

(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
2014 年 9 月 25 日(25.09.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/147659 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 27/06 (2006.01) H02P 25/08 (2006.01)
G01R 31/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/001843
- (22) 国際出願日: 2013 年 3 月 18 日(18.03.2013)
- (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: 東芝三菱電機産業システム株式会社
(TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL
SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京
都中央区京橋三丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 津田 敏宏(TSUDA, Toshihiro); 〒1040031
東京都中央区京橋三丁目 1 番 1 号 東芝三菱電
機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 川村 光
弘(KAWAMURA, Mitsuhiro); 〒1040031 東京都中
央区京橋三丁目 1 番 1 号 東芝三菱電機産業シ
ステム株式会社内 Tokyo (JP). 深見 正(FUKAMI,
Tadashi); 〒9218501 石川県野々市市扇が丘 7 番 1
号 学校法人金沢工業大学内 Ishikawa (JP). 島
和男(SHIMA, Kazuo); 〒9218501 石川県野々市市
扇が丘 7 番 1 号 学校法人金沢工業大学内 Ishi-
kawa (JP).
- (74) 代理人: 菊池 治, 外(KIKUCHI, Osamu et al.); 〒
1010048 東京都千代田区神田司町二丁目 8 番 1
号 PMO 神田司町 特許業務法人サクラ国際
特許事務所 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: FIELD CONTROL DEVICE, FIELD CONTROL METHOD, AND SYNCHRONOUS ROTARY MACHINE USING SAME

(54) 発明の名称: 界磁制御装置、界磁制御方法およびこれらを用いた同期回転機

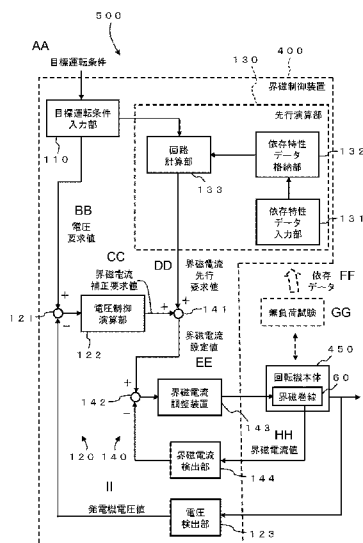


FIG. 1
60 Field winding
110 Target-operating-condition input unit
122 Voltage-control computation unit
123 Voltage detection unit
130 Anticipatory computation unit
131 Dependence-characteristics-data input unit
132 Dependence-characteristics-data storage unit
133 Circuit calculation unit
143 Field-current regulation device
144 Field-current detection unit
400 Field control device
450 Main body of rotary machine
AA Target operating condition
BB Voltage request value
CC Field-current correction request value
DD Field-current anticipatory request value
EE Field-current setting value
FF Dependence data
GG No-load test
HH Field-current value
II Generator voltage value

(57) Abstract: This field control device (400) for a synchronous rotary machine (500) has the following: a target-operating-condition input unit (110); a first subtraction unit (121) that subtracts a final-control-quantity feedback value from an inputted final-control-quantity request value; a final-control-quantity control computation unit (122) that takes that difference as input and outputs a field-current correction request value; an anticipatory computation unit (130) that outputs a field-current anticipatory request value on the basis of an operating-condition request value; an addition unit (141) that adds the field-current correction request value to the field-current anticipatory request value; a second subtraction unit (142) that subtracts a field-current value from a field-current setting value; and a field-current regulation device (143) that regulates the field current on the basis of that difference. The anticipatory computation unit (130) has the following: a dependence-characteristics-data storage unit (132) that stores dependence characteristics estimated on the basis of the results of a no-load test; and a circuit calculation unit (133) that takes the operating-condition request value as input, uses the dependence characteristics to perform a circuit calculation, and outputs the field-current anticipatory request value.

(57) 要約:

[続葉有]



(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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

MZ, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

同期回転機 (500) の界磁制御装置 (400) は、目標運転条件入力部 (110) と、入力された最終制御量要求値から最終制御量フィードバック値を減じる第 1 の減算部 (121) と、この偏差を入力として受け入れ、界磁電流補正要求値を出力する最終制御量制御演算部 (122) と、運転条件要求値に基づいて界磁電流先行要求値を出力する先行演算部 (130) と、界磁電流補正要求値と界磁電流先行要求値を加算する加算部 (141) と、界磁電流設定値から界磁電流値を減ずる第 2 の減算部 (142) と、この偏差に基づいて界磁電流を調整する界磁電流調整装置 (143) とを備える。先行演算部 (130) は、無負荷試験結果に基づいて推定した依存特性を格納する依存特性データ格納部 (132) と、運転条件要求値を入力として依存特性を用いて回路計算を行い界磁電流先行要求値を出力する回路計算部 (133) を有する。

明 細 書

発明の名称：

界磁制御装置、界磁制御方法およびこれらを用いた同期回転機

技術分野

[0001] 本発明は、同期回転機の界磁制御装置、界磁制御方法およびこれらを用いた同期回転機に関する。

背景技術

[0002] 一般に、大容量の回転電機では、実負荷試験を行うには、電源設備、負荷設備などをはじめとして相当な規模の負荷試験装置が必要となる。

[0003] このような制約のため、製作工場で実負荷試験を実施することは現実的には困難である場合が多い。このような場合に実負荷試験を実施しようとするれば、回転電機を使用する現地の施設に設置した後に、実機の環境において試験を実施することになる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-172369号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 回転電機の実負荷試験が、現地に設置した後の実機環境でしか実施できないとすれば、現地での試験を実施して初めて特性を確認できることになる。

[0006] 特に、たとえば特許文献1に示されたりラクタンス式の三相同期機のように、他の方式に比べて使用実績のない型式の場合には、現地に設置した後の試験で初めてその特性の把握ができるということになり、品質保証上からも望ましくない。

[0007] 品質保証の観点からは、現地での試験に先立って回転電機の特性を把握しておくことが望まれる。現地での試験に先立って回転電機の特性を予測できれば、たとえばその特性を界磁制御に反映することにより、回転電機の望ま

しい運転状態を実現することができる。

[0008] そこで、本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、現地での試験に先立って同期回転機の特性を予測して、その特性を反映した界磁制御を可能とすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上述の目的を達成するため、本発明は、電機子巻線および界磁巻線を有する同期回転機の界磁制御装置であって、前記同期回転機の最終制御量の要求値である最終制御量要求値を含めた目標とする運転条件要求値を入力として受け入れる目標運転条件入力部と、前記目標運転条件入力部で入力された前記最終制御量要求値から前記同期回転機の最終制御量フィードバック値を減じて最終制御量偏差を出力する第1の減算部と、前記第1の減算部からの前記最終制御量偏差を入力として受け入れ、界磁電流補正要求値を出力する最終制御量制御演算部と、前記目標運転条件入力部で入力された前記運転条件要求値に基づいて、界磁電流先行要求値を出力する先行演算部と、前記界磁電流補正要求値と前記界磁電流先行要求値を加算して界磁電流設定値を出力する加算部と、前記界磁電流設定値から前記界磁巻線を通る界磁電流値を減じて界磁電流偏差を出力する第2の減算部と、前記界磁電流偏差に基づいて界磁電流を調整する界磁電流調整装置と、を備え、前記先行演算部は、前記同期回転機の無負荷試験の結果に基づいて推定した依存特性を格納する依存特性データ格納部と、前記目標運転条件入力部で入力された前記運転条件要求値に基づいて、前記依存特性を用いて回路計算を行い、界磁電流先行要求値を出力する回路計算部と、を有する、ことを特徴とする。

[0010] また、本発明は、電機子巻線および界磁巻線を有する同期回転機の界磁制御方法であって、前記同期回転機の制御を行うための事前ステップと、前記事前ステップの後に運転条件要求値を受けて界磁電流要求値を界磁電流制御装置に出力する界磁制御ステップと、を有し、前記事前ステップは、前記同期回転機の無負荷試験を実施する無負荷試験ステップと、前記無負荷試験ステップの後に、前記無負荷試験の結果に基づいて前記同期回転機の依存特性

を導出する依存特性導出ステップと、を有し、前記界磁制御ステップは、前記運転条件要求値を入力として受け入れるステップと、前記運転条件要求値に基づいて、前記依存特性を用いて回路計算を行い界磁電流を算出する界磁電流算出ステップと、前記界磁電流算出ステップで算出された界磁電流要求値に基づいて界磁電流を調整する界磁電流調整ステップと、を有することを特徴とする。

