

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 6 月 5 日 (05.06.2003)

PCT

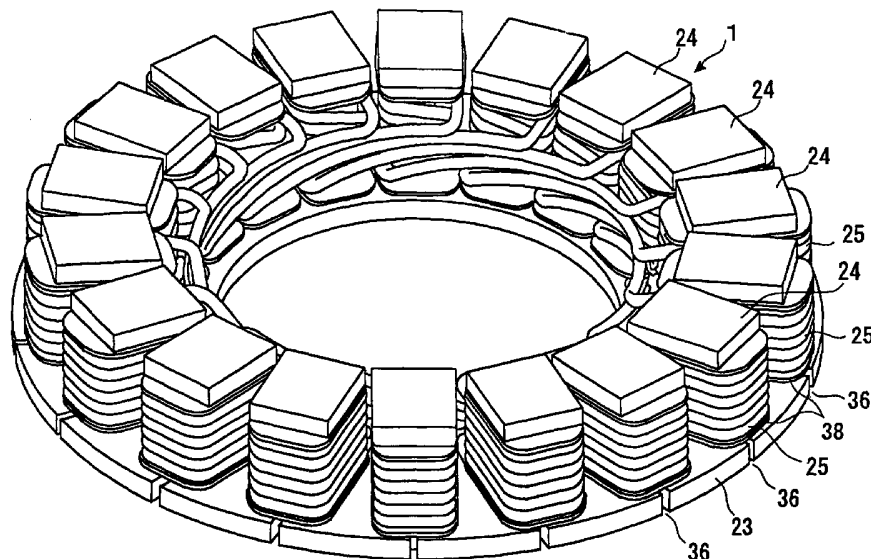
(10) 国際公開番号
WO 03/047069 A1

- (51) 国際特許分類⁷: **H02K 1/18**
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/12499
- (22) 国際出願日: 2002 年 11 月 29 日 (29.11.2002)
- (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 2001-363604
2001 年 11 月 29 日 (29.11.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ヤマハ発動機株式会社 (YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒438-8501 静岡県 磐田市 新貝 2 5 0 0 番地 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 内藤 真也
- (58) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (74) 代理人: 荒井 潤 (ARAI, Jun); 〒223-0066 神奈川県 横浜市港北区 高田西 2 丁目 1 1 番 3 7 号 Kanagawa (JP).
- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許

[続葉有]

(54) Title: AXIAL GAP TYPE DYNAMO-ELECTRIC MACHINE

(54) 発明の名称: アキシアルギャップ型回転電機



(57) Abstract: An axial gap type dynamo-electric machine, comprising disk-like rotor side yokes fixed to a rotating shaft, disk-like stator side yokes (23) opposed to the rotor side yokes, magnets fixed to the sides opposed to either of the rotor side yokes and stator side yokes, a plurality of teeth (24) radially disposed on the sides opposed to the other of the rotor side yokes and stator side yokes, and coils (25) wound on the plurality of teeth, the yoke (23) further comprising fixing parts formed of holes or recesses for fixedly inserting a part of the teeth (24) and resistance parts (slits 36) against an induced current are provided around the fixing parts, whereby an axial gap type electric motor capable of providing a high motor efficiency with a small size can be provided as a high torque drive source using intense magnets by reducing an energy loss due to the induced current.

[続葉有]



WO 03/047069 A1



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI 特
許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(57) 要約:

誘導電流によるエネルギー損失を低減して、強い磁石を使用した高トルクの駆動源として小型で高いモータ効率が得られるアキシアルギャップ型電動モータを提供する。

回転軸に固定された円板状のロータ側のヨークと、該ロータ側のヨークに対向する円板状のステータ側のヨーク23と、該ロータ側又はステータ側のいずれか一方のヨークの対向面側に固定されたマグネットと、前記ロータ側又はステータ側の他方のヨークの対向面側に、前記マグネットに対向して放射状に配設された複数のティース24と、該複数のティースの各々に巻回されたコイル25とからなり、前記ヨーク23は、前記ティース24の一部を挿入して固定するための孔又は凹みからなる固定部を有するアキシアルギャップ型回転電機において、前記固定部の周囲に誘導電流に対する抵抗部（スリット36）を設けた。

明 細 書

アキシアルギャップ型回転電機

5 技術分野

本発明は、電動モータや発電機等を構成し、また車両駆動源として用いた場合には回生ブレーキとしてモータと発電機の両方の作用を利用するロータ及びステータからなる回転電機に関する。

10 背景技術

電動二輪車等の駆動源やその他一般の電動モータとしてラジアルギャップ型電動モータが用いられている。このラジアルギャップ型電動モータは、例えばロータ側に、マグネットを軸廻りに円筒状に設け、このマグネットの円筒面に対向して複数のティースをステータ側に設け、この
15 ティースにコイルを巻回したものである。したがって、マグネットと各ティースの対向面のギャップは軸に沿って円筒状に形成される。

一方、オーディオ機器等の比較的小出力の回転駆動源としてアキシアルギャップ型電動モータが用いられている。このアキシアルギャップ型電動モータは、回転軸に固定された円板状のロータ側のヨークと、該ロータ側のヨークに対向する円板状のステータ側のヨークと、該ロータ側
20 又はステータ側のいずれか一方のヨークの対向面側に固定されたマグネットと、前記ロータ側又はステータ側の他方のヨークの対向面側に、前記マグネットに対向して放射状に配設された複数のティースと、該複数のティースの各々に巻回されたコイルとにより構成される。したがって
25 、マグネットとティースの対向面のギャップは、軸に垂直な平面状に形成される。

図 17 は、従来のアキシアルギャップ型電動モータの磁束説明図である。図は 1 つのティース 3 についてのみ磁束を示し、その左右隣のティース 3 については図示省略してある。

ステータ 1 は、鋼板の積層体からなる円板状ステータヨーク 2 を備え、このステータヨーク 2 上に複数の同じく鋼板の積層体からなるティース 3 を放射状に配設したものである。各ティース 3 にコイル（不図示）が巻回される。このステータのティース 3 に対向して円板状のロータ（不図示）が配設される。このロータにマグネットがティース 3 の上面に対し所定のギャップを隔てて固定される。なお円板状とは円形及び平板リング状（ドーナツ形状）を含む。

不図示のロータとステータとの間で磁気回路が形成され、マグネットの N 極から出た磁束は、ティース 3 からステータヨーク 2 へ流れ（矢印 A）、他のティース 3 を通してマグネットの S 極へ流れる（不図示）。コイルへの通電により、そのコイルのティースが励磁され、ティース上面に対向するロータのマグネットを吸引及び反発させる。コイルへの通電を順次切換えることにより、励磁するティースを順次移動させてマグネットとともにロータを回転させる。

このようなアキシアルギャップ型モータは、マグネットとティースとの対向面が軸方向に垂直であるため、ラジアルギャップ型に比べ軸方向が短くなる。出力を大きくする場合にも、軸方向を長くすることなくギャップ対向面を大きくできるため、モータの薄型化に寄与できる。

しかしながら、上記アキシアルギャップ型電動モータにおいて、コイルへの通電によりティース 3 からステータヨーク 2 へ流れる磁束は、ロータ側のマグネットが回転するため、その向きや大きさが変化し、その変化量に応じた電磁誘導によって、ステータヨーク 2 の中をティース 3 を中心にその周囲に渦状の誘導電流 B が流れる（図 17）。この誘導電

流Bはジュール熱となってエネルギーの損失となりモータ効率を低下させる。

このような熱によるエネルギーの損失は、低出力の場合にはそれほど大きな問題とならないが、例えば電動二輪車のように大きなトルクを得るために強いマグネットを用いる場合には、損失が著しく大きくなるとともに温度上昇率も高くなり高温になる。

したがって、このようなアキシアルギャップ型電動モータは、薄型で電動二輪車の車軸等に装着するのに好適であると考えられるにもかかわらず、高トルクで強い磁石を用いる電動二輪車ではモータ効率が著しく低下するため、駆動源としては適用されていなかった。

本発明は、上記従来技術を考慮したものであって、誘導電流によるエネルギー損失を低減して、強い磁石を使用した高トルクの駆動源として小型で高いモータ効率を得られるアキシアルギャップ型電動モータの提供を目的とする。

発明の開示

前記目的を達成するため、本発明では、回転軸に固定された円板状のロータ側のヨークと、該ロータ側のヨークに対向する円板状のステータ側のヨークと、該ロータ側又はステータ側のいずれか一方のヨークの対向面側に固定されたマグネットと、前記ロータ側又はステータ側の他方のヨークの対向面側に、前記マグネットに対向して放射状に配設された複数のティースと、該複数のティースの各々に巻回されたコイルとからなり、前記ヨークは、前記ティースの一部を挿入して固定するための孔又は凹みからなる固定部を有するアキシアルギャップ型回転電機において、前記固定部の周囲に誘導電流に対する抵抗部を設けたことを特徴とするアキシアルギャップ型回転電機を提供する。

この構成によれば、ティースを通る磁束変化に基づいてステータヨークの中をティースの周囲に渦状に発生する誘導電流は、例えばティース周囲のヨークを切断したスリット等の誘導電流に対する抵抗部を形成することにより、誘導電流が遮断又は低減される。したがって、エネルギー損失が低減し高いモータ効率が得られる。

5 なお、ヨークに形成するティース固定用の孔又は凹みは、例えば圧入用のものであってもよいし、または単に挿入あるいは嵌合させてネジや半田等の他の手段で固定するためのものでもよい。また、樹脂等で封止して接合固定してもよい。この孔はヨークを板厚方向に貫通し、凹みは
10 貫通しない。貫通孔の場合は、全て孔の明いた鋼板を積層してヨークを形成する。凹みの場合は、孔の明いた鋼板を積層しその下に孔の明いていない鋼板を積層してヨークを形成する。すなわち、凹みは上記貫通孔をヨークの板厚の途中まで形成したものである。

