

(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 12 日(12.09.2014)



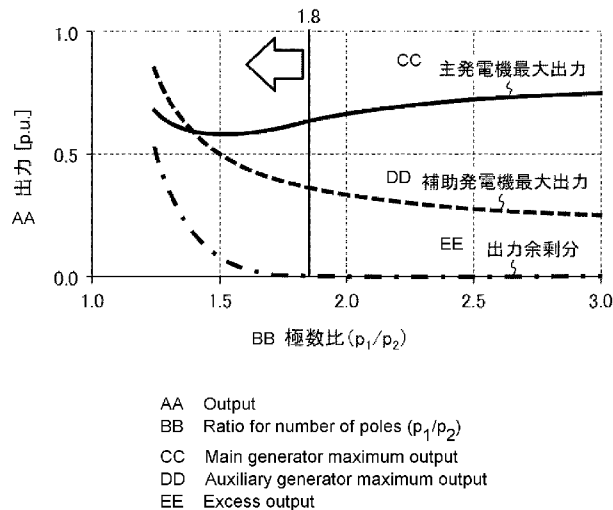
(10) 国際公開番号
WO 2014/136251 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 16/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/056397
- (22) 国際出願日: 2013 年 3 月 8 日(08.03.2013)
- (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: 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 堀 雅寛(HORI Masahiro); 〒3191292 茨城
県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日
立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 木村 守
(KIMURA Mamoru); 〒3191292 茨城県日立市大み
か町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所 日
立研究所内 Ibaraki (JP). 楠野 順弘(KUSUNO
Nobuhiro); 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁
目 1 番 1 号 株式会社日立製作所 日立研究所
内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: ポレール特許業務法人(POLAIRE I.P.C.);
〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目 7 番 1 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,
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).

[続葉有]

(54) Title: ROTATING ELECTRICAL MACHINE SYSTEM AND WIND POWER GENERATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 回転電機システム及び風力発電システム



(57) Abstract: The present invention provides a rotating electrical machine system capable of preventing an increase in size of an entire rotating electrical machine and a reduction in the range of operation. The rotating electrical machine system according to the present invention comprises: a first rotating electrical machine constituted by a first stator having a first stator winding, and a first rotor having a first rotor winding and arranged on the inner diameter side of the first stator at a prescribed gap; a second rotating electrical machine constituted by a second stator having a second stator winding, and a second rotor having a second rotor winding and arranged on the inner diameter side of the second stator at a prescribed gap; and a power converter electrically connected to the first and second rotating electrical machines, and the power converter mechanically connected to a rotary shaft, and satisfies $p_1 / p_2 > 1.8$, where p_1 represents the number of poles in one rotating electrical machine that is always operating for power generation, and p_2 represents the number of poles in the other rotating electrical machine.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/136251 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明は、回転電機トータルの体格の大型化や運転範囲の縮小を防ぐことができる回転電機システムを提供する。本発明による回転電機システムは、第 1 の固定子巻線を有する第 1 の固定子、第 1 の回転子巻線を有すると共に、前記第 1 の固定子の内径側に所定の間隙を介して配置されている第 1 の回転子から成る第 1 の回転電機と、第 2 の固定子巻線を有する第 2 の固定子、第 2 の回転子巻線を有すると共に、前記第 2 の固定子の内径側に所定の間隙を介して配置されている第 2 の回転子から成る第 2 の回転電機と、前記第 1 及び第 2 の回転電機と電氣的に接続されている電力変換器とを備え、前記第 1 及び第 2 の回転電機と前記電力変換器が機械的に回転軸に接続されて成り、かつ、前記 2 つの回転電機のうち、常に発電運転をしている回転電機の極数を p_1 、もう一方の回転電機の極数を p_2 とした場合、 $p_1/p_2 > 1.8$ となることを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：回転電機システム及び風力発電システム

技術分野

[0001] 本発明は回転電機システム及び風力発電システムに係り、特に、第1の回転電機（主発電機）と第2の回転電機（補助発電機）を備えているものに好適な回転電機システム及び風力発電システムに関するものである。

背景技術

[0002] 近年、地球温暖化防止のため風力発電或いは太陽光発電等のような自然エネルギーを利用した発電システムが注目を浴びている。この中で、風力を利用した風力発電システムでは、発電装置として交流励磁式回転電機を使用する例が多い。

[0003] 風力発電システムの発電装置として交流励磁式回転電機を使用する場合、運転中は、回転している回転子内の回転子巻線に励磁電力を供給する必要がある。通常は、回転子巻線に電力を供給するために、スリップリング及びブラシを設け、回転するスリップリングにブラシを接触させて通電するようにしている。

[0004] しかし、風力発電システムにおいて発電運転を行うためのエネルギーは大きく、発電運転を行う上での励磁電力供給用にスリップリング及びブラシを設けると、ブラシの摩耗が進んでしまうため、定期的なメンテナンスが必要となる。

[0005] ところが、風力発電システムでは、交流励磁式回転電機は風車のタワー上にあるナセル内に設置されており、定期的なメンテナンスは、ナセル内という限られた空間内で行う必要があり、ブラシレス化などのメンテナンス軽減が求められていた。

[0006] ブラシレスの交流励磁式回転電機として、例えば、特許文献1に記載された技術がある。この特許文献1には、交流励磁同期発電機と同軸に回転励磁機と電力変換器を設けて系統の電力を直流に整流し、回転励磁機の固定子に

通電させ、同期発電機の原理により回転子に電力を供給した後、電力変換器により、電圧、周波数を変換した電力を交流励磁同期発電機の回転子に電力を供給し、発電運転を行うことが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2002-136191号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] 従来の一般的な交流励磁同期発電機では、同期速度以下の場合は、系統の電力を電力変換器を通して回転子に供給し、同期速度以上の場合は、回転子の電力を電力変換器を通して系統に供給している。

[0009] しかしながら、特許文献1では、系統から交流励磁同期発電機に電力を供給することができるが、系統の電圧を整流器で整流した後、回転励磁機に供給しているため、整流器が設置されていることから、交流励磁同期発電機から系統に電力を供給することができない。よって、従来の一般的な交流励磁同期発電機に比べ、動作範囲が狭くなってしまう。

[0010] 加えて、特許文献1では、発電機の他に回転励磁機を設けているため、発電機のトータルの体格が、回転励磁機を設けることで大きくなり、広い配置スペースが必要となる。

[0011] 本発明は上述の点に鑑みなされたもので、その目的とするところは、第1の回転電機と第2の回転電機を備えたものであっても、回転電機をブラシレス化することは勿論、回転電機トータルの体格の大型化や運転範囲の縮小を防ぐことができる回転電機システム及び風力発電システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の回転電機システムは、上記目的を達成するために、第1の固定子巻線を有する第1の固定子、第1の回転子巻線を有すると共に、前記第1の