[0011] また、本発明は、電機子巻線と、界磁巻線と、界磁制御装置と、を備える同期回転機であって、前記界磁制御装置は、前記同期回転機の最終制御量要求値を含めた目標とする運転条件要求値を入力として受け入れる目標運転条件入力部と、前記目標運転条件入力部から出力された前記最終制御量要求値から前記同期回転機の最終制御量フィードバック値を減じて最終制御量偏差を出力する第1の減算部と、前記第1の減算部からの前記最終制御量偏差を入力として受け入れ、界磁電流補正要求値を出力する最終制御量制御演算部と、前記目標運転条件入力部で入力された前記運転条件要求値に基づいて、界磁電流先行要求値を出力する先行演算部と、前記界磁電流補正要求値と前記界磁電流先行要求値を加算して界磁電流設定値を出力する加算部と、前記界磁電流設定値から前記界磁巻線を通る界磁電流値を減じて界磁電流偏差を出力する第2の減算部と、前記界磁電流偏差に基づいて界磁電流を調整する界磁電流調整装置と、を有し、前記先行演算部は、前記同期回転機の無負荷試験の結果に基づいて推定した依存特性を格納する依存特性データ格納部と、前記目標運転条件入力部で入力された前記運転条件要求値に基づいて、前記依存特性を用いて回路計算を行い、界磁電流先行要求値を出力する回路計算部と、を具備することを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、現地での試験に先立って、同期回転機の特性を予測して、その特性を反映した界磁制御が可能となる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]第1の実施形態に係る同期回転機の構成を示すブロック図である。

[図2]第1の実施形態に係る同期回転機の回転機本体の模式的な4分の1部分横断面図である。

[図3]第1の実施形態に係る同期回転機の界磁巻線の結線図である。

[図4]第1の実施形態に係る同期回転機の電機子巻線の結線図である。

[図5]第1の実施形態に係る同期回転機の界磁制御方法のステップの一部を示すフロー図である。

[図6]第1の実施形態に係る同期回転機の開放試験時の等価回路である。

[図7]第1の実施形態に係る同期回転機の短絡試験時の等価回路である。

[図8]第1の実施形態に係る同期回転機の界磁制御装置の無負荷試験結果に基づく依存特性の例を示すグラフである。

[図9]第1の実施形態に係る同期回転機の界磁制御方法の無負荷試験結果に基づく依存特性を用いた計算値と実測値の比較の例を示すグラフである。

[図10]第2の実施形態に係る同期回転機の構成を示すブロック図である。

[図11]第3の実施形態に係る同期回転機の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態に係る界磁制御装置、界磁制御方法およびこれを用いた同期回転機について説明する。ここで、互いに同一または類似の部分には、共通の符号を付して、重複説明は省略する。

[0015] [第1の実施形態]

図1は、第1の実施形態に係る同期回転機の構成を示すブロック図である。同期回転機500は、回転機本体450および界磁制御装置400を有する。同期回転機500の構成の詳細については後に説明する。

[0016] 図2は、第1の実施形態に係る同期回転機の回転機本体の模式的な4分の1部分横断面図である。図3は、第1の実施形態に係る同期回転機の界磁巻線の結線図である。また、図4は、第1の実施形態に係る同期回転機の電機子巻線の結線図である。

[0017] 図2に示すように、本実施形態に係るリラクタンス式の多相同期回転機（以下、単に「回転機本体」という。）450は、例えば三相同期発電機であ

る。回転機本体450は、ハウジング（図示しない。）の内部に、回転子10および固定子40を有している。

[0018] 回転子10は、界磁巻線60が巻回されていない突極形回転子であって、主軸20および回転子鉄心30を有している。

[0019] 主軸20は、回転軸と同軸的に延びていて、ハウジングに設けられた軸受（図示しない。）によって、回転可能に軸支されている。

[0020] 回転子鉄心30は、複数枚（多数枚）の珪素鋼板が回転軸方向に積層されてなり、主軸20の外周に固定されていて、回転軸と同軸的に延びている。回転子鉄心30の外周には、互いに周方向に等間隔に配列された凸状（例えば、横断面が略長形状）の40個の突極部32が形成されている。すなわち、隣接する突極部32間には、凹溝34が形成されている。

[0021] 本実施形態においては、回転子鉄心30は、回転軸方向の長さが50mm、外側半径（回転軸中心から突極部32の先端面までの距離）が255mmに形成されている。

[0022] 固定子40は、固定子鉄心50、複数極の界磁巻線60、および、複数極の三相の電機子巻線70を有している。

[0023] 固定子鉄心50は、多数枚の珪素鋼板が回転軸方向に積層されてなり、回転子10の外周に回転子10と間隔（エアギャップ）を空けて配設されている。固定子鉄心50の内周には、互いに周方向に等間隔に配列された凸状（例えば、横断面が略長形状）の48個のティース52が形成されている。すなわち、隣接するティース52間には、スロット54が形成されている。

[0024] 本実施形態においては、固定子鉄心50は、回転軸方向の長さが50mm、外径が315mm、径方向の厚み（ティース52の先端面から固定子鉄心50の外周面までの距離）が59.5mmに形成されている。また、固定子鉄心50は、エアギャップの距離（突極部32の先端面からティース52の先端面までの距離）が0.5mmとなるように配設されている。

[0025] 界磁巻線60は、銅線等の導線が、絶縁物を介して、48個のティース52に径方向に垂直に巻回されている。隣接したティース52に巻回された界

磁巻線 60 は、互いに逆向きに巻回されていて、図 2 および図 3 に示したように、互いに直列に接続されている。

[0026] 界磁巻線 60 には、直流電源（図示しない。）より、界磁電流が供給される。そのため、本実施形態においては、界磁巻線 60 の極数 p_f は、ティース 52 の数と同一の 48 極となっている。なお、界磁巻線 60 の巻き数は、9216 巻きである。

[0027] 三相の電機子巻線 70 は、銅線等の導線が、絶縁物を介して、48 個のティース 52 に径方向に垂直に巻回されている。三相の電機子巻線 70 は、界磁巻線 60 より径方向の内方の位置で、界磁巻線 60 と絶縁されるように巻回されていて、隣接したティース 52 に巻回された電機子巻線 70 は、互いに同一の向きに巻回されている。

[0028] 電機子巻線 70 は、図 2 および図 4 に示したように、互いに Y 結線された三相（U 相，V 相，W 相）の巻線により構成されていて、周方向に形成された 48 個のティース 52 には、U 相の巻線、V 相の巻線、W 相の巻線が周方向に順に巻回されている。そのため、本実施形態においては、電機子巻線 70 の極数 p_a は、 $(48 \div 3 \times 2 =) 32$ 極となっている。なお、三相の電機子巻線 70 の巻き数は、各相につき 528 巻きである。

[0029] なお、界磁巻線 60 および電機子巻線 70 の巻き数、極数は例示であり、上記に限定されない。同期回転機の容量等に応じて、設計上、適切な巻き数および極数を選択してよい。

[0030] 回転機本体 450 の動作について、発電機を例にして説明する。

[0031] まず、回転機本体 450 の動作原理について説明する。界磁巻線 60 を界磁電流 I_f により直流励起すると、固定子 40 に p_f 極（48 極）の静止磁界が形成される。ここで、回転子 10 を回転機本体 450 の外部に設けられた原動機（図示せず）によって回転速度 N [min^{-1}] で駆動すると、この静止磁界が p_r 極（ $(p_f + p_a) / 2 = 40$ 極）の回転子 10 によって磁気変調されて、エアギャップに p_a 極（32 極）の回転磁界が発生する。その結果、三相の電機子巻線 70 に式（1）に示した発電周波数 f [Hz] の三相交流

電圧が誘導される。

$$f = \{ (p_f + p_a) / 120 \} \times N \cdots (1)$$

なお、電機子巻線 70 に誘導される誘導電圧 V は、界磁巻線 60 に供給する界磁電流 I_f を調整することにより、容易に制御される。

[0032] 図 5 は、第 1 の実施形態に係る同期回転機の界磁制御方法のステップの一部を示すフロー図である。

[0033] 事前ステップ S 10 においては、先ず、対象とする回転機本体 450 の無負荷試験を実施して、各特性データを採取する（ステップ S 11）。

[0034] 図 6 は、第 1 の実施形態に係る同期回転機の開放試験時の等価回路である。負荷側端子を開放状態で同期回転機 500（図 2 参照）を運転し、回転機本体 450 の誘導起電力ベクトル E_{af} 、電機子電流ベクトル I_a 、電機子巻線 70（図 2 参照）を含む固定子回路のインダクタンス L_s 、等価鉄損の抵抗 R_c 等の特性データを採取する。

