

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-146721

(P2016-146721A)

(43) 公開日 平成28年8月12日(2016.8.12)

(51) Int.Cl.
H02K 21/38 (2006.01)F1
H02K 21/38テーマコード (参考)
5H621

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-23365 (P2015-23365)
(22) 出願日 平成27年2月9日(2015.2.9)(71) 出願人 501171009
株式会社三和電機
栃木県芳賀郡市貝町大字市塙1382番地
2
(74) 代理人 100147913
弁理士 岡田 義敬
(74) 代理人 100091605
弁理士 岡田 敬
(74) 代理人 100197284
弁理士 下茂 力
(72) 発明者 川上 寛児
栃木県宇都宮市今泉町19-20 丸田ハ
イツ205

最終頁に続く

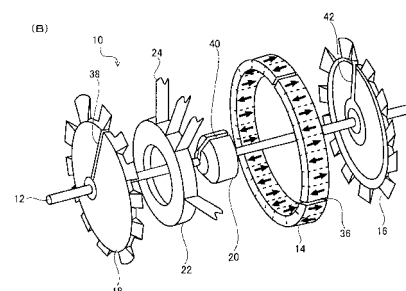
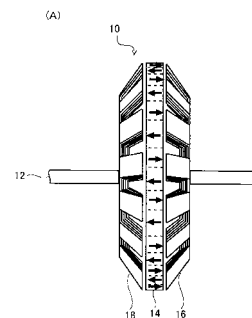
(54) 【発明の名称】 回転機

(57) 【要約】

【課題】エネルギー効率の観点から優れた動作原理を有する回転機を提供する。

【解決手段】本発明の回転機としての発電機10は、円環状の界磁子14と、界磁子14の内側に配置された電機子巻線22と、電機子巻線22の内側に配置された中心継鉄20と、中心継鉄20の両側方に配置された側面継鉄16、18と、を主要に有している。発電機10が発電を行う際には、界磁子14と電機子巻線22の位置は固定されて回転せず、側面継鉄16、18のみが回転動作を行う。これにより、電機子巻線22に交番磁界が印加されることで発電が行われる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

円周方向に沿って N 極と S 極とが交互に着磁された界磁子と、
前記界磁子の内側に配置された電機子巻線と、
前記電機子巻線を取り囲むと共に、その半径方向の外側端部に形成された磁極片が前記界磁子に接近する電機子鉄心と、を備え、
前記界磁子および前記電機子巻線の位置は固定され、前記電機子鉄心が前記界磁子および前記電機子巻線に対して相対的な回転運動を行うことを特徴とする回転機。

【請求項 2】

前記電機子鉄心は、軸方向に於いて前記電機子巻線の側方に配置された側面継鉄を有し
、
前記側面継鉄は、中心軸が接続する継鉄中心部と、前記継鉄中心部の外周縁を半径方向外側に突出させた磁極片と、を有し、
前記磁極片の半径方向外側の端面が、前記界磁子に接近することを特徴とする請求項 1 に記載の回転機。

【請求項 3】

前記電機子鉄心は、軸方向に於いて前記電機子巻線の一方側に配置された第 1 側面継鉄と、軸方向に於いて前記電機子巻線の他方側に配置された第 2 側面継鉄と、前記電機子巻線により囲まれる位置に配置された中心継鉄と、を有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の回転機。

【請求項 4】

前記電機子巻線は、第 1 電機子巻線と、前記第 1 電機子巻線とは巻数が異なる第 2 電機子巻線と、を有し、
前記第 1 電機子巻線と接続された第 1 引出線と、前記第 2 電機子巻線と接続された第 2 引出線とは、個別に前記界磁子の近傍から外部に引き出されることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れかに記載の回転機。

【請求項 5】

前記電機子巻線は前記界磁子に固着されることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れかに記載の回転機。

【請求項 6】

前記電機子鉄心は、前記電機子鉄心の回転軸に沿った方向に積層された複数の鋼板から成り、
前記界磁子に接近する前記電機子鉄心の端部では、半径方向外側を向く前記複数の鋼板の端面が、前記界磁子に面することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 の何れかに記載の回転機。

【請求項 7】

前記電機子鉄心の前記磁極片の端面は、前記磁極片の延在方向に対して傾斜する傾斜面であることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 の何れかに記載の回転機。

【請求項 8】

前記電機子鉄心の厚さは、前記界磁子に面する前記側面継鉄の端面の高さよりも短いことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 の何れかに記載の回転機。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は回転機に関し、特に、多極化された界磁子および電機子鉄心を有する回転機に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

近年、水力発電や風力発電などの低速回転数動力源による発電の要望が高まり、低速回転数動力源に適した多極発電機が望まれている。また、大型船舶のスクルー電気駆動、

10

20

30

40

50

電気自動車の車輪内蔵を目的とするインホイールモータなど、低速回転に適した電動機も望まれている。

【 0 0 0 3 】

低速回転を実現するためには電機子および界磁子の磁極数を高める必要がある。この種類の回転機は個々の電機子磁極に巻線を施す構造が主流であったので、多極化すると巻線の必要個数が増加し、巻線を挿入する窓領域を設ける必要から小型化と低価格化が困難であった。

【 0 0 0 4 】

一方、多極化に適した回転機として自転車用ハブダイナモに代表されるクローボール型構造のものが知られている。この形式の回転機は複数の電機子磁極に流れ込む磁束を集約し、1個の電機子巻線に与える、磁束集約型と呼べるものである。

10

【 0 0 0 5 】

この形式は個々の電機子磁極に巻線を施す必要がないため構造が簡素化でき、小型化に適している。特に、ハブダイナモは鉄板を打ち抜いた構造体で電機子磁極を製造できるため多極化が容易である。ハブダイナモの電機子磁気回路は、厚さ数mm程度の鉄板を打ち抜いて34極もの電機子磁気回路を形成している。従って、ハブダイナモは、例えば150rpmの低速回転であっても、6V、2.5W程度の電力を発生する。

【 0 0 0 6 】

上記のような構成を有するハブダイナモは例えば特許文献1に記載されている。この文献の図1およびその説明箇所を参照すると、自転車用発電ハブは、ハブ軸5と、ケーシング8とを有し、ケーシング8の内面には永久磁石9が固着され、永久磁石9の内周側に、ヨーク21およびコイル20が配置されている。発電時には、ケーシング8と共に永久磁石9が回転する一方、ヨーク21およびコイル20はハブ軸5に固定されており回転しない。

20

【 0 0 0 7 】

また、特許文献2では、磁石とコイルの位置を固定し、両者の間で磁界を変化させる遮蔽部材を回転させる発電機が開示されている。具体的には、図1およびその説明箇所を参照して、この文献に記載された発電機では、ケース11の左右両端に磁石M1等が配置され、ケース11の中央部分にコイルC1等が配置されている。また、磁石M1とコイルC1との間にU字状の遮蔽支持部材22が回転可能に配置されており、遮蔽支持部材22が回転することにより、コイルC1等を遮蔽する状態と、遮蔽しない状態が交互に実現され、これにより電流が誘起される。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献1 】 特開2003-333777号公報

【 特許文献2 】 特開2004-282855号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

40

しかしながら、上記した背景技術にかかる発電機は次のような課題を有していた。

【 0 0 1 0 】

特許文献1の図5を参照すると、渦電流を抑制するために、半径方向外側に向かって露出する積層ヨーク30、31の側面が、永久磁石に対向している。しかしながら、積層ヨーク30等は個別の構成要素としてハブダイナモに内蔵されているため、出力を高めるためにハブダイナモの極数を増加させると、積層ヨーク30等の個数も対応して増加させる必要があり、製造コストが高くなってしまいう課題があった。

