

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4558008号
(P4558008)

(45) 発行日 平成22年10月6日(2010.10.6)

(24) 登録日 平成22年7月30日(2010.7.30)

(51) Int.Cl. F I
HO2K 1/14 (2006.01) HO2K 1/14 C
HO2K 1/24 (2006.01) HO2K 1/24 B

請求項の数 9 (全 22 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2007-160847 (P2007-160847) | (73) 特許権者 | 509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地 |
| (22) 出願日 | 平成19年6月19日(2007.6.19) | (74) 代理人 | 100100310 弁理士 井上 学 |
| (65) 公開番号 | 特開2009-5419 (P2009-5419A) | (72) 発明者 | 石川 利夫 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社 日立製作 所 オートモティブシステムグループ内 |
| (43) 公開日 | 平成21年1月8日(2009.1.8) | (72) 発明者 | 矢吹 実 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社 日立製作 所 オートモティブシステムグループ内 |
| 審査請求日 | 平成21年5月25日(2009.5.25) | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸の周方向に巻回された界磁巻線と、該界磁巻線の作る磁束により交互に逆方向に磁化される爪磁極を回転軸の周方向に配置した状態で有している回転子鉄心を備える回転子と、前記回転子の外周側に環状に巻回される固定子巻線と、前記固定子巻線の周囲を包囲するように設けられた固定子鉄心を備え、

前記固定子鉄心は、

軸方向に各々連なる第1の固定子鉄心構成部材及び第2の固定子鉄心構成部材と、

前記第1の固定子鉄心構成部材から前記第2の固定子鉄心構成部材の方向へ延びる第1の固定子爪磁極と、前記第2の固定子鉄心構成部材から前記第1の固定子鉄心構成部材の方向へ延びる第2の固定子爪磁極と、を備え、

前記第1の固定子鉄心構成部材のうち前記第2の固定子爪磁極に径方向に対向する部分、及び、前記第2の固定子鉄心構成部材のうち前記第1の固定子爪磁極に径方向に対向する部分は、軸方向に凹部を備える、回転電機。

【請求項2】

回転軸周りに配置された界磁磁石と、該界磁磁石を保持するように設けられ、固定子鉄心の爪磁極と対向する部位に界磁磁極を配置した回転子鉄心を備える回転子と、前記回転子の外周側に環状に巻回される固定子巻線と、前記固定子巻線の周囲を包囲するように設けられた固定子鉄心を備え、

前記固定子鉄心は、

軸方向に各々連なる第 1 の固定子鉄心構成部材及び第 2 の固定子鉄心構成部材と、
前記第 1 の固定子鉄心構成部材から前記第 2 の固定子鉄心構成部材の方向へ延びる第 1 の固定子爪磁極と、前記第 2 の固定子鉄心構成部材から前記第 1 の固定子鉄心構成部材の方向へ延びる第 2 の固定子爪磁極と、を備え、

前記第 1 の固定子鉄心構成部材のうち前記第 2 の固定子爪磁極に径方向に対向する部分、及び、前記第 2 の固定子鉄心構成部材のうち前記第 1 の固定子爪磁極に径方向に対向する部分は、軸方向に凹部を備える、回転電機。

【請求項 3】

前記凹部は、方形状、台形状、又は円弧状に形成されている、請求項 1 又は 2 記載の回転電機。

10

【請求項 4】

前記回転子の磁束が鎖交する前記固定子鉄心の爪磁極は、前記鎖交する磁束によって磁気飽和がない断面積の範囲にあって、取り付け部の断面積に比較して先端部の断面積が小さくなるように構成されている、請求項 1 又は 2 記載の回転電機。

【請求項 5】

前記固定子鉄心の爪磁極における径方向の高さは、先端部から軸方向に向かって高くなるように形成されている、請求項 1 又は 2 記載の回転電機。

【請求項 6】

前記先端部から径方向の高さは、連続して変化するように形成されている、請求項 5 記載の回転電機。

20

【請求項 7】

前記先端部から径方向の高さは、階段状に変化するよう形成されている、請求項 5 記載の回転電機。

【請求項 8】

前記先端部から径方向の高さの変化は、前記固定子巻線に対向する面側に形成される、請求項 5 乃至 7 何れか一に記載の回転電機。

【請求項 9】

前記回転子の爪磁極の根元部は中間部に対して幅広に形成され、中間部は先端部よりも幅広に形成されており、前記中間部は、ほぼ一定幅に形成されている、請求項 1 又は 2 記載の回転電機。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発電機やモータ等の回転電機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

発電機やモータ等の固定子は、回転軸芯に向けて開口し、かつ周方向に並べて配置される複数のスロットを形成した固定子鉄心と、前記各々のスロットに巻回された複数の固定子巻線とによって構成されている。

