

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4524110号  
(P4524110)

(45) 発行日 平成22年8月11日(2010.8.11)

(24) 登録日 平成22年6月4日(2010.6.4)

(51) Int.Cl. F I  
 HO2K 1/06 (2006.01) HO2K 1/06 Z  
 HO2K 21/24 (2006.01) HO2K 21/24 G

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2003-557088 (P2003-557088)	(73) 特許権者	501494791
(86) (22) 出願日	平成14年12月25日(2002.12.25)		平松 敬司
(86) 国際出願番号	PCT/JP2002/013589		滋賀県草津市平井5丁目3番16号
(87) 国際公開番号	W02003/056688	(74) 代理人	100094248
(87) 国際公開日	平成15年7月10日(2003.7.10)		弁理士 楠本 高義
審査請求日	平成17年12月21日(2005.12.21)	(72) 発明者	平松 敬司
(31) 優先権主張番号	特願2001-392321 (P2001-392321)		日本国滋賀県草津市平井5丁目3番16号
(32) 優先日	平成13年12月25日(2001.12.25)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	審査官	河村 勝也
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸を中心とした放射状で、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された永久磁石と、電気的に絶縁されたボビンに巻かれているコイルと、前記永久磁石から発生する磁束を前記コイルに印加する、複数の金属片で構成される磁束印加手段と、回転軸を中心に放射状に配置され、前記永久磁石に磁化される複数の被吸着片が非磁性体の固定台に固定されて構成される引力手段と、によって構成される起電手段を含み、前記引力手段を構成する各被吸着片が、前記磁束印加手段を構成する各金属片の間を2分する位置に配置され、前記起電手段が、同一の回転軸に複数連結されており、各々の起電手段における、磁束印加手段を構成する複数の金属片が、コギングトルクを相殺し得るように回転軸に対して異なる位置にある発電機。

10

【請求項2】

回転軸を中心とした放射状で、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された永久磁石と、電気的に絶縁されたボビンに巻かれているコイルと、前記永久磁石から発生する磁束を前記コイルに印加する、複数の金属片で構成される磁束印加手段と、回転軸を中心に放射状に配置され、前記永久磁石に磁化される複数の被吸着片が非磁性体の固定台に固定されて構成される引力手段と、によって構成される起電手段を含み、前記引力手段を構成する各被吸着片が、前記磁束印加手段を構成する各金属片の間を2分する位置に配置され、前記起電手段が、同一の回転軸に複数連結されており、各々の起電手段における、永久磁石の磁極の位置が、コギングトルクを相殺し得るように回転軸に対して異なる位置にある

20

発電機。

【請求項 3】

回転軸を中心に円周に沿って交互に磁極が配置された円筒状の永久磁石と、電氣的に絶縁されたボビンに巻かれたコイルと、前記永久磁石の外周を被う複数の金属片で構成され、前記コイルに磁束を印加する磁束印加手段と、回転軸を中心に放射状に配置され、前記永久磁石の外周を被う複数の被吸着片が非磁性体の固定台に固定されて構成される引力手段と、によって構成される起電手段を含み、前記引力手段を構成する各被吸着片が、前記磁束印加手段を構成する各金属片の間を2分する位置に配置され、前記起電手段が、同一の回転軸に複数連結されており、各々の起電手段における、磁束印加手段を構成する複数の金属片が、コギングトルクを相殺し得るように回転軸に対して異なる位置にある発電機。

10

【請求項 4】

回転軸を中心に円周に沿って交互に磁極が配置された円筒状の永久磁石と、電氣的に絶縁されたボビンに巻かれたコイルと、前記永久磁石の外周を被う複数の金属片で構成され、前記コイルに磁束を印加する磁束印加手段と、回転軸を中心に放射状に配置され、前記永久磁石の外周を被う複数の被吸着片が非磁性体の固定台に固定されて構成される引力手段と、によって構成される起電手段を含み、前記引力手段を構成する各被吸着片が、前記磁束印加手段を構成する各金属片の間を2分する位置に配置され、前記起電手段が、同一の回転軸に複数連結されており、各々の起電手段における、永久磁石の磁極の位置が、コギングトルクを相殺し得るように回転軸に対して異なる位置にある発電機。

20

【請求項 5】

回転軸を中心として円周方向に磁極が交互に配置された環状の永久磁石と、電氣的に絶縁されたボビンに巻かれたコイルと、回転軸を中心に放射状に配置され、該コイルの外周を被う複数の金属片で構成される磁束印加手段と、回転軸を中心に放射状に配置され、前記永久磁石に磁化される複数の被吸着片が非磁性体の固定台に固定されて構成される引力手段と、によって構成される起電手段を含み、前記引力手段を構成する各被吸着片が、前記磁束印加手段を構成する各金属片の間を2分する位置に配置され、前記起電手段が、同一の回転軸に複数連結されており、各々の起電手段における、磁束印加手段を構成する複数の金属片が、コギングトルクを相殺し得るように回転軸に対して異なる位置にある発電機。

。

30

【請求項 6】

回転軸を中心として円周方向に磁極が交互に配置された環状の永久磁石と、電氣的に絶縁されたボビンに巻かれたコイルと、回転軸を中心に放射状に配置され、該コイルの外周を被う複数の金属片で構成される磁束印加手段と、回転軸を中心に放射状に配置され、前記永久磁石に磁化される複数の被吸着片が非磁性体の固定台に固定されて構成される引力手段と、によって構成される起電手段を含み、前記引力手段を構成する各被吸着片が、前記磁束印加手段を構成する各金属片の間を2分する位置に配置され、前記起電手段が、同一の回転軸に複数連結されており、各々の起電手段における、永久磁石の磁極の位置が、コギングトルクを相殺し得るように回転軸に対して異なる位置にある発電機。

【発明の詳細な説明】

技術分野

40

この発明は発電機に関し、詳しくは、磁界を供給する手段がヨークを吸着することで発生する所謂コギングトルクにより回転軸に与える影響を、減少させる発電機に関する。

背景技術

発電機を動作原理で分類すれば、同期発電機、誘導発電機、直流発電機に分けられる。何れの方式でも、線材が巻かれたコイルに磁界が与えられることにより、コイルに起電力を生じさせている。

小型の同期発電機として一般的に知られている自転車の照明用発電機は、N極とS極とが交互に配された永久磁石を回転させることで、コイルを横切るよう設けられた鉄片が磁化され、コイルに起電力が生じる。

このようにコイルに設けられた鉄片は、コイルに効率的に磁界を与えるために永久磁石と

50

短い隙間を保って近接している。ところで、強力な磁界をコイルに与えるために、永久磁石の磁力を強力なものにすると、この接近している鉄片と永久磁石の間に、永久磁石が鉄片を吸着しようとする大きな引力が働くことになる。この引力が回転軸に及ぼす力をコギングトルクという。このコギングトルクが大きいものであると、回転トルクの変動、異常振動あるいは騒音等の問題が発生する。例えば、自転車の発電機において車輪を回転させることに大きな負荷が生じることになる。また、風力発電等に用いられる発電機においては、コギングトルクが大きいと、回転翼が動き始める始動トルクが大きくなる。また、回転翼を連続して回転させるための抵抗も大きくなる。よって、微風の状態で発電することは困難であった。

#### 発明の開示

本発明においては、回転軸に対し放射状に、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された永久磁石と、電氣的に絶縁されたボビンに巻かれたコイルと、前記永久磁石に対し相対的に回転して、前記永久磁石の磁束を前記コイルに印加する複数の金属片とを含む発電機であって、回転軸に対し放射状に配置され、前記永久磁石によって磁化される複数の被吸着片を備えた引力手段を含み、前記引力手段の各被吸着片が、前記各金属片と異なる位置に配置されている構成を採用している。

また、本発明においては、回転軸に対し放射状に、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された永久磁石と、電氣的に絶縁されたボビンに巻かれたコイルと、前記永久磁石に対し相対的に回転して、前記永久磁石の磁束を前記コイルに印加する複数の金属片とを含む発電機であって、回転軸に対し放射状に配置され、前記永久磁石によって磁化される複数の被吸着片を備えた引力手段を含み、前記引力手段の各被吸着片が、前記各金属片の間を等分する位置に配置されている構成を採用している。

