

(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  
2025年5月15日(15.05.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/099920 A1

(51) 国際特許分類:

H02P 9/30 (2006.01)

〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2023/040519

(22) 国際出願日:

2023年11月10日(10.11.2023)

(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: 三菱電機モビリティ株式会社 (MITSUBISHI ELECTRIC MOBILITY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 (JP).

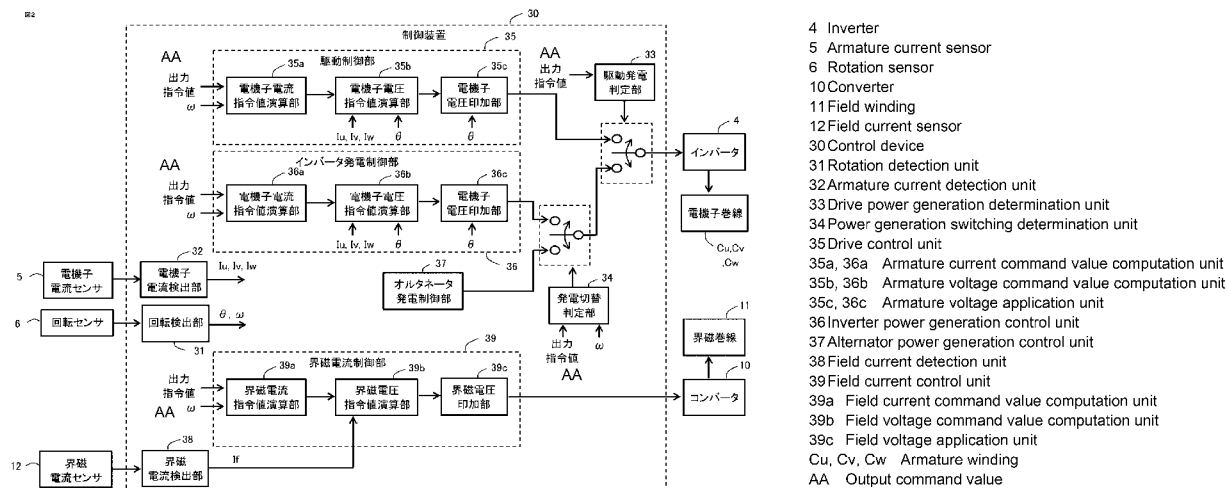
(72) 発明者: 大黒 嵩浩 (DAIKOKU Takahiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 (JP). 古川 晃 (FURUKAWA Akira); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 (JP). 栢原 功 (KAYAHARA Ko);

(74) 代理人: 弁理士法人ぱるも特許事務所(PALMO PATENT FIRM, P.C.); 〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘3丁目35番8号 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR ROTARY ELECTRIC MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機の制御装置



(57) Abstract: Provided is a control device for a rotary electric machine that, by using a simple determination method, is capable of switching between an inverter power generation and an alternator power generation in consideration of the efficiency of the respective power generation modes. A control device for a rotary electric machine determines one of an inverter power generation mode and an alternator power generation mode to be executed, on the basis of a present rotation speed and a present output command value, by using a rotation speed-output curve for determination, which is set on the basis of a rotation speed-maximum output curve where the absolute values of outputs of the rotary electric machine become maximum at respective rotation speeds of the rotary electric machine when it is assumed that the alternator power generation mode is executed.

(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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: 簡素な判定方法で、各発電モードの効率を考慮した、インバータ発電とオルタネータ発電との切り替えを行うことができる回転電機の制御装置を提供する。オルタネータ発電モードを実行すると仮定した場合における、回転電機の各回転速度において回転電機の出力の絶対値が最大値になる曲線である回転速度－最大出力曲線に基づいて設定された判定用の回転速度－出力曲線を用いて、現在の回転速度及び現在の出力指令値に基づいて、インバータ発電モードとオルタネータ発電モードとのいずれを実行するかを判定する回転電機の制御装置。

## 明 細 書

発明の名称： 回転電機の制御装置

### 技術分野

[0001] 本開示は、回転電機の制御装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] インバータ発電とオルタネータ発電では、インバータのスイッチング素子のスイッチング頻度が異なることによる効率差が存在する。インバータ発電は、昇圧チョッパ制御により低回転速度での発電を実施可能であるが、PWM制御によりスイッチング素子のスイッチング制御を行っているため、同期整流又はダイオード整流を行うオルタネータ発電よりもスイッチング頻度は高く、一般的に同じ動作点においてはスイッチング損失が大きくなる。そこで、回転電機の最大出力及び効率によって発電方式を切り替える技術が提案されている(例えば、特許文献1参照)。

[0003] 特許文献1では、インバータ発電及びオルタネータ発電の効率、トルクリップル、騒音のいずれか1つに従って切り換える第1の切替方式と、最大出力の差が一定以上である場合に最大出力が大きい方の発電方式に切り替える第2の切替方式により、発電方式の切替が行われている。第1の切替方式では、切替指標にヒステリシス幅を持たせることで発電モードの切替頻度を抑制して動作を安定化させている。また、第2の切替方式により最大出力の大きな方への発電モードの切替を実現している。さらに、これらの切替方式の選択には最大出力のヒステリシスを設けており、切替方式の頻繁な入れ替わりが抑えられている。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2018／193560号

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1では、第1の切替方式によって効率が良い方の発電モードが選択される。効率は、回転電機の出力、回転速度、直流電圧に応じて変動する。例えば、これらを引数とし、効率を出力する三次元マップを用いる方法が考えられるが、マップ軸の刻みによっては膨大なデータ量となり、制御装置におけるソフトウェアの容量を圧迫する要因となる。また、2種類の発電方式の効率を、数式等を用いて算出する方法が考えられるが、処理負荷が増大するため、より高機能な部品を必要とする。

[0006] また、インバータ発電とオルタネータ発電では、流れる電流の大きさおよび位相が異なるため、切替時の電流変動は比較的大きくなり、出力変動が生じる。そのため、発電方式を頻繁に切り替えと、所望の電流及び出力を得られない区間が多くなり、効率が低下する懸念がある。

[0007] そこで、本開示は、簡素な判定方法で、各発電モードの効率を考慮した、インバータ発電とオルタネータ発電との切り替えを行うことができる回転電機の制御装置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

[0008] 本開示に係る回転電機の制御装置は、  
電機子巻線及び界磁巻線を有する回転電機をインバータ及びコンバータを介して制御する回転電機の制御装置であって、

前記回転電機を発電機として動作させる場合に、インバータ発電モードとオルタネータ発電モードとのいずれを実行するかを判定する発電切替判定部と、

前記インバータ発電モードを実行すると判定されている場合に、前記インバータのスイッチング素子をオンオフ制御して前記電機子巻線に交流電圧を印加して前記回転電機を発電機として動作させるインバータ発電制御部と、

前記オルタネータ発電モードを実行すると判定されている場合に、前記回転電機の回転により前記電機子巻線に生じる誘起電圧により前記インバータを整流器として機能させて前記回転電機を発電機として動作させるオルタネータ発電制御部と、

前記コンバータのスイッチング素子をオンオフ制御して前記界磁巻線に電圧を印加する界磁電圧印加部と、

を備え、

前記発電切替判定部は、前記オルタネータ発電モードを実行すると仮定した場合における、前記回転電機の各回転速度において前記回転電機の出力の絶対値が最大値になる曲線である回転速度－最大出力曲線に基づいて設定された判定用の回転速度－出力曲線を用い、現在の回転速度及び現在の出力指令値に基づいて、前記インバータ発電モードと前記オルタネータ発電モードとのいずれを実行するかを判定するものである。

### 発明の効果

[0009] オルタネータ発電モードの実行可能領域内において、オルタネータ発電モードの効率の方がインバータ発電モードの効率よりも高くなる領域は、オルタネータ発電モードの実行可能領域に関連している。本開示に係る回転電機の制御装置によれば、オルタネータ発電モードの実行可能領域に対応するオルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線に基づいて設定された判定用の回転速度－出力曲線を用い、発電モードの切り替え判定が行われる。よって、判定用の回転速度－出力曲線を用いた判定により、各発電モードの効率を考慮した切り替え判定を行えると共に、判定処理の簡素化を行える。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態1に係る回転電機、インバータ、及び制御装置の概略構成図である。

[図2]実施の形態1に係る制御装置の概略ブロック図である。

[図3]実施の形態1に係る制御装置のハードウェア構成図である。

[図4]実施の形態1に係るインバータ発電モードの実行時の効率を説明する図である。

[図5]実施の形態1に係るオルタネータ発電モードの実行時の効率を説明する図である。

[図6]実施の形態1に係るインバータ発電モードとオルタネータ発電モードと

の効率差を説明する図である。

[図7]実施の形態1に係る第1及び第2の判定用の回転速度－出力曲線を説明する図である。

[図8]実施の形態1に係る発電切替判定処理を説明するフローチャートである。

[図9]実施の形態1に係る直流電圧の変化によるオルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線の変化を説明する図である。

[図10]実施の形態1に係る特定回転速度の範囲の判定を説明する図である。

[図11]実施の形態1に係る車両用の発電電動機を説明する模式図である。

[図12]実施の形態2に係る判定用の回転速度－出力曲線を説明する図である。

[図13]実施の形態2に係る判定用の回転速度－出力曲線を説明する図である。

[図14]実施の形態2に係る発電切替判定処理を説明するフローチャートである。

[図15]実施の形態3に係る発電切替判定処理を説明するフローチャートである。

## 発明を実施するための形態

### [0011] 1. 実施の形態1

実施の形態1に係る回転電機の制御装置30（以下、単に、制御装置30と称す）について図面を参照して説明する。図1は、本実施の形態に係る回転電機1、インバータ4、コンバータ10、及び制御装置30の概略構成図である。

#### [0012] 1-1. 回転電機1

回転電機1は、電機子巻線及び界磁巻線11を有している。回転電機1は、ステータ7と、ステータ7の径方向内側に配置されたロータ8と、を備えている。ステータ7には、複数相（本例では3相）の電機子巻線Cu、Cv、Cwが設けられている。ロータ8は、ロータ8に磁束を発生させる界磁巻

線 1 1 が設けられている。ロータ 8 に、界磁巻線 1 1 と共に永久磁石が設けられている。なお、永久磁石が設けられなくてもよい。回転電機 1 は、界磁巻線式の同期回転電機とされている。

[0013] ロータ 8 には、ロータの回転角度を検出するための回転センサ 6 が設けられている。回転センサ 6 の出力信号は、制御装置 3 0 に入力される。回転センサ 6 には、ホール素子、レゾルバ、又はエンコーダ等の各種のセンサが用いられる。回転センサ 6 が設けられず、後述する電流指令値に高調波成分を重畳することによって得られる電流情報等に基づいて、回転角度（磁極位置）を推定するように構成されてもよい（いわゆる、センサレス方式）。

[0014] 1 - 2. インバータ 4

インバータ 4 は、直流電源 2 の高電位側に接続される高電位側のスイッチング素子 S P と直流電源 2 の低電位側に接続される低電位側のスイッチング素子 S N とが直列接続された直列回路（レッグ）を、3 相各相に対応して 3 セット設けている。そして、各相の直列回路における 2 つのスイッチング素子の接続点が、対応する相の電機子巻線に接続されている。平滑コンデンサ 3 が、直流電源 2 の高電位側と低電位側との間に接続されている。

[0015] スwitching素子には、ダイオードが逆並列接続された I G B T（Insulated Gate Bipolar Transistor）、M O S F E T（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）、ダイオードが逆並列接続されたバイポーラトランジスタ等が用いられる。各スイッチング素子のゲート端子は、ゲート駆動回路等を介して、制御装置 3 0 に接続されている。各スイッチング素子は、制御装置 3 0 から出力されたスイッチング信号によりオン又はオフされる。

[0016] 直流電源 2 は、インバータ 4 及びコンバータ 1 0 に直流電圧 V d c を出力する。直流電源 2 は、バッテリー、D C - D C コンバータ、ダイオード整流器、P W M 整流器等、直流電圧 V d c を出力する機器であれば、どのような機器であってもよい。直流電圧 V d c を検出する電圧センサが設けられてもよい。

[0017] 各相の電機子巻線に流れる電流を検出するための電機子電流センサ5が設けられている。電機子電流センサ5は、シャント抵抗又はホール素子等の電流センサとされる。電機子電流センサ5の出力信号は、制御装置30に入力される。

[0018] 本実施の形態では、電機子電流センサ5は、各相のスイッチング素子の直列回路と各相の電機子巻線とをつなぐ電線上に備えられている。電機子電流センサ5の各相の電流検出信号は、制御装置30に入力される。なお、電機子電流センサ5は、各相のスイッチング素子の直列回路に直列に接続されてもよい。或いは、電流センサは、インバータ4と直流電源2と接続する電線上に設けられ、公知の「母線1シャント方式」により、各相の電機子巻線の電流が検出されてもよい。

[0019] 1-3. コンバータ10

コンバータ10は、スイッチング素子を有し、直流電源2と界磁巻線11との間で電力変換を行う。本実施の形態では、コンバータ10は、直流電源2の高電位側に接続される高電位側のスイッチング素子SP1と直流電源2の低電位側に接続される低電位側のダイオードDN1とが直列接続された第1の直列回路と、直流電源2の高電位側に接続される高電位側のダイオードDP2と直流電源2の低電位側に接続される低電位側のスイッチング素子SN2とが直列接続された第2の直列回路と、を備えている。第1の直列回路における高電位側のスイッチング素子SP1と低電位側のダイオードDN1との接続点が、界磁巻線11の一端に接続され、第2の直列回路における高電位側のダイオードDP2と低電位側のスイッチング素子SN2との接続点が、界磁巻線11の他端に接続される。各スイッチング素子は、制御装置30から出力されるスイッチング信号によりオン又はオフされる。

[0020] なお、第1の直列回路の低電位側のダイオードDN1をスイッチング素子に置き換えたり、第2の直列回路の高電位側のダイオードDP2をスイッチング素子に置き換えたりする等、コンバータ10を他の構成としてもよい。

[0021] 界磁電流センサ12は、界磁巻線11を流れる電流である界磁電流Ifを

検出する電流検出回路である。本実施の形態では、界磁電流センサ 12 は、コンバータ 10 と界磁巻線 11 とを接続する電線に設けられている。界磁電流センサ 12 は、界磁電流  $I_f$  を検出可能な他の個所に設けられてもよい。界磁電流センサ 12 の出力信号は、制御装置 30 に入力される。界磁電流センサ 12 は、ホール素子、シャント抵抗等の電流センサとされている。

