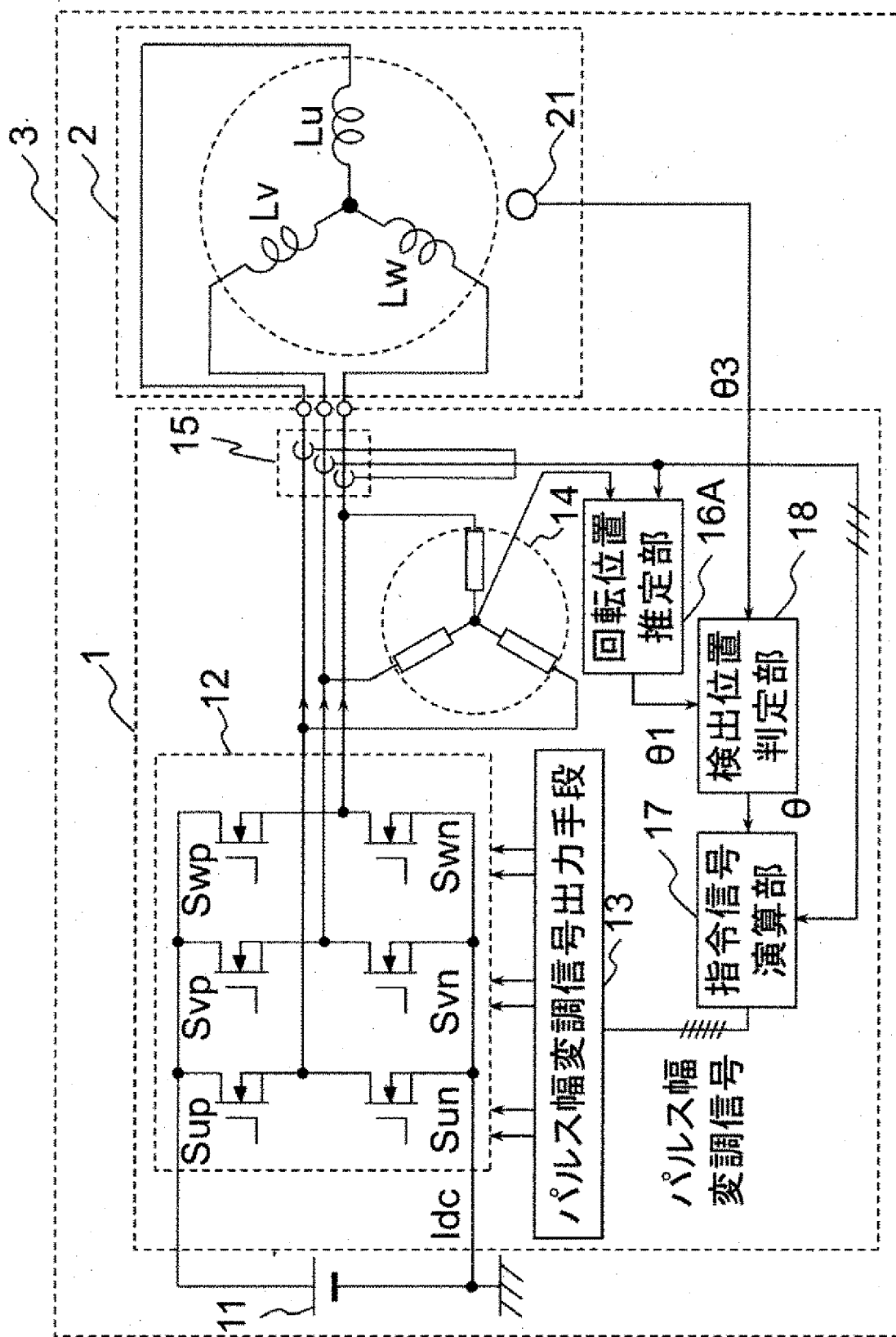
【図3】

【図3】

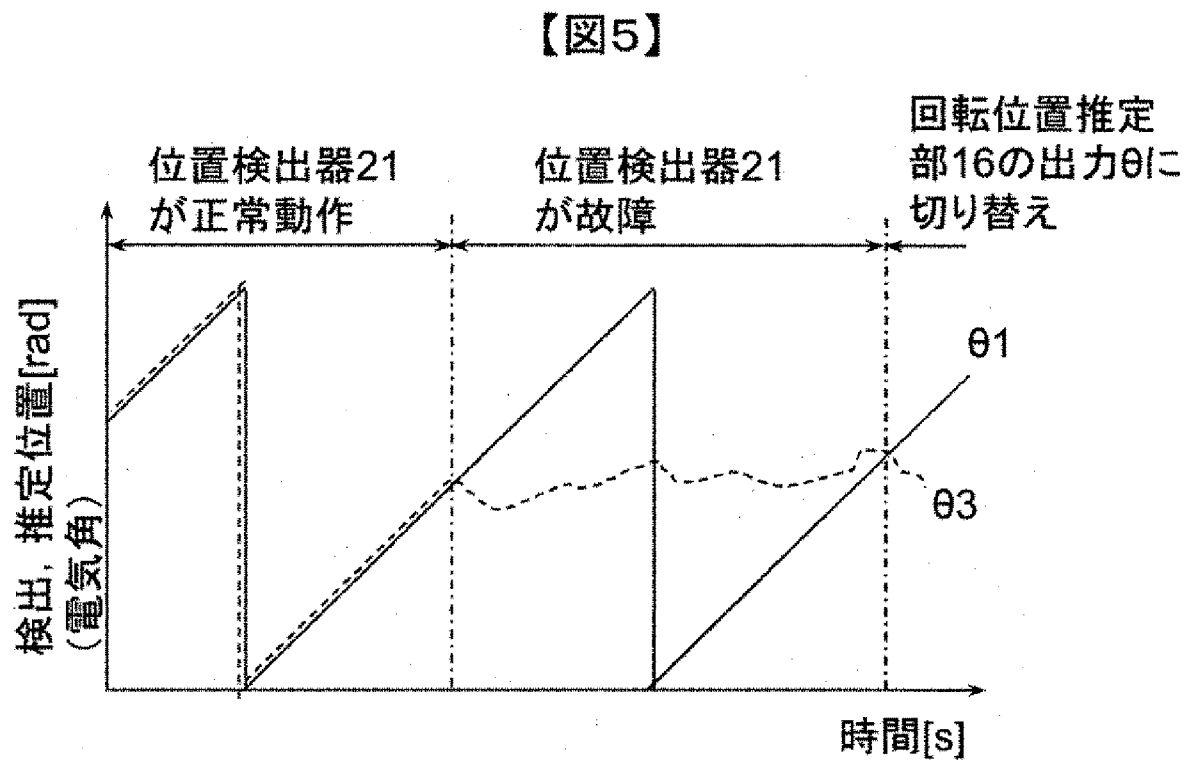


[図4]

