(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 8 月 3 日(03.08.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/130394 A1

(51) 国際特許分類:
*H02P 6/16* (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052753

(22) 国際出願日: 2016 年 1 月 29 日(29.01.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 新電元工業株式会社 (SHINDENGEN ELECTRIC MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町２丁目２番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 新井　達也 (ARAI Tatsuya); 〒3578585 埼玉県飯能市南町１０番１３号　新電元工業株式会社工場内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 棚井　澄雄，外 (TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

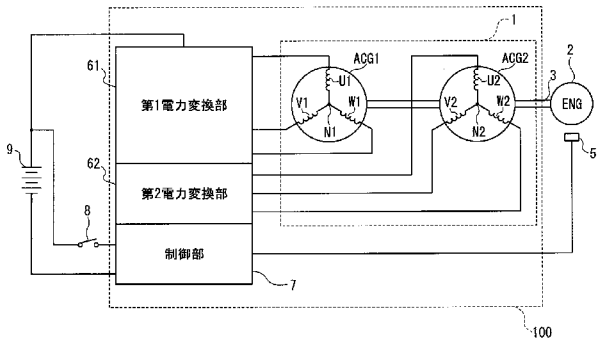
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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).

[続葉有]

(54) **Title**: STARTING POWER GENERATING DEVICE AND STARTING POWER GENERATING METHOD

(54) 発明の名称 : 始動発電装置および始動発電方法




7 Control unit
61 First power conversion unit
62 Second power conversion unit

(57) **Abstract**: A starting power generating device according to an embodiment of the present invention comprises: a starting power generator having a field part composed of a permanent magnet, and an armature part in which a first multiphase winding and a second multiphase winding are disposed in parallel; a first power conversion unit that has a first positive-side direct-current terminal connected to a battery and a plurality of first alternating-current terminals connected to the first multiphase winding, and that bi-directionally converts power between direct-current power and alternating-current power; a second power conversion unit that has a plurality of second alternating-current terminals connected to the second multiphase winding, and that controls currents input or output via the second alternating-current terminals; and a control unit that detects the positional relationship between the field section and armature section on the basis of an output voltage of the second multiphase winding, and that controls the first power conversion unit and the second power conversion unit in accordance with the detected positional relationship. In a state where currents that are input or output via the second alternating-current terminals are turned off, the control unit detects the positional relationship when the starting power generator is stopped on the basis of the values of phase voltages of the second multiphase winding detected when a prescribed line voltage is applied by sequentially selecting a plurality of current-carrying patterns determined by a winding group and a voltage application direction in the first multiphase winding, and comparison results of the phase voltages of a plurality of different phases of the second multiphase winding detected when the line voltage is applied using the different current-carrying patterns.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/130394 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

本発明の一実施形態に係る始動発電装置は、永久磁石からなる界磁部と、第１多相巻線および第２多相巻線が並列に配設された電機子部とを有する始動発電機と、バッテリに接続される第１正側直流端子と、前記第１多相巻線に接続された複数の第１交流端子とを有し、直流および交流間で双方向に電力を変換する第１電力変換部と、前記第２多相巻線に接続された複数の第２交流端子を有し、前記第２交流端子を介して入出力する電流を制御する第２電力変換部と、前記第２多相巻線の出力電圧に基づき前記界磁部と前記電機子部との位置関係を検知し、検知した前記位置関係に応じて前記第１電力変換部と前記第２電力変換部とを制御する制御部とを備え、前記制御部が、前記第２交流端子を介して入出力する電流をオフした状態で、前記第１多相巻線における巻線の組および電圧印加の向きで決まる複数の通電パターンを順次選択して所定の線間電圧を印加したときに検出された前記第２多相巻線の相電圧の値と、異なる前記通電パターンで前記線間電圧を印加したときに検出された前記第２多相巻線の異なる複数の相の前記相電圧の比較結果とに基づき、前記始動発電機の停止時における前記位置関係を検知する。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 始動発電装置および始動発電方法

## 技術分野

[0001] 本発明は、始動発電装置および始動発電方法に関する。

## 背景技術

[0002] 従来から、車両、特に小型二輪車などにおいては、エンジン始動時にスタータモータとして働くと共にエンジン始動後は発電機として働くＡＣＧ（ＡＣジェネレータ）スタータモータでは、三相ＤＣブラシレスモータが用いられている（特許文献１）。この三相ＤＣブラシレスモータのエンジン始動時および発電時におけるロータの位置検出では、三相巻線の各相の巻線の各々に対応してホールセンサを設け、このホールセンサを用いてロータの位置検出を行っていた。

[0003] 一方、ホールセンサを使用せずにロータの位置を検知する技術が開発されてきた（特許文献２）。特許文献２に記載されている制御装置では、ブラシレスモータが停止している場合、３相巻線のうちの２巻線に複数パターンの直流電圧を短時間印加して、ロータ位置に応じて変化する電流の立ち上がり特性を計測することでロータの停止位置を検知していた。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００３－８３２０９号公報

特許文献2：特許第４８０１７７２号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献２に記載されている制御装置には、巻線に流れる電流を検出するための回路が必要である。電流検出回路は、一般に電圧検出回路に比べ、構成が複雑であったり、損失が大きくなってしまったりするという傾向がある。そのため、特許文献２に記載されている制御装置には、小

型化が難しかったり、低価格化が難しかったりするという課題があった。

[0006] 本発明は、上記の課題を解決することができる始動発電装置および始動発電方法を提供することを目的とする。

## 課題を解決するための手段

[0007] 上記の課題を解決するため、本発明の始動発電装置の一態様は、永久磁石からなる界磁部と、第１多相巻線および第２多相巻線が並列に配設された電機子部とを有する始動発電機と、バッテリに接続される第１正側直流端子と、前記第１多相巻線に接続された複数の第１交流端子とを有し、直流および交流間で双方向に電力を変換する第１電力変換部と、前記第２多相巻線に接続された複数の第２交流端子を有し、前記第２交流端子を介して入出力する電流を制御する第２電力変換部と、前記第２多相巻線の出力電圧に基づき前記界磁部と前記電機子部との位置関係を検知し、検知した前記位置関係に応じて前記第１電力変換部と前記第２電力変換部とを制御する制御部とを備え、前記制御部が、前記第２交流端子を介して入出力する電流をオフした状態で、前記第１多相巻線における巻線の組および電圧印加の向きで決まる複数の通電パターンを順次選択して所定の線間電圧を印加したときに検出された前記第２多相巻線の相電圧の値と、異なる前記通電パターンで前記線間電圧を印加したときに検出された前記第２多相巻線の異なる複数の相の前記相電圧の比較結果とに基づき、前記始動発電機の停止時における前記位置関係を検知する。

[0008] また、本発明の一態様は、上記の始動発電装置において、前記比較結果が、前記相電圧の絶対値の大きさを比較した結果である。

[0009] また、本発明の始動発電方法の一態様は、永久磁石からなる界磁部と、第１多相巻線および第２多相巻線が並列に配設された電機子部とを有する始動発電機と、バッテリに接続される第１正側直流端子と、前記第１多相巻線に接続された複数の第１交流端子とを有し、直流および交流間で双方向に電力を変換する第１電力変換部と、前記第２多相巻線に接続された複数の第２交流端子を有し、前記第２交流端子を介して入出力する電流を制御する第２電

力変換部と、前記第２多相巻線の出力電圧に基づき前記界磁部と前記電機子部との位置関係を検知し、検知した前記位置関係に応じて前記第１電力変換部と前記第２電力変換部とを制御する制御部とを用い、前記制御部が、前記第２交流端子を介して入出力する電流をオフした状態で、前記第１多相巻線における巻線の組および電圧印加の向きで決まる複数の通電パターンを順次選択して所定の線間電圧を印加したときに検出された前記第２多相巻線の相電圧の値と、異なる前記通電パターンで前記線間電圧を印加したときに検出された前記第２多相巻線の異なる複数の相の前記相電圧の比較結果とに基づき、前記始動発電機の停止時における前記位置関係を検知する。

## 発明の効果

[0010] 本発明によれば、第１多相巻線に複数の通電パターンで順次、線間電圧を印加したときに、第２多相巻線に発生する相電圧を検出することで、ロータの停止位置を判定することができる。これによれば電流検出を不要とすることができる。

## 図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の一実施形態の構成例を示したブロック図である。

[図2]図１に示した始動発電機１の構成例を模式的に示した図である。

[図3]図１に示した第１電力変換部６１、第２電力変換部６２および制御部７の内部構成を説明するための回路図である。

[図4]図１に示した始動発電制御装置１００のスタータモータ始動制御の一例を示したフローチャートである。

[図5]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図6]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図7]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図8]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図であ

る。

[図9]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図10]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図11]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図12]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図13]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図14]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図15]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図16]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図17]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図18]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図19]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するための模式図である。

[図20]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するためのフローチャートである。

[図21]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するためのフローチャートである。

[図22]図４に示したステージ判別処理（Ｓ１２）を説明するためのフローチ

ャートである。

[図23]図４に示した処理（Ｓ１５）を説明するための波形図である。

[図24]図１に示した始動発電制御装置１００の発電制御の一例を示したフローチャートである。

[図25]図２４に示した処理（Ｓ２２）を説明するための波形図である。

[図26]本発明の第２の実施形態の構成を説明するための回路図である。

[図27]本発明の第３の実施形態の構成を説明するための回路図である。

## 発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。なお、各図において同一または対応する構成には同一の参照符号を用いている。図１は、本発明の実施形態の始動発電制御装置１００の構成例を示したブロック図である。図１に示した始動発電制御装置１００は、始動発電機（ＡＣＧスタータモータ）１と、第１電力変換部６１と、第２電力変換部６２と、制御部７とを備える。始動発電機１は、クランクシャフト３に直結されていて、エンジン２の回転に同期して回転する。第１電力変換部６１、第２電力変換部６２および制御部７は、バッテリ９の正極が接続されるとともに、接地されている。バッテリ９は、負極が接地された２次電池である。また、スタータスイッチ８の一端がバッテリ９の正極に接続され、スタータスイッチ８の他端が制御部７に接続されている。スタータスイッチ８は、ユーザがエンジン２を始動する際に操作するスイッチである。また、制御部７には、エンジン水温計５の出力が接続されている。

[0013] 始動発電機１は、第１電力変換部６１および第２電力変換部６２の制御によって、スタータモータとして動作したり、発電機として動作したりする。始動発電機１は、巻線部ＡＣＧ１と巻線部ＡＣＧ２と図２に示す界磁部１５とを備える。巻線部ＡＣＧ１はスター結線された３相巻線（多相巻線）を構成する巻線Ｕ１、Ｖ１およびＷ１を備える。巻線部ＡＣＧ２はスター結線された３相巻線を構成する巻線Ｕ２、Ｖ２およびＷ２を備える。中性点Ｎ１は巻線部ＡＣＧ１を構成するスター結線の中性点である。中性点Ｎ２は巻線部

ＡＣＧ２を構成するスター結線の中性点である。巻線Ｕ１、Ｖ１およびＷ１と、巻線Ｕ２、Ｖ２およびＷ２とは、図示してない同一の電機子鉄心に巻かれていて、電気的に絶縁されている１組の電機子巻線である。なお、巻線部ＡＣＧ１と巻線部ＡＣＧ２と図示してない電機子鉄心とは電機子部を構成する。なお、巻線部ＡＣＧ１と巻線部ＡＣＧ２とはスター結線に限らず、デルタ結線で構成されていてもよい。

[0014] 図２は、始動発電機１の巻線部ＡＣＧ１、巻線部ＡＣＧ２および界磁部１５の構成例を軸方向から見て模式的に示した図である。ただし、図２では、巻線Ｕ１と巻線Ｕ２とのみを示している。図２に示した構成例では、始動発電機１は、界磁部１５を複数組のＮ極の永久磁石１５ＮおよびＳ極の永久磁石１５Ｓから構成したアウターロータ型のブラシレスモータである。なお、以下では界磁部１５をロータとも称する。巻線Ｕ１は、図示してない電機子鉄心に対して１２０度おきに配設された３個の巻線Ｕ１－１、Ｕ１－２およびＵ１－３から構成されている。巻線Ｕ１の３個の巻線Ｕ１－１、Ｕ１－２およびＵ１－３は各一端を中性点Ｎ１に共通に接続し、各他端を巻線Ｕ１の入出力端子に共通に接続している。巻線Ｕ２は、図示してない電機子鉄心に対して１２０度おきかつ巻線Ｕ１－１、Ｕ１－２およびＵ１－３に対して６０度ずれて配設された３個の巻線Ｕ２－１、Ｕ２－２およびＵ２－３から構成されている。巻線Ｕ２の３個の巻線Ｕ２－１、Ｕ２－２およびＵ２－３は各一端を中性点Ｎ２に共通に接続し、各他端を巻線Ｕ２の入出力端子に共通に接続している。なお、以下の説明において、回路の接続先として巻線Ｕ１または巻線Ｕ２という呼称を用いた場合、中性点Ｎ１または中性点Ｎ２とは逆の端子である巻線Ｕ１の入出力端子または巻線Ｕ２の入出力端子を指し示す。巻線Ｖ１、巻線Ｗ１、巻線Ｖ２、および巻線Ｗ２についても同様とする。また、巻線Ｕ１、巻線Ｕ２、巻線Ｖ１、巻線Ｗ１、巻線Ｖ２、巻線Ｗ２、中性点Ｎ１および中性点Ｎ２を、単に符号Ｕ１、Ｕ２、Ｖ１、Ｗ１、Ｖ２、Ｗ２、Ｎ１およびＮ２で表す場合もある。

[0015] なお、図１において、エンジン２は例えば小型二輪車に搭載された発動機

である。クランクシャフト３は、エンジン２の構成部品であり、エンジン２が備える図示していないピストンの往復運動を回転運動に変換する軸である。エンジン水温計５は、エンジン２の冷却水の温度を検知するセンサである。

[0016] 次に、図３を参照して、図１に示した第１電力変換部６１、第２電力変換部６２および制御部７の内部構成の一例について説明する。図３に示したように、第１電力変換部６１は、６個のｎチャネルＭＯＳＦＥＴ（金属酸化物半導体電界効果トランジスタ、以下、ＭＯＳＦＥＴと記す（スイッチ素子））（Ｑ１）～（Ｑ６）を備え、３相ブリッジ直交変換回路（多相ブリッジ回路）を構成する。第１電力変換部６１は、直流入出力線の正側（ハイサイド）直流端子６１４（第１正側直流端子）をバッテリ９の正極に、負側（ローサイド）直流端子６１５をバッテリ９の負極に接続している。第１電力変換部６１は、バッテリ９と巻線部ＡＣＧ１との間、またはバッテリ９と巻線部ＡＣＧ１および巻線部ＡＣＧ２との間で、交流および直流間の双方向の電力変換を行う。また、第１電力変換部６１の各交流端子（第１交流端子）６１１、６１２および６１３には、巻線部ＡＣＧ１の各巻線Ｕ１、Ｖ１およびＷ１が接続されている。

[0017] 第２電力変換部６２は、３個の交流端子（第２交流端子）６２１、６２２および６２３と、３個のＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）、（Ｑ８）および（Ｑ９）とを備える。交流端子６２１は、巻線部ＡＣＧ２の巻線Ｕ２とＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）のドレインとに接続されている。交流端子６２２は、巻線部ＡＣＧ２の巻線Ｖ２とＭＯＳＦＥＴ（Ｑ８）のドレインとに接続されている。交流端子６２３は、巻線部ＡＣＧ２の巻線Ｗ２とＭＯＳＦＥＴ（Ｑ９）のドレインとに接続されている。ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）のソースは、第１電力変換部６１の交流端子６１１に接続されている。ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ８）のソースは、第１電力変換部６１の交流端子６１２に接続されている。ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ９）のソースは、第１電力変換部６１の交流端子６１３に接続されている。第２電力変換部６２は、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）、（Ｑ８）および（Ｑ９）を

オンまたはオフすることで、交流端子６２１、６２２および６２３を介して入出力する電流を制御する。この場合、第２電力変換部６２は、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）、（Ｑ８）および（Ｑ９）をオンまたはオフすることで、巻線部ＡＣＧ２の各巻線Ｕ２、Ｖ２およびＷ２をそれぞれ第１電力変換部６１の各交流端子６１１、６１２および６１３に接続したり、分離したりする。

[0018] また、この場合、３個のＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）、（Ｑ８）および（Ｑ９）は、巻線部ＡＣＧ１の各巻線Ｕ１、Ｖ１およびＷ１が接続されている第１電力変換部６１の各交流端子６１１、６１２および６１３と、巻線部ＡＣＧ２の各巻線Ｕ２、Ｖ２およびＷ２との間に介挿されている。そして、３個のＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）、（Ｑ８）および（Ｑ９）は、巻線部ＡＣＧ２の各巻線Ｕ２、Ｖ２およびＷ２を、オンすることで各交流端子６１１、６１２および６１３に対して接続したり、オフすることで各交流端子６１１、６１２および６１３から分離したりする。

[0019] また、各ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）、（Ｑ８）および（Ｑ９）は、ドレイン・ソース間に寄生ダイオードＤ７、Ｄ８およびＤ９が形成されている（なお、他のＭＯＳＦＥＴについては寄生ダイオードは不図示）。寄生ダイオードＤ７、Ｄ８およびＤ９の向きは、各交流端子６１１、６１２および６１３に対して同一であり、この場合、アノードが各交流端子６１１、６１２および６１３に接続されている。また、カソードは、巻線部ＡＣＧ２の各巻線Ｕ２、Ｖ２およびＷ２に接続されている。このように寄生ダイオードＤ７、Ｄ８およびＤ９の向きをそろえることで、各ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）、（Ｑ８）および（Ｑ９）をオフした場合に、モータ動作における第１電力変換部６１を介したバッテリ９から巻線部ＡＣＧ２への電流の流れ込みおよび発電動作における第１電力変換部６１を介した巻線部ＡＣＧ２からバッテリ９への電流の流れ出しを遮断することができる。なお、寄生ダイオードＤ７、Ｄ８およびＤ９の向き（すなわちＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）、（Ｑ８）および（Ｑ９）のドレインおよびソースの向き）は、図示したものと逆向きであってもよい。

[0020] 制御部７は、ＭＯＳＦＥＴゲートドライブ回路７１と、ＣＰＵ（中央処理

装置）７２と、検出・判定回路部７３と、抵抗７６－１～７６－４とを備える。なお、制御部７は、他に、センサやアクチュエータ等との間の入出力を接続することで、エンジン２の点火制御等を行うこともできる。検出・判定回路部７３は、ゼロクロス検出回路７４と、ロータ位置判定回路７５とを備える。

[0021] 抵抗７６－１は一端を巻線Ｕ２に接続し、他端を接地する。抵抗７６－２は一端を巻線Ｖ２に接続し、他端を接地する。抵抗７６－３は一端を巻線Ｗ２に接続し、他端を接地する。そして、抵抗７６－４は一端を中性点Ｎ２に接続し、他端を接地する。抵抗７６－１～７６－４の端子電圧が、検出・判定回路部７３へ入力される。

[0022] ゼロクロス検出回路７４は、巻線Ｕ２、Ｖ２およびＷ２で発生した誘起電圧のゼロクロス点を検出する。ゼロクロス検出回路７４は、ゼロクロス点を検出した場合に、ロータ位置が予め定めたどのステージにあるのかを示す信号であるステージ信号を生成してＣＰＵ７２に対して出力する。

