

(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2014-60837  
(P2014-60837A)

(43) 公開日 平成26年4月3日(2014.4.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H02K 1/14 (2006.01)</b>	H02K 1/14 Z	5H601
<b>H02K 1/27 (2006.01)</b>	H02K 1/27 503	5H622

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-203269 (P2012-203269)	(71) 出願人	000010076 ヤマハ発動機株式会社 静岡県磐田市新貝2500番地
(22) 出願日	平成24年9月14日 (2012.9.14)	(74) 代理人	100104581 弁理士 宮崎 伊章
		(74) 代理人	100099874 弁理士 黒瀬 靖久
		(74) 代理人	100136412 弁理士 的場 照久
		(72) 発明者	西川 貴裕 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内
		(72) 発明者	日野 陽至 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アキシシャルギャップ型回転電機、同回転電機を備えた電動車椅子及び電動自転車

(57) 【要約】

【課題】工業的に安価に製造可能であって、鉄損が低減された効率の良好なアキシシャルギャップ型回転電機を提供する。

【解決手段】回転子と、この回転子に対して回転軸の軸方向に所定間隙を隔てて固定子を対向配置する。回転子を、円板状のバックヨークと、このバックヨークにおける固定子対向面に固定され、N極とS極の磁極が周方向に交互に配置されるように着磁されると共に、これら磁極間に切り欠き部が形成された、周方向に連続した部材からなる環状の希土類ボンド磁石とで構成する。固定子を、前記ボンド磁石に対向するように周方向に沿って配置された複数の歯部と、これら歯部に巻回された巻線とで構成する。固定子を構成する各歯部は、前記ボンド磁石に対向する先端部に、周方向の両側に向かって延びた一对の側方突出部を形成する。

【選択図】 図 1

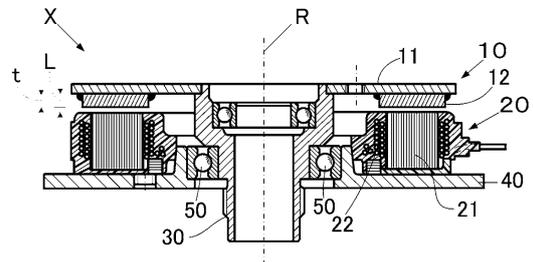


図 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

回転軸の回りに回転する回転子と、

前記回転子に対して前記回転軸の軸方向に所定間隙を隔てて対向配置された固定子とを備え、

前記回転子は、円板状のバックヨークと、該バックヨークにおける固定子対向面に固定され、N極とS極の磁極が周方向に交互に配置されるように着磁されると共に、これら磁極間に切り欠き部が形成された、周方向に連続した部材からなる環状の希土類ボンド磁石とを備え、

前記固定子は、前記希土類ボンド磁石に対向するように周方向に沿って配置された複数の歯部と、これら歯部に巻回された巻線とを備え、

前記固定子を構成する各歯部は、前記希土類ボンド磁石に対向する先端部に、周方向の両側に向かって延びた一对の側方突出部を有することを特徴とするアキシシャルギャップ型回転電機。

## 【請求項 2】

前記希土類ボンド磁石は、異方性のネオジムボンド磁石である、請求項 1 に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。

## 【請求項 3】

前記ボンド磁石は、前記磁極間における内周縁および外周縁のいずれか一方に前記切り欠き部が形成されている、請求項 1 に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。

## 【請求項 4】

前記ボンド磁石は、前記磁極間における内周縁および外周縁の双方に前記切り欠き部が形成されている、請求項 1 に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。

## 【請求項 5】

前記外周縁に形成された前記切り欠き部は、前記内周縁に形成された前記切り欠き部より周方向の幅が大きく設定されている、請求項 4 に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。

## 【請求項 6】

前記各歯部は、胴部と、前記先端部に平坦に形成された所定幅の平坦部と、該平坦部の周方向両側から延出されて前記回転子から次第に離れるように上面が形成された前記側方突出部とを有する、請求項 1 に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。

## 【請求項 7】

前記各歯部の側方突出部は、上面が傾斜状に形成されている、請求項 6 に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。

## 【請求項 8】

前記各歯部の側方突出部は、上面が段状に形成されている、請求項 6 に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。

## 【請求項 9】

前記固定子は、前記平坦部を除いて、樹脂モールドされている、請求項 6 に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。

## 【請求項 10】

前記希土類ボンド磁石は、異方性のネオジムボンド磁石であり、

前記ネオジムボンド磁石は、前記磁極間における内周縁および外周縁の双方に切り欠き部が形成され、

前記各歯部は、前記先端部に平坦に形成された所定幅の平坦部と、該平坦部の周方向両側から延出されて前記回転子から次第に離れるように上面が傾斜状に形成された側方突出部とを有する、請求項 1 に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。

