

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02003/047070

発行日 平成17年4月14日(2005.4.14)

(43) 国際公開日 平成15年6月5日(2003.6.5)

(51) Int. Cl.⁷

H02K 1/18
H02K 21/24

F I

H02K 1/18 C
H02K 1/18 D
H02K 21/24 M

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

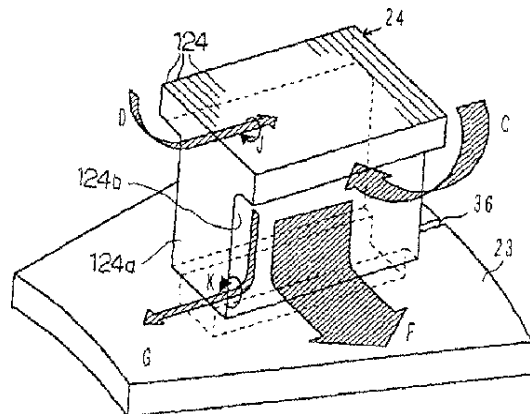
出願番号	特願2003-548376 (P2003-548376)	(71) 出願人	000010076 ヤマハ発動機株式会社
(21) 国際出願番号	PCT/JP2002/012500		静岡県磐田市新貝2500番地
(22) 国際出願日	平成14年11月29日(2002.11.29)	(74) 代理人	100116182 弁理士 内藤 照雄
(31) 優先権主張番号	特願2001-363613 (P2001-363613)	(74) 代理人	100099195 弁理士 宮越 典明
(32) 優先日	平成13年11月29日(2001.11.29)	(72) 発明者	内藤 真也 静岡県磐田市新貝2500番地ヤマハ発動機株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(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
(81) 指定国	AP (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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		

(54) 【発明の名称】 アキシシャルギャップ型回転電機

(57) 【要約】

誘導電流によるエネルギー損失を低減して、例えば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シャルギャップ型回転電機を提供する。

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、該ヨーク23に固定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とからなるアキシシャルギャップ型回転電機において、前記ティース24は、ティース用板材124の積層体からなり、前記ティース用板材124の重ね合せ面124aを円周方向に配設した。



【特許請求の範囲】

【請求項 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、該ヨークに固定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るアキシシャルギャップ型回転電機において、前記ティースは、ティース用板材の積層体からなり、前記ティース用板材の重ね合せ面を円周方向に配設した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】

前記ヨークに設けたティース固定用の固定孔は、長手方向を有する形状であって、その長手方向を放射方向と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。

【請求項 3】

前記固定孔は、長方形であることを特徴とする請求項 2 に記載のアキシシャルギャップ型回転電機。

【請求項 4】

前記ティースの重ね合せ面側とステータヨークの固定孔との間に磁気抵抗部を設け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。

【請求項 5】

前記各ティース用板材の板厚を表す側面とステータヨークの固定孔との間に誘導電流に対する抵抗部を設け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。

【発明の詳細な説明】

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。

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シャルギャップ型電動モータが用いられている。このアキシシャ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、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 2 2 は、従来のアキシシャ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

10

20

30

40

50

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22）。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例えば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回転電機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、該ヨークに固定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るアキシアルギャップ型回転電機において、前記ティースは、ティース用板材の積層体からなり、前記ティース用板材の重ね合せ面を円周方向に配設し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、マグネットからティースに流れる磁束による誘導電流を有効に低減できる。これは以下の理由による。

マグネットは、円板（ドーナツ状）のため、ティースの円周方向には、ティースの対向していない部分にもマグネットは存在する。このマグネットから出る磁束は、ティースの対向面（上面）ではなく放射方向側の側面（横面）に入る（図17、18のC）。この側面がティース用板材の重ね合せ面側の場合、面内に過電流が形成されるため、大きな誘導電流が流れる。

一方、放射方向には、ティース対向面からマグネットがはみ出すとしてもわずかであるから、このマグネットから出る磁束（図17、18のD）の量もわずかである。したがって、この面がティース用板材の重ね合せ面であっても損失は小さい。すなわち、ティースに対向するマグネットは、ティースへの実際の矩形対向面とその4辺外側周縁のはみ出し部分がある。この4辺のはみ出し部分とは放射方向の内外2辺と円周方向の左右2辺の4辺である。このうち、円周方向のはみ出し部分が、放射方向のはみ出し部分より大きいため、円周方向からの磁束に対向して各ティース用板材の側面（板厚を表す面）を配置することにより、渦電流が形成されにくくなって、誘導電流を低減することができる。