【 0 0 1 1 】

上記課題を回避する構造として、複数の積層ヨーク30等を一体物として形成することが考えられる。しかしながら、積層ヨーク30等は円周方向に沿って積層された鋼板から

50

構成されているため、複数の積層ヨーク 30 等を一体物として成形することは困難であった。

【0012】

更に、上記ハブダイナモ 1 では、ヨーク 30 等およびコイル 20 がハブ軸 5 に固定されて回転せず、ケーシング 8 に固着された永久磁石 9 が回転することにより発電が行われていた。しかしながら、比重が大きい永久磁石 9 を回転させることが必要であり、起動・停止時の慣性モーメントが増加するという課題があった。また、電磁気的な反力に抗して回転する永久磁石 9 を保持する構造体が必要であり、更に回転する部分をむき出しにしないために、外側にカバーが必要となるので、発電機全体の体積と重量が増すという課題もあった。

10

【0013】

また、上記した自転車用のハブダイナモ 1 は所謂アウターロータ式であり、ケーシング 8 と共に永久磁石 9 が回転するので、コイル 20 と接続された配線を外部に引き出すのは容易でなかった。ハブダイナモ 1 では、コイル 20 と接続された配線は、ハブ軸 5 の近傍から外部に引き出されていたが、かかる構造であると配線周りの構造が複雑化してしまう課題があった。

【0014】

一方、特許文献 2 に記載された発電機では、コイル遮蔽部材 S 1 等を回転させるのみで発電を行うことを可能としているが、磁束の向きは N - S、あるいは S - N の片方だけであり、更に磁束が通過する時間が半分となるので、発電能力は通常の発電機の 1 / 4 でしかないという課題があった。また、この文献に記載されたコイル遮蔽部材 S 1 は、磁束を通過または遮断させるだけのものであるため、そもそも電機子ではない、と解釈される。

20

【0015】

上記した課題は、発電機のみならず電動機に関しても同様であった。

【0016】

本発明は上記した課題を鑑みて成され、本発明の目的は、エネルギー効率の観点から優れた動作原理を有する回転機を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の回転機は、円周方向に沿って N 極と S 極とが交互に着磁された界磁子と、前記界磁子の内側に配置された電機子巻線と、前記電機子巻線を取り囲むと共に、その半径方向の外側端部に形成された磁極片が前記界磁子に接近する電機子鉄心、とを備え、前記界磁子および前記電機子巻線の位置は固定され、前記電機子鉄心が前記界磁子および前記電機子巻線に対して相対的な回転運動を行うことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0018】

本発明では、界磁子および電機子巻線の位置は回転機の内部で固定され、側面継鉄が界磁子および電機子巻線に対して相対的な回転運動を行うことで発電を行っている。よって、透磁率の高い金属からなる側面継鉄のみが回転することにより発電が行われるので、永久磁石が内面に固着されたケーシングが回転する背景技術と比較すると、回転する部材の質量が小さくなる。

40

【0019】

更に本発明では、電機子巻線および側面継鉄の半径方向外側に配置される界磁子が回転しないので、電機子巻線と接続された引出線を、界磁子の近傍から外部に容易に引き回すことが可能となる。

【0020】

更に本発明によれば、渦電流の影響が少ない磁束集約型回転機が多極電機子磁気回路の部分が少ない製造工程で実現できるため、従来のハブダイナモよりはるかに大きな発電能力、駆動能力を有する多極の回転機を低価格で実現できる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 1 】

【図 1】本発明の回転機としての発電機を示す図であり、(A)は発電機を示す正面図であり、(B)は発電機を分解して示す斜視図である。

【図 2】本発明の回転機としての発電機を示す図であり、(A)は発電機を示す側面図であり、(B)は断面図であり、(C)および(D)は側面継鉄を示す側面図である。

【図 3】本発明の回転機としての発電機を示す図であり、(A)、(B)および(C)は側面継鉄の外周部を示す断面図である。

【図 4】本発明の回転機としての発電機を示す図であり、(A)は側面継鉄を構成する銅板を示す平面図であり、(B)は側面継鉄の断面図である。

【図 5】本発明の回転機としての発電機を示す図であり、(A)は発電機を示す断面図であり、(B)および(C)は側面継鉄の外周部を示す断面図である。

【図 6】本発明の回転機としての発電機を示す図であり、(A)は発電機を示す断面図であり、(B)は側面継鉄を示す斜視図であり、(C)は発電機を示す側面図である。

【図 7】本発明の回転機としての発電機を示す断面図である。

【図 8】本発明の回転機としての発電機を示す図であり、(A)は発電機を示す正面図であり、(B)は三相発電機を示す断面図である。

【図 9】本発明の回転機としての電動機を示す図であり、(A)および(B)は電動機を示す斜視図であり、(C)は電動機を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

本発明にかかる回転機としての発電機 10 の構成を以下に図面を参照して詳述する。本形態では、主に回転機として発電機 10 が採用された場合を詳述するが、本形態の構成は回転機としての電動機（モータ）に採用することも可能である。

【 0 0 2 3 】

図 1 を参照して、本形態の発電機 10 の全体的な構成を説明する。図 1 (A) は発電機 10 を示す正面図であり、図 1 (B) は発電機 10 を構成する各要素を軸方向に分離して示す分解斜視図である。

【 0 0 2 4 】

以下の説明では、軸方向、半径方向、円周方向、左方および右方の各方向を適宜用いて発電機 10 を説明する。ここで左方および右方は、紙面上に於ける左方および右方を示している。

【 0 0 2 5 】

また、一般的な発電機は、電機子巻線、電機子鉄心および界磁子とから構成される。具体的には後述するが、本形態では、電機子巻線として、電機子巻線 22、23 を備えている。電機子鉄心として、側面継鉄 16、側面継鉄 18 および中心継鉄 20 を備えている。界磁子として界磁子 14 を備えている。ここで、電機子巻線はコイルと称される場合もあり、界磁子は永久磁石または電気磁石と称される場合もあり、電機子鉄心はヨークと称される場合もある。

【 0 0 2 6 】

図 1 (A) および図 1 (B) を参照して、発電機 10 は、略円環状を呈する界磁子 14 と、界磁子 14 の紙面上右方側に配置された側面継鉄 16 と、界磁子 14 の左方側に配置された側面継鉄 18 と、界磁子 14 の内側に配置された電機子巻線 22 と、電機子巻線 22 の内側に配置された中心継鉄 20 と、これらの中心部分を貫通する中心軸 12 と、を主に有している。

【 0 0 2 7 】

発電機 10 の主な機能は、界磁子 14 と電機子巻線 22 とは回転させず固定し、側面継鉄 16、18 を回転させることで発電を行うことに有る。

【 0 0 2 8 】

界磁子 14 は、所定の規則で着磁された円筒状のフェライト磁石等から構成されている。具体的には、界磁子 14 は、円周方向に沿って等間隔に N 極と S 極が着磁されており、

10

20

30

40

50

図 1 (A) および図 1 (B) では界磁子 1 4 が着磁されている方向を太線矢印で示している。ここで、界磁子 1 4 は、円環状の一体物として形成されても良いし、複数の円弧状の分割界磁子部を円環状に組み合わせることで形成されても良い。更には、着磁された複数の棒状の磁石片を交互に逆向きに配列して、この磁石片が全体として 1 個の円筒を形成するようにしても良い。また、界磁子 1 4 としては、永久磁石の他、自動車のバッテリー充電に利用されているオルタネータのような電流で励磁される電磁石であっても良い。