好ましい構成例では、前記抵抗部は、前記ヨークに設けた空間部又は
15 切込みにより形成したことを特徴としている。

この構成によれば、誘導電流が流れる部分のヨークに、切込みや空間部を形成して空気層を介在させることにより、誘導電流を低減する。切込みは、ほとんど隙間のない状態で分離した形状である。空間部の形状は薄い幅のスリット状であってもよいし、長円形その他適当な形状と
20 することができる。

別の好ましい構成例では、前記抵抗部は、前記ヨークと異なる材質の部材で形成したことを特徴としている。

この構成によれば、誘導電流が流れる部分のヨークに、例えば切込みやスリットを形成し、ここに絶縁フィルムを装着し、あるいは樹脂を充
25 填して誘導電流を低減する。あるいは、ヨークを切り欠くことなく、化学処理やレーザー処理その他の処理で、誘導電流が流れる部分を変質さ

せることにより、絶縁性をもたせて誘導電流を低減してもよい。

別の好ましい構成例では、前記抵抗部は、前記固定部の内周側又は外周側に形成されたことを特徴としている。

この構成によれば、円板状ヨークに円環状に設けた複数の孔又は凹み
5 からなる固定部の内周側又は外周側に、上記切込みやスリット等の抵抗部を形成して誘導電流を低減する。この場合、複数の固定部の全てに対し統一して内周側又は外周側に形成してもよいし、内周側と外周側を交互にあるいは複数個ごとに形成してもよい。

別の好ましい構成例では、前記抵抗部は、隣接する固定部の間に形成
10 されたことを特徴としている。

この構成によれば、円板状ヨークに円環状に設けた複数の孔又は凹みからなる固定部に対し、隣接する固定部の間に上記切込みやスリット等の抵抗部を形成して誘導電流を低減する。

例えば、円環状に並べて配設された複数のティースに対し、隣り合う
15 ティース間のヨークを円周方向に沿って切断してスリットを形成することにより、ヨーク内を円周方向に流れる磁束への影響を最小限に抑えることができる。この場合、電気角で 360° に相当するティースを1組としてこれらのティースの孔を連結して円周方向にスリットを形成することにより、効率よく誘導電流を遮断してモータ効率を高めることができる。
20 ける。

別の好ましい構成例では、前記抵抗部は、前記固定部に達することなく形成され、該固定部の周縁のヨークが連続した状態であることを特徴としている。

この構成によれば、切込みやスリット等による抵抗部が固定部の孔や
25 凹みの周縁に開口しないため、固定部にティースを圧入するとき、ヨークの変形が抑えられ強固にティースを固定保持できるとともに、マグ

ネットとティース間の高精度のギャップ間隔が維持される。

別の好ましい構成例によれば、前記抵抗部は、ヨークの板厚方向に関し、一方の面から他方の面まで全体に形成されることなく、いずれか一方の面側又は中間部が未形成であることを特徴としている。

- 5 この構成によれば、切込みやスリット等による抵抗部がヨークの板厚全体にわたって形成されないため、固定部にティースを圧入するとき、ヨークの変形が抑えられ強固にティースを固定保持できるとともに、マグネットとティース間の高精度のギャップ間隔が維持される。

- 10 別の好ましい構成例では、前記ティースが固定されたヨークを樹脂モールドにより封止したことを特徴としている。

- 15 この構成によれば、ティースが装着されたヨークを樹脂で固めることによりティースを確実に固定保持できる。また、ティースの圧入によりヨークが変形した場合に、モールド成形時に変形を矯正した状態でヨークを金型にセットして樹脂を流し込むことにより、高精度の寸法形状のヨークが得られる。

好ましい適用例では、本発明のアキシャルギャップ型電動モータを電動二輪車の駆動源として用いている。

- 20 この適用例によれば、強いマグネットを用いた高トルクの電動二輪車の駆動源として本発明の電動モータを用いることにより、誘導電流の抑制によりエネルギー損失を抑えてモータ効率を高め、バッテリー走行距離を延ばすとともに過熱化を抑えることができる。また、軸方向の薄型化が図られるため、車軸に取付けた場合に、車幅方向にコンパクトに装着でき、且つコンパクトな形状で大きな出力が得られる。

25 図面の簡単な説明

図1は、本発明が適用される電動二輪車の側面図である。

図 2 は、図 1 の電動二輪車の後輪部分の構成図である。

図 3 は、本発明の実施形態に係るステータの要部構成斜視図である。

図 4 は、本発明の実施形態の作用説明図である。

図 5 は、本発明の実施形態のステータヨークの平面図である。

5 図 6 は、本発明の別の実施形態のステータヨークの平面図である。

図 7 は、本発明のさらに別の実施形態のステータヨークの平面図である。

図 8 は、本発明のさらに別の実施形態の形状説明図である。

図 9 は、ステータヨークの断面図である。

10 図 10 は、スリットの形状例の説明図である。

図 11 は、本発明の実施形態のステータの分解図である。

図 12 は、図 11 のステータの全体斜視図である。

図 13 は、図 12 のステータを組み込んだ電動モータ全体の断面構成図である。

15 図 14 は、樹脂モールドで封止した本発明の実施形態の説明図である。

図 15 は、本発明の別の実施形態の斜視図である。

図 16 は、本発明のさらに別の実施形態の斜視図である。

図 17 は、従来のステータにおける誘導電流の説明図である。

20 発明を実施するための最良の形態

以下図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図 1 は、本発明のアキシアルギャップ型電動モータが適用される電動二輪車の側面図である。

この電動二輪車 10 は、メインフレーム 4 の前端に固着されたヘッド
25 パイプ 5 を挿通してハンドル 6 のステアリング軸（不図示）が装着され、これに連結されたフロントフォーク 7 を介して前輪 8 を支持する。車

体中央部にサドル 9 が設けられ、その下側のメインフレーム 4 にバッテリー 11 が固定される。メインフレーム 4 の中央部から後方に向けて、ピボット 12 を介してスイングアーム 13 がダンパ 14 を介して揺動可能に支持される。スイングアーム 13 の後端部にモータケース 16 が一体
5 に形成される。このモータケース 16 内に後輪 15 の車軸（不図示）とともにその車軸と同軸上に後述の本発明に係るアキシアルギャップ型電動モータが装着される。

図 2 は、上記電動二輪車の後輪部分の要部構成図である。

後輪 15 のタイヤ 15a は、車軸 17 に固定されたホイール 18 に装着
10 される。スイングアーム 13 と一体のモータケース 16 内に、アキシアルギャップ型の電動モータ 19 が装着される。この電動モータ 19 は、ロータ軸 20 と、このロータ軸 20 に固定されたロータヨーク 21 と、ロータヨーク 21 に固定されたマグネット 22 と、モータケース 16 に固定されたステータヨーク 23 と、ステータヨーク 23 にマグネット 2
15 2 と対向して放射状に並べて固定された複数のティース 24 と、各ティース 24 に巻回されたコイル 25 とにより構成される。

ロータ軸 20 の一方の端部は、ベアリング 26 を介してモータケース
16 に対し回転可能に支持され、他方の端部は、軸受 27 を介して車軸
17 に対し回転可能に支持される。ロータ軸 20 は、遊星機構 28 を介
20 して車軸 17 に連結される。この遊星機構 28 自体は公知のものであり、モータケース側に固定された筒状ハウジング 29 と、このハウジング 29 の内面に設けたリングギヤ 30 と、ロータ軸 20 に設けたサンギヤ 31 と、このサンギヤ 31 及びリングギヤ 30 に噛合って自転及び公転する遊星ギヤ 32 と、この遊星ギヤ 32 を支持するキャリア 33 と、キ
25 ャリア 33 を支持する車軸 17 と一体のキャリア支持板 34 とにより構成される。車軸 17 はベアリング 35 を介してハウジング 29 に対し回

転可能に取付けられている。

図 3 は、本発明に係るアキシアルギャップ型電動モータのステータ部分の要部構成図である。

鋼板の積層体からなる円板状（ドーナツ状）ステータヨーク 2 3 上に
5 鋼板の積層体からなる複数のティース 2 4 が放射状に配設され、例えば
圧入固定される。ステータヨーク 2 3 は、後述の図 1 1 に示すように、
鋼板を打ち抜き加工した（この例では図 3 のようにドーナツ状の）ヨーク
用板材 1 2 3 を積層して形成したものである。また、ティース 2 4 は
、図 1 1 に示すように、鋼板を打ち抜き加工したティース用板材 1 2 4
10 を積層して形成したものである。

ティース用板材 1 2 4 は、表裏の板面 1 2 4 a を積層する面として重
ね合わせて積層される。鋼板の板厚に相当する側面 1 2 4 b が積層体で
あるティース 2 4 の側面に露出する。この例では、積層方向が半径方向
（放射方向）であり、重ね合わせ面となる板面 1 2 4 a の方向が円周方
15 向になるように、ティース 2 4 がヨーク 2 3 に圧入され固定される。

各ティース 2 4 にコイル 2 5 （図 2 ）が巻回される。これらのティ
ース 2 4 に対向して、前述の図 2 に示したように、円板状のロータヨーク
2 1 に固定したマグネット 2 2 が所定のギャップを隔てて配設される。
本実施形態では、各ティース 2 4 の外周側のステータヨーク 2 3 を切断
20 してスリット 3 6 を形成している。

図 4 は、上記ステータヨークに設けたスリットの作用説明図である。

各ティース 2 4 に巻回したコイル（不図示）への通電により、そのコ
イルのティース 2 4 が励磁され、ティース上面に対向するロータ（不図
示）のマグネットを吸引及び反発させる。励磁するコイルを順番に切り
25 換えることにより、マグネットを順番に吸引、反発させてロータを回転
させる。このときマグネット側からティース 2 4 に向けて磁束が流れ、

マグネットと所定のティース24とステータヨーク23を通して磁路が形成される。この磁路を形成する磁束は、所定のティース24から、矢印Aのようにステータヨーク23を通して流れる。このときロータの回転に伴う磁束変化によって、図17で説明したように、ティース24の
5 周囲のステータヨーク23内に誘導電流が発生する（図の点線位置）。
しかしながら、本実施形態では、各ティース24の根元部分の圧入部外周側のステータヨーク23に、絶縁層となるスリット36が形成されるため誘導電流が遮断され、実質上この誘導電流は流れない。

