

(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
2016年1月28日(28.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/013477 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 9/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/070375
- (22) 国際出願日: 2015年7月16日(16.07.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-150442 2014年7月24日(24.07.2014) JP
特願 2014-150684 2014年7月24日(24.07.2014) JP
特願 2014-163438 2014年8月11日(11.08.2014) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): NTN株式会社(NTN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(71) 出願人(米国についてのみ): 水谷 政敏(MIZUTANI, Masatoshi) [JP/JP]; 〒5118678 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066番地 NTN株

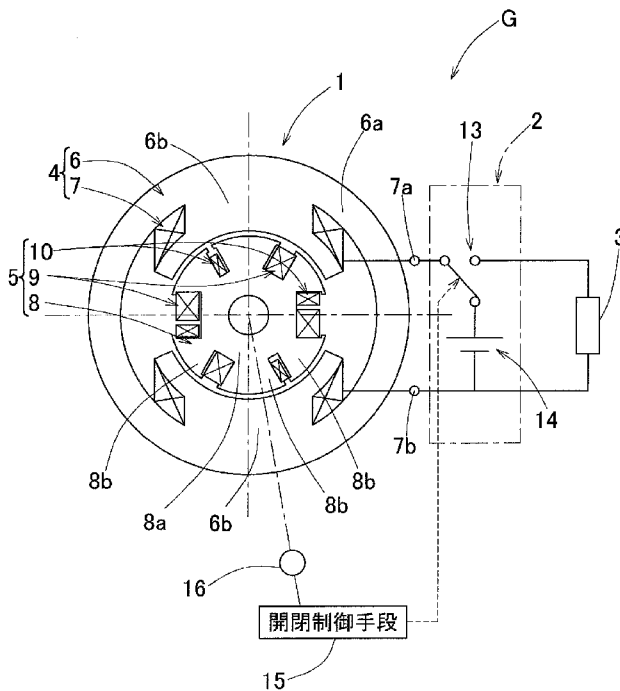
式会社内 Mie (JP). 野田 浩行(NODA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒5118678 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066番地 NTN株式会社内 Mie (JP). 森夏比古(MORI, Natsuhiko) [JP/JP]; 〒5118678 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066番地 NTN株式会社内 Mie (JP). 柄澤 龍介(KARASAWA, Ryouyusuke) [JP/JP]; 〒5118678 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066番地 NTN株式会社内 Mie (JP). 後藤 知美(GOTO, Tomomi) [JP/JP]; 〒5118678 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066番地 NTN株式会社内 Mie (JP). 志村 祐紀(SHIMURA, Yuuki) [JP/JP]; 〒5118678 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066番地 NTN株式会社内 Mie (JP).

- (74) 代理人: 杉本 修司, 外(SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目10番2号 肥後橋ニッタビル Osaka (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,

[続葉有]

(54) Title: GENERATOR

(54) 発明の名称: 発電機



(57) Abstract: An automatic generator (G) comprising: an output core (6) having an output winding (7) wound thereupon; and a field core (8) having a main field winding (9) and an auxiliary field winding (10) wound thereupon. Either the output core (6) or the field core (8) becomes a stator (4) and the other becomes a rotor (5). A first rectifying element (11) is connected to the main field winding (9) and a second rectifying element (12) is connected to the auxiliary field winding (10). Power is generated as a result of the relative rotation between the stator (4) and the rotor (5). Initial excitation means (2, 31) are provided that apply magnetic force to either the output core (6) or the field core (8) or to both, in an amount required for initial excitation for power generation.

(57) 要約: 出力巻線(7)が巻かれた出力鉄心(6)と、主界磁巻線(9)および副界磁巻線(10)が巻かれた界磁鉄心(8)とを備え、前記出力鉄心(6)および前記界磁鉄心(8)のいずれか一方がステータ(4)となり、他方がロータ(5)となり、前記主界磁巻線(9)に第1整流素子(11)が接続され、前記副界磁巻線(10)に第2整流素子(12)が接続され、前記ステータ(4)とロータ(5)との相対回転により発電電力を得る自動式の発電機(G)において、発電の初期励磁に必要な程度に、前記出力鉄心(6)および界磁鉄心(8)のいずれか一方または両方に磁力を付与する初期励磁手段(2, 31)を設ける。

15 Open/close control means

WO 2016/013477 A1



FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ロシア (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).

(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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：発電機

関連出願

[0001] 本出願は、2014年7月24日出願の特願2014-150442，特願2014-150684，および2014年8月11日出願の特願2014-163438の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] この発明は、例えば、小型風力発電機や、流水を利用する発電機として用いられる永久磁石レスの発電機に関する。

背景技術

[0003] 回転により発電を行う発電機として、誘導発電機や同期発電機がある。誘導発電機はロータの巻線に励磁を必要としないが、系統連係させかつ高い回転速度で回転させる必要があって小型の発電機には適さない。そのため、小型風力発電機等では、同期発電機が用いられることが多い。

しかし、通常の同期発電機は、界磁の生成に永久磁石を用いるため、永久磁石の成分となるレアメタルが高価で発電機全体が高額になる。さらに、同期発電機では、始動時にコギングが発生し、コギングトルクによって始動トルクが大きくなる。このため、小型風力発電機等の僅かな自然力で発電させる発電機には適さない。永久磁石の代わりに電磁石を用いる他励式の同期発電機もあるが、電磁石への外部からの給電の構成が必要で、外部電源により構成が複雑となる。

[0004] これらの課題を解消し、永久磁石および外部からの給電が不必要な自励式の同期発電機が提案されている（特許文献1）。この発電機は、鉄心の残留磁気を利用して、自己励磁により界磁巻線に流れる電流を増加させて行くことで、発電に必要な磁束を、高価な永久磁石や励磁用の外部電源を必要とせずにより作り出している。

[0005] この他に、上記課題を解消する発電機として、リラクタンス（磁気抵抗）を利用し、ステータ鉄心に出力巻線および界磁巻線を巻き付け、ロータにはコイルを用いないリラクタンス発電機において、ステータ突極間を磁氣的に短絡させるフェライト磁石を設けたものが提案されている（特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2006-149148号公報

特許文献2：特開2011-259633号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1の自励式の発電機は、上記のように優れた利点があるが、発電を停止したり、発電機を分解したりすると、発電機鉄心の残留磁気が弱くなる。発電機鉄心の残留磁気が弱いと、初期励磁に必要な磁力が不足し、発電を開始しないか、または発電を開始する回転速度がある程度高いことが必要となる。そのため、風力発電や、流水を利用する発電のように、停止する期間が生じたり低速で発電させることが必要な発電方式では、前記自励式の発電機では、発電開始の確実性が不十分となる。

[0008] 特許文献2の発電機は、回転停止後の回転再開時における発電開始の確実性も得られるが、リラクタンス発電機は実用の実績が少なく、実用化において、今一つ不明な懸念がある。

[0009] この発明の目的は、通常発電電力を得るための磁束をつくる永久磁石、および外部からの他励のための給電が不必要で、かつ回転停止後にも回転の再開により確実に発電を開始できる発電機を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] この発明の発電機は、出力巻線が巻かれた出力鉄心と、主界磁巻線および副界磁巻線が巻かれた界磁鉄心とを備え、前記出力鉄心および前記界磁鉄心のいずれか一方がステータとなり、他方がロータとなり、前記主界磁巻線に

第1整流素子が接続され、前記副界磁巻線に第2整流素子が接続され、前記ステータとロータとの相対回転により発電電力を得る自励式の発電機であって、

発電の初期励磁に必要な程度に、前記出力鉄心および界磁鉄心のいずれか一方または両方に磁力を付与する初期励磁手段が設けられている。

[0011] この構成によると、副界磁巻線を用いて励磁を行う自励式であるため、発電用の永久磁石や、外部からの他励のための給電を行う外部電源を必要とせず、発電が行える。発電用の永久磁石を用いないため、コギングトルクが発生せず、小さなトルクでロータを回転させることができる。自励式であるが、初期励磁手段を設けるため、回転の停止後や分解保守の後であっても、また低速回転であっても、確実に発電を開始することができる。