【0003】

このような構成の回転電機は、幅の狭いスロット内に固定子巻線を巻回することが必要で、作業性が悪い問題があった。

40

【0004】

特許文献 1 には、三相同期発電機において固定子に回転軸方向に分割してリング状に U・V・W 相の電機子コイルを巻装し、内側に磁極歯部を回転軸の周方向に所定の角度ずらして軸方向に重ね合わせたように構成する技術が開示されている。この文献による開示技術ではコイルの巻線作業を簡略化することで、生産性を向上している。但し、特性向上については言及されていない。また特許文献 1 が開示の発電機は、回転子に各相毎に分割された永久磁石を用いる構造であり、以下に説明する自動車用の発電機の如く回転速度が広範囲に渡って変化するタイプには使用できない。

50

【0005】

【特許文献1】特開2005-151785号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

作業性の向上と共に回転電機においては特性改善が重要である。上記文献では特性改善について検討されていない。

【0007】

本発明の目的は出力性能に優れた回転電機を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

【0008】

本発明は、回転軸周りに巻回された界磁巻線と、該界磁巻線を包囲するように設けられ、固定子鉄心の爪磁極と対向する部位に回転爪磁極を有する回転子鉄心と、

前記回転子の外周側に環状に巻回される固定子巻線と、前記回転子と対向する部位に軸方向両側から各々が交互に延びる固定子爪磁極を有し、かつ、前記固定子巻線の周囲を包囲するように設けられた固定子鉄心とからなる回転電機であって、

前記固定子巻線に流れる電流により発生する前記固定子鉄心の爪磁極の先端部から前記固定子鉄心の外周部材を通過する鎖交磁束量を抑えて、前記固定子巻線に誘導されるリアクタンス分を低減させることによって達成される。

20

【0009】

本発明は、回転軸周りに配置された界磁磁石と、該界磁磁石を保持するように設けられ、固定子鉄心の爪磁極と対向する部位に界磁磁極を配置した回転子鉄心と、前記回転子の外周側に環状に巻回される固定子巻線と、前記回転子と対向する部位に軸方向両側から各々が交互に延びる固定子爪磁極を有し、かつ、前記固定子巻線の周囲を包囲するように設けられた固定子鉄心とからなる回転電機であって、

前記固定子巻線に流れる電流により発生する前記固定子鉄心の爪磁極の先端部から前記固定子鉄心の外周部材を通過する鎖交磁束量を抑えて、前記固定子巻線に誘導されるリアクタンス分を低減させることによって達成される。

【0010】

本発明の好ましくは、固定子鉄心の爪磁極の先端部から、前記爪磁極の周方向の中心上に対向する前記固定子鉄心の外周部材間の磁気抵抗が、前記先端部が対向する前記固定子鉄心の外周部材間の磁気抵抗より大きくなるようにすることによって達成される。

30

【0011】

本発明の好ましくは、固定子鉄心爪磁極と対向する前記固定子鉄心の外周部材が、前記固定子鉄心の爪磁極の先端部より軸方向側に位置させることによって達成される。

【0012】

本発明の好ましくは、固定子鉄心の爪磁極と対向する前記固定子鉄心の外周部材の形状は、軸方向に方形状、又は三角形状、又は台形状、又は円弧状に形成することによって達成される。

【0013】

本発明の好ましくは、回転子の磁束が鎖交する前記固定子鉄心の爪磁極は、前記鎖交する磁束によって磁気飽和がない断面の範囲にあって、取り付け部の断面に比較して先端部の断面を小さくすることによって達成される。

40

【0014】

本発明の好ましくは、固定子鉄心の爪磁極の周方向の高さは、先端部から軸方向に向かって高くなるように構成することによって達成される。

【0015】

本発明の好ましくは、先端部から軸方向の高さは、連続して変化するように形成することによって達成される。

【0016】

50

本発明の好ましくは、先端部から軸方向の高さは、階段状に変化するように形成することによって達成される。

【0017】

本発明の好ましくは、先端部から軸方向の高さの変化は、前記固定子巻線に対向する面側に形成することによって達成される。

【0018】

本発明の好ましくは、回転子の爪磁極の根元部は中間部に対して幅広に形成され、中間部は先端部よりも幅広に形成されており、前記中間部は、ほぼ一定幅に形成することによって達成される。

【発明の効果】

10

【0019】

本発明によれば、出力性能に優れた回転電機を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下に説明する実施の形態では、回転子に電磁石を使用すると共に界磁巻線を各相毎に対応して設けるのではなく共通に使用する構造としているので、界磁巻線のターン数を多くでき、低速回転における出力特性が改善できる効果がある。

【0021】

更にまた以下の実施の形態では、リアクタンスを低減することで、出力特性を大きく改善できる。特に高速回転においてはリアクタンスの影響が大きくなり、高速回転の特性が改善される。車両用の交流発電機では回転子の回転速度が広範囲に変化する。従って広範囲の変化に対応した特性の改善が望まれる。