【 0 0 2 9 】

本形態では、発電動作を行う際には、界磁子 1 4 は回転せずに固定されている。具現化された発電機 1 0 では、例えば装置全体を支えるケーシング (図示せず) 等に界磁子 1 4 は固定される。

10

【 0 0 3 0 】

電機子巻線 2 2 は、要求される出力に応じた巻数に巻回された引出線から成り、上記した界磁子 1 4 の内側に配置されている。電機子巻線 2 2 の外周側面は、接着剤等を介して、界磁子 1 4 の内側側面に接着されている。このようにすることで、発電機 1 0 の内部に於ける電機子巻線 2 2 の位置は固定され、発電時であっても電機子巻線 2 2 は回転しない。本形態の場合、磁束集約型回転機であるので、電機子巻線 2 2 の巻回数を例えば 2 0 0 0 ~ 1 0 0 0 0 ターンに増やすことが容易であり、出力電圧を数千 V ~ 数万 V 程度に高めることができる。また、電機子巻線 2 2 の外部に厚い絶縁層を施すことができ、側面継鉄 1 6、1 8 等との絶縁耐圧を大きくできる。

【 0 0 3 1 】

発電機 1 0 により発電された電力は、電機子巻線 2 2 の端部である引出線 2 4 から外部に出力されるが、本形態では界磁子 1 4 の近傍から引出線 2 4 を外部に引き出している。具体的には、図 1 (B) を参照すると、側面視で円弧状を呈する界磁子 1 4 同士の間隙 3 6 から、電機子巻線 2 2 の引出線 2 4 を外部に引き出すことが出来る。後述するように、本形態では、発電時において側面継鉄 1 6、1 8 は回転する一方、電機子巻線 2 2 および界磁子 1 4 は回転しない。よって、電機子巻線 2 2 と界磁子 1 4 の相対的な位置は変化しないので、このように、電機子巻線 2 2 の引出線 2 4 を、界磁子 1 4 同士の間隙 3 6 から引き出すことが可能となる。ここで、引出線 2 4 は界磁子 1 4 同士の間以外の部分から引き出すことも可能であり、例えば界磁子 1 4 の側方から引出線 2 4 を外部に取り出すことも出来る。

20

30

【 0 0 3 2 】

具体的には、6 アンペアの通電に必要な引出線 2 4 の導体断面積はおよそ 3 mm^2 であり、例えば厚み 0.2 mm、幅 15 mm の引出線 2 4 となるが、かかる断面形状の引出線 2 4 であれば、間隙 3 6 を経由して外部に導出させることが可能である。

【 0 0 3 3 】

本形態では、界磁子 1 4 から生じる磁束を通過させる磁気回路に、側面継鉄 1 6、1 8 および中心継鉄 2 0 を配置している。

【 0 0 3 4 】

中心継鉄 2 0 は、円筒状に巻き重ねた薄い電磁鋼板を積層して構成され、その中心部分を中心軸 1 2 が貫通している。中心継鉄 2 0 の左方側面は、側面継鉄 1 6 の内側側面と密着または接近している。そして、中心継鉄 2 0 の右方側面は、側面継鉄 1 8 の内側側面と密着または接近している。中心継鉄 2 0 の両側面が側面継鉄 1 6、1 8 と密着または接近していることにより、これらのヨークで構成される磁気回路を通過する磁束を強化できる。中心継鉄 2 0 の中心部から側面まで連続してスリット 4 0 が形成されている。このようにスリット 4 0 を形成することにより、発電時に於いて、円周方向に渦電流が流れるのが抑制される。中心継鉄 2 0 は、発電時において、側面継鉄 1 6、1 8 と共に回転してもよいし、回転しなくても良い。

40

【 0 0 3 5 】

側面継鉄 1 6 は、中心継鉄 2 0 の右側側方と界磁子 1 4 との間に配置され、界磁子 1 4 から生じる磁束を通過させる磁気回路の一部を構成する。側面継鉄 1 6 は、複数枚の電磁

50

鋼板を積層させた積層体として形成されている。また、側面視での側面継鉄 16 の形状は、周囲に突出部（テース）が形成された円板形状を呈しており、かかる形状については図 2 を参照して後述する。側面継鉄 16 の中心部は中心軸 12 が貫通しているが、側面継鉄 16 に対して中心軸 12 は固着されており、発電時に於いては、中心軸 12 と共に側面継鉄 16 は回転する。側面継鉄 16 の中心部から周辺部まで連続してスリット 42 が形成されており、これにより発電時において側面継鉄 16 に渦電流が発生することが抑制される。

【0036】

側面継鉄 18 は、中心継鉄 20 の左側側方と界磁子 14 との間に配置される。側面継鉄 18 の構成は、上記した側面継鉄 16 と同様であり、電磁鋼板の積層体として形成され、中心部から周辺部に渡ってスリット 38 が形成されている。発電時に於いては、側面継鉄 18 も中心軸 12 と同期して回転する。

10

【0037】

上記した構成の発電機 10 の発電動作は次のとおりである。風力や水力等に代表される駆動力により中心軸 12 が回転されると、中心軸 12 と共に側面継鉄 16、18 が回転する。一方、本形態では、上記したように、中心軸 12 が回転する状態であっても、電機子巻線 22 および界磁子 14 は回転しない。

【0038】

ここで、側面継鉄 16 の外周端部が界磁子 14 の N 極と接近している時には、軸方向に見て重畳する部分の側面継鉄 16 の外周端部に、界磁子 14 の N 極から磁束が供給される状態となる。供給された磁束は、側面継鉄 16、中心継鉄 20、側面継鉄 18 を通過した後、界磁子 14 の S 極に戻る。ここで、上記したように、界磁子 14 は、円周方向に沿って交互に N 極と S 極が着磁されている。よって、界磁子 14 の位置を固定した状態で、側面継鉄 16、18 を所定角度回転させると、側面継鉄 16 の外周端部（磁極）は、界磁子 14 の S 極に接近し、軸方向に見て重畳する部分の側面継鉄 16 の外周端部は界磁子 14 の S 極から磁束が供給される状態となる。よって、このような各状態が交互に繰り返されることにより、電機子巻線 22 の内部に交番磁束が発生し、これにより発電が行われる。発電された電力は引出線 24 を介して外部に供給される。

20

【0039】

図 2 を参照して、本形態の発電機 10 の構成を詳述する。図 2 (A) は発電機 10 を側方から見た側面図であり、図 2 (B) は中心軸 12 に沿って発電機 10 を切断した場合の断面図であり、図 2 (C) は側面継鉄 16 を示す側面図であり、図 2 (D) は他の形態の側面継鉄 16 を示す側面図である。

30

【0040】

図 2 (A) は、図 1 (B) に示した発電機 10 を右方から見た側面図であり、側面継鉄 16 により覆われることで実際には視認されない部分を点線で示している。また、界磁子 14 の N 極と S 極との境界も点線で示している。この図に示すように、発電機 10 では、中心軸 12、中心継鉄 20、電機子巻線 22 および界磁子 14 が同軸的に中心側から配置されている。

【0041】

図 2 (B) を参照して、先ず、具現化された発電機 10 では、上記した各構成要素はケーシング 26 に収納されている。発電時に回転しない界磁子 14、電機子巻線 22 はこのケーシング 26 に対して固定されている。そして、ケーシング 26 の界磁子 14 に接近する部分には磁気シールド 28 が配置されており、界磁子 14 から外側に向かう磁束は、磁気シールド 28 で遮断され、磁束の外部への漏出は抑制されている。