初期励磁手段は設けるが、自励式の発電機では、回転するに従って磁束が増大するため、初期励磁に必要な磁力は極小さな磁力で済む。このため、初期励磁手段が後述のような着磁手段であれ、また永久磁石であれ、軽微なもので済む。

[0012] この発明の一実施形態において、前記出力鉄心および界磁鉄心のいずれか一方または両方の鉄心を着磁する着磁手段であっても良い。上記の「着磁」とは、磁化処理の終了後に残留磁気が生じるように磁化することを言う。

上記のように自励式の発電機は、回転するに従って磁束が増大するため、初期励磁に必要な磁力は極小さな磁力で済む。そのため、前記着磁手段は、発電の初期励磁に必要な磁力を発生することが可能な程度に着磁を行えるものであれば足り、他励式の発電機における外部電源に比べて飛躍的に小型のもので済む。

[0013] 前記着磁手段は、前記出力巻線、前記主界磁巻線および前記副界磁巻線のいずれかに着磁用電流を通電する構成であっても良い。巻線にある程度以上の大きさの電流を通電することで、鉄心の着磁が行える。着磁手段が巻線に着磁用電流を通電する構成であると、着磁手段が簡単な構成で済む。

前記着磁用電流は直流電流であっても、パルス状の電流であっても良い。

直流電流であると、着磁手段がより簡単な構成で済む。パルス状の電流であると、着磁に必要なだけの強い電流を一時的に与えたり、また着磁用電流の大きさを調整することが簡単に行える。

[0014] 前記巻線に着磁用電流を通電する構成の着磁手段は、2次電池またはコンデンサからなる着磁用電源と、前記着磁用電流を通電する前記出力巻線と前記着磁用電源との間、または前記主界磁巻線および前記副界磁巻線と前記着磁用電源との間に介在させたスイッチング素子とでなる構成であっても良い。この構成であると、前記着磁手段が簡単な構成で済む。

[0015] この発明の一実施形態において、前記初期励磁手段が、前記界磁鉄心に設けられて発電の初期励磁に必要な磁力を発生する永久磁石からなる初期励磁用磁石であっても良い。

初期励磁手段が永久磁石からなる初期励磁用磁石であると、着磁手段のような回路が不用であり、回路構成が簡単となる。永久磁石からなる初期励磁用磁石は設けるが、自励式の発電機では、前述のように回転するに従って磁束が増大するため、初期励磁に必要な磁力は極小さな磁力で済む。前記初期励磁用磁石は、このような初期励磁に必要な磁力を発生する永久磁石であるため、通常の、つまり常時の発電電力を得るための永久磁石に比べて極弱い磁力を発生する磁石で済む。そのため、高価なレアメタルは不用で、フェライト磁石等の安価な材料で済み、また小さな磁石で済み、コギングトルクも実用上で問題とならない程度となる。

また、リラクタンス発電機と異なり、自励式の発電機の改良であるため、実用化も行い易い。

[0016] この発明の一実施形態において、前記初期励磁用磁石は、前記界磁鉄心の磁極における前記出力鉄心と対向する面に埋め込んでも良く、また前記界磁鉄心における隣合う磁極部の間に埋め込んでも良い。これらのように初期励磁用磁石を出力鉄心との対向面、または磁極部間に埋め込むことで、初期励磁用磁石が発生する磁力が、回転始動時の初期励磁に効果的に利用される。

[0017] 前記界磁鉄心に前記初期励磁用磁石を設ける場合に、この初期励磁用磁石

の発生する磁束の向きは、前記主界磁巻線に流れる励磁電流がつくる磁束の向きと同じであることが好ましい。

このように磁束の向きを揃えることで、初期励磁用磁石が発生する磁力が、回転始動時の初期励磁に効果的に利用される。

[0018] この発明の一実施形態において、当該発電機が、前記ロータが風車によって回転駆動される風力発電用発電機として構成されていてもよい。

このように、軽いトルクであっても回転を開始でき、低速回転であっても発電が行えて、変動の大きい自然力を利用する風力発電において、効率的に発電することができる。

[0019] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも2つの構成のどのような組合せも、本発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の2つ以上のどのような組合せも、本発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]この発明の第1の実施形態にかかる発電機の発電機本体の破断正面図と着磁手段の回路図とを組み合わせた説明図である。

[図2]同発電機の電機本体を直線状に展開して示す説明図である。

[図3]同発電機の発電機本体の等価回路図である。

[図4]この発明の他の実施形態にかかる発電機の等価回路図である。

[図5]この発明のさらに他の実施形態にかかる発電機の発電機本体の破断正面図と外部負荷の回路図とを組み合わせた説明図である。

[図6]同他の実施形態における界磁鉄心の斜視図である。

[図7]同界磁鉄心の変形例の斜視図である。

[図8]この発明のさらに他の実施形態にかかる発電機の発電機本体の破断正面図と一部の回路とを示す説明図である。

[図9]同発電機の破断側面図である。

[図10]同発電機を搭載した風力発電装置の破断側面図である。

[図11]図8、図9の発電機についての磁場解析によるコイル電圧、鎖交磁束の立ち上がり波形を示すグラフである。

[図12]同発電機の磁場解析による磁束の状態の説明図である。

[図13]同磁場解析による磁束の他の状態の説明図である。

発明を実施するための形態

[0021] この発明の第1の実施形態を図1ないし図4と共に説明する。図1は、本実施形態に係る発電機Gの発電機本体1の破断正面図、並びに着磁手段2および外部負荷3の電気回路図を組み合わせた説明図である。図2は、同図の発電機本体1を直線状に描いた模式図である。この実施形態は、初期励磁手段を着磁手段2とした例である。

[0022] 図1において、発電機Gは、発電機本体1が、環状のステータ4と、このステータ4の内側にステータ4の中心周りで回転自在に設置されたロータ5とで構成される。ステータ4は出力鉄心6と出力巻線7とからなる。この実施形態は2極発電機に適用した例であり、出力鉄心6は、円環状のヨーク部6aの円周方向2箇所、内側へ突出する歯状の磁極部6bが形成されている。各磁極部6bに前記出力巻線7が巻かれている。各磁極部6bの出力巻線7は、図2に示すように、出力鉄心6の隣り合う磁極部6bの内径側を向く磁極面に互いに異なる磁極が現れるように直列に接続されている。出力巻線7の両端が端子7a、7bとなり、これら端子7a、7bに図1のように外部負荷3を接続し、発電機Gから電流を外部に取り出す。

[0023] ロータ5は、界磁鉄心8と、この界磁鉄心8に巻かれた主界磁巻線9および副界磁巻線10とからなる。界磁鉄心8は、中心孔を有する鉄心本体8aの外周に、外径側へ突出する複数の歯状の磁極部8bが円周方向に並んで設けられている。この磁極部8bは、出力鉄心6の一つの磁極部6bに対してそれぞれ3つずつ設けられている。主界磁巻線9は、隣合う2つの磁極部8b、8bに渡って巻かれている。これら2つの磁極部8b、8bに渡って巻かれた各主界磁巻線9は、2つ一組となった隣合う磁極組同士の磁極面に異なる磁極が現れるように互いに直列に接続されている。副界磁巻線10は、主界磁巻線9と一つの磁極部8bの分だけ位相をずらせて、主界磁巻線9と同様に、隣合う2つの磁極部8b、8bに渡って巻かれている。これら2つ