【図4】

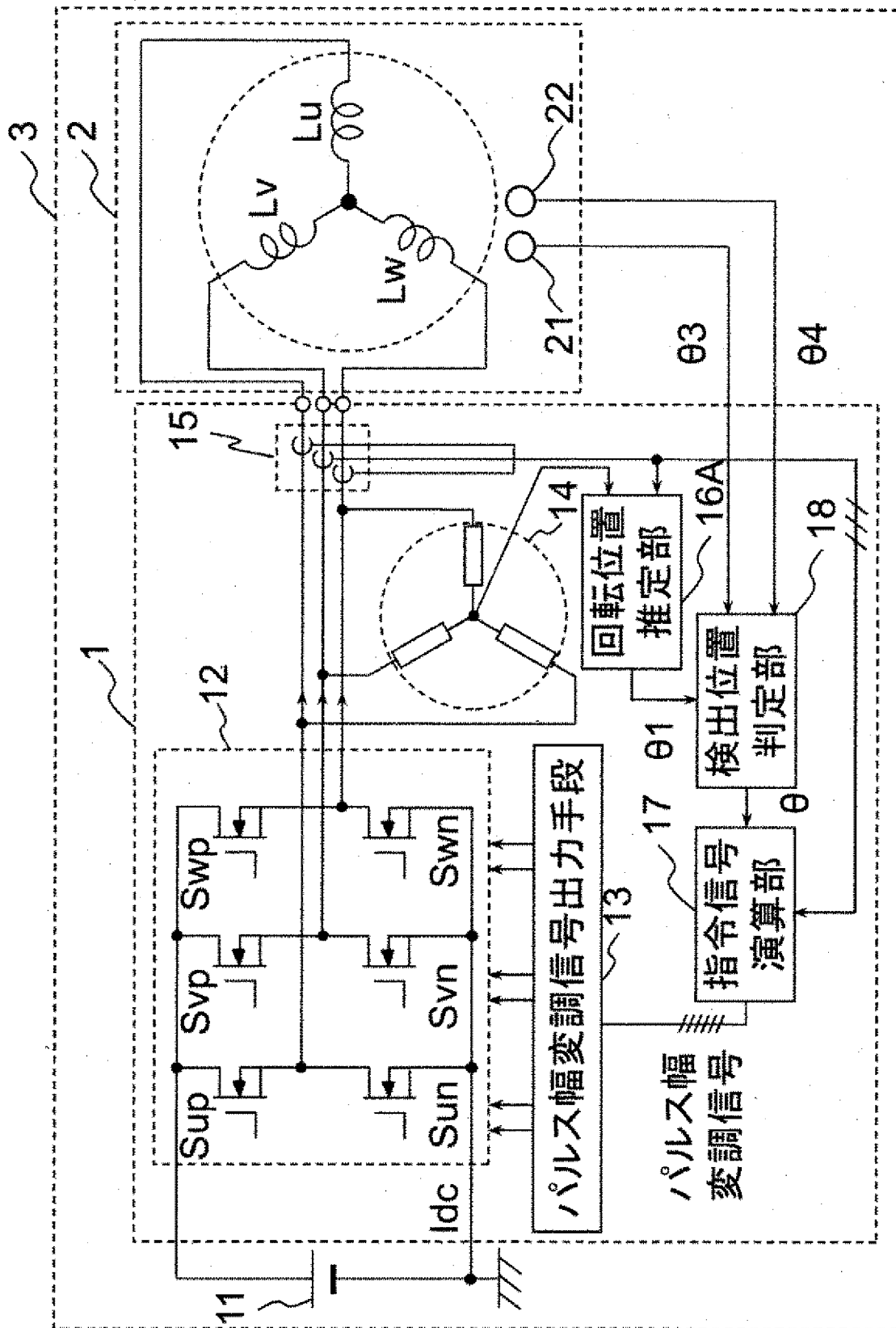


[図5]



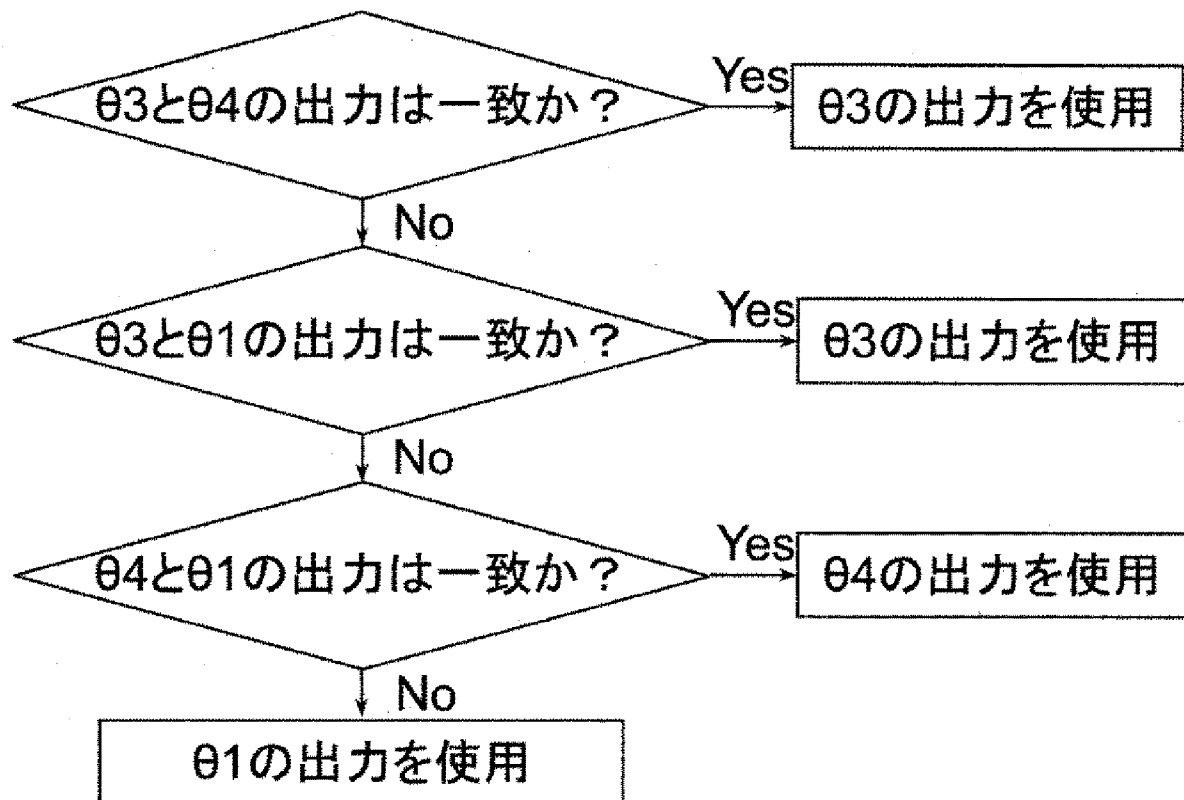
[図6]