言い換えると、放射方向のはみ出し部分が、円周方向のはみ出し部分より小さいため、この部分の磁束をティース用板材の重ね合せ面側とすることにより誘導電流を小さくできる。

。

10

20

30

40

50

なお、マグネットから出る磁束は、ほとんど全て矩形ティースの上面を通してティース内に入り、はみ出し部からの磁束は少ない。

好ましい構成例では、前記ヨークに設けたティース固定用の固定孔は、長手方向を有する形状であって、その長手方向を放射方向としたことを特徴としている。

この構成によれば、各ティース用板材の側面が見える面（渦電流が流れにくい面）を長手方向に配置し、この面を磁束の大きい側に配置するため、誘導電流を効率よく低減できる。

好ましい構成例では、前記固定孔は、長方形であることを特徴としている。

この構成によれば、一定形状のティース用板材を積層してティースを形成することができる。

10

好ましい構成例では、前記ティースの重ね合せ面側とステータヨークの固定孔との間に磁気抵抗部を設けたことを特徴としている。

この構成によれば、渦電流が形成されやすいティース用板材の重ね合せ面側と固定孔との間に、例えば空間を形成して磁気抵抗を高めることにより、この面を通る磁束が小さくなり、誘導電流が低減する。

好ましい構成例では、前記各ティース用板材の板厚を表す側面とステータヨークの固定孔との間に誘導電流に対する抵抗部を設けたことを特徴としている。

この構成によれば、誘導電流が有効に低減される。すなわち、通常は、固定孔に圧入された積層ティース圧入面は密着して電流が流れやすいため、積層されたティース用板材同士間で渦電流が流れる。本発明では、この圧入密着面に空間あるいは絶縁材等を設けること

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、本発明のアキシシャ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シャルギャップ型電動モータが装着される。

30

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、アキシシャ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22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。

40

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に噛合し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。

50

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 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 2 4 とステータヨーク 2 3 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 2 4 から、矢印 A のようにステータヨーク 2 3 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 1 7 で説明したように、ティース 2 4 の周囲のステータヨーク 2 3 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 2 4 の根元部分の圧入部外周側のステータヨーク 2 3 に、絶縁層となるスリット 3 6 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 3 6 が誘導電流に対する抵抗部となり、誘導電流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 2 3 に複数のティース圧入孔 3 7 が貫通して形成される。各圧入孔 3 7 の外周側に開口するスリット 3 6 がステータヨーク 2 3 を切断して形成される。この圧入孔 3 7 は、ティースの一部（図 1 1 の圧入部 2 4 a）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 3 7）は、後述の図 9（A）のように、ヨーク 2 3 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。

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 2 3 に形成された各ティース圧入孔 3 7 の内周側を切断してスリット 3 6 を形成したものである。このように各ティース圧入孔 3 7 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。

この実施形態は、隣り合うティース圧入孔 3 7 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 3 6 を形成したものである。このようにステータヨーク 2 3 の円周方向（放射方向に対し直角方向）に沿ってスリット 3 6 を形成する。このスリット 3 6 により、ティース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。

10

20

30

40

50

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、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

10

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

20

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。

30

(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ス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。

40

(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。

50

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、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124の重ね合せ面となる板面124aを配設し、長辺側に各ティ

10

20

30

40

50

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るとともに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。

図 1 7 は、前述の図 1 5 に示したティース 2 4 の各ティース用板材 1 2 4 の板面 1 2 4 a を放射方向としてこれを円周方向に積層し、圧入部の長辺側を板面 1 2 4 a とした場合の磁束の流れの説明図である。

ティース 2 4 の上面側に不図示のマグネットが対向して配置される。このマグネットからティース上面に磁束 (不図示) が流入するとともに、この上面から流入する磁束以外にティース上部の側面から磁束 C 及び磁束 D が流入する。このとき、ティース 2 4 の重ね合せ面である板面 1 2 4 a 側から流入する磁束 C は、板厚を表す面であるティース用板材 1 2 4 の側面 1 2 4 b 側から流入する磁束 D より大きい。板面 1 2 4 a には面内で渦電流が流れるため、各板材 1 2 4 の面内で磁束 C に基づく比較的大きな誘導電流 E が発生する。

また、ティース 2 4 からステータヨーク 2 3 側に出る磁束についてみると、長方形断面を有する圧入部の長辺側から大きな磁束 F が流れ、短辺側から小さな磁束 G が流れる。この出口側の磁束においても、長辺側の大きな磁束に基づく比較的大きな誘導電流 H が各鋼板の面内で発生する。