[0023] ロータ位置判定回路７５は、始動発電機１の停止時に、次のようにしてロータの位置が予め定めたどのステージにあるのかを判定し、判定結果をＣＰＵ７２へ出力する。ここで、始動発電機１の停止時とは、エンジン２の停止時を意味する。また、ロータの位置とは、界磁部１５と、巻線部ＡＣＧ１および巻線部ＡＣＧ１との間の相対的な位置関係を意味する。ロータ位置判定回路７５によるステージの判定は、第２電力変換部６２によって、巻線部ＡＣＧ２を電気的に開放した状態で行われる。ロータ位置判定回路７５は、第１電力変換部６１を使って巻線部ＡＣＧ１に予め決められた通電パターンに従ってモータが動かない程度の短パルスを順次通電した場合に、もう一方の巻線部ＡＣＧ２に誘起される電圧情報（大きさ、極性やパルス幅）をもって、ロータステージを判定する。

[0024] ＣＰＵ７２は、ゼロクロス検出回路７４の出力、ロータ位置判定回路７５の出力等に基づいて、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１）～（Ｑ９）をオンまたはオフするための制御信号を生成してＭＯＳＦＥＴゲートドライブ回路７１へ出力す

る。

[0025] ＭＯＳＦＥＴゲートドライブ回路７１は、ＣＰＵ７２から入力した制御信号に応じて、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１）～（Ｑ９）の各ゲート信号を生成し、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１）～（Ｑ９）の各ゲートに供給する。

[0026] 次に、図４～図２５を参照して、図１～図３を参照して説明した始動発電制御装置１００の動作例について説明する。まず、図４～図２３を参照して、始動発電機１をエンジン２の始動を行うスタータモータとして動作させる場合について説明する。次に、図２４および図２５を参照して、始動発電機１を発電機として動作させる場合について説明する。

[0027] 図４は、図１に示した始動発電制御装置１００におけるスタータモータ始動制御の一例を示したフローチャートである。エンジン２が停止している状態で図示していないイグニションスイッチがユーザによってオンされた場合、制御部７に対してバッテリ９から電力が供給され、ＣＰＵ７２が所定の初期処理を行った後、図４に示した処理を開始する。まず、ＣＰＵ７２は、スタータスイッチ８がオンされるまで待機する（ステップＳ１１で「Ｎ」の繰り返し）。ユーザがスタータスイッチ８をオンすると、ＣＰＵ７２はステージ判別処理を実行する（ステップＳ１１で「Ｙ」からステップＳ１２）。

[0028] ステップＳ１２において、ＣＰＵ７２は、まず、第２電力変換部６２のＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）～（Ｑ９）をオフし、巻線部ＡＣＧ１と巻線部ＡＣＧ２とを電気的に分離する。次に、ＣＰＵ７２は、第１電力変換部６１のＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１）～（Ｑ６）をオンまたはオフに制御することで、巻線部ＡＣＧ１に予め決められた複数の通電パターンに従ってモータが動かない程度の短パルスを順次通電する。一方、ロータ位置判定回路７５は、巻線部ＡＣＧ２に誘起される電圧を複数の通電パターン間で比較することで、ロータステージを判定する。

[0029] ここで、図５～図２２を参照して、ステップＳ１２におけるステージ判別処理の一例について説明する。図５は、始動発電機１における界磁部１５と、電機子鉄心１６と巻線部ＡＣＧ１と巻線部ＡＣＧ２とからなる電機子部１

６１との構成例を示す模式図である。この場合、巻線部ＡＣＧ１を構成する巻線Ｕ１、Ｖ１およびＷ１は、それぞれ、巻線Ｕ１－１～Ｕ１－３、巻線Ｖ１－１～Ｖ１－３および巻線Ｗ１－１～Ｗ１－３から構成されている。巻線部ＡＣＧ２を構成する巻線Ｕ２、Ｖ２およびＷ２は、それぞれ、巻線Ｕ２－１～Ｕ２－３、巻線Ｖ２－１～Ｖ２－３および巻線Ｗ２－１～Ｗ２－３から構成されている。図５に示した構成例では、界磁部１５の極数が１２である。界磁部１５は、各極が交互に配設されたＮ極の永久磁石１５Ｎ－１、３、５、７、９および１１と、Ｓ極の永久磁石１５Ｓ－２、４、６、８、１０および１２とから構成されている（なお以下では永久磁石を単に磁石ともいう）。電機子鉄心１６のスロット数は１８であり、各スロットには、巻線Ｕ１－１～Ｕ１－３、巻線Ｖ１－１～Ｖ１－３または巻線Ｗ１－１～Ｗ１－３のうちの１つと、巻線Ｕ２－１～Ｕ２－３、巻線Ｖ２－１～Ｖ２－３または巻線Ｗ２－１～Ｗ２－３のうちの１つとが交互に巻回されている。

[0030] 図６は、図５に示した界磁部１５と電機子部１６１との組み合わせにおける６ステージのロータ位置を模式的に示している。各ステージは電気角が６０°毎異なる。

[0031] 図７は、通電パターンと誘起電圧とステージ判定結果との対応関係を示す。通電パターン「Ｕ１⇒Ｖ１」は、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）～（Ｑ９）をオフした状態で、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１）とＭＯＳＦＥＴ（Ｑ５）とをオンし、巻線Ｕ１から巻線Ｖ１へ通電するパターンである。以下の通電パターンにおいて、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）～（Ｑ９）はすべてオフである。通電パターン「Ｖ１⇒Ｕ１」は、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ２）とＭＯＳＦＥＴ（Ｑ４）とをオンし、巻線Ｖ１から巻線Ｕ１へ通電するパターンである。通電パターン「Ｖ１⇒Ｗ１」は、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ２）とＭＯＳＦＥＴ（Ｑ６）とをオンし、巻線Ｖ１から巻線Ｗ１へ通電するパターンである。通電パターン「Ｗ１⇒Ｖ１」は、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ３）とＭＯＳＦＥＴ（Ｑ５）とをオンし、巻線Ｗ１から巻線Ｖ１へ通電するパターンである。通電パターン「Ｗ１⇒Ｕ１」は、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ３）とＭＯＳＦＥＴ（Ｑ４）とをオンし、巻線Ｗ１から巻線

Ｕ１へ通電するパターンである。そして、通電パターン「Ｕ１⇒Ｗ１」は、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１）とＭＯＳＦＥＴ（Ｑ６）とをオンし、巻線Ｕ１から巻線Ｗ１へ通電するパターンである。

[0032] 誘起電圧「Ｗ２－Ｎ２」は中性点Ｎ２を基準とした巻線Ｗ２の電圧である。誘起電圧「Ｕ２－Ｎ２」は中性点Ｎ２を基準とした巻線Ｕ２の電圧である。そして、誘起電圧「Ｖ２－Ｎ２」は中性点Ｎ２を基準とした巻線Ｖ２の電圧である。ステップＳ１２において、ロータ位置判定回路７５は、通電パターン「Ｕ１⇒Ｖ１」時と通電パターン「Ｖ１⇒Ｕ１」時とに電圧「Ｗ２－Ｎ２」を、通電パターン「Ｖ１⇒Ｗ１」時と通電パターン「Ｗ１⇒Ｖ１」時とに電圧「Ｕ２－Ｎ２」を、そして、通電パターン「Ｗ１⇒Ｕ１」時と通電パターン「Ｕ１⇒Ｗ１」時とに電圧「Ｖ２－Ｎ２」を、順次計測する。そして、ロータ位置判定回路７５は、各通電パターンにおける誘起電圧の計測結果に基づいてステージを判定する。

[0033] 上述したように、ロータ位置判定回路７５は、巻線部ＡＣＧ１と巻線部ＡＣＧ２とのうち巻線部ＡＣＧ１をパルス通電することで、他方の巻線部ＡＣＧ２に誘起される電圧の大きさと極性とによってステージを判別する。その際、ロータ位置判定回路７５は、例えば、誘起電圧と所定の正および負の基準電圧＋Ｖｒｅｆおよび－Ｖｒｅｆとの比較結果に基づいてステージを判定することができる。図７の例では、例えばステージ１を判別するために、「Ｕ１⇒Ｖ１」を通電して「Ｗ２－Ｎ２＞＋Ｖｒｅｆ」ならば「Ｕ１⇒Ｗ１」を通電し、「Ｖ２－Ｎ２＞＋Ｖｒｅｆ」ならばステージ４を確定することができる。

[0034] しかしながら、図７に示した誘起電圧はロータ位置が各ステージの中心付近にある場合の大きさを模式的に示したものである。したがって、特定のロータ位置では、誘起電圧が正または負の基準電圧＋Ｖｒｅｆまたは－Ｖｒｅｆを超えられない場合がある。すなわち、図７に「ステージ境界」と示した２つの異なるステージの境界付近における誘起電圧は、極性が反転するため境界前後で急激に誘起電圧が減少し、基準電圧＋Ｖｒｅｆまたは－Ｖｒｅｆ

を超えられなくなる。例えばステージ３とステージ４との境界付近にあると「Ｕ１⇒Ｗ１」の通電で「Ｖ２－Ｎ２」に電圧は誘起されない場合がある。よってステージ境界付近にロータが位置するとステージ判別が確定できない可能性がある。同じようにロータがステージ４とステージ５との境界位置にある場合は「Ｕ１⇒Ｖ１」の通電では「Ｗ２－Ｎ２」に電圧が誘起されずにステージ判別が出来ないときがある。

[0035] なお、ロータが境界付近、例えばステージ４とステージ３との境界にあった場合、「Ｕ１⇒Ｖ１」通電で「Ｗ２－Ｎ２」に電圧が誘起され、「Ｖ１⇒Ｗ１」通電で「Ｕ２－Ｎ２」に誘起される。したがって、例えば基準電圧Ｖｒｅｆの大きさをより小さくすることで、例えばステージ１とステージ３間の境界付近にロータが位置していることは判別することができる。しかしながら、ステージ１なのかステージ３なのかのどちらなのかは判別出来ない。そこで、本実施形態では、ロータ位置判定回路７５が、誘起電圧を計測することでステージ境界付近にロータが位置していることを検知した場合、異なる１組の誘起電圧の大きさやパルス幅を比較することで境界中央なのかあるいはどちらのステージなのかを判定することとした。

[0036] 図８に、図５に示した界磁部１５と電機子部１６１との組み合わせにおけるステージ３からステージ４までのロータ位置を模式的に示した。図８は、ステージ３の始まり時のロータ位置と、ステージ３とステージ４との境界（すなわちステージ３終了またはステージ４始まり）時のロータ位置と、ステージ４の終了時のロータ位置とを並べて示している。

[0037] 次に、図９を参照して、図８に示したステージ３とステージ４との境界時のロータ位置において巻線Ｖ２－中性点Ｎ２間に発生する誘起電圧について詳細に説明する。図９ならびに後述する図１０～図１３および図１５～図１８は、巻線部ＡＣＧ１にパルス通電する前の磁力線を白抜きの矢線で示し、通電時の磁力線を黒矢線で示している。また、各図では磁力線の本数の違いを模式的に表すため、１本の磁力線を太線の矢線を用いて示し、０．５本の磁力線を細線の矢線を用いて示している。図９に示したように、通電前は、

ロータ位置がステージ境界上にあると、巻線Ｖ２－１が巻かれた電機子鉄心１６（以下、巻線Ｖ２－１が巻かれた電機子鉄心１６の歯の部分を巻線Ｖ２－１の磁極と呼ぶ（他の巻線についても同様とする））がＳ極の磁石１５Ｓ－２とＮ極の磁石１５Ｎ－３との中央に位置するため磁極を貫通する磁力線が存在しない。一方、「Ｕ１→Ｎ１→Ｗ１」と通電すると巻線Ｕ１－１の磁極は磁石１５－Ｓ２と対向する磁極がＮ極に、巻線Ｗ１－１の磁極は磁石１５－Ｎ３と対向する磁極がＳ極に磁化される。巻線Ｖ２－１の磁極は巻線Ｕ１－１および巻線Ｗ１－１からの磁力線が互いに反対向きとなるため巻線Ｖ２－１の磁極に巻線Ｕ１－１または巻線Ｗ１－１からの磁力線が貫通することがない。よってステージ境界上に位置した巻線Ｖ２－１の磁極は通電前後において磁力線の変化がない為、巻線Ｖ２と中性点Ｎ２間には誘起電圧が発生しない。以上のように、ステージ境界の中央に位置した場合、誘起電圧が全く発生しないことがあるためステージ判定を行うことが出来ない場合がある。

[0038] 次に図１０を参照して、ロータ位置が、ステージ３およびステージ４の境界中央に対しステージ３側によっている場合に巻線Ｕ２－中性点Ｎ２間に発生する誘起電圧について説明する。この場合、通電前の磁束は白抜きの矢印で示した分布である。そして、「Ｖ１→Ｎ１→Ｗ１」と通電すると巻線Ｗ１－１の磁極がＳ極に磁化され磁力線は通電前に比べて２本増加する。巻線Ｕ２－１の磁極を貫通する磁力線は巻線Ｗ１－１からの磁力線により１本増加するため中性点Ｎ２から巻線Ｕ２－１に向かう方向に網掛けした矢印で示した誘起電圧を生じる。

[0039] 次に図１１を参照して、ロータ位置が、ステージ３およびステージ４の境界中央の場合に巻線Ｕ２－中性点Ｎ２間に発生する誘起電圧について説明する。この場合、通電前の磁束は白抜きの矢印で示した分布である。そして、「Ｖ１→Ｎ１→Ｗ１」と通電すると巻線Ｗ１－１の磁極がＳ極に磁化され磁力線は１本増加する。巻線Ｕ２－１の磁極を貫通する磁力線は巻線Ｗ１－１からの磁力線により１本増加するため中性点Ｎ２から巻線Ｕ２－１に向かう

方向に網掛けした矢印で示した誘起電圧を生じる。

[0040] 次に図１２を参照して、ロータ位置が、ステージ３およびステージ４の境界中央に対しステージ４側に少しよっている場合に巻線Ｕ２－中性点Ｎ２間に発生する誘起電圧について説明する。この場合、通電前は、白抜きの矢印で示した磁束分布であり、図１１と比較して、巻線Ｕ２－１の磁極は磁石１５－Ｓ４の中央に近づくため磁力線が０．５本増加し、巻線Ｖ１－１の磁極は磁石１５－Ｎ５によりＳ極に磁化される。そして、「Ｖ１→Ｎ１→Ｗ１」と通電すると巻線Ｗ１－１の磁極はＳ極に磁化され磁力線が１本増加する。巻線Ｖ１－１の磁極はＮ極に磁化されるため減磁され磁力線が減少する。従って巻線Ｗ１－１で発生した磁力線は全て巻線Ｕ２－１の磁極を通過することになる。このため巻線Ｕ２－１の磁極における通電前後において磁力線数の変化は０．５本となり、巻線Ｕ２に誘起される電圧は境界中央にある場合より小さくなる。

[0041] 次に図１３を参照して、ロータ位置が、ステージ３およびステージ４の境界中央に対しステージ４側によっている場合に巻線Ｕ２－中性点Ｎ２間に発生する誘起電圧について説明する。この場合、通電前の磁束は白抜きの矢印で示した分布である。図１２と比較して、巻線Ｕ２－１の磁極は磁石１５Ｓ－４の中央に近づくため磁力線が増加し、巻線Ｖ１－１の磁極は磁石１５Ｎ－５によりＳ極に磁化される。そして、「Ｖ１→Ｎ１→Ｗ１」と通電すると巻線Ｗ１－１の磁極はＳ極に磁化され磁力線が１本増加する。巻線Ｖ１－１の磁極はＮ極に磁化されるため減磁され磁力線が減少する。従って巻線Ｗ１－１で発生した磁力線は全て巻線Ｕ２－１の磁極を通過することになる。このため巻線Ｕ２－１の磁極に通電前後において磁力線数の変化が殆ど生じないため巻線Ｕ２に誘起電圧が生じない。

[0042] 次に図１４を参照してステージ境界付近で「Ｕ２－Ｎ２」間に発生する誘起電圧の波形の変化について説明する。図１４は横軸を時間、縦軸を電圧として、巻線Ｕ２と中性点Ｎ２との間に発生する誘起電圧の波形を模式的に示している。図１４（ａ）はロータ位置がステージ３にある場合、図１４（ｂ

）はロータ位置がステージ３およびステージ４の境界中央にある場合、そして、図１４（ｃ）はロータ位置がステージ３およびステージ４の境界からステージ４方向へ遠ざかった場合の誘起電圧の波形である。ステージ３およびステージ４の境界からステージ４方向へ遠ざかるに従い誘起電圧の大きさ（例えば、波高値、絶対値の平均値、実効値など）とパルス幅とは減少する。

[0043] 次に図１５を参照して、ロータ位置が、ステージ３およびステージ４の境界中央に対しステージ４側によっている場合に巻線Ｗ２－中性点Ｎ２間に発生する誘起電圧について説明する。この場合、通電前の磁束は白抜きの矢印で示した分布である。そして、「Ｕ１→Ｎ１→Ｖ１」と通電すると巻線Ｕ１－２の磁極はＮ極に磁化され磁力線は２本増加する。巻線Ｗ２－１の磁極を貫通する磁力線は巻線Ｕ１－２からの磁力線により１本増加するため巻線Ｗ２から中性点Ｎ２に向かう方向に網掛けした矢印で示した誘起電圧を生じる。

[0044] 次に図１６を参照して、ロータ位置が、ステージ３およびステージ４の境界中央にある場合に巻線Ｗ２－中性点Ｎ２間に発生する誘起電圧について説明する。この場合、通電前の磁束は白抜きの矢印で示した分布である。そして、「Ｕ１→Ｎ１→Ｖ１」と通電すると巻線Ｕ１－２の磁極がＮ極に磁化され磁力線は１本増加する。巻線Ｗ２－１の磁極を貫通する磁力線は巻線Ｕ１－２からの磁力線により１本増加するため巻線Ｗ２から中性点Ｎ２に向かう方向に網掛けした矢印で示した誘起電圧を生じる。

[0045] 次に図１７を参照して、ロータ位置が、ステージ３およびステージ４の境界中央に対しステージ３側に少しよっている場合に巻線Ｗ２－中性点Ｎ２間に発生する誘起電圧について説明する。この場合、通電前の磁束は白抜きの矢印で示した分布である。図１６と比較して、巻線Ｗ２－１の磁極は磁石１５Ｎ－５の中央に近づくため磁力線が０．５本増加し、巻線Ｖ１－１の磁極は磁石１５Ｓ－４によりＮ極に磁化される。そして、「Ｕ１→Ｎ１→Ｖ１」と通電するとＵ１－２の磁極はＮ極に磁化され磁力線が１本増加する。巻線Ｖ１－１の磁極はＳ極に磁化されるため減磁され磁力線が減少する。従って

巻線Ｕ１－２で発生した磁力線は全て巻線Ｗ２－１の磁極を通過することになる。このため巻線Ｗ２－１の磁極に通電前後において磁力線数の変化は０．５本となり、巻線Ｗ２に誘起される電圧は境界中央にある場合より小さくなる。

[0046] 次に図１８を参照して、ロータ位置が、ステージ３およびステージ４の境界中央に対しステージ３側によっている場合に巻線Ｗ２－中性点Ｎ２間に発生する誘起電圧について説明する。この場合、通電前の磁束は白抜きの矢印で示した分布である。図１７と比較して、巻線Ｗ２－１の磁極は磁石１５Ｎ－５の中央に近づくため磁力線が増加し、巻線Ｖ１－１の磁極は磁石１５Ｓ－４によりＮ極に磁化される。そして、「Ｕ１→Ｎ１→Ｖ１」と通電すると巻線Ｕ１－２の磁極はＮ極に磁化され磁力線が１本増加する。巻線Ｖ１－１の磁極はＳ極に磁化されるため減磁され磁力線が減少する。従って巻線Ｕ１で発生した磁力線は全て巻線Ｗ２－１の磁極を通過することになる。このため巻線Ｗ２－１の磁極に通電前後において磁力線数の変化が殆ど生じないため巻線Ｗ２に誘起電圧が生じない。

