

(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2011-36010
(P2011-36010A)

(43) 公開日 平成23年2月17日(2011.2.17)

(51) Int.Cl.

HO2K 1/16 (2006.01)

F 1

HO2K 1/16

C

テーマコード(参考)

5H601

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願2009-178583 (P2009-178583)

(22) 出願日

平成21年7月31日 (2009.7.31)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(74) 代理人 100100310

弁理士 井上 学

(74) 代理人 100098660

弁理士 戸田 裕二

(72) 発明者 長繩 尚

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地

株式会社日立製作所

生産技術研究所内

(72) 発明者 石川 芳壽

東京都千代田区丸の内一丁目6番1号

株式会社日立製作所

研究開発本部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】回転電機

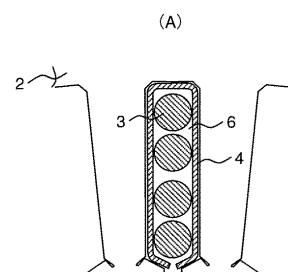
(57) 【要約】

【課題】コアスロット内コイルの高占積率化、かつ、コイル組線の単純化、かつ、電気特性の優れた回転電機を提供する。

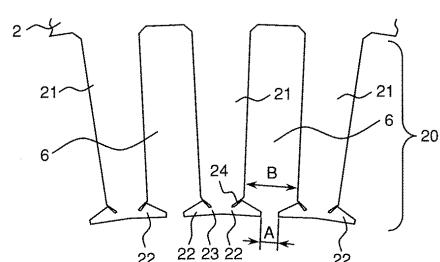
【解決手段】ティース本体とティース先端部は連続部によって連通するとともに、連続部のコイル側にスリットを有し、スリットは、その開口部からティース先端部の周方向中心側に向かって伸びてあり、スリットの開口部をなすティース本体側部材と先端部の部材が接するよう形成され、隣接したティース先端部同士の周方向の間隔が、コイル群の周方向の幅よりも小さい回転電機。

【選択図】 図2

図 2



(B)



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

周方向に複数の磁極が設けられた回転子と、
前記回転子に空隙を介して配置された固定子と、を有する回転電機であって、
前記固定子のコアのティースとティースの間のスロットにコイル群が収められ、
前記ティースは、ティース本体とティース先端部とを有し、前記ティース本体と前記ティース先端部は連続部によって連通するとともに、前記連続部のコイル側にスリットを有し、

前記スリットは、その開口部からティース先端部の周方向中心側に向かって伸びており、前記スリットの開口部をなすティース本体側部材と先端部の部材が接するように形成され、隣接した前記ティース先端部同士の周方向の間隔が、コイル群の周方向の幅よりも小さい回転電機。
10

【請求項 2】

請求項 1 記載の回転電機であって、
前記開口部の開口幅は、前記固定子コアの積層体の 1 枚の厚みよりも小さい回転電機。

【請求項 3】

請求項 1 記載の回転電機であって、
前記ティース先端部を開き成形する前は、前記ティース先端部の周方向の幅が前記ティース本体部の幅以下であり、線材を前記固定子コアのスロットに収納された状態で、前記ティース先端部を開き成形し、前記ティース先端部の周方向の幅が、前記ティース本体部の幅以上である回転電機。
20

【請求項 4】

周方向に複数の磁極が設けられた回転子と、
前記回転子に空隙を介して配置された固定子と、を有する回転電機であって、
前記固定子のコアのティースとティースの間のスロットにコイル群が収められ、
前記ティースは、ティース本体とティース先端部を有し、前記ティース本体と前記ティース先端部は連続部によって連通するとともに、前記連続部のコイル側にスリットを有し、
前記スリットは、その開口部からコアの径方向中心側、かつ、ティース先端部の周方向中心側に向かって伸びており、前記スリットの開口部をなすティース本体側部材と先端部の部材が接するように形成され、隣接したティース先端部同士の周方向の間隔が、コイル群の周方向の幅よりも小さい回転電機。
30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、回転電機に関する。