【図6】



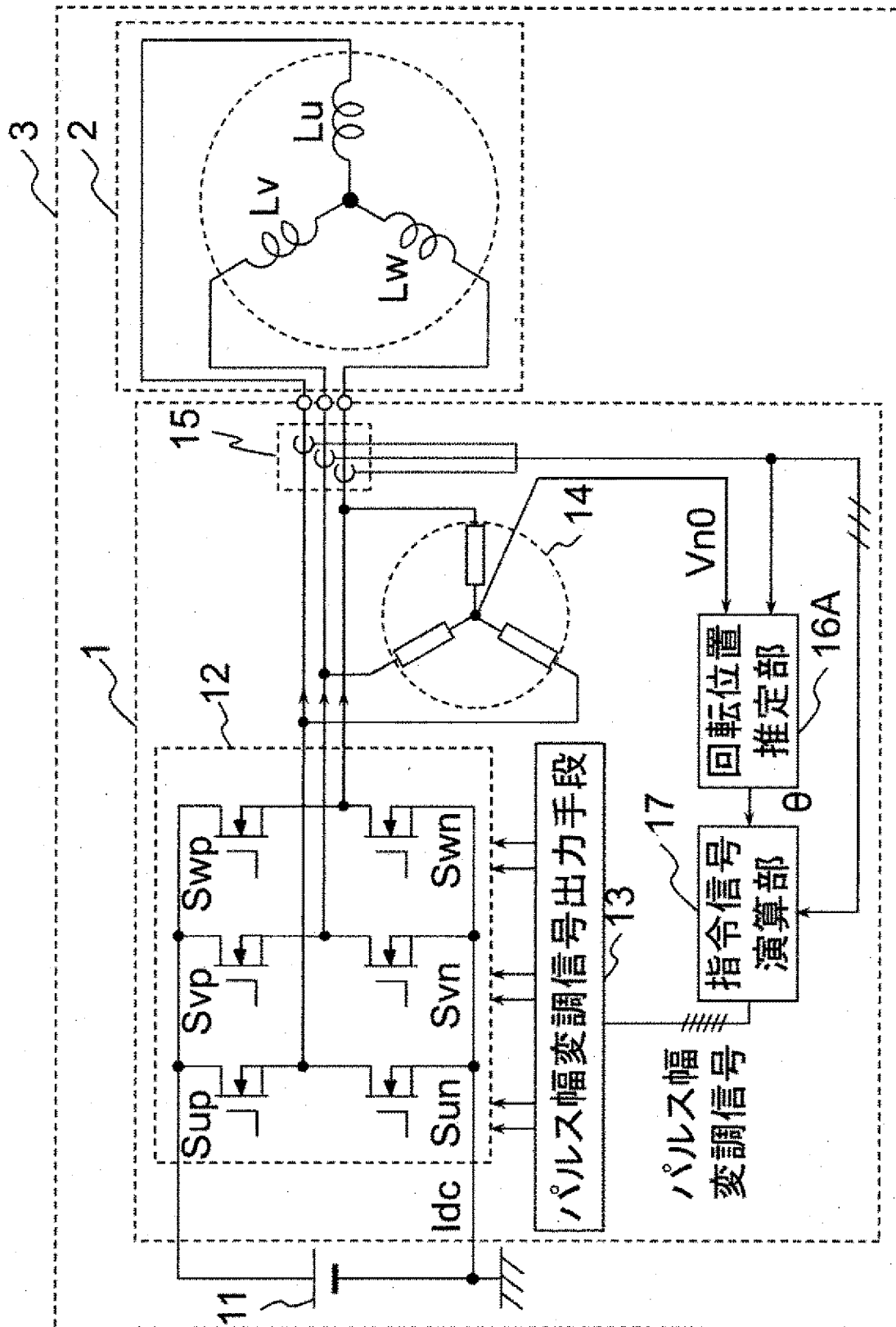
[図7]