[0047] 次に図１９を参照してステージ境界付近で「Ｗ２－Ｎ２」間に発生する誘起電圧の波形の変化について説明する。図１９は横軸を時間、縦軸を電圧として、巻線Ｗ２と中性点Ｎ２との間に発生する誘起電圧の波形を模式的に示している。図１９（ａ）はロータ位置がステージ４にある場合、図１９（ｂ）はロータ位置がステージ３およびステージ４の境界中央にある場合、そして、図１９（ｃ）はロータ位置がステージ３およびステージ４の境界からステージ３方向へ遠ざかった場合の誘起電圧の波形である。ステージ３およびステージ４の境界からステージ３方向へ遠ざかるに従い従い誘起電圧の大きさ（例えば、波高値、絶対値の平均値、実効値など）やパルス幅は減少する。

[0048] 次に、図２０から図２２を参照して、図４のステップＳ１２におけるステージ判別処理のフローについて説明する。ステージ判定処理においてロータ位置判定回路７５は、まず、Ｕ１からＶ１へ通電する（図２０：ステージ判

別１のステップＳ１０１）。次に、ロータ位置判定回路７５は、Ｕ１からＶ１への通電時に計測した電圧Ｗ２－Ｎ２と正の基準電圧＋Ｖｒｅｆとを比較する（ステップＳ１０２）。電圧Ｗ２－Ｎ２が＋Ｖｒｅｆより大きくない場合（ステップＳ１０２：Ｎ）、ロータ位置判定回路７５は、電圧Ｗ２－Ｎ２と負の基準電圧－Ｖｒｅｆとを比較する（ステップＳ１０３）。電圧Ｗ２－Ｎ２が－Ｖｒｅｆより小さくない場合（ステップＳ１０３：Ｎ）、ロータ位置判定回路７５は、図２１に示したステージ判別２へ処理を進める（ステップＳ１０４）。

[0049] 一方、電圧Ｗ２－Ｎ２が－Ｖｒｅｆより小さい場合（ステップＳ１０３：Ｙ）、ロータ位置判定回路７５は、Ｗ１からＵ１へ通電する（ステップＳ１０５）。続いて、ロータ位置判定回路７５は、Ｗ１からＵ１への通電時に計測した電圧Ｖ２－Ｎ２と正の基準電圧＋Ｖｒｅｆとを比較する（ステップＳ１０６）。電圧Ｖ２－Ｎ２が＋Ｖｒｅｆより大きくない場合（ステップＳ１０６：Ｎ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係（ロータ位置）がステージ５であると確定し（ステップＳ１１１）、処理を終了する（ステップＳ１１０）。一方、電圧Ｖ２－Ｎ２が＋Ｖｒｅｆより大きい場合（ステップＳ１０６：Ｙ）、ロータ位置判定回路７５は、ステップＳ１０１でＵ１からＶ１への通電時に計測した電圧Ｗ２－Ｎ２の絶対値と、ステップＳ１０５でＷ１からＵ１への通電時に計測した電圧Ｖ２－Ｎ２の絶対値とを比較する（ステップＳ１０７）。ただし、図２０に示したフローでは、ステップＳ１０７で比較される電圧Ｖ２－Ｎ２の正負の符号は、ステップＳ１０６の判定で正であることが確定しているので、ステップＳ１０７の判定処理では電圧Ｗ２－Ｎ２の絶対値と電圧Ｖ２－Ｎ２とを比較する。電圧Ｗ２－Ｎ２の絶対値が電圧Ｖ２－Ｎ２の絶対値以上である場合（ステップＳ１０７：Ｙ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係がステージ５であると確定し（ステップＳ１０８）、処理を終了する（ステップＳ１１０）。他方、電圧Ｗ２－Ｎ２の絶対値が電圧Ｖ２－Ｎ２の絶対値以上でない場合（ステップＳ１０７：Ｎ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係がステージ６であると確定し（ステップ

Ｓ１０９）、処理を終了する（ステップＳ１１０）。

[0050] 一方、ステップＳ１０２において、電圧Ｗ２－Ｎ２が＋Ｖｒｅｆより大きい場合（ステップＳ１０２：Ｙ）、ロータ位置判定回路７５は、Ｖ１からＷ１へ通電する（ステップＳ１１２）。続いて、ロータ位置判定回路７５は、Ｖ１からＷ１への通電時に計測した電圧Ｕ２－Ｎ２と負の基準電圧－Ｖｒｅｆとを比較する（ステップＳ１１３）。電圧Ｖ２－Ｎ２が－Ｖｒｅｆより小さくない場合（ステップＳ１１３：Ｎ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係がステージ４であると確定し（ステップＳ１１４）、処理を終了する（ステップＳ１１０）。一方、電圧Ｕ２－Ｎ２が－Ｖｒｅｆより小さい場合（ステップＳ１１３：Ｙ）、ロータ位置判定回路７５は、ステップＳ１０１でＵ１からＶ１への通電時に計測した電圧Ｗ２－Ｎ２の絶対値と、ステップＳ１１２でＶ１からＷ１への通電時に計測した電圧Ｕ２－Ｎ２の絶対値とを比較する（ステップＳ１１５）。ただし、図２０に示したフローでは、ステップＳ１１５で比較される電圧Ｗ２－Ｎ２の正負の符号は、ステップＳ１０２の判定で正であることが確定しているので、ステップＳ１１５の判定処理では電圧Ｕ２－Ｎ２の絶対値と電圧Ｗ２－Ｎ２とを比較している。電圧Ｗ２－Ｎ２の絶対値が電圧Ｕ２－Ｎ２の絶対値以上である場合（ステップＳ１１５：Ｙ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係がステージ４であると確定し（ステップＳ１１６）、処理を終了する（ステップＳ１１０）。他方、電圧Ｗ２－Ｎ２の絶対値が電圧Ｕ２－Ｎ２の絶対値以上でない場合（ステップＳ１１６：Ｎ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係がステージ３であると確定し（ステップＳ１１７）、処理を終了する（ステップＳ１１０）。

[0051] ここで図２０に示したステージ判別１の処理の概要をまとめると次のようになる。すなわち、「Ｕ１⇒Ｖ１」の通電にて「Ｗ２－Ｎ２」に電圧が誘起されればその極性と大きさから分岐する。「Ｗ２－Ｎ２」に誘起された電圧が「＋」極性ならば、さらに「Ｖ１⇒Ｗ１」通電する。そして、「Ｕ２－Ｎ２」の電圧が、－Ｖｒｅｆより小さければステージ４が確定する。他方、「Ｕ２－Ｎ２」の電圧が、－Ｖｒｅｆより小さくなければ、「Ｗ２－Ｎ２」と

絶対値比較して、「Ｕ２－Ｎ２」の電圧が大きくなければステージ４が確定し、大きければステージ３が確定する。また、「Ｗ２－Ｎ２」の極性が「－」で、－Ｖｒｅｆより小さければ、さらに「Ｗ１⇒Ｕ１」通電にて「Ｖ２－Ｎ２」の電圧が＋Ｖｒｅｆ以下ならばステージ５が確定する。他方、「Ｖ２－Ｎ２」の電圧が、＋Ｖｒｅｆより大きければ、「Ｗ２－Ｎ２」と絶対値比較し、「Ｖ２－Ｎ２」の電圧が大きければステージ６が確定し、大きくなければステージ５が確定する。また、「Ｕ１⇒Ｖ１」の通電にて「Ｗ２－Ｎ２」に電圧が誘起されなければステージ判別２を実行する。

[0052] 一方、図２１に示したステージ判別２では、ロータ位置判定回路７５は、まず、Ｕ１からＷ１へ通電する（ステップＳ２０１）。次に、ロータ位置判定回路７５は、Ｕ１からＶ１への通電時に計測した電圧Ｖ２－Ｎ２と正の基準電圧＋Ｖｒｅｆとを比較する（ステップＳ２０２）。電圧Ｖ２－Ｎ２が＋Ｖｒｅｆより大きくない場合（ステップＳ２０２：Ｎ）、ロータ位置判定回路７５は、電圧Ｖ２－Ｎ２と負の基準電圧－Ｖｒｅｆとを比較する（ステップＳ２０３）。電圧Ｖ２－Ｎ２が－Ｖｒｅｆより小さくない場合（ステップＳ２０３：Ｎ）、ロータ位置判定回路７５は、図２２に示したステージ判別３へ処理を進める（ステップＳ２０４）。他方、電圧Ｖ２－Ｎ２が－Ｖｒｅｆより小さい場合（ステップＳ２０３：Ｙ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係がステージ３であると確定し（ステップＳ２０５）、処理を終了する（ステップＳ２０６）。

[0053] 一方、ステップＳ２０２において、電圧Ｖ２－Ｎ２が＋Ｖｒｅｆより大きい場合（ステップＳ２０２：Ｙ）、ロータ位置判定回路７５は、Ｗ１からＶ１へ通電する（ステップＳ２０７）。続いて、ロータ位置判定回路７５は、ステップＳ２０１でＵ１からＷ１への通電時に計測した電圧Ｖ２－Ｎ２の絶対値と、ステップＳ２０７でＷ１からＶ１への通電時に計測した電圧Ｕ２－Ｎ２の絶対値とを比較する（ステップＳ２０８）。ただし、図２１に示したフローでは、ステップＳ２０８で比較される電圧Ｗ２－Ｎ２の正負の符号は、ステップＳ２０２の判定で正であることが確定しているので、ステップＳ

２０８の判定処理では電圧Ｕ２－Ｎ２の絶対値と電圧Ｖ２－Ｎ２とを比較している。電圧Ｖ２－Ｎ２の絶対値が電圧Ｕ２－Ｎ２の絶対値以上である場合（ステップＳ２０８：Ｙ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係がステージ５であると確定し（ステップＳ２１０）、処理を終了する（ステップＳ２０６）。他方、電圧Ｖ２－Ｎ２の絶対値が電圧Ｕ２－Ｎ２の絶対値以上でない場合（ステップＳ２０８：Ｎ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係がステージ４であると確定し（ステップＳ２０９）、処理を終了する（ステップＳ２０６）。

[0054] ここで図２１に示したステージ判別２の処理の概要をまとめると次のようになる。なお、ステージ判別２の処理が前提とする事項は次のとおりである。すなわち、「Ｕ１⇒Ｖ１」の通電にて「Ｗ２－Ｎ２」に誘起電圧が発生しなければ以下のことが判明する。すなわち、ロータ位置は、ステージ４とステージ５との境界上にある可能性がある。また、ロータ位置は、ステージ３とステージ４との境界上またはステージ５とステージ６との境界上にはない。上記を考慮し、ステージ判別２では、「Ｕ１⇒Ｗ１」に通電し「Ｖ２－Ｎ２」の誘起電圧を調べることで以下のことが分かる。

[0055] 誘起電圧の発生があれば、ロータ位置は、誘起電圧が＋極性の電圧ならばステージ４からステージ５上にあり、－極性の電圧ならばステージ３上にある。誘起電圧が発生しなければ、ロータ位置は、ステージ４とステージ５との境界上にはない。あるいは、ロータ位置は、ステージ２とステージ３との境界上にはない。あるいは、ロータ位置は、残る可能性として、ステージ１、２、６か、ステージ１とステージ２との境界、ステージ６とステージ１との境界上のどれかに絞り込まれる。この可能性については、ステージ判別３の処理で判定する。

[0056] 一方、図２２に示したステージ判別３では、ロータ位置判定回路７５は、まず、Ｖ１からＵ１へ通電する（ステップ３０１）。次に、ロータ位置判定回路７５は、Ｖ１からＵ１への通電時に計測した電圧Ｗ２－Ｎ２と正の基準電圧＋Ｖｒｅｆとを比較する（ステップＳ３０２）。電圧Ｗ２－Ｎ２が＋Ｖ

ｒｅｆより大きい場合（ステップＳ３０２：Ｙ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係がステージ２であると確定し（ステップＳ３０３）、処理を終了する（ステップＳ３０４）。

[0057] 他方、電圧Ｗ２－Ｎ２が＋Ｖｒｅｆより大きくない場合（ステップＳ３０２：Ｎ）、ロータ位置判定回路７５は、電圧Ｗ２－Ｎ２と負の基準電圧－Ｖｒｅｆとを比較する（ステップＳ３０５）。電圧Ｗ２－Ｎ２が－Ｖｒｅｆより小さくない場合（ステップＳ３０５：Ｎ）、ロータ位置判定回路７５は、Ｗ１からＶ１へ通電する（ステップＳ３０６）。続いて、ロータ位置判定回路７５は、ステップＳ３０１でＶ１からＵ１への通電時に計測した電圧Ｗ２－Ｎ２の絶対値と、ステップＳ３０６でＷ１からＶ１への通電時に計測した電圧Ｕ２－Ｎ２の絶対値とを比較する（ステップＳ３０７）。ここで、ステップＳ３０１の判定処理は、位置関係がステージ１とステージ６との境界付近にある場合に、位置関係がステージ１またはステージ６のどちらなのかを判定する処理である。また、ステージ１とステージ６との境界付近では、図７に示したように、Ｗ１からＶ１への通電時の電圧Ｕ２－Ｎ２は正であり、Ｖ１からＵ１への通電時の電圧Ｗ２－Ｎ２は負である。そこで、ステップＳ３０１の判定処理では電圧Ｗ２－Ｎ２の絶対値と電圧Ｕ２－Ｎ２とを比較する。電圧Ｕ２－Ｎ２の絶対値が電圧Ｗ２－Ｎ２の絶対値以上でない場合（ステップＳ３０７：Ｎ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係がステージ１であると確定し（ステップＳ３０８）、処理を終了する（ステップＳ３０４）。他方、電圧Ｗ２－Ｎ２の絶対値が電圧Ｖ２－Ｎ２の絶対値以上である場合（ステップＳ３０７：Ｙ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係がステージ６であると確定し（ステップＳ３０９）、処理を終了する（ステップＳ３０４）。

[0058] 一方、ステップＳ３０５において、電圧Ｗ２－Ｎ２が－Ｖｒｅｆより小さい場合（ステップＳ３０５：Ｙ）、ロータ位置判定回路７５は、Ｗ１からＵ１へ通電する（ステップＳ３１０）。続いて、ロータ位置判定回路７５は、Ｗ１からＵ１への通電時に計測した電圧Ｖ２－Ｎ２と正の基準電圧＋Ｖｒｅ

ｆとを比較する（ステップＳ３１１）。電圧Ｖ２－Ｎ２が＋Ｖｒｅｆより大きい場合（ステップＳ３１１Ｙ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係がステージ６であると確定し（ステップＳ３１２）、処理を終了する（ステップＳ３０４）。一方、電圧Ｖ２－Ｎ２が＋Ｖｒｅｆより大きくない場合（ステップＳ３１１：Ｎ）、ロータ位置判定回路７５は、位置関係がステージ１であると確定し（ステップＳ３１３）、処理を終了する（ステップＳ３０４）。

[0059] ここで図２２に示したステージ判別３の処理の概要をまとめると次のようになる。「Ｖ１⇒Ｕ１」の通電にて「Ｗ２－Ｎ２」に誘起される電圧を調べることで以下のことが判明する。すなわち、ロータ位置は、誘起電圧の発生があれば、誘起電圧が＋極性ならばステージ２上にあり、－極性ならばステージ１上またはステージ６とステージ１との境界上にある。一方、ロータ位置は、誘起電圧の発生がなければ、ステージ６とステージ１との境界上にはなく、ステージ１とステージ２との境界上またはステージ６上にある。

[0060] 以上のようにして、ロータ位置判定回路７５は図４のステップＳ１２におけるステージ判別処理を実行する。

[0061] 次に、図４において、ＣＰＵ７２は、ロータ位置判定回路７５においてステージ判別処理が正常に終了したか否かを判定する（ステップＳ１３）。一方、ステージ判別処理が正常に終了していない場合（ステップＳ１３で「Ｎ」の場合）、ＣＰＵ７２は、ステップＳ１２の判別処理を再度、実行する（ステップＳ１１で「Ｙ」からステップＳ１２）。他方、ステージ判別処理が正常に終了していた場合（ステップＳ１３で「Ｙ」の場合）、ＣＰＵ７２は、ロータ位置判定回路７５が判定したステージに対応した通電パターンで第１電力変換部６１および第２電力変換部６２のＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１）～（Ｑ９）の通電制御を開始する（ステップＳ１４）。その際、ＣＰＵ７２は、例えば、第１電力変換部６１の通電角を１８０°に設定し、第２電力変換部６２の通電角を１２０°以上１８０°未満に設定する。

[0062] 次に、始動発電機１が回転を開始した後、ゼロクロス検出回路７４が巻線

部ＡＣＧ２の出力電圧のゼロクロス点に基づきステージ信号を生成してＣＰＵ７２に対して出力する（ステップＳ１５）。そして、ＣＰＵ７２が、第１電力変換部および第２電力変換部に対して、ゼロクロス検出回路７４によって検出されたステージに対応したパターンにて通電制御を行う（ステップＳ１５）。

[0063] ここで、図２３を参照して、スタータモータ始動制御時の回転時における巻線部ＡＣＧ２の電圧波形について説明する。図２３は、巻線部ＡＣＧ２の巻線Ｕ２の出力電圧波形と、ロータ位置判定回路７５による巻線Ｕ２の出力電圧のゼロクロス点の検出波形とを模式的に示した波形図である。この場合、ステップＳ１４およびステップＳ１５における第２電力変換部６２の通電角は１２０°に設定している。図２３において、ゼロクロス点の検出波形は、出力電圧のゼロクロス点において出力電圧の変化と同一方向で立ち上がりまたは立ち下がる。なお、巻線部ＡＣＧ２の電圧波形には、相を切り替えるタイミング（破線の領域Ａ１）でノイズが発生する。そのため、ロータ位置判定回路７５では、切り替えタイミングでノイズをマスクしゼロクロス検出に支障が出ないようにすることが望ましい。ゼロクロス検出回路７４は、巻線Ｕ２、Ｖ２およびＷ２の各出力電圧波形から各相の検出波形を生成し、各相の検出波形に基づきロータ位置を表すステージ信号を生成してＣＰＵ７２に対して出力する。

[0064] 次に、図４において、ＣＰＵ７２は、エンジンの始動が完了したか否かを判定する（ステップＳ１６）。エンジンの始動が完了していない場合（ステップＳ１６で「Ｎ」の場合）、ＣＰＵ７２は、ステップＳ１５へ戻り、ゼロクロス検出回路７４が検出したステージに対応したパターンにて通電制御を続行する（ステップＳ１５）。エンジンの始動が完了していた場合（ステップＳ１６で「Ｙ」の場合）、ＣＰＵ７２は、モータ通電を停止し、スタータモータ始動制御を終了する（ステップＳ１７）。

[0065] 以上のように、スタータモータ制御においては、まず、第２電力変換部６２のＭＯＳＦＥＴを全てオフする。そして、第１電力変換部６１を使って、

巻線部ＡＣＧ１に予め決められた通電パターンに従って、モータが動かない程度の短パルスを順次通電する。そして、もう一方の巻線部ＡＣＧ２の巻線両端に誘起される電圧情報をもって、ロータ位置判定回路７５が停止時におけるロータステージを判定する。次に、ＣＰＵ７２が、ロータ位置判定回路７５により特定されたロータステージに対応した通電パターンを、巻線部ＡＣＧ１および巻線部ＡＣＧ２の各相に接続された第１電力変換部６１と第２電力変換部６２とのうち、第１電力変換部６１に対しては１８０°、第２電力変換部６２は１２０°以上１８０°未満の何れかの角度にて通電を開始する。そして、通電開始後は、ゼロクロス検出回路７４が検出した巻線部ＡＣＧ２のゼロクロスポイントから導出されるロータ位置情報に基づいてＣＰＵ７２が巻線部ＡＣＧ１および巻線部ＡＣＧ２にエンジンの始動が完了するまで通電する。これによって、本実施形態では、始動時に、巻線部ＡＣＧ２をゼロクロスポイント検出用に使用することが可能になるとともに、巻線部ＡＣＧ１と巻線部ＡＣＧ２との両方を始動巻線として使用することが可能になる。また、巻線部ＡＣＧ１の通電モードを１８０°とし、巻線部ＡＣＧ２の通電モードをゼロクロスポイントの検出が可能なできるだけ大きな通電角とすることで、巻線部ＡＣＧ１と巻線部ＡＣＧ２との両方を１８０°通電モードとする場合からの始動トルクの低減を極力抑えることができる。