【背景技術】**【0002】**

回転電機の固定子に形成するコイルの構造として、分布巻、集中巻などの方式が知られている。その中で、分布巻コイルの固定子コアは、鉄損低減の観点から一体型であることが望ましい。さらに、固定子コアのティース先端部が、コイルが収納される固定子コアのスロット幅よりも、固定子コアのティース先端部の幅が広い、すなわち、隣接するティース同士の間隔が狭い方が、鉄損低減の観点で望ましい。
40

【0003】

巻線方式によっては、固定子コアのスロット間を跨いで形成する必要があり、固定子コアの内径側からスロット内へ組線するため、製造上、隣接するティース同士の間隔が広い方がよい。そこで、ティース同士の間隔が広い状態でコイルを組線し、組線後はティース同士の間隔を狭くして、すなわち、固定子コアのティース先端部の幅を広くして、製造上の利点と性能上の利点をまかなう。

【0004】

組線後にティース先端を成形する方法として、コイル側が回転する電機子が知られている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平3-273850号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

昨今のエネルギー問題に鑑み、回転電機も高効率化が求められている。しかし、上記技術はコイル側が回転する電機子であるため、回転子コアのティース先端部が外周側に配置されている。

【0007】

対象はコイル側が固定子となる回転電機であり、分布巻コイルを固定子コアの内径側から、固定子スロットへと収納して、小型の回転電機を得ることである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、周方向に複数の磁極が設けられた回転子と、回転子に空隙を介して配置された固定子と、を有し、固定子のコアのティースとティースの間のスロットにコイル群が収められ、ティースは、ティース本体とティース先端部とを有し、ティース本体とティース先端部は連続部によって連通するとともに、連続部のコイル側にスリットを有し、スリットは、その開口部からティース先端部の周方向中心側に向かって伸びており、スリットの開口部をなすティース本体側部材と先端部の部材が接するように形成され、隣接したティース先端部同士の周方向の間隔が、コイル群の周方向の幅よりも小さい回転電機である。

【0009】

また本発明は、周方向に複数の磁極が設けられた回転子と、回転子に空隙を介して配置された固定子と、を有し、固定子のコアのティースとティースの間のスロットにコイル群が収められ、ティースは、ティース本体とティース先端部を有し、ティース本体とティース先端部は連続部によって連通するとともに、連続部のコイル側にスリットを有し、スリットは、その開口部からコアの径方向中心側、かつ、ティース先端部の周方向中心側に向かって伸びており、スリットの開口部をなすティース本体側部材と先端部の部材が接するように形成され、隣接したティース先端部同士の周方向の間隔が、コイル群の周方向の幅よりも小さい回転電機である。

【発明の効果】

【0010】

回転特性に優れた分布巻固定子の利点を生かしつつ、コアスロット内コイルの高占積率化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態をなす回転電機の固定子の正面図。

【図2】本発明の一実施形態をなす回転電機の固定子のスロット部拡大断面図。

【図3】本発明の一実施形態をなす回転電機の固定子の線材挿入工程を示すスロット部拡大断面図。

【図4】本発明の一実施形態をなす回転電機の固定子コアティース先端の開き成形工程を示すスロット部拡大断面図。

【図5】本発明の一実施形態をなす回転電機の固定子コアティース先端を最終形状に開き成形する工程を示すスロット部拡大断面図。

【図6】本発明の一実施形態をなす回転電機の固定子コアティース先端の開き成形工程を示す軸方向断面図。

【図7】本発明の一実施形態をなす回転電機の他の固定子のスロット部拡大断面図。

10

20

30

40

50

【図8】本発明の一実施形態をなす回転電機の他の固定子のスロット部拡大断面図。

【図9】本発明の一実施例をなす回転電機の概念図を示す。

【図10】本発明の一実施例をなす回転電機の概念図を示す。

【図11】本発明の一実施例をなす空冷式の車両用交流発電機100の断面図を示す。

【図12】図11で示した巻線で構成される三相整流回路を示す。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に示す実施形態は、モータや発電機などの回転電機およびその製造方法に関連し、ティース先端開き成形によるセミクローズドスロットのコアステータを搭載した回転電機に関するものである。

10

【0013】

図1は、本発明の一実施形態をなす回転電機である。回転子の磁極がなす電気角360度以内に、同相のコイルターンによって形成される固定子磁極が2つ配置されるようにコイルが巻回された固定子1を示している。以下、この巻回されて形成されたコイルを分散巻コイルと称す。分散巻コイルの詳細は後述する。