【図7】



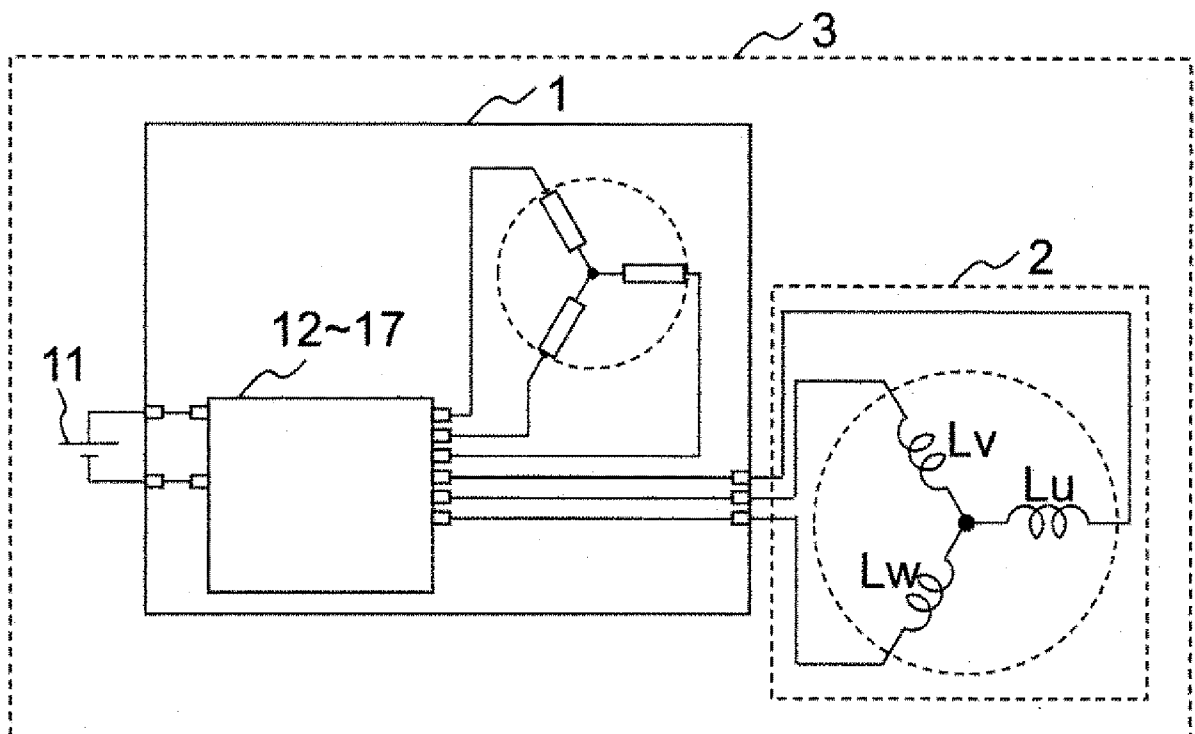
【図8】

【図8】



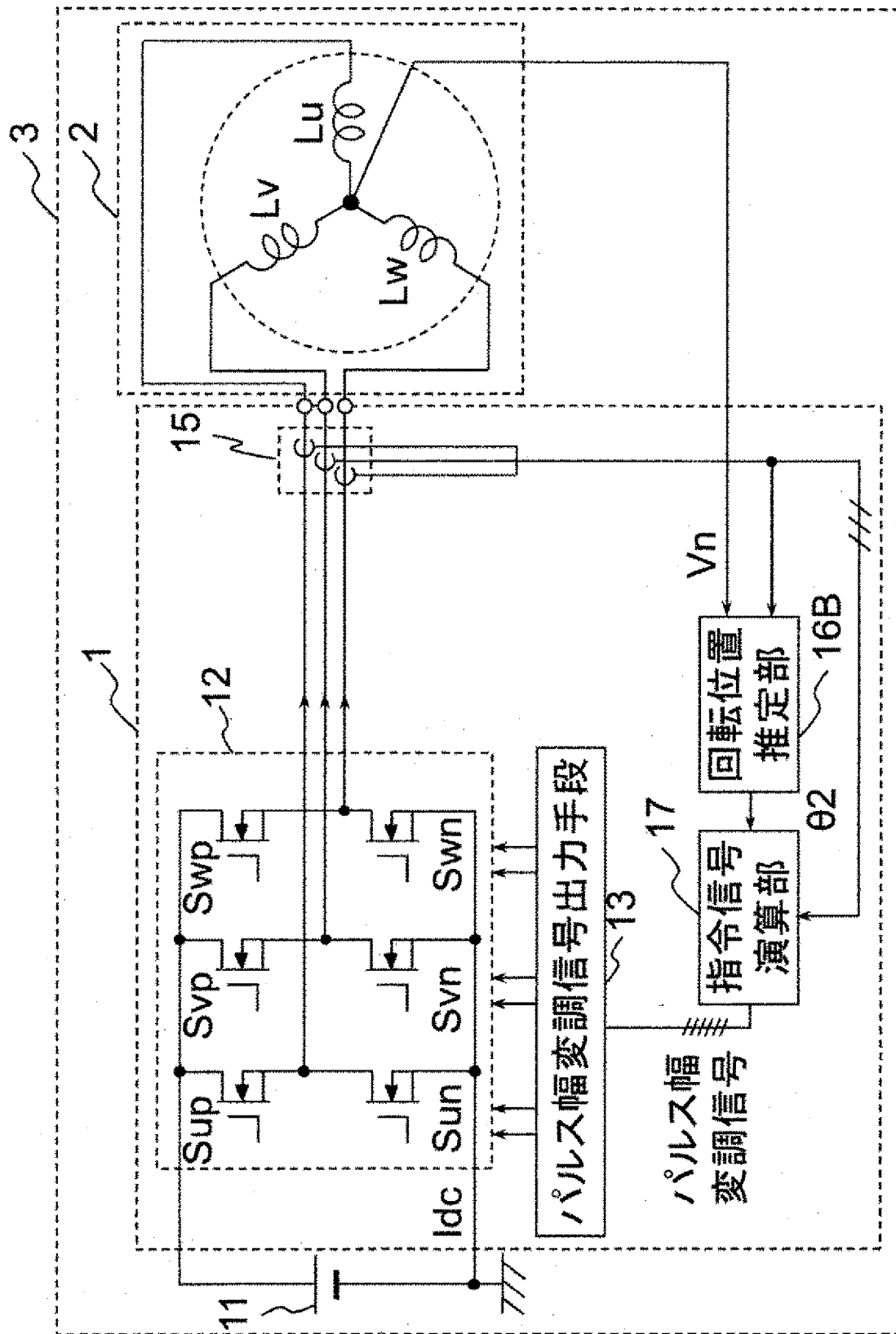
[図9]