[0022] 1-4. 制御装置 30

制御装置 30 は、インバータ 4 及びコンバータ 10 を介して回転電機 1 を制御する。図 2 に示すように、制御装置 30 は、回転検出部 31、電機子電流検出部 32、駆動発電判定部 33、発電切替判定部 34、駆動制御部 35、インバータ発電制御部 36、及びオルタネータ発電制御部 37、界磁電流検出部 38、及び界磁電流制御部 39 等を備えている。制御装置 30 の各機能は、制御装置 30 が備えた処理回路により実現される。具体的には、制御装置 30 は、図 3 に示すように、処理回路として、CPU (Central Processing Unit) 等の演算処理装置 90 (コンピュータ)、演算処理装置 90 とデータのやり取りする記憶装置 91、演算処理装置 90 に外部の信号を入力する入力回路 92、及び演算処理装置 90 から外部に信号を出力する出力回路 93 等を備えている。

[0023] 演算処理装置 90 として、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、IC (Integrated Circuit)、DSP (Digital Signal Processor)、FPGA (Field Programmable Gate Array)、各種の論理回路、及び各種の信号処理回路等が備えられてもよい。また、演算処理装置 90 として、同じ種類のもの又は異なる種類のものが複数備えられ、各処理が分担して実行されてもよい。記憶装置 91 として、演算処理装置 90 からデータを読み出し及び書き込みが可能に構成された RAM (Random Access Memory)、演算処理装置 90 からデータを読み出し可能に構成された ROM (Read Only Memory) 等が備えられている。入力回路 92 は、電機子電流センサ 5、回転センサ 6 等の各種のセンサが接続され、これらセンサの出力信号を演算処理装置 90 に入力する A/D 変換器等を備えている。出力回路 93 は、スウィ

チング素子をオンオフ駆動するゲート駆動回路等の電気負荷が接続され、これら電気負荷に演算処理装置 90 から制御信号を出力する駆動回路等を備えている。

[0024] そして、制御装置 30 が備える各制御部 31 ～ 39 等の各機能は、演算処理装置 90 が、ROM 等の記憶装置 91 に記憶されたソフトウェア（プログラム）を実行し、記憶装置 91、入力回路 92、及び出力回路 93 等の制御装置 30 の他のハードウェアと協働することにより実現される。なお、各制御部 31 ～ 39 等が用いる第 1 及び第 2 の判定用の回転速度－出力曲線等の設定データは、ソフトウェア（プログラム）の一部として、ROM 等の記憶装置 91 に記憶されている。以下、制御装置 30 の各機能について詳細に説明する。

[0025] 1-4-1. 回転検出部 31

回転検出部 31 は、電気角でのロータの回転角度  $\theta$ （ロータの磁極位置  $\theta$ ）及び回転速度  $\omega$  を検出する。本実施の形態では、回転検出部 31 は、回転センサ 6 の出力信号に基づいて、電気角での回転角度  $\theta$ （磁極位置  $\theta$ ）及び回転速度  $\omega$  を検出する。

[0026] なお、回転検出部 31 は、電流指令値に高調波成分を重畳することによって得られる電流情報等に基づいて、回転センサを用いずに、回転角度（磁極位置）を推定するように構成されてもよい（いわゆる、センサレス方式）。

[0027] 1-4-2. 電機子電流検出部 32

電機子電流検出部 32 は、電機子電流センサ 5 の出力信号に基づいて、3 相の電機子巻線に流れる 3 相の電機子電流検出値  $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$  を検出する。

[0028] 1-4-3. 界磁電流検出部 38

界磁電流検出部 38 は、界磁電流センサ 12 の出力信号に基づいて、界磁巻線 11 に流れる界磁電流  $I_f$  を検出する。

[0029] 1-4-4. 駆動発電判定部 33

駆動発電判定部 33 は、出力指令値に基づいて、駆動モード及び発電モー

どのいずれを実行するかを判定する。「駆動モード」とは、直流電源 2 から得られる電気エネルギーを機械エネルギーに変換し、回転電機 1 を回転させるモードであり、回転電機 1 を電動機として動作させるモードである。また、「発電モード」とは、回転電機 1 の機械エネルギーを電気エネルギーに変換し、直流電源 2 に供給するモードであり、回転電機 1 を発電機として動作させるモードである。

[0030] 出力指令値は、回転電機 1 が使用されるシステムに合わせて、出力トルク指令値、出力電流指令値、又は出力電力指令値などとされればよい。例えば、出力指令値は、制御装置 30 の内部で演算されてもよいし、外部の制御装置から伝達されてもよい。

[0031] 駆動発電判定部 33 は、出力トルク指令値、出力電流指令値、又は出力電力指令値が正值である場合は、駆動モードを実行すると判定し、出力トルク指令値、出力電流指令値、又は出力電力指令値が負値である場合は、発電モードを実行すると判定する。

[0032] 1-4-5. 駆動制御部 35

駆動制御部 35 は、駆動モードを実行すると判定されており、回転電機 1 を電動機として動作させる場合に、インバータ 4 のスイッチング素子をオンオフ制御して電機子巻線に交流電圧を印加して回転電機 1 を電動機として動作させる。

[0033] 本実施の形態では、駆動制御部 35 は、電機子電流指令値演算部 35a、電機子電圧指令値演算部 35b、及び電機子電圧印加部 35c を備えている。

[0034] 電機子電流指令値演算部 35a は、出力指令値に基づいて電機子電流指令値を演算する。出力指令値に加えて、回転速度  $\omega$  及び直流電圧  $V_{dc}$  等も用いられる。公知のベクトル制御が用いられ、d 軸及び q 軸の電流指令値が演算される。出力指令値としての出力トルク指令値、出力電流指令値、又は出力電力指令値は、正值に設定されており、回転電機 1 は、電動機として動作する。

[0035] 電機子電圧指令値演算部 35b は、電機子電流検出値が電機子電流指令値に近づくように、電機子電圧指令値を変化させる電流フィードバック制御を行う。電流フィードバック制御は、d 軸及び q 軸の回転座標系上で行われ、d 軸及び q 軸の電圧指令値が演算され、回転角度  $\theta$  に基づいて、d 軸及び q 軸の電圧指令値が 3 相の電機子電圧指令値に変換される。

[0036] 電機子電圧印加部 35c は、3 相の電機子電圧指令値に基づいて、インバータ 4 が有する複数のスイッチング素子をオンオフ制御する。公知のキャリア比較 PWM 制御又は空間ベクトル PWM 制御が用いられる。

[0037] 1-4-6. 発電切替判定部 34

発電切替判定部 34 は、発電モードを実行すると判定されており、回転電機 1 を発電機として動作させる場合に、インバータ発電モードとオルタネータ発電モードとのいずれを実行するかを判定する。詳細については、後述する。

[0038] 1-4-7. インバータ発電制御部 36

インバータ発電制御部 36 は、発電モード及びインバータ発電モードを実行すると判定されている場合に、インバータ 4 のスイッチング素子をオンオフ制御して電機子巻線に交流電圧を印加して回転電機 1 を発電機として動作させるインバータ発電制御を実行する。

[0039] 本実施の形態では、インバータ発電制御部 36 は、駆動制御部 35 と同様に構成されており、インバータ発電制御部 36 は、電機子電流指令値演算部 36a、電機子電圧指令値演算部 36b、及び電機子電圧印加部 36c を備えている。

[0040] 電機子電流指令値演算部 36a は、出力指令値に基づいて電機子電流指令値を演算する。本実施の形態では、出力指令値に加えて、回転速度  $\omega$  及び直流電圧  $V_{dc}$  等にも基づいて演算される。公知のベクトル制御が用いられ、d 軸及び q 軸の電流指令値が演算される。出力指令値としての出力トルク指令値、出力電流指令値、又は出力電力指令値は、負値に設定されており、回転電機 1 は、発電機として動作する。

[0041] 電機子電圧指令値演算部 36b は、電機子電流検出値が電機子電流指令値に近づくように、電機子電圧指令値を変化させる電流フィードバック制御を行う。電流フィードバック制御は、d 軸及び q 軸の回転座標系上で行われ、d 軸及び q 軸の電圧指令値が演算され、回転角度  $\theta$  に基づいて、d 軸及び q 軸の電圧指令値が 3 相の電機子電圧指令値に変換される。

[0042] 電機子電圧印加部 36c は、3 相の電機子電圧指令値に基づいて、インバータ 4 が有する複数のスイッチング素子をオンオフ制御する。公知のキャリア比較 PWM 制御又は空間ベクトル PWM 制御が用いられる。

[0043] 1-4-8. オルタネータ発電制御部 37

オルタネータ発電制御部 37 は、発電モード及びオルタネータ発電モードを実行すると判定されている場合に、回転電機 1 の回転により電機子巻線に生じる誘起電圧によりインバータ 4 を整流器として機能させて回転電機 1 を発電機として動作させるオルタネータ発電制御を実行する。

[0044] 回転により生じた各相の電機子巻線の誘起電圧が、直流電源 2 の高電位を上回る、又は直流電源 2 の低電位を下回ると、対応する相の高電位側又は低電位側のスイッチング素子のダイオードが通電し、インバータ 4 が、全波整流回路として動作する。インバータ 4 の全てのスイッチング素子が常時オフされる。この場合の整流をダイオード整流という。

[0045] 一方、同期整流が行われてもよい。すなわち、オルタネータ発電制御部 37 は、誘起電圧によりダイオードを電流が流れるときに、ダイオードのスイッチング素子をオンする。これにより、ダイオードに代えてスイッチング素子を電流が流れるので、電力損失を低減し、発熱量を低減することができる。例えば、オルタネータ発電制御部 37 は、各相の電機子電流検出値に基づいて、電流が流れている各相の高電位側又は低電位側のスイッチング素子のダイオードを判定し、電流が流れているダイオードに対応するスイッチング素子をオンにし、電流が流れていないダイオードに対応するスイッチング素子をオフにする。

[0046] 1-4-9. 界磁電流制御部 39

界磁電流制御部 39 は、コンバータ 10 のスイッチング素子をオンオフ制御して界磁巻線 11 に電圧を印加する。

[0047] 本実施の形態では、界磁電流制御部 39 は、界磁電流指令値演算部 39 a、界磁電圧指令値演算部 39 b、及び界磁電圧印加部 39 c を備えている。

[0048] 界磁電流指令値演算部 39 a は、駆動モード、オルタネータ発電モード、及びインバータ発電モードのモードごとに、出力指令値に基づいて界磁電流指令値を演算する。本実施の形態では、出力指令値に加えて、回転速度  $\omega$  及び直流電圧  $V_{dc}$  等にも基づいて演算される。

[0049] 界磁電圧指令値演算部 39 b は、界磁電流検出値が界磁電流指令値に近づくように、界磁巻線の電圧指令値を変化させるフィードバック制御を行う。界磁電圧印加部 39 c は、界磁巻線の電圧指令値に基づいて、PWM 制御によりコンバータ 10 の複数のスイッチング素子をオンオフ制御する。

[0050] 1-4-10. 発電切替判定部 34 の詳細構成

＜各発電モードの実行可能領域と効率＞

図 4 に、発電モードにおいてインバータ発電モードを実行すると仮定した場合のインバータ発電モードの実行可能領域と、実行可能領域内の各領域の効率とを示す。横軸は回転速度  $\omega$  であり、縦軸は出力トルクである。なお、各回転速度において出力トルクの絶対値が最大になる曲線（実行可能領域の境界線）は、各回転速度において回転電機の出力の絶対値が最大値になる曲線である回転速度-最大出力曲線である。回転速度と出力トルクとで規定される領域ごとに発電効率を分類している。発電効率は、大きい順に、領域 A、B、C、D、E になる。最高効率の領域 A を中心に領域 B、C、D、E の順に、発電効率が低下する。

[0051] 図 5 に、発電モードにおいてオルタネータ発電モードを実行すると仮定した場合のオルタネータ発電モードの実行可能領域と、実行可能領域内の各領域の効率とを示す。図 4 と同様に、横軸は回転速度  $\omega$  であり、縦軸は出力トルクである。なお、各回転速度において出力トルクの絶対値が最大になる曲線（実行可能領域の境界線）は、各回転速度において回転電機の出力の絶対

値が最大値になる曲線である回転速度－最大出力曲線である。低回転速度では電機子巻線に生じる誘起電圧が低く、直流電圧  $V_{dc}$  を上回らないためオルタネータ発電モードを実行できない。このオルタネータ発電モードの実行可能領域よりも回転速度が低い範囲では、回転速度－最大出力曲線の出力は、0 になっている。なお、各回転速度において出力指令値の絶対値が大きくなるに従って、界磁電流指令値が大きくされるため、出力トルクが大きくなる。回転速度と出力トルクとで規定される領域ごとに発電効率を分類している。発電効率は、大きい順に、領域 A、B、C、D、E になる。最高効率の領域 A を中心に領域 B、C、D、E の順に、発電効率が低下する。図 4 のインバータ発電モードと比較すると、最高効率の領域 A が、高回転速度側に位置しており、また、低回転速度の領域では、オルタネータ発電モードを実行できない。

[0052] 図 6 に、オルタネータ発電モードの実行可能領域における効率差を示す。効率差は、オルタネータ発電モードの効率からインバータ発電モードの効率を減じたものである。効率差が負であればインバータ発電モードの効率の方が高くなり、効率差が正であればオルタネータ発電モードの効率の方が高くなる。効率差が 0 % になる線を境として、低回転速度側ではインバータ発電モードの効率の方が高くなり、高回転速度側ではオルタネータ発電モードの効率の方が高くなる。すなわち、オルタネータ発電モードの実行可能領域内であっても、低回転速度側ではインバータ発電モードの効率の方が高くなり、高回転速度側ではインバータ発電モードの効率の方が高くなり、効率差が 0 % になる境界線は、オルタネータ発電モードの実行可能領域に関連している。そのため、発電効率を向上するための発電モードの切り替え判定は、オルタネータ発電モードの実行可能領域を考慮して行えばよい。

[0053] <オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線に基づく切り替え>

そこで、発電切替判定部 34 は、オルタネータ発電モードを実行すると仮定した場合における、回転電機の各回転速度において回転電機の出力の絶対値が最大値になる曲線である回転速度－最大出力曲線に基づいて設定された