## 【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 に記載のアキシシャルギャップ型回転電機を備えた電動車椅子。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 2】

請求項 1 ないし 1 0 のいずれか 1 に記載のアキシシャルギャップ型回転電機を備えた電動自転車。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、例えば電動車椅子や電動自転車等における電動モータとして好適に用いられるものであって、回転軸の回りに回転する回転子とこの回転子に対して回転軸の軸方向に所定の隙を隔てて配置した固定子とを有するアキシシャルギャップ型回転電機に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、例えば電動車椅子や電動自転車等における電動モータであるアキシシャルギャップ型回転電機として、回転軸の回りに回転する回転子と、この回転子に対して回転軸の軸方向に所定隙を隔てて対向配置された固定子とを備えたものが広く用いられている。この回転子は、円板状のバックヨークの固定子対向面に周方向にN極とS極の磁極が交互に配置されるように永久磁石を固定したものが用いられている。このような永久磁石として、フェライト磁石などの磁石を砕いてゴムやプラスチックに練り込んだいわゆるボンド磁石が既知である。このボンド磁石を用いた回転子を備えたアキシシャルギャップ型回転電機も広く用いられている。

## 【0003】

ところで、この種のアキシシャルギャップ型回転電機としての電動モータを搭載した電動車椅子や電動自転車においては、回転電機の基本性能（例えば、トルクや誘起電圧歪率の低減）を維持しつつ、使用する磁石の量を削減して、回転電機のコスト削減や小型化が益々求められている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】W O 2 0 0 4 / 0 1 7 4 8 9 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

このような技術的背景のもと、本件発明者は、回転子を構成する永久磁石として、従前のフェライト磁石と較べて、強力な磁力を発生する、例えばネオジウム磁石等の希土類磁石からなるボンド磁石の採用を考慮した。この種のボンド磁石は、焼結磁石と較べて、成形加工における自由度が高く、寸法精度が良好で、量産性に優れている。従って、希土類ボンド磁石を採用することによって、周方向にN極とS極とが交互に磁化されるように着磁し、かつこれら磁極間に切り欠き部を形成することによって、周方向に連続した部材からなる、寸法精度に優れ、かつ強力な磁力を有する磁石を一体的に構成することができる。このように磁力が強いものであるため、磁石自体を薄くして軸方向の寸法を短くすることができ、ひいてはモータの軸方向の寸法を短縮することが出来る。また、磁極間に切り欠き部を形成することによって、使用する磁石量を低減して製造コストダウンをも図ることができ、しかも効率も維持することができるものであると考えた。

## 【0006】

ところが、上記のような希土類ボンド磁石を用いた回転子を採用したところ、確かにモータの軸方向の寸法を短縮することができ、使用する磁石量を低減して製造コストダウンを図ることはできたものの、回転電機としての効率が低下してしまうことを知見するに至った。

## 【0007】

本発明は、上述した問題点に鑑みてなされたものであり、回転子の永久磁石として希土類ボンド磁石を採用しつつも、製造コストダウンと効率の向上を図ることが出来るアキシ

10

20

30

40

50

ャルギャップ型回転電機を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

以下に、本発明に係るアキシアルギャップ型回転電機の構成について説明する。

この発明に係るアキシアルギャップ型回転電機は、回転軸の回りに回転する回転子と、前記回転子に対して前記回転軸の軸方向に所定間隙を隔てて対向配置された固定子とを備えている。前記回転子は、円板状のバックヨークと、該バックヨークにおける固定子対向面に固定され、N極とS極の磁極が周方向に交互に配置されるように着磁されると共に、これら磁極間に切り欠き部が形成された、周方向に連続した部材からなる環状の希土類ボンド磁石とを備えている。前記固定子は、前記ボンド磁石に対向するように周方向に沿って配置された複数の歯部と、これら歯部に巻回された巻線とを備え、前記固定子を構成する各歯部は、前記ボンド磁石に対向する先端部に、周方向の両側に向かって延びた一对の側方突出部を有する。

10

【0009】

前記希土類ボンド磁石としては、異方性のネオジムボンド磁石を用いることが好ましい。

【0010】

前記ボンド磁石は、前記磁極間における内周縁および外周縁のいずれか一方に切り欠き部を形成して、モータの出力に無効な部分を減らして、使用磁石量の低減によるコストダウンを図ることが好ましい。

20

【0011】

前記切り欠き部は、磁極間における内周縁および外周縁の双方に形成することが望ましい。

【0012】

外周縁に形成された切り欠き部は、内周縁に形成された切り欠き部より周方向の幅が大きく設定することが望ましい。

【0013】

前記各歯部は、胴部と、その胴部の先端部に平坦に形成された所定幅の平坦部と、該平坦部の周方向両側から延出されて前記回転子から次第に離れるように上面が形成された側方突出部とを有するものとするのが好ましい。