したがって、このティース 2 4 の重ね合せ面である板面 1 2 4 a を放射方向として長方形断面を有する圧入部の長辺側をこの板面 1 2 4 a とした構成では、前述の図 2 2 に示したティース 2 4 の周囲全体に流れる誘導電流 B は、前述のようにスリット 3 6 により有効に遮断されるが、上記ティース 2 4 の横面に直角方向の磁束による比較的大きな誘導電流 E , H が各ティース用板材 1 2 4 の面内で流れ、これによるエネルギー損失が発生する。

図 1 8 は、前述の図 1 1 及び図 1 6 に示したティース 2 4 の各ティース用板材 1 2 4 の重ね合せ面である板面 1 2 4 a を円周方向とし、これと直角な圧入部の長辺側を各ティース板材 1 2 4 の板厚を表す側面 1 2 4 b とした場合の磁束の流れの説明図である。

前述の図 1 7 の例と同様に、ティース 2 4 の上面側に不図示のマグネットが対向して配置される。このマグネットからティース上面に磁束 (不図示) が流入するとともに、この上面から流入する磁束以外にティース上部の横面から磁束 C 及び磁束 D が流入する。このとき、ティース 2 4 の板材 1 2 4 の側面 1 2 4 b 側の横面から流入する磁束 C は重ね合せ面である板面 1 2 4 a 側の横面から流入する磁束 D より大きい。

この図 1 8 のティース 2 4 は、板面 1 2 4 a が円周方向であるため、各板材 1 2 4 の面内で磁束 D に基づいて誘導電流 J が発生するが、磁束 D が小さいためこの誘導電流 J は小さい。

また、ティース 2 4 からステータヨーク 2 3 側に出る磁束についても、前述の図 1 7 の例と同様に、長方形断面を有する圧入部の長辺側から大きな磁束 F が流れ、短辺側から小さな磁束 G が流れる。この出口側の磁束においても、図 1 8 の例では、ティース 2 4 の板面 1 2 4 a が短辺側であるため、短辺側の磁束 G に基づいて鋼板面内で誘導電流 K が発生するが、磁束 G が小さいため、この誘導電流 K は小さい。

したがって、図 1 8 に示すように、ティース 2 4 の各ティース用板材 1 2 4 の板厚を表す側面 1 2 4 b 側の面を放射方向とし、この面を長方形断面の圧入部の長辺側とすることにより、ティース横面を通してティース内に入る磁束による誘導電流を小さくして、エネルギー損失を軽減できる。

図 1 9 (A) ~ (E) は、本発明のさらに別の実施形態のティース圧入孔の形状説明図である。

(A) は従来構造であり、ステータヨーク 2 3 の圧入孔 3 7 に鋼板積層体からなるティース 2 4 が圧入されている。この構造では前述のように誘導電流 B が発生する。この誘導

10

20

30

40

50

電流 B は、(B) に示すようにスリット 3 6 を形成することにより遮断される。しかしながら、ティース 2 4 のティース用板材 1 2 4 の側面 1 2 4 b 側の面 (図 1 1、図 1 6 参照) がヨーク 2 3 の圧入孔 3 7 の内面に圧接 (低抵抗で接触) していると、(C) に示すようにこの圧接面を介してスリット 3 6 を迂回する誘導電流 Y が流れる。本実施形態では、(D) に示すように、ティース 2 4 の各側面に例えば長辺の半分の長さの隙間 4 6 (または絶縁フィルム) による絶縁層を相互に位置をずらせて設ける。これにより各板材 1 2 4 を介する誘導電流 Y が長辺全長にわたって遮断される。この隙間 4 6 は、(E) に示すように、圧入孔 3 7 の両側の長辺全長 (又は片側のみの長辺全長) に沿って形成してもよい。

(E) の場合、図 2 0 に示すように、隙間 4 6 をヨーク 2 3 の厚さ方向全体に形成することなく、下部数枚のヨーク用板材 1 2 3 には隙間 4 6 を形成しないことにより、この下部数枚の板材 1 2 3 でティース 2 4 の圧入部 2 4 a を圧入孔 3 7 内に確実に固定保持できる。前記 (D) の場合にも、このように下部数枚のヨーク用板材 1 2 3 に隙間 4 6 を形成しないで、ティース 2 4 の固定保持力を高めてもよい。