判定用の回転速度－出力曲線を用い、インバータ発電モードとオルタネータ発電モードとのいずれを実行するかを判定する。

[0054] 上述したように、オルタネータ発電モードの実行可能領域内において、低回転速度側ではインバータ発電モードの効率の方が高くなり、高回転速度側ではインバータ発電モードの効率の方が高くなり、効率差が0%になる境界線は、オルタネータ発電モードの実行可能領域に関連している。上記の構成によれば、オルタネータ発電モードの実行可能領域に対応するオルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線に基づいて設定された判定用の回転速度－出力曲線を用い、発電モードの切り替え判定が行われる。よって、判定用の回転速度－出力曲線を用いた判定により、各発電モードの効率を考慮した切り替え判定を行えると共に、判定処理の簡素化を行える。

[0055] <第1及び第2の判定用の回転速度－出力曲線を用いた判定>

本実施の形態では、図7に示すように、判定用の回転速度－出力曲線として、第1の判定用の回転速度－出力曲線と、切り換え判定にヒステリシスを持たせるために第1の判定用の回転速度－出力曲線とズレた第2の判定用の回転速度－出力曲線とが用いられる。

[0056] 発電切替判定部34は、オルタネータ発電モードの実行中に、第1の判定用の回転速度－出力曲線を用いて、現在の回転速度及び現在の出力指令値に基づいて、オルタネータ発電モードからインバータ発電モードに切り替えるか否かを判定する。一方、発電切替判定部34は、インバータ発電モードの実行中に、第2の判定用の回転速度－出力曲線を用いて、現在の回転速度及び現在の出力指令値に基づいて、インバータ発電モードからオルタネータ発電モードに切り替えるか否かを判定する。

[0057] この構成によれば、切り換え判定にヒステリシスを持たせるために互いにズレた第1の判定用の回転速度－出力曲線と第2の判定用の回転速度－出力曲線とを用いることにより、回転速度の変動及び出力指令値の変動による発電モードの頻繁な切り替えを防止でき、電流変動による出力変動及び効率低下を抑制できる。

[0058] 本実施の形態では、出力及び出力指令値として、出力トルク及び出力トルク指令値が用いられる場合を説明する。出力及び出力指令値として、出力電流及び出力電流指令値が用いられてもよく、出力電力及び出力電力指令値が用いられてもよい。いずれの場合も、発電モードの場合は、各値は負値となる。

[0059] 出力電流  $I_{dc}$  は、直流電源 2 からインバータ 4 及びコンバータ 10 に流れる方が正となり、インバータ 4 及びコンバータ 10 から直流電源 2 に流れる方が負となる。出力電力  $P$  は、直流電源 2 からインバータ 4 及びコンバータ 10 に供給される方が正となり、インバータ 4 及びコンバータ 10 から直流電源 2 に供給される方が負となる。

[0060] なお、出力トルク  $T$  は、 $d$  軸電流  $I_d$ 、 $q$  軸電流  $I_q$ 、 $d$  軸磁束  $\phi_d$ 、及び  $q$  軸磁束  $\phi_q$  を用いて式 (1) で与えられる。一方、 $d$  軸電圧  $V_d$ 、 $q$  軸電圧  $V_q$ 、界磁電圧  $V_f$ 、及び回転電機 1 の回転速度  $\omega$  を用いて、出力電流  $I_{dc}$  は式 (2) で表され、出力電力  $P$  は式 (3) で表される。

[数1]

数 1

$$T = P_m (I_q \phi_d - I_d \phi_q) \quad \dots (1)$$

$$I_{dc} = \frac{I_d V_d + I_d V_q + I_f V_f}{V_{dc}} = \frac{R_a (I_d^2 + I_q^2) + I_f V_f + \omega T}{V_{dc}} \quad \dots (2)$$

$$P = R_a (I_d^2 + I_q^2) + I_f V_f + \omega T \quad \dots (3)$$

[0061] <判定処理のフローチャート>

図 8 のフローチャートを参照して詳細な判定を説明する。図 8 の処理は、所定の演算周期ごとに実行される。ステップ S 0 1 で、発電切替判定部 3 4 は、現在、オルタネータ発電モード及びインバータ発電モードのいずれを実行中であるかを判定し、オルタネータ発電モードの実行中である場合は、ステップ S 0 2 に進み、インバータ発電モードの実行中である場合は、ステップ S 0 6 に進む。

[0062] ステップ S 0 2 で、発電切替判定部 3 4 は、第 1 の判定用の回転速度－出力曲線を参照して、現在の回転速度に対応する出力トルクを第 1 の判定出力

トルク  $T_{th1}$  として算出する。なお、第1の判定用の回転速度－出力曲線の設定は後述する。

[0063] そして、ステップS03で、発電切替判定部34は、現在の出力トルク指令値の絶対値  $|T_o|$  が、第1の判定出力トルクの絶対値  $|T_{th1}|$  以上であるか否かを判定し、第1の判定出力トルクの絶対値  $|T_{th1}|$  以上である場合は、ステップS04に進み、第1の判定出力トルクの絶対値  $|T_{th1}|$  以上でない場合は、ステップS05に進む。ステップS04で、発電切替判定部34は、インバータ発電モードに切り替えると判定する。ステップS05で、発電切替判定部34は、インバータ発電モードに切り替えずに、オルタネータ発電モードを継続すると判定する。

[0064] ステップS06で、発電切替判定部34は、第2の判定用の回転速度－出力曲線を参照して、現在の回転速度に対応する出力トルクを第2の判定出力トルク  $T_{th2}$  として算出する。なお、第2の判定用の回転速度－出力曲線の設定は後述する。

[0065] そして、ステップS07で、発電切替判定部34は、現在の出力トルク指令値の絶対値  $|T_o|$  が、第2の判定出力トルクの絶対値  $|T_{th2}|$  未満であるか否かを判定し、第2の判定出力トルクの絶対値  $|T_{th2}|$  未満である場合は、ステップS08に進み、第2の判定出力トルクの絶対値  $|T_{th2}|$  未満でない場合は、ステップS09に進む。ステップS08で、発電切替判定部34は、オルタネータ発電モードに切り替えると判定する。ステップS09で、発電切替判定部34は、オルタネータ発電モードに切り替えずに、インバータ発電モードを継続すると判定する。

[0066] <第1及び第2の判定用の回転速度－出力曲線>

本実施の形態では、図7に示すように、第1の判定用の回転速度－出力曲線は、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線に対応して設定されている。本例では、判定用の回転速度－出力曲線は、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線と同等になるように設定される。

[0067] この構成によれば、オルタネータ発電モードの実行可能領域外では、イン

バータ発電モードを実行させることができる。

[0068] <高回転速度側への設定>

図7に示すように、第2の判定用の回転速度－出力曲線は、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線に対して回転速度が高い側に設定されている。より詳細には、第2の判定用の回転速度－出力曲線において出力の絶対値が0よりも大きい部分における低回転速度側の境界線部分は、第1の判定用の回転速度－出力曲線において出力の絶対値が0よりも大きい部分における低回転速度側の境界線部分よりも回転速度が高い側に設定されている。

[0069] この構成によれば、第1の判定用の回転速度－出力曲線は、オルタネータ発電モードの実行可能領域に対応して設定される。図6を参照して上述したように、オルタネータ発電モードの実行可能領域内であっても、低回転速度側ではインバータ発電モードの効率の方が高くなり、高回転速度側ではオルタネータ発電モードの効率の方が高くなる。そのため、効率差が0になる境界線は、オルタネータ発電モードの実行可能領域（第1の判定用の回転速度－出力曲線）の低回転速度側の境界線よりも高回転速度側になる。上記の構成によれば、第2の判定用の回転速度－出力曲線は、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線に対して回転速度が高い側に設定されるので、効率差が0になる境界線に対応して設定される。オルタネータ発電モードの実行可能領域における、オルタネータ発電モードの効率の方が高くなる高回転速度側で、オルタネータ発電モードを実行して効率を向上させることができる。オルタネータ発電モードの実行可能領域における、インバータ発電モードの効率の方が高くなる低回転速度側が、オルタネータ発電モードとインバータ発電モードとの切り替え領域となり、インバータ発電モードが半分実行される。よって、効率の悪化を抑制しつつ、回転速度方向のヒステリシス幅を設けることができ、判定を安定化させることができる。また、オルタネータ発電モードの実行可能領域よりも低回転速度側で、インバータ発電モードを実行して効率を向上させることができる。

[0070] 例えば、第2の判定用の回転速度－出力曲線は、図6に示すオルタネータ発電モードの実行時の効率よりもインバータ発電モードの実行時の効率が高くなる回転速度と出力の領域（効率差0%の境界線）に対して、回転速度が高い側に設定されるとよい。

[0071] <低出力絶対値側への設定>

図7に示すように、第2の判定用の回転速度－出力曲線は、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線に対して出力の絶対値が低くなる側に設定されている。より詳細には、第2の判定用の回転速度－出力曲線において出力の絶対値が0よりも大きい部分における低出力絶対値側の境界線部分は、第1の判定用の回転速度－出力曲線において出力の絶対値が0よりも大きい部分における低出力絶対値側の境界線部分よりも出力の絶対値が小さい側に設定されている。

[0072] この構成によれば、出力方向のヒステリシス幅を設けることができ、出力変動に対して判定を安定化させることができる。

[0073] 各回転速度における第1の判定用の回転速度－出力曲線と第2の判定用の回転速度－出力曲線との出力差分は、インバータ4及びコンバータ10に供給される直流電圧 $V_{dc}$ の最大限の変動により生じる出力変化よりも大きく設定される。

[0074] この構成によれば、直流電圧 $V_{dc}$ の最大限の変動により出力が変化した場合でも、切り換え判定結果の変動を抑制できる。

[0075] 例えば、直流電圧 $V_{dc}$ の最大限の変動は、オルタネータ発電モードの実行中に無発電状態から最大発電状態にステップ変化させたときの直流電圧 $V_{dc}$ の変化である。後述する図9に示すように、直流電圧 $V_{dc}$ が増加するに従って、オルタネータ発電モードの出力の絶対値が減少する。例えば、図7に示すように、回転速度と出力指令値がC点からD点に変化した場合、出力指令値が第2の判定出力トルク $T_{th2}$ より小さくなるためインバータ発電モードからオルタネータ発電モードへと切り替わる。この切り替わりの際に直流電圧 $V_{dc}$ が増加し、直流電圧 $V_{dc}$ に応じて設定される第1の判定

出力トルク  $T_{th1}$  の絶対値が、D 点の出力指令値の絶対値を下回った場合、すぐさまオルタネータ発電モードからインバータ発電モードへ切り替わってしまう。上記のように、直流電圧  $V_{dc}$  の最大限の変動を考慮して、出力方向のヒステリシス幅を設定することにより、発電モードの無用な切り替えを防止できる。

[0076] 直流電圧  $V_{dc}$  の最大限の変動による出力変化は、回転速度に応じて変化する。よって、第 1 の判定用の回転速度－出力曲線と第 2 の判定用の回転速度－出力曲線との出力差分（出力方向のヒステリシス幅）は、回転速度に応じて変化されてもよい。又は、第 1 の判定用の回転速度－出力曲線と第 2 の判定用の回転速度－出力曲線との出力差分（出力方向のヒステリシス幅）は、所定値に設定されてもよい。この場合は、回転速度の全対象範囲の出力変化の最大値を考慮して所定値が設定されるとよい。

[0077] <特定回転速度の範囲における判定>

図 10 に示すように、発電切替判定部 34 は、インバータ発電モードの実行時の効率よりもオルタネータ発電モードの実行時の効率が高くなる回転速度の範囲に対応して設定された特定回転速度の範囲内に、現在の回転速度がある場合は、判定用の回転速度－出力曲線を用いた判定を行わずに、オルタネータ発電モードを実行すると判定してもよい。すなわち、現在の回転速度が、特定回転速度の範囲内である場合は、インバータ発電モードとオルタネータ発電モードとの切り替えが行われず、常にオルタネータ発電モードが実行される。

[0078] この構成によれば、特定回転速度の範囲内において、効率が高いオルタネータ発電モードを優先的に実行することにより、発電効率を向上しつつ、不要な発電モードの切り替えをなくすことができる。特定回転速度の範囲は、オルタネータ発電モードの実行可能領域の高回転速度側に設定される。なお、オルタネータ発電モードの効率が高くなる回転速度の範囲において、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線とインバータ発電モードの回転速度－最大出力曲線とが概ね重複する場合は、オルタネータ発電モードの

回転速度－最大出力曲線の低回転速度側のように発電モードを切り替える必要がない。

[0079] <直流電圧  $V_{dc}$  に応じた設定>

発電切替判定部 34 は、直流電圧  $V_{dc}$  に応じて、第 1 の判定用の回転速度－出力曲線及び第 2 の判定用の回転速度－出力曲線を変化させてもよい。この場合は、直流電圧  $V_{dc}$  を検出する電圧センサが設けられるとよい。

[0080] 図 9 に示すように、直流電圧  $V_{dc}$  が増加するに従って、誘起電圧に対して直流電圧  $V_{dc}$  が増加し、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線は、高回転速度側にシフトすると共に、出力の絶対値の減少側にシフトする。よって、直流電圧  $V_{dc}$  に応じて変化するオルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線等に対応させて、第 1 の判定用の回転速度－出力曲線及び第 2 の判定用の回転速度－出力曲線を変化させることで、切り換え判定の精度を向上することができる。

[0081] <第 1 及び第 2 の判定用の回転速度－出力曲線の設定>

第 1 及び第 2 の判定用の回転速度－出力曲線は、ROM 等の記憶装置に予め記憶されており、発電切替判定部 34 は、記憶装置から第 1 及び第 2 の判定用の回転速度－出力曲線を読み出して参照する。第 1 及び第 2 の判定用の回転速度－出力曲線は、上述したように予め設定されている。

[0082] また、直流電圧  $V_{dc}$  に応じて第 1 及び第 2 の判定用の回転速度－出力曲線を変化させる場合は、記憶装置に、複数の直流電圧の刻みごとに、第 1 及び第 2 の判定用の回転速度－出力曲線が予め記憶されており、発電切替判定部 34 は、現在の直流電圧  $V_{dc}$  に近い 2 つの直流電圧の刻みの第 1 及び第 2 の判定用の回転速度－出力曲線を読み出し、各直流電圧の刻みの第 1 及び第 2 の判定用の回転速度－出力曲線を参照し、現在の回転速度及び現在の出力指令値に対応する第 1 及び第 2 の判定出力トルク  $T_{th1}$ 、 $T_{th2}$  を算出し、2 つの直流電圧の刻みの第 1 及び第 2 の判定出力トルク  $T_{th1}$ 、 $T_{th2}$  の間を、現在の直流電圧  $V_{dc}$  により線形補間して、最終的な第 1 及び第 2 の判定出力トルク  $T_{th1}$ 、 $T_{th2}$  を算出する。