【0014】

図1は固定子コア2の側面側から見た固定子1の正面図を示しており、分散巻コイル7を固定子コア2に組み込み、線材3の端末部9を接続している。この構造により、コイルエンド部3dの高さが低くなる。

20

【0015】

図2は固定子コア2の固定子コアスロット6部分の拡大図を示す。

【0016】

図2(A)は絶縁紙4と線材3が組み込まれた状態の断面図であり、固定子コア2は厚さ約0.35mmの珪素鋼板などを打抜き積層して形成されている。線材3は絶縁被膜を有した導線であり、本実施形態では銅製の導体をポリアミドイミド樹脂で被覆している。固定子コア2の固定子コアスロット6内に、絶縁材で包まれた線材が配置されている。線材3が絶縁材4で包まれていることにより絶縁性を向上させている。絶縁材4で包むのは、線材3の表面を覆うエナメル被膜の万が一に存在するピンホールに対する絶縁対策と、固定子コアへの組み込み時のエナメル被膜損傷の防止とを兼ねている。本図における線材3は断面が円形の丸線で、固定子コア2の固定子コアスロット6内の軸方向に線材3が4個配置された構造になっている。

30

【0017】

図2(B)は絶縁紙と線材を除いた、固定子コア2のティース3個分のスロット6部分の拡大図である。

【0018】

ティース20は、ティース本体21とティース先端部22を有しており、ティース本体21とティース先端部22は連続部23によって連通されている。また連続部23のコイルが収納される側にスリット24が形成されており、スリット24は、その開口部からティース先端部22の周方向中心側に向かって伸びており、スリット24の開口部をなすティース本体21側の部材と先端部22の部材が接するように形成され、隣接したティース先端部同士の周方向の間隔Aが、スロットの幅Bよりも小さく形成されている。このようにしてセミクローズドスロット構造のステータを形成する。

40

【0019】

この固定子1の内部に磁石ロータ(図示せず)、もしくはかご型の銅ロータ(図示せず)を同軸で組み込み、ロータの両端を軸受で回転可能に支持して、電動機、もしくは発電機を構成する。

【0020】

図3は線材3を固定子コア2のスロット6に挿入する過程を示すスロット部分の拡大断面図である。図3(A)は線材3を固定子コア2のスロット6内へ挿入する前の状態を示している。ティース先端部23からスロット6までにかけての幅は、一列に並ぶ程の太さ

50

の線材 3 が通るに十分な寸法である。スロット 6 内には絶縁紙 4 が配置されている。図 3 (B) は線材 3 を固定子コア 2 のスロット 6 内へ挿入した後の状態を示している。スロット 6 内に配置された絶縁紙 4 の内側に線材 3 が配置されている。

【0021】

図 4 と図 5 はティース先端を開き成形する過程を示すスロット部分の拡大断面図である。先ず図 4 (A) のように線材 3 がスロット 6 内に挿入された固定子コア 2 の内径側に、開き成形用のパンチ 31 を配置する。次いで図 4 (B) に示す矢印のようにパンチ 31 を固定子コアの内側から径方向外側に移動させて、ティース先端部 22 を開き成形する。次いでパンチを取替え、固定子コア 2 の内径側に、図 5 (A) に示すような開き成形用のパンチ 32 を配置する。次いで図 5 (B) に示す矢印のようにパンチ 32 を固定子コアの内側から径方向外側に移動させて、ティース先端部 22 を最終的な形状に開き成形する。

10

【0022】

図 6 はティース先端を開き成形する過程を示す概略断面図である。図 6 (A) はパンチ 31 または 32 を押し込む前の状態を示している。パンチ 31 (32) は、スロット数分設置されており、パンチ 31 (32) の下方には加圧ロッド 12 が設置されている。またパンチ 31 (32) にはテーパ部 30a が形成され、加圧ロッド 12 にはテーパ部 12a が形成されている。図 6 (B) はパンチ 31 (32) を押し込んだ状態を示している。加圧ロッド 12 を紙面上方に移動させることにより、加圧ロッドテーパ部 12a とパンチテーパ部 30a によってパンチ 31 (32) は固定子コア 2 内で外径方向に移動し、ティース先端部は開き成形される。