30

【0014】

前記各歯部の側方突出部は、上面を傾斜状に形成しても良いし、あるいは段状に形成しても良い。

【0015】

前記固定子は、前記平坦部を除いて、樹脂モールドすることが望ましい。

【0016】

この発明の他の側面によると、アキシアルギャップ型回転電機を備えた電動車椅子を提供することができる。

【0017】

この発明の更に他の側面によると、アキシアルギャップ型回転電機を備えた電動自転車を提供することができる。

40

【発明の効果】

【0018】

本発明の好ましい実施形態によれば、回転子として、円板状のバックヨークと、該バックヨークにおける固定子対向面に固定され、N極とS極の磁極が周方向に交互に配置されるように着磁されると共に、これら磁極間に切り欠き部が形成された、周方向に連続した部材からなる環状の希土類ボンド磁石とを備えたものを採用している。従って、切り欠き部を形成することによって、モータの出力に無効な部分の磁石量を低減することができ、コストダウンを図ることができると共に、コギングトルクを低減することが出来る。また、固定子を構成する各歯部は、前記ボンド磁石に対向する先端部に、周方向の両側に向かっ

50

て延びた一对の側方突出部を有するものであるため、コギングトルクを低減することが出来ると共に、固定子の各歯部および回転子のバックヨークに生ずる鉄損を低減することができ、ひいてはモータの効率を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、この発明の実施形態に係るアキシアルギャップ型回転電機の概略構成を示す縦断面図である。

【図2】図2は、前記回転電機における回転子を磁石取り付け面側から見た平面図である。

【図3】図3は、前記回転電機に用いられる固定子であって樹脂モールドする前の状態を示す平面図である。

【図4】図4は、図3に示す固定子を樹脂モールドした後の状態を示す平面図である。

【図5】図5は、前記回転電機の固定子を構成する歯部を周方向に沿って切断した断面図である。

【図6】図6は、変形例に係る歯部の断面図である。

【図7】図7は、この発明に係るアキシアルギャップ型回転電機を適用した電動車椅子を示す説明図である。

【図8】図8は、この発明に係るアキシアルギャップ型回転電機を適用した電動自転車を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、この発明に係るアキシアルギャップ型回転電機を実施例に基づいて説明するが、先ず、本件発明の開発の経緯について説明する。背景技術の欄において既に説明したように、本件発明者は、回転子を構成する永久磁石として、従前のフェライト磁石と較べて、強力な磁力を発生する、例えばネオジウム磁石等の希土類磁石からならボンド磁石の採用を考慮した。この種のボンド磁石は、焼結磁石と較べて、成形加工における自由度が高く、寸法精度が良好で、量産性に優れている。従って、希土類ボンド磁石を採用することによって、周方向にN極とS極とが交互に磁化されるように着磁し、かつこれら磁極間に切り欠き部を形成することによって、周方向に連続した部材からなる、寸法精度に優れ、かつ強力な磁力を有する磁石を一体的に構成することができる。このように磁力が強いものであるため、磁石自体を薄くすることができ、ひいてはモータの軸方向の寸法を短縮することが出来ると共に、上述のように磁極間に切り欠き部を形成することによって使用する磁石量を低減して製造コストダウンをも図ることができ、しかも効率も維持することができるものであると考えた。

【0021】

しかし、上記のような希土類ボンド磁石を用いた回転子を採用したところ、磁石自体を薄く形成して軸方向の寸法を短くすることができるので、確かにモータの軸方向の寸法を短縮することができると共に、使用する磁石量を低減して製造コストダウンを図ることはできたものの、モータとしての効率が低下してしまうことを知見するに至った。

【0022】

そこで、発明者は、このモータ効率の低下原因について、検討したところ、強力な磁力を発生するネオジウムボンド磁石のような希土類ボンド磁石を採用すれば、磁石の厚さを薄くすることができ、ひいては軸方向の寸法を短くすることができたものの、以下のような問題点を知見するに至った。即ち、図1に示すように、固定子20の歯部21の先端と、回転子10のバックヨーク11との距離Lが短くなったため、両者間の磁気抵抗が小さくなり、ひいてはパーミアンス係数の変動が大きくなり、磁束の変化に伴う回転子10のバックヨーク11に発生する渦電流が増加する。このため、ジュール損が増大して効率の低下を招くことを解明した。従って、従来のアキシアルギャップ型回転電機における回転子の永久磁石を、ただ単に磁力が強くて成形の容易な例えばネオジウムボンド磁石等の希土類ボンド磁石に変更するだけでは、製造コストダウンとモータ効率の向上の双方を同時に達成