[0083] 或いは、第1の判定用の回転速度－出力曲線が、ROM等の記憶装置に予め記憶されており、発電切替判定部34は、第1の判定用の回転速度－出力曲線を記憶装置から読み出す。そして、図7に示すように、第1の判定用の回転速度－出力曲線を、回転速度方向（高回転速度側）にヒステリシス幅Aだけシフトさせると共に、出力方向（出力の絶対値の減少側）にヒステリシス幅Bだけシフトさせて、第2の判定用の回転速度－出力曲線を設定してもよい。出力方向（出力の絶対値の減少側）のシフトにより、シフト後の曲線の出力が0を上回る区間が生じるため、発電切替判定部34は、シフト後の曲線の出力を0で上限制限して、最終的な第2の判定用の回転速度－出力曲線を設定する。

[0084] 回転速度方向のヒステリシス幅、及び出力方向のヒステリシス幅は、ROM等の記憶装置に予め記憶されており、発電切替判定部34は、各ヒステリシス幅を記憶装置から読み出す。回転速度に応じて出力方向のヒステリシス幅が変化される場合は、回転速度と出力方向のヒステリシス幅との関係が設定されたマップデータが記憶装置に記憶されており、発電切替判定部34は、マップデータを記憶装置から読み出し、現在の回転速度に対応する出力方向のヒステリシス幅を算出する。

[0085] 直流電圧Vdcに応じて第1の判定用の回転速度－出力曲線を変化させる場合は、記憶装置に、複数の直流電圧の刻みごとに、第1の判定用の回転速度－出力曲線が予め記憶されており、発電切替判定部34は、現在の直流電圧Vdcに近い2つの直流電圧の刻みの第1の判定用の回転速度－出力曲線を読み出し、2つの直流電圧の刻みの第1の判定用の回転速度－出力曲線の間を、現在の直流電圧Vdcにより線形補間して、最終的な第1の判定用の回転速度－出力曲線を算出する。例えば、2つの直流電圧の刻みの第1の判定用の回転速度－出力曲線のそれぞれの各回転速度の出力が、現在の直流電圧Vdcにより線形補間されるとよい。

[0086] <車両用の発電電動機>

回転電機1は、車両用の発電電動機に用いられてもよい。例えば、図11

に示すように、回転電機 1 のロータの回転軸は、プーリ及びベルト機構 101 を介して、内燃機関 100 のクランク軸に連結される。回転電機 1 の回転軸は、内燃機関 100 及び変速装置 102 を介して車輪 103 に連結される。

[0087] 回転電機 1 は、内燃機関 100 の始動時および内燃機関 100 の出力を補うトルクアシスト時には、始動電動機およびトルクアシスト電動機として機能するとともに、内燃機関の始動後には直流電源 2 を充電する充電発電機としても機能する。本実施の形態の制御装置 30 によれば、アイドリング及びブレーキ時の回生発電の効率を向上できるので、直流電源 2 の充電量を増加させることができ、トルクアシスト電動機として動作できる頻度を増加させることができ、また、アイドリングストップ車両であればアイドリングストップ頻度を増加させることができ、車両の燃費向上につながる。

[0088] なお、回転電機 1 は、車両用の発電電動機以外の各種の装置の動力源に用いられてもよい。

## [0089] 2. 実施の形態 2

次に、実施の形態 2 に係る回転電機 1 及び制御装置 30 について説明する。上記の実施の形態 1 と同様の構成部分は説明を省略する。本実施の形態に係る回転電機 1 及び制御装置 30 の基本的な構成は実施の形態 1 と同様であるが、発電切替判定部 34 の処理が実施の形態 1 と異なる。

[0090] 実施の形態 1 では、判定用の回転速度－出力曲線として、第 1 及び第 2 の判定用の回転速度－出力曲線が設定されていたが、本実施の形態では、1 つの判定用の回転速度－出力曲線が設定される。

[0091] 本実施の形態では、発電切替判定部 34 は、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線に基づいて設定された判定用の回転速度－出力曲線を用いた切替条件が成立した状態が判定期間継続した場合に、インバータ発電モードの実行判定とオルタネータ発電モードの実行判定とを実際に切り替える。

[0092] この構成によれば、判定用の回転速度－出力曲線を用いた切替条件が成立

した状態が判定期間継続した場合に、実際に切り替えが行われるので、回転速度の変動及び出力指令値の変動による発電モードの頻繁な切り替えを防止でき、電流変動による出力変動を抑制できる。

[0093] 本実施の形態では、図 1 2 に示すように、判定用の回転速度－出力曲線は、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線に対応して設定される。本例では、判定用の回転速度－出力曲線は、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線と同等になるように設定される。

[0094] 或いは、図 1 3 に示すように、判定用の回転速度－出力曲線は、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線の範囲内において、インバータ発電モードの効率よりもオルタネータ発電モードの効率の方が高くなる領域に対応して設定されてもよい。

[0095] 実施の形態 1 と同様に、判定用の回転速度－出力曲線は、ROM等の記憶装置に予め記憶されており、発電切替判定部 3 4 は、記憶装置から判定用の回転速度－出力曲線を読み出して参照する。実施の形態 1 と同様に、直流電圧  $V_{dc}$  に応じて判定用の回転速度－出力曲線を変化させる場合は、記憶装置に、複数の直流電圧の刻みごとに、判定用の回転速度－出力曲線が予め記憶されており、発電切替判定部 3 4 は、現在の直流電圧  $V_{dc}$  に近い 2 つの直流電圧の刻みの判定用の回転速度－出力曲線を読み出し、各直流電圧の刻みの判定用の回転速度－出力曲線を参照し、現在の回転速度及び現在の出力指令値に対応する判定出力トルク  $T_{th}$  を算出し、2 つの直流電圧の刻みの判定出力トルク  $T_{th}$  の間を、現在の直流電圧  $V_{dc}$  により線形補間して、最終的な判定出力トルク  $T_{th}$  を算出する。

[0096] 図 1 4 のフローチャートを参照して詳細な判定を説明する。図 1 4 の処理は、所定の演算周期ごとに実行される。ステップ S 1 1 で、発電切替判定部 3 4 は、現在、オルタネータ発電モード及びインバータ発電モードのいずれを実行中であるかを判定し、オルタネータ発電モードの実行中である場合は、ステップ S 1 2 に進み、インバータ発電モードの実行中である場合は、ステップ S 1 9 に進む。

- [0097] ステップS 1 2 で、発電切替判定部 3 4 は、判定用の回転速度－出力曲線を参照して、現在の回転速度に対応する出力トルクを判定出力トルク  $T_{th}$  として算出する。
- [0098] そして、ステップS 1 3 で、発電切替判定部 3 4 は、現在の出力トルク指令値の絶対値  $|T_o|$  が、判定出力トルクの絶対値  $|T_{th}|$  以上であるか否かを判定し、判定出力トルクの絶対値  $|T_{th}|$  以上である場合は、ステップS 1 4 に進み、判定出力トルクの絶対値  $|T_{th}|$  以上でない場合は、ステップS 1 5 に進む。ステップS 1 4 で、発電切替判定部 3 4 は、インバータ発電モードへの切り替えカウンタを所定値だけ増加させる。ステップS 1 5 で、発電切替判定部 3 4 は、インバータ発電モードへの切り替えカウンタを0にリセットする。ステップS 1 6 で、発電切替判定部 3 4 は、インバータ発電モードへの切り替えカウンタが、判定期間に対応する判定値以上であるか否かを判定し、判定値以上である場合は、ステップS 1 7 に進み、判定値未満である場合は、ステップS 1 8 に進む。ステップS 1 7 で、発電切替判定部 3 4 は、インバータ発電モードに切り替えると判定する。ステップS 1 8 で、発電切替判定部 3 4 は、インバータ発電モードに切り替えずに、オルタネータ発電モードを継続すると判定する。
- [0099] 一方、ステップS 1 9 で、発電切替判定部 3 4 は、現在の出力トルク指令値の絶対値  $|T_o|$  が、判定出力トルクの絶対値  $|T_{th}|$  未満であるか否かを判定し、判定出力トルクの絶対値  $|T_{th}|$  未満である場合は、ステップS 2 0 に進み、判定出力トルクの絶対値  $|T_{th}|$  未満でない場合は、ステップS 2 1 に進む。ステップS 2 0 で、発電切替判定部 3 4 は、オルタネータ発電モードへの切り替えカウンタを所定値だけ増加させる。ステップS 2 1 で、発電切替判定部 3 4 は、オルタネータ発電モードへの切り替えカウンタを0にリセットする。ステップS 2 2 で、発電切替判定部 3 4 は、オルタネータ発電モードへの切り替えカウンタが、判定期間に対応する判定値以上であるか否かを判定し、判定値以上である場合は、ステップS 2 3 に進み、判定値未満である場合は、ステップS 2 4 に進む。ステップS 2 3 で、発

電切替判定部 34 は、オルタネータ発電モードに切り替えると判定する。ステップ S 24 で、発電切替判定部 34 は、オルタネータ発電モードに切り替えずに、インバータ発電モードを継続すると判定する。

[0100] 実施の形態 1 と同様に、発電切替判定部 34 は、インバータ発電モードの実行時の効率よりもオルタネータ発電モードの実行時の効率が高くなる回転速度の範囲に対応して設定された特定回転速度の範囲内に、現在の回転速度がある場合は、オルタネータ発電モードを実行すると判定してもよい。

[0101] 3. 実施の形態 3

次に、実施の形態 3 に係る回転電機 1 及び制御装置 30 について説明する。上記の実施の形態 1 と同様の構成部分は説明を省略する。本実施の形態に係る回転電機 1 及び制御装置 30 の基本的な構成は実施の形態 1 と同様であるが、発電切替判定部 34 の処理が実施の形態 1 と異なる。

[0102] 実施の形態 1 では、判定用の回転速度－出力曲線として、第 1 及び第 2 の判定用の回転速度－出力曲線が設定されていたが、本実施の形態では、1 つの判定用の回転速度－出力曲線が設定される。

[0103] 本実施の形態では、発電切替判定部 34 は、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線に基づいて設定された判定用の回転速度－出力曲線を用いた、インバータ発電モードからオルタネータ発電モードへの切替条件が成立した状態で、インバータ発電モードからオルタネータ発電モードへの切り換え方向への回転速度の変化率及び出力指令値の変化率が判定値以上になった場合に、インバータ発電モードからオルタネータ発電モードへ実際に切り替える。

[0104] この構成によれば、判定用の回転速度－出力曲線を用いた、インバータ発電モードからオルタネータ発電モードへの切替条件が成立した状態で、切り換え方向への回転速度の変化率及び出力指令値の変化率が判定値以上になった場合に、実際に切り替えが行われるので、回転速度及び出力指令値が切り換え反対方向に変化する可能性が小さく、切替条件が成立しなくなる可能性が小さいと判定できる場合に、即時に、オルタネータ発電モードへの切り替

えを実行し、オルタネータ発電モードの実行により効率を向上することができる。

[0105] 本実施の形態では、更に実施の形態2の判定が組み合わされる。すなわち、発電切替判定部34は、判定用の回転速度－出力曲線を用いた、オルタネータ発電モードからインバータ発電モードへの切替条件が成立した状態が判定期間継続した場合に、オルタネータ発電モードからインバータ発電モードに実際に切り替える。発電切替判定部34は、判定用の回転速度－出力曲線を用いた、インバータ発電モードからオルタネータ発電モードへの切替条件が成立した状態が判定期間継続した場合、又は判定用の回転速度－出力曲線を用いた、インバータ発電モードからオルタネータ発電モードへの切替条件が成立した状態で、インバータ発電モードからオルタネータ発電モードへの切り換え方向への回転速度の変化率及び出力指令値の変化率が判定値以上になった場合に、インバータ発電モードからオルタネータ発電モードへ実際に切り替える。

[0106] この構成によれば、切替条件が成立した状態が判定期間継続した場合に、実際に切り替えを行うことにより、回転速度の変動及び出力指令値の変動による発電モードの頻繁な切り替えを防止しつつ、各変化率により、回転速度及び出力指令値が切り換え反対方向に変化する可能性が小さと判定できる場合に、即時に、オルタネータ発電モードへの切り替えを実行し、オルタネータ発電モードの実行により効率を向上することができる。

[0107] 本実施の形態では、図12に示すように、判定用の回転速度－出力曲線は、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線に対応して設定される。本例では、判定用の回転速度－出力曲線は、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線と同等になるように設定される。

[0108] 或いは、図13に示すように、判定用の回転速度－出力曲線は、オルタネータ発電モードの回転速度－最大出力曲線の範囲内において、インバータ発電モードの効率よりもオルタネータ発電モードの効率の方が高くなる領域に対応して設定されてもよい。

- [0109] 図15のフローチャートを参照して詳細な判定を説明する。図15の処理は、所定の演算周期ごとに実行される。ステップS31で、発電切替判定部34は、現在、オルタネータ発電モード及びインバータ発電モードのいずれを実行中であるかを判定し、オルタネータ発電モードの実行中である場合は、ステップS32に進み、インバータ発電モードの実行中である場合は、ステップS39に進む。
- [0110] ステップS32で、発電切替判定部34は、判定用の回転速度－出力曲線を参照して、現在の回転速度に対応する出力トルクを判定出力トルク $T_{th}$ として算出する。
- [0111] そして、ステップS33で、発電切替判定部34は、現在の出力トルク指令値の絶対値 $|T_o|$ が、判定出力トルクの絶対値 $|T_{th}|$ 以上であるかを判定し、判定出力トルクの絶対値 $|T_{th}|$ 以上である場合は、ステップS34に進み、判定出力トルクの絶対値 $|T_{th}|$ 以上でない場合は、ステップS35に進む。ステップS34で、発電切替判定部34は、インバータ発電モードへの切り替えカウンタを所定値だけ増加させる。ステップS35で、発電切替判定部34は、インバータ発電モードへの切り替えカウンタを0にリセットする。ステップS36で、発電切替判定部34は、インバータ発電モードへの切り替えカウンタが、判定期間に対応する判定値以上であるかを判定し、判定値以上である場合は、ステップS37に進み、判定値未満である場合は、ステップS38に進む。ステップS37で、発電切替判定部34は、インバータ発電モードに切り替えると判定する。ステップS38で、発電切替判定部34は、インバータ発電モードに切り替えずに、オルタネータ発電モードを継続すると判定する。
- [0112] 一方、ステップS39で、発電切替判定部34は、現在の出力トルク指令値の絶対値 $|T_o|$ が、判定出力トルクの絶対値 $|T_{th}|$ 未満であるかを判定し、判定出力トルクの絶対値 $|T_{th}|$ 未満である場合は、ステップS40に進み、判定出力トルクの絶対値 $|T_{th}|$ 未満でない場合は、ステップS43に進む。