【図9】



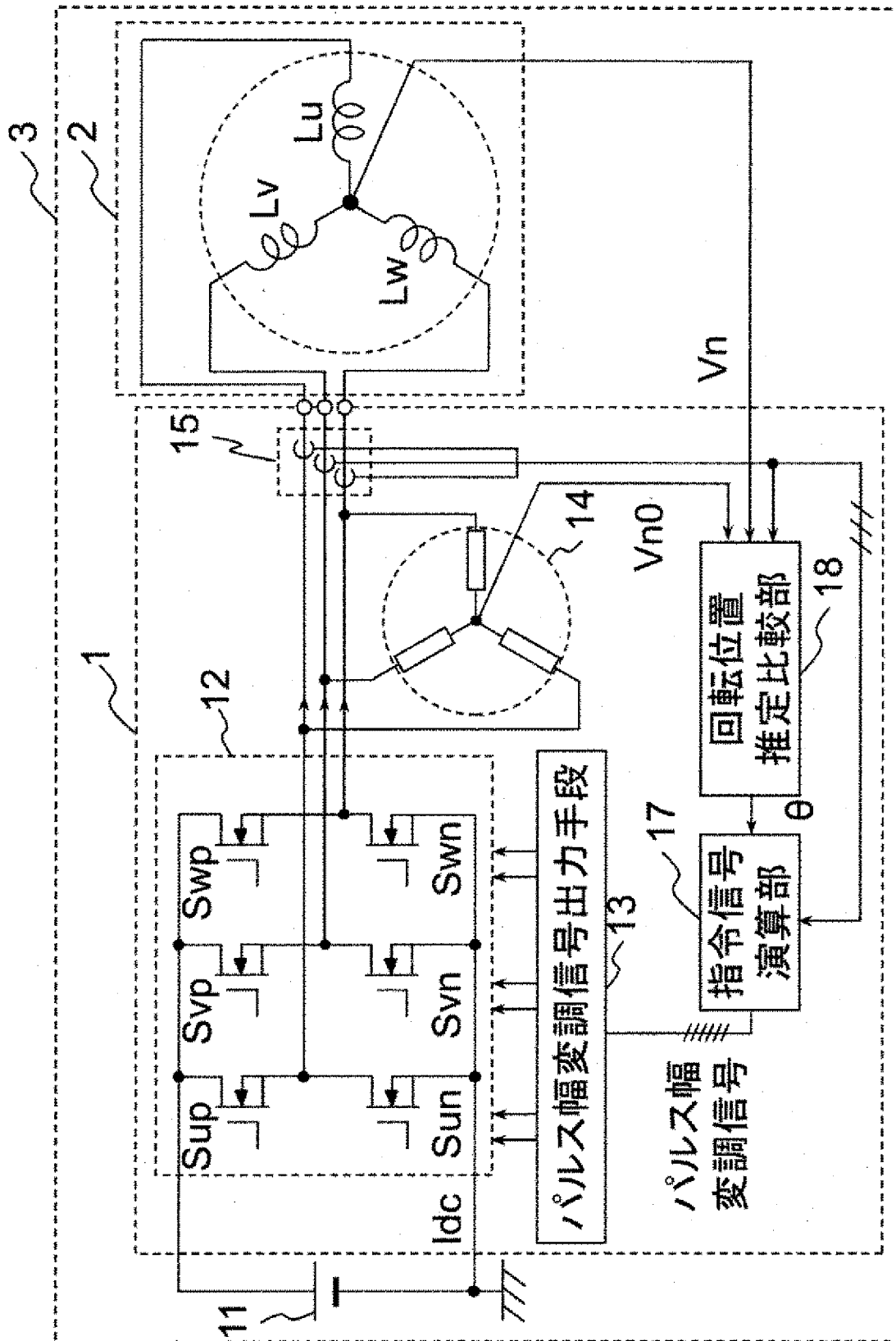
[図10]

【図10】



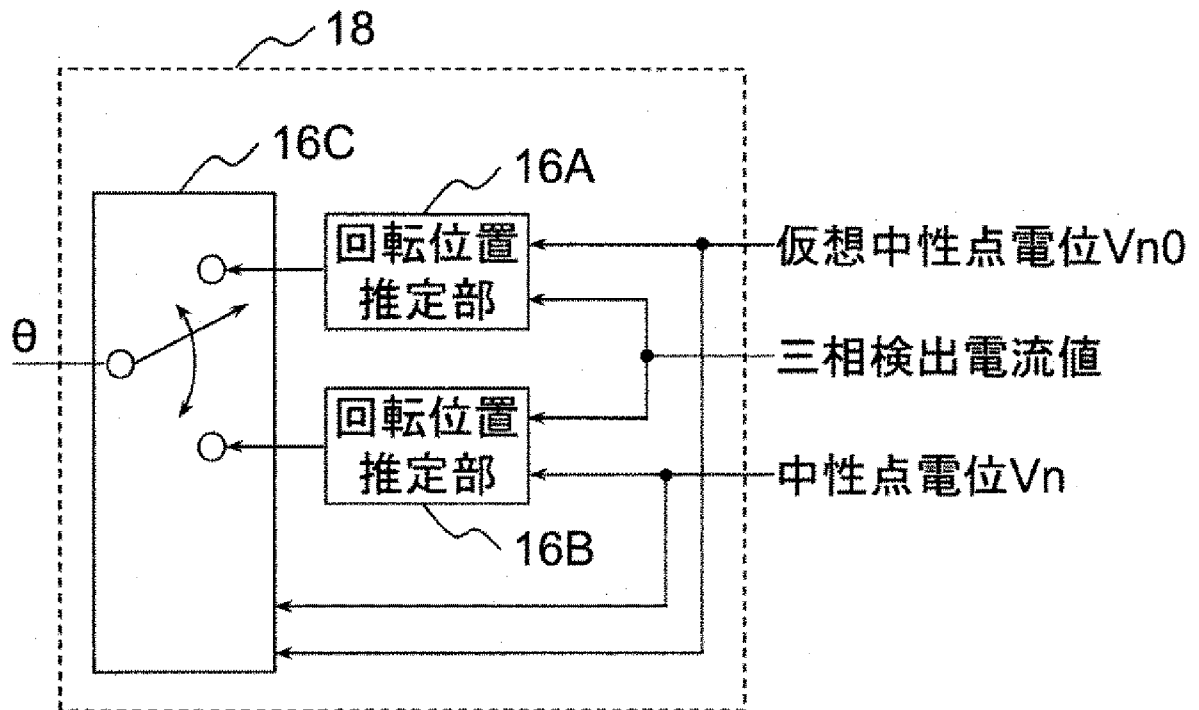
【図11】

【図11】



[図12]