また、本発明においては、回転軸に対し放射状に、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された永久磁石と、電氣的に絶縁されたボビンに巻かれたコイル、及び前記永久磁石に対し相対的に回転して、前記永久磁石の磁束を前記コイルに印加する複数の金属片を組にした2組の巻線手段とを含み、前記一方の巻線手段の各金属片が、前記他方の巻線手段の各金属片と異なる位置に配置されている構成を採用している。

また、本発明においては、回転軸に対し放射状に、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された永久磁石と、電氣的に絶縁されたボビンに巻かれたコイル、及び前記永久磁石に対し相対的に回転して、前記永久磁石の磁束を前記コイルに印加する複数の金属片を組にした2組の巻線手段とを含み、前記一方の巻線手段の各金属片が、前記他方の巻線手段における各金属片の間を等分する位置に配置されている構成を採用している。

また、本発明においては、回転軸に対し放射状に、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された永久磁石、電氣的に絶縁されたボビンに巻かれたコイル、及び前記永久磁石に対し相対的に回転して、前記永久磁石の磁束を前記コイルに印加する複数の金属片を組にした複数組の発電手段を含み、前記いずれか1組の発電手段の各金属片が、他の組の発電手段における各金属片と異なる位置に配置されている構成を採用している。

また、本発明においては、回転軸に対し放射状に、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された永久磁石、電氣的に絶縁されたボビンに巻かれたコイル、及び前記永久磁石に対し相対的に回転して、前記永久磁石の磁束を前記コイルに印加する複数の金属片を組にした複数組の発電手段を含み、前記いずれか1組の発電手段の各金属片が、他の組の発電手段における各金属片の間を等分する位置に配置されている構成を採用している。

また、本発明においては、回転軸に対し放射状に、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された永久磁石、電氣的に絶縁されたボビンに巻かれたコイル、及び前記永久磁石に対し相対的に回転して、前記永久磁石の磁束を前記コイルに印加する複数の金属片を組にした複数組の発電手段を含み、前記いずれか1組の発電手段の各磁極が、他の組の発電手段における各磁極と異なる位置に配置されている構成を採用している。

また、本発明においては、回転軸に対し放射状に、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された永久磁石、電氣的に絶縁されたボビンに巻かれたコイル、及び前記永久磁石に対し相対的に回転して、前記永久磁石の磁束を前記コイルに印加する複数の金属片を組に

10

20

30

40

50

した複数組の発電手段を含み、前記いずれか1組の発電手段の各磁極が、他の組の発電手段における各磁極の間を等分する位置に配置されている構成を採用している。

また、本発明においては、前記永久磁石が、回転軸に対し放射状に、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された円筒形状であり、前記複数の各金属片が、前記永久磁石の外周に近接し、前記引力手段の各被吸着片が、前記永久磁石の外周に近接する構成を採用している。

また、本発明においては、前記永久磁石が、回転軸に対し放射状に、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された円筒形状であり、前記複数の各金属片が、前記永久磁石の外周に近接する構成を採用している。

また、本発明においては、前記永久磁石が、回転軸に対し放射状に、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された環状であり、前記複数の各金属片が、前記環状の永久磁石の内周に近接し、前記引力手段の各被吸着片が、前記環状の永久磁石の内周に近接する構成を採用している。

また、本発明においては、前記永久磁石が、回転軸に対し放射状に、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された環状であり、前記複数の各金属片が、前記環状の永久磁石の内周に近接する構成を採用している。

発明を実施するための最良の形態

本発明における第1の実施形態を、図を用いて説明する。図1は第1実施形態における発電機10の全体斜視図、図2は当該発電機10の分解斜視図である。この発電機10は、外部からの回転力が伝わる回転軸12に対して放射状であって、且つ、円周方向に沿って交互に磁極が配置された永久磁石14と、電気的に絶縁されたボビン31に巻かれているコイル30と、永久磁石14から発生する磁束をコイル30に印加するヨーク20と、回転軸12に対して放射状に配置され、永久磁石14によって磁化される複数の被吸着片18を備えた引力手段19とから構成される。図1で示される矢印Rは回転軸の回転方向を示している。

本実施形態においては、ヨーク20と、コイル30と、引力手段19を固定子とし、永久磁石14を回転子としている。しかしながら、永久磁石14を固定子として、ヨーク20と、コイル30と、引力手段19を回転子としても良い。

まず、永久磁石14について説明する。図2に示すように、永久磁石14は適度に厚みを有した円板状に形成されており、その永久磁石14の中心を回転軸12によって固定している。この永久磁石14は、回転軸12を中心に45度の角度を離して区切られた略扇状のN極とS極とが交互に配置されている。この円板状の永久磁石14は、厚み方向の反対面に逆の磁極が形成されている。

また、この永久磁石14におけるそれぞれの磁極の体積及び磁束密度はそれぞれ等しい。本実施の形態においては永久磁石14を構成する材料にフェライトを使用している。また、以後、永久磁石14において、ヨーク20と近接する一側面をオモテ面と表現し、引力手段19が近接する他側面を裏面と表現する。

本実施の形態においては、円板形状の永久磁石14を使用しているが、回転軸12に対して放射状に磁極を配置するのであれば、永久磁石14の形状について限定されない。例えばそれぞれ独立した矩形形状の永久磁石を、回転軸12に対して放射状に配置する形状を採用しても良い。

この永久磁石14の磁束密度は、それぞれの磁極の表面中央が最も強いものとみなし、永久磁石14の位置を説明する際にはこの磁極の表面中央の位置をピッチの基準とする。また、後述する界磁鉄片26及び被吸着片18についても、それぞれの面積の中央における、回転軸12から放射状に延びたピッチ線を、それぞれの位置を説明する際の基準とする。

次に、図3を用いてヨーク20について説明する。図3はヨーク20を構成している第1ヨーク20aと第2ヨーク20bの斜視図である。第1ヨーク20aは、回転軸12の軸周辺部22bで一体となっている4枚の長板22aが、終端部でL字状に屈曲することにより、第1鉄片22を形成している。この第1鉄片22は、永久磁石14のオモテ面と平

10

20

30

40

50

行になるように近接してしている。永久磁石 1 4 と第 1 鉄片 2 2 との隙間の距離は約 2 ミリメートルである。この 4 枚の長板 2 2 a が、回転軸 1 2 を中心に放射状に 90 度の角度ピッチで展開され、さらにコイル 3 0 を外側から被っている。よって第 1 鉄片 2 2 は回転軸 1 2 を中心に 90 度の角度ピッチで配置されている。

第 2 ヨーク 2 0 b は、ボビン 3 1 の中空部分（回転軸 1 2 が貫通する部分）で一体となっている 4 枚の短板 2 4 a が、末端部で L 字状に屈曲することにより、第 2 鉄片 2 4 を形成している。この第 2 鉄片 2 4 は、永久磁石 1 4 のオモテ面と平行になるように近接している。この 4 枚の短板 2 4 a が、回転軸 1 2 を中心に放射状に 90 度の角度ピッチを離して展開されている。つまり、第 2 鉄片 2 4 は回転軸 1 2 を中心に 90 度の角度ピッチを離して配置されている。

10

この第 1 鉄片 2 2 と第 2 鉄片 2 4 は互いに回転軸 1 2 を中心に 45 度の角度をずらして互いが接続されている。また、第 1 鉄片 2 2 及び第 2 鉄片 2 4 は回転軸 1 2 にベアリング 6 6 を介して回転可能に接続されている。ここで第 1 鉄片 2 2 及び第 2 鉄片 2 4 の形状は矩形であるが、より広い面積で永久磁石 1 4 と近接するために、永久磁石 1 4 の磁極の形状と同じである略扇形の形状を採用しても良い。以後、第 1 鉄片 2 2 及び第 2 鉄片 2 4 については特に断りが無い限り、界磁鉄片 2 6 と表現する。本実施形態においては、この界磁鉄片 2 6 はケイ素鋼板により形成されている。

次に図 1 を参照してコイル 3 0 について説明する。コイル 3 0 は、合成樹脂で形成されることで電氣的に絶縁されている環状のボビン 3 1 に銅線材が巻かれることで形成されている。また、このコイル 3 0 に、第 1 ヨーク 2 0 a 及び第 2 ヨーク 2 0 b が固定されることで固定子を形成している。回転軸 1 2 が自在に回転できるように、ベアリング 6 6 を介して一体となった固定子が回転軸 1 2 を軸中心として固定されている。