すなわち、スリット36が誘導電流に対する抵抗部となり、誘導電流
10 を遮断又は低減させる。このような抵抗部は、細長い間隔を有するスリットに限らず、ほとんど間隔のない切込み或いは他の形状の孔等の空間部により形成してもよい。また、絶縁フィルムを挟んだり、樹脂等の絶縁剤を充填してもよい。あるいは、ヨークを切り欠くことなく、化学処理やレーザー処理その他の処理で、誘導電流が流れる部分を変質させる
15 ことにより、絶縁性をもたせて誘導電流を低減してもよい。

図5は、上記本発明実施形態のステータヨークの平面図である。

円環状のステータヨーク23に複数のティース圧入孔37が貫通して形成される。各圧入孔37の外周側に開口するスリット36がステータヨーク23を切断して形成される。

20 この圧入孔37は、ティースの一部（図11の圧入部24a）をヨークに対し挿入し固定するための固定部である。この固定部（圧入孔37）は、後述の図9（A）のように、ヨーク23をその板厚方向に貫通する孔であってもよいし、あるいは図9（C）のように、貫通しないで途中まで孔を形成した凹みであってもよい。

25 図6は、本発明の別の実施形態のステータヨーク平面図である。

この実施形態は、ステータヨーク23に形成された各ティース圧入孔

37の内周側を切断してスリット36を形成したものである。このように各ティース圧入孔37の内周側を切断しても、図5の例と同様に誘導電流を遮断することができる。

図7は、本発明のさらに別の実施形態のステータヨーク平面図である
5。

この実施形態は、隣り合うティース圧入孔37の放射方向の中央部同士を連通して円弧状又は直線状のスリット36を形成したものである。このようにステータヨーク23の円周方向（放射方向に対し直角方向）に沿ってスリット36を形成する。このスリット36により、ティース
10 が固定される圧入孔周囲に形成される誘導電流を遮断または低減できる。

この場合、電気角で 360° となる1組みのティース24同士を連結してスリット36を形成することにより、有効に誘導電流の発生を抑えることができる。図7の例では、18スロット12極のモータにおいて
15 、隣接する3個のティース24（U相、V相、W相）で 360° の電気角を形成した例であり、隣接する3個のティース圧入孔37ごとに、各ティース圧入孔37の放射方向の中央部同士を連結してスリット36が形成されている。なお、スリット36の位置は中央部以外でもよい。

図8は、本発明のさらに別の実施形態の形状説明図である。

この実施形態は、スリット36をティース圧入孔37に開口させずにその手前まで切断し、ティース圧入孔37の周縁が連続した状態となるようにスリット端部に連結部136を形成したものである。これにより、誘導電流を低減するとともに、スリット36を形成したことによるティース圧入時のステータヨークの変形やティースの圧入保持力の低下を
25 防止することができる。なお、図の例はティースの外周側にスリット36を形成した図5の実施形態への適用例を示しているが、図6及び図7

の例についても同様にティース圧入孔 37 に開口させずにティース圧入孔 37 の周縁が連続した状態でスリット 36 を形成してもよい。

図 9 は図 8 のヨーク 23 の X-X 部の断面図である。

(A) に示すように、ステータヨーク 23 は、ヨーク用板材 123 の積層体であり、圧入孔 37 とスリット 36 との間に連結部 136 が形成される。

(B) は (A) の変形例であり、スリット 36 がヨーク 23 の板厚方向に貫通しないで途中まで形成した例である。この例では、一番下のヨーク用板材 123 にスリット用の開口が形成されていない。このように、連結部 136 とともにヨークの板厚方向にもスリットの非形成部を設けることにより、ヨークの変形防止効果が大きくなる。

(C) は圧入孔 37 がヨーク 23 の板厚方向に貫通しないで途中まで形成した凹み形状の圧入孔 37 を示す。この例では、一番下のヨーク用板材 123 に圧入孔 37 が形成されていない。

図 10 (A) ~ (G) は、本発明に係る誘導電流に対する抵抗部のさらに別の形状例を示す図である。

(A) は、圧入孔 37 の内周側及び外周側に対し交互にスリット 36 を形成したものである。1つおきでなくても、複数個ごとに交互に設けてもよい。

(B) は、外周側（又は内周側）に、2つのスリット 36 を逆方向から形成したものである。このようにスリットの一方の端部を開放しないで閉じて連続させた状態で2つ（又はそれ以上）のスリットをラビリンズ状に並べることにより、図 8 の例と同様に、ヨークの強度が維持されるとともに、誘導電流に対する抵抗が大きくなり誘導電流低減の効果が大きくなる。

(C) は、放射方向のスリット 36 の両方の端部を開放しないで閉じ

て連結させたものである。すなわち、図8の例で、ヨーク23の外周縁側についてもスリット36の端部を内周側と同様に連続させたものである。

(D)は、放射方向のスリット36を斜め方向に傾斜させたものである。スリット36は、曲がっていてもよい。

(E)は、隣接する圧入孔37の間に、円周方向に複数（この例では3つ）のスリット36を（B）と同様にラビリンス状に設けたものである。

(F)は、隣接する圧入孔37の間に、円周方向に（C）と同様に両端が閉じて連続したスリット36を設けたものである。

(G)は、スリット36に代えて円形の孔36'を圧入孔37の内周側と外周側に形成して誘導電流に対する抵抗部としたものである。抵抗部（孔36'）の形状や位置及び数は図の例に限定されない。

図11は、本発明に係るステータの分解構成図である。

この例は、図5の実施形態に係るステータを示す。ティース圧入孔37の外周側にスリット36が形成されたステータヨーク23は、鋼板からなるヨーク用板材123の積層体である。このステータヨーク23の各ティース圧入孔37の位置に載置した絶縁材からなるボビン（インシュレータ）38及びボビンフランジ39を通して、鋼板からなるティース用板材124の積層体であるティース24が挿入される。ティース24はその下端の圧入部24aをティース圧入孔37内に圧入されて固定保持される。ボビン38を介してティース24にコイル25が巻回される。

図12は、本発明に係るステータの全体斜視図である。

前述の図11で示したように、ボビン38を介してコイル25が巻回されたティース24が、円環状ステータヨーク23上に放射状に並べて

圧入されて固定保持される。これによりステータ 1 が形成される。この例では、各ティース 24 の外周側のステータヨーク 23 にスリット 36 が形成されている。

図 13 は、図 12 のステータを組み込んだ電動モータ全体の構成図である。

モータ全体を囲うモータケース 40 が、円板状のフロントカバー 41、リヤカバー 42 及び筒状のサイドカバー 43 により構成される。フロントカバー 41 に前述の本発明のスリット 36 が形成されたステータヨーク 23 が固定される。ロータ軸 20 の端部がベアリング 26 を介してフロントカバー 41 に回転可能に装着される。ロータ軸 20 の他端部近傍がベアリング 44 を介してリヤカバー 42 に回転可能に支持される。このロータ軸 20 にロータヨーク 21 が固定される。ロータヨーク 21 にマグネット 22 が固定される。ステータヨーク 23 に圧入されたティース 24 は所定のギャップ G を介してマグネット 22 と対向して配置される。

図 14 は、樹脂モールドで封止したステータを示す。(A) は平面図、(B) は断面図である。

ヨーク 23 に複数のティース 24 がリング状に装着され、各ティース 24 にはボビン 38 を介してコイル 25 が巻回される。このようなヨーク 23 とティース 24 からなるステータ 1 はほぼ全体が樹脂材 131 でモールド成形され封止される。この樹脂モールド体の下面側及び基板取付部 132 には、位置決め用のボス 130, 134 が形成される。135 は、基板取付用のネジ孔である。133 は 3 相の各コイルの端部である。樹脂モールド体の周縁部には、取付孔 136 が形成されカラー 137 が装着される。

このように、ステータ 1 を樹脂モールドで封止することにより、コイ

ル等を装着したティース24がヨーク23に対し確実に固定保持される。また、誘導電流を低減するための前述の各種スリット36等を形成した場合、ティース圧入時にヨークが変形しやすくなるが、ヨークが変形した場合であっても、モールド成形するときに、ヨークを金型により矯正した状態でセットすることができ、変形のない高い寸法精度の形状でステータをモールド封止することができる。

このように変形を矯正する場合、金型に設けたヨーク矯正用の押えピンの跡138が樹脂モールド131の成形体に形成される。この例では、押えピンの跡138は各ティース23間のヨーク上に形成され、この部分には樹脂がなくヨーク表面が露出する。これらの押えピンの跡138はステータ1の裏面側にも形成される。

図15は、本発明の別の実施形態に係るティースの斜視図である。

この実施形態は、ティース24の積層方向を変えたものである。すなわち、この図15の例は、積層体であるティース24を構成する各ティース用板材124の重ね合せ面となる板面124a（1枚ごとの板材124について表裏両面をいう）をステータヨーク23の放射方向としたものである。ティース用板材124の側面124b（鋼板の板厚を示す面）は、ステータヨーク23の円周方向に配設される。

このように、各ティース用板材124の重ね合せ面となる板面124aを放射方向としても、前述の板面124aを円周方向とした例（図11）と同様に、スリット36による誘導電流低減の効果が充分得られる。

図16は、本発明のさらに別の実施形態の斜視図である。

この実施形態では、ステータヨーク23に圧入されたティース24の内周側と外周側（内周側のみ図示）の圧入部に隙間45を設けたものである。また、この例では、ティース24の圧入部の長方形断面が、長辺

を放射方向、短辺を円周方向としている。この場合、短辺側にティース用板材 1 2 4 の重ね合せ面となる板面 1 2 4 a を配設し、長辺側に各ティース用板材 1 2 4 の側面 1 2 4 b（板厚を示す面）を配設している。したがって、隙間 4 5 は、ティース 2 4 の重ね合せ面となる板面 1 2 4 a 側で且つ長方形の短辺側に形成される。この隙間 4 5 は、ステータヨーク 2 3 に設けたティース圧入孔 3 7 を切欠くことにより形成する。