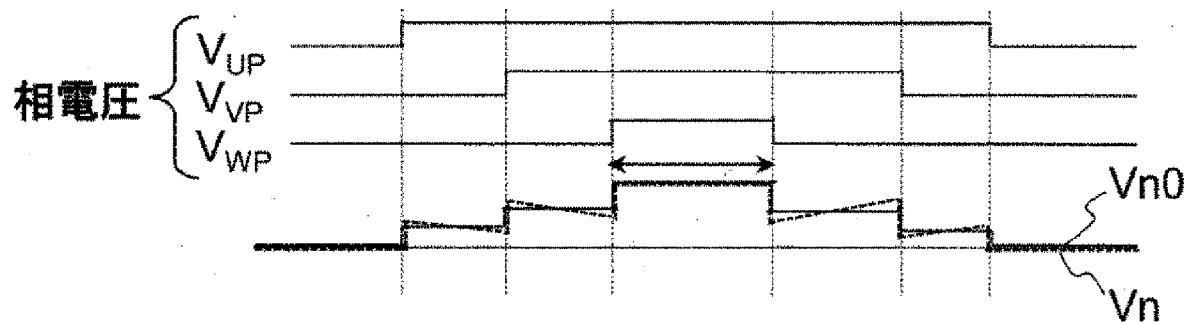
【図12】



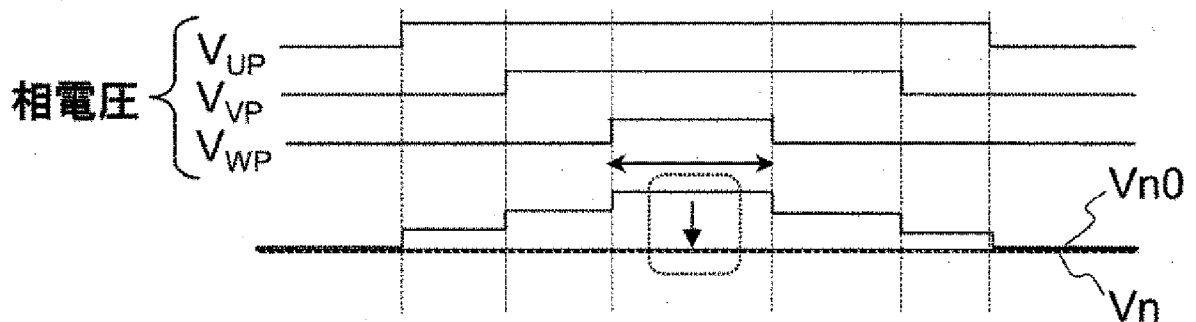
[図13]