[0035] 図 7 は、第 1 の実施形態に係る同期回転機の短絡試験時の等価回路である。負荷側端子を短絡した状態で、回転機本体 450（図 2 参照）を運転し、回転機本体 450 の誘導起電力ベクトル E_{af} 、電機子電流ベクトル I_a 、界磁電流 I_f 、同期インピーダンスの各要素である同期インダクタンス L_s 、界磁巻線と電機子巻線間の相互インダクタンス M_{af} 、電機子巻線の抵抗 R_a 等の特性データを採取する。

[0036] ステップ S 11 の後に、無負荷試験で得られたデータに基づいて、等価回路における特性計算に必要なパラメータの依存特性を導出する（ステップ S 12）。

[0037] 特性計算に必要なパラメータとしては、同期インダクタンス L_s 、界磁巻線と電機子巻線間の相互インダクタンス M_{af} 、電機子巻線の抵抗 R_a がある。なお、パラメータは、これ以外にも必要なものについては以下の説明は同様に適用できる。

[0038] これらのパラメータの依存特性の表現として、それぞれのパラメータを電機子巻線鎖交磁束数 λ_{af} に依存する特性関数の形で導出する。

[0039] すなわち、等価回路において、次の式（２）が成立する。

$$E_{af} - Z \cdot I = 0 \quad \dots (2)$$

ただし、 E_{af} は電機子における誘導起電力ベクトル、 Z は電機子巻線 70 のインピーダンス、鉄損抵抗 R_c および電機子回路の負荷のインピーダンスの合成インピーダンスベクトル、 I は磁化電流ベクトルである。

[0040] また、各パラメータの依存特性は、電機子巻線鎖交磁束数 λ_{af} の関数として次の式（３）ないし式（５）に示す特性関数で表される。

$$M_{af} = M_{af}(\lambda_{af}) \quad \dots (3)$$

$$L_s = L_s(\lambda_{af}) \quad \dots (4)$$

$$R_c = R_c(\lambda_{af}) \quad \dots (5)$$

ここで、式（３）ないし式（５）の意味する関数の具体的な形としては、それぞれ解析的な式の表現の形になっていてもよい。あるいは、電機子巻線鎖交磁束数 λ_{af} の離散的な値に対するテーブルデータとして記憶されていて、電機子巻線鎖交磁束数 λ_{af} の値に対してたとえば内挿して求めるような形でもよい。式（３）ないし式（５）の具体的な内容は、データベースに格納される。

[0041] 図 8 は、第 1 の実施形態に係る同期回転機の界磁制御装置 400（図 1）の無負荷試験結果に基づく依存特性の例を示すグラフである。実験には、4 kVA の試作機を使用した。横軸は電機子巻線鎖交磁束数 λ_{af} [Wb]、左の縦軸は、同期インダクタンス L_s [H] および相互インダクタンス M_{af} [H]、右の縦軸は等価鉄損抵抗 R_c [Ω] である。

[0042] これを、解析的な式で表現すると、たとえば次のような近似式（図 8 の破線）で表される。

$$M_{af} = -11.5 \lambda_{af}^3 + 2.34 \lambda_{af}^2 - 0.0882 \lambda_{af} + 0.0882 \quad \dots (6)$$

$$R_c = -9.07 \times 10^4 \lambda_{af}^3 + 2.69 \times 10^4 \lambda_{af}^2 - 1.84 \times 10^3 \lambda_{af} + 2.62 \times 10^2 \quad \dots (7)$$

$$L_s = -4.77\lambda a f^3 + 1.16\lambda a f^2 - 0.0760\lambda a f + 0.0234 \dots (8)$$

以上が、対象とする回転機本体450についての事前ステップS10である。

[0043] 事前ステップS10の後に、対象とする回転機本体450の界磁を制御する界磁制御ステップS20に入る。

[0044] まず、運転条件要求値を入力として受け入れる（ステップS21）。運転条件要求値は、主たる制御量を含む運転状態についての要求値であり、同期発電機である同期回転機500の場合は、発電機電圧、発電機出力、回転数、力率などである。また、主たる制御量は発電機電圧である。

[0045] ステップS21の後に、ステップS21で受け入れた運転条件要求値に基づいて、界磁電流先行要求値を算出する（ステップS22）。ステップS22においては、ステップS12で導出して、データベースに格納されている依存特性を用いる。

[0046] データベースに格納された式(3)ないし式(5)の具体的な内容を使用しての、要求運転条件を満たす界磁電流 I_f の算出は、次のような方法により行うことができる。

[0047] 前述の式(2)において、右辺がゼロであるので、左辺の実数部と虚数部もゼロになる。すなわち、

$$\text{Re } a [E a f (\lambda a f, \delta) - Z (\lambda a f) \cdot I] = 0 \dots (9)$$

$$\text{Im } a [E a f (\lambda a f, \delta) - Z (\lambda a f) \cdot I] = 0 \dots (10)$$

ただし、 δ は、誘導起電力ベクトル $E a f$ に対する電機子電圧の位相遅れ、すなわち負荷角である。

[0048] 式(9)、式(10)を解けば、要求された運転条件下の電機子巻線鎖交磁束数 $\lambda a f$ 、負荷角 δ が求められる。求められた $\lambda a f$ を式(3)ないし式(5)に代入すると、相互インダクタンス $M a f$ 、同期インダクタンス L

s、等価鉄損抵抗 R_c が特定できる。

[0049] このようにして得られた相互インダクタンス M_{af} 、同期インダクタンス L_s 、等価鉄損抵抗 R_c を用いて等価回路の式(2)を解けば、要求された運転条件下の界磁電流 I_f 、併せて損失、効率 η などの発電機特性が算出できる。

[0050] 図9は、第1の実施形態に係る同期回転機の界磁制御方法の無負荷試験結果に基づく依存特性を用いた計算値と実測値の比較の例を示すグラフである。

[0051] 図9に示すように、横軸の発電機出力 P_o に対する縦軸の界磁電流 I_f [A]および効率 η [%]についての計算値は実測値とよく一致しており、特性計算の妥当性が確認できる。

[0052] 次に、ステップS22で算出された界磁電流先行要求値に基づいて、界磁電流を調整する(ステップS23)。界磁電流の調整は、たとえば、交流励磁方式、直流励磁方式あるいは静止型励磁方式などの方式によって行う。

[0053] 図1に示すように、界磁制御装置400は、目標運転条件入力部110、電圧制御部120、先行演算部130および界磁調整部140を有する。

[0054] 目標運転条件入力部110は、主たる制御量を含む運転状態についての目標運転条件要求値を受け入れて、この目標運転条件要求値を先行演算部130に出力する。また、目標運転条件要求値の中の主たる制御量である電圧の要求値を電圧制御部120に出力する。

[0055] なお、目標運転条件入力部110は、目標運転条件要求値が変更されない限り、先行演算部130および電圧制御部120への出力を保持する。また、目標運転条件要求値が変更された場合には、その変更された値を先行演算部130および電圧制御部120に出力しその値を保持する。