[0113] ステップS40で、発電切替判定部34は、現在の回転速度から、変化率演算期間だけ前の回転速度を減算して回転速度の変化率 $\Delta\omega$ を演算し、変化率演算期間だけ前の出力指令値から、現在の出力指令値を減算して出力指令値の変化率 $\Delta T_o$ を演算する。ステップS41で、発電切替判定部34は、回転速度の変化率 $\Delta\omega$ が回転速度の判定値 $\Delta\omega_{th}$ 以上であり、且つ出力指令値の変化率 $\Delta T_o$ が出力指令値の判定値 $\Delta T_{oth}$ 以上であるか否かを判定し、判定値 $\Delta\omega_{th}$ 以上であり、且つ出力指令値の判定値 $\Delta T_{oth}$ 以上である場合は、ステップS45に進み、それ以外の場合は、ステップS42に進む。

[0114] ステップS42で、発電切替判定部34は、オルタネータ発電モードへの切り替えカウンタを所定値だけ増加させる。ステップS43で、発電切替判定部34は、オルタネータ発電モードへの切り替えカウンタを0にリセットする。

[0115] ステップS44で、発電切替判定部34は、オルタネータ発電モードへの切り替えカウンタが、判定期間に対応する判定値以上であるか否かを判定し、判定値以上である場合は、ステップS45に進み、判定値未満である場合は、ステップS46に進む。ステップS45で、発電切替判定部34は、オルタネータ発電モードに切り替えると判定する。ステップS46で、発電切替判定部34は、オルタネータ発電モードに切り替えずに、インバータ発電モードを継続すると判定する。

[0116] 実施の形態1と同様に、発電切替判定部34は、インバータ発電モードの実行時の効率よりもオルタネータ発電モードの実行時の効率が高くなる回転速度の範囲に対応して設定された特定回転速度の範囲内に、現在の回転速度がある場合は、オルタネータ発電モードを実行すると判定してもよい。

[0117] <その他の実施の形態>

(1) 上記の各実施の形態では、3相の電機子巻線が設けられる場合を例として説明した。しかし、電機子巻線の相数は、複数相であれば、2相、4相等の任意の数に設定されてもよい。

[0118] (2) 上記の各実施の形態では、1組の3相の電機子巻線及びインバータが設けられる場合を例として説明した。しかし、2組以上の複数相の電機子巻線及びインバータが設けられてもよい。各組について、上記の各実施の形態と同様に構成されればよい。

[0119] 本開示は、様々な例示的な実施の形態及び実施例が記載されているが、1つ、または複数の実施の形態に記載された様々な特徴、態様、及び機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。従って、例示されていない無数の変形例が、本開示明細書に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも1つの構成要素を変形する場合、追加する場合または省略する場合、さらには、少なくとも1つの構成要素を抽出し、他の実施の形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

### 符号の説明

[0120] 1：回転電機、2：直流電源、Vdc：直流電圧、4：インバータ、10：コンバータ、11：界磁巻線、30：回転電機の制御装置、34：発電切替判定部、36：インバータ発電制御部、37：オルタネータ発電制御部

## 請求の範囲

[請求項1] 電機子巻線及び界磁巻線を有する回転電機をインバータ及びコンバータを介して制御する回転電機の制御装置であって、

前記回転電機を発電機として動作させる場合に、インバータ発電モードとオルタネータ発電モードとのいずれを実行するかを判定する発電切替判定部と、

前記インバータ発電モードを実行すると判定されている場合に、前記インバータのスイッチング素子をオンオフ制御して前記電機子巻線に交流電圧を印加して前記回転電機を発電機として動作させるインバータ発電制御部と、

前記オルタネータ発電モードを実行すると判定されている場合に、前記回転電機の回転により前記電機子巻線に生じる誘起電圧により前記インバータを整流器として機能させて前記回転電機を発電機として動作させるオルタネータ発電制御部と、

前記コンバータのスイッチング素子をオンオフ制御して前記界磁巻線に電圧を印加する界磁電圧印加部と、

を備え、

前記発電切替判定部は、前記オルタネータ発電モードを実行すると仮定した場合における、前記回転電機の各回転速度において前記回転電機の出力の絶対値が最大値になる曲線である回転速度－最大出力曲線に基づいて設定された判定用の回転速度－出力曲線を用いて、現在の回転速度及び現在の出力指令値に基づいて、前記インバータ発電モードと前記オルタネータ発電モードとのいずれを実行するかを判定する回転電機の制御装置。

[請求項2] 前記発電切替判定部は、前記オルタネータ発電モードの実行中に、第1の前記判定用の回転速度－出力曲線を用いて、前記現在の回転速度及び前記現在の出力指令値に基づいて、前記オルタネータ発電モードから前記インバータ発電モードに切り替えるか否かを判定し、

前記インバータ発電モードの実行中に、前記現在の回転速度及び前記現在の出力指令値に基づいて、切り換え判定にヒステリシスを持たせるために前記第 1 の判定用の回転速度－出力曲線とズレた第 2 の前記判定用の回転速度－出力曲線を用いて、前記現在の回転速度及び前記現在の出力指令値に基づいて、前記インバータ発電モードから前記オルタネータ発電モードに切り替えるか否かを判定する請求項 1 に記載の回転電機の制御装置

[請求項3] 前記第 2 の判定用の回転速度－出力曲線は、前記第 1 の判定用の回転速度－出力曲線に対して回転速度が高い側に設定される請求項 2 に記載の回転電機の制御装置。

[請求項4] 前記第 2 の判定用の回転速度－出力曲線は、前記オルタネータ発電モードの実行時の効率よりも前記インバータ発電モードの実行時の効率が高くなる回転速度と出力の領域に対して、回転速度が高い側に設定される請求項 3 に記載の回転電機の制御装置。

[請求項5] 前記第 1 の判定用の回転速度－出力曲線は、前記オルタネータ発電モードの前記回転速度－最大出力曲線に対応して設定される請求項 2 から 4 のいずれか一項に記載の回転電機の制御装置。

[請求項6] 前記第 2 の判定用の回転速度－出力曲線は、前記第 1 の判定用の回転速度－出力曲線に対して出力の絶対値が低くなる側に設定される請求項 2 から 5 のいずれか一項に記載の回転電機の制御装置。

[請求項7] 各回転速度における前記第 1 の判定用の回転速度－出力曲線と前記第 2 の判定用の回転速度－出力曲線との出力差分は、前記インバータ及び前記コンバータに供給される直流電圧の最大限の変動により生じる出力変化よりも大きく設定される請求項 6 に記載の回転電機の制御装置。

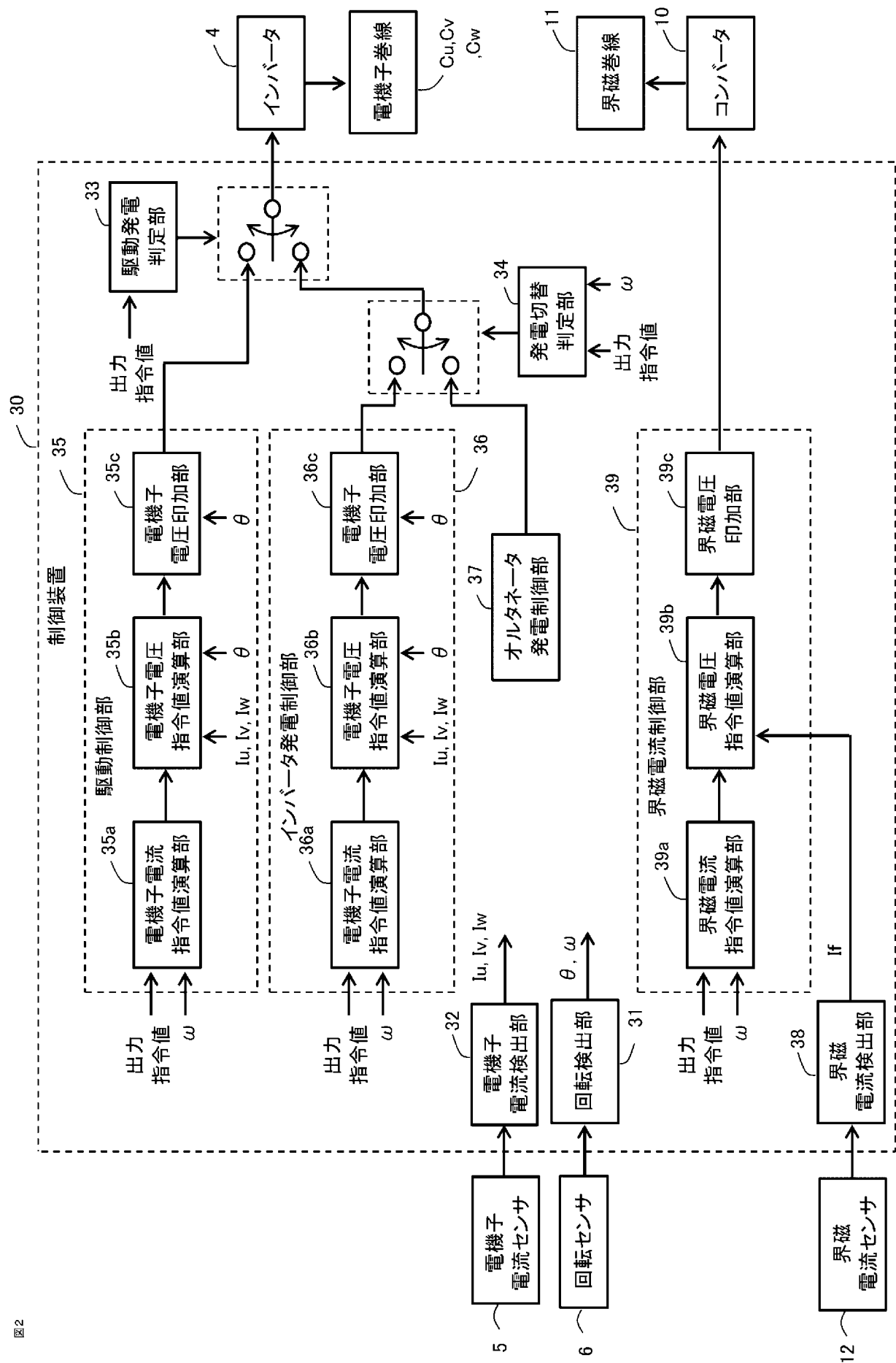
[請求項8] 前記直流電圧の最大限の変動は、前記オルタネータ発電モードの実行中に無発電状態から最大発電状態にステップ変化させたときの前記直流電圧の変化である請求項 7 に記載の回転電機の制御装置。

- [請求項9] 前記発電切替判定部は、前記インバータ及び前記コンバータに供給される直流電圧に応じて、前記第1の判定用の回転速度－出力曲線及び前記第2の判定用の回転速度－出力曲線を変化させる請求項2から8のいずれか一項に記載の回転電機の制御装置。
- [請求項10] 前記発電切替判定部は、前記判定用の回転速度－出力曲線を用いた切替条件が成立した状態が判定期間継続した場合に、前記インバータ発電モードの実行判定と前記オルタネータ発電モードの実行判定とを実際に切り替える請求項1に記載の回転電機の制御装置。
- [請求項11] 前記発電切替判定部は、前記判定用の回転速度－出力曲線を用いた、前記インバータ発電モードから前記オルタネータ発電モードへの切替条件が成立した状態で、前記インバータ発電モードから前記オルタネータ発電モードへの切り換え方向への前記回転速度の変化率及び前記出力指令値の変化率が判定値以上になった場合に、前記インバータ発電モードから前記オルタネータ発電モードへ実際に切り替える請求項1又は10に記載の回転電機の制御装置。
- [請求項12] 前記発電切替判定部は、前記インバータ発電モードの実行時の効率よりも前記オルタネータ発電モードの実行時の効率が高くなる回転速度の範囲に対応して設定された特定回転速度の範囲内に、前記現在の回転速度がある場合は、前記オルタネータ発電モードを実行すると判定する請求項1から11のいずれか一項に記載の回転電機の制御装置。
- [請求項13] 前記オルタネータ発電制御部は、同期整流発電を実行する請求項1から12のいずれか一項に記載の回転電機の制御装置。
- [請求項14] 前記出力は、前記回転電機の出力トルクである請求項1から13のいずれか一項に記載の回転電機の制御装置。
- [請求項15] 前記出力は、直流電源と前記インバータ及び前記コンバータとの間を流れる出力電流である請求項1から13のいずれか一項に記載の回転電機の制御装置。

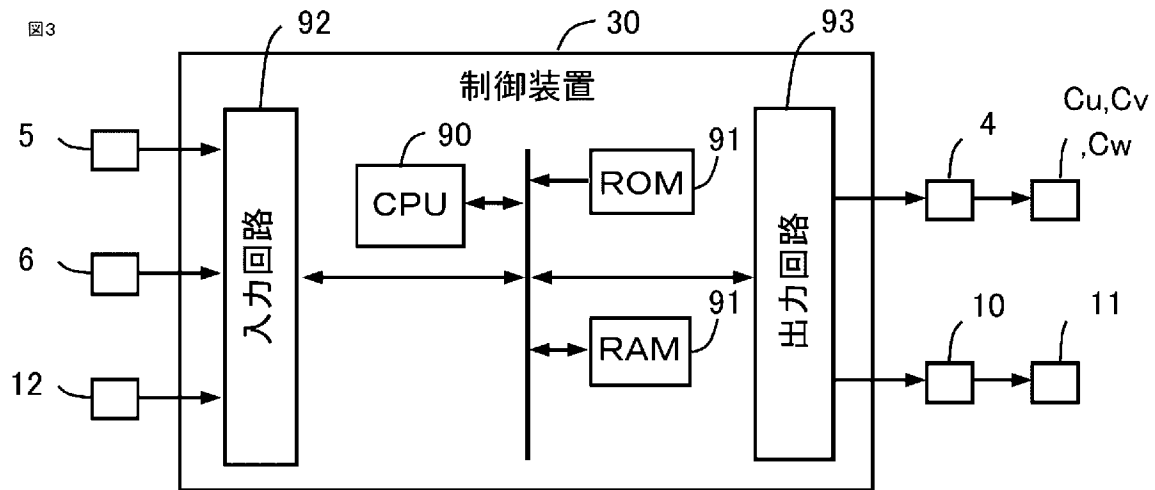
[請求項16]           前記回転電機は、車両用の発電電動機である請求項1から15のいずれか一項に記載の回転電機の制御装置。