20

次に図 2 を参照して引力手段 1 9 について説明する。引力手段 1 9 は、固定台 3 6 と 8 枚の被吸着片 1 8 とによって構成されている。図 2 に示すように、永久磁石 1 4 の裏面側には、適度に厚みを有する円板状の固定台 3 6 が回転軸 1 2 を中心に軸支されている。この固定台 3 6 は非磁性体で形成されており、永久磁石 1 4 によって磁化されることはない。本実施の形態においては、合成樹脂によって形成されている。

この固定台 3 6 における永久磁石 1 4 側の表面には、界磁鉄片 2 6 と同じ材質によって形成された計 8 枚の矩形の被吸着片 1 8 が配置されている。この被吸着片 1 8 は、界磁鉄片 2 6 におけるそれぞれの鉄片の間隔を 2 分する位置と対応する位置に、回転軸 1 2 に対して放射状に広がるように、固定台 3 6 に固定されている。固定台 3 6 は、ベアリング 6 6 を介して回転軸 1 2 に接続されている。よって、固定台 3 6 は、回転軸 1 2 を中心に回転自在となっている。

30

この永久磁石 1 4 と被吸着片 1 8 との隙間の距離は、界磁鉄片 2 6 と永久磁石 1 4 との隙間の距離と同じである。例えば、本実施の形態においては約 2 ミリメートルである。また、被吸着片 1 8 の面積は、界磁鉄片 2 6 の面積と同じである。また、被吸着片 1 8 の形状及び面積は、界磁鉄片 2 6 と同一形状、同一面積であることが望ましい。

次に、図 2 を参照して、界磁鉄片 2 6 と被吸着片 1 8 の位置関係を詳しく説明する。8 枚の界磁鉄片 2 6 は、回転軸 1 2 を中心に円周を 8 分割した 45 度の角度ピッチを離して均等に配置されている。また、8 枚の被吸着片 1 8 も、回転軸 1 2 を中心に円周を 8 分割した 45 度の角度ピッチを離して均等に配置されている。そして、8 枚の界磁鉄片 2 6 と 8 枚の被吸着片 1 8 とは、45 度を 2 分割した 22.5 度の角度をずらして配置されている。

40

ヨーク 2 0 とコイル 3 0 が一体となった固定子と、被吸着片 1 8 が固定されている固定台 3 6 とは、発電機 1 0 を被う図示しないケースによって固定されている。よって、界磁鉄片 2 6 と被吸着片 1 8 との位置は、変動することなく 22.5 度の角度をずらして固定されている。

本実施の形態の作用を説明する。この発電機 1 0 において、永久磁石 1 4 によって界磁鉄片 2 6 に印加された磁束は、コイル 3 0 を軸方向に横切ることによってコイル 3 0 に起電力を生じさせている。そして、永久磁石 1 4 が回転軸 1 2 と共に回転することにより、界磁鉄片

50

26に印加される磁極が交互に変化し、コイル30を軸方向に横切る磁束の方向が交互に反転することでコイル30に継続的に起電力を生じさせている。

図4は第1実施形態の発電機10の断面を略して表しており、界磁鉄片26と被吸着片18が固定された状態で、永久磁石14が回転している。永久磁石14の回転方向は図1において表されている矢印Rの方向である。図4においては、この永久磁石14の回転は、永久磁石14が下から上に移動することにより表現されている。

図4(a)は、永久磁石14が界磁鉄片26に強い引力を及ぼしている状態を示している。図4(b)は、永久磁石14が(a)の状態から、回転軸12を中心に、 $22.5$ 度を2分割した $11.25$ 度、回転させた状態を示している。図4(c)は、(b)の状態より更に永久磁石14を $11.25$ 度、回転させた状態を示している。図4(d)は、(c)の状態より更に永久磁石14を $11.25$ 度、回転させた状態を示している。以下では、図4において斜線で示した永久磁石14と、界磁鉄片26及び被吸着片18との位置関係を説明する。

10

図4(a)において、界磁鉄片26同士のスパンを $d$ とすると、界磁鉄片26と被吸着片18のスパンは $d/2$ である。また、永久磁石14が(a)の位置にあるときの、永久磁石14と被吸着片18との隙間における距離を $u$ とし、永久磁石14と界磁鉄片26との隙間における距離を $t$ とする。また、永久磁石14が(b)の位置にあるときの界磁鉄片26及び被吸着片18と永久磁石14の隙間の距離を $r$ とする。ここで、距離 $t$ 、 $r$ 、 $u$ のそれぞれの長さは、 $t$ が最も短く、 $u$ は最も長い距離である。

図4(a)の状態においては、界磁鉄片26が永久磁石14のN極と距離 $t$ 離れているため、界磁鉄片26には、逆極性の影像磁極であるS極が強く分布する。また、永久磁石14のS極が被吸着片18に対し距離 $u$ で離れているため、永久磁石14からみて両側の被吸着片18に逆極性の影像磁極であるN極が弱く分布する。

20

図4(b)の状態においては、界磁鉄片26が永久磁石14のN極と距離 $r$ で離れているため、界磁鉄片26の一方には逆極性の影像磁極であるS極が弱く分布する。また、被吸着片18は永久磁石14のS極と、距離 $r$ で離れているため、被吸着片18の一方には逆極性の影像磁極であるN極が弱く分布する。この状態において、永久磁石14が界磁鉄片26に及ぼす引力と、永久磁石14が被吸着片18に及ぼす引力が釣り合っている。

図4(c)の状態においては、永久磁石14が界磁鉄片26に距離 $u$ で離れているため、永久磁石14のN極からみて両側の界磁鉄片26に逆極性の影像磁極であるS極が弱く分布する。また、被吸着片18が永久磁石14のS極と距離 $t$ で離れているため、被吸着片18には、逆極性の影像磁極であるN極が強く分布する。

30

図4(d)の状態においては、界磁鉄片26が永久磁石14のN極と距離 $r$ で離れているため、界磁鉄片26の一方には逆極性の影像磁極であるS極が弱く分布する。また、被吸着片18は永久磁石14のS極と、距離 $r$ で離れているため、被吸着片18の一方には逆極性の影像磁極であるN極が弱く分布する。この状態において、永久磁石14が界磁鉄片26に及ぼす引力と、永久磁石14が被吸着片18に及ぼす引力が釣り合っている。

図4(a)から(b)の状態に移行するときの回転軸12にかかる引力について説明する。永久磁石14が、界磁鉄片26に強く引力を及ぼす状態から、少しでも回転軸12が回転すると、永久磁石14が界磁鉄片26に及ぼす引力は減少し、永久磁石14が被吸着片18に及ぼす引力は増加する。このとき、永久磁石14が、界磁鉄片26に最も強く引力が及ぶ状態から、少しでも回転軸12が回転すると、被吸着片18に発生した逆極性の影像磁極のN極が永久磁石14のS極を引っ張る方向に力が働くことになる。これにより、永久磁石14のN極が界磁鉄片26に及ぼす引力をある程度打ち消すことになるので、回転軸12にかかる引力であるコギングトルクが減少することになる。言い換えると、回転軸12にかかるコギングトルクの最大値は減少しないが、回転軸12が回転することに支障となる、永久磁石14が界磁鉄片26に及ぼす引力を、被吸着片18と永久磁石14とが引き合う方向に引力が働くことにより、減少させることができる。よって、永久磁石14が界磁鉄片26に、強い引力で引かれる時間が短くなる。

40

図4(b)から(c)の状態に移行するときの回転軸12にかかる引力について説明する

50

。永久磁石 1 4 が界磁鉄片 1 6 と被吸着片 1 8 との間にある位置から少しでも回転軸 1 2 が回転したならば、永久磁石 1 4 と被吸着片 1 8 との距離が短くなっていくので、永久磁石 1 4 が被吸着片 1 8 を引き付ける方向の引力が大きくなっていく。これに伴い、永久磁石 1 4 と界磁鉄片 2 6 との距離が長くなっていくので、永久磁石 1 4 が界磁鉄片 2 6 を引き付ける方向の引力が小さくなっていく。