の磁極部 8 b, 8 b に渡って巻かれた各副界磁巻線 10 は、2 つ一組となった隣合う磁極組同士の磁極面に異なる磁極が現れるように互いに直列に接続されている。図 2 に示すように、主界磁巻線 9 の直列接続体の両端には端子 9 a, 9 b が形成されており、副界磁巻線 10 の直列接続体の両端には端子 10 a, 10 b が形成されている。

[0024] 図 3 に示すように、主界磁巻線 9 には並列に第 1 整流素子 11 が接続され、主界磁巻線 9 には第 1 整流素子 11 が流すことができる向き of 電流が流れる。副界磁巻線 10 は主界磁巻線 9 と直列に接続され、かつ副界磁巻線 10 と直列に第 2 整流素子 12 が接続され、副界磁巻線 10 には主界磁巻線 9 と同じ方向 of 電流のみが流れる。図中の矢印は電流の流れる方向を示す。

[0025] この発電機 G は、このような副界磁巻線 10 を有する構成 of 自励型 of 発電機において、図 1 に示すように、初期励磁手段となる着磁手段 2 を設けている。出力巻線 7 に、スイッチング素子 13 を介して着磁用電源 14 が外部負荷 3 と並列に接続されている。前記着磁用電源 14 とスイッチング素子 13 とで前記着磁手段 2 が構成される。スイッチング素子 13 としては、例えば、半導体スイッチング素子または有接点 of スイッチが用いられる。着磁用電源 14 は 2 次電池またはコンデンサ等 of 蓄電手段である。外部負荷 3 が 2 次電池の場合、それを着磁用電源として用いても良い。

[0026] 着磁をするには、所定 of 大きさ of 電流を極短時間流せば良い。着磁の程度は、発電の開始のための初期励磁に必要な残留磁気が得られる程度で良く、電圧とスイッチング素子 13 のオン時間による電流の大きさなどで定められる。スイッチング素子 13 の開閉操作は、開閉制御手段 15 によって行われる。開閉制御手段 15 は、例えば、ロータ 5 の回転を検出する回転検出手段 16 の検出信号を監視し、ロータ 5 が静止状態から回転を開始したことが検出されると、スイッチング素子 13 を着磁に必要な設定時間だけオンさせる。なお、ロータ 5 の回転の停止時間が短い場合は残留磁気が十分に残っているため、開閉制御手段 15 は、設定時間以上 of ロータ 5 の停止の後に回転を開始した場合のみスイッチング素子 13 をオンさせるなど、設定条件に従って

スイッチング素子 13 をオンさせるように制御しても良い。

[0027] 図 1 の実施形態では出力巻線 7 に着磁用電源 14 を接続したが、図 4 に示すように、主界磁巻線 9 および副界磁巻線 10 にスイッチング素子 13 を介して着磁用電源 14 を接続しても良い。この例の場合も、着磁用電源 14 は 2 次電池またはコンデンサである。着磁をするには、所定の大きさの電流を極短時間流せば良い。スイッチング素子 13 は、図 1 の実施形態と同様に開閉制御手段 15 で開閉制御される。

[0028] 第 1 の実施形態の動作を説明する。ロータ 5 が回転し発電を行っている場合の動作を説明する。図 3 に示すように、主界磁巻線 9 には並列に第 1 整流素子 11 が接続されているため、主界磁巻線 9 には第 1 整流素子 11 が流すことができる向きの電流が流れる。そのため、主界磁巻線 9 に流すことができる電流によって決まる向きの磁束が発生する。また、電磁誘導により、電流がつくる磁束と同方向の磁束の減少を妨げる向きに電流が流れるが、磁束が増えるのを阻止する向きには電流は流れない。そのため、磁束の減少は妨げられるが、磁束の増加は妨げられない。副界磁巻線 10 には直列に第 2 整流素子 12 が接続され、主界磁巻線 9 と同じ方向の電流のみが流れる。

[0029] 出力鉄心 6 または界磁鉄心 8 の残留磁気により、主界磁巻線 9 に電流が流れる。この電流により主界磁巻線 9 がつくる磁束により副界磁巻線 10 に鎖交する磁束が変化して、副界磁巻線 10 に電圧が発生する。この電圧で副界磁巻線 10 が主界磁巻線 9 を介して電流を供給し、主界磁巻線 9 に流れる電流を増加させる。副界磁巻線 10 に電圧が誘起されずに電流を供給していない場合、主界磁巻線 9 には整流子 11 を通して還流電流が流れ、主界磁巻線 9 の磁束を維持する。主界磁巻線 9 に電流が供給され、主界磁巻線 9 がつくる磁束が大きくなるので、副界磁巻線 10 に鎖交する磁束も大きくなり、さらに大きい電流が主界磁巻線 9 に供給される。このように、主界磁巻線 9 の電流が次第に増加し、発電に必要な界磁磁束がつくられる。出力鉄心 6 と界磁鉄心 8 の相對運動により、出力巻線 7 の鎖交磁束が変化して電圧が発生する。

- [0030] 上記のように、ロータ5が回転を行っている間に発電を行うが、ロータ5がある程度長い時間を停止していると、出力鉄心6および界磁鉄心8のいずれにも残留磁気がなく、または残留磁気が不十分であって、発電を開始できない。そこで、この実施形態では、ロータ5の停止後の回転の開始時に、着磁手段2のスイッチング素子13をオンにして着磁用電源14から出力巻線7に着磁電流を流し、出力鉄心6を着磁する。磁束は前記のように回転を続けると次第に大きくなるため、着磁の程度は、発電の開始のための初期励磁に必要な残留磁気が得られる程度で良い。そのため、着磁をするには、所定の大きさの電流を極短時間流せば良い。この着磁により、ロータ5の長時間の停止後にも、回転の再開により発電が確実に開始される。
- [0031] 図4の実施形態の場合は、ロータ5の停止後の回転の開始時に、着磁手段2のスイッチング素子13をオンにして着磁用電源14から主界磁巻線9に着磁電流を流し、界磁鉄心8を着磁する。このように界磁鉄心8を着磁した場合も、ロータ5の長時間の停止後にも、発電が開始される。
- [0032] 前記第1の実施形態および図4の構成の発電機Gによると、次の利点を得られる。副界磁巻線10を用いて励磁を行う自励式であるため、永久磁石や、外部からの他励のための給電を行う外部電源を必要とせずに発電が行える。永久磁石を用いないため、コギングトルクが発生せず、小さなトルクでロータ5を回転させることができる。自励式であるが、発電の初期励磁に必要な磁力を発生することが可能な程度に、発電機Gのいずれかの鉄心を着磁する着磁手段2を設けたため、回転の停止後や分解保守の後であっても、また低速回転であっても、確実に発電を開始することができる。前記着磁手段2は必要となるが、この着磁手段2は発電の初期励磁に必要な磁力を発生することが可能な程度に着磁を行えるものであれば足りるため、他励式の発電機における外部電源に比べて飛躍的に小型のもので済む。
- [0033] 図5および図6は、この発明のさらに他の実施形態を示す。この実施形態は、図1ないし図3に示す第1の実施形態において、初期励磁手段につき着磁手段2に代えて初期励磁用磁石31を設けた例である。初期励磁用磁石3

1は、図5に示すように、界磁鉄心8に埋め込まれている。初期励磁用磁石31は、発電の初期励磁に必要な磁力を発生させる永久磁石であり、初期励磁に必要な磁力を確実に発生できるように余裕を考慮した範囲で、出来るだけ小さなものが用いられる。また、初期励磁用磁石31には、例えば、希土類磁石に比べて安価なフェライト磁石が用いることができる。この初期励磁用磁石31は、発生する磁束の向きが、前記主界磁巻線9に流れる励磁電流がつくる磁束の向きと同じとなる向きとされる。初期励磁用磁石31の個数は、この例では出力鉄心6の磁極部6bの個数と同じであり、2個とされているが、一つであっても良い。また、出力鉄心6の磁極部6bを4極や8極、16極とする場合に、2個であっても、磁極数に応じた個数としても良い。