10

20

30

40

50

することができないことを知るに至った。

【0023】

この知見に基づき、発明者は更に実験と研究を重ねることにより、回転子側の磁石の形状と、固定子側の歯部の形状を適切に設計することにより、製造コストダウンとモータ効率の向上との双方を同時に達成することができることを知り、本件発明を完成したのである。

【0024】

以下、この発明に係るアキシシャルギャップ型回転電機を実施例に基づいて説明する。この実施例に係る回転電機Xは、図1に示すように、主要構成部材として、回転子10と、この回転子10に対して回転軸Xの軸方向に所定間隙を隔てて対向配置された固定子20とを備えたものである。

10

【0025】

前記回転子10は、図1および図2に示すように、円板状の鉄からなるバックヨーク11と、このバックヨーク11における固定子対向面に固定され、N極とS極の磁極が周方向に交互に配置されるように着磁されると共に、これら磁極間に切り欠き部2、3が形成された、周方向に連続した部材からなる環状の希土類ボンド磁石12とで構成されている。

【0026】

このボンド磁石12としては、等方性のネオジムボンド磁石を用いることも可能ではあるが、より磁力の強力な異方性のネオジムボンド磁石を用いることが好ましい。この環状に成形されたボンド磁石12は、図2に示すように、N極とS極とに着磁された磁極間に、外周縁から半径方向内側に向かって形成された外側の切り欠き部2と、内周縁から半径方向外側に向かって形成された内側の切り欠き部3とが、半径方向に一致する態様でそれぞれ形成されている。このような切り欠き部2及び3を形成した主たる理由は、モータ出力に無効な部分である磁極間の部分を出来るだけ減らして磁石構成材料を減らすことにより、製造コストダウンを図ることにある。従って、この発明においては、上記切り欠き部は2及び3は、内周縁または外周縁のいずれか一方にのみ形成するようにしても良いが、磁石材料を可及的に減らす意味においては、この実施形態に示すように、内周縁および外周縁の双方に形成することが好ましいものである。図2に示すように、外周縁に形成された切り欠き部2は、内周縁に形成された切り欠き部3より周方向の幅が大きく設定されている。

20

30

【0027】

上述のようにバックヨーク11にボンド磁石12を取り付けた回転子10は、回転軸Rの回りに回転可能な軸部30の一端部(図1において上端部)に固定されている。

【0028】

一方、前記固定子20は、図3に示すように、前記ボンド磁石12に対向するように周方向に沿って等間隔で配置された複数の歯部21と、これら歯部21に巻回された巻線22とで構成されている。このように巻線22が巻回された歯部21は、図4に示すように、樹脂でモールドされてドーナツ状に形成されている。即ち、固定子20は、ドーナツ状樹脂成形体23により一体的に固化形成されている。図中、符号24は、センサ取付部材であり、ドーナツ状樹脂成形体23の外周縁部に径方向内側に向かって形成された凹部23aに嵌め込まれる爪部24aを有する。各爪部24aは、樹脂成形体23の各凹部23aに嵌め込まれた状態で固定されており、該爪部24aに設けられたセンサ部材25により回転子10の回転位置を検出するものとなされている。

40

【0029】

各歯部21は、薄いケイ素鋼板を積層して構成されたものであり、これにより渦電流の発生を抑制している。各歯部21は、図5に示すように、側面視縦長矩形形状の胴部26と、該胴部26の上端部、即ち回転子10の磁石対向面である先端部に平坦に形成された所定幅の平坦部27と、該平坦部27の周方向両側から延出されて前記回転子10から次第に離れるように上面が形成された側方突出部28及び28とを有する。換言すると、各歯

50

部 2 1 は、図 5 に示すような形状を呈する複数枚の薄いケイ素鋼板を、前記回転軸 X の半径方向に沿って積層することによって形成したものである。図中、符号 2 9 及び 3 0 は、歯部固定用孔である。

【 0 0 3 0 】

これら各歯部 2 1 は、樹脂モールド後の状態において、図 4 に示すように、先端部における平坦部 2 7 のみが露出した状態となされている。

【 0 0 3 1 】

上述したように各歯部 2 1 の先端部側に周方向両側に延びた側方突出部 2 8 及び 2 8 を形成することにより、回転子 1 0 側から見た場合に、固定子 2 0 の周方向に沿ってその全周に亘って鉄部が途切れる箇所が少なくなり、磁束の変化に起因する回転子 1 0 のバックヨーク 1 1 に発生する渦電流損が減少して鉄損が減少するため効率向上につながる。またこれに加えて、強力な磁石を採用したことに伴うコギングトルクの増大を、歯部 2 1 に形成された側方突出部 2 8 および 2 8 の存在により、低減することができ、上記効果と合せてモータの効率向上を図ることができるものである。