40

【0042】

本形態では、側面継鉄 16 の半径方向外側には磁極片 16B が形成されており、この磁極片 16B の端面（電機子磁極面）が、N 極または S 極である界磁子 14 の側面に接近している。好適には、磁極片 16B の端面全域が、磁石の 14 の側面に対向している。磁極片 16B の形状に関しては図 3 等を参照して詳述する。

50

【 0 0 4 3 】

上記したように、本形態では界磁子 1 4 の内部に電機子巻線 2 2 が配置されるが、これとは別の電機子巻線 2 3 が配置されても良い。電機子巻線 2 3 は、例えば電機子巻線 2 2 よりも巻数が少ない巻線である。電機子巻線 2 3 と接続された引出線も、電機子巻線 2 2 とは別途に界磁子 1 4 の近傍から外部に導出される。巻数が 1 0 回程度以下と少ない電機子巻線 2 3 からは例えば、数 V ないし数十 V 程度の電力が得られる。この電力は、例えば、発電設備近傍で設備各部の状態を計測する電子機器や通信機器を駆動するために用いられる。このようにすることで、高い電圧を降圧するための装置が不要となるので、発電機 1 0 が組み込まれる設備を簡素化することが可能となる。

【 0 0 4 4 】

図 2 (C) を参照して、側面継鉄 1 6 の形状を詳述する。側面継鉄 1 6 は、中心部に配置された略円形の継鉄中心部 1 6 A と、継鉄中心部 1 6 A の外周端部から外方に略矩形に突出する複数の磁極片 1 6 B と、継鉄中心部 1 6 A の中心を貫通させた孔部 1 6 C と、を有している。ここで、磁極片 1 6 B は、ティース、電機子磁極と称される場合もある。

【 0 0 4 5 】

磁極片 1 6 B は、継鉄中心部 1 6 A の外周端部の円周方向に沿って等間隔に配置されており、その個数は図 2 (A) に示す磁石の極数に対応している。具体的には、磁極片 1 6 B の個数は、界磁子 1 4 が有する極数の半分に等しい。発電時においては、界磁子 1 4 から発生した磁束は各磁極片 1 6 B および継鉄中心部 1 6 A を経由して、中心継鉄 2 0 (図 1 (B)) に供給される。

【 0 0 4 6 】

孔部 1 6 C は、中心軸 1 2 を貫通させるためのものであり、接着剤等を介して中心軸 1 2 は孔部 1 6 C に固着される。

【 0 0 4 7 】

図 2 (D) を参照して、側面継鉄 1 6 は、3 つのスリット 1 6 D により分割されている。このように側面継鉄 1 6 が分割されていることにより、例えば側面継鉄 1 6 の直径が数メートル程度に大きい場合であっても、分割された側面継鉄 1 6 を容易に運搬することが出来る。更には、側面継鉄 1 6 がこのように平面視で分割されることにより、上記したように発電時の渦電流が抑制される効果が顕著と成る。

【 0 0 4 8 】

上記した構成は、図 1 (B) に示す側面継鉄 1 8 に関しても同様である。

【 0 0 4 9 】

図 3 を参照して、上記した側面継鉄 1 6 が有する磁極片 1 6 B の構成を更に詳述する。図 3 (A) は側面継鉄 1 6 の磁極片 1 6 B を示す断面図であり、図 3 (B) は磁極片 1 6 B を具体的に示す図であり、図 3 (C) は磁極片 1 6 B の他の形状を示す断面図である。

【 0 0 5 0 】

図 3 (A) を参照して、上記したように、側面継鉄 1 6 の先端に形成される端面 1 6 G は、界磁子 1 4 の側面 1 4 A に接近しており、両者は略平行な状態となっている。このように側面継鉄 1 6 の端面 1 6 G が界磁子 1 4 に面することにより、界磁子 1 4 の極数が変更されたとしても、図 2 (C) に示した側面継鉄 1 6 の平面視での形状を変更するのみで対応することが可能となる。具体的には、界磁子 1 4 の磁極数が変更されたとしても、側面継鉄 1 6 を構成する鋼板を打ち抜き加工するプレス金型の形状を変更するのみで対応している。

【 0 0 5 1 】

また、本形態では、側面継鉄 1 6 の先端部である磁極片 1 6 B の端面 1 6 G を、磁極片 1 6 B が伸びる方向 D 1 から傾斜させている。ここでは、磁極片 1 6 B の端面 1 6 G と方向 D 1 とで形成する角度を θ で示している。

【 0 0 5 2 】

具体的には、界磁子 1 4 として用いられるフェライト磁石と、側面継鉄 1 6 として用いられる電磁鋼板とでは、飽和磁束密度が大きく異なる。界磁子 1 4 の飽和磁束密度は 0 .

10

20

30

40

50

4 テスラである一方、側面継鉄 16 の飽和磁束密度は 1.5 テスラである。従って、仮に界磁子 14 の側面と、側面継鉄 16 との厚みを同等とした場合、両者の飽和磁束密度の差異に起因した影響が大きくなる。

【0053】

図 3 (B) を参照して、本形態では、界磁子 14 の飽和磁束密度と、側面継鉄 16 の飽和磁束密度との差異による影響を小さくするために、先ず、側面継鉄 16 の厚み T_m を、界磁子 14 に面する磁極部分の磁極片 16 B の高さ H_p よりも短く設定している。具体的には、界磁子 14 の飽和磁束密度を M_1 とし、側面継鉄 16 の飽和磁束密度を M_2 とすれば、 H_p と T_m との間には、 $H_p (M_1 / M_2) < T_m < H_p$ の関係が成立するようにしている。この範囲であれば、両者の飽和磁束密度の相違による影響を回避しつつ、側面継鉄 16 を薄型化することが可能である。一方、 T_m が $H_p (M_1 / M_2)$ 以下と成れば側面継鉄 16 の磁束密度が不足する恐れがあり、 T_m が H_p よりも長くなれば側面継鉄 16 の重量が増し発電効率が下がる恐れがある。

【0054】

更に本形態では、側面継鉄 16 の先端部である磁極片 16 B の端面を、磁極片 16 B が伸びる方向 D_1 から傾斜させている。これにより、側面継鉄 16 の厚さ T_m に対して、界磁子 14 に面する端面 16 G の高さ H_p を大きくすることが出来る。すなわち、界磁子 14 に面する端面 16 G の面積を大きくすることが出来る。ここで、界磁子 14 の飽和磁束密度を M_1 とし、側面継鉄 16 の飽和磁束密度を M_2 とすれば、 θ の最小角 $\theta (MIN)$ は以下の式 1 で算出される。

$$\text{式 1: } \theta (MIN) = 90 - \tan^{-1} (M_2 / M_1)$$

上記したように、本形態では界磁子 14 の飽和磁束密度 M_1 は 0.4 テスラであり、側面継鉄 16 の飽和磁束密度 M_2 は 1.5 テスラであるので、上記式 1 により $\theta (MIN)$ は約 15 度と算出される。よって、本形態での θ の好適な範囲は、 $15 \text{ 度} < \theta < 90 \text{ 度}$ と算出される。

【0055】

上記した θ の値がこの範囲であれば、両者の飽和磁束密度の相違による影響を回避しつつ、側面継鉄 16 の磁極片 16 B の厚みに対して、磁極片 16 B の端面の面積を大きくすることが出来る。一方、 θ が 15 度以下となれば側面継鉄 16 が半径方向外側に余計に大きくなり発電効率が下がる恐れがある。そして、 θ が 90 度以上となれば、磁極片 16 B を傾斜させることによる効果が得られなく成る。尚、図 3 (B) を参照して、側面継鉄 16 の継鉄中心部 16 A の主面と、端面 16 G とは略並行な関係にある。