[0034] 初期励磁用磁石31は、図6の例のように、界磁鉄心8の突出した磁極部8bの軸方向厚さの全体に渡って設けている。換言すれば、初期励磁用磁石31を、界磁鉄心8の磁極部8bを円周方向に並ぶ2つの分割磁極部8ba、8baに分割してその2つの分割磁極部8ba、8ba間に介在させている。

[0035] 初期励磁用磁石31は、この他に、図7に示すように、界磁鉄心8の磁極部8bにおける前記出力鉄心6と対向する面8bbに埋め込んだものであっても良い。同図の例では、初期励磁用磁石31を、磁極部8bの前記対向面8bbの中央に埋め込んでいる。

[0036] この実施形態に係る発電機Gの動作を説明する。連続回転しているときの発電機Gの動作は第1の実施形態の場合と同様であるため、説明を省略する。この実施形態の場合、上記と同様に、ロータ5が回転を行っている間に発電を行うが、ロータ5がある程度長い時間停止していると、出力鉄心6および界磁鉄心8のいずれにも残留磁気がなく、または残留磁気が不十分であって、発電を開始できない。そこで、この実施形態では、初期励磁用磁石31を設けており、この初期励磁用磁石31の発生する磁束により、ロータ5の長時間の停止後にも、回転の再開により発電が確実に開始される。

- [0037] この構成の発電機Gによると、次の利点が得られる。副界磁巻線10を用いて励磁を行う自励式であるため、発電用の永久磁石や、外部からの他励のための給電を行う外部電源を必要とせずに発電が行える。発電用の永久磁石を用いないため、コギングトルクが発生せず、小さなトルクでロータ5を回転させることができる。自励式であるが、初期励磁用磁石31を前記界磁鉄心8に設けたため、回転の停止後や分解保守の後であっても、また低速回転であっても、確実に発電を開始することができる。
- [0038] 初期励磁用磁石31は設けるが、自励式の発電機では、前述のように回転するに従って磁束が増大するため、初期励磁に必要な磁力は極小さな磁力で済む。初期励磁用磁石31は、この程度の小さな初期励磁に必要な磁力を発生する永久磁石であるため、通常発電電力を得る永久磁石に比べて極弱い磁力を発生する磁石で済む。そのため、高価なレアメタルは不用で、フェライト磁石等の安価な材料で済み、また小さな磁石で済み、コギングトルクも実用上で問題とならない程度となる。また、リラクタンス発電機と異なり、自励式の発電機の改良であるため、実用化も行い易い。
- [0039] なお、上記実施形態では、ステータ4側を出力鉄心6、ロータ5側を界磁鉄心8としたが、これとは逆にステータ4側を界磁鉄心8とし、ロータ5側を出力鉄心6としても良い。また上記実施形態では2極発電機としたが、4極、8極、16極など、多極の発電機としても良い。
- [0040] また、上記各実施形態では、初期励磁手段として着磁手段2または初期励磁用磁石31を設けたが、初期励磁手段として、着磁まではしないが、発電の初期励磁に必要な程度に、前記出力鉄心6および界磁鉄心8のいずれか一方または両方に磁力が発生するように、いずれかの巻線7, 8, 9に回転初期の定められた時間のみ電流を付与する手段（図示せず）を設けても良い。
- [0041] 図8は、ステータ4側を界磁鉄心8とし、ロータ5側を出力鉄心6とし、4極発電機とした例を示す。原理は第1の実施形態と同様であるため、対応部分に同一符号を付してその説明を省略する。また、初期励磁手段については図示を省略している。初期励磁手段は、前記着磁手段2であっても、また

前記初期励磁用磁石 3 1 であっても良い。初期励磁用磁石 3 1 を用いる場合、この実施形態ではステータ 4 側に設ける。

[0042] 図 9 に示すように、ロータ 5 は、シャフト 2 1 に取付けられ、シャフト 2 1 と共にフレーム 2 2 に対して軸受 2 3 により回転自在に支持されている。ステータ 4 はフレーム 2 2 に固定されている。ロータ 5 の出力巻線は、スリップリング 2 4 とブラシ 2 5 とを介して固定側に取り出されている。

[0043] 図 1 0 は、図 1 もしくは図 4 の実施形態に係る発電機 G、または図 5 ~ 図 8 のいずれかの実施形態に係る発電機 G を風力発電用発電機として搭載した風力発電装置 W の破断側面図である。この風力発電装置 W は、支持台 4 1 上にナセル 4 2 が水平回転自在に設けられている。ナセル 4 2 のケーシング 4 3 内において、軸受 4 4 により主軸 4 5 が回転自在に支持されている。主軸 4 5 のケーシング 4 3 外に突出した一端に、旋回翼であるブレード（風車）4 6 が取付けてある。主軸 4 5 の他端は増速機 4 7 に接続され、増速機 4 7 の出力軸 4 8 が、風力発電用発電機である発電機 G のロータ軸に結合されている。このようにして、発電機 G のロータがブレード 4 6 によって回転駆動される。

[0044] このように、発電機 G を風力発電用発電機として用いることにより、軽いトルクであっても回転を開始でき、低速回転であっても発電が行えて、変動の大きい自然力を利用する風力発電において、効率的に発電することができる。

[0045] なお、上記各実施形態に係る発電機 G は、風力発電用のほかにも、流水を用いる発電や、他の自然力を用いる発電など、種々のエネルギー源の発電に利用することができる。

[0046] 図 1 1 ~ 図 1 3 に、図 8, 図 9 の構成の発電機について試作および磁場解析を行った結果を示す。

図 1 1 は、磁場解析によるコイル電圧、鎖交磁束の立ち上がり波形を示す。同図から、メインコイルの鎖交磁束が徐々に増加していく状態が分かる。なお、同図における「メインコイル」は、実施形態で言う「主界磁巻線 9」

に相当し、「サブコイル」は実施形態で言う「副界磁巻線10」に相当する。また、「ロータコイル」は「出力巻線7」に相当する。図12, 図13から、ロータ5の回転による各部の磁束密度の変化が分かる。

符号の説明

- [0047] 1…発電機本体
2…着磁手段（初期励磁手段）
3…外部負荷
4…ステータ
5…ロータ
6…出力鉄心
6a…ヨーク部
6b…磁極部
7…出力巻線
8…界磁鉄心
8a…鉄心本体
8b…磁極部
9…主界磁巻線
10…副界磁巻線
11…第1整流素子
12…第2整流素子
13…スイッチング素子
14…着磁用電源
15…開閉制御手段
16…回転検出手段
31…初期励磁用磁石（初期励磁手段）
G…発電機
W…風力発電装置