10

【 0 0 3 2 】

従って、各歯部 2 1 に形成される側方突出部 2 8 の形状は、ボンド磁石 1 2 に対向する先端部に、周方向の両側に向かって延びたものであれば、この発明においては特に限定されるものではない。例えば、側方突出部 2 8 は、図 5 に示すように、歯部 2 1 の先端部に平坦に形成された所定幅の平坦部 2 7 の周方向両側から延出されて前記回転子 1 0 から次第に離れるように上面が下方傾斜状に形成されたものであっても良く、また、図 6 に示すように上面が段状に形成されたものであっても良い。図 6 に示す歯部 2 1 は、図 5 に示す実施形態と同様であるので、同一符号を付してその説明を省略する。

20

【 0 0 3 3 】

上述のように樹脂モールドされた上記各歯部 2 1 は、図 1 に示すように固定基板 4 0 に固定されており、軸部 3 0 に対してベアリング 5 0 を介して相対回転可能に連結されている。従って、固定子 2 0 の巻線 2 1 に電流を流すことによって回転子 1 0 が固定子 2 0 に対して相対回転するように構成されている。

【 0 0 3 4 】

上述したように、この発明においては、回転子 1 0 を構成する永久磁石として、希土類ボンド磁石 1 2 であって内周縁および / または外周縁に切り欠き部 2 および 3 を形成したものを採用すると共に、固定子を構成する各歯部 2 1 として、磁石対向先端面に周方向両側に向かって延びた一对の側方突出部 2 8 及び 2 8 を形成したものを採用することすることを特徴とするものである。換言すると、この発明の特徴は、回転子 1 0 側の希土類ボンド磁石 1 2 の特定の形状（切り欠き部 2 及び 3 を形成した形状）と、固定子 2 0 側の歯部 2 0 の特定の形状（歯部の先端に周方向に延びた一对の側方突出部 2 8 及び 2 8 を形成した形状）との組み合わせにある。即ち、形状変更が容易で強い磁力を発生する希土類ボンド磁石を採用して環状に形成すると共にその周縁に切り欠き部 2 及び 3 を形成することによって、磁石材料の使用量を減らしてコストダウンを図りつつ、強力な磁力を確保する一方、歯部 2 0 に側方突出部 2 8 及び 2 8 を形成することにより強力な磁力により増加したコギングトルクを低減すると共に回転子 1 0 のバックヨーク 1 0 に発生する渦電流の増大を抑制して鉄損を低減し、ひいてはモータとしての効率の向上を図ったものである。

30

40

【 0 0 3 5 】

この発明に係るアキシシャルギャップ型回転電機は、その用途は特に限定されるものではないが、例えば図 7 に示すように電動車椅子の駆動モータ X や、図 8 に示すように電動自転車の駆動モータ X として好適に用いられるものである。

【 0 0 3 6 】

ここに用いられた用語及び表現は、説明のために用いられたものであって限定的に解釈するために用いられたものではなく、ここに示され且つ述べられた特徴事項の如何なる均等物をも排除するものではなく、この発明のクレームされた範囲内における各種変形をも許容するものであると認識されなければならない。

50

## 【 0 0 3 7 】

本発明は、多くの異なった形態で具現化され得るものであるが、この開示は本発明の原理の実施例を提供するものと見なされるべきであって、それら実施例は、本発明をここに記載しかつ／または図示した好ましい実施形態に限定することを意図するものではないという了解のもとで、多くの図示実施形態がここに記載されている。

## 【 0 0 3 8 】

本発明の図示実施形態を幾つかここに記載したが、本発明は、ここに記載した各種の好ましい実施形態に限定されるものではなく、この開示に基づいていわゆる当業者によって認識され得る、均等な要素、修正、削除、組み合わせ（例えば、各種実施形態に跨る特徴の組み合わせ）、改良及び／又は変更を有するありとあらゆる実施形態をも包含するものである。クレームの限定事項はそのクレームで用いられた用語に基づいて広く解釈されるべきであり、本明細書あるいは本願のプロセキューション中に記載された実施例に限定されるべきではなく、そのような実施例は非排他的であると解釈されるべきである。例えば、この開示において、「好ましくは」という用語は非排他的なものであって、「好ましいがこれに限定されるものではない」ということを意味するものである。