【0056】

これにより、界磁子 14 と面する磁極片 16 B の端面の面積を十分に確保しつつ、側面継鉄 16 全体の厚みを薄くすることが出来る。よって、側面継鉄 16 の質量が小さくなる。更には、側面継鉄 16 が薄くて済むことから、側面継鉄 16 を構成するために必要とされる鋼板の量が低減されて材料コストが安くなる。

【0057】

更に、上記構成により、渦電流の影響を抑制しつつ、磁極面積を増加できるので、側面継鉄 16 と界磁子 14 の磁気ギャップにより生じる磁位差損失を低減でき、発電機の効率を高めることができる。更にまた、磁極面積を増加できるため、電磁鋼板から成る側面継鉄 16 より飽和磁束密度が小さな、例えばフェライト磁石などの安価な材料で界磁子 14 を構成できる。

【0058】

更に図 3 (B) を参照して、本形態の側面継鉄 16 は、積層された複数枚の鋼板 16 E から構成されている。ここで、鋼板 16 E としては、電気エネルギーと磁気エネルギーの変換効率が高い鋼板、例えば珪素鋼板が採用される。各鋼板 16 E の主面は絶縁処理が施されており、これにより鋼板 16 E 同士は絶縁され、渦電流の発生が抑制されている。また、界磁子 14 に面する側面継鉄 16 の端面 16 G は、表面を絶縁処理された鋼板 16 E の端面が斜めに削られた面の集合で構成されている。

【 0 0 5 9 】

更に本形態では、渦電流を抑制するために、磁極片 1 6 B の端面に露出する鋼板 1 6 E の厚み δ を所定の値よりも小さくしている。

【 0 0 6 0 】

本形態の場合、発電時における渦電流を抑制するためには、各鋼板 1 6 E の厚みを表皮浸透深さ s の 2 倍以下にすれば良い。具体的には、鋼板 1 6 E の透磁率を 1 0 0 0 0、低効率を $60 \times 10^{-8} \Omega$ 、付与される鋼板時速の周波数を 5 0 H z とした場合、表皮浸透深さ s は 0 . 5 5 mm となる。よって、図 3 (B) に示す、側面継鉄 1 6 の中間部分の厚さ $T s$ を、その 2 倍の 1 . 1 0 mm よりも薄くしたら、渦電流が抑制されることと成る。

【 0 0 6 1 】

しかしながら、本形態では、図 3 (A) に示したように、上記したように側面継鉄 1 6 の磁極片 1 6 B の先端部端面を、その延在方向 D 1 から傾斜させている。よって、磁極片 1 6 B の端面での鋼板 1 6 E の高さ δ は、側面継鉄 1 6 の中間部に於ける鋼板 1 6 E の厚み $T s$ よりも厚くなる。具体的には、露出する鋼板 1 6 E の高さ δ は、鋼板 1 6 E の厚み $T s$ の $1 / \tan \theta$ 倍になる。例えば、 $\theta = 25$ 度の場合の δ は $T s$ の 2 . 1 4 倍であり、 $\theta = 30$ 度の場合の δ は $T s$ の 1 . 7 3 倍となる。このことから、側面継鉄 1 6 の周辺部付近は、その中心部よりも渦電流が生じやすい条件となっている。

【 0 0 6 2 】

そこで、本形態では上記事項を加味して鋼板 1 6 E の厚みを決定している。具体的には、厚さ $T s = 0 . 5$ mm の鋼板 1 6 E を使用し、 $\theta = 25$ 度とした場合、 $\delta = 1 . 07$ mm、となる。ここで、図 3 (B) に示す θ は、側面継鉄 1 6 の継鉄中心部 1 6 A から磁極片 1 6 B が傾斜する角度であり、図 3 (A) に示す θ と同一となる。また、これと同様の $T s$ で $\theta = 30$ 度とした場合、 $\delta = 0 . 87$ mm となる。いずれの場合も、磁極片 1 6 B の先端部に於て、 δ は 1 . 1 mm よりも短くなるので、この部分での渦電流の発生は抑制されている。

【 0 0 6 3 】

図 3 (C) を参照して、側面継鉄 1 6 の磁極片 1 6 B を構成する鋼板 1 6 E の先端部を面取りすることにより面取り部 1 6 F が形成されている。各鋼板 1 6 E の先端部に面取り部 1 6 F を形成することにより、鋼板 1 6 E 同士が短絡することにより多くの渦電流が発生することが防止される。特に、側面継鉄 1 6 の製造工程にて磁極片 1 6 B の端面を研削する工程に於いては、研削により生じるバリ等を介して鋼板 1 6 E 同士が短絡してしまう恐れが有る。本形態では、各鋼板 1 6 E の先端部に面取り部 1 6 F を形成することにより、この短絡を防止することで、大きな渦電流が生じることを抑止している。

【 0 0 6 4 】

上記した側面継鉄 1 6 の製造方法は次の通りである。まず、プレス金型を用いて一枚の鋼製の大判を打ち抜くことにより、図 4 (A) に示す形状を呈する鋼板 1 6 E を成形する。上記したように、鋼板 1 6 E は、中心部分で円形を呈する継鉄中心部 1 6 A と、継鉄中心部 1 6 A の周辺部から周囲に略矩形に突出する磁極片 1 6 B と、継鉄中心部 1 6 A の中心を円形に貫通させた孔部 1 6 C と、を有している。

【 0 0 6 5 】

次に、図 4 (B) に示すように、複数の鋼板 1 6 E を所定枚数積層させて圧着させる。鋼板 1 6 E 同士は、それらの間に絶縁樹脂等の絶縁材料が介在することで、互いに絶縁されている。次に、積層された鋼板 1 6 E に対してプレス加工を施すことにより、磁極片 1 6 B の端部付近を所定角度に曲折させる。

【 0 0 6 6 】

また、継鉄中心部 1 6 A に設けられる孔部 1 6 C は、軸方向外側（紙面上では右方）に向かって徐々に縮径する、所謂切頭円錐形を形成している。孔部 1 6 C をこのような形状にする方法としては、鋼板 1 6 E を積層させた後に、孔部 1 6 C の側面が切頭円錐形を呈するように研削する方法が有る。また、他の方法としては、軸方向内側（紙面上では左側）に配置される鋼板 1 6 E に形成される孔部 1 6 C の直径を、軸方向外側（紙面上では右

10

20

30

40

50

側)に配置される鋼板16Eに形成される孔部16Cの直径よりも大きくする方法もある。

【0067】

次に、磁極片16Bの端面16Gが、継鉄中心部16Aの主面と平行となるように、磁極片16Bの端面に対して研削加工を行う。

【0068】

更に図1(B)を参照して、中心軸12を側面継鉄16、18に挿通させ、電機子巻線22の側方直近に側面継鉄16、18を配置させる。更に、中心軸12が挿通された中心継鉄20を、電機子巻線22の内部に配置する。また、界磁子14同士の間から引出線24を外部に導出させる。以上の工程により発電機10が製造される。

10

【0069】

図5を参照して、発電機10の他の形態を説明する。図5(A)は他の形態の発電機10を示す断面図であり、図5(B)は側面継鉄16が界磁子14に接近する部分を拡大して示す断面図であり、図5(C)は発電機10が備える側面継鉄16の磁極片16Bを示す断面図である。

【0070】

図5(A)を参照して、ここに示す発電機10Aの基本的構成は図1等を参照して上記したものと同様であり、相違点は側面継鉄16の先端部である磁極片16Bが、半径方向外側に向かって直線状に伸びることにある。