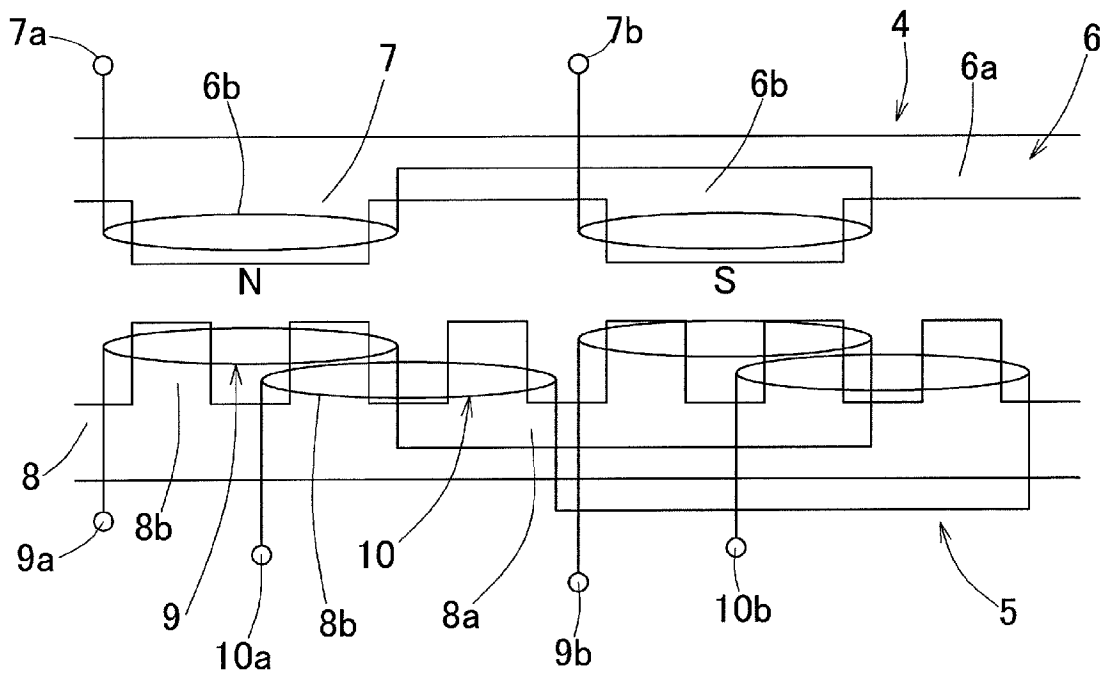
請求の範囲

- [請求項1] 出力巻線が巻かれた出力鉄心と、
主界磁巻線および副界磁巻線が巻かれた界磁鉄心と、
を備え、
前記出力鉄心および前記界磁鉄心のいずれか一方がステータとなり、
他方がロータとなり、前記主界磁巻線に第1整流素子が接続され、
前記副界磁巻線に第2整流素子が接続され、前記ステータとロータとの
相対回転により発電電力を得る自励式の発電機であって、
発電の初期励磁に必要な程度に、前記出力鉄心および界磁鉄心のい
ずれか一方または両方に磁力を付与する初期励磁手段を設けた発電機
。
- [請求項2] 請求項1に記載の発電機において、前記初期励磁手段が、発電の初
期励磁に必要な磁力を発生することが可能な程度に、前記出力鉄心お
よび界磁鉄心のいずれか一方または両方を着磁する着磁手段である発
電機。
- [請求項3] 請求項2に記載の発電機において、前記着磁手段は、前記出力巻線
、前記主界磁巻線および前記副界磁巻線のいずれかに着磁用電流を通
電する構成である発電機。
- [請求項4] 請求項3に記載の発電機において、前記着磁用電流は直流電流であ
る発電機。
- [請求項5] 請求項3に記載の発電機において、前記着磁用電流はパルス状の電
流である発電機。
- [請求項6] 請求項3から5のいずれか一項に記載の発電機において、前記着磁
手段は、
2次電池またはコンデンサからなる着磁用電源と、
前記着磁用電流を通電する前記出力巻線と前記着磁用電源との間、
または前記主界磁巻線および前記副界磁巻線と前記着磁用電源との間
に介在させたスイッチング素子と、

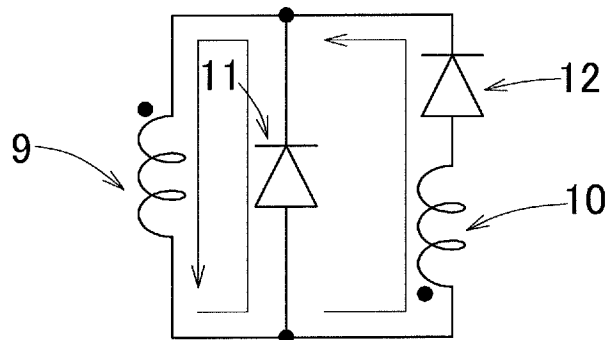
でなる発電機。

- [請求項7] 請求項1に記載の発電機において、前記初期励磁手段が、前記界磁鉄心に設けられて発電の初期励磁に必要な磁力を発生する永久磁石からなる初期励磁用磁石である発電機。
- [請求項8] 請求項7に記載の発電機において、前記界磁鉄心の磁極における、前記出力鉄心と対向する面に前記初期励磁用磁石を埋め込んだ発電機。
- [請求項9] 請求項7に記載の発電機において、前記界磁鉄心における隣合う磁極部の間に前記初期励磁用磁石を埋め込んだ発電機。
- [請求項10] 請求項7から9のいずれか一項に記載の発電機において、前記界磁鉄心に設けた前記初期励磁用磁石の発生する磁束の向きは、前記主界磁巻線に流れる励磁電流がつくる磁束の向きと同じである発電機。
- [請求項11] 請求項1から10のいずれか一項に記載の発電機において、前記ロータが風車によって回転駆動される風力発電用発電機として構成されている発電機。

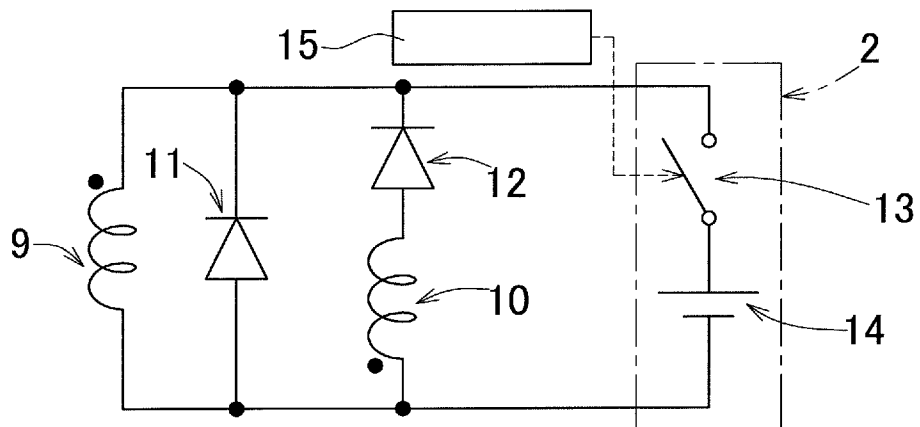
[図2]



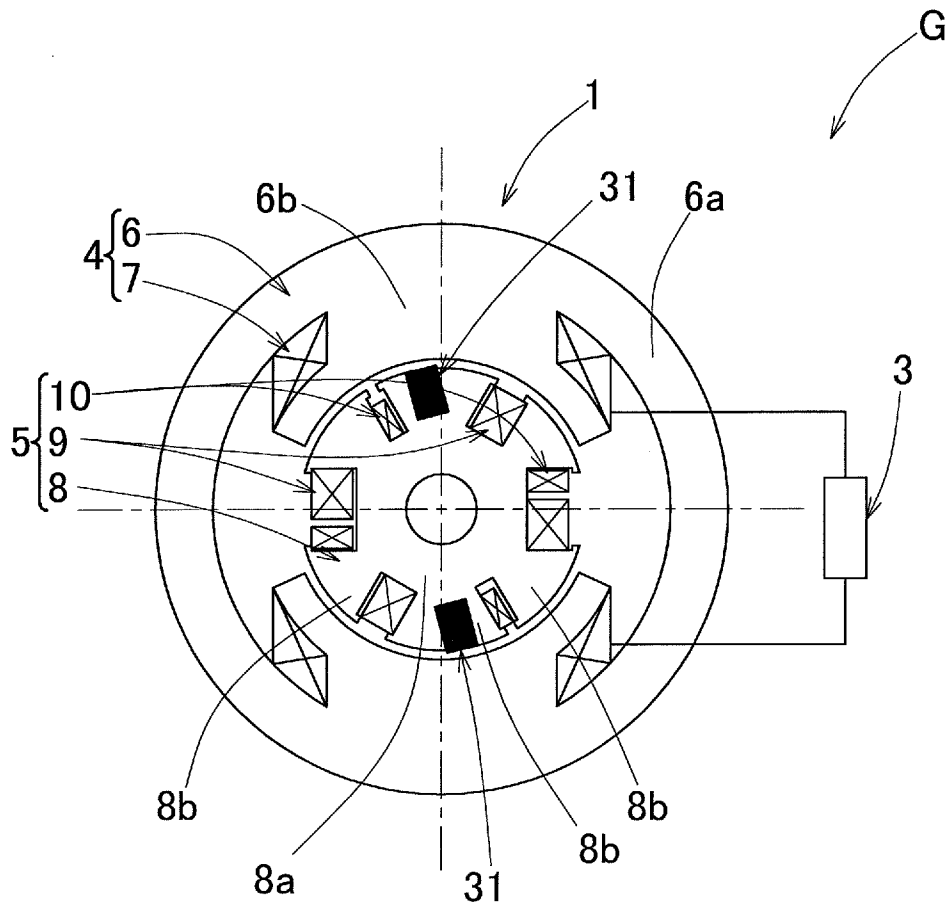
[図3]