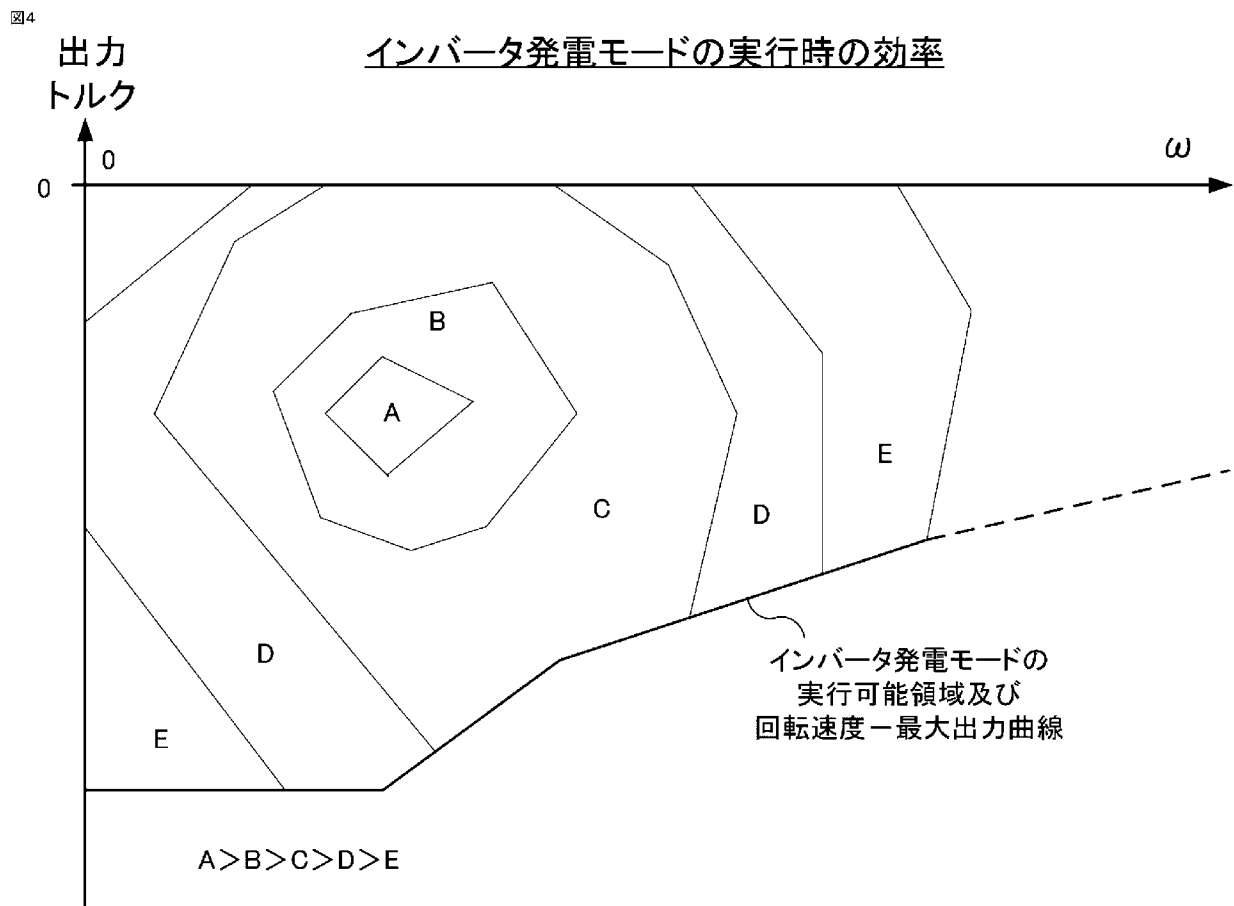
2



[図3]

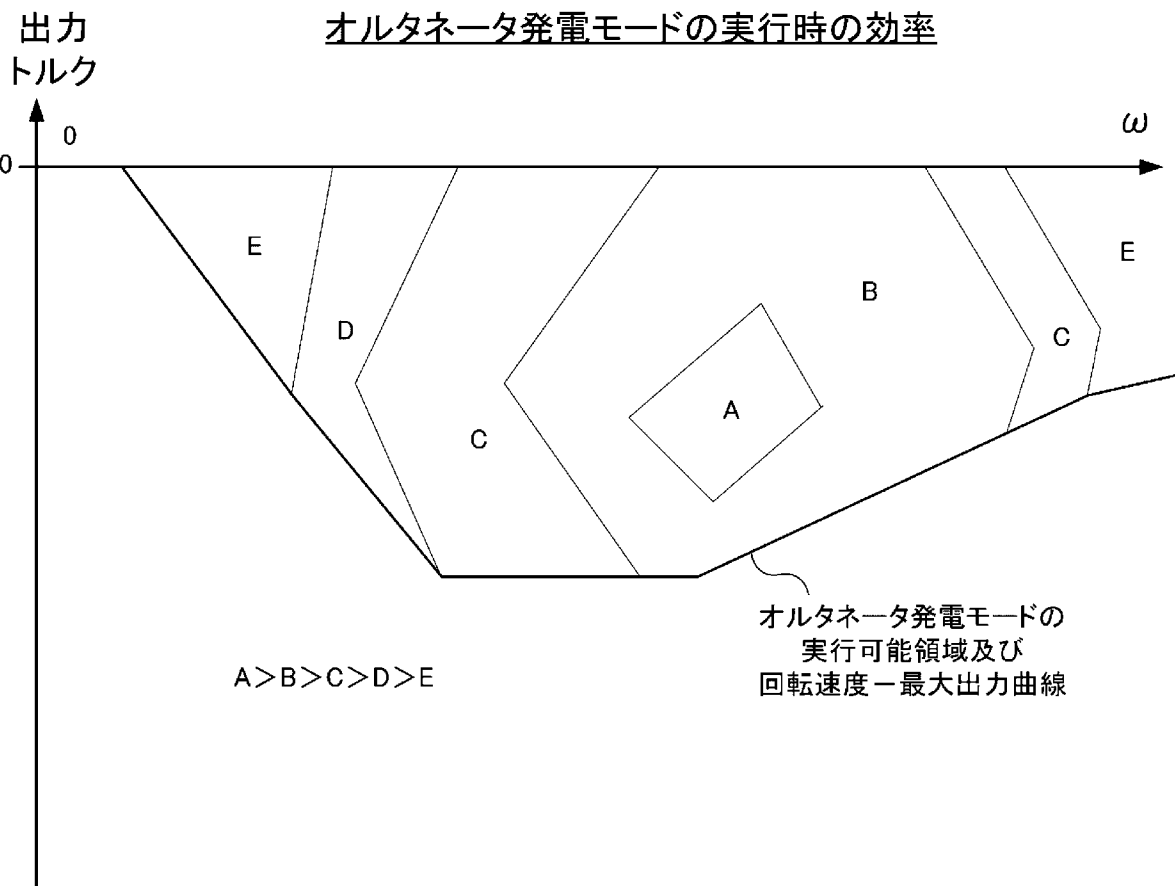


[図4]



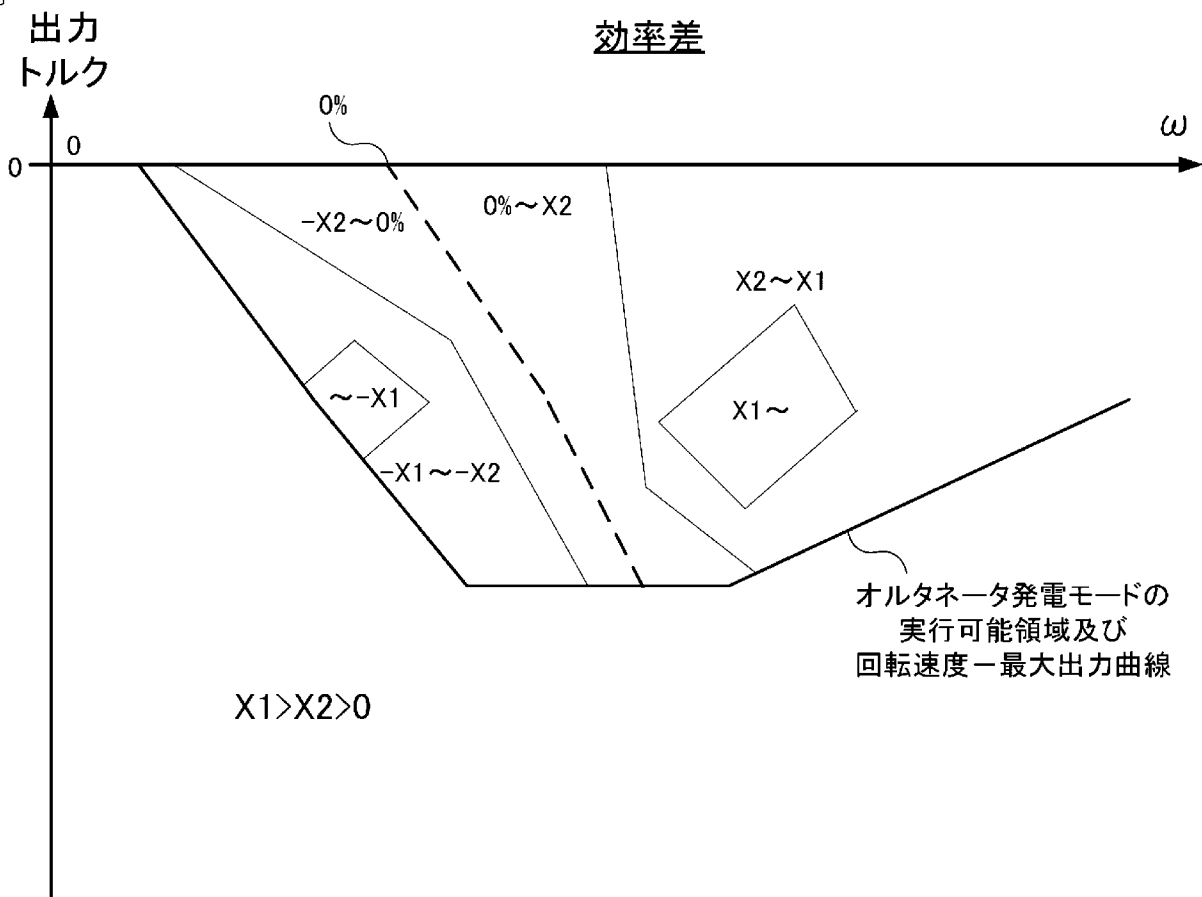
[図5]

図5



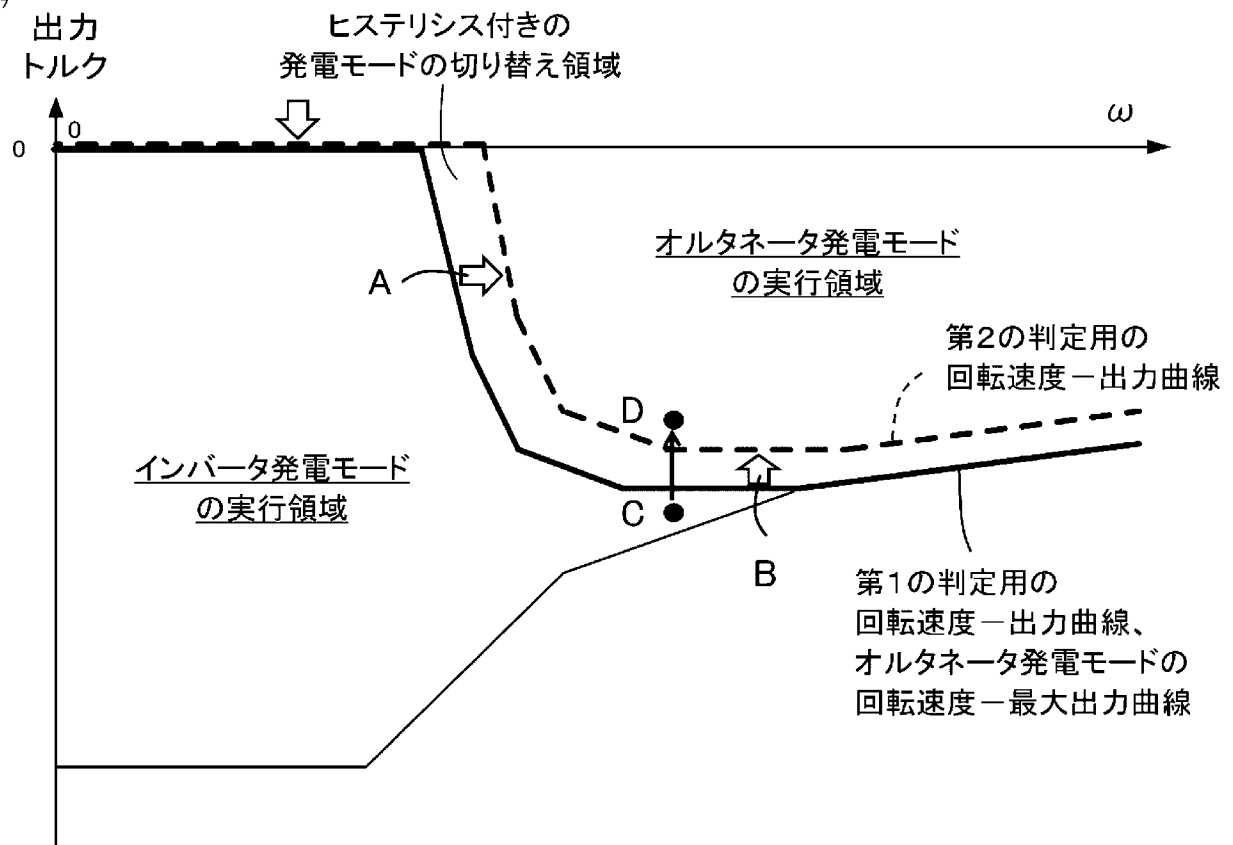
[図6]