固定子の内径側に所定の間隙を介して配置されている第1の回転子から成る第1の回転電機と、第2の固定子巻線を有する第2の固定子、第2の回転子巻線を有すると共に、前記第2の固定子の内径側に所定の間隙を介して配置されている第2の回転子から成る第2の回転電機と、前記第1及び第2の回転子巻線と電氣的に接続されている電力変換器とを備え、前記第1及び第2の回転子と前記電力変換器が機械的に回転軸に接続されて成り、かつ、前記2つの回転電機のうち、常に発電運転をしている回転電機の極数 p_1 、もう一方の回転電機の極数を p_2 とした場合、 $p_1/p_2 > 1.8$ となることを特徴とする。

[0013] また、本発明の風力発電システムは、上記目的を達成するために、風を受けて回転するロータと、該ロータに主軸を介して接続される上記構成の回転電機システムと、該回転電機システムを内部に収納するナセルと、該ナセルを支持するタワーとを備え、前記第1及び第2の回転電機は、前記ロータの回転力により回転すると共に、前記第1及び第2の回転電機の固定子巻線は、電力系統側に接続されていることを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の回転電機システムの実施例1を示す概略構成図である。

[図2]本発明の回転電機システムの実施例1における回転軸の回転速度が主発電機の同期速度より小さい場合のエネルギーの流れを説明するための図である。

[図3]本発明の回転電機システムの実施例1における回転軸の回転速度が主発電機の回転速度より大きい場合のエネルギーの流れを説明するための図である。

[図4]条件1の場合の主発電機すべりと主発電機出力、補助発電機出力、システム出力の関係を示す特性図である。

[図5]条件2の場合の主発電機すべりと補助発電機すべりととの関係を表した図である。

[図6]条件2の場合の回転軸の回転速度が主発電機の同期速度より小さい場合

のエネルギーの流れを説明するための図である。

[図7]条件3の場合の主発電機すべりと補助発電機すべりとの関係を表した図である。

[図8]条件3の場合の回転軸の回転速度が主発電機の回転速度より大きい場合のエネルギーの流れを説明するための図である。

[図9]条件4の場合の主発電機すべりと主発電機出力、補助発電機出力の関係を示した特性図である。

[図10]本発明の回転電機システムの実施例2を示す断面図である。

[図11]本発明の回転電機システムの実施例3を示す断面図である。

[図12]本発明の回転電機システムの実施例4を示す断面図である。

[図13]本発明の回転電機システムを採用した風力発電システムを示す概略構成図である。(実施例5)

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図示した実施例に基づいて本発明の回転電機システム及び風力発電システムを説明する。なお、各実施例において、同一構成部品には同符号を用いて説明する。

実施例 1

[0016] 図1に、本発明の回転電機システムの実施例1を示す。なお、以下に説明する主発電機と補助発電機は、いずれもその固定子と回転子の間隙が径方向に形成されるラジアルギャップ方式の回転電機である。

[0017] 該図に示す如く、本実施例の回転電機システム1は、電力系統に発電電力を送るための発電機として働く第1の回転電機である主発電機2と、運転条件により励磁機と発電機の2つの働きをする第2の回転電機である補助発電機3と、主発電機2及び補助発電機3と電氣的に接続される電力変換器4とを備え、これらは同一の回転電機フレーム16内に配置されている。

[0018] 主発電機2は、主発電機固定子6と、この主発電機固定子6の内径側に所定の間隙を設けて配置される主発電機回転子5と、主発電機固定子6に設けられているスロット内に短節巻にて二層に巻回される三相の主発電機固定子

巻線 7 と、主発電機回転子 5 内に設けられているスロット内に全節巻にて二層に巻回される三相の主発電機回転子巻線 8 とから構成されている。なお、三相の主発電機固定子巻線 7 及び三相の主発電機回転子巻線 8 は、電氣的に 120° 間隔で配置されている。

[0019] また、補助発電機 3 も同様に、補助発電機固定子 9 と、この補助発電機固定子 9 の内径側に所定の間隙を設けて配置される補助発電機回転子 10 と、補助発電機固定子 9 に設けられているスロット内に短節巻にて二層に巻回される三相の補助発電機固定子巻線 11 と、補助発電機回転子 10 内に設けられているスロット内に全節巻にて二層に巻回される三相の補助発電機回転子巻線 12 とから構成されている。なお、三相の補助発電機固定子巻線 11 及び三相の補助発電機回転子巻線 12 は、電氣的に 120° 間隔で配置されている。

[0020] 上述した主発電機 2 と補助発電機 3 は、後述するが運転モードが異なる。具体的には、主発電機 2 は常に発電運転をするが、補助発電機 3 は回転速度により、励磁機として運転する場合と、発電機として運転する場合がある。また、主発電機 2 の出力は、補助発電機 3 の出力と同等以上である。

[0021] 一方、上記電力変換器 4 は、主発電機 2 に電氣的に接続されている電力変換器 13 と、補助発電機 3 に電氣的に接続されている電力変換器 14 とにより構成されている。また、電力変換器 13 と電力変換器 14 は、電氣的に直流で接続されている。電力変換器 13 と電力変換器 14 を交流接続する場合、電力変換器 13 と電力変換器 14 は、それぞれ $AC \rightarrow DC \rightarrow AC$ の電力変換器を備える必要があるが、電力変換器 13 と電力変換器 14 を直流接続することで、各電力変換器 13、14 は、それぞれ AC と DC を変換するだけで足り、各電力変換器 13、14 が備える機能を半分に削減できる。

[0022] また、上述した主発電機 2 と補助発電機 3 及び電力変換器 4 は、回転軸 15 に機械的に接続されている。

[0023] 即ち、主発電機固定子 6 と補助発電機固定子 9 は、回転電機フレーム 16 に複数本のアーム 17 を介して接続されているが、主発電機回転子 5 は、内

部に電力変換器 13、14 が配置されている電力変換器フレーム 18 の外側に複数本のアーム 19 を介して接続され、電力変換器フレーム 18 の内側が回転軸 15 に回転可能に機械的に接続されている。しかも、電力変換器 13、14 が配置されている電力変換器フレーム 18 は、主発電機回転子 5 の内側に配置されている。これは、補助発電機 3 に比べ、主発電機 2 の方が出力が大きいため、体格も大きく、電力変換器 4 を内蔵するスペースを広く確保できるためである。

[0024] 上述した構成を言い換えれば、回転軸 15 が回転することにより、主発電機 2 と補助発電機 3 及び電力変換器 4 も同時に同様の回転数で回転することを意味する。これにより、主発電機 2 と電力変換器 13、電力変換器 13 と電力変換器 14、電力変換器 14 と補助発電機 3 とを繋ぐ配線によじれ等の問題が発生しない。