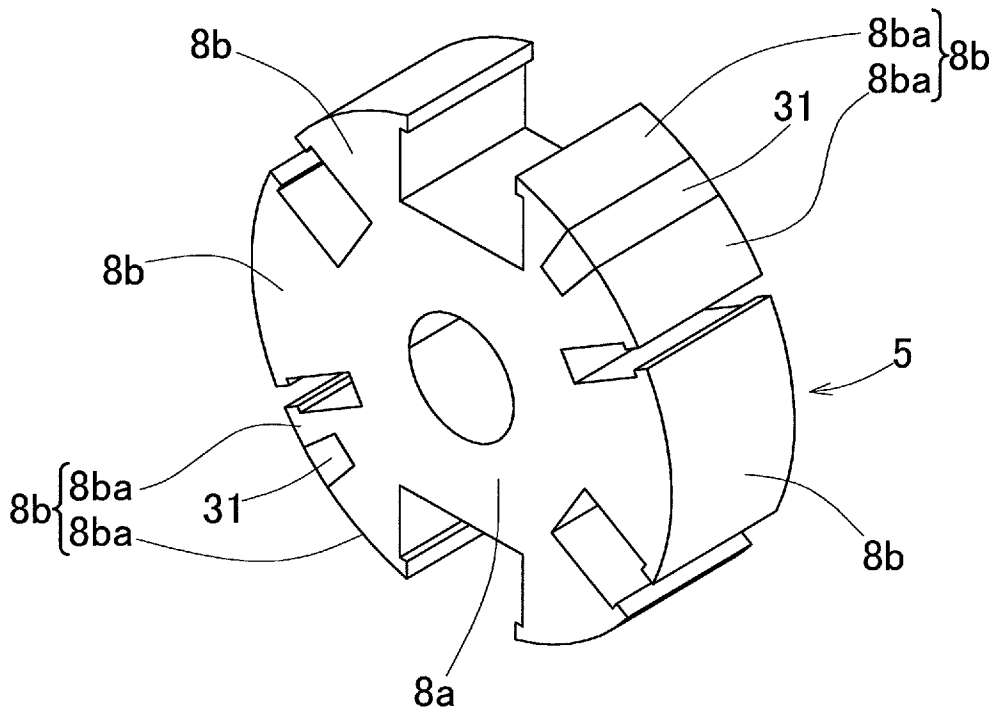
[図4]



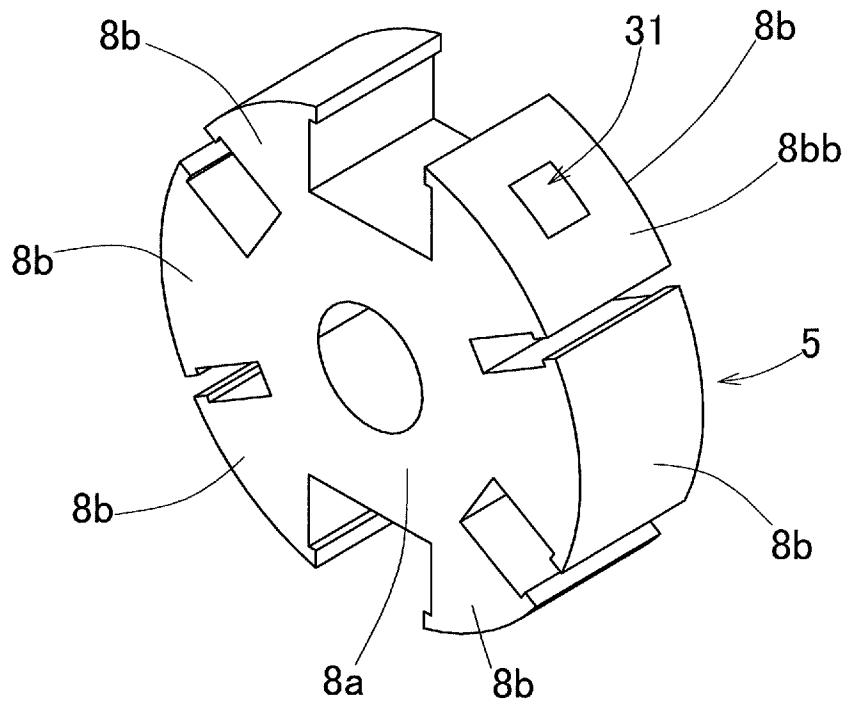
[図5]



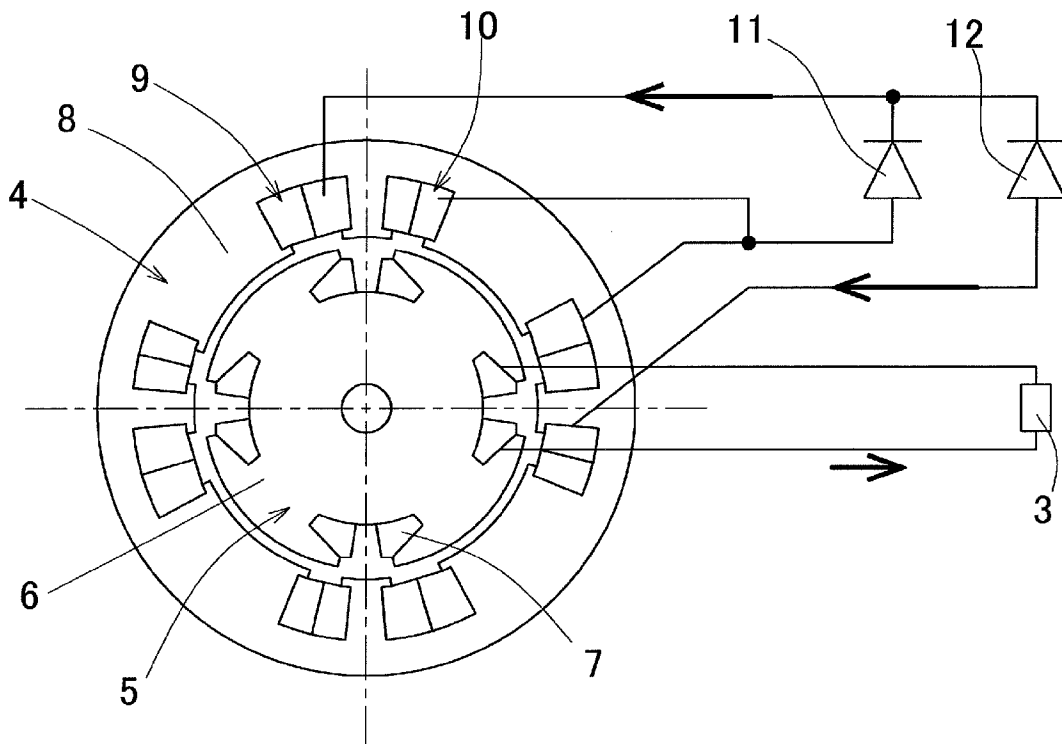
[図6]