この隙間 4 5 により、円周方向に配置した短辺側の板面 1 2 4 a を通る磁束が低減され、この磁束に基づく誘導電流が少なくなってエネルギー損失がさらに軽減する。また、各板材 1 2 4 の側面 1 2 4 b を長辺側に配置することにより、その積層境界面の抵抗によって、長辺側に発生する大きな誘導電流を有効に低減できる。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明では、ティースを通る磁束変化に基づいてステータヨーク内をティースの周囲に渦状に発生する誘導電流は、例えばティース周囲のヨークを切断してスリットを形成する等により、誘導電流に対する抵抗部を形成して、誘導電流を遮断又は低減することができる。したがって、エネルギー損失が低減し高いモータ効率を得られる。

したがって、本発明の適用例として、強いマグネットを用いた高トルクの電動二輪車の駆動源として用いることにより、誘導電流の抑制によりエネルギー損失を抑えてモータ効率を高め、バッテリー走行距離を延ばすとともに過熱化を抑えることができる。また、軸方向の薄型化が図られるため、車軸に取付けた場合に、車幅方向にコンパクトに装着でき、且つコンパクトな形状で大きな出力が得られる。

請求の範囲

1. 回転軸に固定された円板状のロータ側のヨークと、該ロータ側のヨークに対向する円板状のステータ側のヨークと、該ロータ側又はステータ側のいずれか一方のヨークの対向面側に固定されたマグネットと、前記ロータ側又はステータ側の他方のヨークの対向面側に、前記マグネットに対向して放射状に配設された複数のティースと、該複数のティースの各々に巻回されたコイルとからなり、前記ヨークは、前記ティースの一部を挿入して固定するための孔又は凹みからなる固定部を有するアキシシャルギャップ型回転電機において、前記固定部の周囲に誘導電流に対する抵抗部を設けたことを特徴とするアキシシャルギャップ型回転電機。
2. 前記抵抗部は、前記ヨークに設けた空間部又は切込みにより形成したことを特徴とする請求項1に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。
3. 前記抵抗部は、前記ヨークと異なる材質の部材で形成したことを特徴とする請求項1に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。
4. 前記抵抗部は、前記固定部の内周側又は外周側に形成されたことを特徴とする請求項1に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。
5. 前記抵抗部は、隣接する固定部の間に形成されたことを特徴とする請求項1に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。
6. 前記抵抗部は、前記固定部に達することなく形成され、該固定部の周縁のヨークが連続した状態であることを特徴とする請求項1に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。
7. 前記抵抗部は、ヨークの板厚方向に関し、一方の面から他方の面まで全体に形成されることなく、いずれか一方の面側又は中間部が未形成であることを特徴とする請求項1に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。

8. 前記ティースが固定されたヨークを樹脂モールドにより封止したことを特徴とする請求項 1 に記載のアキシャルギャップ型回転電機。

9. 請求項 1 から 8 のいずれかに記載のアキシャルギャップ型電動モータを駆動源として用いたことを特徴とする電動二輪車。

1/13

図 1

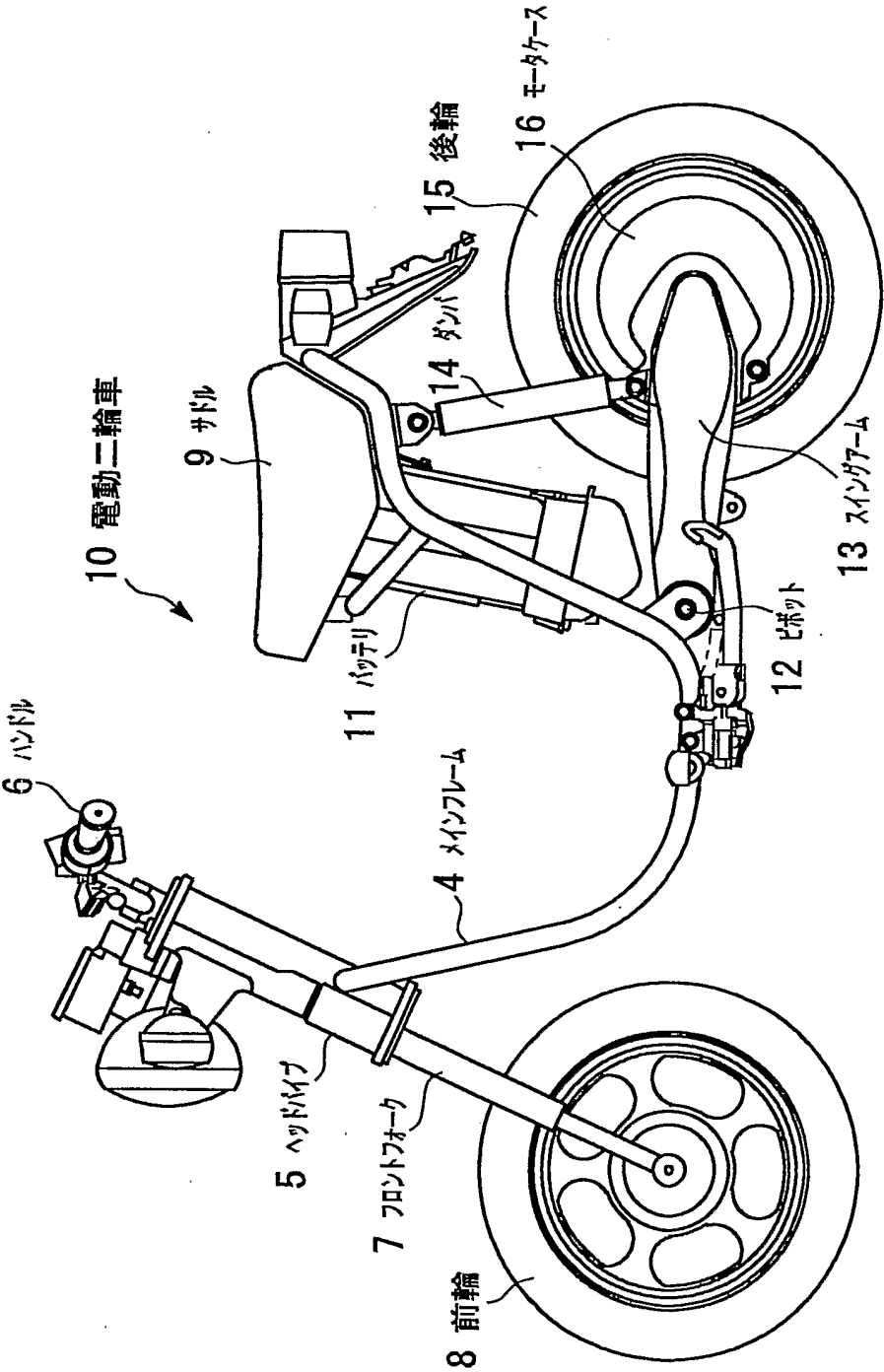
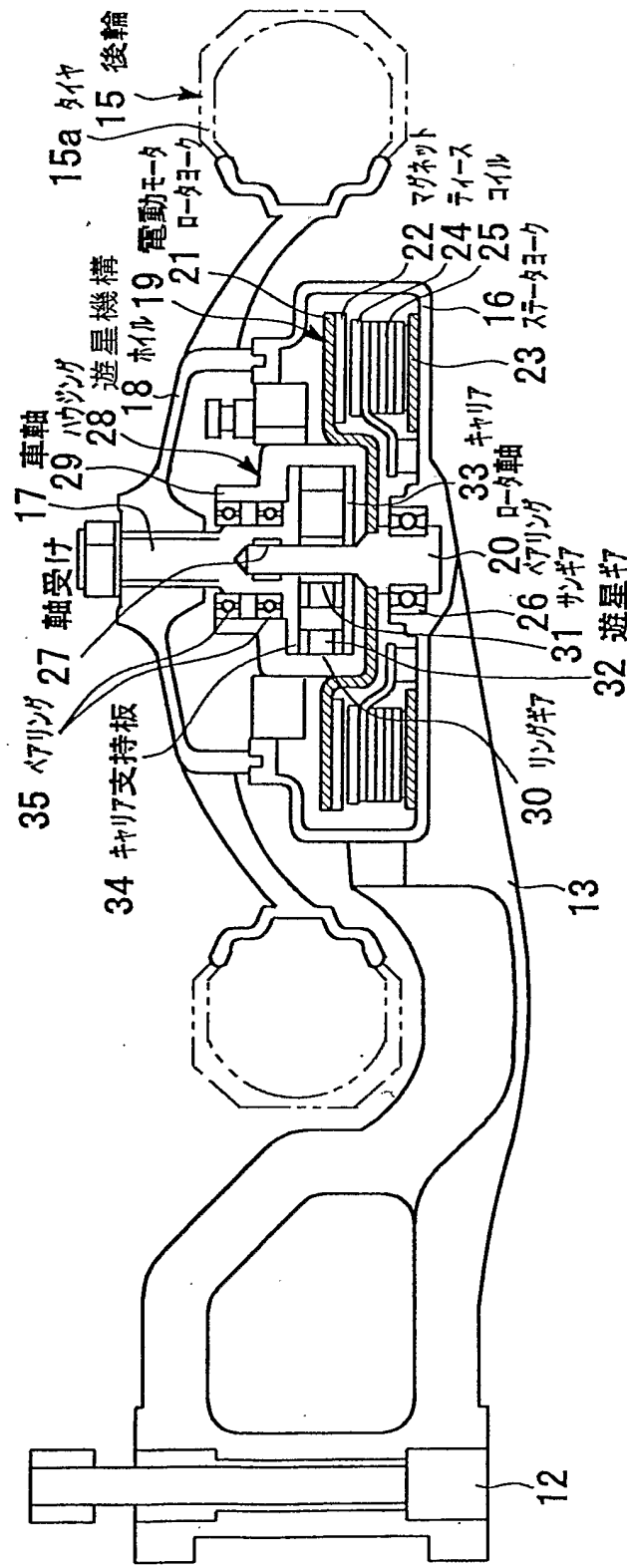