この隙間 4 6 は、誘導電流を遮断するためのものであり、したがって、空間のある隙間に限らず電気的な絶縁材を設けてもよい。すなわち、誘導電流に対する抵抗部となればよい。

図 2 0 は上記圧入部に設けた抵抗部 (隙間 4 6) の形成例を示す。(A) は、ティース 2 4 の下端部に形成された幅の狭い圧入部 2 4 a の両側に隙間 4 6 を設けたものである。(B) は、ティース 2 4 の下部全体が下端の圧入部 2 4 a を含め同一幅の形状であり、この圧入部 2 4 a の両側のヨーク 2 3 側に隙間 4 6 を形成したものである。(C) は、ティース 2 4 の下端部の幅を広げて圧入部 2 4 a を形成し、ヨーク 2 3 側の圧入部 3 7 は同一の貫通孔として圧入部 2 4 a の上側に隙間 4 6 を形成したものである。なお、いずれの場合もティース 2 4 の片側にのみ隙間 4 6 を形成してもよい。

図 2 1 は、本発明の別の実施形態を示す。

この実施形態は、ティース 2 4 の形状を前述の実施形態と異なり長方形ではなく台形としたものである。この台形は、外周側の辺が長く内周側の辺が短く、長手方向を放射方向とする細長い台形である。このようにティース 2 4 を台形とすることにより、長方形の場合に比べ、隣接するティース 2 4 の外周側の間隔 w を小さくすることができる。これにより、ティース上面に対向するマグネット (不図示) からティース上面を通して内部に入る磁束を大きくし、横面から入るはみ出し部分の磁束を小さくして誘導電流を小さくすることができる。

このような台形のティース 2 4 は、例えば積層されるティース用板材 1 2 4 の形状を徐々に幅が小さくなるように変えることにより形成する。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明では、ティース用板材の積層体からなるティースの各ティース用板材の重ね合せ面を円周方向に配設したことにより、マグネットからティースに流れる磁束による誘導電流を有効に低減できる。

この場合、ヨークに設けたティース固定用の固定孔は、長手方向を有する形状であって、その長手方向を放射方向とした構成によれば、各ティース用板材の側面が見える面 (渦電流が流れにくい面) を長手方向に配置し、この面を磁束の大きい側に配置するため、誘導電流を効率よく低減できる。

また、前記固定孔を長方形とした構成によれば、一定形状のティース用板材を積層してティースを形成することができる。

また、ティースの重ね合せ面側とステータヨークの固定孔との間に磁気抵抗部を設けた構成によれば、渦電流が形成されやすいティース用板材の重ね合せ面側と固定孔との間に、例えば空間を形成して磁気抵抗を高めることにより、この面を通る磁束が小さくなり、誘導電流が低減する。

また、各ティース用板材の板厚を表す側面とステータヨークの固定孔との間に誘導電流に対する抵抗部を設けた構成によれば、誘導電流が有効に低減される。すなわち、通常は、

10

20

30

40

50

固定孔に圧入された積層ティース圧入面は密着して電流が流れやすいため、積層されたティース用板材同士間で渦電流が流れるが、この圧入密着面に空間あるいは絶縁材等を設けることにより電気抵抗を高め、誘導電流を低減することができる。