20

【0023】

以上述べたようにして、図 1 で示した分散巻コイルを組み付けた固定子を形成する。

【0024】

図 9 及び図 10 を用いて、分散巻コイルについて詳細に述べる。

【0025】

図 9 は、本発明の一実施例をなす回転電機の概念図を示す。回転電機の一部を直線状に展開して示したものである。

【0026】

回転子 101 および固定子 1 から構成され、回転子 101 には複数の回転子磁極 101 1 が装備され、固定子 1 には固定子の磁極を形成する複数のティース 1021 が装備されており、複数のティース 1021 には U 相コイル 1031, V 相コイル 1032, W 相コイル 1033 が巻かれている。ここで、V 相コイルとは U 相コイルを流れる交流電流に対して位相が 120 度遅れた (240 度進んだ) 交流電流が流れるコイルと定義する。また、W 相コイルとは U 相コイルを流れる交流電流に対して位相が 240 度遅れた (120 度進んだ) 交流電流が流れるコイルと定義する。回転子 1 の回転方向を図 1 において矢印方向で示してある。

30

【0027】

実線はコイルが正巻き (ティースを内径側から見て時計方向巻き) されており、点線はそれとは反対の逆巻き (ティースを内径側から見て反時計方向巻き) されていることを意味する。図 1 には正巻きのコイルを回転子から遠い位置に巻いた場合を載せてあるが、回転子から近い位置に巻いても良い。図のように本実施例の固定子コイル構造は、2 つの集中巻コイルを互いに電気角 180 度ずれた位置に 2 重に配置し、それぞれの U 相コイル、V 相コイル、W 相コイル同士を直列に接続した構造になっている。言い換えれば、固定子 1 が回転子 101 に空隙を介して配置され、電気角幅 360 度領域内に、同相のコイルターンによって形成される 2 つの固定子磁極 1091, 1092 が配置されるようにコイルが巻回され、固定子磁極 1091, 1092 を形成するそれぞれのコイルターンは周方向角度幅が電気角 180 度よりも小さく、2 つの固定子磁極 1091, 1092 をなすコイルターンが互いに重ならないように設けられているとともに、個々の固定子磁極 1091, 1092 が互いに逆極性をなすようにコイルターンが巻回されている回転電機である。ここでは、2 つの固定子磁極 1091, 1092 をなすコイルターンが互いに電気角 180 度ずれた位置に配置される。

40

50

0度ずらして設けられている。そして、U, V, Wの3つの相の固定子磁極を構成し、それぞれ電気角60度ずつずらして配置されている。尚、V相コイルはU相コイルとは逆に巻く。これにより、+60度 - 180度 = -120度となり、V相コイルはU相コイルよりも位相が120度遅れる。また、W相コイルは、U相コイルと同じ向きに巻くため、U相コイルよりも 2×60 度 = 120度位相が進む。また、この実施例では、1つのコイルターンがなす電気角幅は120度であり、同相では2つのコイルターンで240度の領域、すなわち全体の2/3の数のティースに巻かれている。このようなコイルの巻き方を、分散巻と呼ぶことにする。

【0028】

このため、本実施例における固定子コイルは、電気角360度以内に1つの集中巻コイルを設ける集中巻構造に比べて、回転子の磁束と鎖交する各コイルターンの回路面積が2倍であり、コイル利用効率は集中巻の2倍になっている。集中巻と同じ鎖交磁束を得るためにには、ティースに巻くコイルターン数は、ある1本のティースに着目した場合、本実施例では、集中巻に比べて半分で済む。U相, V相, W相の各コイルは、集中巻に比べて2倍に分散されており、さらに、分布巻のように全てのティースにコイルが巻かれた構造ではなく、全体の2/3の数のティースにしか巻かれていません。このため、集中巻や分布巻に比べて、コイルインダクタンスを低く抑えることができる。