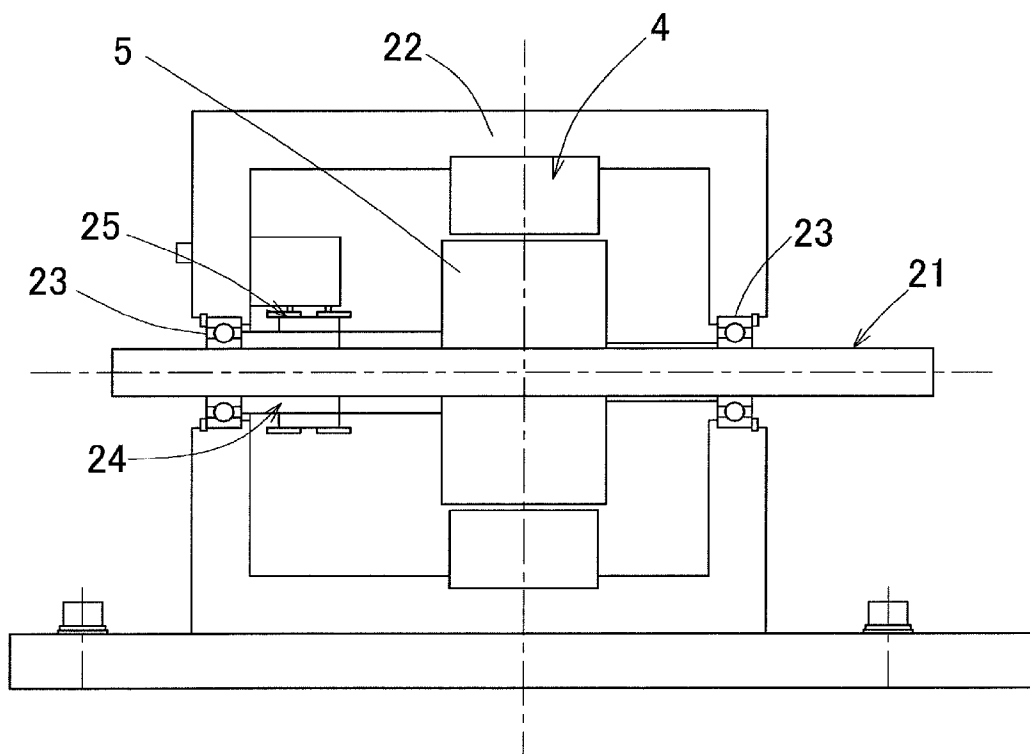
[図7]



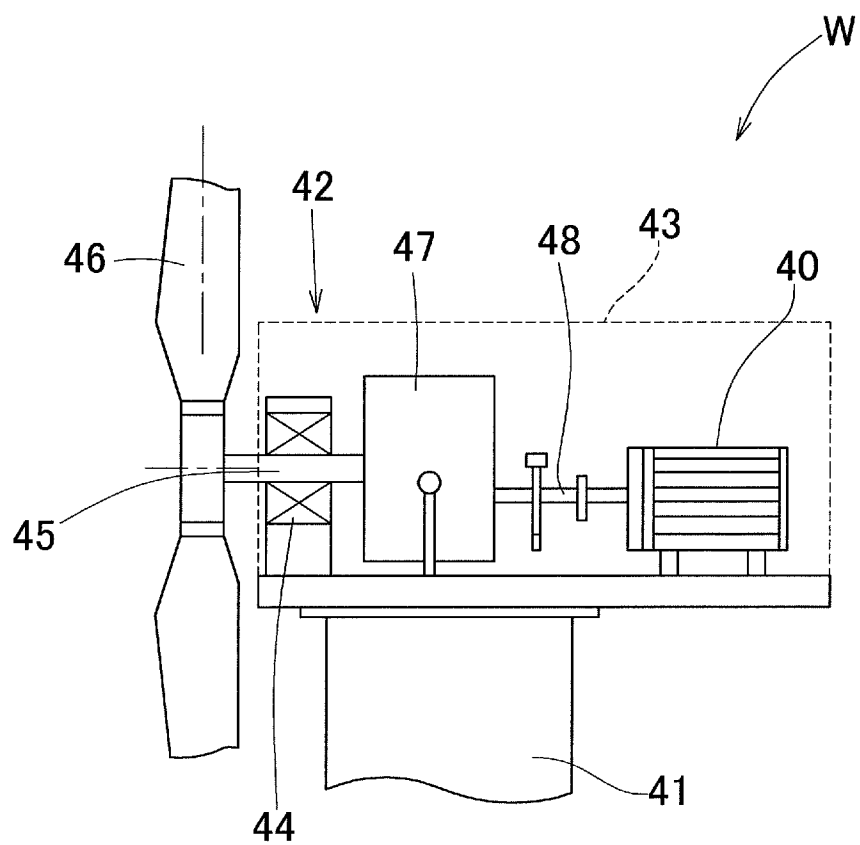
[図8]



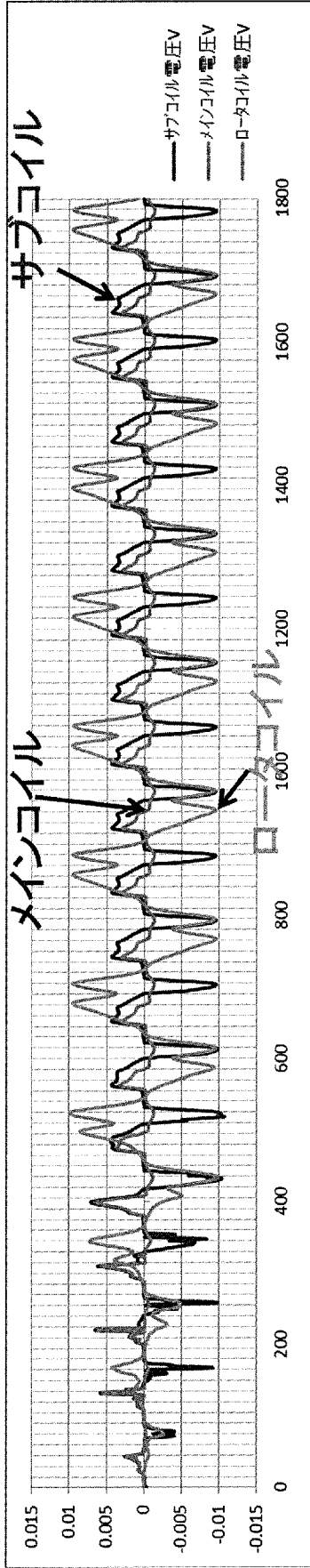
[図9]



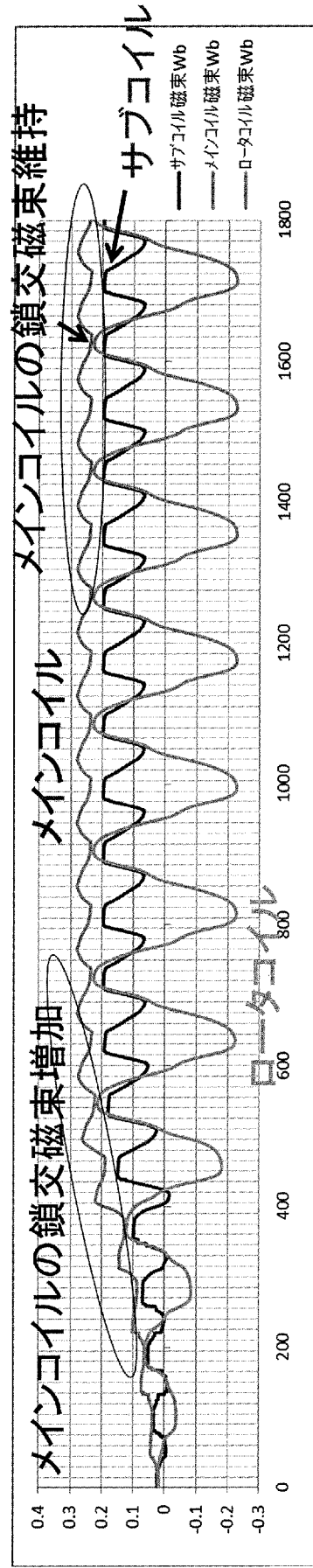
[図10]