[0066] 次に、図２４および図２５を参照して、始動発電機１を発電機として動作させる場合について説明する。図２４は、図１に示した始動発電制御装置１００における発電制御の一例を示したフローチャートである。エンジン２の始動完了後、ＣＰＵ７２は、第２電力変換部６２の各ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）～（Ｑ９）をオフする（ステップＳ２１）。

[0067] 次に、ＣＰＵ７２は、ゼロクロス検出回路７４が巻線部ＡＣＧ２の出力電圧のゼロクロス点に基づいて生成したステージ信号を入力する（ステップＳ２２）。

[0068] ここで、図２５を参照して、発電制御時の巻線部ＡＣＧ２の電圧波形について説明する。図２５は、巻線部ＡＣＧ２の巻線Ｕ２の出力電圧波形と、ロ

ータ位置判定回路７５による巻線Ｕ２の出力電圧のゼロクロス点の検出波形とを模式的に示した波形図である。この場合、第２電力変換部６２はオフ状態に制御されている。ゼロクロス点の検出波形は、出力電圧のゼロクロス点において出力電圧の変化と同一方向で立ち上がりまたは立ち下がる。ゼロクロス検出回路７４は、図２５に示したような巻線Ｕ２、Ｖ２およびＷ２の各出力電圧波形から各相の検出波形を生成し、各相の検出波形に基づきロータ位置を段階的に表すステージ信号を生成してＣＰＵ７２に対して出力する。

[0069] 次に、ＣＰＵ７２は、バッテリ９の電圧値に基づき第１電力制御部６１の通電角を計算する（ステップＳ２３）。 次に、ＣＰＵ７２は、第１電力変換部６１から巻線部ＡＣＧ１へステップＳ２３で計算した遅角量に基づく遅角パターンを出力する（ステップＳ２４）。そして、ＣＰＵ７２は、ステップＳ２２へ戻り、上述した処理を再度実行する。

[0070] 以上のように、発電制御においては、エンジン始動後に第２電力変換部６２のＭＯＳＦＥＴを全オフとすることで、余剰な発電電力の発生を防いでいる。また、ゼロクロス検出回路７４によって、巻線部ＡＣＧ２の巻線両端に発生する無負荷電圧のゼロクロスポイントからロータ位置を導出することで、巻線部ＡＣＧ１の交流電圧を第１電力変換部６１にて位相制御するに必要なタイミングを生成する。これによって、本実施形態によれば、バッテリ９や図示していない電装負荷に最適な電力を供給することができる。

[0071] 以上のように、本実施形態によれば高価なセンサを用いず、かつサブコイルを用いることなく、簡易な方法で安価にロータの位置決めが可能となる。

[0072] また、本実施形態は、３相巻線（多相巻線）である巻線部ＡＣＧ１と巻線部ＡＣＧ２とが並列に配設された電機子部と、永久磁石からなる界磁部とを備えた始動発電機１（ＡＣＧスタータモータ）と、巻線部ＡＣＧ１または巻線部ＡＣＧ１および巻線部ＡＣＧ２に接続され、交流および直流間の電力変換を行う第１電力変換部６１と、巻線部ＡＣＧ１の各端部に接続されている第１電力変換部６１の各交流端子６１１、６１２および６１３と、巻線部ＡＣＧ２の各端部との間に介挿され、各交流端子６１１、６１２および６１３

に対して巻線部ＡＣＧ２の各端部の接続および分離を行う複数のＭＯＳＦＥＴ（スイッチ素子）（Ｑ７）～（Ｑ９）とを備えている。この構成によれば、電力損失の低減等、始動発電機１の制御特性を容易に向上させることができる。

[0073] また、以上のように、本実施形態によれば、巻線部を例えば２分割して両方を使用する場合と片方を使用する場合とで使い分けることで、発電と電気負荷とのバランスを適正化することができる。この構成によれば、スタータモータのトルク特性を満たすように巻線仕様を設計したモータを、発電機として使用したときに電気負荷とのアンバランスによって発生する余剰電力を低減することができる。すなわち、巻線部の環流電流を減らし、巻線やパワーデバイス素子の発熱（電力損失）を小さくすることができる。よって、モータトルクを損なうことなく発電時の余剰電力を容易に削減することができる。これによってエンジン２の燃費向上やフリクションの低減が可能となる。

[0074] また、発電制御時に、環流電流を減らすことで電機子巻線とパワーデバイスの発熱を低減することができる。

[0075] 次に、図２６を参照して、本発明の第２の実施形態について説明する。図２６は、本発明の第２の実施形態の始動発電制御装置１００ｂの構成例を示したブロック図である。なお、図２６において、図３に示したものと同一の構成には同一の符号を付けて説明を省略する。また、図２６において、図３に示したものと基本的な機能が同一の構成には同一の符号の末尾に文字「ａ」を付加した符号を付けている。検出・判定回路部７３の構成と動作は上記の実施形態と同一である。

[0076] 第２の実施形態の始動発電制御装置１００ａは、図３に示した始動発電制御装置１００と比較して次の点が異なる。すなわち、第２電力変換部６２ａが、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１０）～（Ｑ１２）を新たに備える。この場合、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１０）のドレインはＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）のドレインに接続されている。ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１１）のドレインはＭＯＳＦＥＴ（Ｑ８）のド

レインに接続されている。ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１２）のドレインはＭＯＳＦＥＴ（Ｑ９）のドレインに接続されている。そして、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１０）、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１１）およびＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１２）の各ソースは、接地されている。

[0077] また、制御部７ａにおいて、ＭＯＳＦＥＴゲートドライブ回路７１ａは、図３に示したＭＯＳＦＥＴゲートドライブ回路７１に対して、新たに設けたＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１０）～（Ｑ１２）用の回路が追加されている。また、ＣＰＵ７２ａは、図３に示したＣＰＵ７２に対して、新たに設けたＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１０）～（Ｑ１２）用にプログラムが追加されている。

[0078] 第２の実施形態の始動発電制御装置１００ａによれば、負側のＭＯＳＦＥＴを巻線部ＡＣＧ１用と巻線部ＡＣＧ２用とに２組設けることで、負側のＭＯＳＦＥＴに流れる電流を制限し、各ＭＯＳＦＥＴの発熱を減らすことができる。

[0079] 次に、図２７を参照して、本発明の第３の実施形態について説明する。図２７は、本発明の第３の実施形態の始動発電制御装置１００ｂの構成例を示したブロック図である。なお、図２７において、図３または図２６に示したものと同一の構成には同一の符号を付けて説明を省略する。また、図２７において、図３に示したものと基本的な機能が同一の構成には同一の符号の末尾に文字「ｂ」を付加した符号を付けている。検出・判定回路部７３の構成と動作は上記の各実施形態と同一である。

[0080] 第３の実施形態の始動発電制御装置１００ｂは、図３に示した始動発電制御装置１００と比較して次の点が異なる。すなわち、第１電力変換部６１ｂは、図３に示した第１電力変換部６１に対して、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１３）（第１スイッチ素子）を新たに備えている。このＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１３）は、正側直流端子６１４とバッテリ９に接続されている正側直流端子６１６との間に介挿されている。ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１３）のドレインは正側直流端子６１４に接続され、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１３）のソースは正側直流端子６１６に接続されている。

[0081] 第２電力変換部６２ｂは、６個のＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１７）～（Ｑ１９）および（Ｑ１０）～（Ｑ１２）を備え、３相ブリッジ直交変換部回路を構成する。また、直交変換部６２ｂは、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１７）～（Ｑ１９）および（Ｑ１０）～（Ｑ１２）からなる３相ブリッジ直交変換部回路の直流入出力線の正側に正側直流端子６２４を備えるとともに、負側に負側直流端子６２５を備える。このＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１７）～（Ｑ１９）および（Ｑ１０）～（Ｑ１２）からなる３相ブリッジ直交変換部回路は、巻線部ＡＣＧ２の巻線Ｕ２、巻線Ｖ２および巻線Ｗ２を各交流端子６２１、６２２および６２３に接続し、直流および交流間の双方向に電力を変換する。

[0082] また、第２電力変換部６２ｂは、正側直流端子６２４とバッテリ９に接続されている正側直流端子６２６との間にＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１４）（第２スイッチ素子）を備えている。ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１４）のドレインは正側直流端子６２４に接続され、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１４）のソースは正側直流端子６２６に接続されている。

[0083] なお、第２電力変換部６２ｂは、図３に示した第２電力変換部６２と比較して、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ７）～（Ｑ９）が省略されている。

[0084] また、制御部７ｂにおいて、ＭＯＳＦＥＴゲートドライブ回路７１ｂは、図３に示したＭＯＳＦＥＴゲートドライブ回路７１に対して、新たに設けたＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１０）～（Ｑ１４）および（Ｑ１７）～（Ｑ１９）用の回路が追加されている。また、ＣＰＵ７２ｂは、図３に示したＣＰＵ７２に対して、新たに設けたＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１０）～（Ｑ１４）および（Ｑ１７）～（Ｑ１９）用にプログラムが変更されている。

[0085] 第３の実施形態の始動発電制御装置１００ｂでは、ＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１３）およびＭＯＳＦＥＴ（Ｑ１４）をオンまたはオフすることで、発電制御時に、巻線部ＡＣＧ１のみから発電電力を出力させたり、巻線部ＡＣＧ２のみから発電電力を出力させたり、あるいは、巻線部ＡＣＧ１と巻線部ＡＣＧ２との両方から発電電力を出力させたりという制御を行うことができる。

[0086] 以上のように、第３の実施形態の始動発電制御装置１００ｂによれば、巻

線部を例えば２分割して両方を使用する場合と片方を使用する場合とで使い分けることで、発電と電気負荷とのバランスを適正化することができる。この構成によれば、スタータモータのトルク特性を満たすように巻線仕様を設計したモータを、発電機として使用したときに電気負荷とのアンバランスによって発生す余剰電力を低減することができる。すなわち、巻線部の環流電流を減らし、巻線やパワーデバイス素子の発熱（電力損失）を小さくすることができる。よって、モータトルクを損なうことなく発電時の余剰電力を容易に削減することができる。これによってエンジン２の燃費向上やフリクションの低減が可能となる。

[0087] また、巻線部ＡＣＧ１と巻線部ＡＣＧ２との仕様（ターン数、線径等）を異ならせることでモータ制御における発生トルクや発電制御における発電出力を、例えば、巻線部ＡＣＧ１を使用する場合と、巻線部ＡＣＧ２を使用する場合と、巻線部ＡＣＧ１および巻線部ＡＣＧ２を使用する場合の３段階で選択することができる。

[0088] 以上のように、本発明の各実施形態によれば、巻線部ＡＣＧ１および巻線部ＡＣＧ２が並列に配置された始動発電機１が、エンジン２の始動に用いられる場合、および発電機として用いられる場合の双方において、巻線部ＡＣＧ２をロータの位置を検出する検出巻線として用いるため、ホールセンサを設けずに、ロータの位置を高い精度で検出することができる。このため、高価なホールセンサを高い取付精度に対応して配置する必要がないため、価格が安くかつ高い精度でロータの検出が可能な始動発電機を提供することができる。

[0089] また、本発明の各実施形態によれば、巻線部ＡＣＧ１（第１多相巻線）に複数の通電パターンで順次、線間電圧を印加したときに、巻線部ＡＣＧ２（第２多相巻線）に発生する相電圧の値を検出することで、ロータの停止位置を判定することができる。これによれば電流検出を不要とすることができる。また、隣り合うステージの境界で電圧検出が困難になり、ステージ判定ができなくなる場合があるという課題に対しては、２つの異なる通電パターン

を印加したときにそれぞれ検出された２つの異なる相電圧どうしを比較した結果に基づいてステージを判定するようにしたことで、境界上でも精度良くステージ判定することができる。

[0090] なお、本発明の実施形態は上記のものに限定されず、発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

[0091] 例えば、ロータ位置判定回路７５は、巻線部ＡＣＧ１に対して異なる通電パターンで線間電圧を印加したときに検出された巻線部ＡＣＧ２の異なる複数の相の相電圧を比較する際に、波高値の絶対値、相電圧の平均値の絶対値、相電圧の実効値などの相電圧の大きさを比較することができる。また、ロータ位置判定回路７５は、異なる複数の相の相電圧を比較する際に、大きさに加えてパルス幅の長さを比較したり、あるいは、大きさに代えてパルス幅の長さを比較したりするようにしてもよい。

## 符号の説明

[0092] １００、１００ａ、１００ｂ　始動発電制御装置

１　始動発電機

ＡＣＧ１、ＡＣＧ２　巻線部

６１、６１ｂ　第１電力変換部

６２、６２ａ　第２電力変換部

７、７ａ、７ｂ　制御部

Ｕ１、Ｖ１、Ｗ１、Ｕ２、Ｖ２、Ｗ２　巻線

７２　ＣＰＵ

７３　検出・判定回路部

７４　ゼロクロス検出回路

７５　ロータ位置判定回路

Ｑ１～Ｑ１４、Ｑ１７～Ｑ１９　ＭＯＳＦＥＴ

# 請求の範囲

[請求項1] 永久磁石からなる界磁部と、第１多相巻線および第２多相巻線が並列に配設された電機子部とを有する始動発電機と、

バッテリに接続される第１正側直流端子と、前記第１多相巻線に接続された複数の第１交流端子とを有し、直流および交流間で双方向に電力を変換する第１電力変換部と、

前記第２多相巻線に接続された複数の第２交流端子を有し、前記第２交流端子を介して入出力する電流を制御する第２電力変換部と、

前記第２多相巻線の出力電圧に基づき前記界磁部と前記電機子部との位置関係を検知し、検知した前記位置関係に応じて前記第１電力変換部と前記第２電力変換部とを制御する制御部と

を備え、

前記制御部が、前記第２交流端子を介して入出力する電流をオフした状態で、前記第１多相巻線における巻線の組および電圧印加の向きで決まる複数の通電パターンを順次選択して所定の線間電圧を印加したときに検出された前記第２多相巻線の相電圧の値と、異なる前記通電パターンで前記線間電圧を印加したときに検出された前記第２多相巻線の異なる複数の相の前記相電圧の比較結果とに基づき、前記始動発電機の停止時における前記位置関係を検知する

始動発電装置。

[請求項2] 前記比較結果が、前記相電圧の絶対値の大きさを比較した結果である

請求項１に記載の始動発電装置。

[請求項3] 永久磁石からなる界磁部と、第１多相巻線および第２多相巻線が並列に配設された電機子部とを有する始動発電機と、

バッテリに接続される第１正側直流端子と、前記第１多相巻線に接続された複数の第１交流端子とを有し、直流および交流間で双方向に電力を変換する第１電力変換部と、

前記第２多相巻線に接続された複数の第２交流端子を有し、前記第２交流端子を介して入出力する電流を制御する第２電力変換部と、

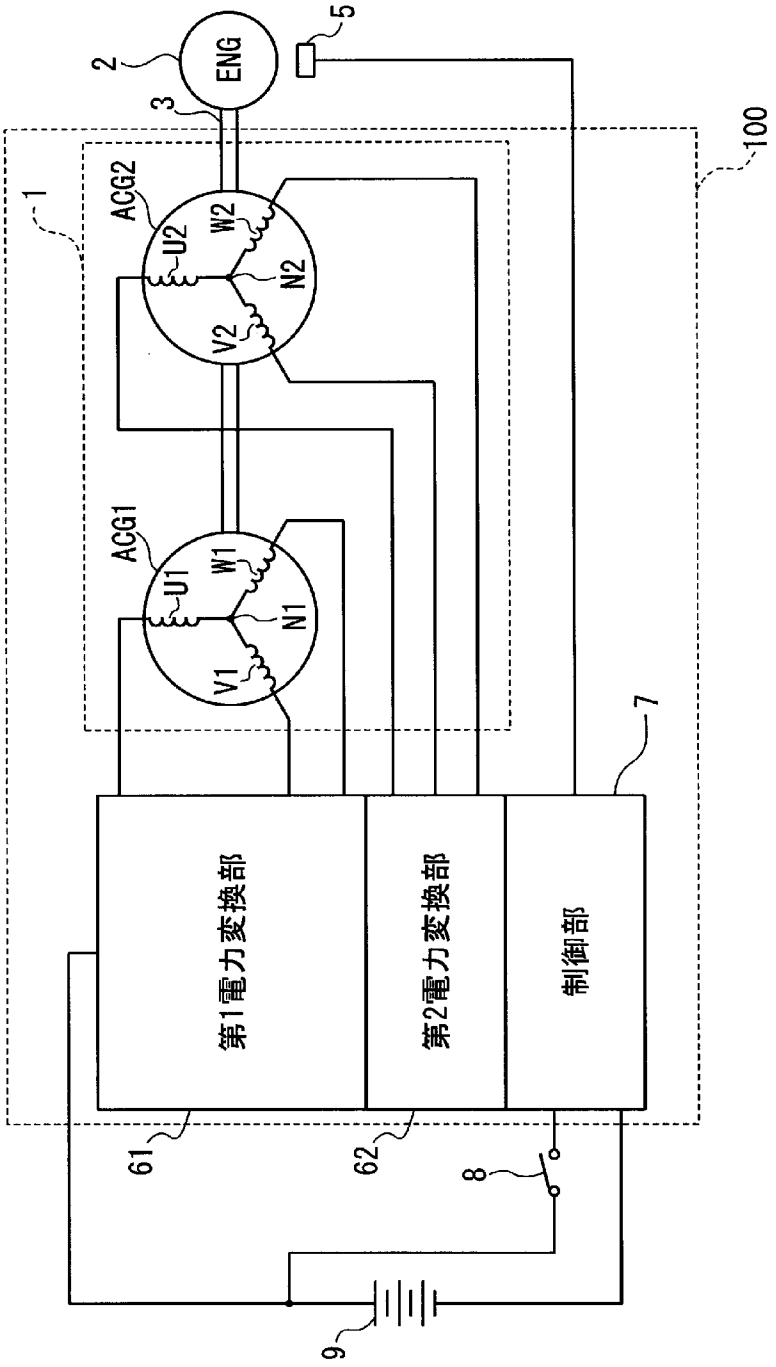
前記第２多相巻線の出力電圧に基づき前記界磁部と前記電機子部との位置関係を検知し、検知した前記位置関係に応じて前記第１電力変換部と前記第２電力変換部とを制御する制御部と