20

【0022】

[第1実施例]

本発明の回転電機の一実施形態である車両用交流発電機を図1～図7に基づいて説明する。図1は、車両用交流発電機の側面断面図である。図2は、車両用交流発電機を部分的に断面とした斜視図である。図3は、回転子と固定子を部分的に断面とした斜視図である。図4は、回転子の斜視図である。図5(a)は、固定子のみを部分的に断面とした斜視図である。図5(b)は、固定子を内周側から見た図である。図6は、固定子の各相毎の斜視図である。図7(a)は、固定子における1つの相を取り出した斜視図であり、図7(b)は、図7(a)の部品毎の斜視図である。

30

【0023】

図1に示す本実施例の車両用交流発電機は、図中左側に配置されるフロントブラケット1と図中左側に配置されるリアブラケット2とを有しており、各々のブラケットは、内部に収容空間を有する有底筒状、つまり、碗形状を呈しているが、これらのフロントブラケット1及びリアブラケット2の内周側と外周側には、図2に示すように空気が流通するための複数の風穴3が開口している。

【0024】

フロントブラケット1の径方向外周側部分の肉厚は、リアブラケット2側を肉厚Aとし、底面側を肉厚Bとすると $A > B$ の関係となっている。また、リアブラケット2側の端部外周にはリアブラケット2が嵌合可能な環状の段差からなる嵌合部1aが形成されている。更にフロントブラケット1の軸方向端面側部分の肉厚Cは、 $肉厚A > 肉厚C > 肉厚B$ の関係となっている。

40

【0025】

また、リアブラケット2の径方向外周側部分においてもフロントブラケット1と同様にフロントブラケット1側の肉厚 $D < 底部側の肉厚E$ の関係となっていると共に、この肉厚D部分の端部内周には、フロントブラケット1の段差部1aが嵌合可能な環状の段差からなる嵌合部2aが形成されている。尚、リアブラケット2の厚肉E部分は、フロントブラケット1の肉厚Bよりも厚肉となっている。

【0026】

50

フロントブラケット 1 及びリアブラケット 2 には、各々固定穴が開口する固定部 4 が径方向外周側に突出して一体に設けられており、これらの固定部 4 が図示しないボルトによって車両に取り付けられる。また、フロントブラケット 1 及びリアブラケット 2 は、アルミニウム合金によって成形されており、成形方法としてはダイキャストが用いられる。

【 0 0 2 7 】

リアブラケット 2 の軸方向端には、各々のブラケットよりも薄肉のリアカバー 5 が取り付けられており、このリアカバー 5 は、各々のブラケット同様、内部に収容空間を有する有底筒状、つまり、椀形状を呈している。このリアカバー 5 にも空気が流通するための風穴 3 が内周側や外周側に複数開口している。また、リアカバー 5 の外周側には、バッテリーに接続されるターミナル 6 が取り付けられている。尚、リアカバー 5 は、樹脂製、もしくは、アルミニウム合金製である。

10

【 0 0 2 8 】

フロントブラケット 1 及びリアブラケット 2 の軸方向外端部における径方向略中心位置には、各々、軸受としてのボールベアリング 7 a , 7 b が取り付けられているが、フロントブラケット 1 に取り付けられるボールベアリング 7 a は、リアブラケット 2 に取り付けられるボールベアリング 7 b よりも外径の大きなものが用いられている。

【 0 0 2 9 】

これらのボールベアリング 7 a , 7 b の内輪には、シャフト 8 が挿通され、このシャフト 8 はフロントブラケット 1 及びリアブラケット 2 に対して相対回転自在に支持されている。

20

【 0 0 3 0 】

フロントブラケット 1 側端には、回転伝達部材としてのプーリ 9 がボルトによって回転するように固定されている。図外のエンジンの回転がベルトにより上記プーリ 9 に伝達され、上記シャフト 8 が回転する。

【 0 0 3 1 】

シャフト 8 のリアブラケット 2 側の端部には、シャフト 8 と一体に回転するよう 2 つのスリップリング 1 0 が取り付けられており、各々のスリップリング 1 0 に押付けられた状態で摺動する 2 つのブラシ 1 1 を介して電力が供給されるようになっている。

【 0 0 3 2 】

シャフト 8 の回転軸方向の略中央部には、磁性材料にて成形されたフロント側ロータ部材 1 2 F とリヤ側ロータ部材 1 2 R が固定されており、これら部材はシャフト 8 と一体に回転する。フロント側ロータ部材 1 2 F , リヤ側ロータ部材 1 2 R は、軸方向に向かい合って当接した状態で軸方向の移動が規制されるべく、各々のロータ部材 1 2 F , 1 2 R の外側端をシャフト 8 に形成した環状溝 8 a 内に塑性流動させている。ロータ 1 2 はシャフト 8 に固定された上記フロント側ロータ部材 1 2 F とリヤ側ロータ部材 1 2 R を有している。