[0025] また、運転条件に合わせ制御するために、電力変換器 4 は外部から指令情報を受信したり、運転状況の情報を送信する必要がある。そこで、本実施例では、電力変換器 4 が回転しているため、情報の伝達に無線による通信が有効であり、電力変換器 4 には、無線による情報の送受信が可能な装置を接続することが好ましい。

[0026] 次に、この回転電機システムのエネルギーの流れを説明する。

[0027] まず、図 2 に、回転軸 15 の回転速度が、主発電機 2 の同期速度より小さい場合のエネルギーの流れを示す。

[0028] 該図において、主発電機固定子巻線 7 と補助発電機固定子巻線 11 は、電力系統と電氣的に接続されている。電力系統は商用周波数を持った交流電流が流れていることから、電圧が時間的に変化し、補助発電機回転子 10 が回転することにより、補助発電機回転子巻線 12 内には、磁極数及び回転速度に応じた誘導電流が発生する。補助発電機回転子巻線 12 は、電力変換器 4 を経由して主発電機回転子巻線 8 と電氣的に接続されており、補助発電機回転子巻線 12 の回転により発生した誘導電流により主発電機 2 の励磁電流を賄うことができる。

[0029] 従って、回転軸 15 の回転速度が、主発電機 2 の同期速度より小さい条件では、補助発電機 3 は励磁機として運転していることになる。なお、回転軸 15 の回転速度と主発電機 2 の同期速度が一致した場合、主発電機回転子巻線 8 には直流電流を流す必要があるが、電力変換器 4 により直流電圧を印加することで、運転が可能である。

[0030] 次に、図 3 に、回転軸 15 の回転速度が、主発電機 2 の回転速度より大きい場合のエネルギーの流れを示す。

[0031] 該図において、主発電機回転子巻線 8 に発生した誘導電流が、電力変換器 4 を介して補助発電機回転子巻線 12 に流れ、この補助発電機回転子巻線 12 から更に補助発電機固定子巻線 11 に流れ、この補助発電機固定子巻線 11 から電力系統に電力を供給することになる。

[0032] 従って、回転軸 15 の回転速度が、主発電機 2 の回転速度より大きい条件では、補助発電機 3 は発電機として運転することになる。

[0033] このようなことより、スリップリング及びブラシを用いずとも（ブラシレス化）励磁電流を、主発電機回転子巻線 8 及び補助発電機回転子巻線 12 に流すことができるため、ブラシの摩耗によるメンテナンスが不要となる。

[0034] なお、本実施例では、電力変換器 13、14 への情報の伝達には無線を用いた例について説明したが、情報の伝達のためのエネルギーは大きくないため、ブラシを用いても摩耗が少ない。従って、電力変換器 13、14 の情報伝達のためのブラシ、スリップリングを設けても良い。また、同様に、アースのためのブラシ、スリップリングを設けても良い。

[0035] ところで、交流励磁式回転電機の特性は、式 1 で表されるすべり s により特性が決定される。

[0036] [数 1]

$$s = \frac{N_0 - N}{N_0} \quad (\text{式 1})$$

[0037] ここで、 N_0 :同期速度、 N :回転速度。

[0038] また、ブラシレスの交流励磁式回転電機は、主発電機と補助発電機の 2 つ

の交流励磁式回転電機により構成されるため、ブラシレスの交流励磁式回転電機は、主発電機のすべり s_1 と補助発電機のすべり s_2 の2つのすべりにより特性が決定される。さらに、同期速度 N_0 は、極数によって決定する。よって、発電機仕様に合わせ、主発電機の極数 p_1 と補助発電機の極数 p_2 を適切に選択する必要がある。ここで、主発電機のすべり s_1 と補助発電機のすべり s_2 には以下の関係がある。

[0039] [数2]

$$s_2 = 1 - \frac{p_2}{p_1} (1 - s_1) \quad (\text{式 2})$$

[0040] 以下では、 p_1/p_2 に対する特性を、場合分けをして説明する。なお、交流励磁式回転電機は、可変速範囲を持つため、その下限値のすべりを s_u 、上限値のすべりを S_u としている。また、主発電機、補助発電機が電力系統に電氣的に接続しており、出力が負の場合は、電力系統からエネルギーが供給されている場合を示す。

[0041] 条件 1 : $p_1 < p_2$ 、 $p_1/p_2 / > (1 - s_u)$

図 4 に、条件 1 でのすべり s_1 と主発電機出力、補助発電機出力、全体出力の関係を示す。図 4 から明らかな如く、条件 1 では、高出力領域で補助発電機出力が負となるため、この分、全体出力に対し、主発電機出力が大きくなってしまふ。よって、この主発電機出力に合わせた主発電機を配置する必要があるため、体格が大型化する。

[0042] 条件 2 : $p_1 < p_2$ 、 $p_1/p_2 / < (1 - s_u)$

図 5 に、条件 2 での式 2 のグラフを直線 A として示す。なお、グラフの横軸は s_1 、縦軸は s_2 である。図 5 から $s_2=0$ が、運転範囲内に存在することがわかる。 $s_2=0$ では、補助発電機が同期運転している状態であるため、回転子に磁束が鎖交せず、固定子からエネルギーを供給できない（この状態を図 6 に示す）。このため、主発電機の回転子にエネルギーを供給できず、運転することができない。

[0043] よって、 $s_2=0$ 付近の回転速度を避けるように運転する必要があるため、

図5に示すように、運転範囲内に運転不能範囲が存在し、その分、運転範囲が縮小することになる。

[0044] 条件3 : $p_1 > p_2$ 、 $p_1/p_2 < (1 - S_o)$

図7に、条件3での式2のグラフを直線Bとして示す。なお、グラフの横軸は s_1 、縦軸は s_2 である。図7から $s_2=0$ が、運転範囲内に存在することがわかる。 $s_2=0$ では、補助発電機が同期運転している状態であるため、電力変換器から回転子への直流のエネルギーを供給することになる（この状態を図8に示す）。しかし、電力変換器は直流を出力すると高温になる可能性がある。

[0045] よって、 $s_2=0$ 付近の回転速度を避けるように運転する必要があるため、図中に示すように、運転範囲内に運転困難範囲が存在し、その分、運転範囲が縮小することになる。

[0046] 条件4 : $p_1 > p_2$ 、 $p_1/p_2 < 1.8$

図9に、条件4での極数比に対する主発電機最大出力と補助発電機最大出力の関係を示す。なお、図9中の出力余剰分とは、以下のように定義している。

[0047] 出力余剰分 = (主発電機の最大出力+補助発電機の最大出力) - 1

つまり、出力余剰分 $\neq 0$ では、全体出力より大きい出力の発電機が必要になり、体格が大型化すると言える。また、図9から極数比 p_1/p_2 が1.8より小さい場合は、出力余剰分が生じることがわかる。