【0029】

さらに本実施例は、集中巻に比べて、コイルが2倍に分散配置されており、U相コイル, V相コイル、およびW相コイルは半分程度重複しながら巻かれているので、電機子反作用は集中巻に比べて周方向に比較的なめらかに分布することになり、高次の電磁力高調波成分が低減された構造になっている。このため、集中巻に比べると、より静かな回転電機として機能できる。

【0030】

尚、図9の例は、固定子ティースが電気角60度毎に1本配置し、コイルターンが電気角幅120度で巻回された構造であるが、固定子ティースを電気角30度毎に1本配置し、コイルターンを電気角幅で90度、あるいは120度、もしくは150度で巻回された構造にしても同様の効果を持たせることができる。

【0031】

図10は、本発明の一実施例をなす回転電機の概念図を示す。以下に述べる事項の他は、上記実施例と同様である。

【0032】

本実施例では、上記の分散巻構造とダブル三相構造を組み合わせた構造である。すなわち、図9で示した巻線群を2つ設け、互いに位相をずらして配置する。図10に示すように、ティース1021の本数を電気角360度あたり12本にし、隣接するティース1021間の電気角位相差が30度になるような構成にする。ティース1021において半径方向外側の部分にひとつの三相交流系（三相系A）の分散巻構造の三相交流系コイルを配置し、半径方向内側の部分にさらにもうひとつの三相交流系（三相系B）の分散巻構造の三相交流系コイルを配置する。三相系Bは三相系Aに対して電気角で30度ずれた位置に配置し、並列に接続される。三相系A, Bともに各コイルは例えば4本のティースを束ねるように巻く。

【0033】

図11は、本発明の一実施例をなす空冷式の車両用交流発電機100の断面図を示す。回転子101にはシャフトの中心部に爪形磁極113とその中心部に界磁巻線112が配置される。シャフトの先端にはブーリ1101が取り付けられており、その反対側には前記界磁巻線に給電するためのスリップリング109が設けられている。さらに回転子101の爪形磁極113の両端面には回転と同期して回転する冷却ファンのフロントファン107Fとリアファン107Rから構成されている。また、爪形磁極113には永久磁石116が配置され界磁巻線磁束を増加させる補助励磁の役目を果たしている。一方、固定子1は固定子磁極1091, 1092と固定子巻線から構成され、回転子101と僅かなギ

10

20

30

40

50

ヤップを介して対向配置されている。固定子1はフロントプラケット114とリアプラケット115によって保持され、両プラケットと回転子1はベアリング102Fおよび102Rで回転可能に支持されている。先に述べたスリップリング109はブラシ108と接触し電力を給電される構成となっている。固定子巻線は上記実施例のように三相巻線で構成されており、それぞれの巻線の口出し線は、整流回路111に接続されている。整流回路111はダイオード等の整流素子から構成され、全波整流回路を構成している。例えばダイオードの場合、カソード端子はターミナル106に接続されている。また、アノード側の端子は車両用交流発電機本体に電気的に接続されている。リアカバー110は整流回路111の保護カバーの役割を果たしている。

【0034】

10

次に、発電動作について説明する。エンジン(図示せず)と車両用交流発電機100は一般的にはベルトで連結されている。車両用交流発電機100はブーリ1101でエンジン側とベルトで接続され、エンジンの回転と共に回転子1は回転する。回転子1の爪形磁極113の中心部に設けられた界磁巻線112に電流が流れることで、この爪形磁極113が磁化され、回転することで固定子巻線に三相の誘導起電力が発生する。その電圧は先に述べた整流回路111で全波整流され、直流電圧が発生する。この直流電圧のプラス側はターミナル106と接続されており、さらにバッテリー(図示せず)と接続されている。詳細は省略するが、整流後の直流電圧はバッテリーを充電するのに適した電圧となるように、界磁電流は制御されている。

【0035】

20

図12は、図11で示した巻線で構成される三相整流回路を示す。図12(A)は図9の実施例、図12(B)は図10の実施例に対応する。各相巻線は三相Y結線で接続されている。三相コイルの反中性点側の端子は図示したように6個のダイオードD1+～D3-に接続されている。また、プラス側のダイオードのカソードは共通となっており、バッテリーのプラス側に接続されている。マイナス側のダイオード端子のアノード側は同様にバッテリーのマイナス端子に接続されている。