を用い、

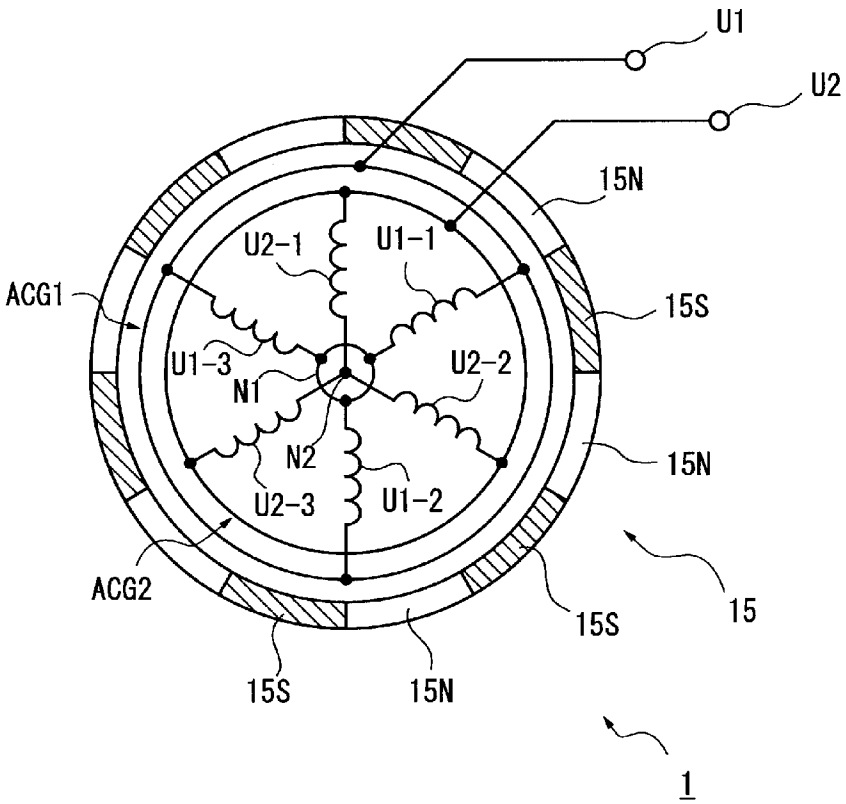
前記制御部が、前記第２交流端子を介して入出力する電流をオフした状態で、前記第１多相巻線における巻線の組および電圧印加の向きで決まる複数の通電パターンを順次選択して所定の線間電圧を印加したときに検出された前記第２多相巻線の相電圧の値と、異なる前記通電パターンで前記線間電圧を印加したときに検出された前記第２多相巻線の異なる複数の相の前記相電圧の比較結果とに基づき、前記始動発電機の停止時における前記位置関係を検知する

始動発電方法。

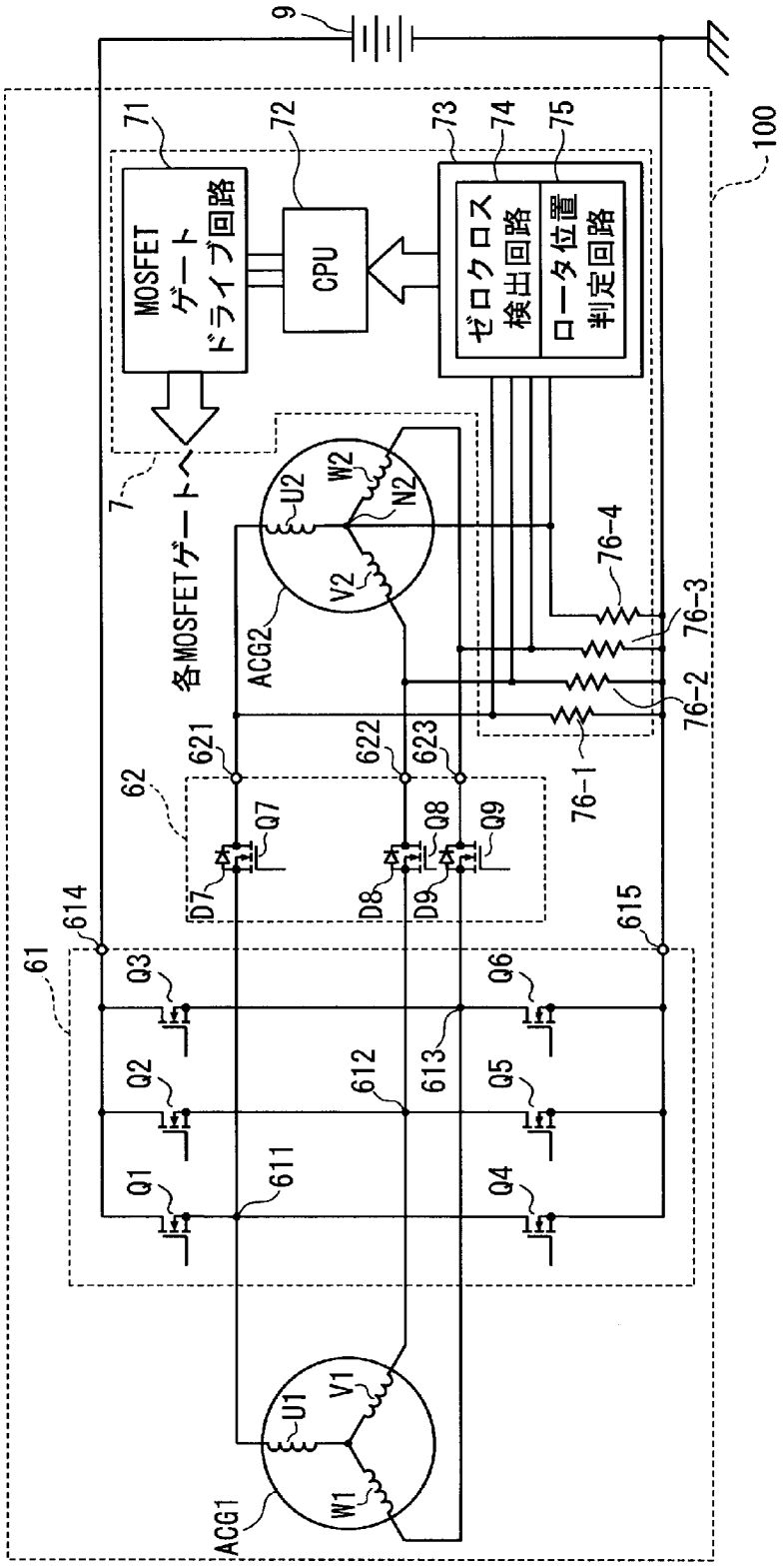
[図1]


ENG
2
3
5
100
1
ACG2
U2
W2
N2
V2
ACG1
U1
W1
N1
V1
7
第1電力変換部
第2電力変換部
制御部
61
62
8
9

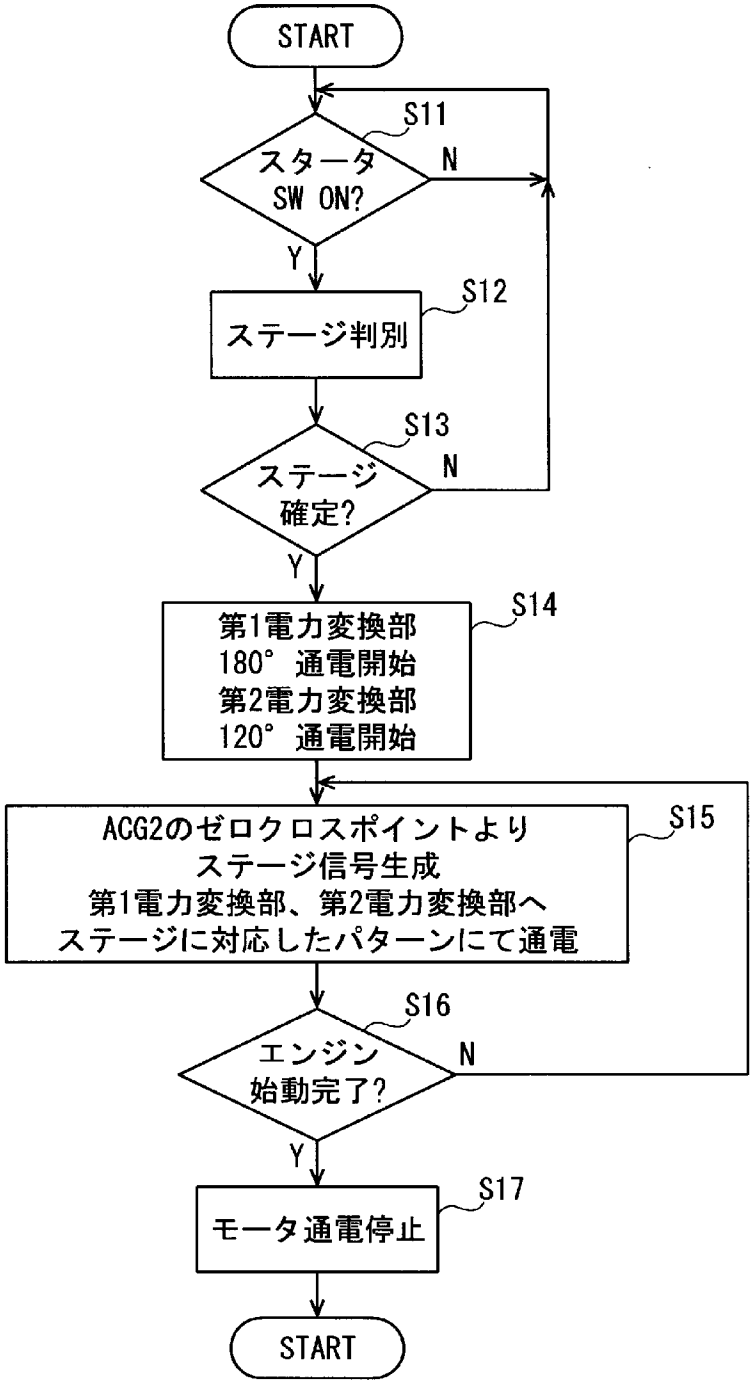
[図2]


U1
U2
15N
U2-1
U1-1
ACG1
15S
U1-3
N1
U2-2
N2
15N
U2-3
U1-2
ACG2
15
15S
15S
15N
1

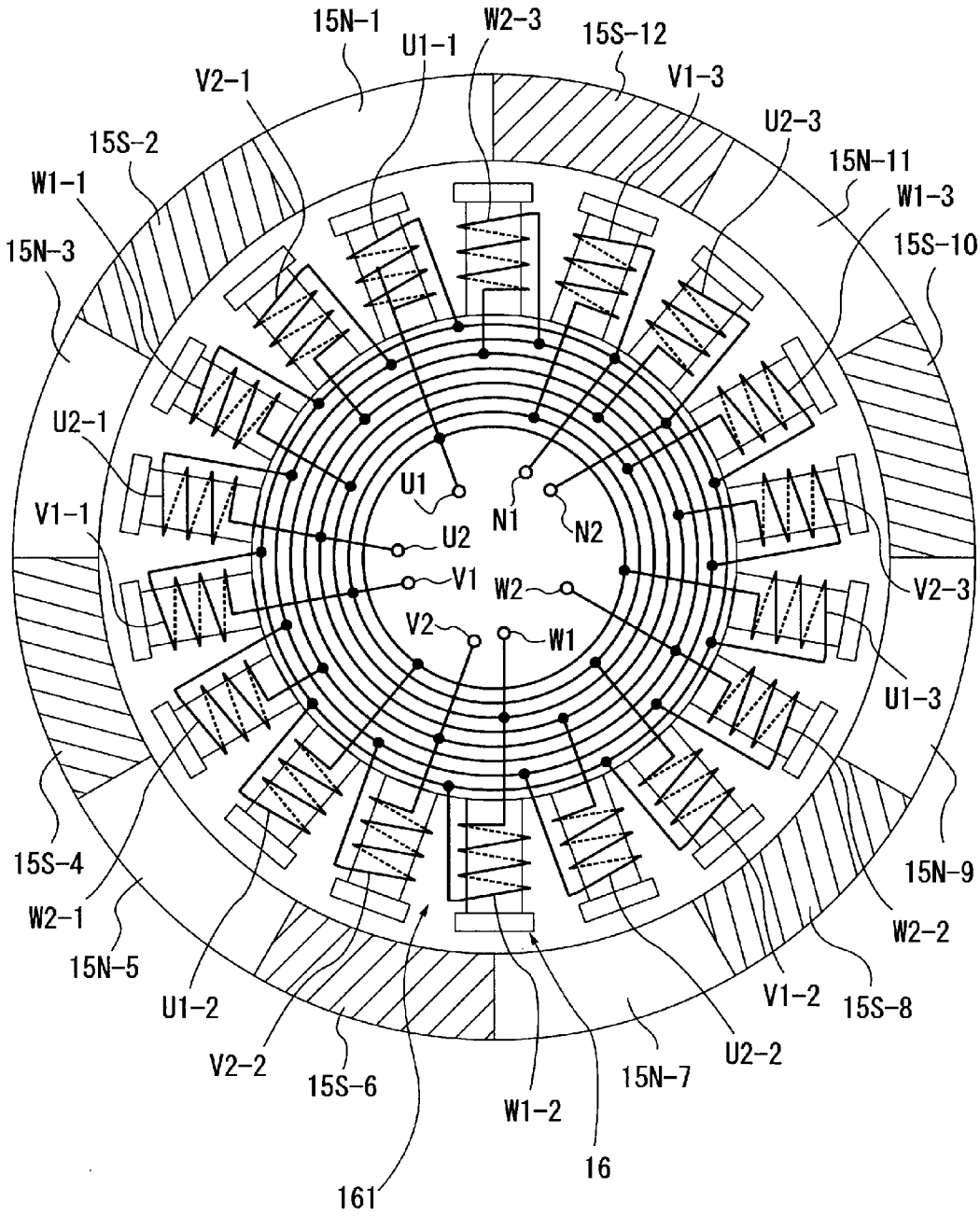
[図3]


9
100
71
72
73
74
75
MOSFET
ゲート
ドライブ回路
CPU
ゼロクロス
検出回路
ロータ位置
判定回路
7
各MOSFETゲート
U2
W2
N2
V2
ACG2
76-4
76-3
76-2
76-1
621
622
623
62
Q7
Q8
Q9
D7
D8
D9
614
615
61
Q3
Q6
Q2
Q5
Q1
Q4
611
612
613
U1
V1
W1
ACG1

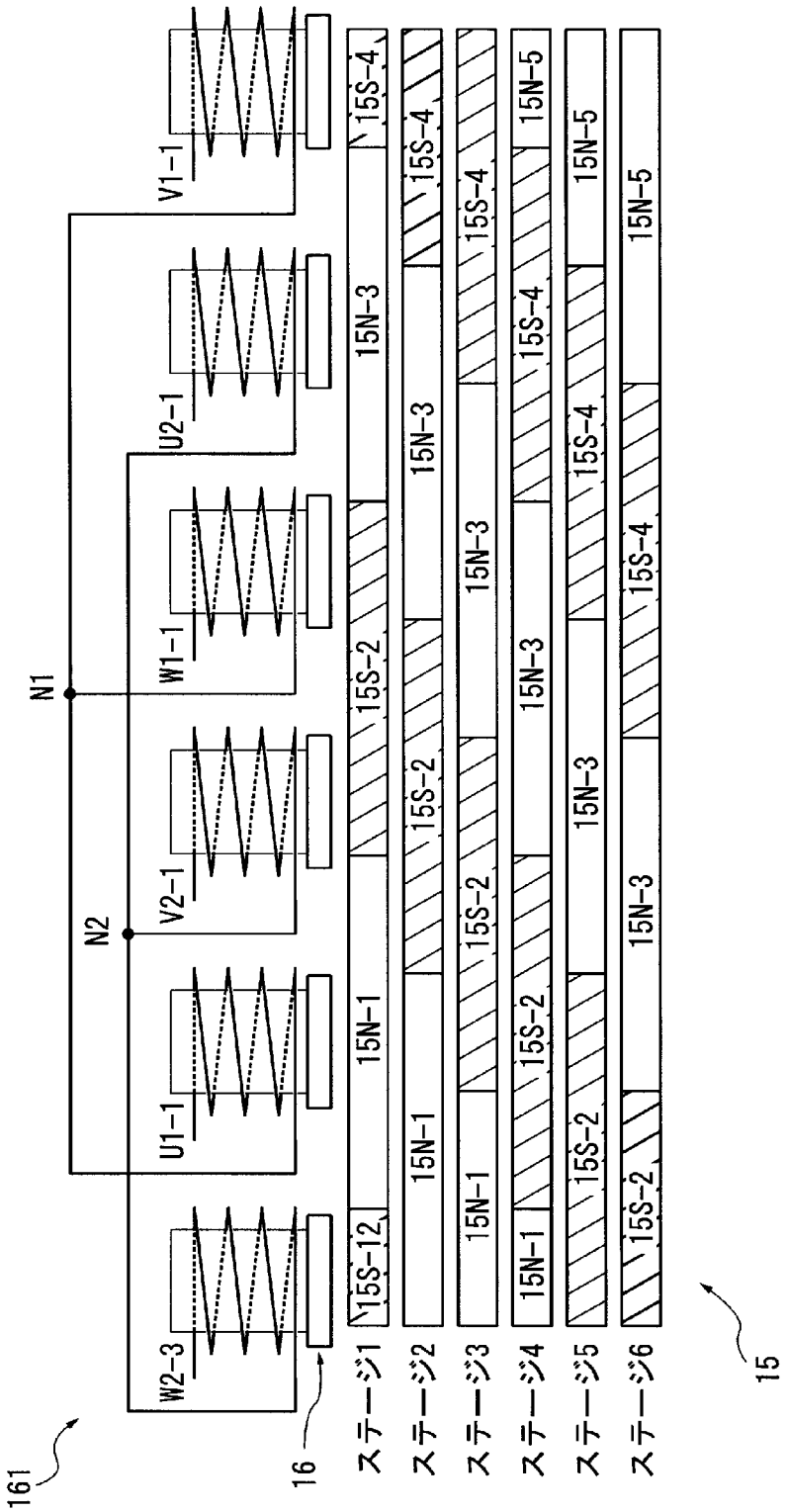
[図4]


START
S11
スタータ
SW ON?
N
Y
S12
ステージ判別
S13
ステージ
確定?
N
Y
S14
第1電力変換部
180° 通電開始
第2電力変換部
120° 通電開始
S15
ACG2のゼロクロスポイントより
ステージ信号生成
第1電力変換部、第2電力変換部へ
ステージに対応したパターンにて通電
S16
エンジン
始動完了?
N
Y
S17
モータ通電停止
START

[図5]


15N-1
U1-1
W2-3
15S-12
V1-3
U2-3
15N-11
W1-3
15S-10
V2-3
U1-3
15N-9
W2-2
V1-2
15S-8
U2-2
15N-7
16
W1-2
161
15S-6
V2-2
U1-2
15N-5
W2-1
15S-4
V1-1
U2-1
15N-3
W1-1
15S-2
V2-1
U1
N1
N2
U2
V1
W2
V2
W1