[0048] 以上のことから、極数比 p_1/p_2 を1.8より大きくする（ $p_1/p_2 > 1.8$ ）と、出力余剰分が生じないことから（運転困難範囲を避けて運転できる）、大きい出力の発電機は必要なくなり、ブラシレスの交流励磁式回転電機の体格の大型化や運転範囲の縮小を防ぐことができる。

実施例 2

[0049] 図10に、本発明の回転電機システムの実施例2を示す。

[0050] 上述した実施例1では、電力変換器4が、主発電機回転子5の内側に配置されているが、本実施例では、図10示すように、電力変換器4を主発電機

回転子 5 と補助発電機回転子 10 との両方の内側に跨いで配置されている。
また、主発電機固定子 6 と補助発電機固定子 9 は、回転電機フレーム 16 に複数のアーム 17 を介して接続され、かつ、主発電機回転子 5 と補助発電機回転子 10 は、内部に電力変換器 4 が配置されている電力変換器フレーム 18 の外側に複数のアーム 19、20 を介して接続されていると共に、電力変換器フレーム 18 の内側は、回転軸 15 に接続されている。そして、本実施例でも実施例 1 と同様に、常に発電運転をしている主発電機 2 の極数を p_1 、もう一方の補助発電機 3 の極数を p_2 とした場合、 $p_1/p_2 > 1.8$ としたものである。

[0051] このような実施例によれば、実施例 1 と同様な効果が得られることは勿論、電力変換器 4 をより内周側に配置できるため、電力変換器 4 に加わる遠心力を低減できる効果がある。

実施例 3

[0052] 図 11 に、本発明の回転電機システムの実施例 3 を示す。

[0053] 該図に示す本実施例では、主発電機固定子巻線 7 及び主発電機回転子巻線 8 と補助発電機固定子巻線 11 及び補助発電機固定子巻線 12 を径方向に重ねて配置している。そして、本実施例でも実施例 1 と同様に、常に発電運転をしている主発電機 2 の極数を p_1 、もう一方の補助発電機 3 の極数を p_2 とした場合、 $p_1/p_2 > 1.8$ としたものである。

[0054] このような実施例によれば、実施例 1 と同様の効果が得られることは勿論、発電機システムの軸長を縮小できるため、発電機システムの体格を縮小できる効果がある。

実施例 4

[0055] 図 12 に、本発明の回転電機システムの実施例 4 を示す。

[0056] 該図に示す実施例では、図 1 に示した実施例 1 の構成において、主発電機 2 と補助発電機 3 の外径に合わせた段付きフレーム 21 を用いている。即ち、段付きフレーム 21 は、主発電機 2 が配置されている部分と補助発電機 3 が配置されている部分の径が異なり、段になるように構成されているもので

ある。そして、本実施例でも実施例 1 と同様に、常に発電運転をしている主発電機 2 の極数を p_1 、もう一方の補助発電機 3 の極数を p_2 とした場合、 $p_1/p_2 > 1.8$ としたものである。

[0057] このような本実施例によれば、実施例 1 と同様な効果が得られることは勿論、余分なスペースが無くなり、更なる省スペース化が図れ、軽量化が可能となる効果がある効果がある。

実施例 5

[0058] 図 13 に、本発明の回転電機システムを風力発電システムに適応した実施例 5 を示す。

[0059] 該図に示す如く、本実施例の風力発電システムは、風を受けて回転するロータ 24 と、このロータ 24 に増速機 23 を介して接続される本発明の回転電機システム 22 と、この回転電機システム 22 を内部に収納するナセル（図示せず）と、ナセルを支持するタワー（図示せず）とから構成され、主発電機 25 と補助発電機 26 は、ロータ 24 の回転力により回転すると共に、主発電機固定子巻線と補助発電機固定子巻線は、電力系統 27 側に接続されているものである。

[0060] これにより、ロータ 24 が受けた風のエネルギーを回転電機システム 22 が電気エネルギーに変換し、電力系統 27 に送電することができる。

[0061] このような本実施例によれば、上述した実施例の回転電機システムを採用しているので、装置の大型化が防止でき、ナセルの小型化に寄与することができる。

[0062] また、電力変換器 28 と並列に遮断器 29 を設けることにより、系統故障時に加わる過大な電力から、電力変換器 28 を保護できる。更に、増速機 23 を失くしたギアレスシステムに本発明を適用しても良い。

[0063] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かり易く説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成

に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0064] 1、22…回転電機システム、2、25…主発電機、3、26…補助発電機、4、13、14、28…電力変換器、5…主発電機回転子、6…主発電機固定子、7…主発電機固定子巻線、8…主発電機回転子巻線、9…補助発電機固定子、10…補助発電機回転子、11…補助発電機固定子巻線、12…補助発電機回転子巻線、15…回転軸、16…回転電機フレーム、17、19、20…アーム、18…電力変換器フレーム、21…段付きフレーム、23…増速機、24…ロータ、27…電力系統、29…遮断器。

請求の範囲

- [請求項1] 第1の固定子巻線を有する第1の固定子、第1の回転子巻線を有すると共に、前記第1の固定子の内径側に所定の間隙を介して配置されている第1の回転子から成る第1の回転電機と、第2の固定子巻線を有する第2の固定子、第2の回転子巻線を有すると共に、前記第2の固定子の内径側に所定の間隙を介して配置されている第2の回転子から成る第2の回転電機と、前記第1及び第2の回転電機と電氣的に接続されている電力変換器とを備え、前記第1及び第2の回転電機と前記電力変換器が機械的に回転軸に接続されて成り、かつ、前記2つの回転電機のうち、常に発電運転をしている回転電機の極数を p_1 、もう一方の回転電機の極数を p_2 とした場合、 $p_1/p_2 > 1.8$ となることを特徴とする回転電機システム。
- [請求項2] 請求項1に記載の回転電機システムにおいて、
前記第1の固定子と前記第2の固定子は、電力系統に電氣的に接続されていることを特徴とする回転電機システム。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の回転電機システムにおいて、
前記第1の回転電機と前記第2の回転電機及び前記電力変換器は、同一の回転電機フレーム内に配置されていることを特徴とする回転電機システム。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれか1項に記載の回転電機システムにおいて、
前記電力変換器が配置されている電力変換器フレームは、前記第1の回転電機の内径側に配置されていることを特徴とする回転電機システム。
- [請求項5] 請求項4に記載の回転電機システムにおいて、
前記第1の回転電機の固定子と第2の回転電機の固定子は、前記回転電機フレームに複数のアームを介して接続され、かつ、前記第1の回転電機の回転子は、前記電力変換器フレームの一端に複数のアーム