図6

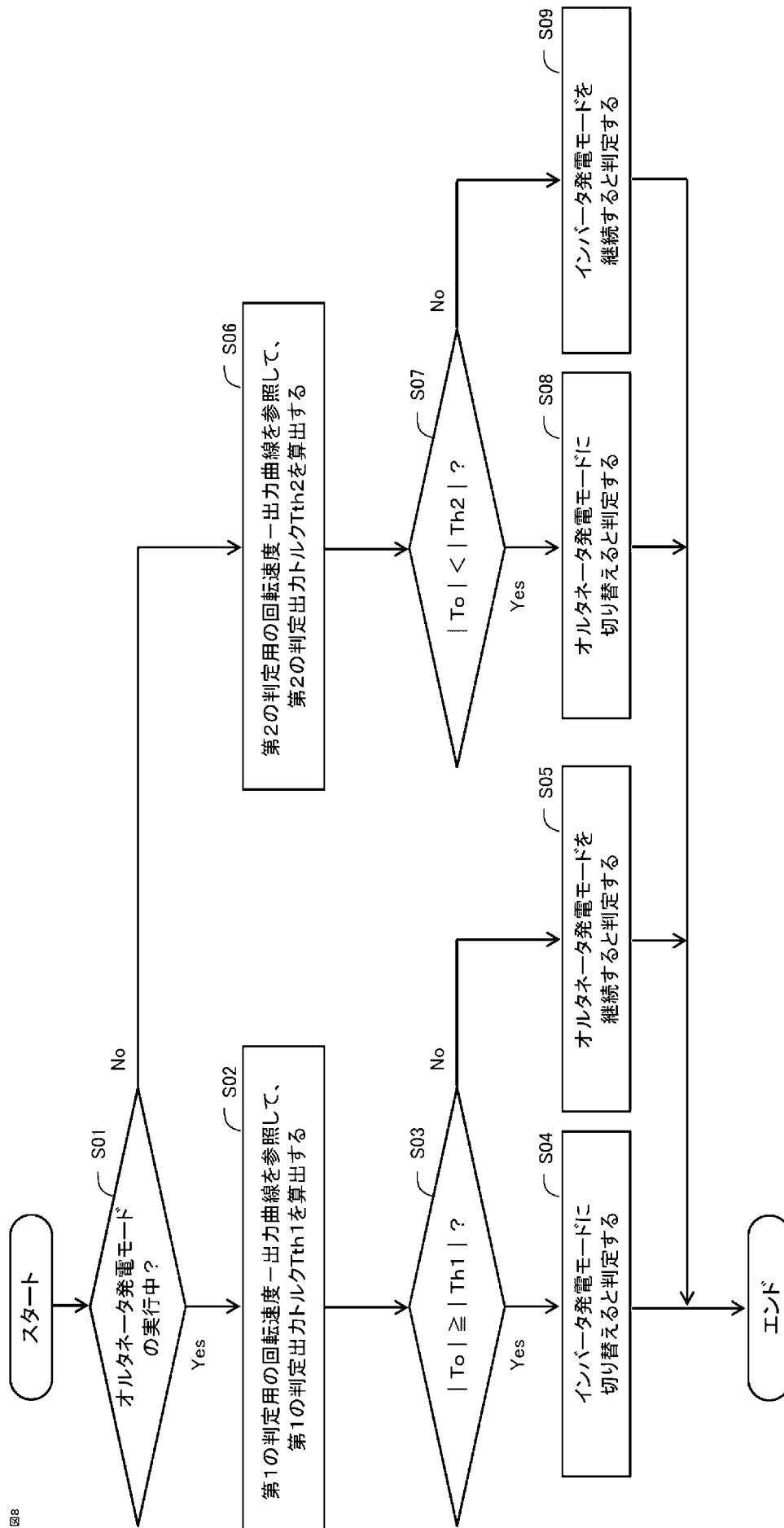


[図7]

図7

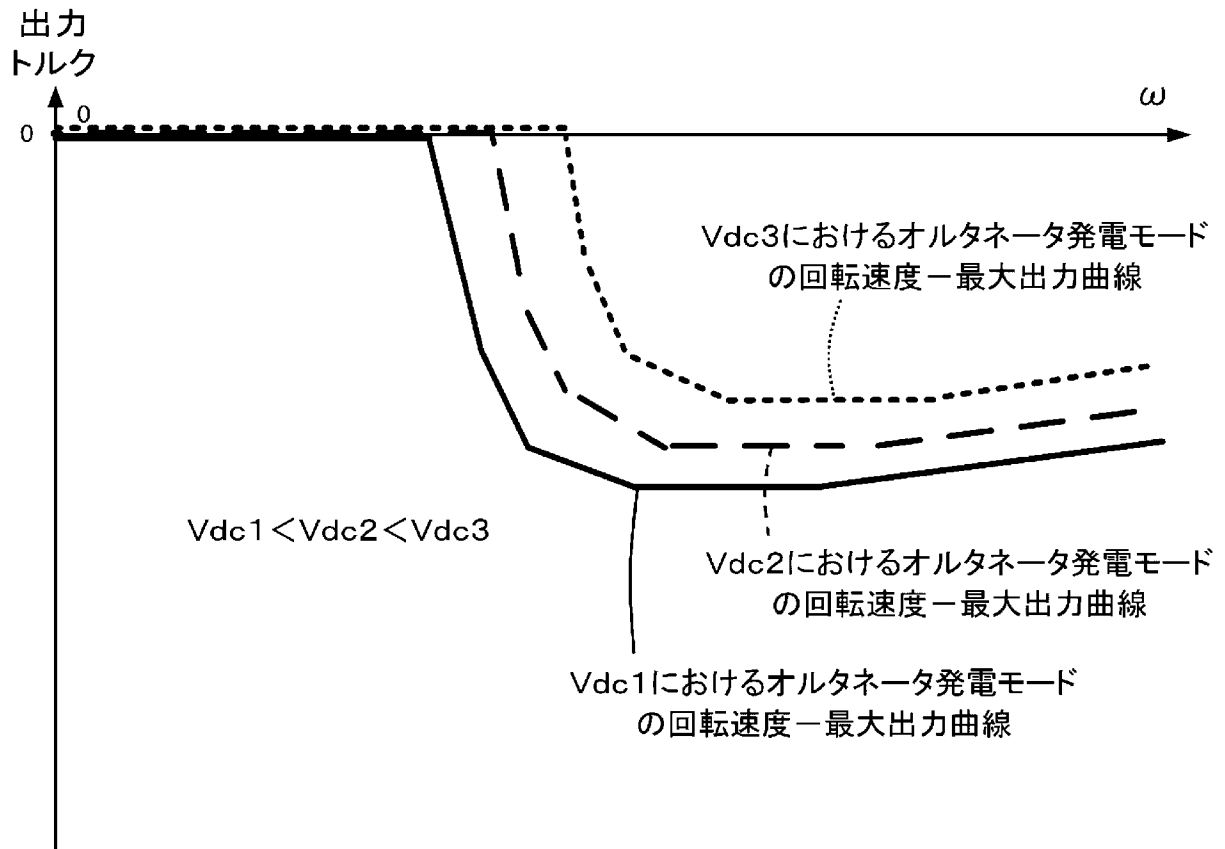


[図8]



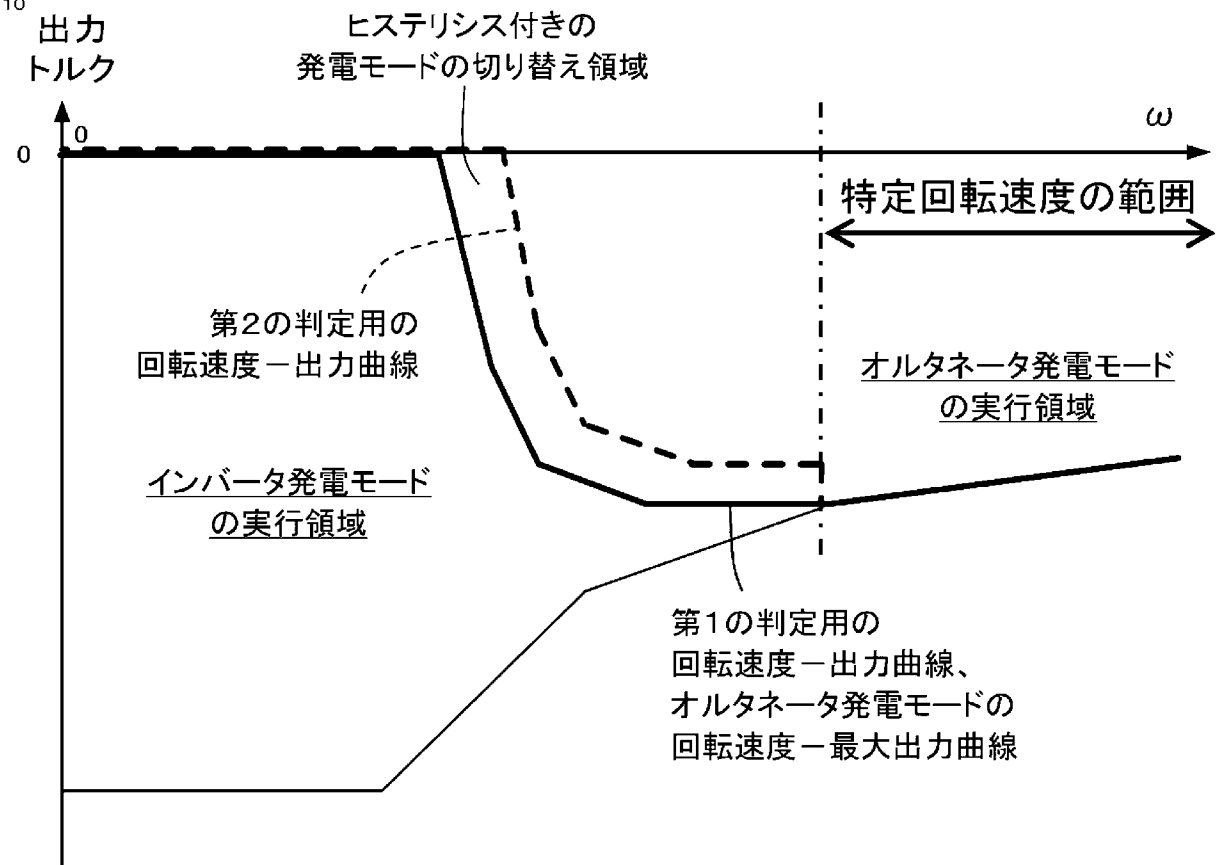
[図9]

図9



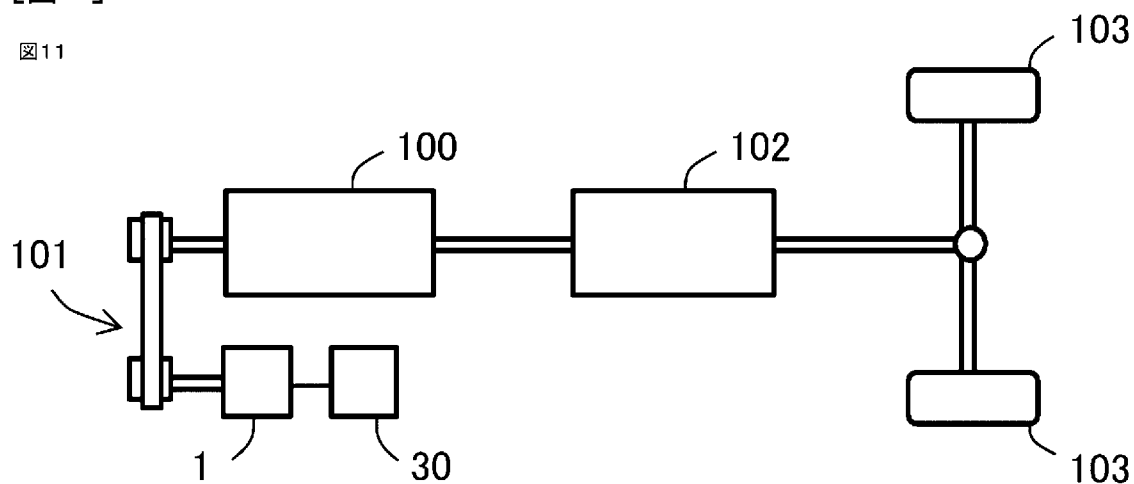
[図10]

図10



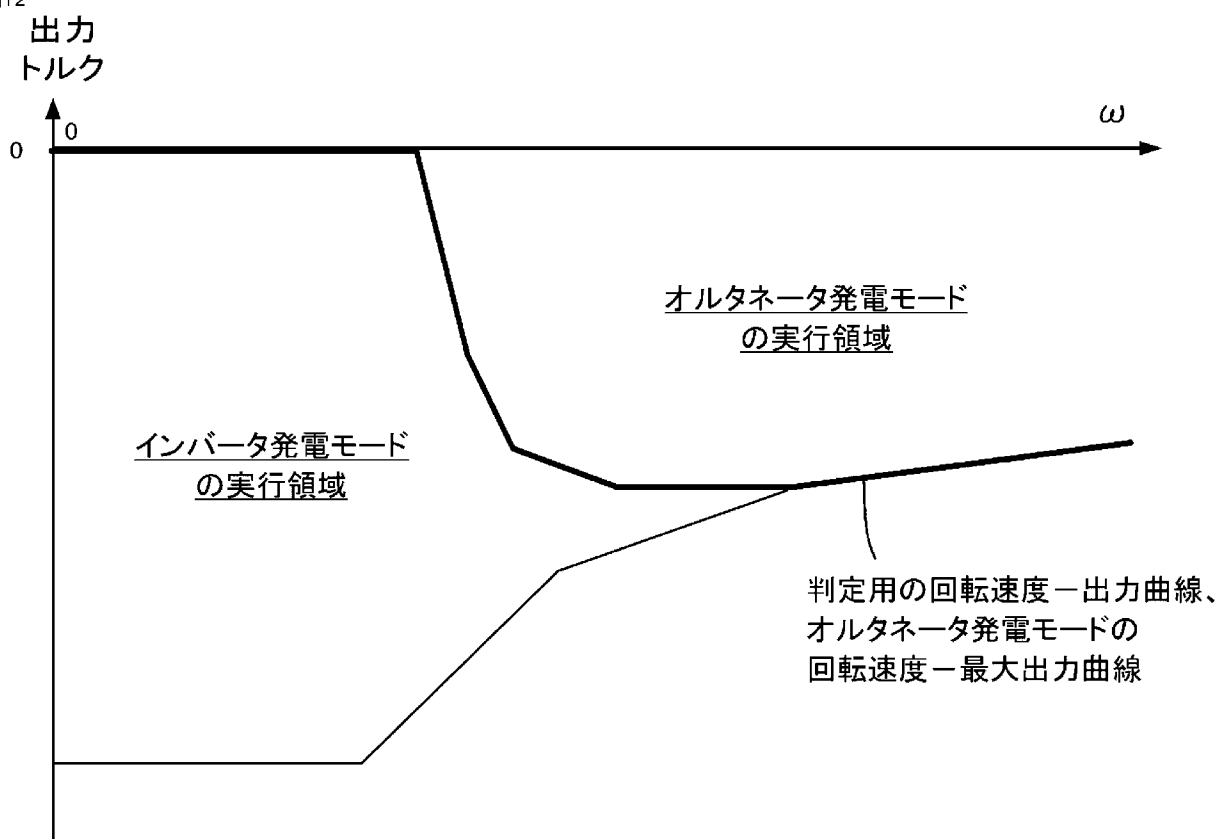
[図11]