図 2



3/13

図3

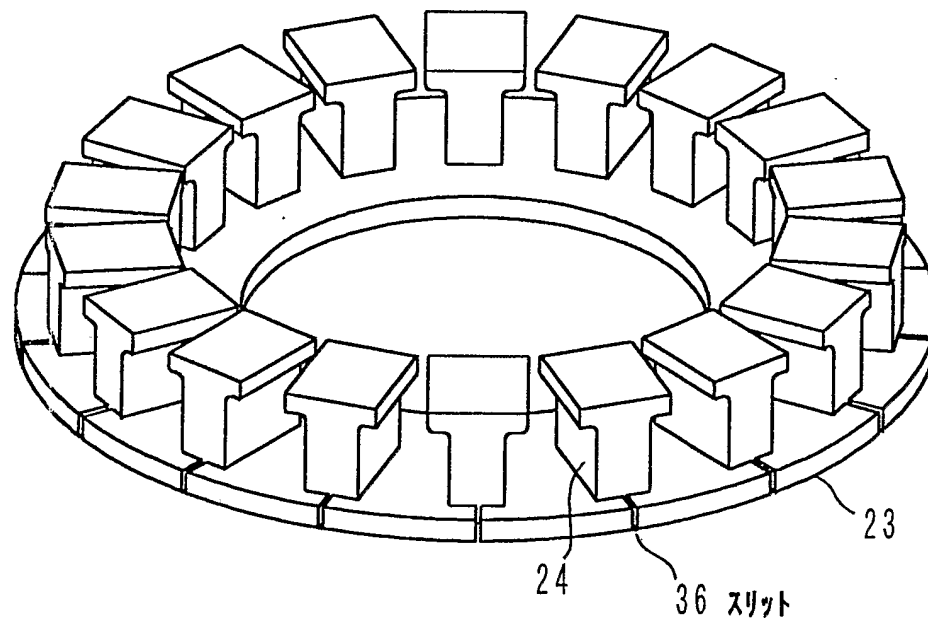


図4

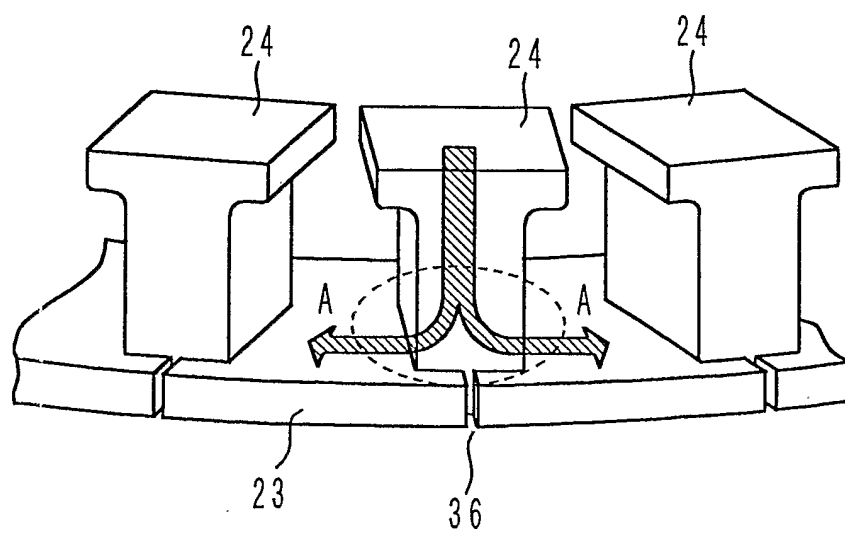


図5

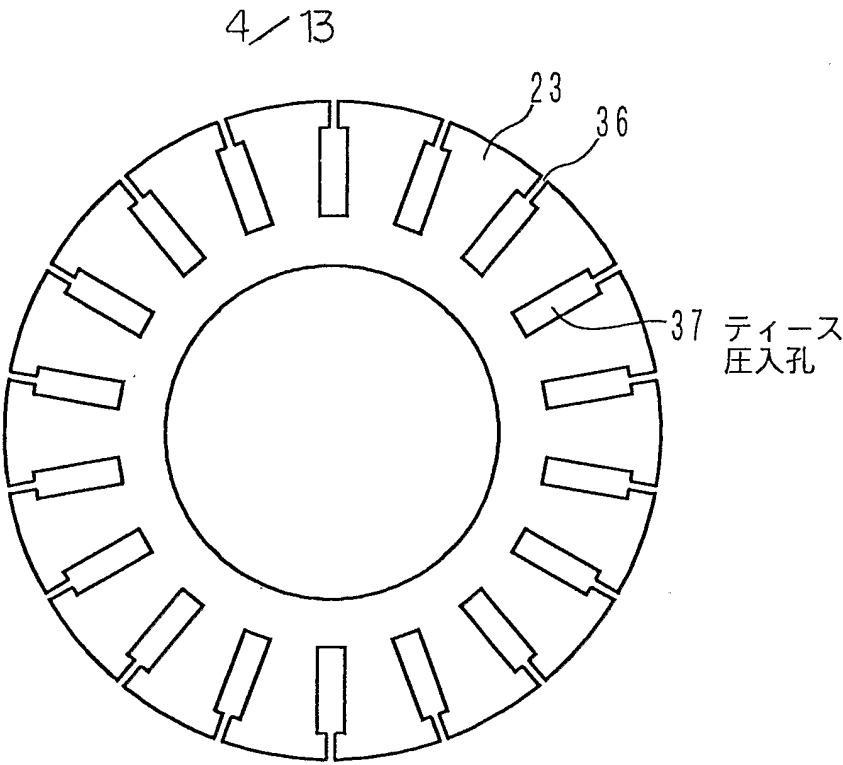
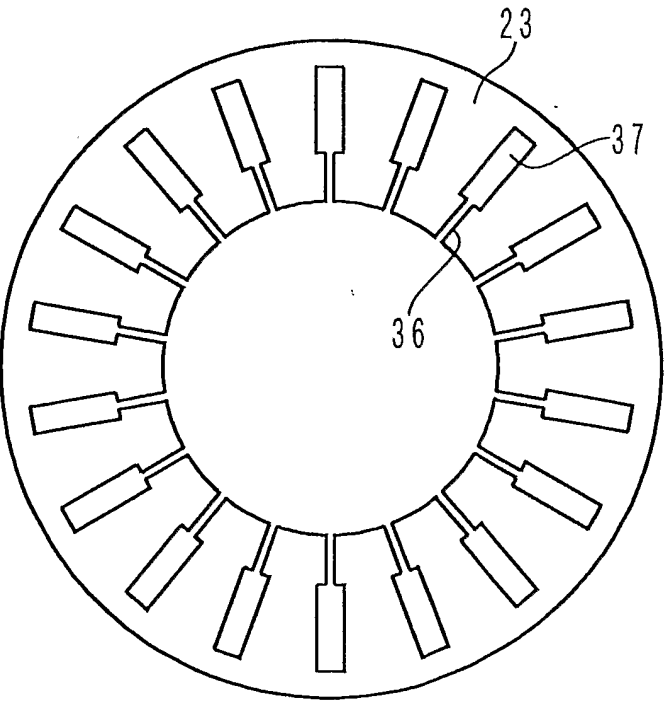


図6



5/13

図 7

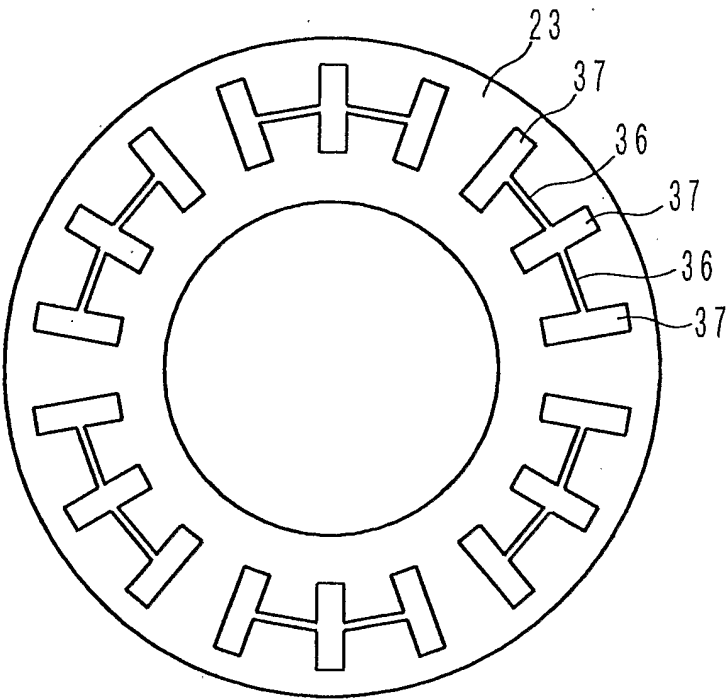
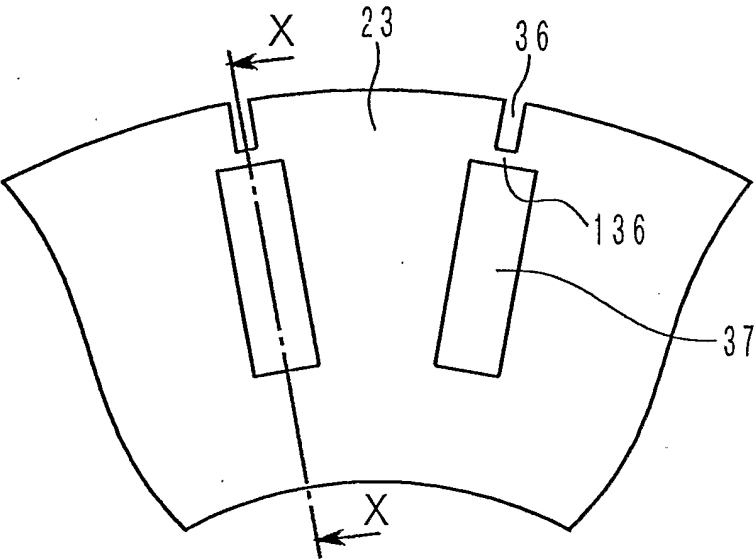