を介して接続されていると共に、前記電力変換器フレームの他端は、前記回転軸に接続され、更に、前記第2の回転電機の回転子は、前記回転軸に複数のアームを介して接続されていることを特徴とする回転電機システム。

[請求項6] 請求項1乃至3のいずれか1項に記載の回転電機システムにおいて、

前記電力変換器フレームは、前記第1の回転電機の回転子と第2の回転電機の回転子の両方の内径側に跨いで配置されていることを特徴とする回転電機システム。

[請求項7] 請求項6に記載の回転電機システムにおいて、

前記第1の回転電機の固定子と第2の回転電機の固定子は、前記回転電機フレームに複数のアームを介して接続され、かつ、前記第1の回転電機の回転子と第2の回転電機の回転子は、内部に前記電力変換器が配置されている電力変換器フレームの外側に複数のアームを介して接続されていると共に、前記電力変換器フレームの内側は、前記回転軸に接続されていることを特徴とする回転電機システム。

[請求項8] 請求項1乃至7のいずれか1項に記載の回転電機システムにおいて、

前記第1の回転電機の固定子巻線と回転子巻線と前記第2の回転電機の固定子巻線と回転子巻線が径方向に重なるように配置されていることを特徴とする回転電機システム。

[請求項9] 請求項3乃至8のいずれか1項に記載の回転電機システムにおいて、

前記回転電機フレームは、前記第1の回転電機が配置されている部分と前記第2の回転電機が配置されている部分の径が異なり、段になるように構成されていることを特徴とする回転電機システム。

[請求項10] 風を受けて回転するロータと、該ロータに主軸を介して接続される請求項1乃至9のいずれか1項に記載の回転電機システムと、該回転

電機システムを内部に収納するナセルと、該ナセルを支持するタワーとを備え、

前記第 1 及び第 2 の回転電機は、前記ロータの回転力により回転すると共に、前記第 1 及び第 2 の回転電機の固定子巻線は、電力系統側に接続されていることを特徴とする風力発電システム。

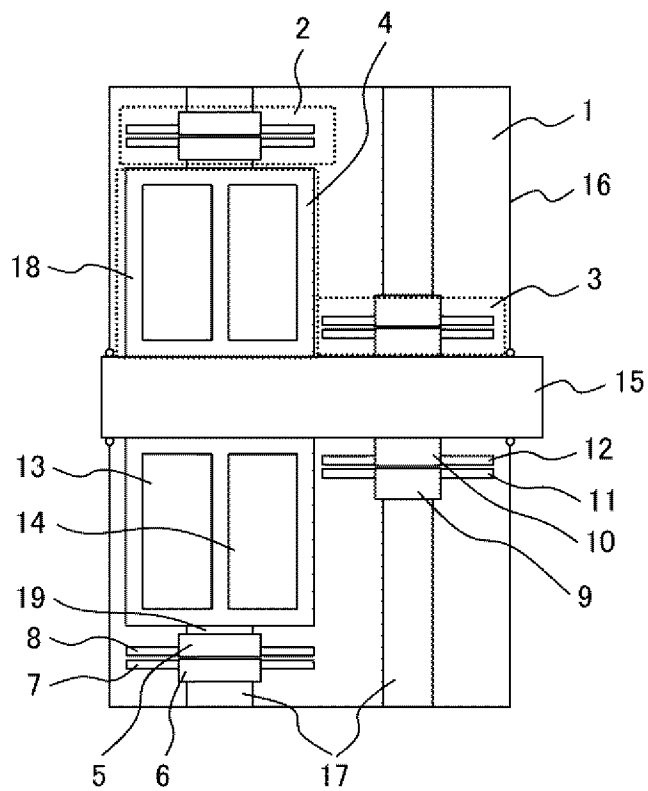
[請求項 11]

請求項 10 に記載の風力発電システムにおいて、

前記回転電機システムの電力変換器と並列に遮断器が設置されていることを特徴とする風力発電システム。

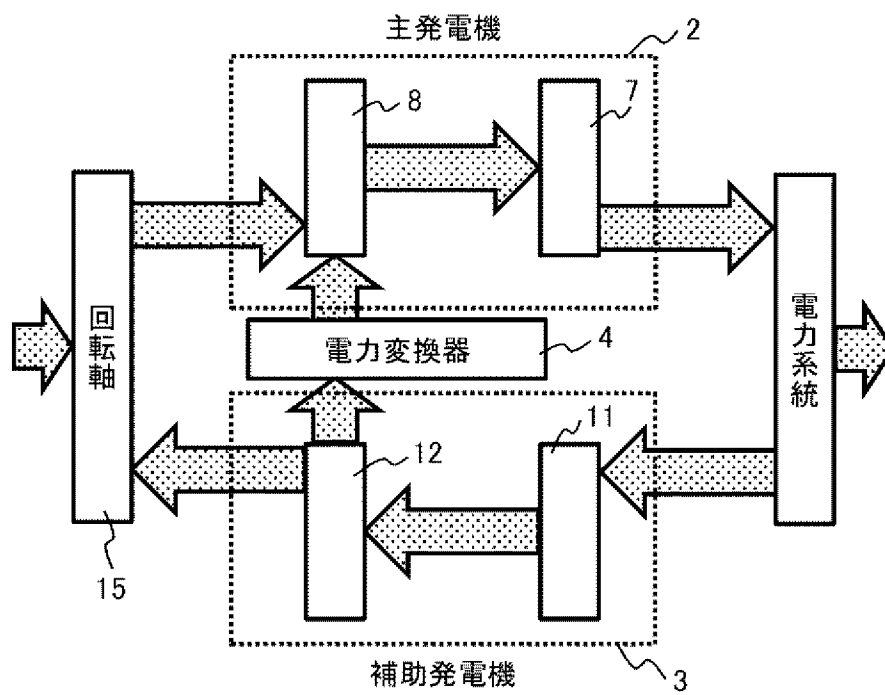
[図1]