【0071】

具体的には、上記した発電機10では、図4(B)に示すように、側面継鉄16の磁極片16Bは、継鉄中心部16Aの端部から、内側(紙面上では左方)に傾斜していた。

20

【0072】

一方、図5に示す発電機10Aでは、図5(A)に示すように、側面継鉄16の継鉄中心部16Aおよび磁極片16Bは、半径方向外側(紙面上では上下方向)に向かって直線状に伸びている。換言すると、ここでの側面継鉄16は曲折加工されることなく平坦に形成されている。そして、図5(B)を参照すると、磁極片16Bの端面16Gは、磁極片16Bの延在方向D1から傾斜している。具体的には、端面16Gは、軸方向内側(紙面上では左方)に向かって、半径方向内側(紙面上では下方)に傾斜する傾斜平坦面とされている。

30

【0073】

更に本形態では、図5(B)に示すように、界磁子14の側面14Aも、軸方向内側(紙面上では左方)に向かって、半径方向内側(紙面上では下方)に傾斜する傾斜平坦面とされている。このように、界磁子14の側面14Aを傾斜平坦面とすることにより、側面継鉄16の端面16Gと、界磁子14の側面14Aとが略平行となり、両者を接近させて発電効率を向上させることが可能となる。

【0074】

図5(C)を参照して、この図に示す側面継鉄16も、図4に示したものと同様に、積層された複数の鋼板16Eから構成されており、これらの鋼板16Eも曲折加工されることなく平坦に形成されている。また、上記と同様にここでも界磁子14と側面継鉄16との飽和磁束の際を考慮して T_m と H_p が決定されている。更にまた、磁極片16Bの先端部分に於ける渦電流の発生を抑制するために、磁極片16Bの端部に露出する鋼板16Eの高さ δ を考慮して、鋼板16Eの厚さ T_s が決定されている。係る事項も図3(B)を参照して説明したとおりである。

40

【0075】

図6を参照して、更なる他の形態の発電機10Bを説明する。図6(A)は発電機10Bの全体的構成を示す断面図であり、図6(B)は側面継鉄16を示す斜視図であり、図6(C)は図6(A)に示す発電機10Bを右方から観た場合の側面図である。

【0076】

図6(A)を参照して、この図に示す発電機10Bの基本的構成は、図1等に示した発

50

電機 10 と同様であり、相違点は、側面継鉄 16 等の形状にある。

【0077】

具体的には、図 6 (B) に示すように、側面継鉄 16 の磁極片 16 B は内側 (図 6 (A) では左方向) に曲折されており、その端面は半径方向外側 (図 6 (A) では上下方向) を向いている。側面継鉄 18 も同様に、その磁極片 16 B は内側 (紙面上では右方向) に曲折されており、その端面は半径方向外側 (紙面上では上下方向) を向いている。係る構成であっても、側面継鉄 16 の磁極片 16 B の端面は、側面継鉄 16 の延在方向から傾斜しており、このような構成は側面継鉄 18 に関しても同様である。

【0078】

図 6 (C) に示すように、円周方向に沿って、側面継鉄 16 の磁極片 16 B と、側面継鉄 18 の磁極片 18 B とが、界磁子 14 と電機子巻線 22 との間に存在することとなる。また、界磁子 14 の内面は、円周方向に沿って交互に S 極または N 極と成るように着磁されている。よって、界磁子 14 の位置が固定された状態で、側面継鉄 16、18 が回転すると、磁極の向きが時間的に反転する交番磁界が電機子巻線 22 に作用し、これにより発電が行われる。

【0079】

尚、上記構成の発電機 10 B では、電機子巻線 22 の側方および外方は側面継鉄 16、18 で覆われているので、電機子巻線 22 の出力は、中心軸 12 を経由して外部に取り出されても良い。

【0080】

図 7 を参照して、更なる他の形態の発電機 10 C の構成を説明する。この図に示す発電機 10 C の基本的な構成は上記した発電機 10 B と同様であり、相違点は側面継鉄 16 の磁極片 16 B が比較的短いことである。また、側面継鉄 18 の磁極片 18 B も比較的短く形成されている。

【0081】

具体的には、側面継鉄 16 の磁極片 16 B の軸方向の長さは、図 6 に示した発電機 10 B の磁極片 16 B と比較すると、半分以下に設定される。同様に、側面継鉄 18 の磁極片 18 B も、上記した発電機 10 B のものと比較すると半分以下に設定される。

【0082】

磁極片 16 B、18 B の軸方向に於ける長さを短くすることにより、この図に示すように、磁極片 16 B の内側端部と、磁極片 18 B の内側端部とが離間して間隙が形成される。よって、電機子巻線 22 と接続された引出線 24 を、この間隙から外側に引き出すことが可能となる。

【0083】

図 8 (A) を参照して、他の形態の発電機 10 D の構成を説明する。この図に示す発電機 10 D の基本的な構成は、図 1 に示した発電機 10 と同様であり、側面継鉄 16 の構成が異なる。具体的には、発電機 10 D では、側面継鉄 16 は軸方向に見て円板形状を呈しており、図 2 (C) に示したような磁極片 16 B は形成されていない。係る構成であっても、側面継鉄 16 は界磁子 14 と磁氣的に結合されているので、発電を行うことは可能である。更に、図 1 に示した発電機 10 では、側面継鉄 16、18 の両方が中心軸 12 に固定されており、発電時には両方の側面継鉄が回転していたが、ここでは側面継鉄 18 のみを回転させ、側面継鉄 16 は回転させずに固定してもよい。この場合であっても、側面継鉄 18 が回転することにより、内蔵された巻線に交番磁界を与えて発電することが可能である。

【0084】

図 8 (B) の断面図を参照して、上記構成の発電機 10 を複数備えた三相発電機 11 の構成を説明する。この図に示す三相発電機 11 では、ケーシング 30 の内部で複数の発電機 10 が並列するように配置されている。そして、3つの発電機 10 の中心部分およびケーシング 30 の側面を中心軸 12 が貫通している。また、発電機 10 は夫々の磁気角度が 120 度ずつずらして配置されている。これにより、中心軸 12 を介して外力により各発

10

20

30

40

50

電機 10 に内蔵された側面継鉄を回転させると、三相の交流電力が得られる。

【0085】

上記した回転機としての発電機 10 は、以下に述べるように、電動機としても用いることが出来る。

【0086】

図 9 を参照して、本形態の三相電動機 44 の構成を説明する。図 9 (A) は三相電動機 44 の構成を示す斜視図であり、図 9 (B) は他の形態の三相電動機 44 A の構成を示す斜視図である。

【0087】

図 9 (A) を参照して、三相電動機 44 は、3つの電動機 46 A、46 B、46 C と、これらの3つの電動機 46 A、46 B、46 C を貫通する中心軸 12 と、を有する。電動機 46 A 等は、図 1 等に示した発電機 10 等と同様の構成を有している。三相電動機 44 を動作させる際には、電動機 46 A、46 B、46 C に内蔵された電機子巻線 22 (図 1 (B)) に対して、互いに 120 度位相がずれた電気信号を印加する。これにより、電動機 46 A、46 B、46 C に内蔵された側面継鉄 16、18 (図 1 (B)) が回転し、これに同期して中心軸 12 が回転するように成る。

【0088】

図 9 (B) および図 9 (C) を参照して、他の形態の三相電動機 44 A を説明する。三相電動機 44 A は、電動機 46 A、46 B、46 C を有しており、これらは半径方向に沿って配置されている。電動機 46 A、46 B、46 C の各々には中心軸 12 A、12 B、12 C が貫通している。また、中心軸 12 A、12 B、12 C は、板状の連結部 34 に回転可能な状態で挿入されている。