10

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 3 9 】

この発明にかかるアキシアルギャップ型回転電機は、例えば電動車椅子や電動自転車等における電動モータとして好適に用いられる。

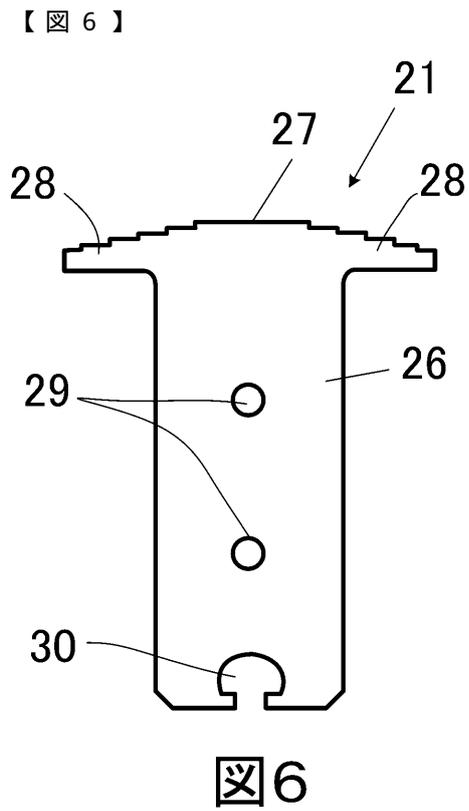
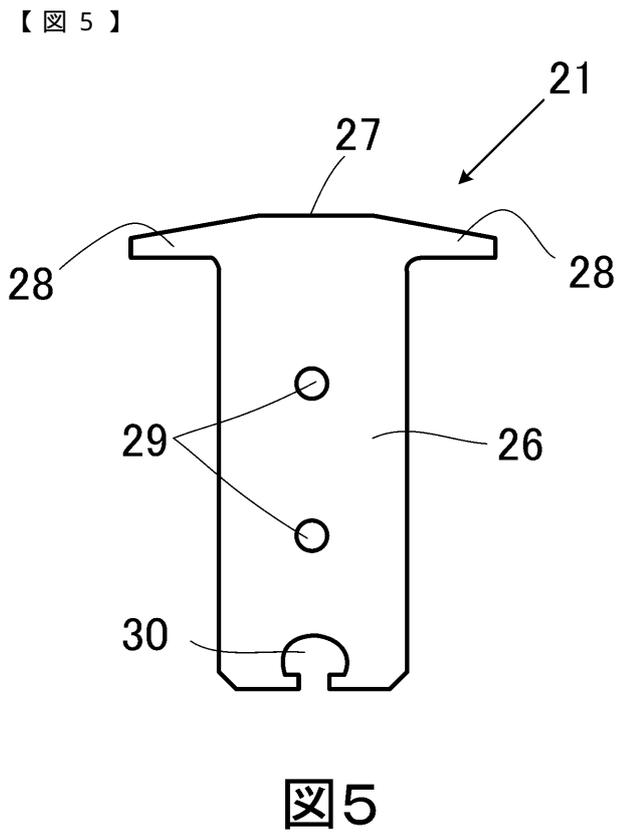
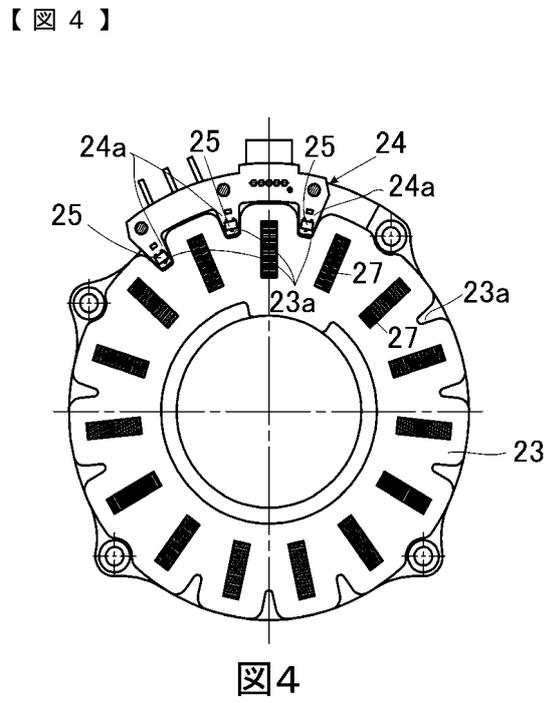
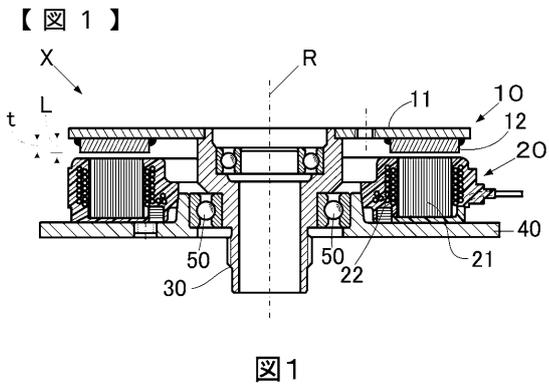
20

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 4 0 】

- 2 切り欠き部
- 3 切り欠き部
- 1 0 回転子
- 1 1 バックヨーク
- 1 2 希土類ボンド磁石（ネオジムボンド磁石）
- 2 0 固定子
- 2 1 歯部
- 2 6 胴部
- 2 7 平坦部
- 2 8 側方突出部
- X 回転軸