図 8



6/13

図9

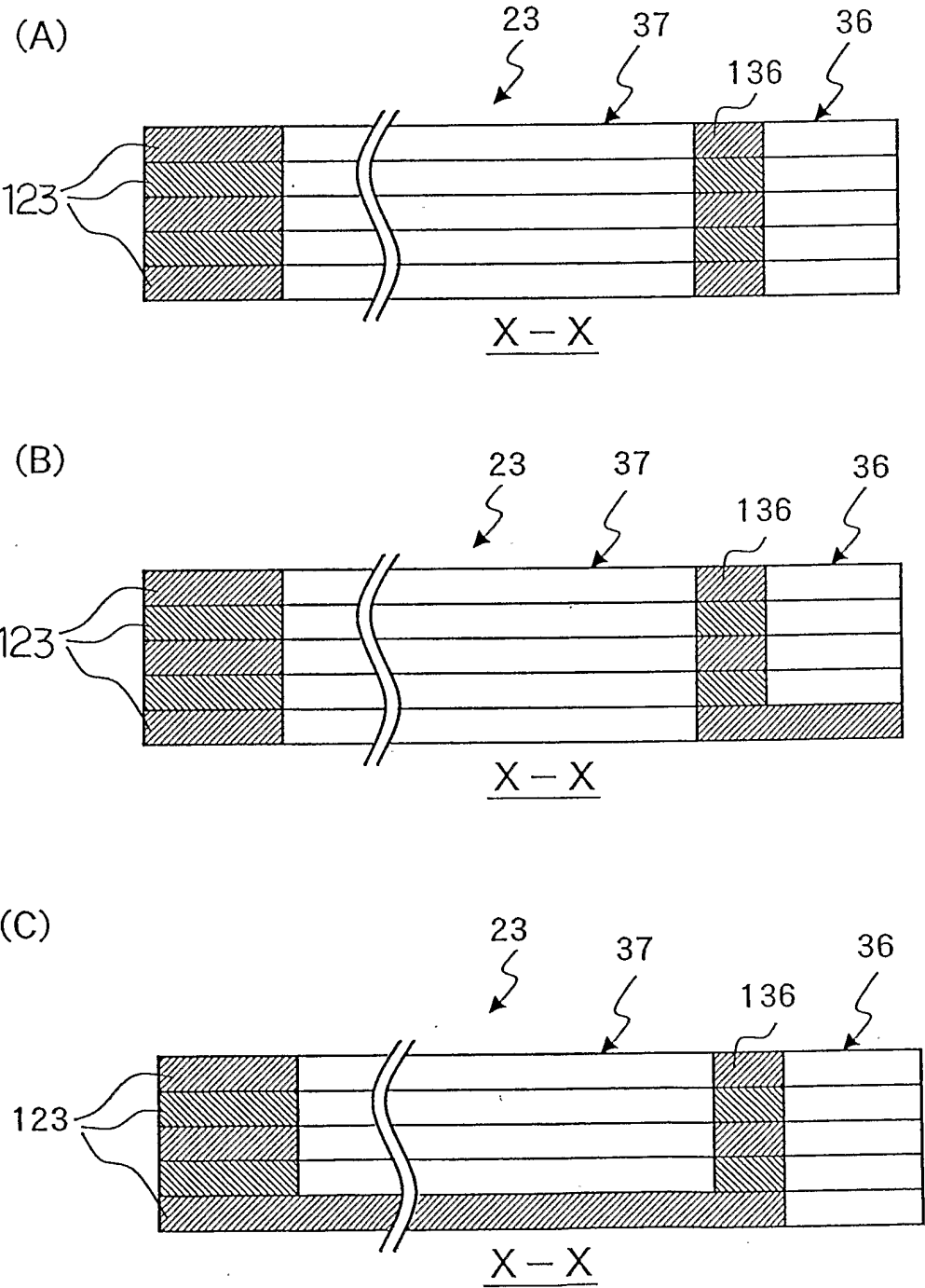


図 10 7/13

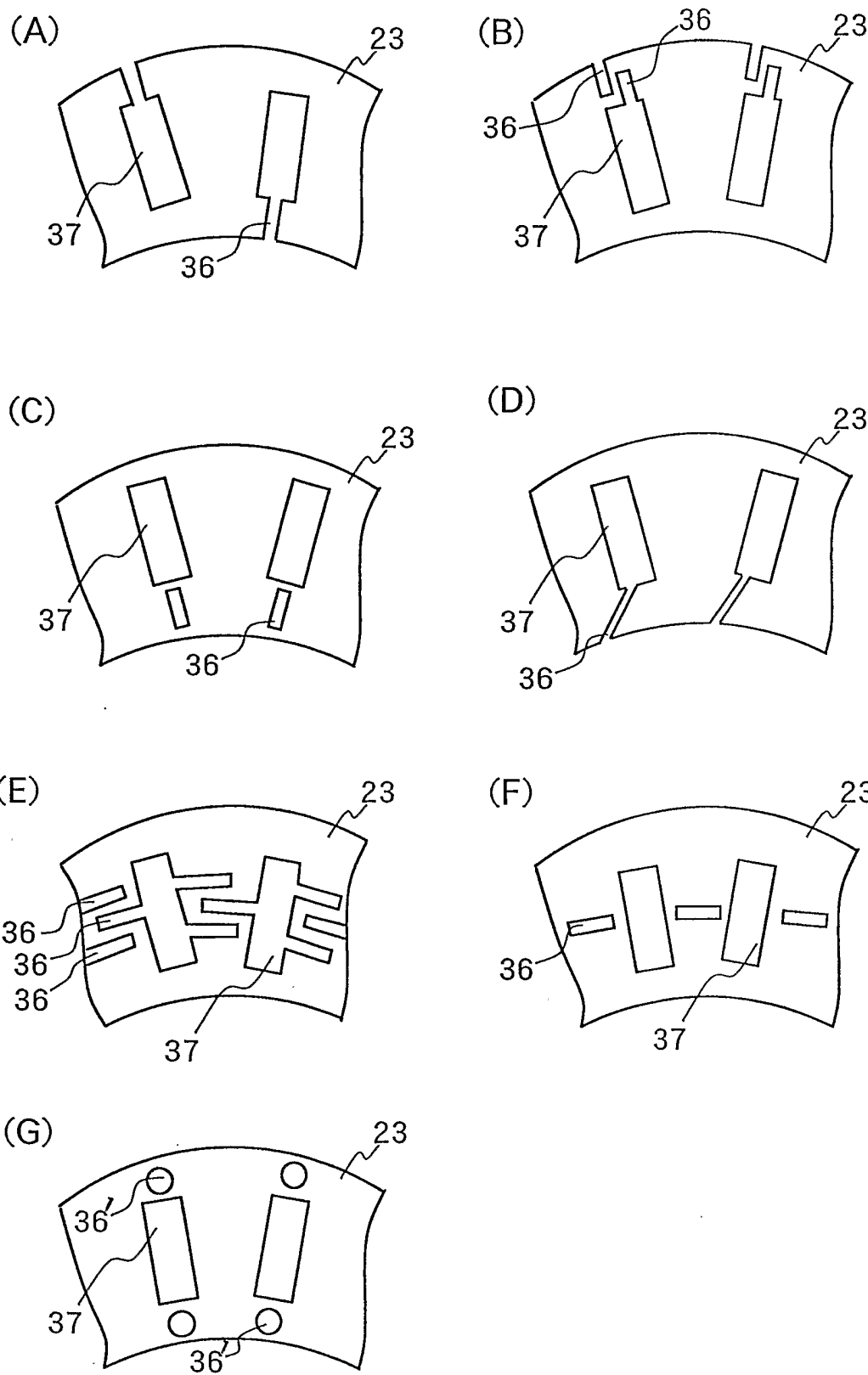
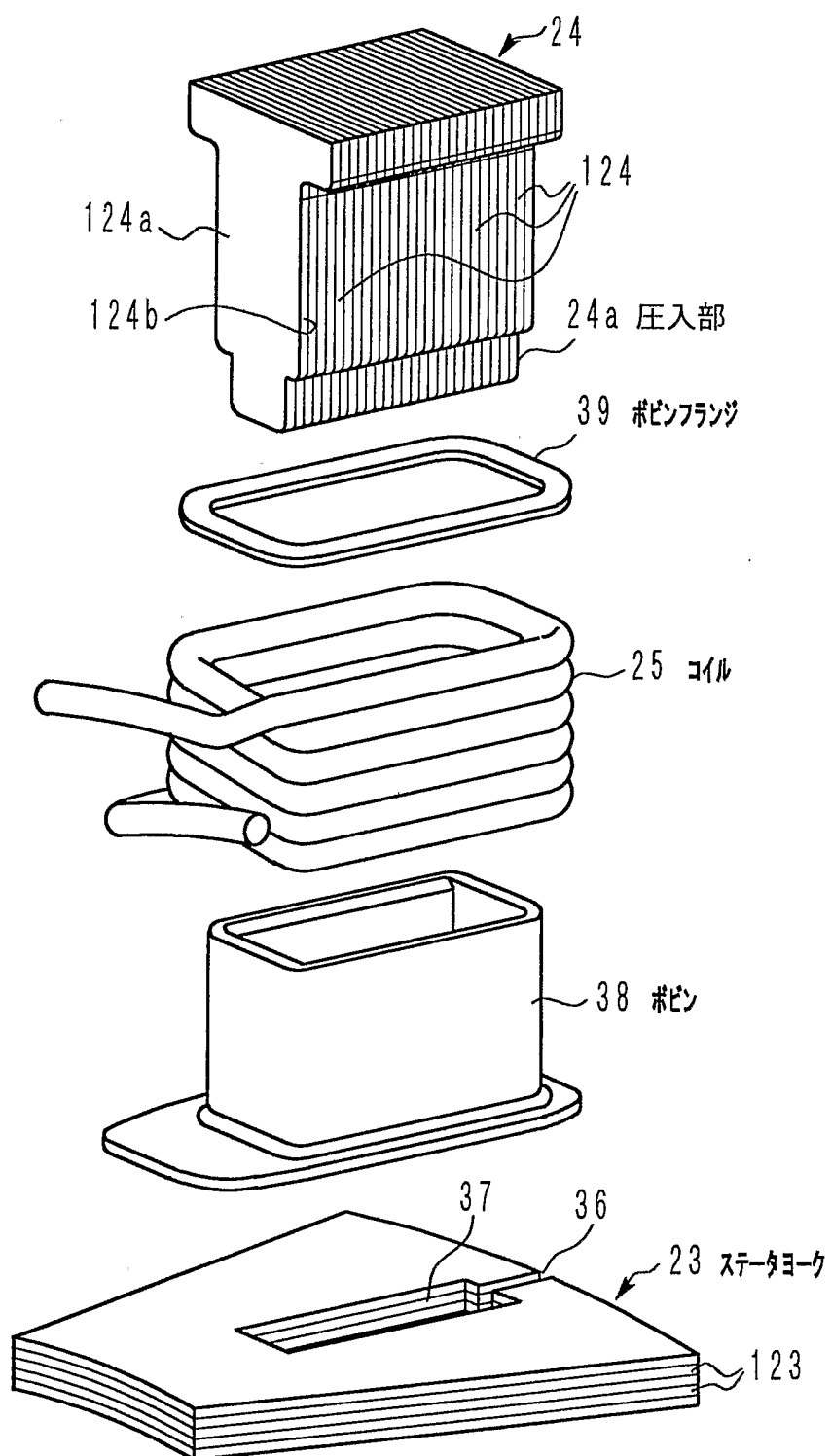