図11



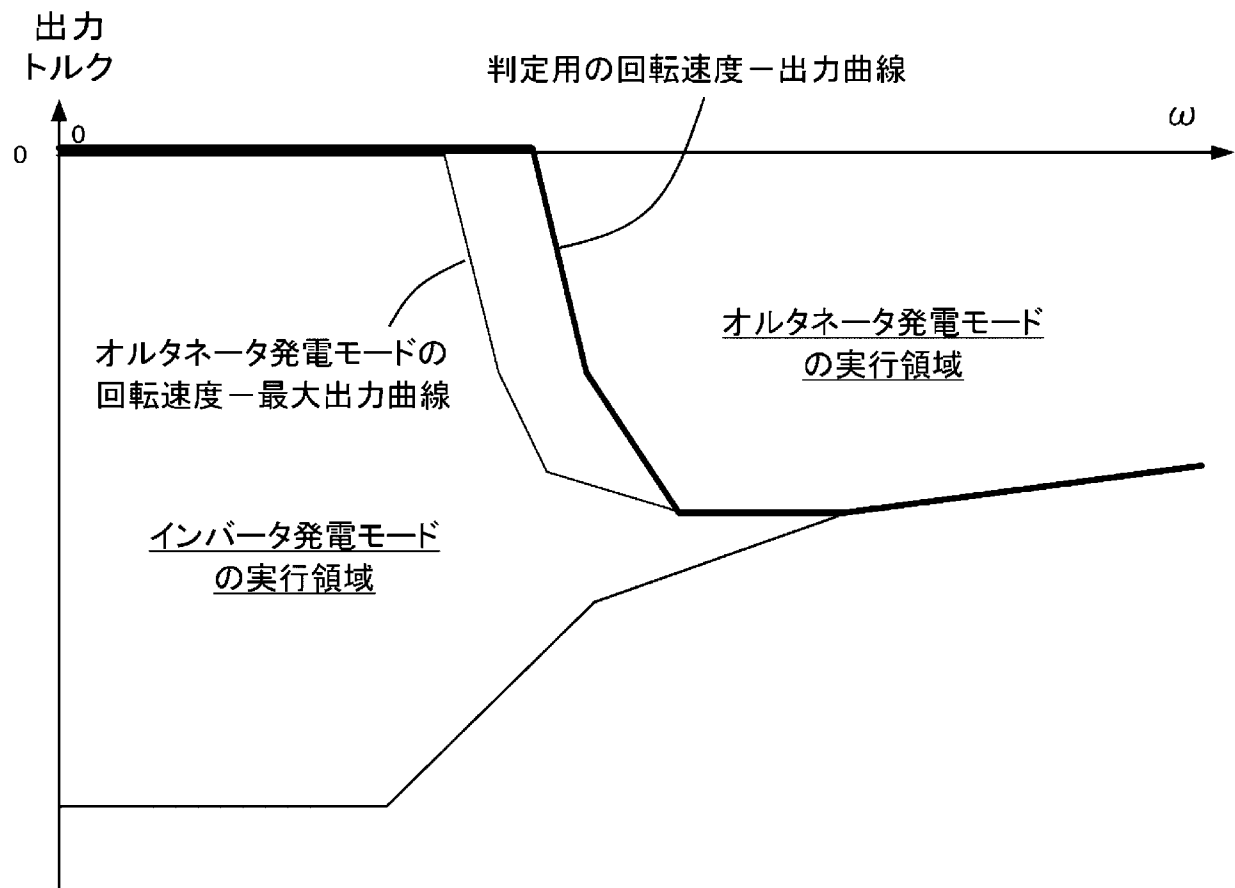
[図12]

図12

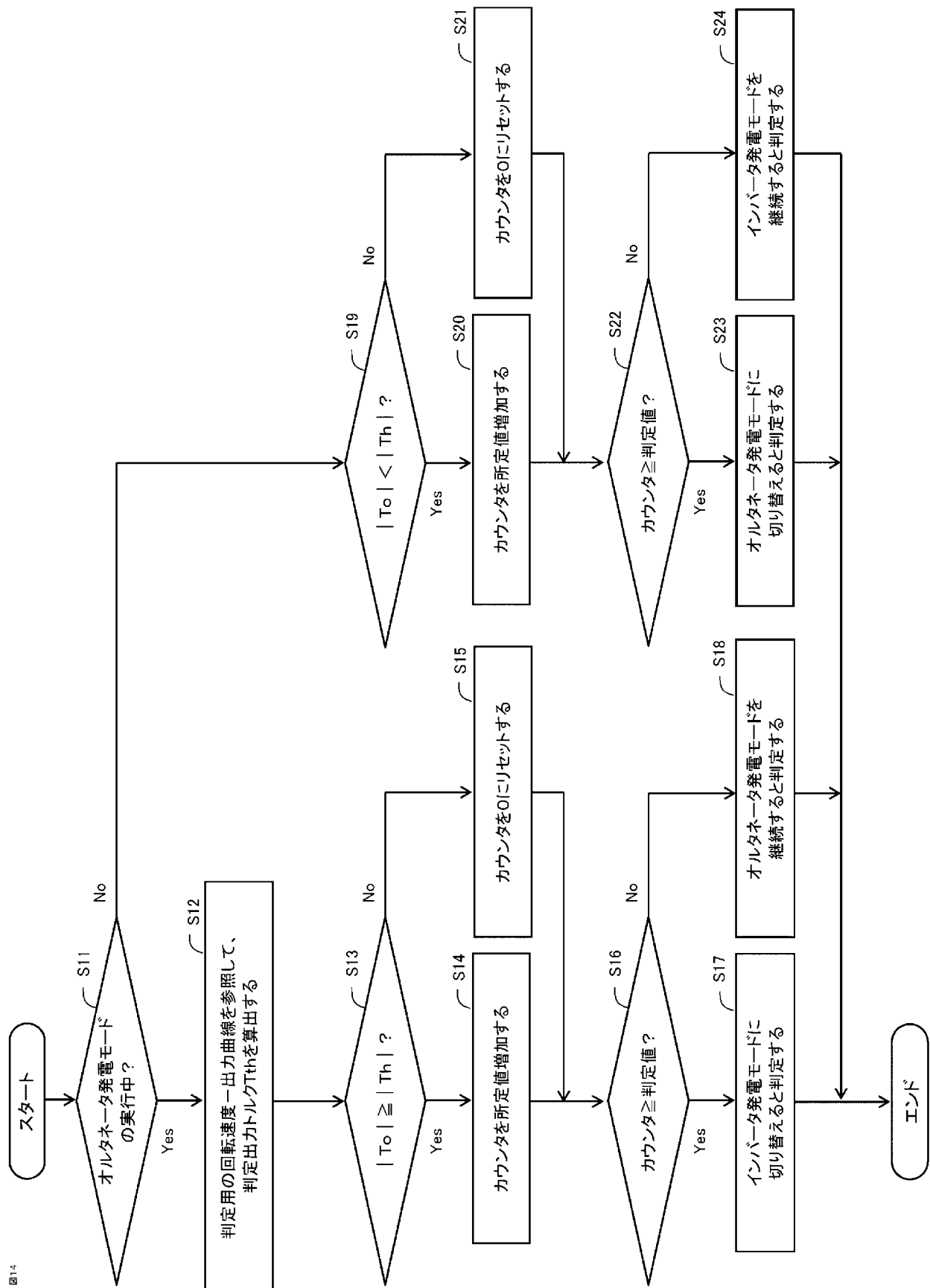


[図13]

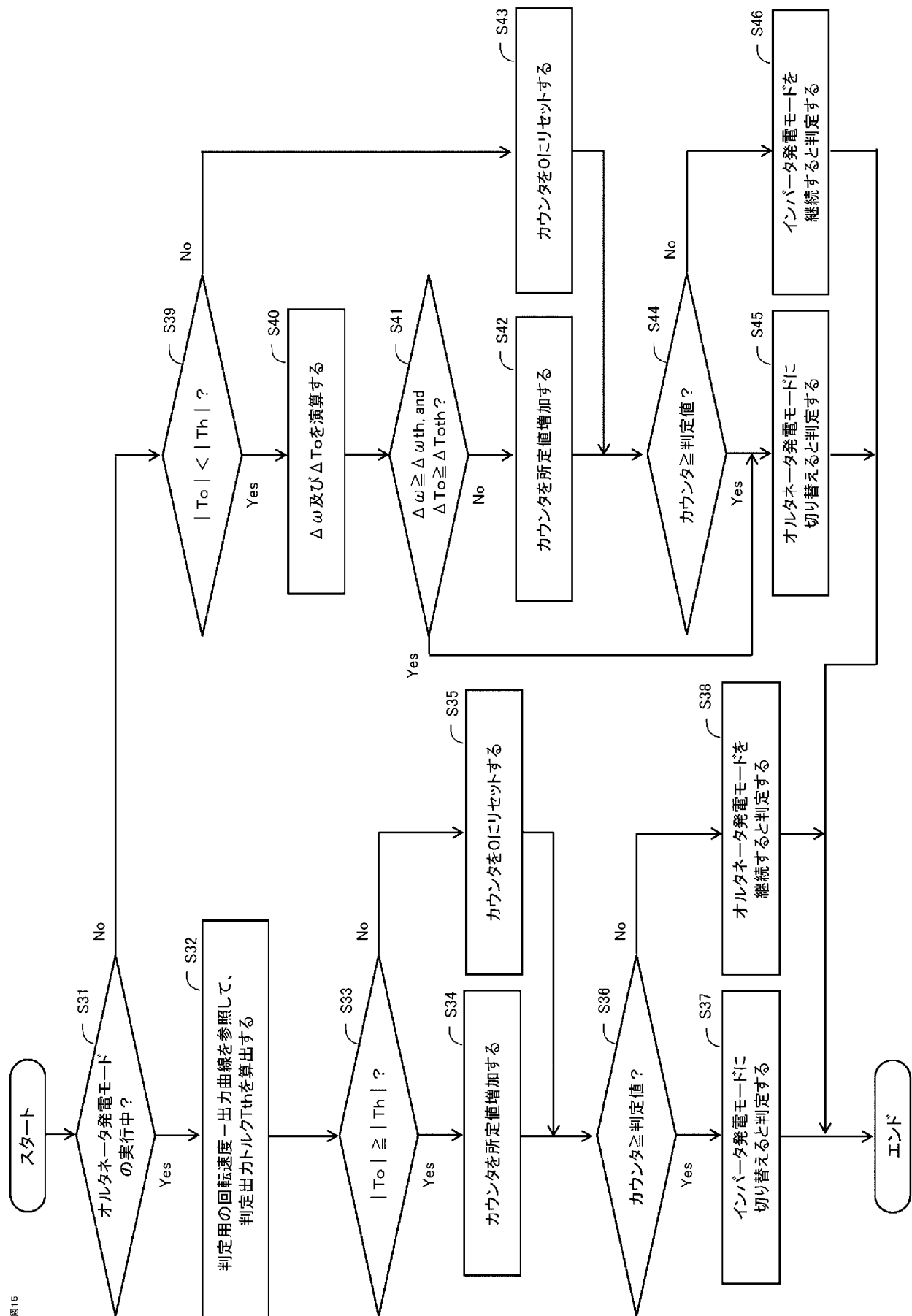
図13



[図14]



[図15]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/040519

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H02P 9/30**(2006.01)i

FI: H02P9/30 D

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)

H02P9/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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 2016-185026 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 20 October 2016 (2016-10-20)<br>paragraphs [0014]-[0034], fig. 1-4, in particular, paragraph [0024], fig. 3 | 1-16                  |
| A         | JP 2005-137163 A (KOKUSAN DENKI CO., LTD.) 26 May 2005 (2005-05-26)<br>entire text, all drawings                                                               | 1-16                  |



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 January 2024

Date of mailing of the international search report

30 January 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)  
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915  
Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.  
**PCT/JP2023/040519**

| Patent document<br>cited in search report |             |   | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)                         | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|---|--------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2016-185026 | A | 20 October 2016                      | (Family: none)                                  |                                      |
| JP                                        | 2005-137163 | A | 26 May 2005                          | US 2005/0093520 A1<br>entire text, all drawings |                                      |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H02P 9/30(2006.01)i  
FI: H02P9/30 D

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））  
H02P9/30

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 - 2024年

日本国実用新案登録公報1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報1994 - 2024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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2016-185026 A（三菱電機株式会社）20.10.2016（2016 - 10 - 20）<br>段落0014-0034, 図1-4, 特に段落0024, 図3 | 1-16           |
| A               | JP 2005-137163 A（国産電機株式会社）26.05.2005（2005 - 05 - 26）<br>全文, 全図                          | 1-16           |

☐ 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

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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抵触するものではなく、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

19.01.2024

国際調査報告の発送日

30.01.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)  
〒100-8915  
日本国  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

谿花 正由輝 3V 3120

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

国際調査報告  
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/040519

| 引用文献 |             |   | 公表日        | パテントファミリー文献        | 公表日 |
|------|-------------|---|------------|--------------------|-----|
| JP   | 2016-185026 | A | 20.10.2016 | (ファミリーなし)          |     |
| JP   | 2005-137163 | A | 26.05.2005 | US 2005/0093520 A1 |     |
|      |             |   |            | 全文, 全図             |     |