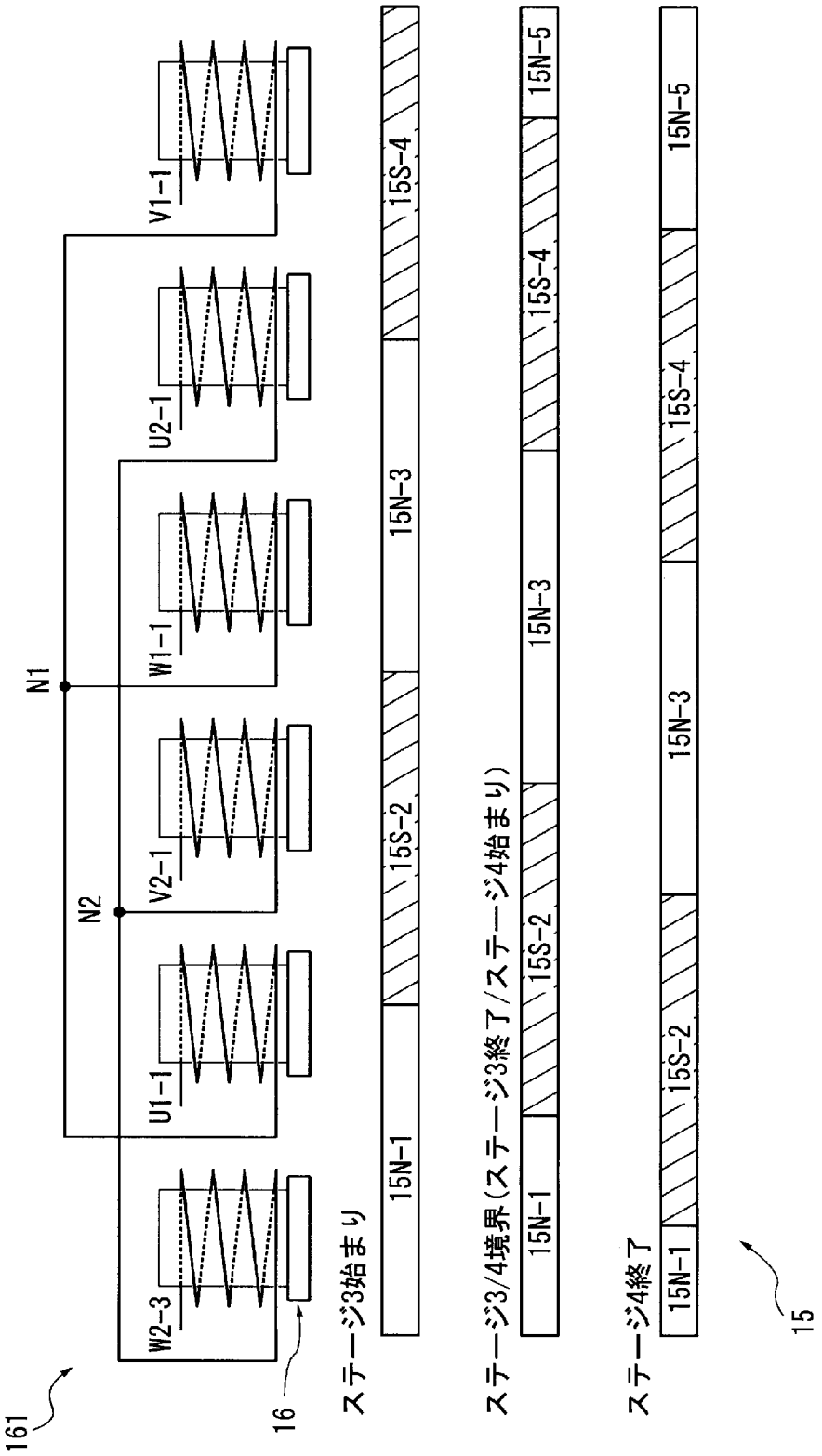
[図6]


161
16
15
N1
N2
U1-1
V1-1
W1-1
U2-1
V2-1
W2-3
ステージ1
ステージ2
ステージ3
ステージ4
ステージ5
ステージ6
15S-12
15S-2
15S-4
15N-1
15N-3
15N-5

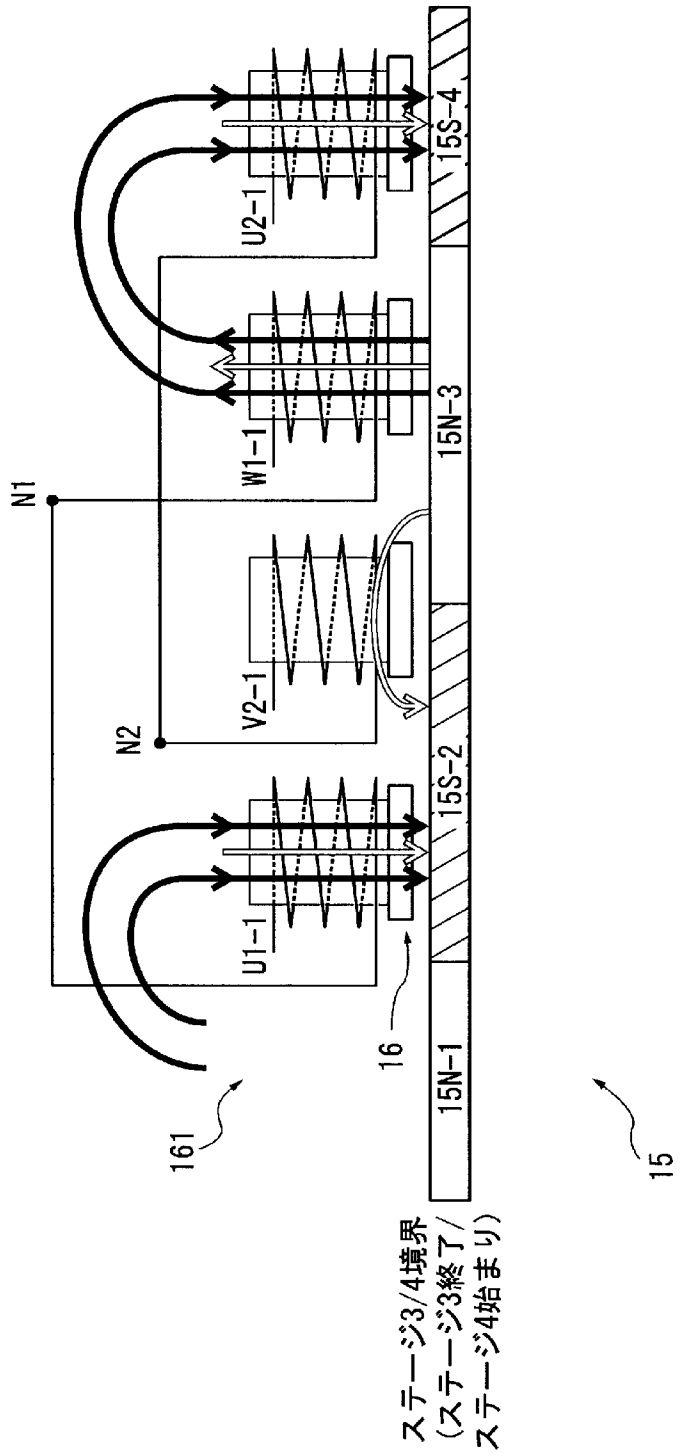
[図7]

| 通電パターン | | | | | | ステージ判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| U1⇒V1 | V1⇒U1 | V1⇒W1 | W1⇒V1 | W1⇒U1 | U1⇒W1 | |
| 誘起電圧 | | | | | | |
| W2-N2 | | U2-N2 | | V2-N2 | | |
| | | | | ステージ境界 | | |
| 小＋ | 大－ | 小－ | 小＋ | 大－ | 小＋ | 1 |
| | ステージ境界 | | | | | |
| 小＋ | 大＋ | 大＋ | 小＋ | 小－ | 小＋ | 2 |
| | | ステージ境界 | | | | |
| 小＋ | 小－ | 大－ | 小＋ | 小＋ | 大－ | 3 |
| | | | | | ステージ境界 | |
| 大＋ | 小－ | 小－ | 小＋ | 小－ | 大＋ | 4 |
| ステージ境界 | | | | | | |
| 大－ | 小－ | 小－ | 大－ | 小＋ | 小－ | 5 |
| | | | ステージ境界 | | | |
| 小＋ | 小－ | 小－ | 大＋ | 大＋ | 小－ | 6 |

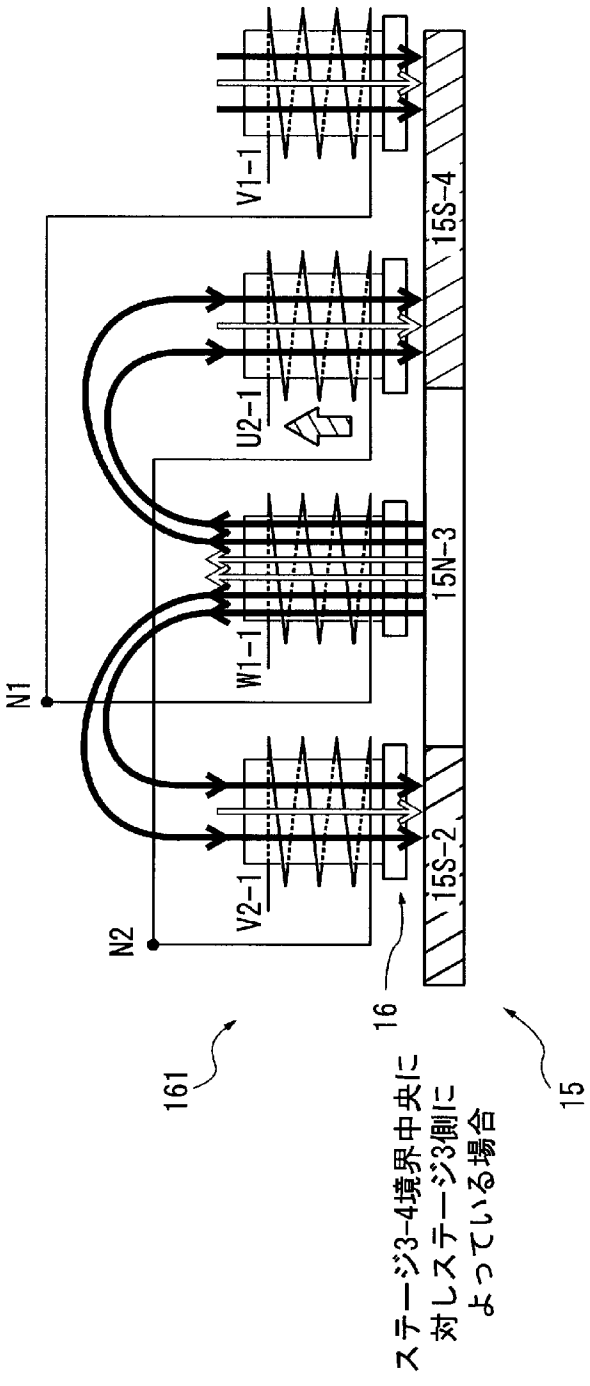
[図8]


161
16
N1
N2
W2-3
U1-1
V2-1
W1-1
U2-1
V1-1
ステージ3始まり
15N-1
15S-2
15N-3
15S-4
ステージ3/4境界(ステージ3終了/ステージ4始まり)
15N-1
15S-2
15N-3
15S-4
15N-5
ステージ4終了
15N-1
15S-2
15N-3
15S-4
15N-5
15

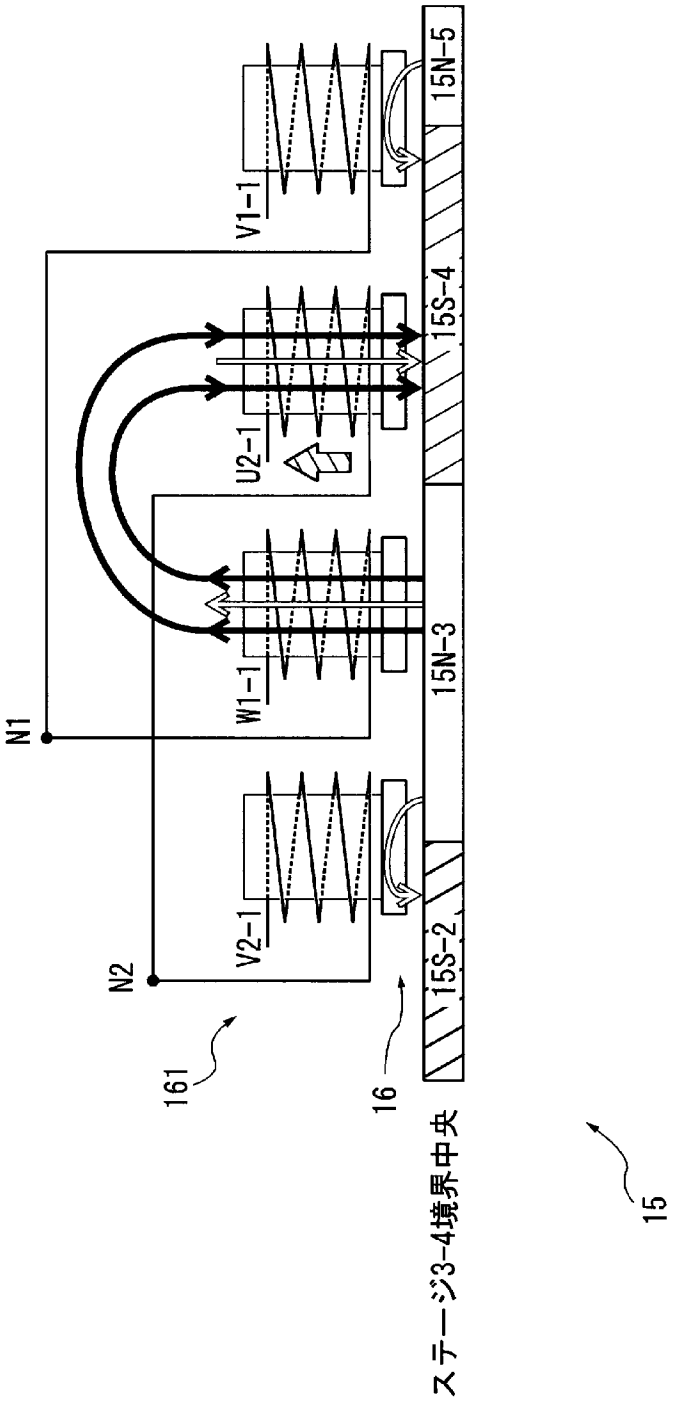
[図9]


15S-4
15N-3
15S-2
15N-1
U2-1
W1-1
V2-1
U1-1
N1
N2
16
161
15
ステージ3/4境界
(ステージ3終了/
ステージ4始まり)

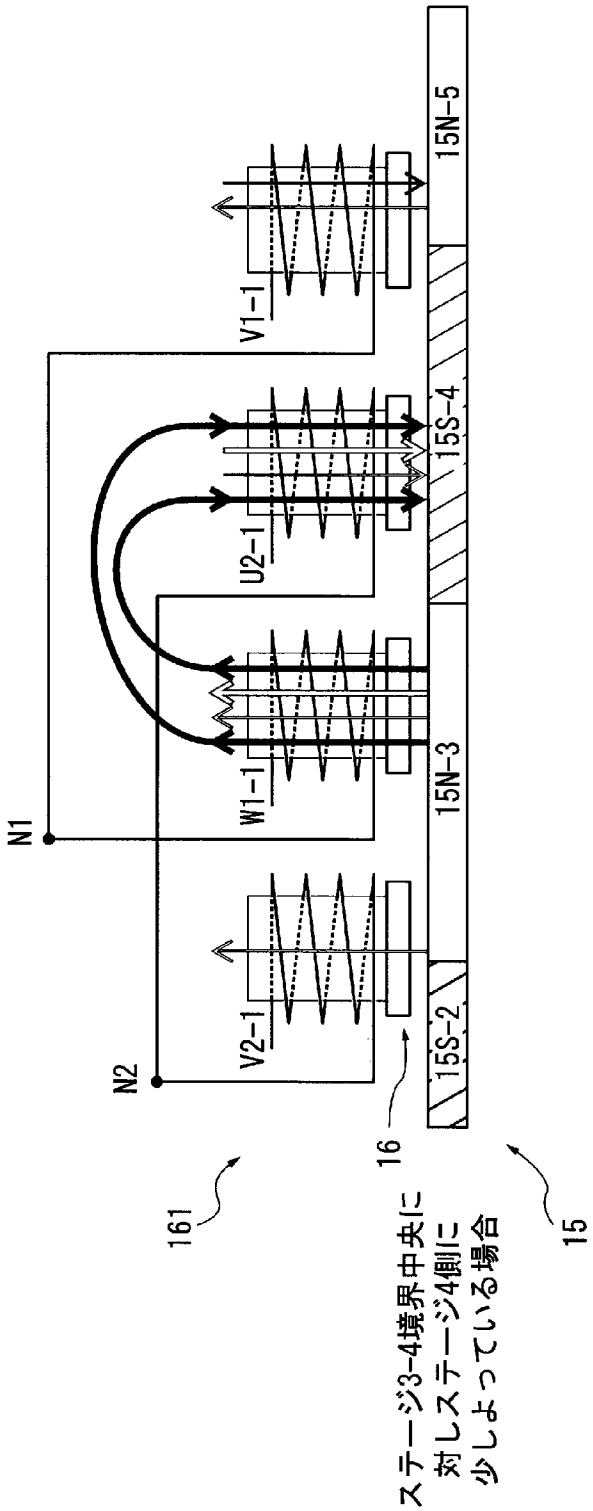
[図10]


V1-1
U2-1
W1-1
V2-1
N1
N2
15S-4
15N-3
15S-2
16
161
15
ステージ3-4境界中央に対しステージ3側によっている場合

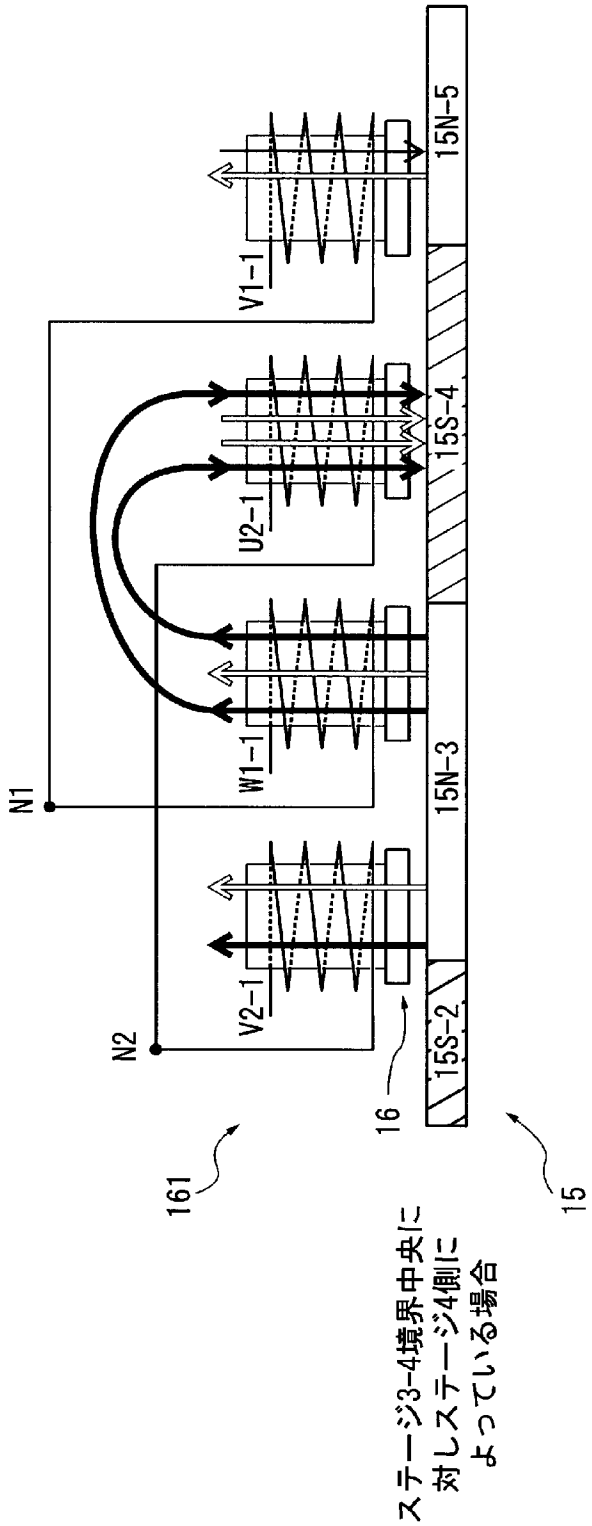
[図11]