[図11]

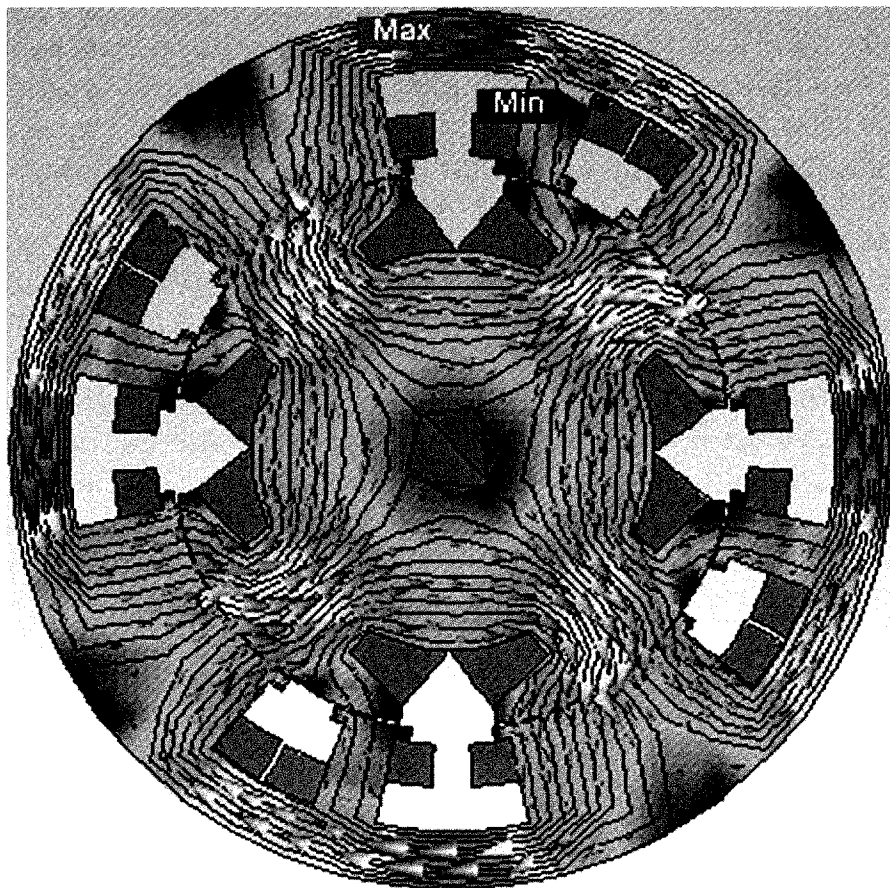


コイルの電圧

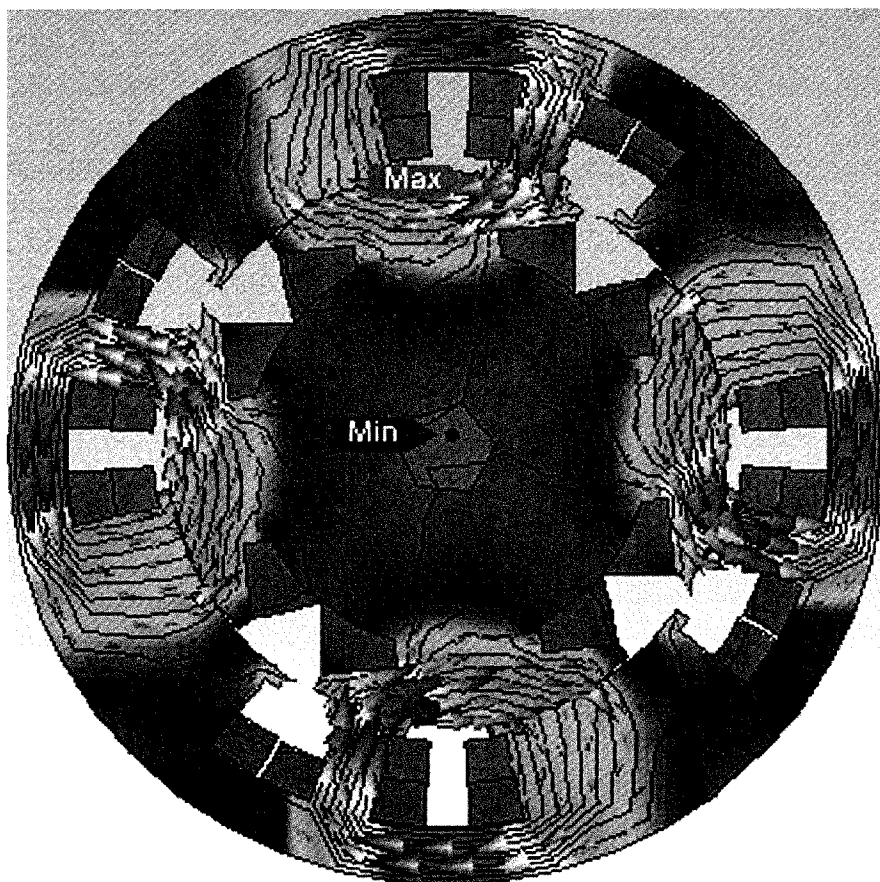


コイルの鎖交磁束

[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/070375

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02P9/08 (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)
H02P9/08

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y	JP 54-140113 A (Nippondenso Co., Ltd.), 31 October 1979 (31.10.1979), page 1, left column, line 19 to page 3, upper right column, line 8; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-11
Y	JP 7-16000 A (Hitachi, Ltd.), 17 January 1995 (17.01.1995), paragraphs [0008] to [0010]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 06 August 2015 (06.08.15)	Date of mailing of the international search report 18 August 2015 (18.08.15)
--	---

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070375

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 165537/1984 (Laid-open No. 81771/1986) (Sawafuji Electric Co., Ltd.), 30 May 1986 (30.05.1986), specification, page 2, lines 8 to 20; fig. 4 (Family: none)	7-8, 10
Y	JP 50-106122 A (Kokusan Denki Co., Ltd.), 21 August 1975 (21.08.1975), page 1, right column, line 12 to page 2, upper right column, line 16; fig. 1 (Family: none)	7, 9-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H02P9/08(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（IPC））
 Int.Cl. H02P9/08

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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2015年
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年
 日本国登録実用新案公報 1994-2015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
Y	JP 54-140113 A（日本電装株式会社）1979.10.31, 第1頁左欄第19行から第3頁右上欄第8行, 第1-2図（ファミリーなし）	1-11
Y	JP 7-16000 A（株式会社日立製作所）1995.01.17, 段落0008-0010, 図1-2（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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 06.08.2015	国際調査報告の発送日 18.08.2015
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/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） 高橋 祐介 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	3V	3027
--	---	----	------

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	日本国実用新案登録出願59-165537号(日本国実用新案登録出願公開61-81771号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(澤藤電機株式会社)1986.05.30, 明細書第2頁第8行から第20行, 第4図(ファミリーなし)	7-8, 10
Y	JP 50-106122 A (国産電機株式会社) 1975.08.21, 第1頁右欄第12行から第2頁右上欄第16行, 第1図(ファミリーなし)	7, 9-10