図 4 ( c ) の状態から ( d ) の状態に移行するときの回転軸 1 2 にかかる引力について説明する。永久磁石 1 4 が、被吸着片 1 8 に強く引力を及ぼす状態から、少しでも回転軸 1 2 が回転すると、永久磁石 1 4 が界磁鉄片 2 6 に及ぼす引力は増加し、永久磁石 1 4 が被吸着片 1 8 に及ぼす引力は減少する。このとき、永久磁石 1 4 が、被吸着片 1 8 に最も強く引力がかかる状態から、少しでも回転軸 1 2 が回転すると、界磁鉄片 2 6 に発生した逆極性の影像磁極の S 極が永久磁石 1 4 の N 極を引っ張る方向に力が働くことになる。これにより、永久磁石 1 4 の S 極が被吸着片 1 8 に及ぼす引力をある程度打ち消すことになるので、回転軸 1 2 にかかる引力であるコギングトルクが減少することになる。

10

図 4 ( d ) から ( a ) の状態に移行するときの回転軸 1 2 にかかる引力について説明する。永久磁石 1 4 が界磁鉄片 1 6 と被吸着片 1 8 との間にある位置から少しでも回転軸 1 2 が回転したならば、永久磁石 1 4 と界磁鉄片 2 6 との距離が短くなっていくので、永久磁石 1 4 が界磁鉄片 2 6 を引き付ける方向の引力が大きくなっていく。これに伴い、永久磁石 1 4 と被吸着片 1 8 との距離が長くなっていくので、永久磁石 1 4 が被吸着片 1 8 を引き付ける方向の引力が小さくなっていく。

被吸着片 1 8 がいない状態と比較すると、被吸着片 1 8 が配置されることによって、新たにコギングトルクが発生する位置が増えることになる。しかし、回転軸 1 2 の回転を阻害する方向のコギングトルクの最大値は同じであって、出現する位置が 2 倍になる。言い換えると、被吸着片 1 8 がいない状態と比較すると、コギングトルクの発生する周期が半分になる。

20

また、図 4 ( a ) から ( b ) に移行する場合においては、界磁鉄片 2 6 の間に配置された被吸着片 1 8 が、積極的に永久磁石 1 4 と引き合うことにより、永久磁石 1 4 と界磁鉄片 2 6 との間に働く引力を減少させている。また、図 4 ( c ) から ( d ) に移行する場合においては、被吸着片 1 8 の間に配置された界磁鉄片 2 6 が、積極的に永久磁石 1 4 と引き合うことにより、永久磁石 1 4 と被吸着片 1 8 との間に働く引力を減少させている。

よって、回転軸 1 2 にかかるコギングトルクの最大値は変動しないが、コギングトルクが回転軸 1 2 に強く影響を与える時間が短くなるので、コギングトルクの周期が半分になることと相俟って、回転軸 1 2 がスムーズに回転することになる。

30

第 1 の実施形態においては、磁極が 8 極の永久磁石 1 4 を使用したが、設計上許される範囲内において、さらに多極化することもできる。永久磁石 1 4 の多極化に伴い、界磁鉄片 2 6 と被吸着片 1 8 も、極数と同数に増やす。

また、第 1 の実施形態においては、永久磁石 1 4 の裏面に被吸着片 1 8 を設けているが、この被吸着片 1 8 の代わりに、別のコイルに磁束を印加するヨークを配置しても良い。

次に、被吸着片 1 8 の代わりに別のコイルに磁束を印加するヨークを配置する第 2 の実施形態を説明する。図 5 に示すように、第 2 の実施形態においては、1 本の回転軸 1 2 に固着された円板状の永久磁石 1 4 の両面に、巻線手段 1 7 a、1 7 b を対向させるように配置している。巻線手段 1 7 a、1 7 b とは、界磁鉄片 2 6 a、2 6 b とコイル 3 0 a、3 0 b により構成される。巻線手段 1 7 a と巻線手段 1 7 b とは同じ構成である。一方の巻線手段 1 7 a を構成する界磁鉄片 2 6 a の間を 2 分する位置に、他方の巻線手段 1 7 b を構成する界磁鉄片 2 6 b が配置されている。永久磁石 1 4、界磁鉄片 2 6 a、2 6 b 及びコイル 3 0 a、3 0 b は、ともに第 1 の実施形態の界磁鉄片 2 6 及びコイル 3 0 と同じ構成である。

40

詳しくは、図 5 に示すように、巻線手段 1 7 a を構成している界磁鉄片 2 6 a の位置は、巻線手段 1 7 b を構成している界磁鉄片 2 6 b と 2 2 . 5 度ずれて配置されている。これは、第 1 の実施形態における発電機 1 0 の界磁鉄片 2 6 と被吸着片 1 8 との位置関係と同じである。

50

これにより、第1の実施形態と同様に、回転軸12にかかるコギングトルクの周期が半分になり、コギングトルクが最大にかかる位置から少しでも回転軸12が回転すると、他方の界磁鉄片26が永久磁石14を引き付けることにより、回転軸12の回転を促すことになり、回転軸12はスムーズに回転することになる。

ここで、界磁鉄片26aと界磁鉄片26bとの角度が22.5度離れて配置された場合における、コイル30a及びコイル30bの合成電圧について説明する。コイル30aとコイル30bを直列に接続した場合には、位相がずれた正弦波が合成され、合成電圧となる。第2の実施形態においては、磁極は8極である。よって、永久磁石14が1回転すると、コイル30a、30bに4周期の電圧が出力される。しかしながら、コイル30aから出力される電圧と、コイル30bから出力される電圧とでは電気角で90度位相がずれたものになる。よって、合成電圧の最大値は、コイル30が発電する電圧の2倍となる。第2の実施形態においては、界磁鉄片26aを2分する位置に、界磁鉄片26bを配置しているが、このことは、極数が8極の場合においては、電気角を90度ずらして配置することと、技術思想は同じである。つまり、8極においては、機械角で22.5度ずらすことは、電気角で90度ずらすことになる。

つまり、第2の実施形態においては、永久磁石14を2個の巻線手段17a、17bで共有することにより、コギングトルクの最大値を増加させないで、回転軸12をスムーズに回転させることができる。この場合、電圧値も2個の巻線手段17a、17bを直列に接続した場合には、1個の巻線手段における電圧の最大値の2倍になる。言い換えると、1個の巻線手段を用いた場合と比較して、同じ力で回転軸12を回転させて、発電される電圧の最大値を2倍にすることができる。これらは、回転軸12に加わる慣性モーメント等を考慮しない場合である。

また、第2の実施形態においては、1本の回転軸12に固着された円板状の永久磁石14の両側面に巻線手段17a、17bを配置しているが、巻線手段17及び、永久磁石14の数はこれに限定されない。1本の回転軸12に複数の永久磁石14と、その複数の永久磁石14の両側面に2組の巻線手段17を配置した発電機も発明の範囲に含まれる。

複数の巻線手段17を設けた場合には、界磁鉄片の位置は、複数の巻線手段17を直列に接続した場合における合成電圧の位相が、基準となる1個の巻線手段17の電圧と比較して電気角で45度ずれるように配置されることが望ましい。言い換えると、例えば、4個の巻線手段17を1本の回転軸に連結する場合においては、それぞれの巻線手段17を構成する界磁鉄片26の位置が、互いに等間隔で、15度の角度でずれて三等分に配置されることが望ましい。この場合、2個の永久磁石14における磁極の位置は同じ位置であることが前提である。

本発明における第3の実施形態について図6を用いて説明する。図6は、本発明における第3実施形態の発電機10の断面を模式的に表現した図である。第3の実施形態においては、回転軸12に、2組の起電手段16(コイル30、界磁鉄片26、永久磁石14、被吸着片18、固定台36の組み合わせ)を連結させる構造において、回転軸12の回転をスムーズにすることを目的とした発電機10について説明する。図6において左側を起電手段16a、右側の起電手段を16bと表現する。

2組の起電手段16a、16bを回転軸12で連結する際に、この2組の起電手段16a、16bの界磁鉄片26と永久磁石14を回転軸12に対して同じ位置に固定すると、コギングトルクの最大値は2倍となる。これは、摩擦抵抗などの要因を考慮しない場合の値である。

第3の実施形態においては、この2組の起電手段16a、16bの連結において、1組の起電手段16aはコギングトルクが最小値になる位置の状態に永久磁石14を位置させ、もう1組の起電手段16bはコギングトルクが最大値になる位置の状態に永久磁石14を位置させて、回転軸12に連結している