図 1 1

8/13



9/13

図12

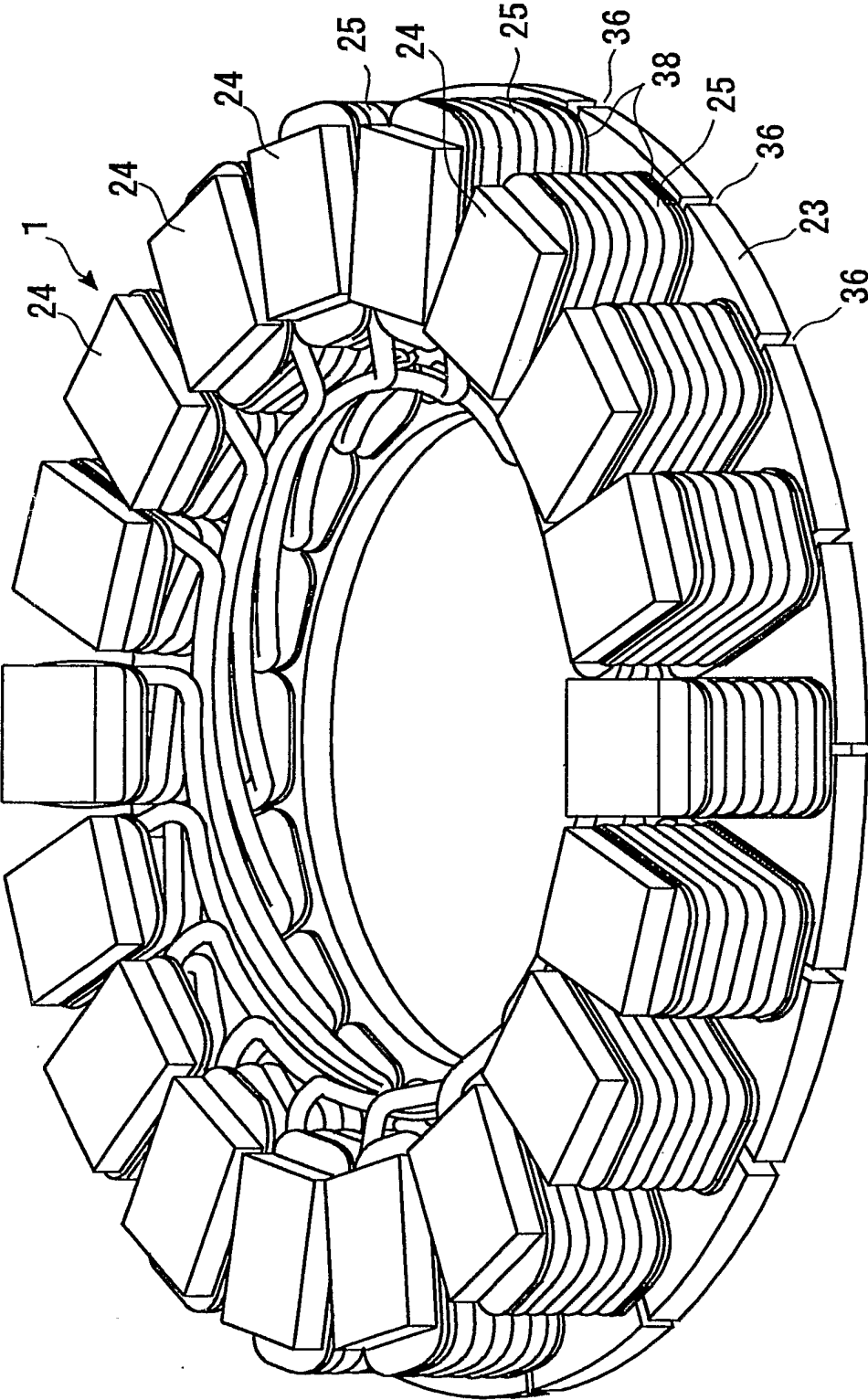
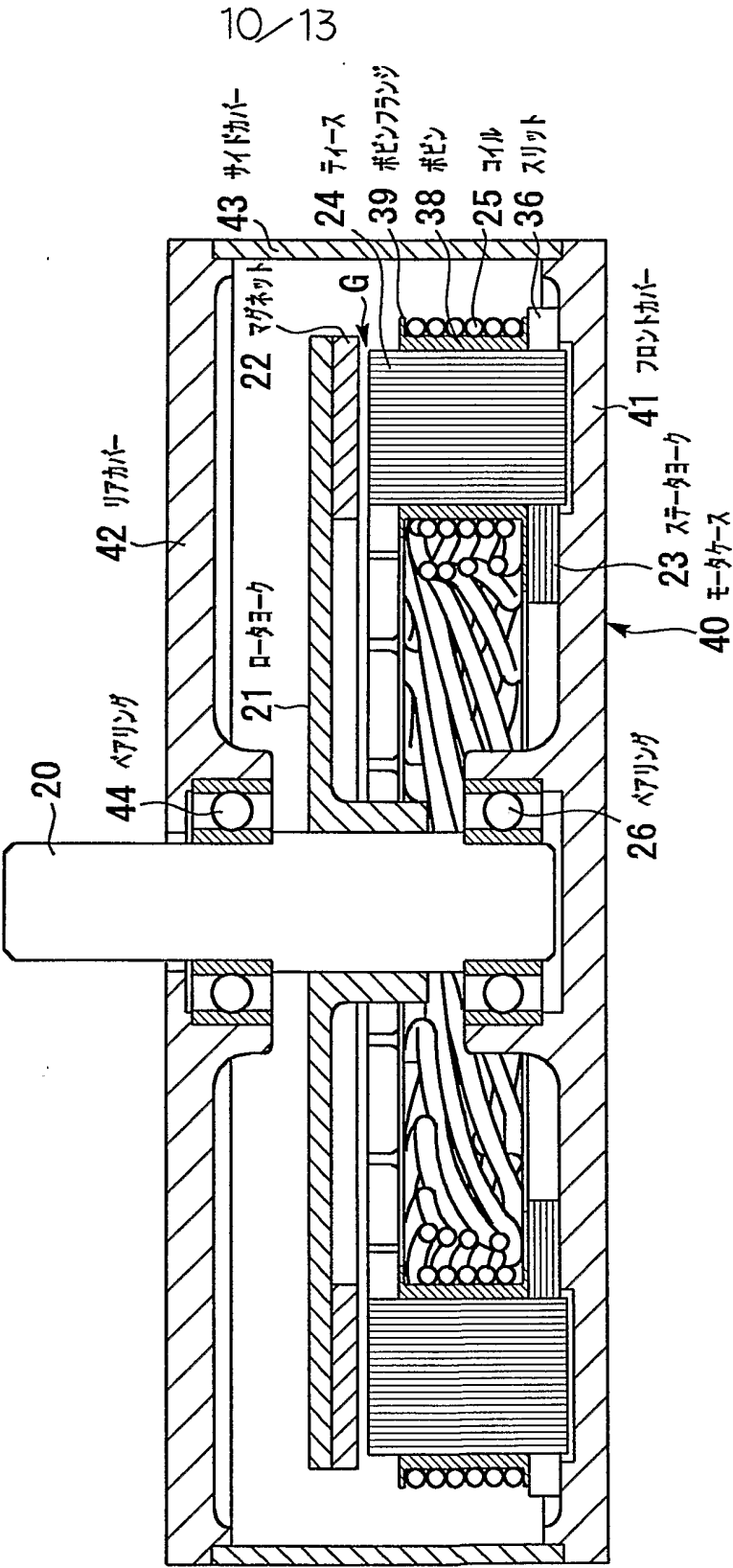
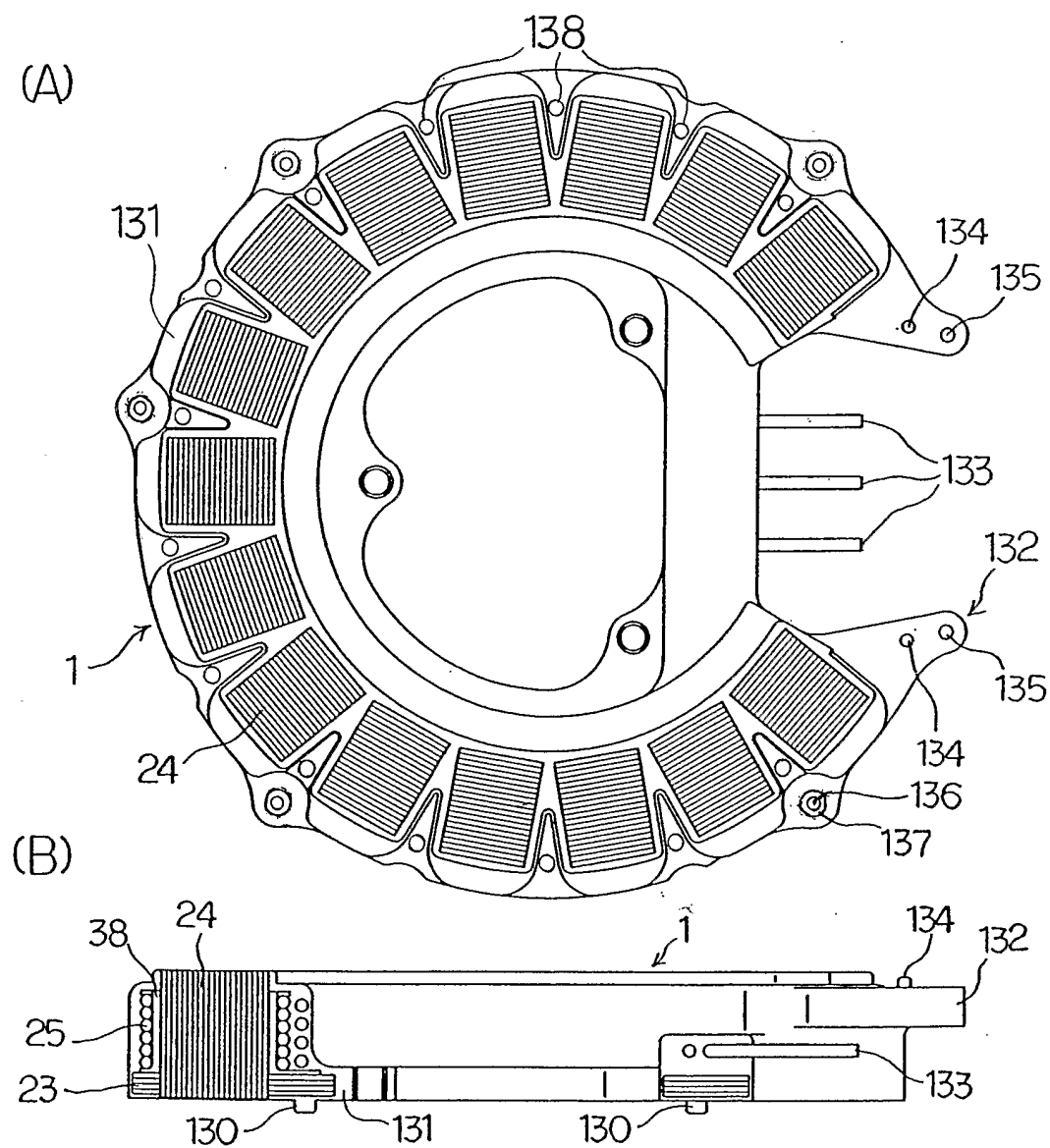