図 1



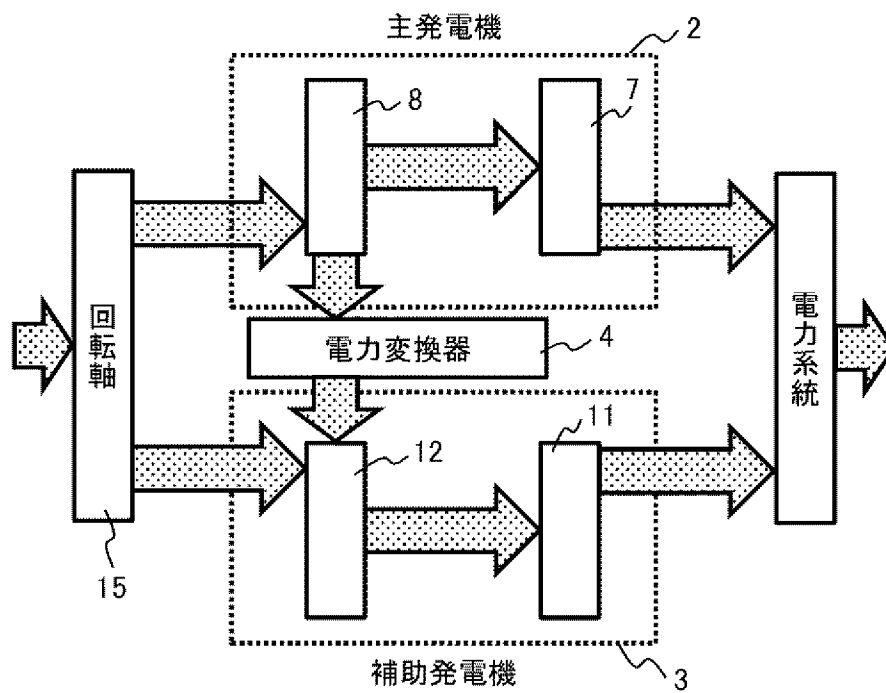
[図2]

図 2



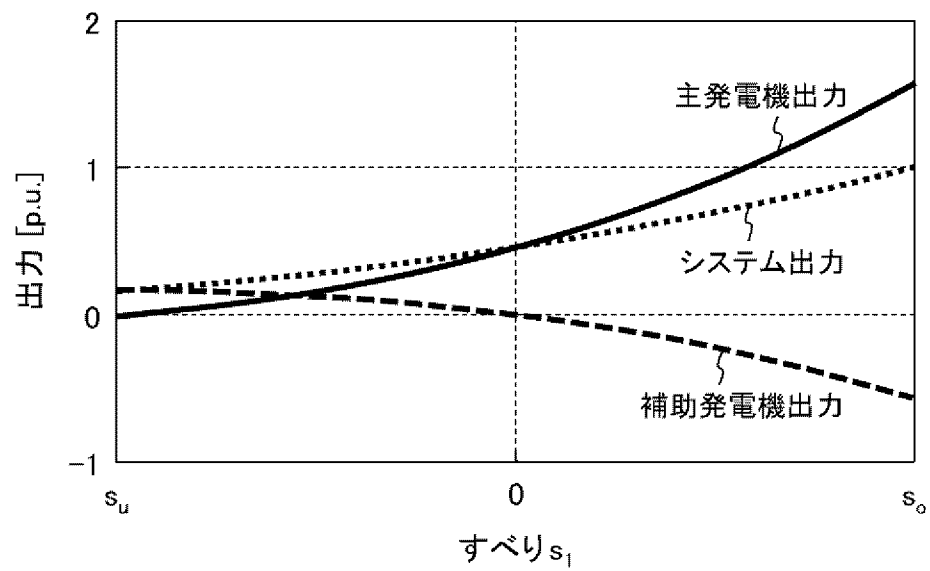
[図3]

図 3



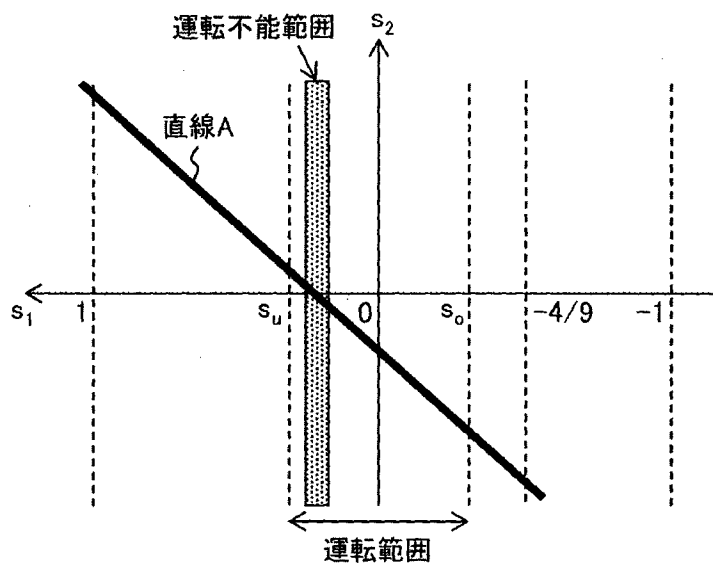
[図4]

図 4



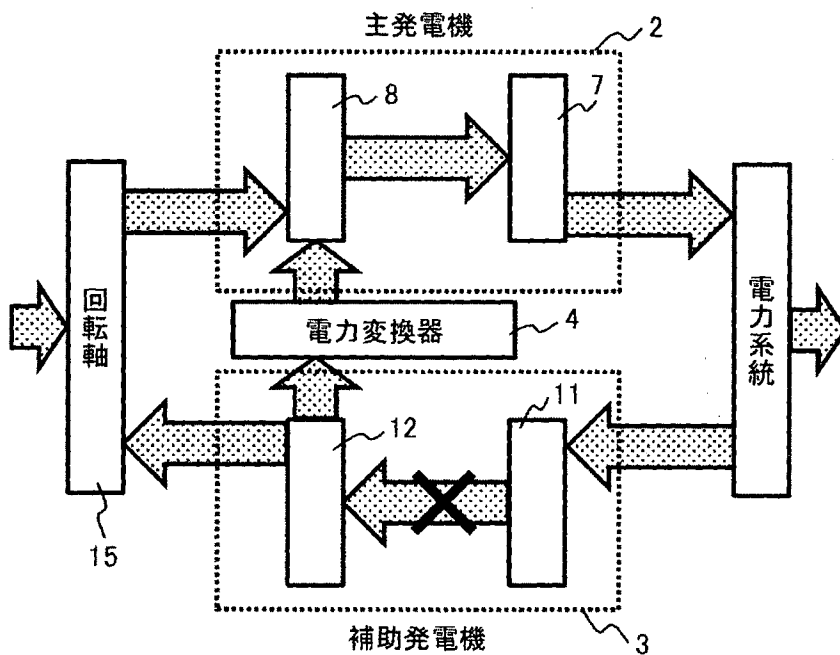
[図5]