図6で示される左側の起電手段16aは、界磁鉄片26と被吸着片18の距離 $d/2$ のちょうど中間( $d/4$ )に永久磁石14が位置している。この位置は起電手段16aにおいてコギングトルクが最小値になる位置である。また、図6で示される右側の起電手段16b

10

20

30

40

50



は、界磁鉄片 2 6 が永久磁石 1 4 の磁極に最も近づくように永久磁石 1 4 が位置している。この位置は起電手段 1 6 b においてコギングトルクが最大値になる位置である。

つまり、2 組の起電手段 1 6 a、1 6 b において界磁鉄片 2 6 と被吸着片 1 8 の位置が固定台 3 6 を隔てて対面する位置になる状態で、それぞれの永久磁石 1 4 の位置は、一方はコギングトルクの最小値が発生する位置に、他方はコギングトルクの最大値が発生する位置になるように位置をずらして、回転軸 1 2 に連結されている。

第 3 の実施形態においては、2 組の起電手段 1 6 a、1 6 b におけるコギングトルクの最大値が発生する位置がそれぞれ異なる。よって、2 組の起電手段 1 6 a、1 6 b が同じ位置（界磁鉄片 2 6、被吸着片 1 8、永久磁石 1 4 の位置が固定台 3 6 を中心にして対面する位置にあること）である場合と比較すると、2 組の起電手段 1 6 を同時に回転させる際に発生するコギングトルクの最大値を減少させることができる。また、回転軸 1 2 が回転する際に、コギングトルクの最大値が発生する周期が、2 組の起電手段 1 6 a、1 6 b が同じ位置にあるときよりも、半分になる。

また、第 3 の実施形態においては、一方の起電手段 1 6 a をコギングトルクが最大値になるよう永久磁石 1 4 を位置させ、他方の起電手段 1 6 b をコギングトルクが最小値になるよう永久磁石 1 4 を位置させるようにして、回転軸 1 2 に連結している。このことは、第 1 の実施形態における界磁鉄片 2 6 と被吸着片 1 8 との関係と同じである。つまり、一方の起電手段 1 6 a が、コギングトルクが最大となる位置から回転軸 1 2 が少しでも回転すると、他方の起電手段 1 6 b に、引き付ける方向の引力が加わり、一方の起電手段 1 6 a が発生する、回転軸 1 2 にかかる引力を減少させている。よって、コギングトルクが回転軸 1 2 に強く影響を与える時間が短くなるので、コギングトルクの周期が半分になることと相俟って、回転軸 1 2 がスムーズに回転することになる。

第 3 の実施形態においては、2 組の起電手段 1 6 を同じ回転軸 1 2 で連結させることを説明したが、連結する起電手段 1 6 は 2 組に限定されない。3 組以上の起電手段 1 6 を回転軸 1 2 に連結する場合には、コギングトルクの最大値が発生する位置が、それぞれの起電手段で異なる位置になるよう連結すればよい。異なる位置になるよう連結する方法には、第 3 実施形態のように、永久磁石 1 4 の位置をずらす方法でも良いし、また、界磁鉄片 2 6 の位置をずらす方法を採用しても良い。

また、第 3 の実施形態において起電手段 1 6 を複数設ける場合には、各々の起電手段 1 6 が発電する電圧を直列に接続した合成電圧の位相が、一つの起電手段 1 6 における電圧の位相に対して電気角で 4 5 度ずれるように、複数の起電手段 1 6 を配置することが望ましい。

本発明における第 4 の実施形態を、図 7 を用いて説明する。図 7 は本発明における第 4 の実施形態における発電機 1 0 の全体斜視図である。第 4 の実施形態においては、2 組の発電手段（永久磁石、コイル、ヨークの組み合わせ）2 8 a、2 8 b を回転軸 1 2 に連結する構成において、回転軸 1 2 をスムーズに回転させることを目的とした発電機 1 0 について説明する。

この発電機 1 0 は、外部からの力により回転力が伝わる回転軸 1 2 と、この回転軸 1 2 に固定された界磁手段である第 1 永久磁石 4 0 及び第 2 永久磁石 4 2 と、この第 1 永久磁石 4 0 によって磁束が印加される 8 枚の鉄片で構成される第 1 ヨーク 4 4 と、この第 1 ヨーク 4 4 により磁束が印加される第 1 コイル 3 2 と、前述の第 2 永久磁石 4 2 によって磁束が印加される 8 枚の鉄片で構成される第 2 ヨーク 4 6 と、この第 2 ヨーク 4 6 により磁束が印加される第 2 コイル 3 4 とから構成されている。

第 1 永久磁石 4 0 及び第 2 永久磁石 4 2 は円筒状に形成されており、第 1 永久磁石 4 0 及び第 2 永久磁石 4 2 の中心に回転軸 1 2 が固着されている。この第 1 永久磁石 4 0 及び第 2 永久磁石 4 2 は、外周に沿って N 極と S 極が交互に 8 極配置されている。言い換えると、外周側の磁極と対になる磁極は、内側である回転軸 1 2 側に設けられている。また、第 1 永久磁石 4 0 と第 2 永久磁石 4 2 とは、それぞれの永久磁石における異なる磁極どうしが対向するように配置される。しかし、第 1 永久磁石 4 0 と第 2 永久磁石 4 2 とが影響し合わないよう、非磁性体の板（図示しない）により分離されている。

10

20

30

40

50

第1永久磁石40により磁束が印加される第1ヨーク44は、4枚の長い板状の第1長鉄片48と4枚の短い板状の第1短鉄片50で構成されている。ここで第1長鉄片48の長さは、第1コイル32と第1永久磁石40の軸方向の長さを加えた長さにほぼ等しい。第1短鉄片50の長さは、第1永久磁石40の軸方向の長さにほぼ等しい。

4枚の第1長鉄片48は長板状に形成され、その4枚の長板状の一端部が延長され、回転軸12周辺でそれぞれが一体となるよう結合されている。この第1長鉄片48の長板状の他端部が第1コイル32と第1永久磁石40の外周に近接している。この4枚の長板状の他端部は回転軸12を中心に90度の角度ピッチを離して設けられている。同様に、4枚の第1短鉄片50は、その板状の一端部が延長され、回転軸12周辺でそれぞれが一体となって結合している。

10

この第1短鉄片50の板状の他端部が第1永久磁石40の外周に近接し、一端部が第1コイル32の内側に接している。この4枚の板状の他端部は回転軸12を中心に90度の角度ピッチを離して設けられている。この第1長鉄片48及び第1短鉄片50は回転軸12を中心に回転自在に固定されている。

4枚の第1長鉄片48及び第1短鉄片50の位置関係は、第1長鉄片48と第1短鉄片50とが交互に回転軸12を中心として放射状に配置されている。よって、第1長鉄片48及び第1短鉄片50は回転軸12を中心に45度ずれて配置されている。

第2永久磁石42により磁束が印加される第2ヨーク46は、上述の第1ヨーク44と同じく4枚の長い板状の第2長鉄片52と4枚の短い板状の第2短鉄片54で構成されている。第2長鉄片52及び第2短鉄片54の構造は第1ヨーク44に準ずる。

20

次に第1ヨーク44と第2ヨーク46の位置関係を説明する。第1ヨーク44を構成している第1長鉄片48及び第1短鉄片50と、第2ヨーク46を構成している第2長鉄片52及び第2短鉄片54とが回転軸12を中心に交互に配置されている。例えば、第1ヨーク44の第1長鉄片48と第2ヨーク46の第2長鉄片52とは回転軸12を中心として22.5度ずらして配置されている。これは、第1の実施形態における、界磁鉄片26と被吸着片18との関係と同じである。

図8においては、この第1ヨーク44及び第2ヨーク46の各鉄片の位置が回転軸12を中心としてどのように位置しているのかを模式的に表現している。図8(a)においては、回転軸12を中心としたピッチ線を表しており、実線で表しているのが第1ヨーク44を構成する鉄片のピッチ線であり、点線で表しているのが第2ヨーク46を構成する鉄片のピッチ線である。また、図8(b)は、第4実施形態の発電機10の断面を模式的に表現したものである。つまり、第1ヨーク44の鉄片どうしは回転軸12を中心に45度の角度ピッチで離れている。また、第1ヨーク44の鉄片と第2ヨーク46の鉄片とは、22.5度ずれている。