【図13】

(i) 中性点電位引き出し線が断線していないとき

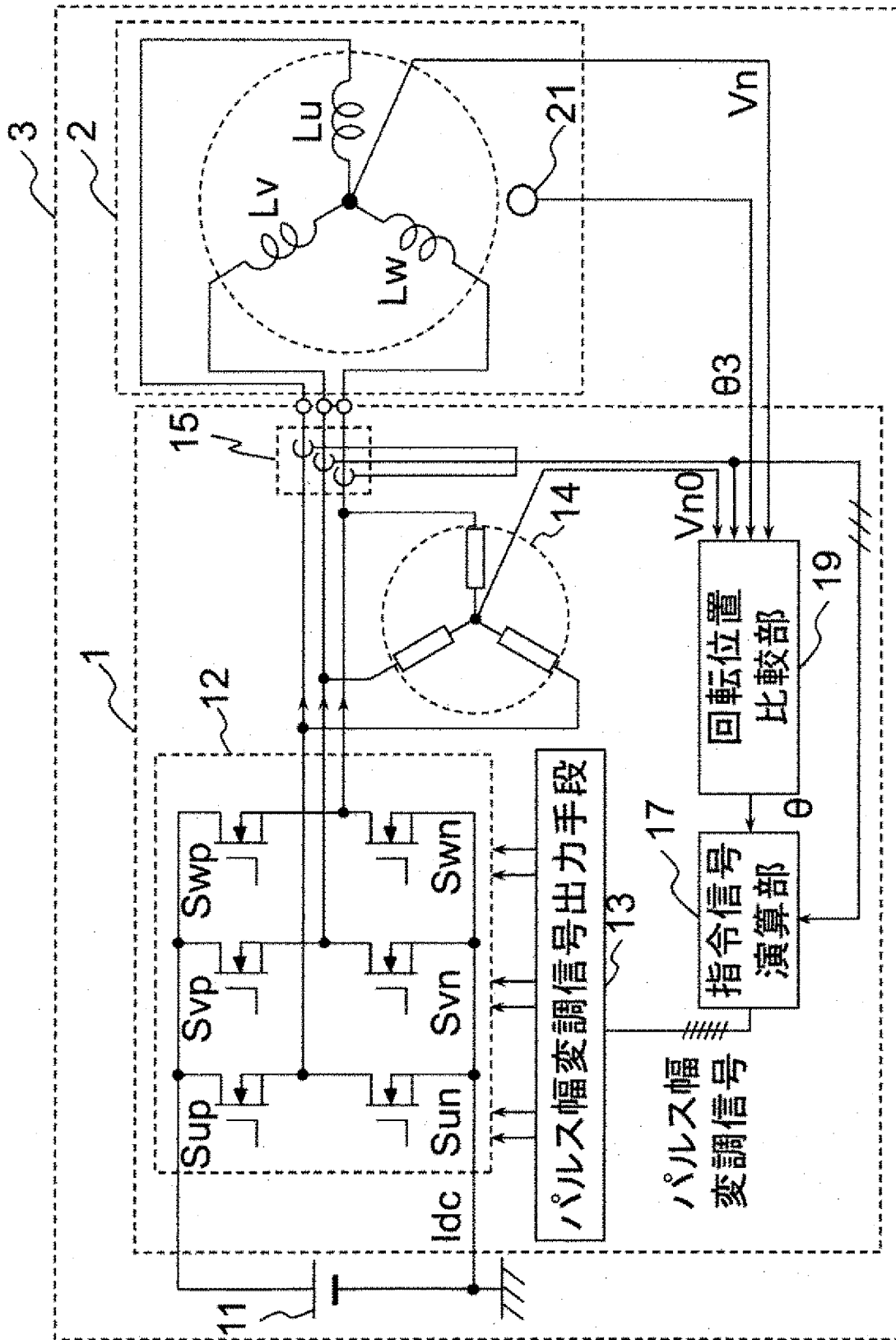


(ii) 中性点電位引き出し線が断線したとき



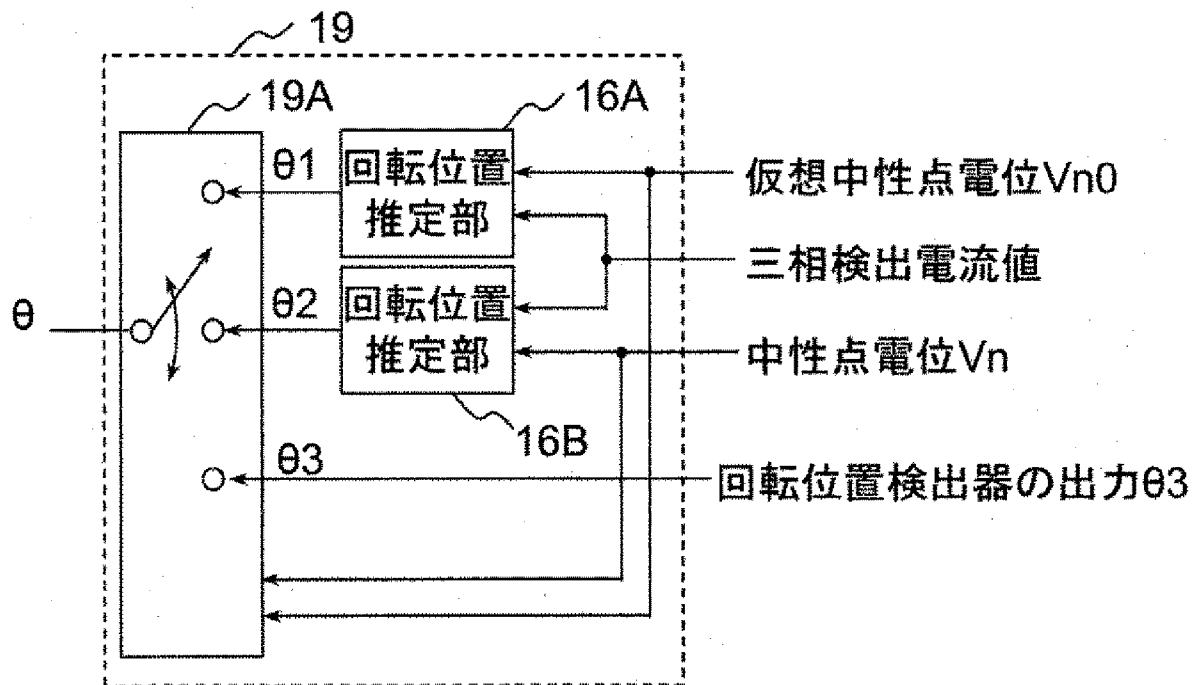
[図14]

【図14】



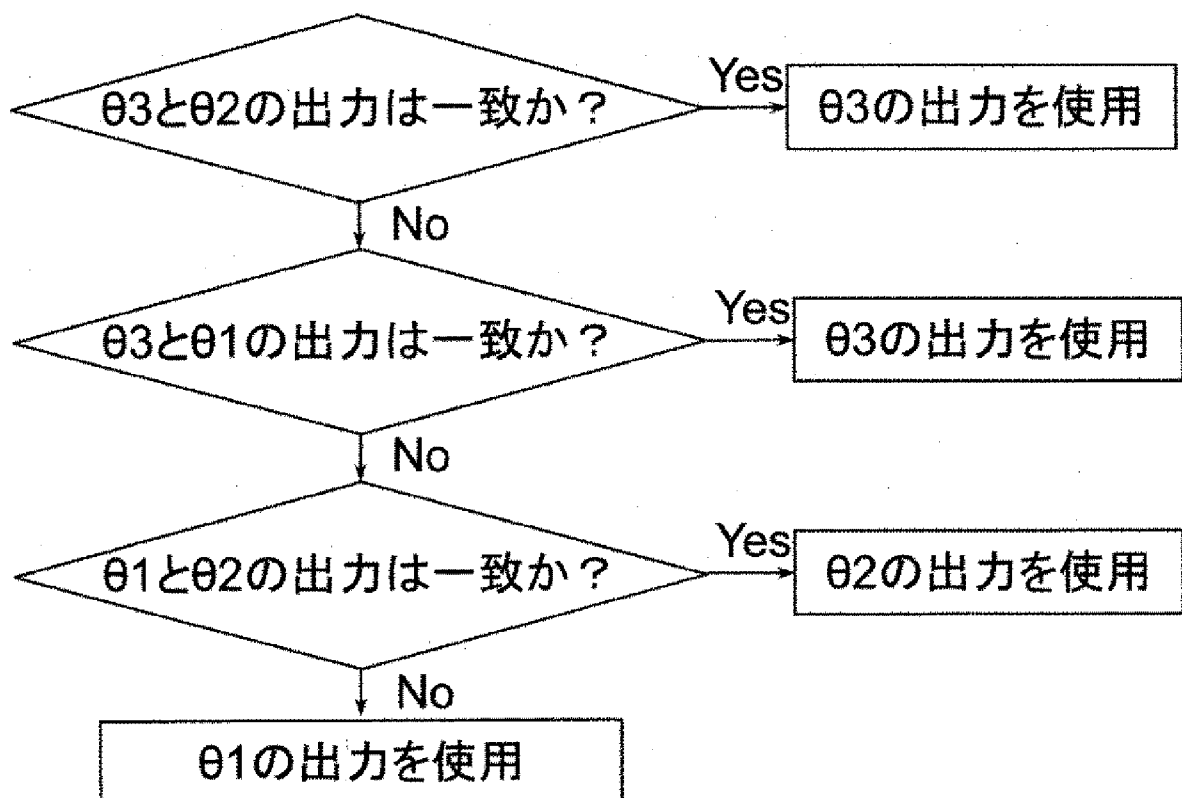
[図15]