[0056] この保持機能は、目標運転条件入力部110側ではなく、先行演算部130側および電圧制御部120側それぞれにもたせてもよい。

[0057] ここで、目標運転条件は、同期発電機である同期回転機500の場合は、発電機電圧、発電機出力、回転数などである。

- [0058] 電圧制御部 120 は、同期回転機 500 の誘導起電力を所定の値に制御するために、第 1 の減算部 121、電圧制御演算部 122 および電圧検出部 123 を有する。
- [0059] 第 1 の減算部 121 は、目標運転条件入力部 110 で入力された電圧要求値から電圧検出部 123 からフィードバックされた発電機電圧値を減じて電圧偏差を出力する。
- [0060] 電圧制御演算部 122 は、第 1 の減算部 121 からの電圧偏差を入力として界磁電流補正要求値を出力する。電圧制御演算部 122 は、単なるゲインの場合、さらに積分要素を有する場合、さらに微分要素を有する場合があり、予想された特性に基づいて、安定性、制御性を考慮して決定される。
- [0061] 先行演算部 130 は、目標運転条件入力部 110 で入力された運転条件要求値に基づいて、界磁電流先行要求値を出力する。先行演算部 130 は、依存特性データ入力部 131、依存特性データ格納部 132 および回路計算部 133 を有する。
- [0062] 依存特性データ入力部 131 は、無負荷試験の結果に基づいて算出された相互インダクタンス M_{af} 、同期インダクタンス L_s 、等価鉄損抵抗 R_c など各パラメータの電機子巻線鎖交磁束数 λ_{af} への依存特性を外部からの入力として受け入れる。
- [0063] 依存特性データ格納部 132 は依存特性データ入力部 131 で入力された相互インダクタンス M_{af} 、同期インダクタンス L_s 、等価鉄損抵抗 R_c など各パラメータの電機子巻線鎖交磁束数 λ_{af} への依存特性データを格納するデータベースである。
- [0064] 回路計算部 133 は、目標運転条件入力部 110 から出力された前記運転条件要求値を入力として受け入れ、依存特性データ格納部 132 に格納された各パラメータの依存特性データを用いて回路計算を行い、界磁電流先行要求値を出力する。
- [0065] 界磁調整部 140 は、加算部 141、第 2 の減算部 142、界磁電流調整装置 143 および界磁電流検出部 144 を有する。

- [0066] 加算部 1 4 1 は、電圧制御演算部 1 2 2 からの界磁電流補正要求値と、回路計算部 1 3 3 からの界磁電流先行要求値を加算して界磁電流設定値を出力する。
- [0067] 第 2 の減算部 1 4 2 は、加算部 1 4 1 からの界磁電流設定値から界磁電流検出部 1 4 4 からフィードバックされた界磁電流値を減じて界磁電流偏差を出力する。
- [0068] 界磁電流調整装置 1 4 3 は、第 2 の減算部 1 4 2 からの界磁電流偏差に基づいて界磁電流を調整する。
- [0069] 次に、本実施形態における作用を説明する。
- [0070] 同期回転機 5 0 0 の運転状態においては、目標運転条件が入力されており、その値が保持されている。
- [0071] 目標運転条件入力部 1 1 0 は、目標運転条件にもとづき、この目標運転条件すなわち発電機電圧、発電機出力、回転数、力率などの要求値を、先行演算部 1 3 0 の回路計算部 1 3 3 に出力している。
- [0072] また、目標運転条件入力部 1 1 0 は、目標運転条件にもとづき、主たる制御量である発電機電圧の要求値を、電圧制御部 1 2 0 の第 1 の減算部 1 2 1 に出力している。
- [0073] 先行演算部 1 3 0 の依存特性データ格納部 1 3 2 には、依存特性データ入力部 1 3 1 で入力された相互インダクタンス M_{af} 、同期インダクタンス L_s 、等価鉄損抵抗 R_c の電機子巻線鎖交磁束数 λ_{af} への依存特性データ、すなわち無負荷試験の結果に基づき導出された依存特性データが収納されている。
- [0074] 回路計算部 1 3 3 は、依存特性データ格納部 1 3 2 に収納されているは依存特性データを用いて、目標運転条件入力部 1 1 0 からの目標運転条件を満たすような界磁電流 I_f を、算出して、界磁電流先行要求値として界磁調整部 1 4 0 に出力する。
- [0075] 界磁電流先行要求値は、界磁調整部 1 4 0 の加算部 1 4 1 において電圧制御部 1 2 0 の出力である界磁電流補正要求値と加算されて界磁電流設定値と

なって界磁調整部 140 に出力される。

[0076] 界磁調整部 140 は、回転機本体 450 の界磁電流を界磁電流設定値になるように調整する。すなわち、第 2 の減算部 142 は、界磁電流設定値から界磁電流検出部 144 からフィードバックされた界磁電流値を減じて、界磁電流偏差を出力する。

[0077] 界磁電流調整装置 143 は、界磁電流偏差に基づいて界磁巻線 60 に流れる界磁電流値を調整する。

[0078] 先行演算部 130 で算出された界磁電流先行要求値が、目標運転条件のうちの主たる制御量である発電機電圧の要求値を満たす界磁電流値と一致している場合は、電圧検出部 123 からフィードバックされる発電機電圧値は、目標運転条件入力部 110 から出力される発電機電圧の電圧要求値は一致しているので、第 1 の減算部 121 の出力はゼロとなり、この結果、電圧制御演算部 122 の出力である界磁電流補正要求値もゼロとなる。

[0079] 一方、負荷条件について予測した依存特性に誤差があるために、たとえば、先行演算部 130 で算出された界磁電流先行要求値を設定値として界磁調整部 140 が界磁電流を調整した場合には、電圧検出部 123 からフィードバックされる発電機電圧値は、目標運転条件入力部 110 から出力される発電機電圧の電圧要求値は一致しない。

[0080] この場合でも、第 1 の減算部 121 は、電圧検出部 123 からフィードバックされる発電機電圧値と目標運転条件入力部 110 から出力される発電機電圧の電圧要求値の差を出力し、これにもとづいて電圧制御演算部 122 は界磁電流補正要求値を出力する。

[0081] この結果、先行演算部 130 で算出した界磁電流先行要求値に誤差等があったとしても、電圧制御ループによって補正され、目標運転条件が満足される。

[0082] 以上のように、本実施形態によれば、現地での試験に先立って、回転機本体 450 の特性を予測して、その特性を反映した界磁制御が可能となる。

[0083] [第 2 の実施形態]

図 10 は、第 2 の実施形態に係る同期回転機の構成を示すブロック図である。

[0084] 本実施形態は、第 1 の実施形態の変形である。第 1 の実施形態の主たる制御量は発電機電圧であるが、第 2 の実施形態における主たる制御量は力率である。このため、本実施形態における界磁制御装置 400 は、力率検出部 223 を有する。また、界磁制御装置 400 は、電圧制御演算部 122 に代えて力率制御演算部 222 を有する。

[0085] 目標運転条件入力部 110 は、第 1 の減算部 221 に力率要求値を出力する。第 1 の減算部 221 は、目標運転条件入力部 110 からの力率要求値から、力率検出部 223 からフィードバックされた発電機力率値を減じて力率偏差を出力する。

[0086] 力率制御演算部 222 は、予め評価して設定された同期回転機 500 についての位相特性曲線（V 曲線）すなわち界磁電流 I_f に対する電機子電流 I_a の依存特性を格納している。

[0087] 力率制御演算部 222 は、力率偏差にもとづいて演算の上、界磁電流補正要求値を出力する。力率制御演算部 222 は、単なるゲインの場合、さらに積分要素を有する場合、さらに微分要素を有する場合があり、予想された特性に基づいて、安定性、制御性を考慮して決定される。

[0088] 以上のように構成された本実施形態においては、第 1 の実施形態と同様に、先行演算部 130 で演算された界磁電流先行要求値に誤差があった場合でも、第 1 の減算部 221 は、力率検出部 223 からフィードバックされる発電機力率値と目標運転条件入力部 110 から出力される力率要求値の差を出力し、これにもとづいて力率制御演算部 222 は界磁電流補正要求値を出力する。

[0089] この結果、先行演算部 130 で算出した界磁電流先行要求値に誤差等があったとしても、力率制御ループによって補正され、目標運転条件が満足される。

[0090] 以上のように、本実施形態によれば、現地での試験に先立って、同期回転

機 5 0 0 の特性を予測して、その特性を反映した界磁制御が可能となる。

[0091] [第 3 の実施形態]

図 1 1 は、第 3 の実施形態に係る同期回転機の構成を示すブロック図である。

[0092] 本実施形態は第 1 の実施形態の変形である。本実施形態における同期回転機 5 0 0 は、同期電動機である。

[0093] 同期電動機の場合の目標運転条件は、たとえばトルクである。主たる制御量も同様にトルクである。

[0094] 本実施形態においては、界磁制御装置 4 0 0 は、同期回転機 5 0 0 の出力を検出する出力検出部 3 2 4、回転数を検出する回転数検出部 3 2 5、出力と回転数からトルクを算出するトルク算出部 3 2 3 およびトルク制御演算部 3 2 2 を有する。

[0095] なお、同期回転機 5 0 0 であることから回転数は基本的には電源周波数に対応する回転数であり、回転数検出部 3 2 5 は必ずしも設けなくともよい。