図13



11/13

図14



12/13

図15

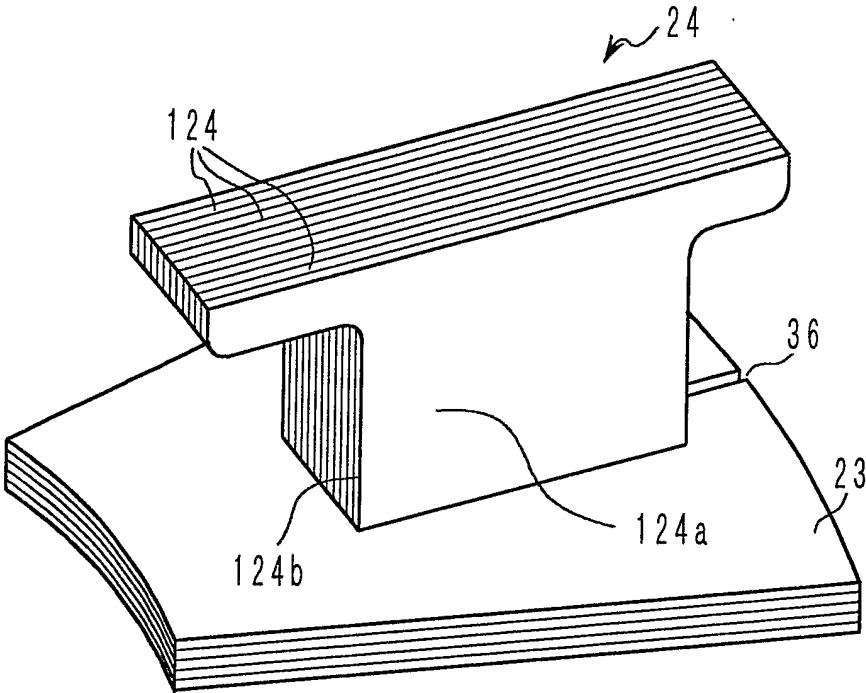
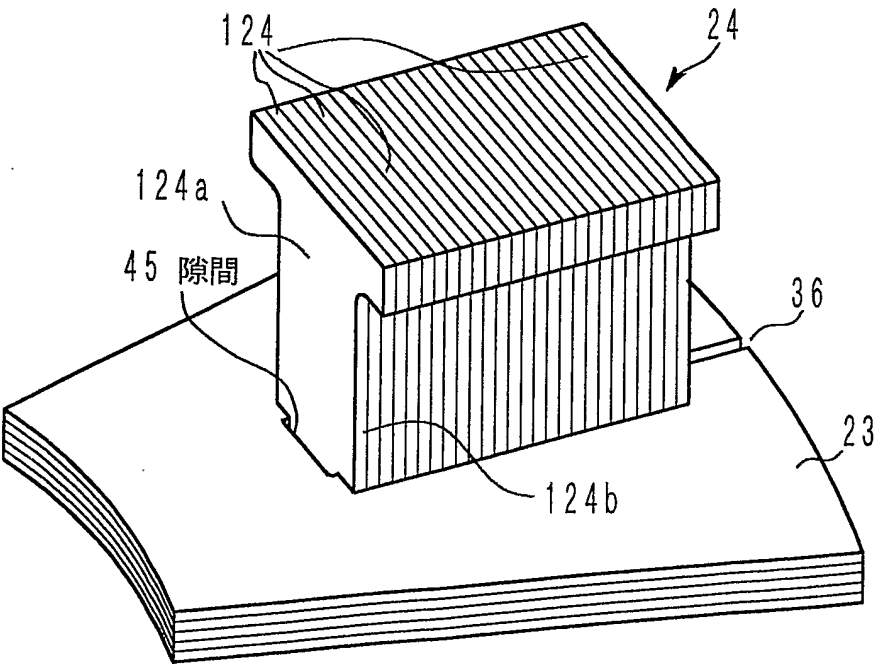
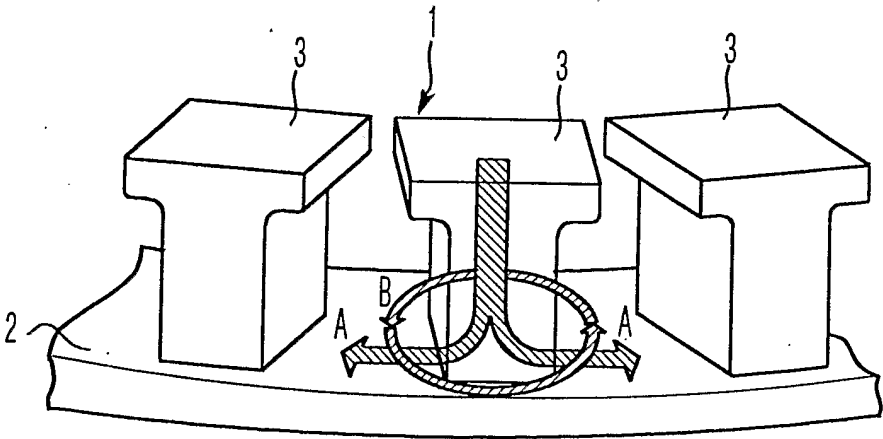


図16



13/ 13

図 17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H02K1/18

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)

Int.Cl⁷ H02K1/18, 21/24

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

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

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	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 19369/1972 (Laid-open No. 95107/1973) (Fujitsu Ltd.), 13 November, 1973 (13.11.73), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 168097/1979 (Laid-open No. 86843/1981) (Meidensha Corp.), 11 July, 1981 (11.07.81), Full text; all drawings (Family: none)	1-9

☒ 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 document 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
26 February, 2003 (26.02.03)

Date of mailing of the international search report
11 March, 2003 (11.03.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12499

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-54270 A (Sankyo Seiki Mfg. Co., Ltd.), 23 February, 2001 (23.02.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 48-97002 A (Mitsubishi Electric Corp.), 11 December, 1973 (11.12.73), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 3-86051 A (Canon Electronics Inc.), 11 April, 1991 (11.04.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02K 1/18

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. Cl⁷ H02K 1/18, 21/24

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	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003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 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願47-19369号 (日本国実用新案登録出願公開48-95107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 (富士通株式会社), 1973. 11. 13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
Y	日本国実用新案登録出願54-168097号 (日本国実用新案登録出願公開56-86843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 (株式会社明電舎), 1981. 07. 11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9

☒ 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

26. 02. 03

国際調査報告の発送日

11.03.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
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)

下原 浩嗣

3V 9179

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

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 請求の範囲の番号
Y	J P 2 0 0 1 - 5 4 2 7 0 A (株式会社三協精機製作所) 2 0 0 1 . 0 2 . 2 3 , 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 9
A	J P 4 8 - 9 7 0 0 2 A (三菱電機株式会社) 1 9 7 3 . 1 2 . 1 1 , 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 9
A	J P 3 - 8 6 0 5 1 A (キャノン電子株式会社) 1 9 9 1 . 0 4 . 1 1 , 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 9