30



【 図 8 】

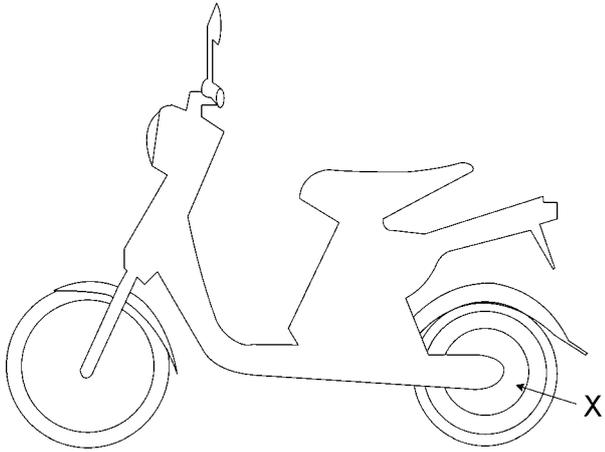


図8

【 図 2 】

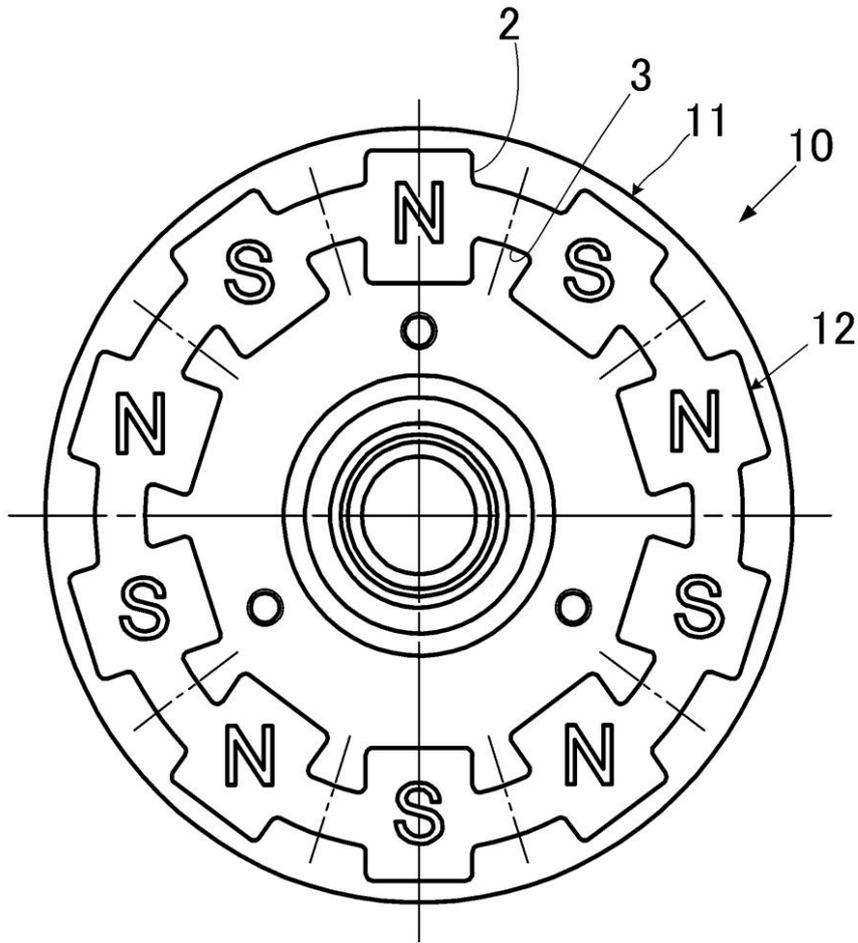


図2

【 図 3 】

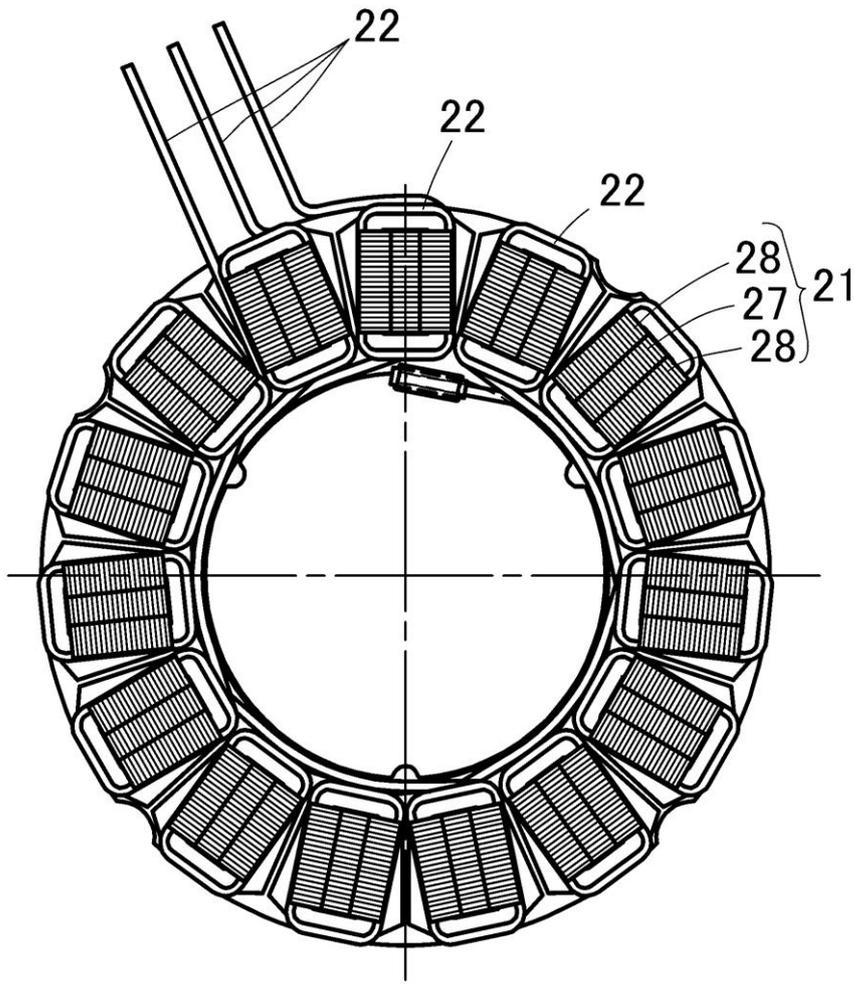


図3

【 図 7 】

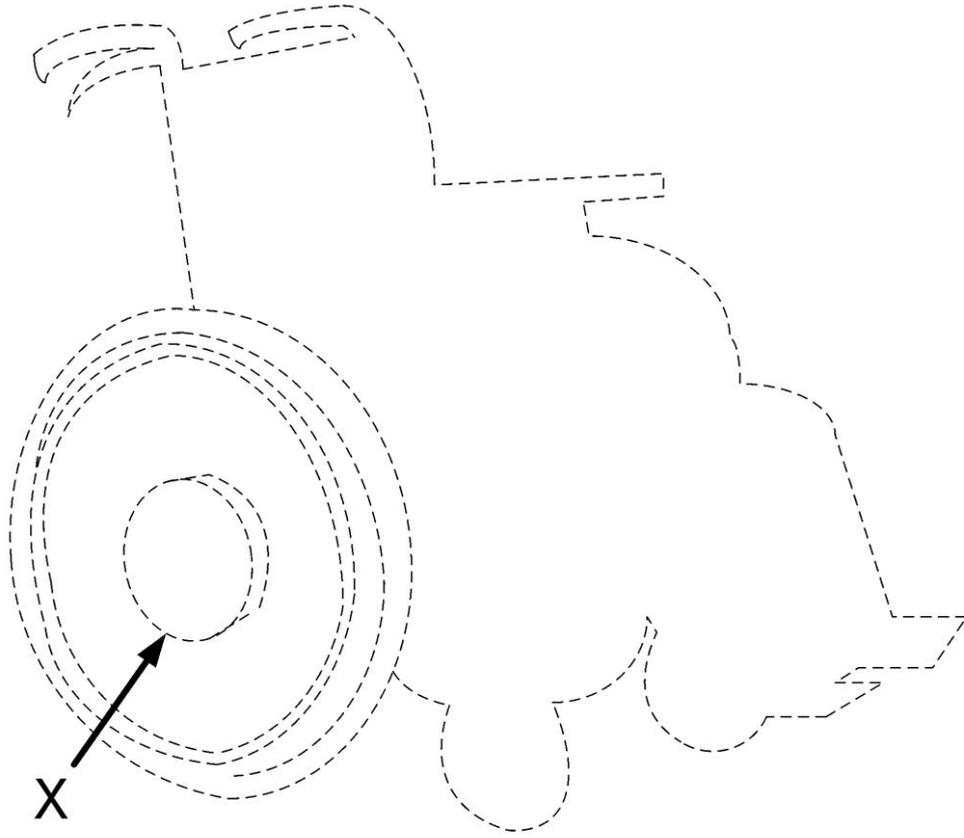


図7

---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H601 AA26 BB20 CC01 CC15 DD12 DD47 EE03 EE20 GB22 GB33  
GB48 GC14 GD02 GD12 GD13 GD22  
5H622 AA03 CA01 CA05 CA10 DD02 PP10