[0096] 目標運転条件入力部 2 1 0 は、第 1 の減算部 3 2 1 にトルク要求値を出力する。第 1 の減算部 3 2 1 は、目標運転条件入力部 2 1 0 からのトルク要求値から、トルク算出部 3 2 3 で算出されたトルク値を減じてトルク偏差を出力する。

[0097] トルク制御演算部 3 2 2 は、トルク偏差にもとづいて演算の上、界磁電流補正要求値を出力する。トルク制御演算部 3 2 2 は、単なるゲインの場合、さらに積分要素を有する場合、さらに微分要素を有する場合があり、予想された特性に基づいて、安定性、制御性を考慮して決定される。

[0098] また、本実施形態における等価回路においても、第 1 の実施形態における式 (3) に対応する次の式 (1 1) が成立する。

[0099]
$$E_{af} - Z \cdot I = 0 \quad \cdots (11)$$

ただし、 E_{af} は電機子における誘導起電力ベクトル、 Z は電機子巻線 7 0 のインピーダンスと電源側のインピーダンスの合成インピーダンスベクトル、 I は磁化電流ベクトルである。

[0100] また、各パラメータの依存特性は、電機子巻線鎖交磁束数 λ_{af} の関数として次の式（３）ないし式（５）に示す特性関数で表される。

$$[0101] \quad M_{af} = M_{af}(\lambda_{af}) \quad \dots (3)$$

$$L_s = L_s(\lambda_{af}) \quad \dots (4)$$

$$R_c = R_c(\lambda_{af}) \quad \dots (5)$$

この依存特性を使用して、目標運転条件入力部２１０で入力された目標運転条件に基づいて式（１１）の回路計算を行い、界磁電流先行要求値を算出する手順は第１の実施形態と同様である。

[0102] 以上のように構成された本実施形態においては、第１の実施形態と同様に、先行演算部１３０で演算された界磁電流先行要求値に誤差があった場合でも、第１の減算部３２１は、トルク算出部３２３からフィードバックされるトルク値と目標運転条件入力部２１０から出力されるトルク要求値の差を出力し、これにもとづいてトルク制御演算部３２２は界磁電流補正要求値を出力する。

[0103] この結果、先行演算部１３０で算出した界磁電流先行要求値に誤差等があったとしても、トルク制御ループによって補正され、目標運転条件が満足される。

[0104] 以上のように、本実施形態によれば、現地での試験に先立って、同期回転機５００の特性を予測して、その特性を反映した界磁制御が可能となる。

[0105] [その他の実施形態]

以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。また、各実施形態の特徴を組み合わせてもよい。

[0106] さらに、これらの実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。

[0107] これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

符号の説明

[0108] 1 0…回転子、2 0…主軸、3 0…回転子鉄心、3 2…突極部、3 4…凹溝、4 0…固定子、5 0…固定子鉄心、5 2…ティース、5 4…スロット、6 0…界磁巻線、7 0…電機子巻線、1 1 0…目標運転条件入力部、1 2 0…電圧制御部、1 2 1…第1の減算部、1 2 2…電圧制御演算部（最終制御量制御演算部）、1 2 3…電圧検出部、1 3 0…先行演算部、1 3 1…依存特性データ入力部、1 3 2…依存特性データ格納部、1 3 3…回路計算部、1 4 0…界磁調整部、1 4 1…加算部、1 4 2…第2の減算部、1 4 3…界磁電流調整装置、1 4 4…界磁電流検出部、2 1 0…目標運転条件入力部、2 2 1…第1の減算部、2 2 2…力率制御演算部（最終制御量制御演算部）、2 2 3…力率検出部、3 2 1…第1の減算部、3 2 2…トルク制御演算部（最終制御量制御演算部）、3 2 3…トルク算出部、3 2 4…出力検出部、3 2 5…回転数検出部、4 0 0…界磁制御装置、4 5 0…回転機本体、5 0 0…同期回転機

請求の範囲

- [請求項1] 電機子巻線および界磁巻線を有する同期回転機の界磁制御装置であって、
- 前記同期回転機の最終制御量の要求値である最終制御量要求値を含めた目標とする運転条件要求値を入力として受け入れる目標運転条件入力部と、
- 前記目標運転条件入力部で入力された前記最終制御量要求値から前記同期回転機の最終制御量フィードバック値を減じて最終制御量偏差を出力する第1の減算部と、
- 前記第1の減算部からの前記最終制御量偏差を入力として受け入れ、界磁電流補正要求値を出力する最終制御量制御演算部と、
- 前記目標運転条件入力部で入力された前記運転条件要求値に基づいて、界磁電流先行要求値を出力する先行演算部と、
- 前記界磁電流補正要求値と前記界磁電流先行要求値を加算して界磁電流設定値を出力する加算部と、
- 前記界磁電流設定値から前記界磁巻線を通る界磁電流値を減じて界磁電流偏差を出力する第2の減算部と、
- 前記界磁電流偏差に基づいて界磁電流を調整する界磁電流調整装置と、
- を備え、
- 前記先行演算部は、
- 前記同期回転機の無負荷試験の結果に基づいて推定した依存特性を格納する依存特性データ格納部と、
- 前記目標運転条件入力部で入力された前記運転条件要求値に基づいて、前記依存特性を用いて回路計算を行い、界磁電流先行要求値を出力する回路計算部と、
- を有する、
- ことを特徴とする界磁制御装置。

- [請求項2] 前記同期回転機は発電機であって、前記最終制御量は前記発電機の端子電圧であることを特徴とする請求項1に記載の界磁制御装置。
- [請求項3] 前記同期回転機は電動機であって、前記最終制御量は前記電動機の軸トルクを算出するための要素である前記電動機の有効出力と回転角速度であることを特徴とする請求項1に記載の界磁制御装置。
- [請求項4] 前記同期回転機の等価回路において、前記依存特性は、
前記界磁巻線と前記電機子巻線間の相互インダクタンスの前記電機子巻線の鎖交磁束数への依存を表す第1の特性関数と、
鉄損抵抗の前記電機子巻線の鎖交磁束数への依存を表す第2の特性関数と、
同期インダクタンスの前記電機子巻線の鎖交磁束数への依存を表す第3の特性関数と、
を有することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載の界磁制御装置。
- [請求項5] 電機子巻線および界磁巻線を有する同期回転機の界磁制御方法であって、
前記同期回転機の制御を行うための事前ステップと、
前記事前ステップの後に運転条件要求値を受けて界磁電流要求値を界磁電流制御装置に出力する界磁制御ステップと、
を有し、
前記事前ステップは、
前記同期回転機の無負荷試験を実施する無負荷試験ステップと、
前記無負荷試験ステップの後に、前記無負荷試験の結果に基づいて前記同期回転機の依存特性を導出する依存特性導出ステップと、を有し、
前記界磁制御ステップは、
前記運転条件要求値を入力として受け入れるステップと、
前記運転条件要求値に基づいて、前記依存特性を用いて回路計算を

行い界磁電流を算出する界磁電流算出ステップと、

前記界磁電流算出ステップで算出された界磁電流要求値に基づいて
界磁電流を調整する界磁電流調整ステップと、

を有することを特徴とする同期回転機の界磁制御方法。

[請求項6]

電機子巻線と、

界磁巻線と、

界磁制御装置と、

を備える同期回転機であって、

前記界磁制御装置は、

前記同期回転機の最終制御量要求値を含めた目標とする運転条件要求値を入力として受け入れる目標運転条件入力部と、

前記目標運転条件入力部から出力された前記最終制御量要求値から
前記同期回転機の最終制御量フィードバック値を減じて最終制御量偏差を出力する第1の減算部と、

前記第1の減算部からの前記最終制御量偏差を入力として受け入れ、
界磁電流補正要求値を出力する最終制御量制御演算部と、

前記目標運転条件入力部で入力された前記運転条件要求値に基づいて、
界磁電流先行要求値を出力する先行演算部と、

前記界磁電流補正要求値と前記界磁電流先行要求値を加算して界磁電流設定値を出力する加算部と、

前記界磁電流設定値から前記界磁巻線を流れる界磁電流値を減じて
界磁電流偏差を出力する第2の減算部と、

前記界磁電流偏差に基づいて界磁電流を調整する界磁電流調整装置と、

を有し、

前記先行演算部は、

前記同期回転機の無負荷試験の結果に基づいて推定した依存特性を
格納する依存特性データ格納部と、

前記目標運転条件入力部で入力された前記運転条件要求値に基づいて、前記依存特性を用いて回路計算を行い、界磁電流先行要求値を出力する回路計算部と、

を具備することを特徴とする同期回転機。

[請求項7]