【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。

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。

10

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。

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。

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。

20

図 17 は、図 15 の実施形態の磁束説明図である。

図 18 は、図 11 の実施形態の磁束説明図である。

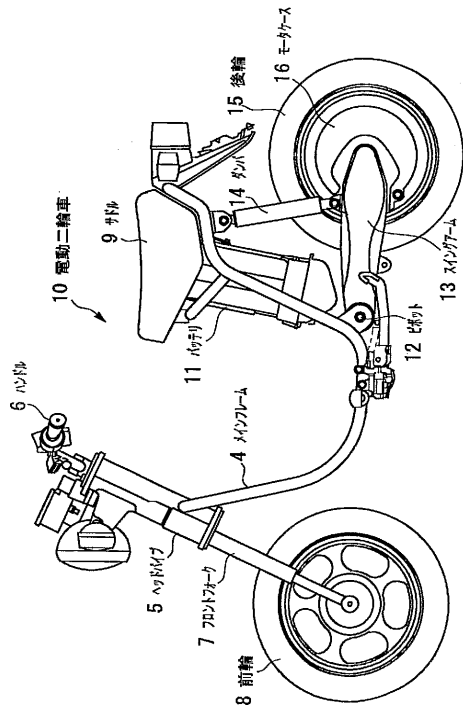
図 19 は、本発明の別の実施形態の説明図である。

図 20 は、本発明の別の実施形態の説明図である。

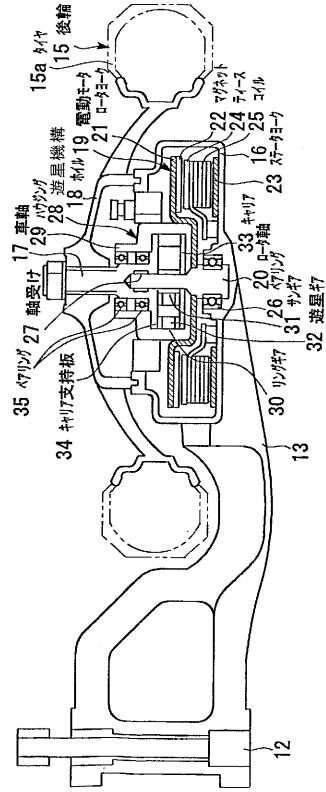
図 21 は、本発明の別の実施形態の説明図である。

図 22 は、従来ステータにおける誘導電流の説明図である。

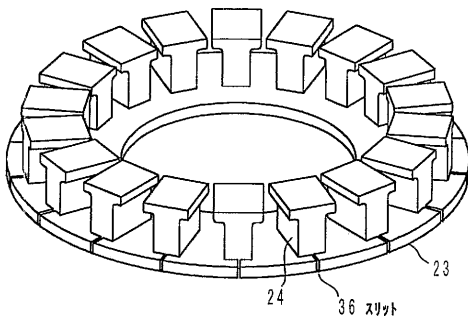
【図1】
図1



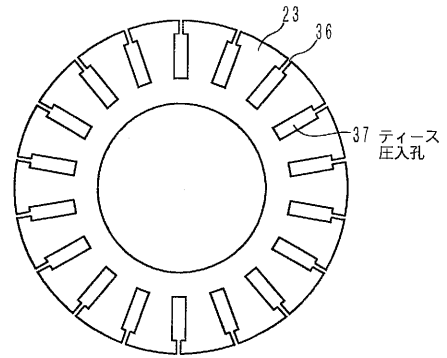
【図2】
図2



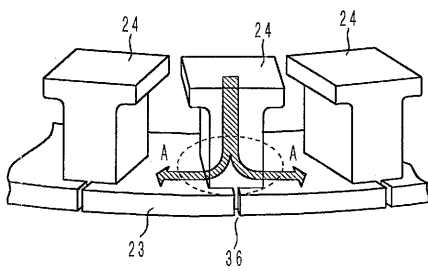
【図3】
図3



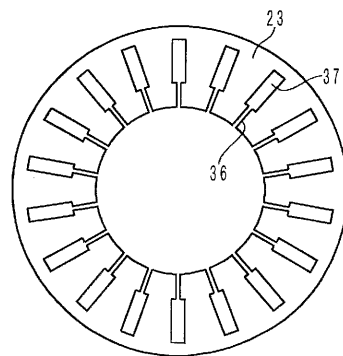
【図5】
図5



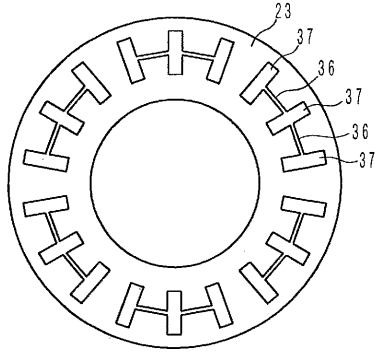
【図4】
図4



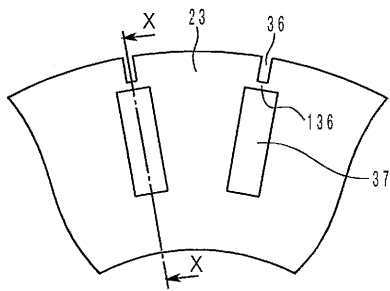
【図6】
図6



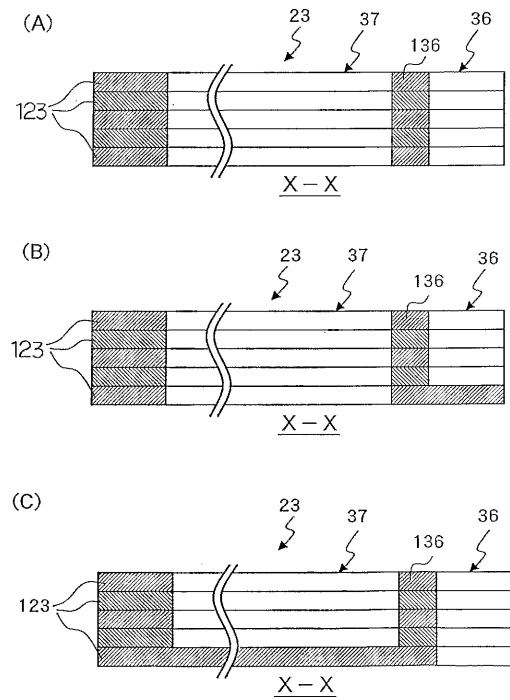
【図7】
図7



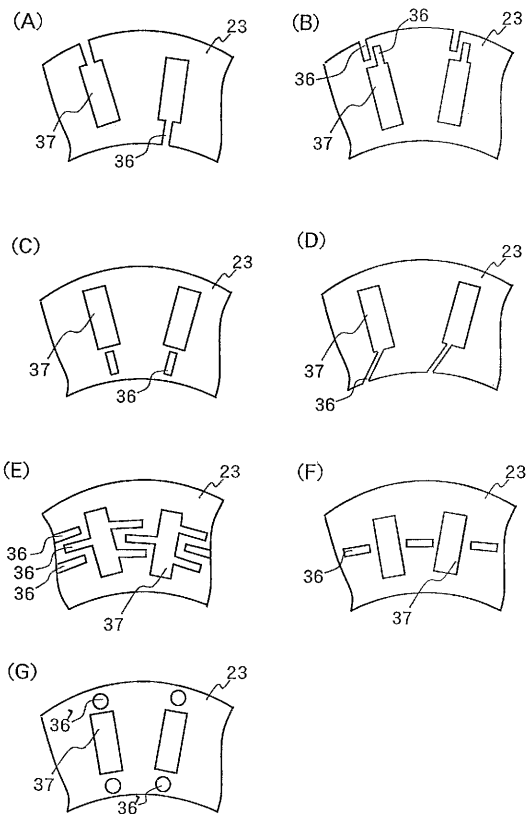
【図8】
図8