【0036】

図12(B)において、電気的に独立した三相巻線のU1巻線とU2巻線の電圧は等しく電気的位相は30度ずれているため、電位の大きいところが選択され最終的には30度幅のリップルとなる。

30

【0037】

尚、ここではスター結線の例を示したが、デルタ結線を採用しても良い。デルタ結線を採用した場合は、スター結線の場合に比べてコイル誘起電圧を11.5%高めができるという効果が得られる。

【0038】

尚、上記した実施例は、言い換えれば、单一の三相交流系の電流が流れる固定子コイルと、これを巻きつけるティース、ティースを流れる磁束を還流させるコアバックからなる固定子、およびティースに対向する磁極を有する回転子、で構成される回転電機において、各ティースに巻かれる固定子コイルが、U相コイルとV相コイル、あるいはV相コイルとW相コイル、もしくはW相コイルとU相コイルのみである回転電機である。

40

【0039】

また、单一の三相交流系の電流が流れる固定子コイルと、これを巻きつけるティース、ティースを流れる磁束を還流させるコアバックからなる固定子、およびティースに対向する磁極を有する回転子、で構成される回転電機において、ティースにおいて半径方向外側の位置にU相コイル、V相コイルおよびW相コイルの集中巻コイル系を配置し、さらに半径方向内側の位置に先に述べた集中巻コイル系とは逆巻きのU相コイル、V相コイルおよびW相コイルの集中巻コイル系を配置し、これら2つの集中巻コイル系を各相毎に直列に接続する回転電機である。

【0040】

また、U相コイル、V相コイルおよびW相コイルで形成される三相コイル系を2つもち

50

、それぞれのコイル系統の電気角位相差を略 30 度、あるいは 20 度から 40 度の範囲内に設定した回転電機である。

【0041】

尚、本実施例は分散巻コイルで説明したが、分布巻コイルや集中巻コイルなど、どの巻線方式のコイルでもかまわない。その他の実施例について図 7 及び図 8 を用いて説明する。図 7 及び図 8 は、断面が概略矩形状の線材 3a でコイルを形成した場合の実施例で、コア 2 の外で巻線し、絶縁紙 4 で包んだコイルを用いた場合の、スロット 6 部分の拡大断面図である。図 7 は線材 3a をスロット内へ挿入している状態を示す。線材 3a をスロット内へ挿入した後、図 4 から図 6 までに説明した工程で、ティース先端部 22 を開き成形することで、図 8 に示す固定子コア 2 が得られる。

10

20

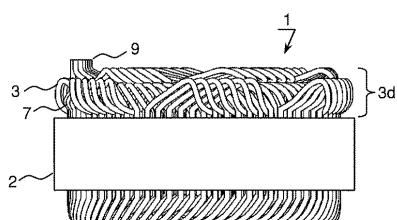
【符号の説明】

【0042】

- 1 固定子
- 2 固定子コア
- 3 線材
- 6 コアスロット
- 7 分散巻コイル
- 12 加圧ロッド
- 20 ティース
- 21 ティース本体
- 22 ティース先端部
- 23 連続部
- 24 スリット
- 31, 32 パンチ