前記同期回転機はリラクタンス式同期回転機であって、

回転可能に軸支されて、外周に互いに周方向に等間隔に配列された凸状の複数の突極部が形成された回転子と、

前記回転子の外周に前記回転子と半径方向の間隔をあけて配設されて、内周に互いに周方向に等間隔に配列された凸状の複数のティースが形成された固定子鉄心と、

を備え、

前記界磁巻線は、複数のティースに巻回された複数極を有し、

前記電機子巻線は、前記界磁巻線と絶縁されて、前記複数のティース毎に巻回された複数極を有する、

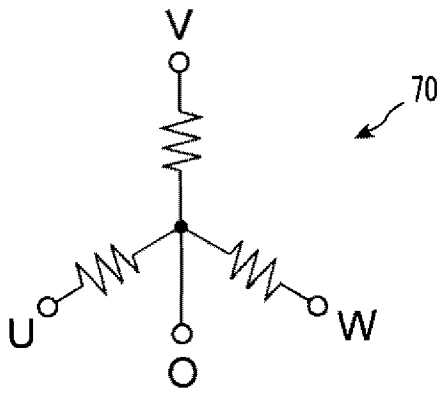
ことを特徴とする請求項6に記載の同期回転機。

[請求項8]

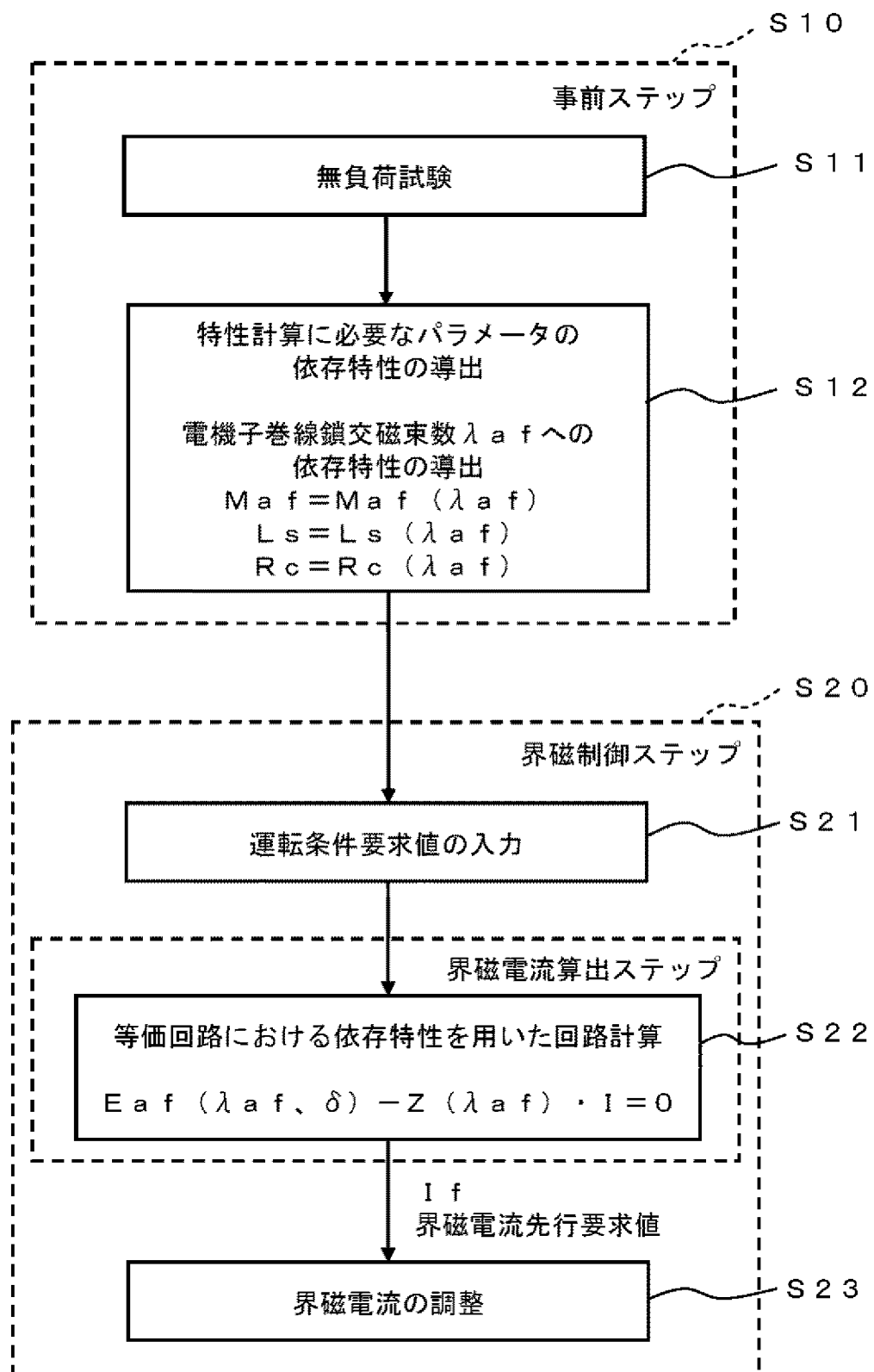
円筒型の回転子を備えることを特徴とする請求項6に記載の同期回転機。

Figure 1 is a block diagram of a magnetic flux control device 100 for a generator. The device includes a target operating condition input unit 110, a priority calculation unit 130, a voltage control calculation unit 122, a magnetic flux current adjustment device 143, and a magnetic flux current detection unit 144. The priority calculation unit 130 includes a loop calculation unit 133 and a priority characteristic data storage unit 132. The device also includes a generator body 450 with a generator winding 60. The diagram shows the flow of signals from the target operating condition input unit 110 through the priority calculation unit 130 and the voltage control calculation unit 122 to the generator body 450. It also shows feedback loops for voltage (120, 123) and magnetic flux current (140, 144). A dashed box indicates a 'No-load test' (無負荷試験) using stored data (依存データ).

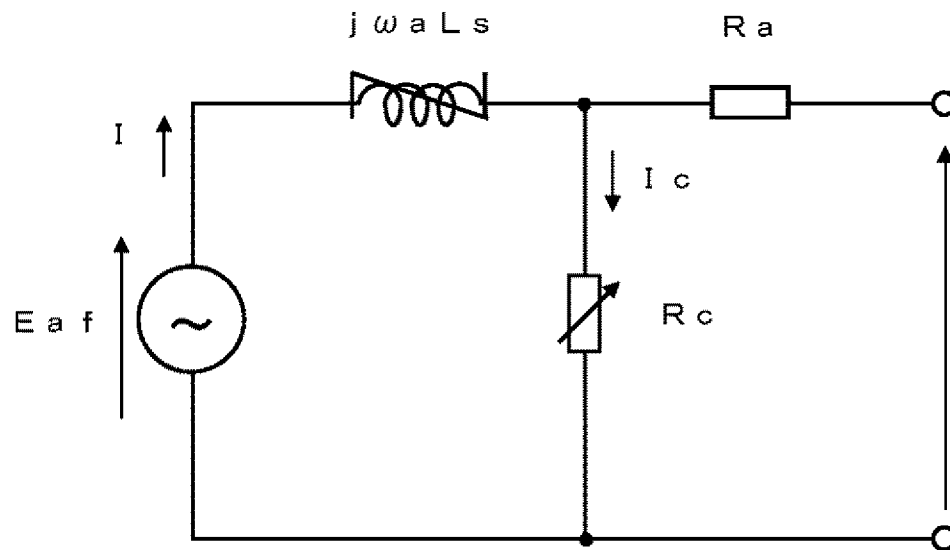
[図4]