【図15】



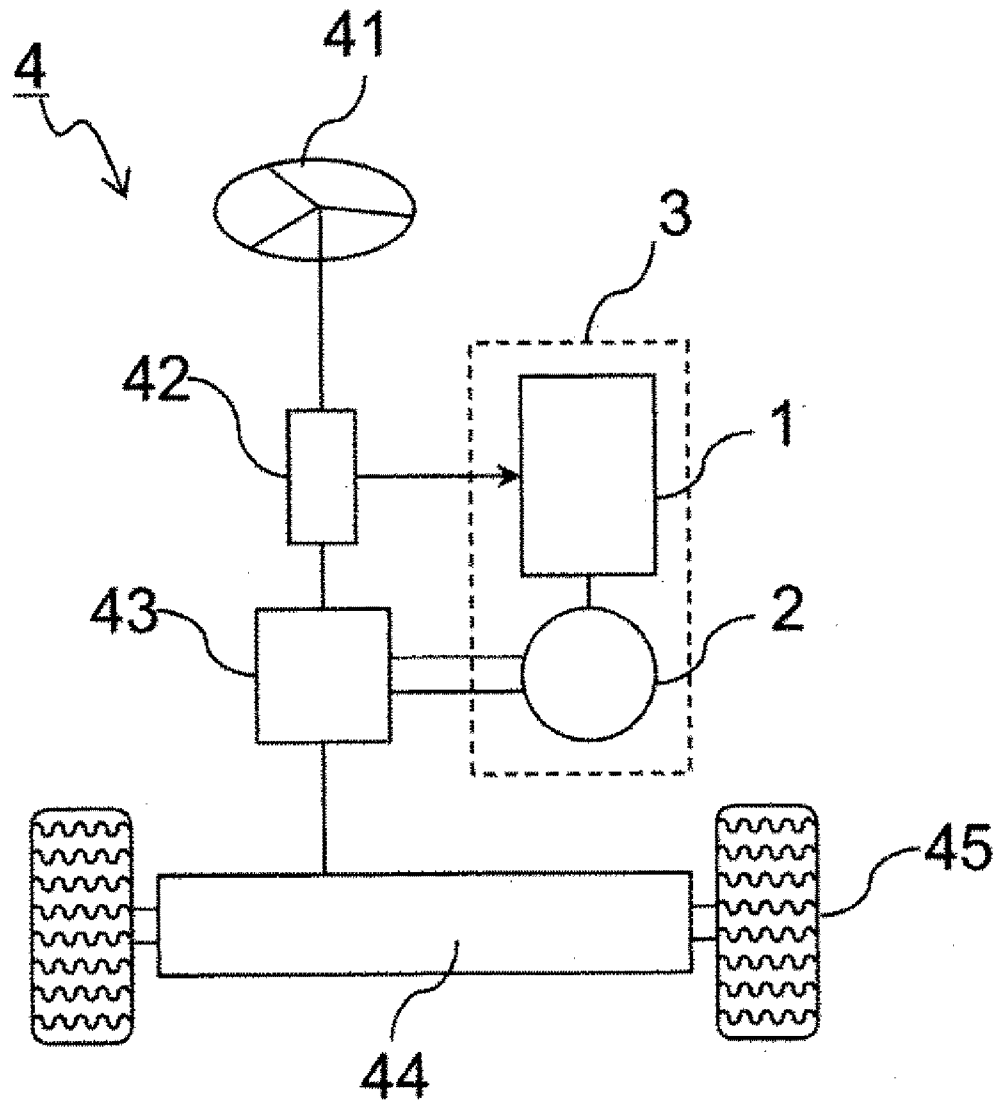
[図16]

【図16】



[図17]

【図17】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/067499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P6/18(2016.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D6/00(2006.01)i, B62D119/00(2006.01)n

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)

H02P6/18, B62D5/04, B62D6/00, B62D119/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2013/153657 A1 (Hitachi, Ltd.), 17 October 2013 (17.10.2013), paragraphs [0011] to [0165]; fig. 1 to 35 & US 2015/0069941 A1 paragraphs [0059] to [0214]; fig. 1 to 35 & CN 104221274 A	1, 8-14 2-7, 15-20
Y	JP 2010-29028 A (JTEKT Corp.), 04 February 2010 (04.02.2010), paragraphs [0018] to [0056]; fig. 1 to 6 (Family: none)	2-7, 15, 17-20
Y	JP 2004-274947 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 30 September 2004 (30.09.2004), paragraphs [0015] to [0026]; fig. 1 to 4 (Family: none)	3

☒ 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
19 August 2016 (19.08.16)

Date of mailing of the international search report
30 August 2016 (30.08.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/067499

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-189176 A (Renesas Technology Corp.), 20 August 2009 (20.08.2009), paragraphs [0033] to [0071]; fig. 1 to 10 & US 2009/0200971 A1 paragraphs [0057] to [0095]; fig. 1 to 10	16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02P6/18(2016.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D6/00(2006.01)i, B62D119/00(2006.01)n

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. H02P6/18, B62D5/04, B62D6/00, B62D119/00

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 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	WO 2013/153657 A1 (株式会社日立製作所) 2013.10.17, 段落 [0011]-[0165], 図 1-35 & US 2015/0069941 A1, 段落[0059]-[0214], 図 1-35 & CN 104221274 A	1, 8-14 2-7, 15-20
Y	JP 2010-29028 A (株式会社ジェイテクト) 2010.02.04, 段落 [0018]-[0056], 図 1-6 (ファミリーなし)	2-7, 15, 17-20
Y	JP 2004-274947 A (アイシン精機株式会社) 2004.09.30, 段落 [0015]-[0026], 図 1-4 (ファミリーなし)	3

☒ 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

1 9 . 0 8 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 8 . 2 0 1 6

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 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)

森山 拓哉

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7

3 V

3 9 2 4

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
Y	JP 2009-189176 A (株式会社ルネサステクノロジ) 2009.08.20, 段落[0033]-[0071], 図 1-10 & US 2009/0200971 A1, 段落[0057]-[0095], 図 1-10	16