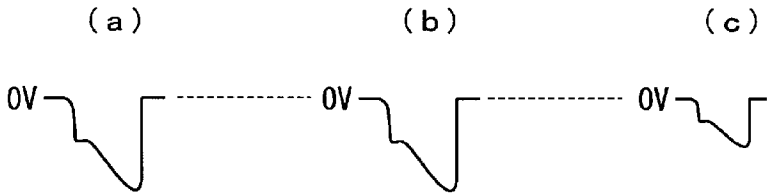
[図12]


15N-5
15S-4
15N-3
15S-2
V1-1
U2-1
W1-1
V2-1
N1
N2
16
161
15
ステージ3-4境界中央に
対しステージ4側に
少しよっている場合

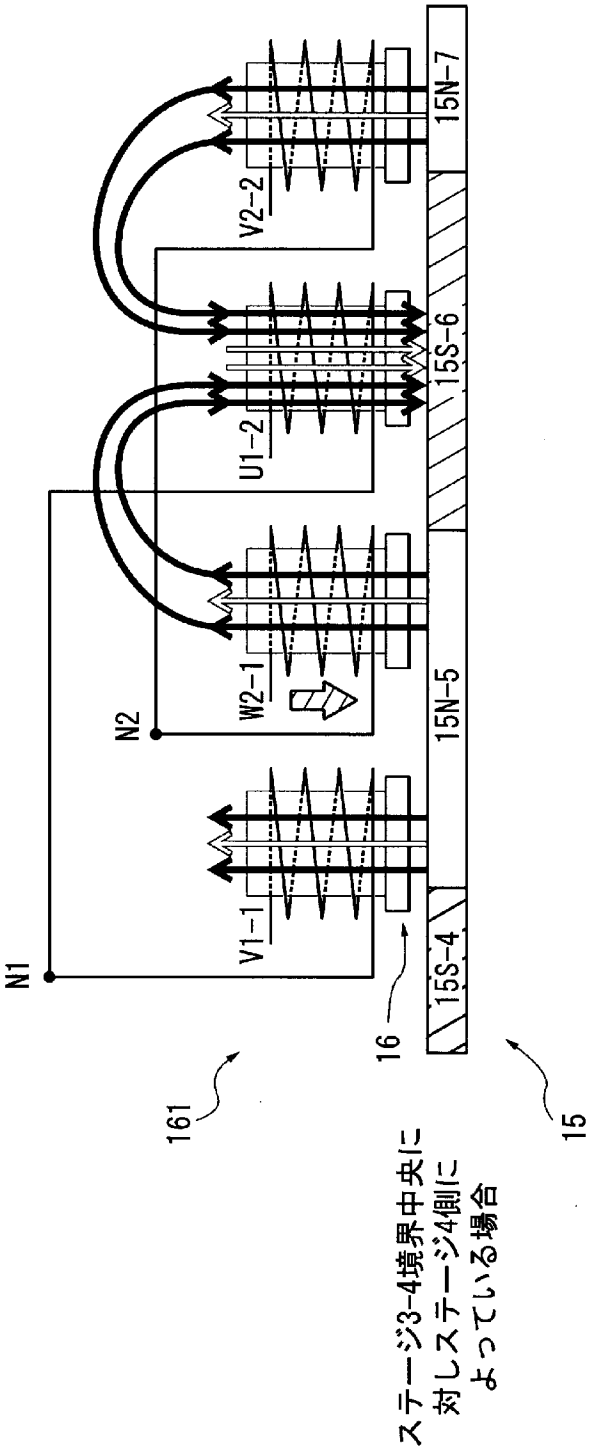
[図13]


15N-5
15S-4
15N-3
15S-2
V1-1
U2-1
W1-1
V2-1
N1
N2
16
161
15
ステージ3-4境界中央に対しステージ4側によっている場合

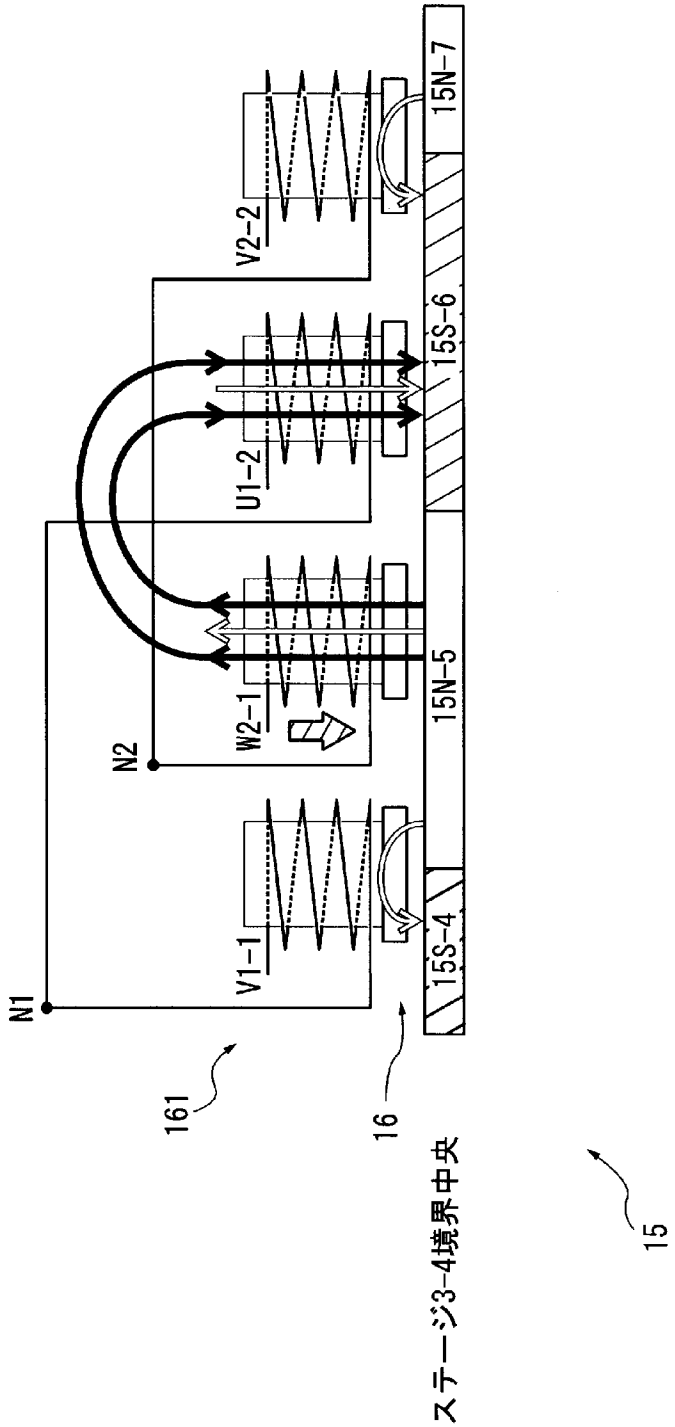
[図14]



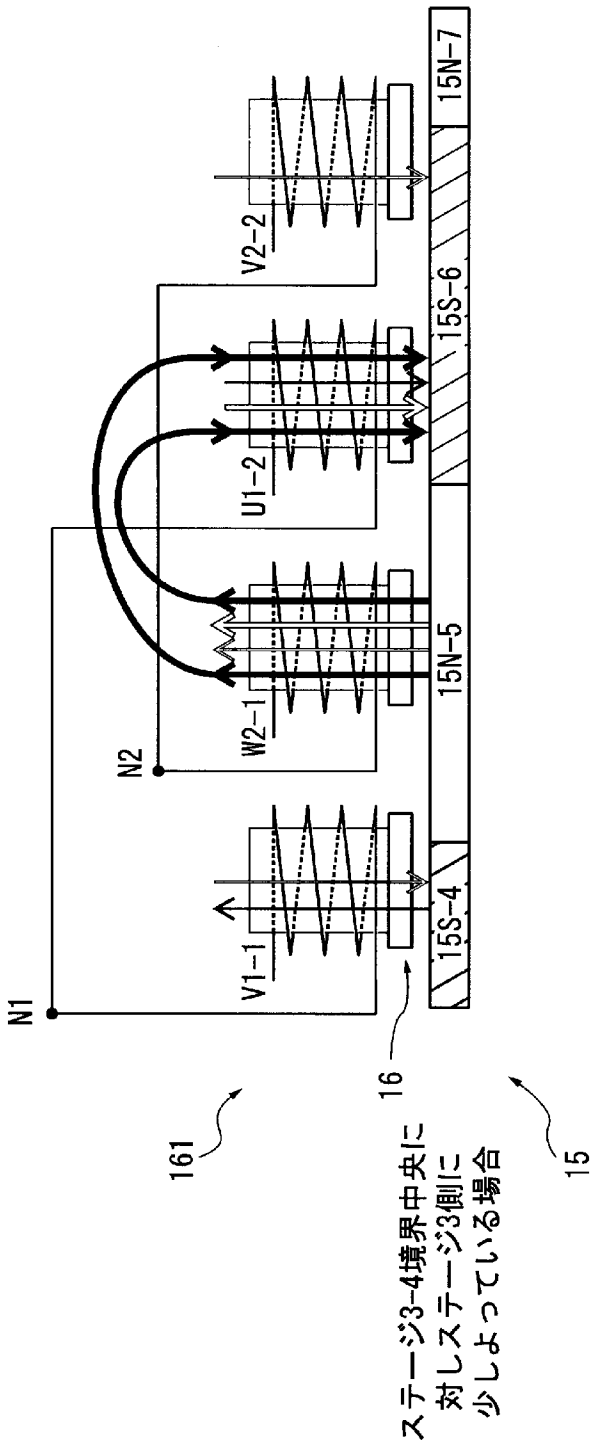
[図15]


15N-7
15S-6
15N-5
15S-4
V2-2
U1-2
W2-1
V1-1
N1
N2
16
161
15
ステージ3-4境界中央に
対しステージ4側に
よっている場合

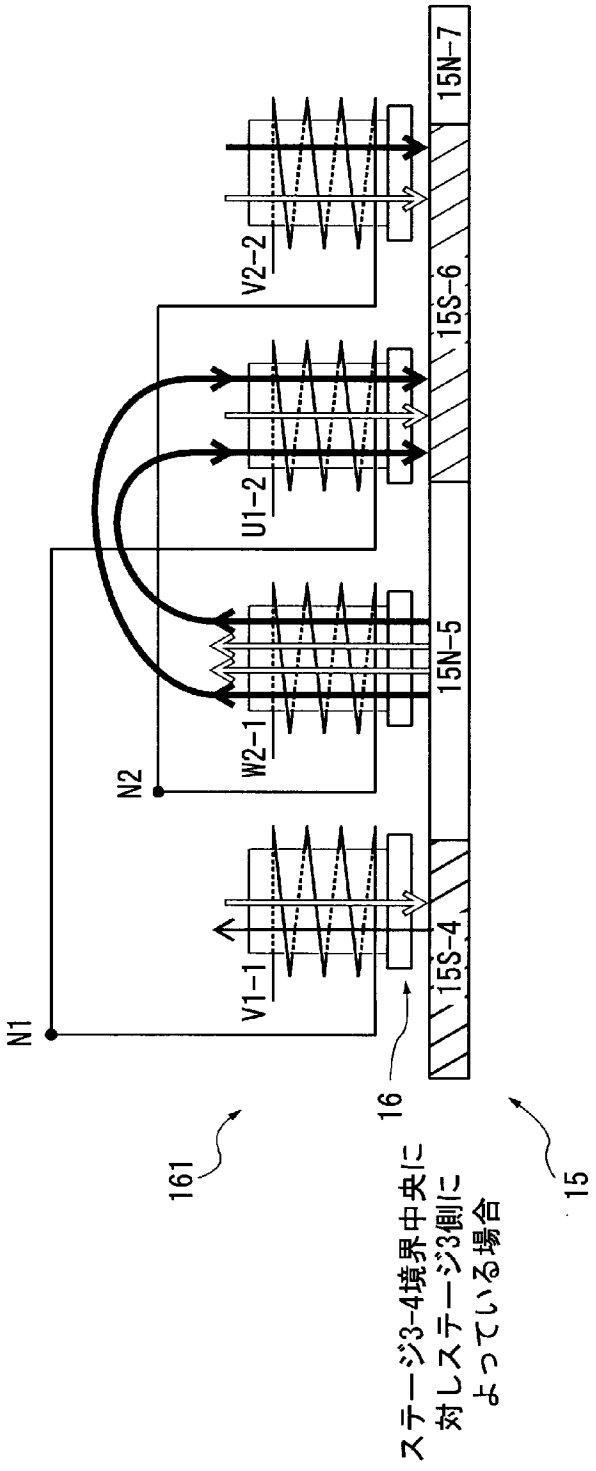
[図16]



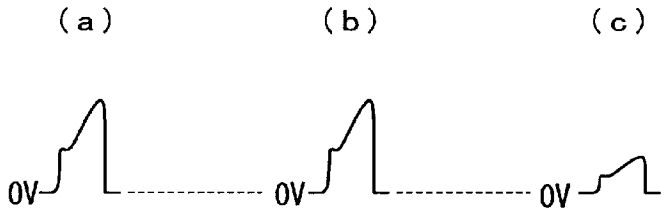
[図17]


15N-7
15S-6
15N-5
15S-4
V2-2
U1-2
W2-1
V1-1
N1
N2
161
16
15
ステージ3-4境界中央に対しステージ3側に少しよっている場合

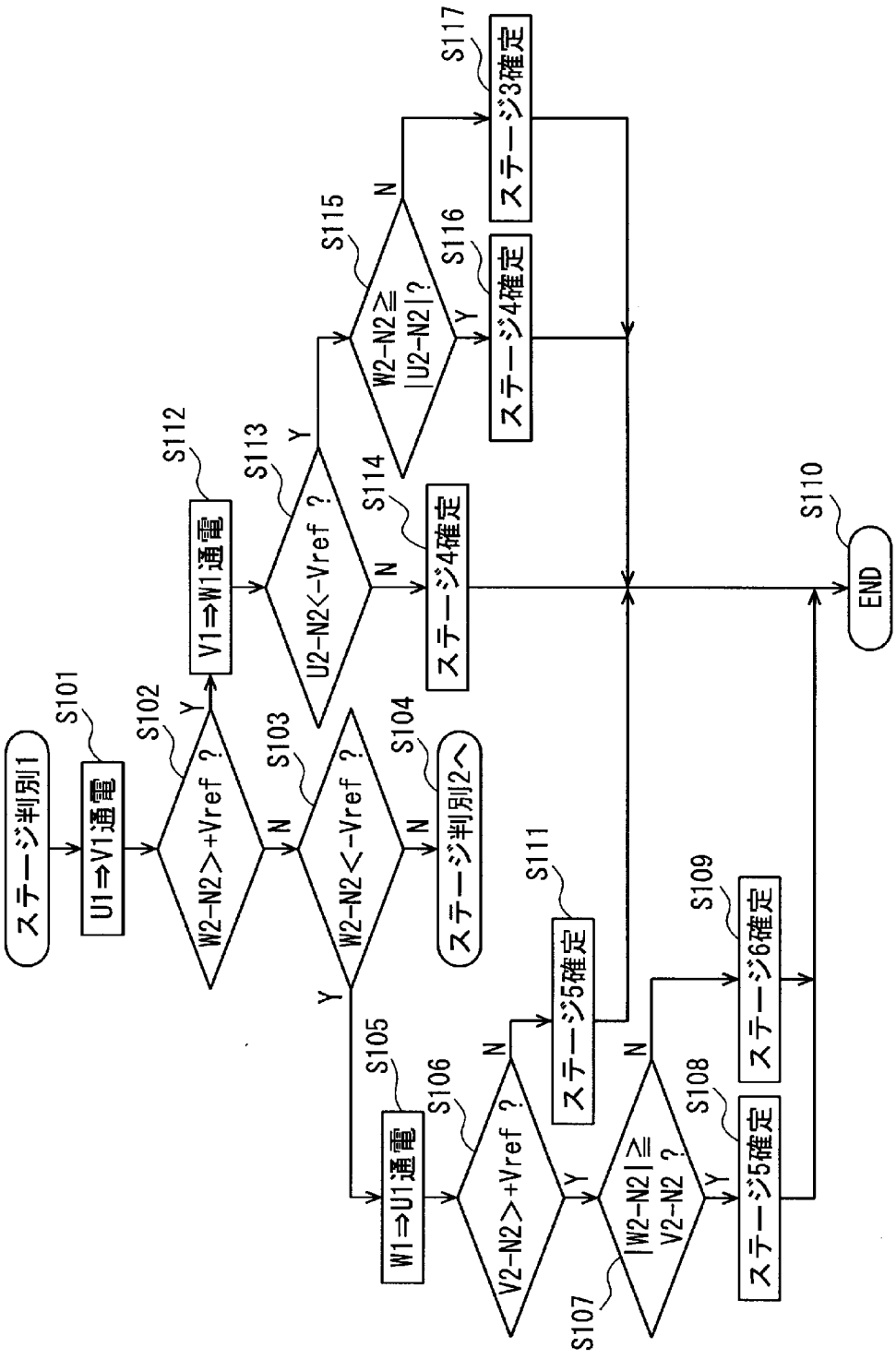
[図18]


15N-7
15S-6
15N-5
15S-4
V2-2
U1-2
W2-1
V1-1
N1
N2
16
161
15
ステージ3-4境界中央に対しステージ3側によっている場合

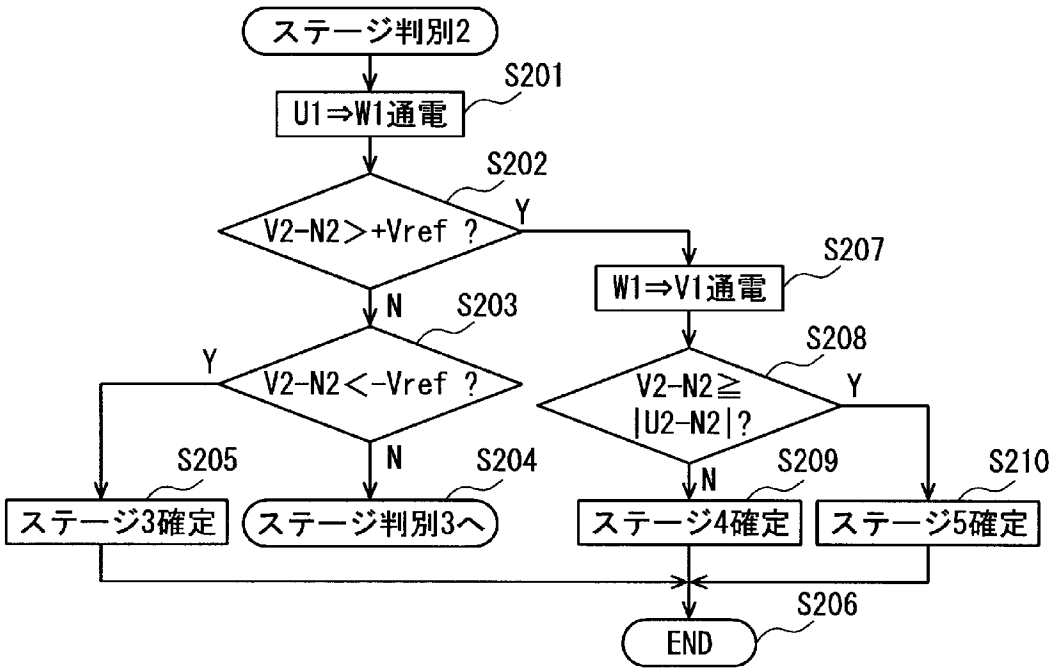
[図19]