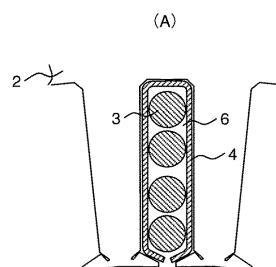
【図 1】

図 1

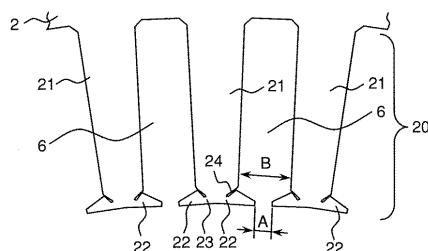


【図 2】

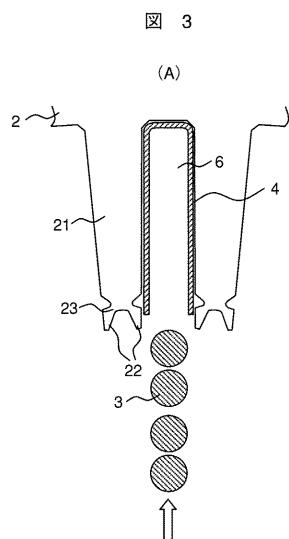
図 2



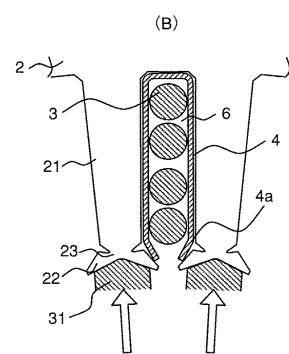
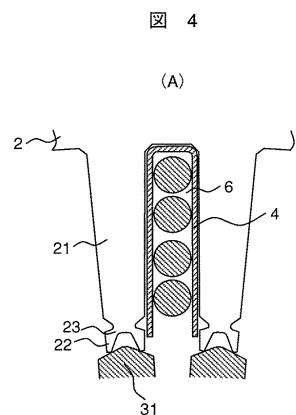
(B)



【図3】

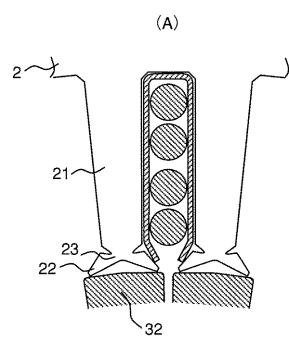


【図4】



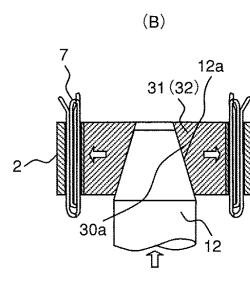
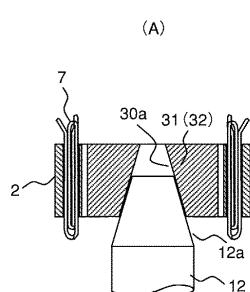
【図5】