30

第4の実施形態の作用を説明する。図8(b)に示すように、第1ヨーク44を構成する第1長鉄片48がS極に着磁される。すると、第1短鉄片50がN極に着磁される。つまり、第1短鉄片50から第1長鉄片48方向に磁力線が流れ、第1コイル32を回転軸12方向に横切る磁界が発生する。

図9は、発電手段28aのA-A断面図と、発電手段28bのB-B断面図を、図7に示す矢印Rの方向に回転軸12を回転させた場合における、永久磁石14と、第1ヨーク44及び第2ヨーク46との位置関係を模式的に表現したものである。これは回転軸12が回転することにより、(a)~(c)のように永久磁石14と、第1ヨーク44及び第2ヨーク46との位置関係が変化する様子を表現している。上段がA-A断面図、下段がB-B断面図となる。

40

図9(a)上段のA-A断面図においては、第1ヨーク44を構成する鉄片(第1長鉄片48、第1短鉄片50)が、第1永久磁石40の最大磁束密度のところ(N極、S極の中心)に位置している。この位置において第1ヨーク44を構成する鉄片には強い引力が働くことになり、第1永久磁石40が固着された回転軸12には強いコギングトルクが発生する。

一方、図9(a)下段のB-B断面図に示すとおり第2ヨーク46を構成する鉄片(第2

50

長鉄片 5 2、第 2 短鉄片 5 4) は、第 2 永久磁石 4 2 の磁極境界 (N 極と S 極の境界) のところに位置している。この位置において第 2 ヨーク 4 6 を構成する鉄片には弱い引力しか働かず、第 2 永久磁石 4 2 が固着された回転軸 1 2 には弱いコギングトルクが発生する。

回転軸 1 2 に固定された第 1 永久磁石 4 0 及び第 2 永久磁石 4 2 が回転軸 1 2 中心に回転すると (a 図状態から b 図状態に移行する過程)、第 1 永久磁石 4 0 が回転軸 1 2 に及ぼすコギングトルクが徐々に弱まり、逆に第 2 永久磁石 4 2 が回転軸 1 2 に及ぼすコギングトルクは徐々に強まる。図 9 (b) の角度にそれぞれの永久磁石が移動するまでこの状態が続く。

図 9 (b) においては、下段に示す B - B 断面図のとおり第 2 ヨーク 4 6 を構成する鉄片が、第 2 永久磁石 4 2 の最大磁束密度のところに位置している。この位置において第 2 ヨーク 4 6 を構成する鉄片には強い引力が働くことになり、第 2 永久磁石 4 2 が固着された回転軸 1 2 には強いコギングトルクが発生する。一方、第 1 ヨーク 4 4 を構成する鉄片は、第 1 永久磁石 4 0 の磁極境界のところに位置している。この位置において第 1 ヨーク 4 4 を構成する鉄片には弱い引力しか働かず、第 1 永久磁石 4 0 が固着された回転軸 1 2 には弱いコギングトルクが発生することになる。

コギングトルクの強弱は、永久磁石が鉄片を吸引する引力により決定する。言い換えると、鉄片を吸引する力が強いということは、コギングトルクが強いということになる。逆に、鉄片を吸引する力が弱いということは、コギングトルク弱いということになる。

第 1 永久磁石 4 0 に働く引力が、回転軸 1 2 に固定された第 2 永久磁石 4 2 に働く引力により弱められることになる。よって、回転軸 1 2 に伝わるコギングトルクの最大値が、2 個の発電機を同じ位置にした状態と比較すると小さくなる。

回転軸 1 2 に固定された第 1 永久磁石 4 0 及び第 2 永久磁石 4 2 が更に回転を続けると (b 図から c 図に移るまでの状態)、第 2 永久磁石 4 2 に働く引力が徐々に弱まり、逆に、第 1 永久磁石 4 0 に働く引力は徐々に強まっていく。これは、図 9 (c) の角度にそれぞれの永久磁石が移動するまでこの状態が続く。このとき、第 2 永久磁石 4 2 に働く引力が、回転軸 1 2 に固定された第 1 永久磁石 4 0 に働く引力により弱められることになる。よって、回転軸 1 2 に伝わるコギングトルクの最大値が、2 個の発電機を同じ位置にした状態と比較すると小さくなる。

第 4 の実施形態においては、2 組の発電手段 2 8 a、2 8 b におけるコギングトルクの最大値が発生する位置がそれぞれ異なる。よって、2 組の発電手段 2 8 a、2 8 b が同じ位置である場合と比較すると、2 組の発電手段 2 8 を同時に回転させる際に発生するコギングトルクの最大値を減少させることができる。また、回転軸 1 2 が回転する際に、コギングトルクの最大値が発生する周期が、2 組の発電手段 2 8 a、2 8 b が同じ位置にあるときよりも、半分になる。

また、第 4 の実施形態においては、一方の発電手段 2 8 a をコギングトルクが最大値になるよう第 1 ヨーク 4 4 を位置させ、他方の発電手段 2 8 b をコギングトルクが最小値になるよう第 2 ヨーク 4 6 を位置させるようにして、回転軸 1 2 に連結している。このことは、第 1 の実施形態における界磁鉄片 2 6 と被吸着片 1 8 との関係と同じである。つまり、一方の発電手段 2 8 a が、コギングトルクが最大となる位置から回転軸 1 2 が少しでも回転すると、他方の発電手段 2 8 b に、引き付ける方向の引力が加わり、一方の発電手段 2 8 a が発生する、回転軸 1 2 にかかる引力を減少させている。よって、コギングトルクが回転軸 1 2 に強く影響を与える時間が短くなるので、コギングトルクの周期が半分になることと相俟って、回転軸 1 2 がスムーズに回転することになる。

第 4 の実施形態においては、2 組の発電手段 2 8 を同じ回転軸 1 2 で連結させることを説明したが、連結する発電手段 2 8 は 2 組に限定されない。3 組以上の発電手段 2 8 を回転軸 1 2 に連結する場合には、コギングトルクの最大値が発生する位置が、それぞれの発電手段で異なる位置になるよう連結すればよい。異なる位置になるよう連結する方法には、第 4 実施形態のように、ヨークの位置をずらす方法でも良いし、また、永久磁石の位置をずらす方法を採用しても良い。

10

20

30

40

50

また、第4の実施形態において発電手段28を複数設ける場合には、各々の発電手段28が発電する電圧を直列に接続した合成電圧の位相が、一つの発電手段28における電圧の位相に対して電気角で45度ずれるように、複数の発電手段28を配置することが望ましい。

図10は本発明における、第5の実施形態の発電機10について示したものである。図11は、第5の実施形態における発電機10の断面図である。第5の形態における発電機10は、回転軸12に固定された第1コイル56及び第2コイル58と、その第1コイル56及び第2コイル58の外周に沿って配置された複数の鉄片から構成される第1ヨーク66及び第2ヨーク68と、その第1ヨーク66及び第2ヨーク68の外周に沿って配された永久磁石64から構成されている。この第1コイル56と第1ヨーク66の組み合わせと、第2コイル58と第2ヨーク68の組み合わせが、回転軸12に固定されている。

10

回転軸12に固定された第1コイル56及び第2コイル58は、合成樹脂により形成された円筒形のボビン(図示せず)に銅線が巻かれることにより形成されている。これらの第1コイル56及び第2コイル58はボビンの中央を貫く回転軸12に固定されている。よって、回転軸12を回転させることにより、これら第1コイル56及び第2コイル58が回転することになる。

第1コイル56の外周に配置された第1ヨーク66は、14枚の鉄片が、回転軸12を中心に放射状に均等に配置された第1鉄片60と、同じく14枚の鉄片が、回転軸12を中心に放射状に均等に配置された第2鉄片62により構成されている。これら28枚の鉄片の長さは、第1コイル56の軸方向の厚みとほぼ同じ長さを有する。第1鉄片60は、14枚の鉄片が第1コイル56の外周を被うように配置され、回転軸12に固定されている。

20

また、第2鉄片62は14枚の鉄片が第1コイル56の外周を、第1鉄片60とは反対の側面から被うように配置され、回転軸12に固定されている。つまり、第1コイル56の両側面から、第1鉄片60と第2鉄片62とによって第1コイル56を挟み込むように被っている。