図 5



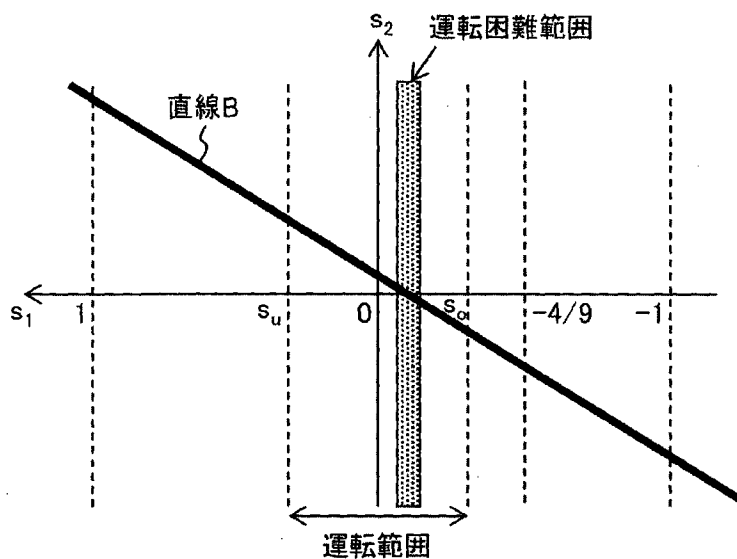
[図6]

図 6



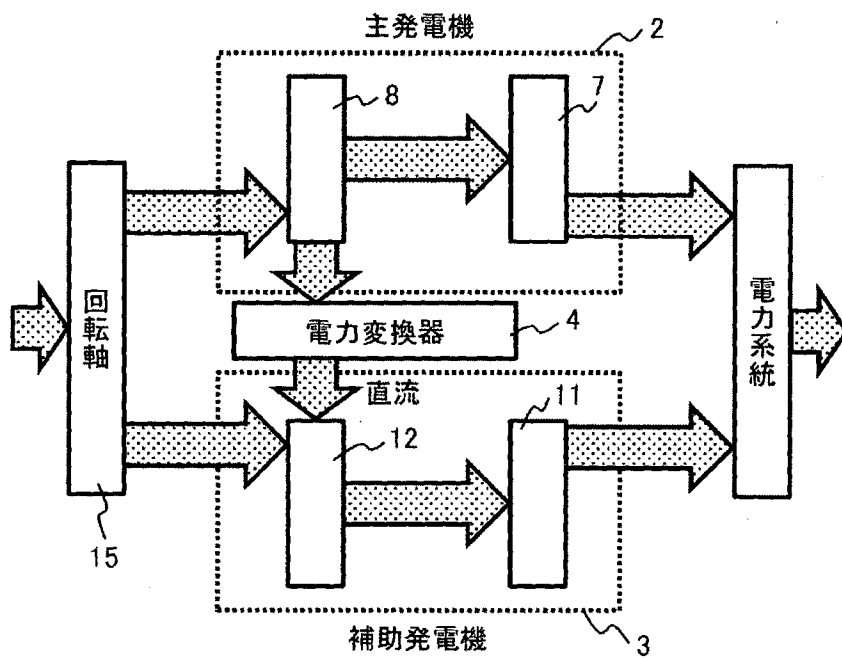
[図7]

図 7



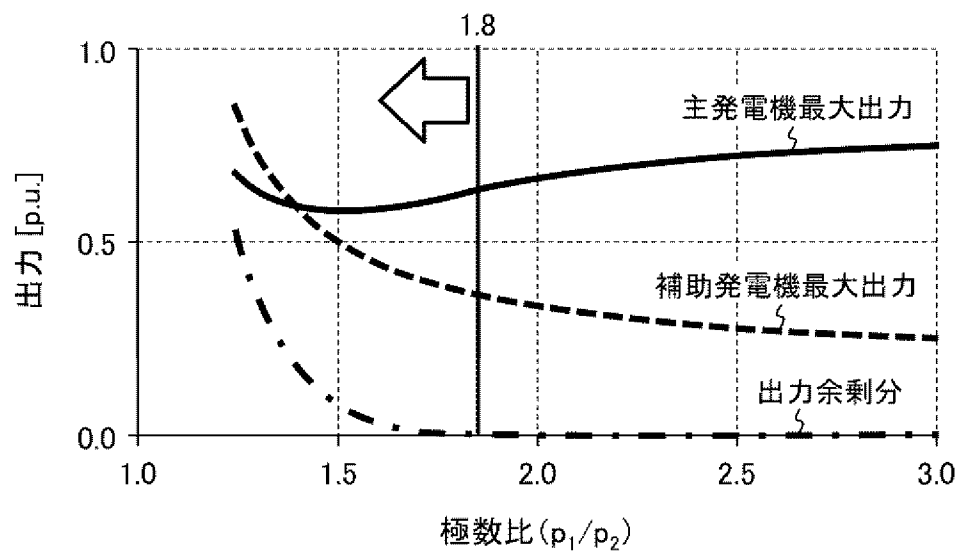
[図8]

図 8



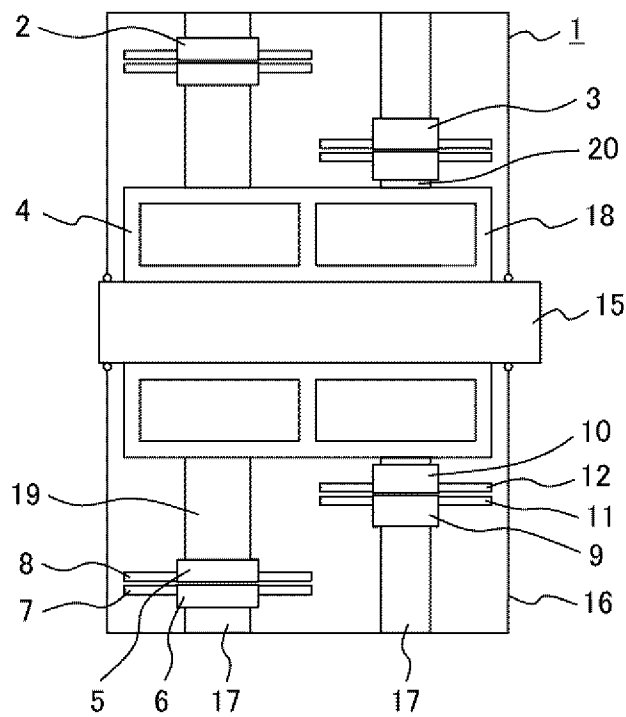
[図9]