【0089】

図 9 (C) に示すように、側面継鉄 16 の外面には略円盤状の車輪 50 が固着されており、車輪 50 の直径は側面継鉄 16 よりも大きい。また、車輪 50 は側面継鉄 16 と同期して回転可能に構成されている。そして、車輪 50 の外側側面は、静止している着地面 32 に接触している。かかる構成は、他の電動機 46 B、46 C に関しても同様である。

【0090】

係る構成の電動機 46 A に電気信号を印加すると、側面継鉄 16 と共に車輪 50 が回転する。車輪 50 が着地面 32 に接していることにより、連結部 34 を紙面上にて左方向に動かそうとする力が生じる。これにより、連結部 34 に回転可能に接続されている電動機 46 B、46 C も左方向に移動しつつ回転する。よって、電動機 46 A、46 B、46 C は同期して回転することと成る。

【0091】

上記した構成の発電機 10 は例えば、風力発電や水力発電に適用させることで、小型化、軽量化および安価化が達成されると共に、保守費用を低減させることができる。

【0092】

具体的には、中、小型の風車や水車は回転数が数十～200rpm程度、大型風車では15rpmないし60rpm程度の回転数でしかない。これまでは、歯車などの機械的な増速機で3000rpm～1500rpmに増速し、2極あるいは4極などの回転機を駆動していた。しかし、機械的な増速機を採用することによりコストが高くなる問題があった。また、機械的な増速機は、グリスアップや歯車の摩耗などに対する高頻度の保守が必要であり、これに伴う運転経費が高くなる問題があった。

【0093】

図 1 を参照して、本形態の発電機 10 では、発電機を構成する界磁子 14、側面継鉄 16、18、電機子巻線 22 のうち、界磁子 14 および電機子巻線 22 の位置を固定し、側面継鉄 16、18 のみを回転させている。よって、上記したような、回転数を上げる増速機構が不要となるので、発電機 10 全体のコストが安くなり、且つ運転経費が安くなる。更には、比較的軽量の側面継鉄 16、18 を回転させるのみで発電することが可能なので、より効率的に発電を行うことが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 4 】

また、大型風車の場合、設置に適した場所は一般に需要地から離れているため発電電圧を数万V以上に高めて送電する必要が有る。本形態の発電機10は、電機子巻線22に強固な絶縁を施せるため、例えば8.8kVや66kVなどの高い発電電圧が得られるため変圧器を設けずに配電線や送電線と連携できる利点が得られる。

【 0 0 9 5 】

更に、本形態の発電機10は、伝動シャフトや差動ギアを省略する目的で車輪に組み込むインホイールモータとして用いることも可能である。この場合、低価格化、軽量の多極発電機が実現される、という効果が奏される。

【 0 0 9 6 】

更にまた、電動機としての本形態を船舶のスクリューに直結することも可能である。これにより、駆動動力を減速するための機械式ギアを省いてコストを安くすることが可能となる。

【 0 0 9 7 】

ここで、一般の発電機では、発電の際に回転する要素を回転子と呼称し、発電の際に回転せずにその位置が固定される要素を固定子と呼ぶ。図1(B)を参照すると、本形態の発電機では、側面継鉄16、18が回転子であり、界磁子14および電機子巻線22が固定子である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 8 】

10、10A、10B、10C、10D	発電機	
11	三相発電機	
12、12A、12B、12C	中心軸	
14	界磁子	
14A	側面	
16	側面継鉄	
16A	継鉄中心部	
16B	磁極片	
16C	孔部	
16D	スリット	30
16E	鋼板	
16F	面取り部	
16G	端面	
18	側面継鉄	
18B	磁極片	
20	中心継鉄	
22	電機子巻線	
23	電機子巻線	
24	引出線	
26	ケーシング	40
28	磁気シールド	
30	ケーシング	
32	着地面	
34	連結部	
36	間隙	
38	スリット	
40	スリット	
42	スリット	
44、44A	三相電動機	
46、46A、46B、46C	電動機	50