第2コイル58も第1コイル56と同様に、計28枚の第1鉄片60及び第2鉄片62で覆われている。第1コイル56における、第1鉄片60を構成する14枚の鉄片は、それぞれ永久磁石64と近接する面の中心を基準とすると、回転軸12を中心に円周を14等分した約25.7度の角度ピッチを離して設けられている。

30

また、第1鉄片60を構成する14枚の鉄片どうしの中に第2鉄片62を構成する14枚の鉄片が配置されている。つまり、第1鉄片60を構成する14枚の鉄片と第2鉄片62を構成する14枚の鉄片は、円周を28等分した約12.9度の角度ピッチを離して近接している。また、第2コイル58においても、この第2コイル58を被う28枚の鉄片は同じく約12.9度の角度ピッチを離して近接している。

第1コイル60を被う第1ヨーク66と、第2コイル58を被う第2ヨーク68の位置関係を説明する。この第1コイル56を被う28枚の鉄片は、それぞれ回転軸12を中心に約12.9度の角度ピッチを離して配置されているが、この28枚の鉄片どうしの中に第2コイル58を被う28枚の鉄片における各々の中心を位置させている。

つまり、第1ヨーク66と第2ヨーク68とは、回転軸12を中心に円周を56等分した約6.4度ずらして位置している。言い換えると、第1コイル56を被う鉄片と第2コイル58を被う鉄片とは、約6.4度ずれて回転軸12を中心に固定されている。

40

環状の永久磁石64の内周に近接して、第1鉄片60及び第2鉄片62が設けられている。この永久磁石64は14個のN極と14個のS極とが交互に配置され、合計28極の磁極を有している。この永久磁石64の磁極は回転軸12の軸方向と平行に配置されている。

この永久磁石64は、図10で示されるように、円周を4分割した弓形状の永久磁石を4個組み合わせることで、第1コイル56及び第2コイル58のそれぞれの第1鉄片60及び第2鉄片62の外周を被う構造を採用している。

この第1コイル56及び第2コイル58の外周に設けられた永久磁石64は、第1鉄片6

50

0及び第2鉄片62に磁界を供給している。回転軸12が回転すると、この永久磁石64に交互に配置された磁極により、第1鉄片60及び第2鉄片62に交互に異なる磁極の磁界が供給され、第1コイル56及び第2コイル58を横切る磁束の方向が交互に入れ替わることになる。このことで、第1コイル56及び第2コイル58に連続的に起電力を生じさせている。回転軸12が1回転する間に、第1コイル56及び第2コイル58を横切る磁束の方向の変化が28回行われる。

また、永久磁石64は、この永久磁石64を被う図示しないケースと共に図示しないベアリングを介して回転軸12に固定されている。この場合、固定子が永久磁石64で、回転子が、第1コイル56と第1ヨーク66、及び、第2コイル58と第2ヨーク68の組み合わせとなる。

第5の実施形態の作用を説明する。第5実施形態においては、回転軸12に対して異なる位置でそれぞれの鉄片が固定されている。鉄片が永久磁石64に磁化されることにより発生するコギングトルクは、そのコギングトルクの最大値が発生する位置が互いに異なる位置になる。

よって、第1コイル56及び第2コイル58を被っている、第1ヨーク66及び第2ヨーク68におけるそれぞれの鉄片の位置が同じである場合と比較すると、第5の実施形態の発電機10においては、コギングトルクの最大値が減少することになる。加えて、コギングトルクの最大値の発生する周期が半分になることから、よりスムーズに回転軸12が回転することになる。

この第5の実施形態においては、第1コイル56及び第2コイル58を被っている鉄片の位置をずらすことにより、コギングトルクの最大値が発生する位置をずらしているが、鉄片の位置をずらす代わりに、第1コイル56及び第2コイル58を被う鉄片に磁束を供給する永久磁石64の磁極の位置をずらすことでも良い。また、同じ回転軸12に連結するコイルと鉄片の組み合わせの数は2組に限られない。設計上許される範囲内においてコイルとそのコイルを被う鉄片との組み合わせの数を増やすことも可能である。

発明の実施の形態においては、実施の形態を5例挙げて説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されない。本発明はその趣旨を逸脱しない範囲で当業者の知識に基づき種々なる改良、修正、変形を加えた態様で実施できるものである。

#### 産業上の利用可能性

以上のように本発明においては、コイルに磁界を印加する界磁鉄片の各々の間に、被吸着片を設けて、永久磁石が被吸着片に及ぼす引力を利用することにより、回転軸の回転を促すことができる。よって、回転軸に伝わるコギングトルクによる抵抗が緩やかになる。また、コギングトルクが回転軸に影響を与えている時間が短くなるので、発電機の異常振動あるいは騒音等が減少する。よって、自転車の発電機において本発明の発電機を使用すると、車輪をスムーズに回転させることができる。

また、被吸着片を設けることにより、コギングトルクの最大値が発生する周期が短くなり、コギングトルク値の変動が少なくなることと相俟って、回転軸をスムーズに回転させることができる。

また、本発明においては、巻線手段(界磁鉄片とコイルの組み合わせ)を複数設けてもよい。この場合、界磁鉄片と被吸着片との関係を、一方の巻線手段と他方の巻線手段で置き換えることになる。すなわち、例えば、1個の永久磁石を2個の巻線手段で共有し、一方の巻線手段の鉄片と他方の巻線手段の鉄片との位置を等間隔でずらすことにより、コギングトルクの最大値を増加させないで、回転軸をスムーズに回転させることができる。この場合、電圧値も2個の巻線手段を直列に接続した場合には、1個の巻線手段における電圧の最大値の2倍になる。言い換えると、1個の巻線手段を用いた場合と比較して、同じ力で回転軸を回転させて、発電される電圧の最大値を2倍にすることができる。

さらに、本発明においては、コギングトルクの最大値が発生する位置をずらした発電手段(コイル、ヨーク、永久磁石の組み合わせ)を、回転軸に複数接続することにより、コギングトルクが回転軸に強く影響を与えている時間が短くなるので、スムーズに回転軸を回転させることが可能となる。また、コギングトルクの最大値が発生する周期が短くなるこ

10

20

30

40

50

とにより、よりスムーズに回転軸が回転することができる。

また、本発明の発電機を風力発電に用いた場合、コギングトルクによる回転軸への影響が減少するので、微風でも回転翼を始動させることができる。また、微風でも回転翼を回転させ続けることができるので、微風地域における風力発電の発電機として有効である。

【図面の簡単な説明】

第1図は、本発明の第1の実施形態における発電機の斜視図である。

第2図は、本発明の第1の実施形態における発電機の分解斜視図である。

第3図は、本発明の第1の実施形態におけるヨーク20を構成している第1ヨークと第2ヨークの斜視図である。

第4図は、本発明の第1の実施形態における発電機の界磁鉄片と永久磁石と被吸着片の位置関係を示した断面図であり、回転軸の回転に伴い、永久磁石の磁極と界磁鉄片及び被吸着片との距離を模式的に表現している。

第5図は、本発明の第2の実施形態における発電機を模式的に表した断面図である。

第6図は、本発明の第3の実施形態における発電機の断面を模式的に表現した図である。

第7図は、本発明の第4の実施形態における発電機の斜視図である。

第8図は、本発明の第4の実施形態における発電機の界磁鉄片の位置関係を表している断面図である。

第9図は、本発明の第4の実施形態における発電機の界磁鉄片と永久磁石の磁極との位置関係を、回転軸の回転に伴い変化の様子を表している断面図である。(a)から(c)において、上段がA-A断面図、下段がB-B断面図となる。