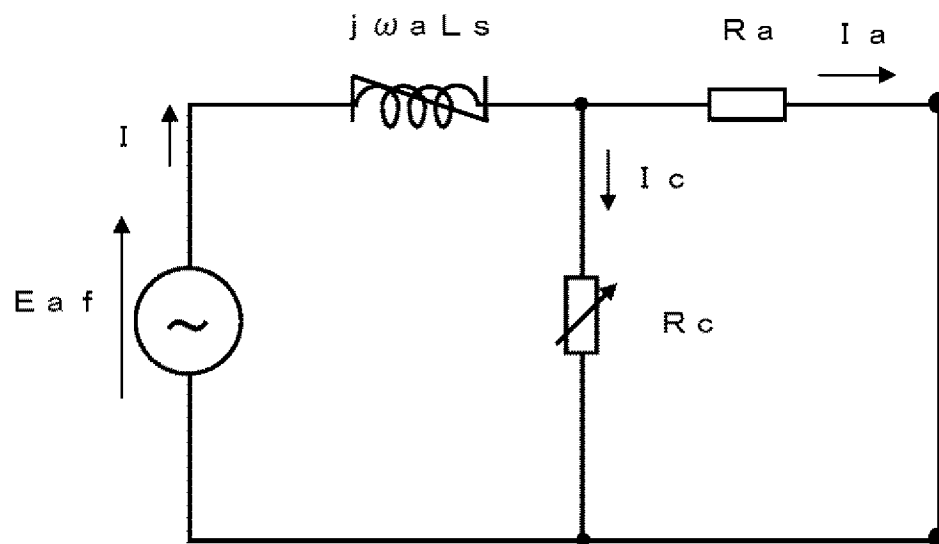
[図5]



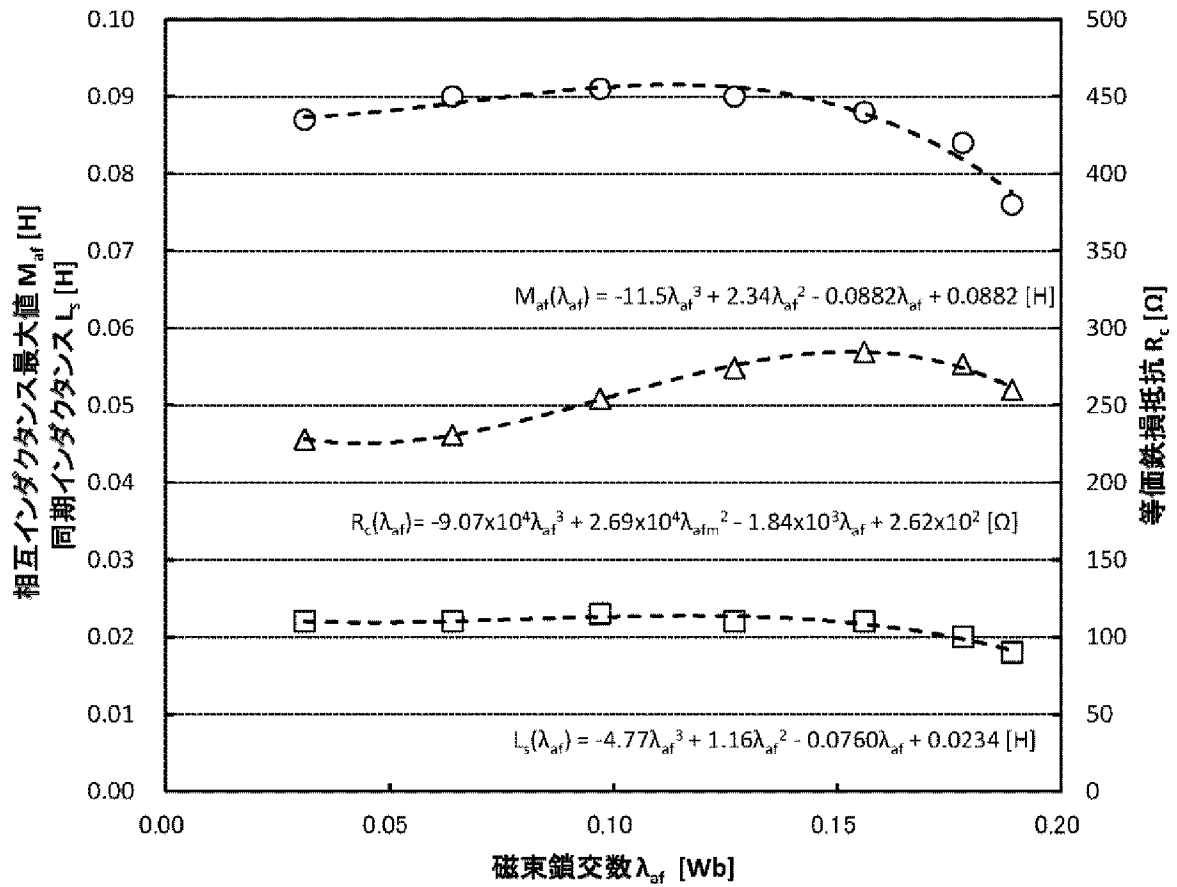
[図6]



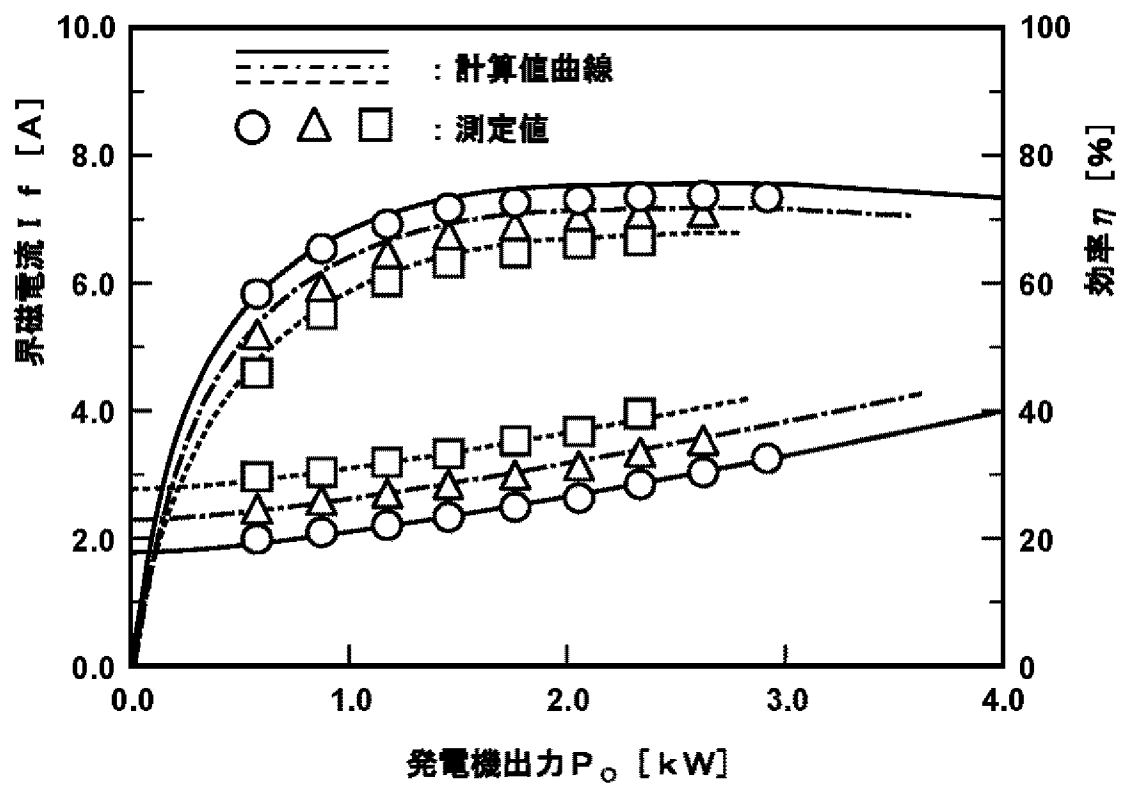
[図7]