10

20

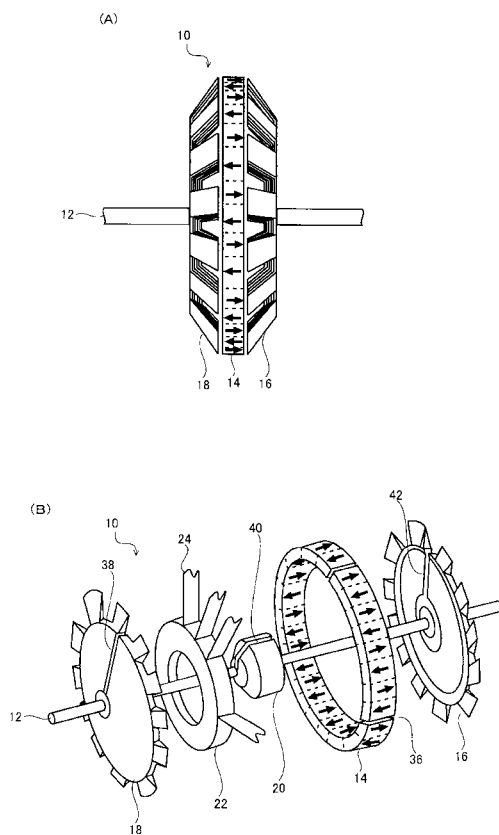
30

40

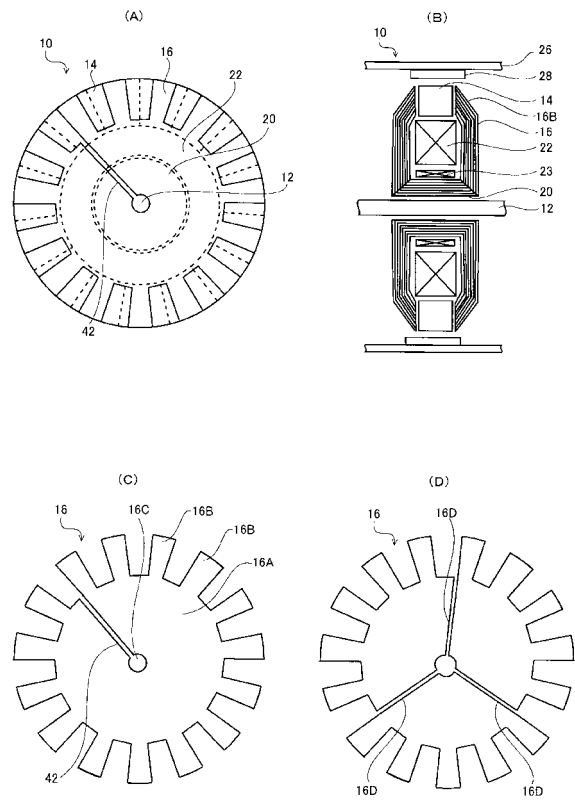
50

4 8 中心軸
5 0 車輪

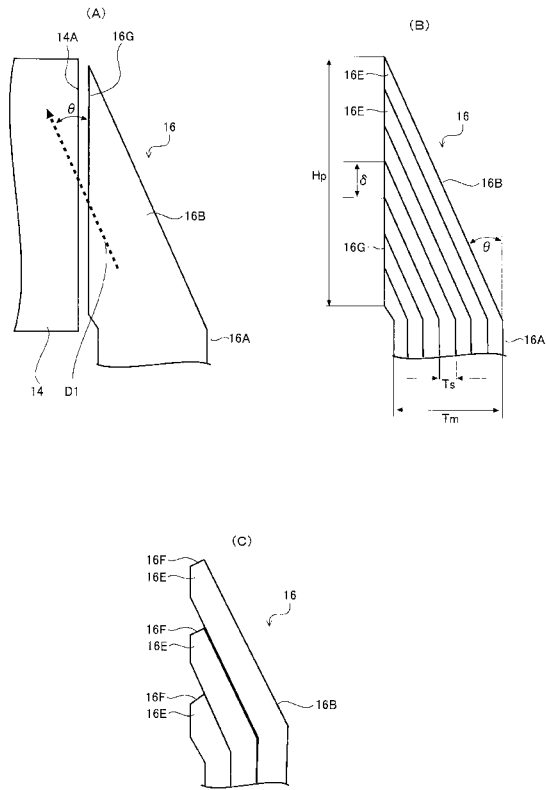
【 図 1 】



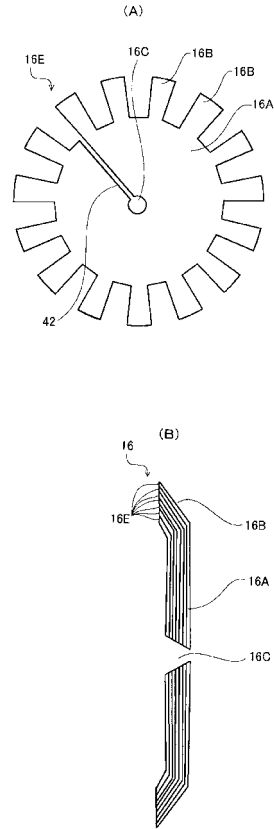
【 図 2 】



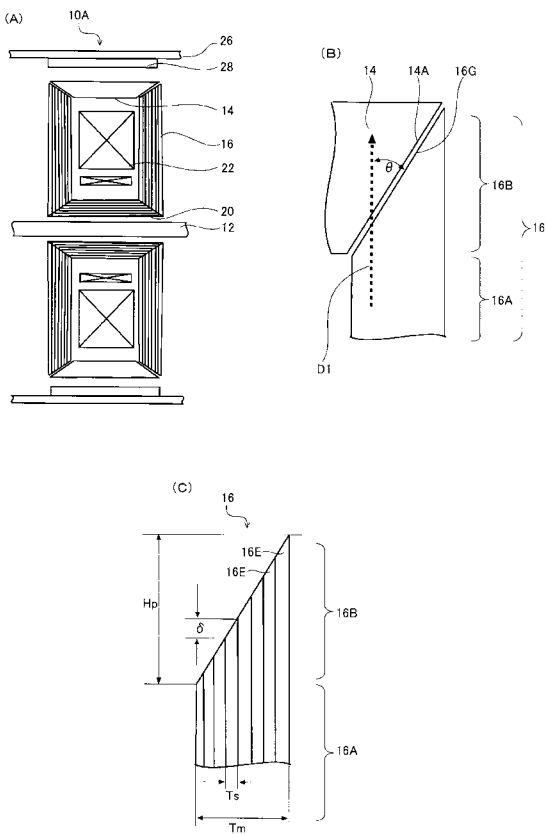
【図 3】



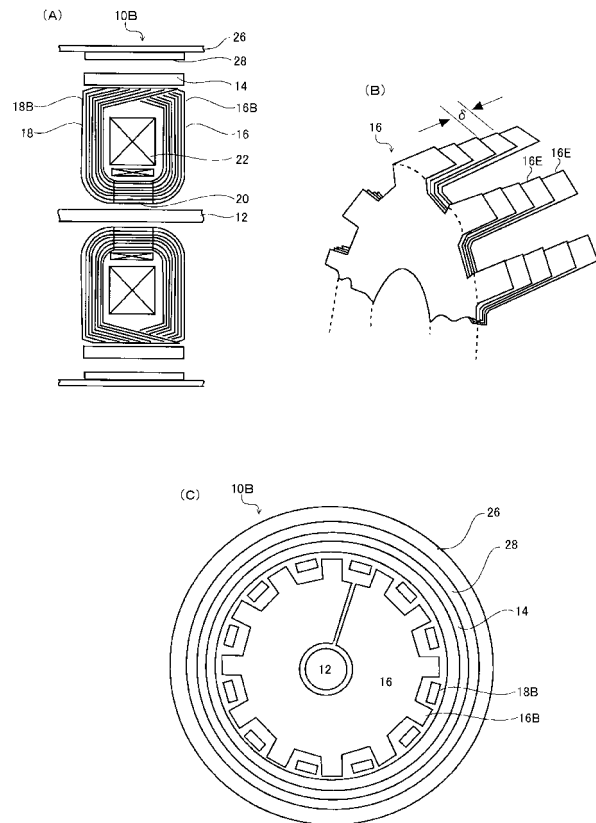
【図 4】



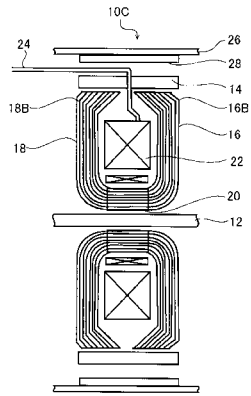
【図 5】



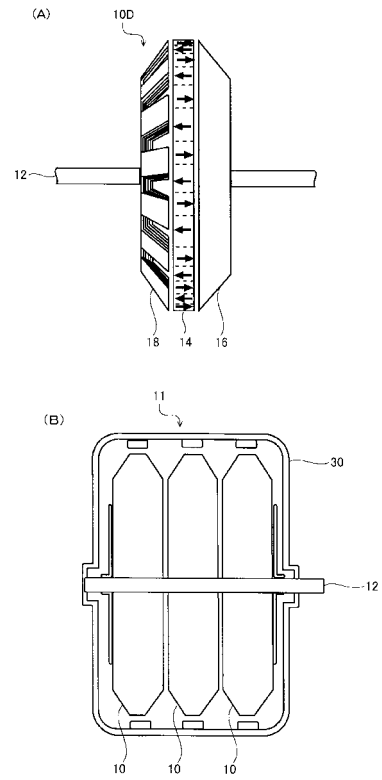
【図 6】



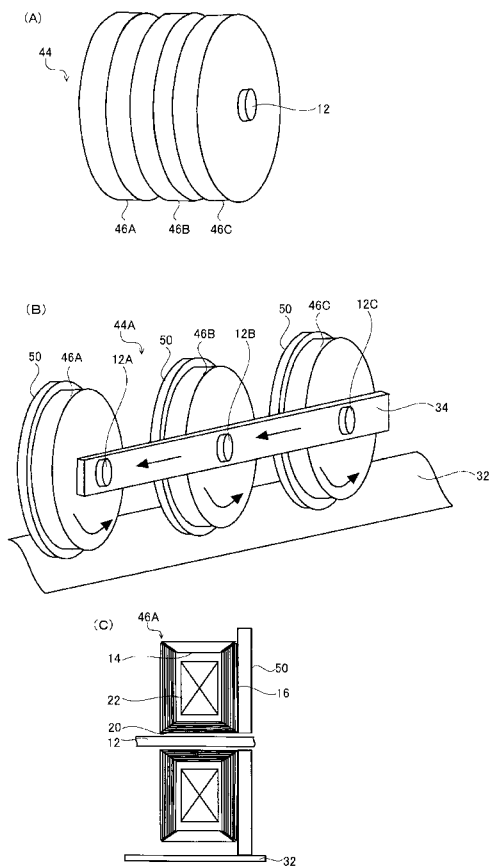
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 福田 敏男

栃木県芳賀郡市貝町大字市塙 1 3 8 2 - 2 株式会社三和電機内

(72)発明者 福田 晴行

栃木県芳賀郡市貝町大字市塙 1 3 8 2 - 2 株式会社三和電機内

F ターム(参考) 5H621 BB02 GA01 HH01 HH07