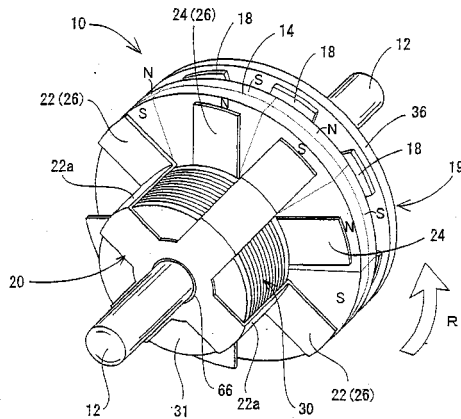
第10図は、本発明の第5の実施形態における発電機の分解斜視図である。

第11図は、本発明の第5の実施形態における発電機の断面図である。

10

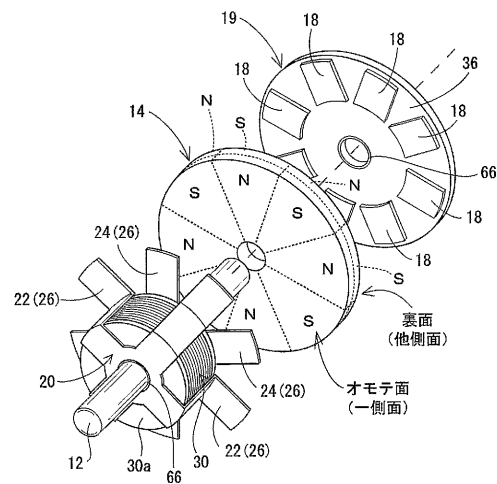
20

【図1】



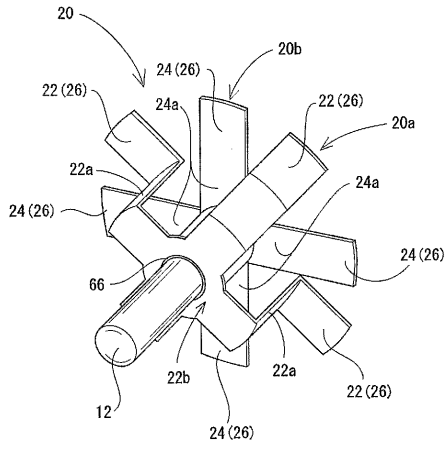
【図2】

第2図



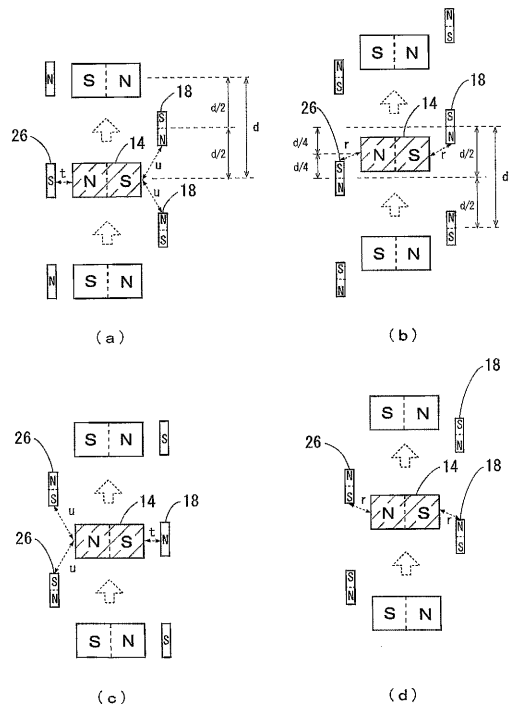
【 図 3 】

第 3 図



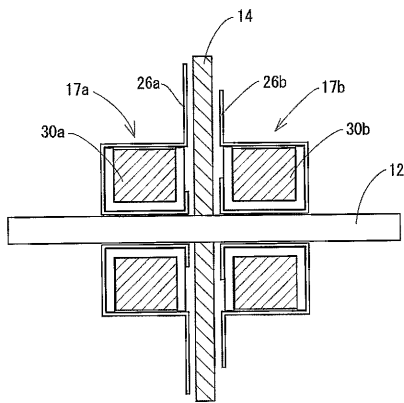
【 図 4 】

第 4 図



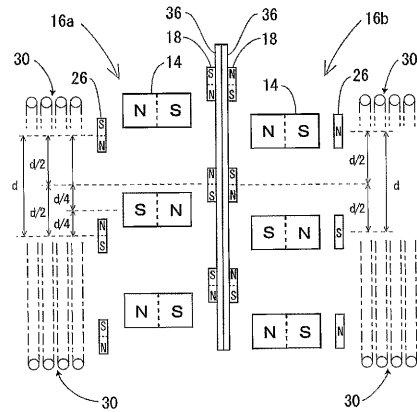
【 図 5 】

第 5 図



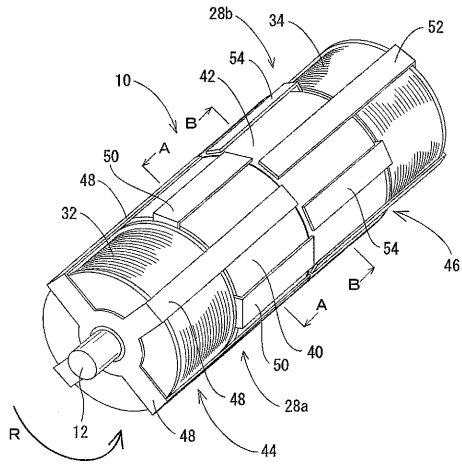
【 図 6 】

第 6 図



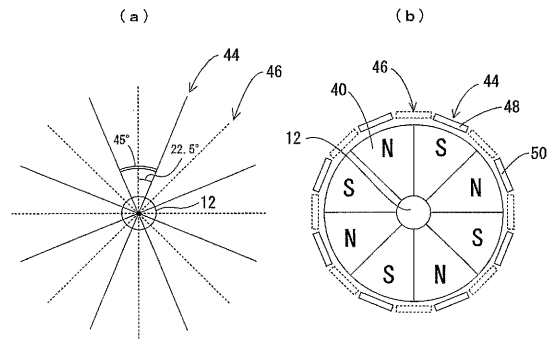
【 図 7 】

第 7 図



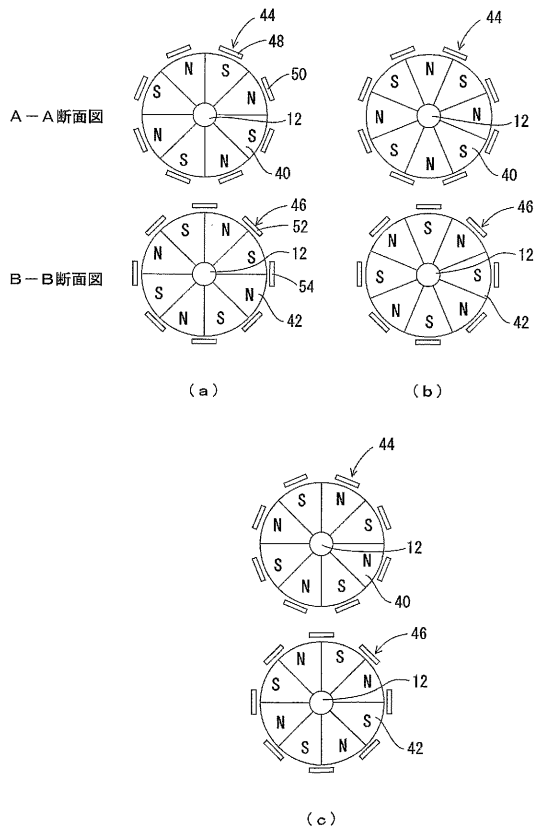
【 図 8 】

第 8 図



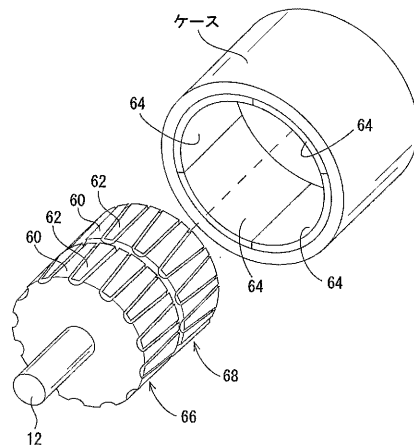
【 図 9 】

第 9 図



【 図 10 】

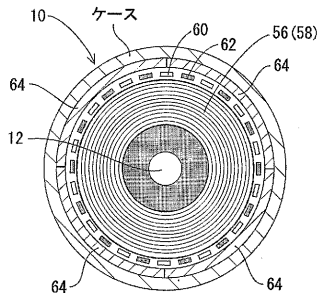
第 10 図





【図 11】

第 11 図



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 実開昭61-185271(JP,U)  
特開平09-286365(JP,A)  
実開昭57-186178(JP,U)  
実開昭63-088079(JP,U)  
実開平02-030275(JP,U)  
特開平07-059312(JP,A)  
実開昭63-156565(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1/06  
H02K 21/24  
H02K 1/12