図 9



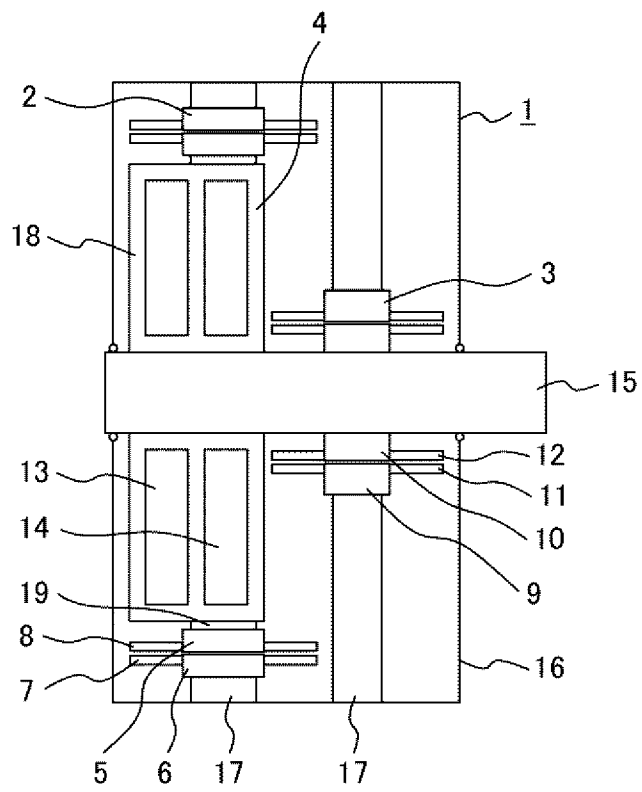
[図10]

図 10



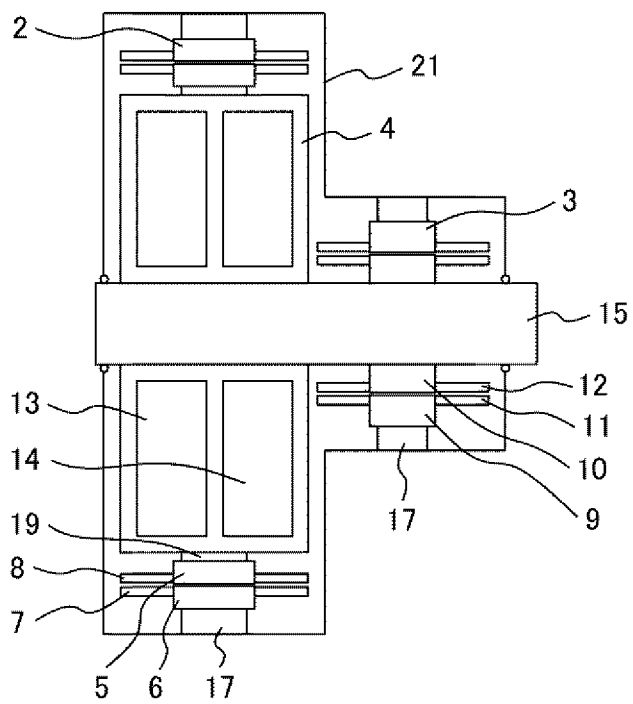
[図11]

図 11



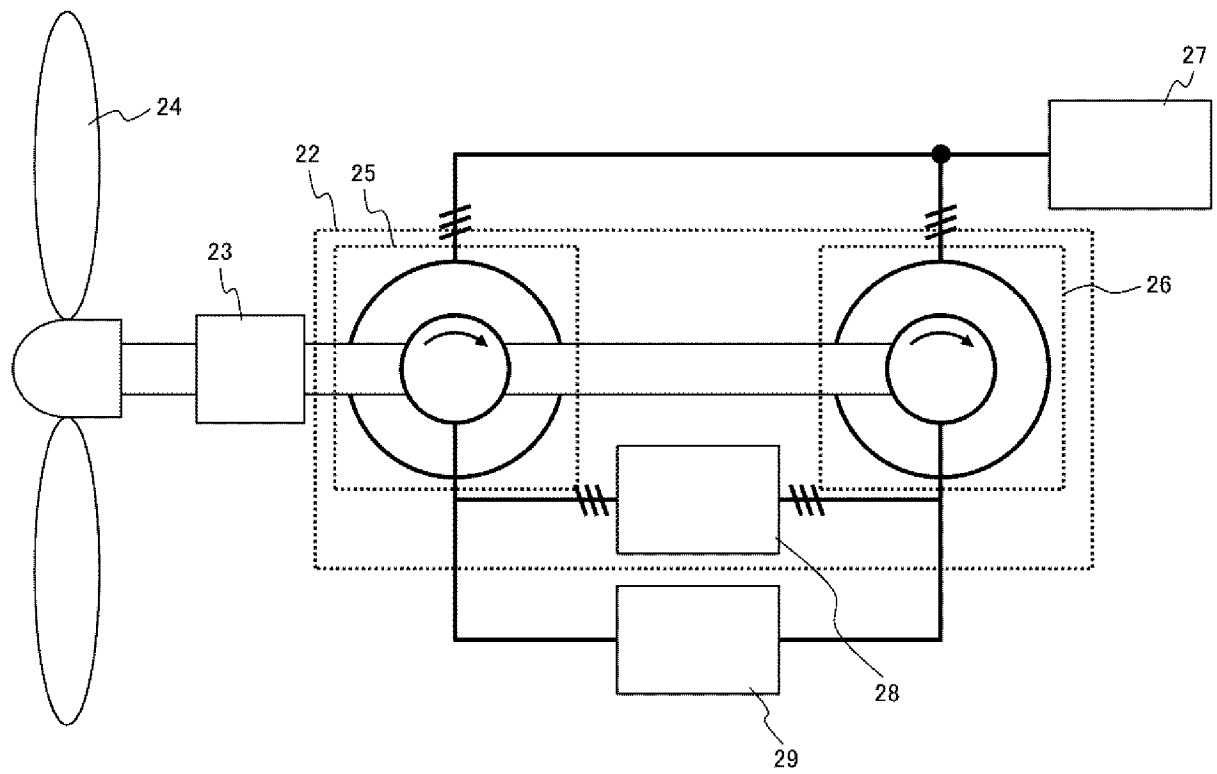
[図12]

図 12



[図13]

図 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/056397

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K16/00 (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)

H02K16/00

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013

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 58-51762 A (Hitachi, Ltd.), 26 March 1983 (26.03.1983), entire text (Family: none)	1-11
A	JP 1-298933 A (Toshiba Corp.), 01 December 1989 (01.12.1989), entire text (Family: none)	1-11
A	JP 2010-93998 A (Denso Corp.), 22 April 2010 (22.04.2010), entire text (Family: none)	1-11



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

31 May, 2013 (31.05.13)

Date of mailing of the international search report

11 June, 2013 (11.06.13)

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. H02K16/00 (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. H02K16/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 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 58-51762 A（株式会社日立製作所）1983.03.26、全文（ファミリーなし）	1-11
A	JP 1-298933 A（株式会社東芝）1989.12.01、全文（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2010-93998 A（株式会社デンソー）2010.04.22、全文（ファミリーなし）	1-11

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

3 1 . 0 5 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 1 . 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 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

服部 俊樹

3 V

3 7 3 6

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