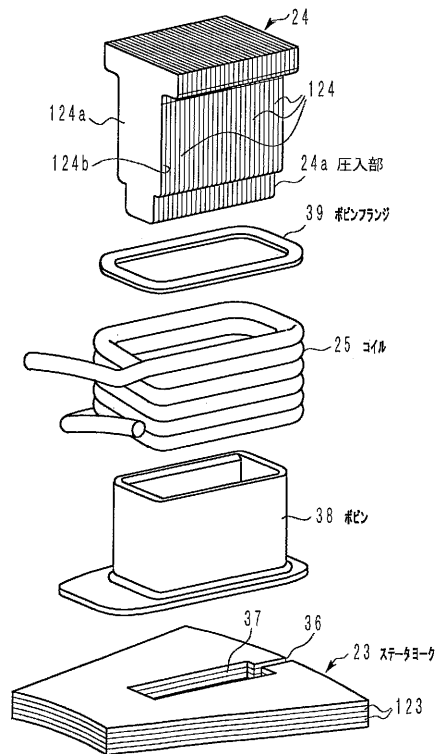
【図9】
図9



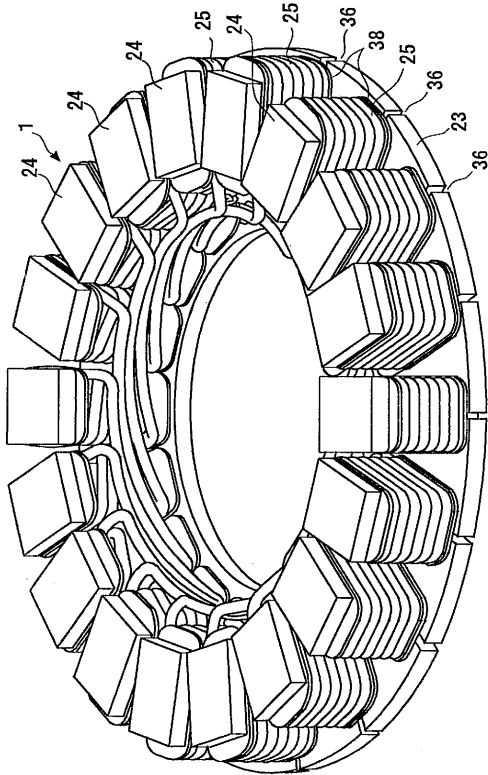
【図10】
図10



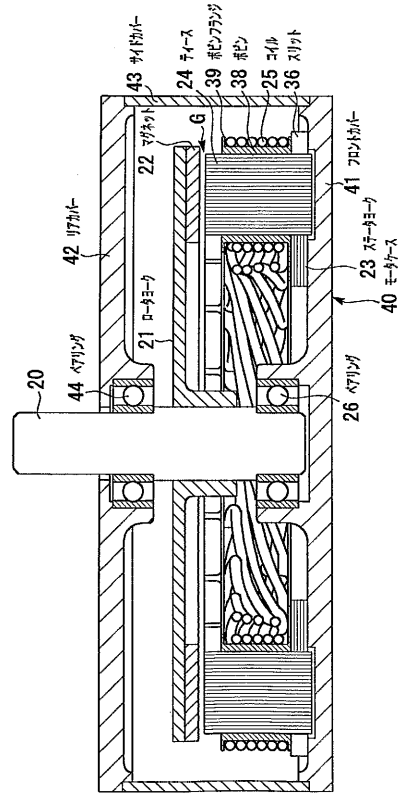
【図11】
図11



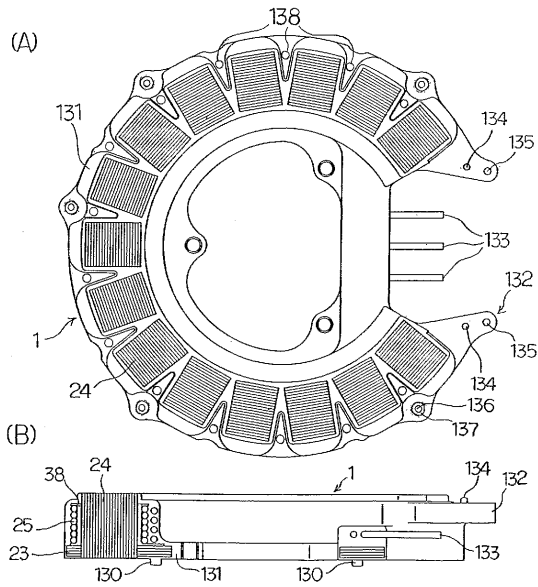
【 図 1 2 】
図12



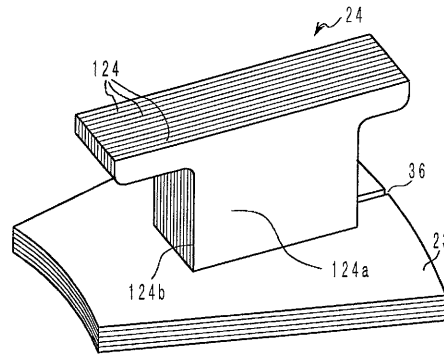
【 図 1 3 】
図13



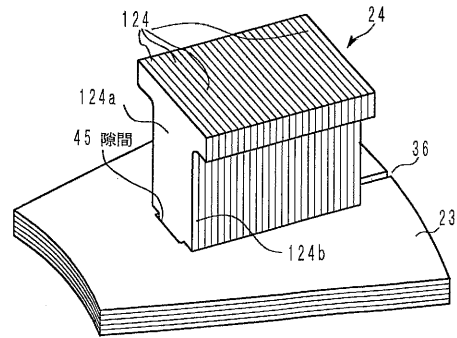
【 図 1 4 】
図14



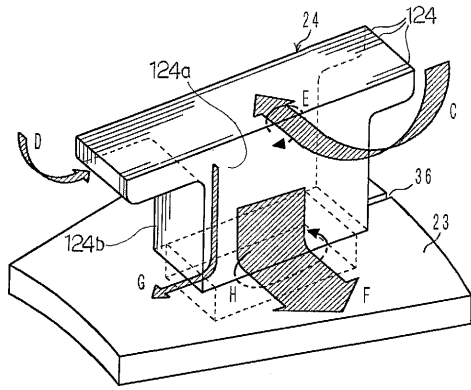
【 図 1 5 】
図15



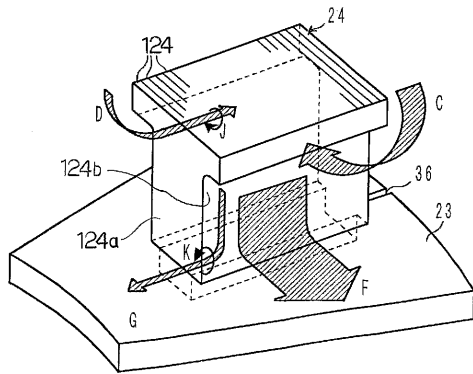
【 図 1 6 】
図16



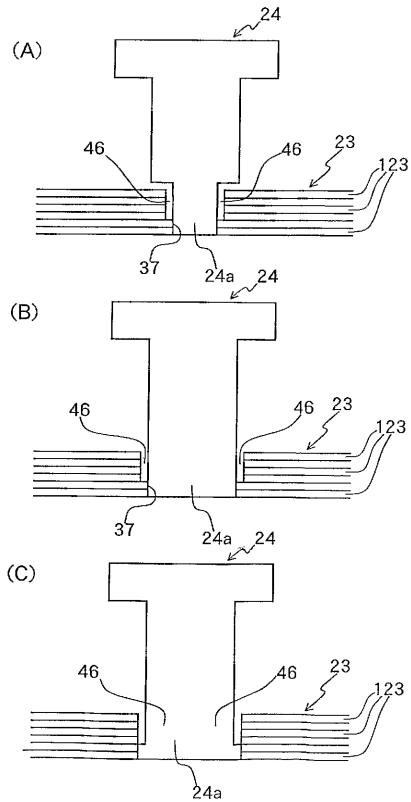
【 図 17 】



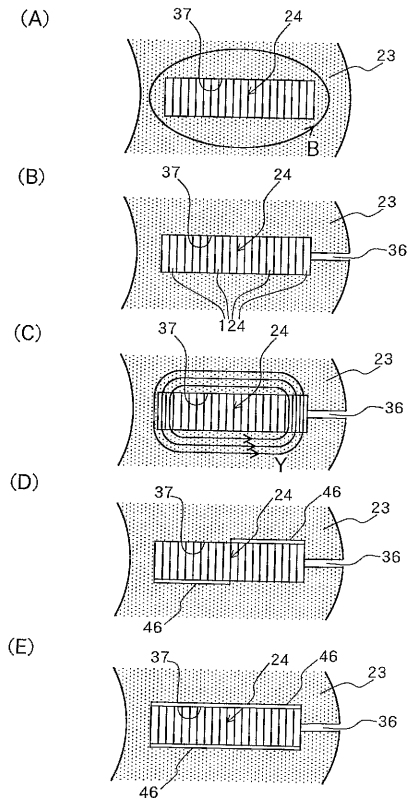
【 図 18 】



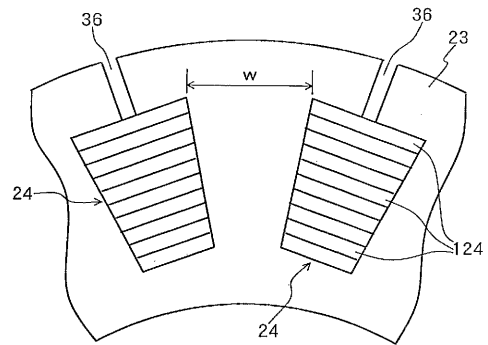
【 図 20 】



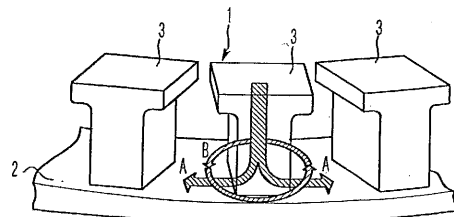
【 図 19 】



【 図 21 】



【 図 22 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP02/12500
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ 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.Cl ⁷ 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)	1-5
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)	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document but published on or after the international filing date "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) "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		"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 "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 "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 "&" document member of the same patent family
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 Facsimile No.		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12500

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)	1-5
A	JP 48-97002 A (Mitsubishi Electric Corp.), 11 December, 1973 (11.12.73), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 3-86051 A (Canon Electronics Inc.), 11 April, 1991 (11.04.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-5

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JPO2/12500
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ 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. Cl ⁷ 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		
国際調査で使用了電子データベース (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)	1-5
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)	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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、一般的な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
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	11.03.03 3V 9179
		電話番号 03-3581-1101 内線 3356

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JPO2/12500
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2001-54270 A (株式会社三協精機製作所) 2001.02.23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	J P 48-97002 A (三菱電機株式会社) 1973.12.11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	J P 3-86051 A (キャノン電子株式会社) 1991.04.11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。