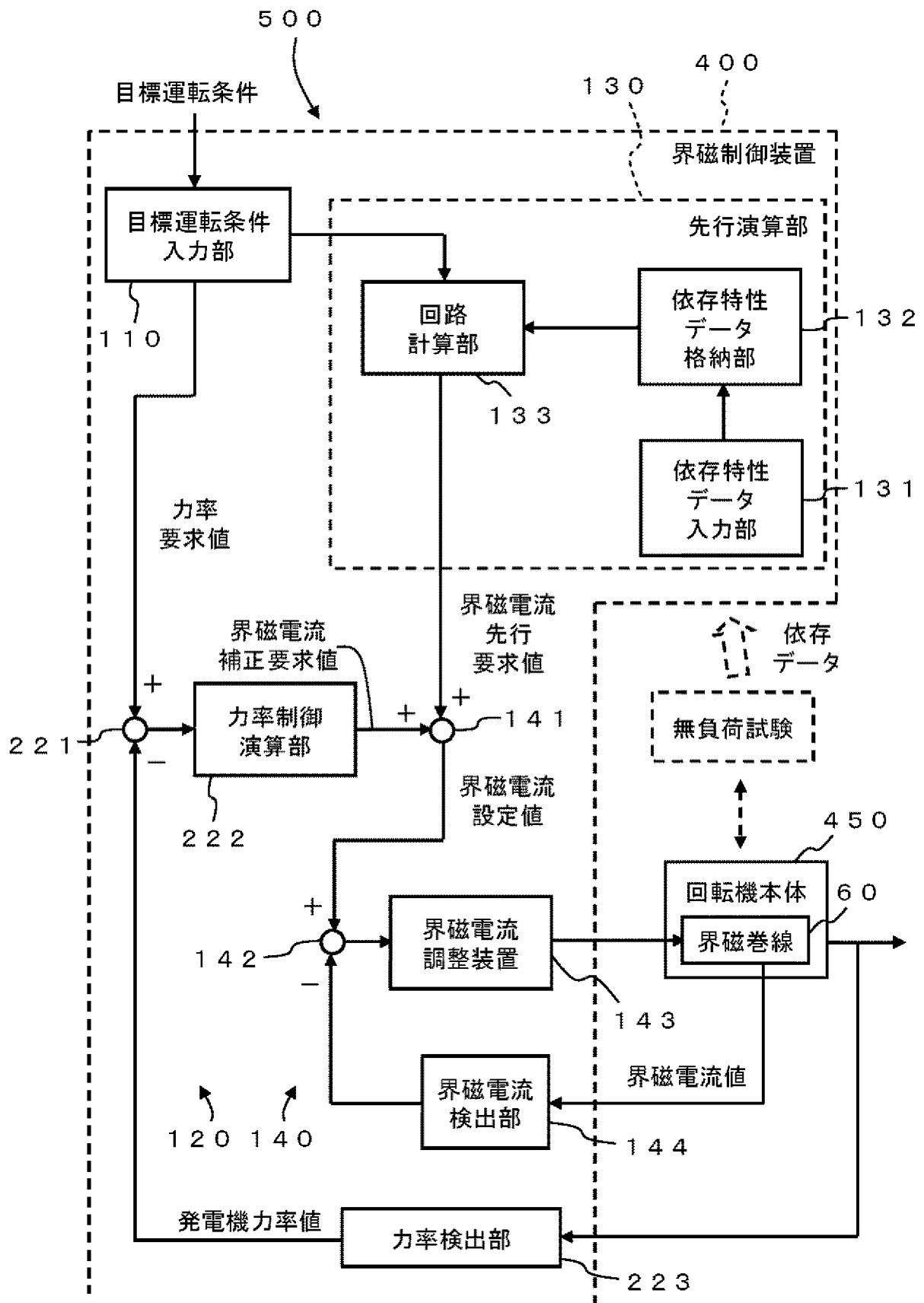
[図8]



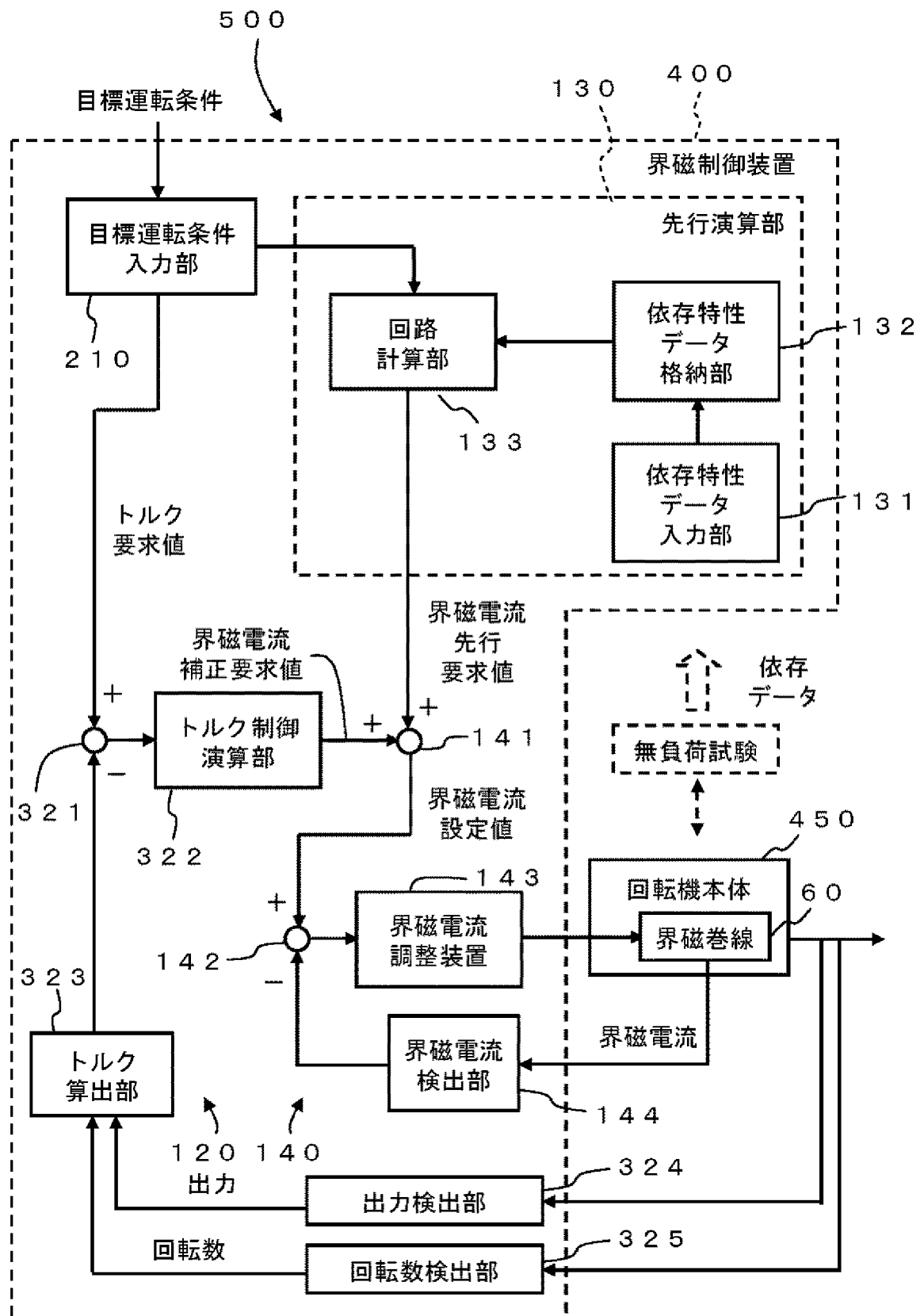
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/001843

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P27/06(2006.01)i, G01R31/24(2006.01)i, H02P25/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P27/06, G01R31/24, H02P25/08

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 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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 2011-172369 A (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 01 September 2011 (01.09.2011), paragraphs [0010] to [0049]; fig. 1 to 12 (Family: none)	1-8
A	JP 8-126388 A (Toyo Electric Mfg. Co., Ltd.), 17 May 1996 (17.05.1996), paragraphs [0018] to [0022]; fig. 1 (Family: none)	1-8
A	JP 2001-153934 A (Asahi Kasei Corp.), 08 June 2001 (08.06.2001), paragraphs [0015] to [0038]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-8



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
13 June, 2013 (13.06.13)Date of mailing of the international search report
25 June, 2013 (25.06.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02P27/06(2006.01)i, G01R31/24(2006.01)i, H02P25/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02P27/06, G01R31/24, H02P25/08

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 2011-172369 A（東芝三菱電機産業システム株式会社） 2011.09.01, [0010] - [0049], [図1] - [図12]（ファミリーなし）	1-8
A	JP 8-126388 A（東洋電機製造株式会社）1996.05.17, [0018] - [0022], [図1]（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2001-153934 A（旭化成株式会社）2001.06.08, [0015] - [0038], [図1] - [図5]（ファミリーなし）	1-8

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 3 . 0 6 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 6 . 2 0 1 3

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）

塩治 雅也

3 V

3 6 3 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3358