図5



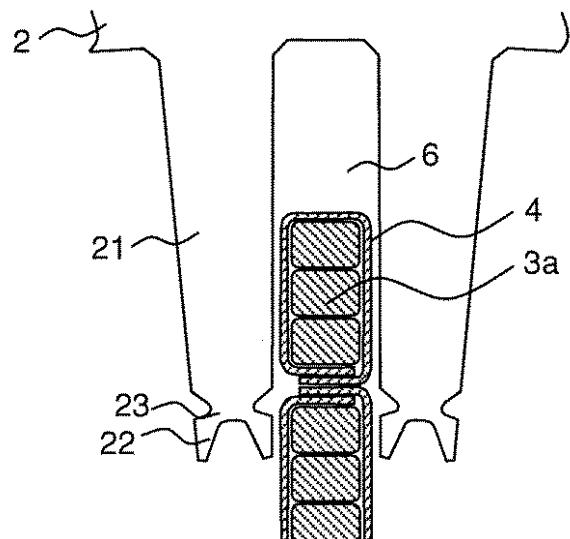
【図6】

図6



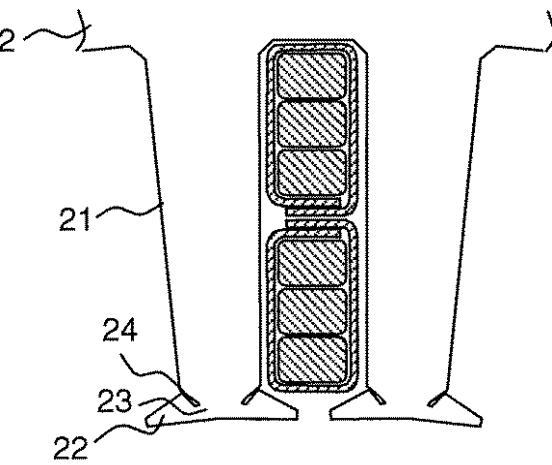
【図7】

7



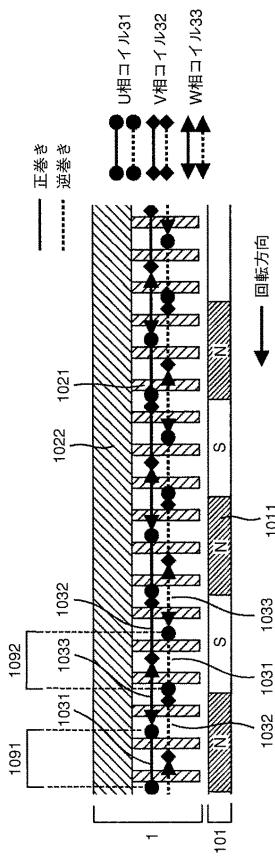
【 図 8 】

8



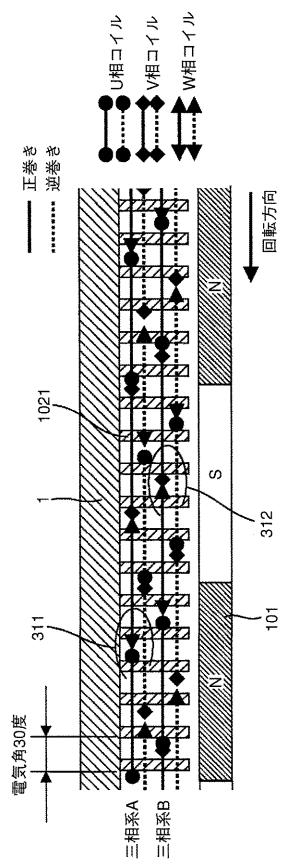
【 図 9 】

図 9



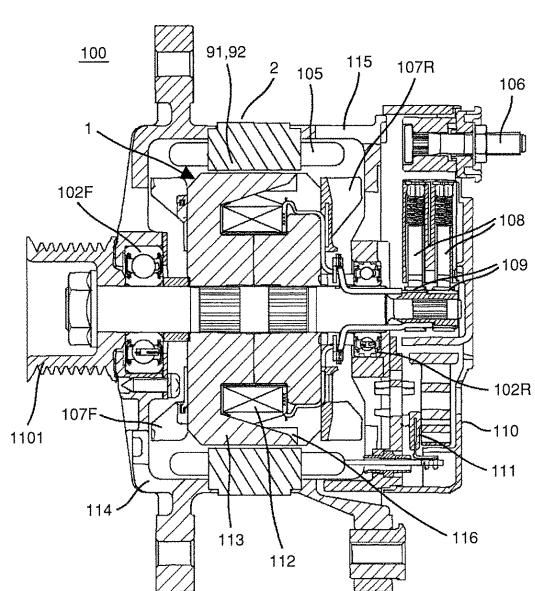
【 図 1 0 】

図 10



【図 1 1】

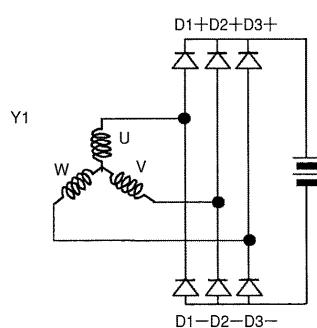
図 11



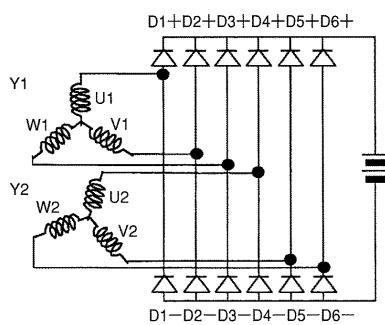
【図 1 2】

図 12

(A)



(B)



フロントページの続き

(72)発明者 上野 恵尉

神奈川県横浜市戸塚区吉田町 292 番地
所内

株式会社日立製作所生産技術研究

(72)発明者 牧山 高大

神奈川県横浜市戸塚区吉田町 292 番地
所内

株式会社日立製作所生産技術研究

(72)発明者 本間 雅彦

茨城県ひたちなか市高場 2520 番地
式会社内

日立オートモティブシステムズ株

(72)発明者 梅崎 洋介

茨城県ひたちなか市高場 2520 番地
式会社内

日立オートモティブシステムズ株

F ターム(参考) 5H601 AA08 AA09 AA11 CC02 CC13 CC14 DD01 DD09 DD11 EE03

EE06 GA02 GB05 GB12 GB27 GB34 GB49 KK07