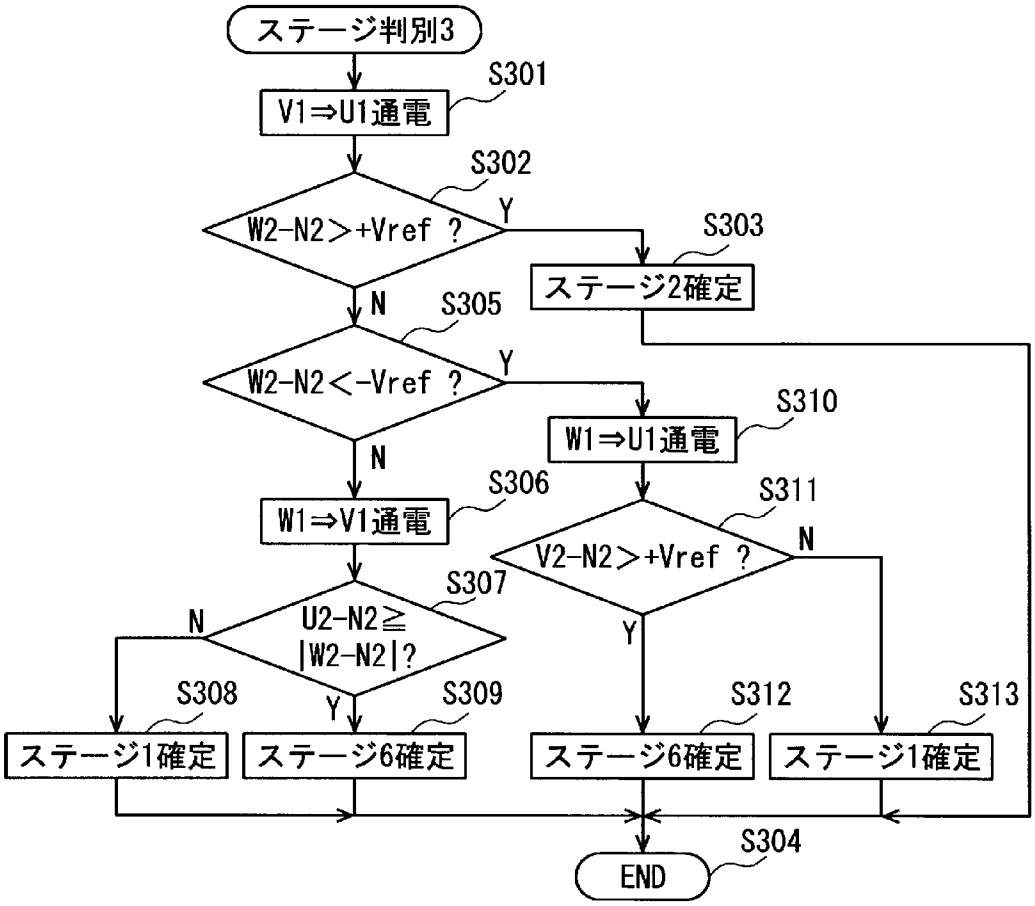
[図20]


ステージ判別1
S101
U1⇒V1通電
S102
W2-N2>+Vref ?
Y
V1⇒W1通電
S112
S103
W2-N2<-Vref ?
N
S113
U2-N2<-Vref ?
Y
S115
W2-N2≧|U2-N2|?
N
S117
ステージ3確定
Y
S116
ステージ4確定
N
S114
ステージ4確定
S104
ステージ判別2へ
Y
S105
W1⇒U1通電
S106
V2-N2>+Vref ?
N
S111
ステージ5確定
Y
S107
|W2-N2|≧|V2-N2| ?
N
S109
ステージ6確定
Y
S108
ステージ5確定
S110
END

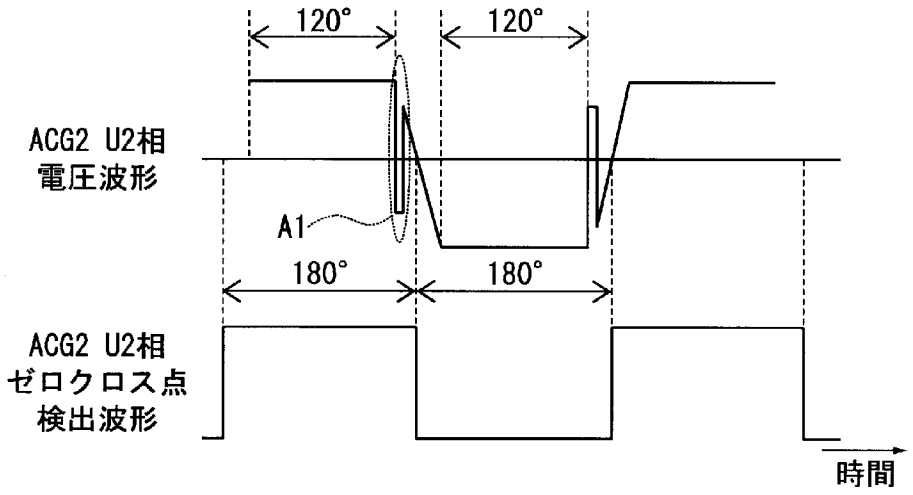
[図21]


ステージ判別2
S201
U1⇒W1通電
S202
V2-N2＞+Vref ?
Y
N
S203
V2-N2＜-Vref ?
Y
N
S204
ステージ判別3へ
S205
ステージ3確定
S207
W1⇒V1通電
S208
V2-N2≧
|U2-N2|?
Y
N
S209
ステージ4確定
S210
ステージ5確定
S206
END

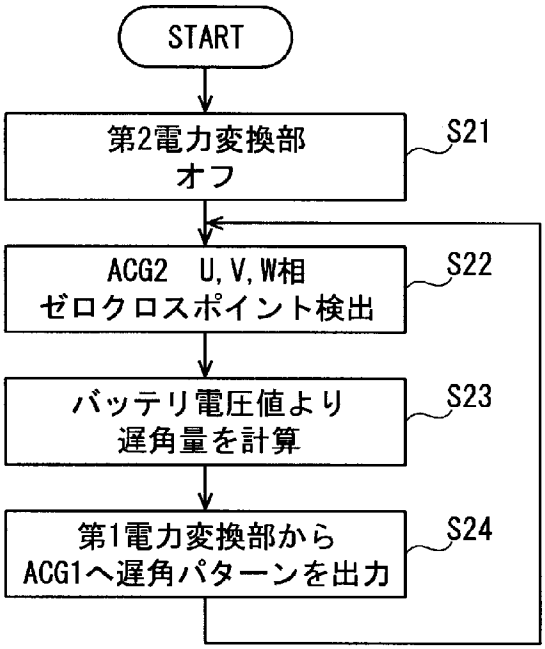
[図22]


ステージ判別3
S301
V1⇒U1通電
S302
W2-N2＞+Vref ？
Y
S303
ステージ2確定
N
S305
W2-N2＜-Vref ？
Y
S310
W1⇒U1通電
N
S306
W1⇒V1通電
S311
V2-N2＞+Vref ？
N
S307
U2-N2≧
|W2-N2|？
N
Y
S308
S309
S312
S313
ステージ1確定
ステージ6確定
ステージ6確定
ステージ1確定
S304
END

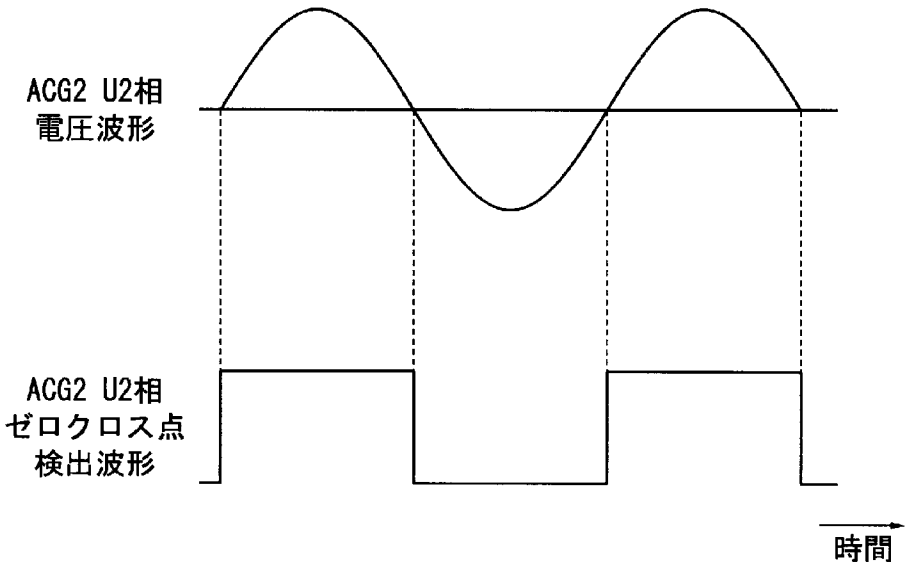
[図23]


120°
120°
ACG2 U2相
電圧波形
A1
180°
180°
ACG2 U2相
ゼロクロス点
検出波形
時間

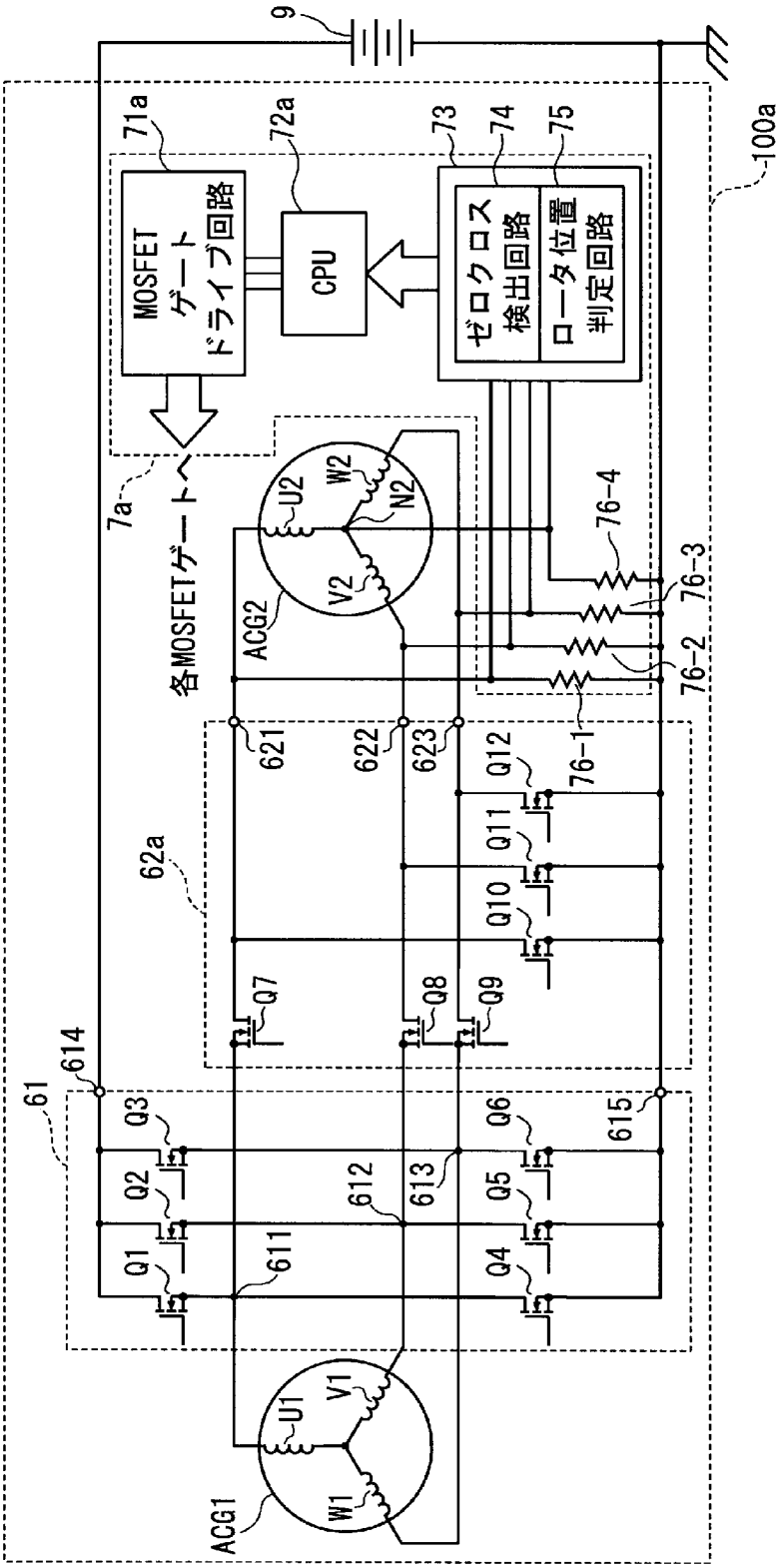
[図24]


START
第2電力変換部
オフ
S21
ACG2 U,V,W相
ゼロクロスポイント検出
S22
バッテリ電圧値より
遅角量を計算
S23
第1電力変換部から
ACG1へ遅角パターンを出力
S24

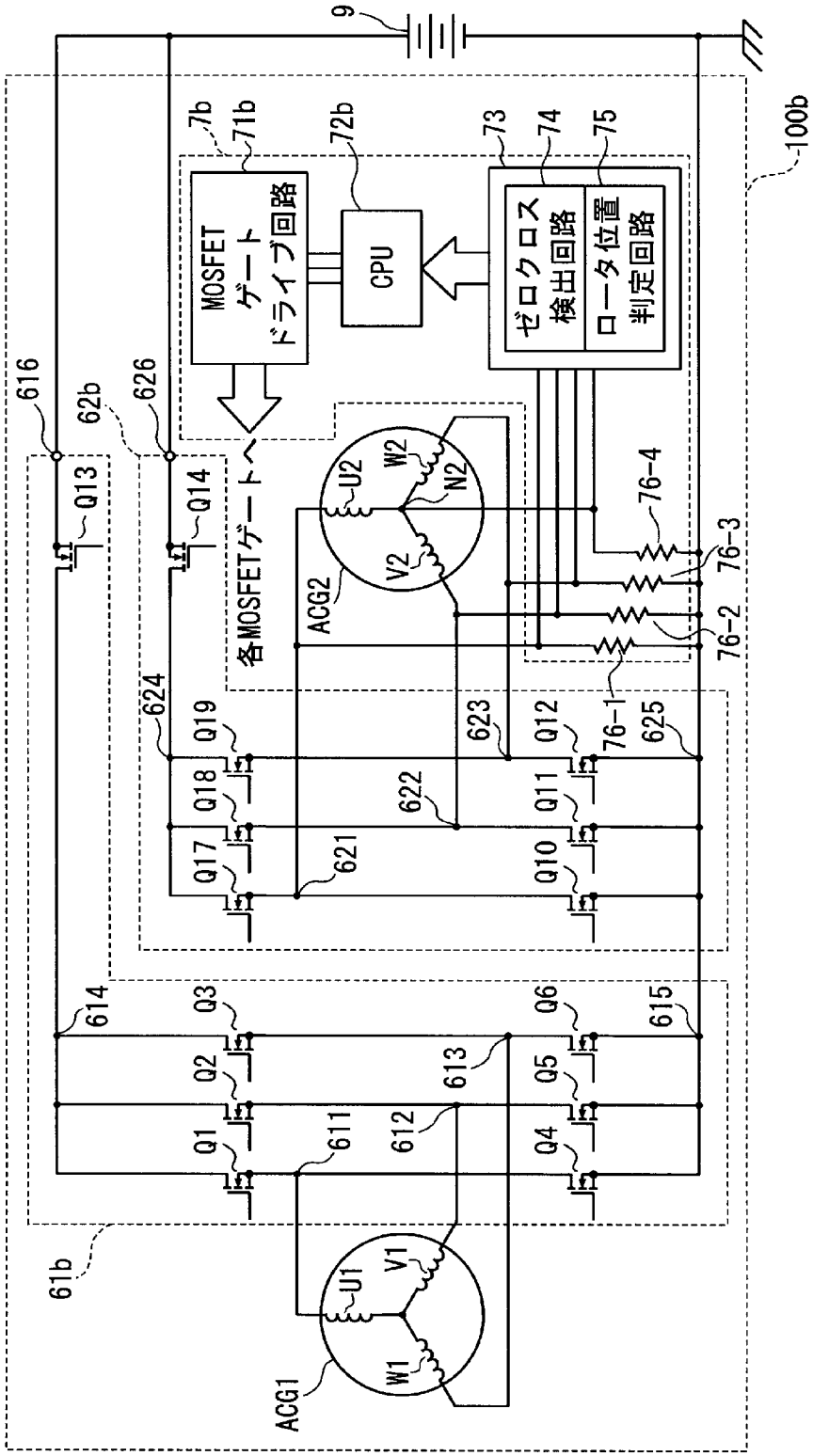
[図25]


ACG2 U2相
電圧波形
ACG2 U2相
ゼロクロス点
検出波形
時間

[図26]


9
71a
72a
73
74
75
100a
MOSFET
ゲート
ドライブ回路
CPU
ゼロクロス
検出回路
ロータ位置
判定回路
7a
各MOSFETゲートへ
U2
W2
N2
V2
ACG2
76-4
76-3
76-2
76-1
621
622
623
Q12
Q11
Q10
62a
Q7
Q8
Q9
614
61
Q3
Q6
615
Q2
Q5
612
613
Q1
Q4
611
U1
V1
W1
ACG1

[図27]


9
100b
7b
71b
72b
73
74
75
MOSFET
ゲート
ドライブ回路
CPU
ゼロクロス
検出回路
ロータ位置
判定回路
各MOSFETゲートへ
616
62b
626
Q13
Q14
U2
W2
N2
V2
ACG2
76-4
76-3
76-2
76-1
624
623
625
Q19
Q12
Q18
Q11
622
Q17
Q10
621
614
615
Q3
Q6
Q2
Q5
613
Q1
Q4
611
612
61b
U1
V1
W1
ACG1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/052753

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*H02P6/16*(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)
H02P6/16

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. |
|---|---|---|
| A | JP 2008-141897 A (Suzuki Motor Corp.), 19 June 2008 (19.06.2008), claim 3; paragraphs [0046] to [0137]; fig. 1 to 13 (Family: none) | 1-3 |
| A | JP 2011-050150 A (Yaskawa Electric Corp.), 10 March 2011 (10.03.2011), paragraphs [0014] to [0015]; fig. 1 (Family: none) | 1-3 |
| A | JP 2004-064893 A (Mitsubishi Electric Corp.), 26 February 2004 (26.02.2004), paragraphs [0041] to [0068]; fig. 1 to 4, 6 to 7 (Family: none) | 1-3 |

☐ 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 04 April 2016 (04.04.16) | 12 April 2016 (12.04.16) |

| Name and mailing address of the ISA/ | Authorized officer |
|---|---|
| Japan Patent Office<br>3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915,Japan | Telephone No. |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５２７５３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02P6/16(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.　H02P6/16

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 | １９７１－２０１６年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１６年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１６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 2008-141897 A (スズキ株式会社) 2008.06.19, [請求項 3], 段落[0046]-[0137], [図 1]-[図 13] (ファミリーなし) | 1-3 |
| A | JP 2011-050150 A (株式会社安川電機) 2011.03.10, 段落[0014]-[0015], [図 1] (ファミリーなし) | 1-3 |
| A | JP 2004-064893 A (三菱電機株式会社) 2004.02.26, 段落[0041]-[0068], [図 1]-[図 4], [図 6]-[図 7] (ファミリーなし) | 1-3 |

☐　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 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| ０４．０４．２０１６ | １２．０４．２０１６ |


国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｖ　３４２４
宮崎　基樹
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５７