30

【 0 0 3 3 】

このロータ 1 2 の回転軸方向における両端面には、外周側に複数の羽根を有する通風手段としての板状のファン 1 3 F , 1 3 R が取り付けられており、ロータ 1 2 と一体的に回転する。これらのファン 1 3 F , 1 3 R は、回転することによる遠心力によって、内周側から外周側に空気を流通させるようになっている。

40

【 0 0 3 4 】

フロント側ロータ部材 1 2 F やリヤ側ロータ部材 1 2 R は、内周側に位置する軸部 1 2 a と、外周側に位置する径方向断面が L 字形の複数の回転子爪磁極 1 2 b とからなり、両ロータ部材 1 2 F , 1 2 R の軸部 1 2 a の軸方向端部同士が向かい合って当接することでランデル型鉄心が構成される。軸部 1 2 a 外周と回転子爪磁極 1 2 b 内周間には、界磁巻線 1 4 が回転軸周りに巻装され、この界磁巻線 1 4 の両端は、シャフト 8 に沿って延出して前述のスリップリング 1 0 に各々接続されている。このため、ブラシ 1 1 からスリップリング 1 0 を介して供給される直流電流は、界磁巻線 1 4 を流れ、それに伴いロータ 1 2 が磁化される。ロータ 1 2 はエンジン回転速度に基づいて回転するので、発電電圧は上

50

記エンジン回転速度と界磁巻線 1 4 に供給される界磁電流に応じて変わる。エンジン回転速度にかかわらず、バッテリーの状態に応じた発電電圧が得られるように制御回路により、界磁巻線に供給される界磁電流が制御される。上記制御回路はこの回転電機のリア側に設けられている。上記制御回路は例えば一般に知られている ICレギュレータ（図示せず）であり、リアカバー 5 の内部に配置されており、上記 ICレギュレータは整流回路 1 5 を有している。発電された交流電力は上記整流回路 1 5 で全波整流されることにより直流に変換され、ターミナル 6 から出力される。

【 0 0 3 5 】

フロントブラケット 1 における肉厚 A 部分と肉厚 B 部分との間、及び、リアブラケット 2 における肉厚 D 部分と肉厚 E 部分との間に設けられた互いの段差 1 6 F , 1 6 R には、フロントブラケット 1 側から U 相 , V 相 , W 相の順に配置された 3 相の固定子 1 7 が挟持固定されている。尚、U 相の固定子 1 7 U 及び V 相の固定子 1 7 V は、フロントブラケット 1 の内周に全ての部分が収容されており、W 相の固定子 1 7 W は、一部がフロントブラケット 1 の内周に収容され、その他の部分はリアブラケット 2 の内周に収容されていることから、固定子 1 7 全体としては、フロントブラケット 1 との接触面積の方がリアブラケット 2 との接触面積より大きくなる。この固定子 1 7 の各相間には、非磁性体の連結板 1 8 が設けられており、この連結板 1 8 によって絶縁されている。このように固定子 1 7 は、内周がロータ 1 2 の回転子爪磁極 1 2 b の外周とわずかな隙間を介して対向するようになる。

【 0 0 3 6 】

また、固定子 1 7 における 1 つの相は、磁性材料からなる固定子鉄心 1 7 2 と、その内部に固定子鉄心 1 7 2 に沿って周方向に環状に巻回された固定子巻線 1 7 3 とによって構成されており、各々の相における固定子巻線 1 7 3 は、リアカバー 5 内に取り付けられた整流回路 1 5 に接続されている。更に、この整流回路 1 5 は、ターミナル 6 を介してバッテリーと接続している。

【 0 0 3 7 】

尚、整流回路 1 5 は、複数のダイオードで構成されており、これらのダイオードに関しては、独立した 3 相コイルを構成しているため 6 個のダイオードで全波整流する構成となっている。

【 0 0 3 8 】

次に図 3 及び図 4 に基づいて、回転子としてのロータ 1 2 の詳細について説明する。図 3 に示すようにロータ 1 2 を構成するフロント側ロータ部材 1 2 F , リヤ側ロータ部材 1 2 R は、軸部 1 2 a の軸方向外側端から径方向断面 L 字形状の回転子爪磁極 1 2 b が周方向に複数、具体的には 8 つずつ設けられており、フロント側ロータ部材 1 2 F とリヤ側ロータ部材 1 2 R から延びる各々の回転子爪磁極 1 2 b が周方向に交互に配置されるので、回転子爪磁極 1 2 b を全て合わせると 1 6 の回転子爪磁極 1 2 b から構成されている。つまり、本実施例におけるロータ 1 2 の磁極数は、1 6 極となる。

【 0 0 3 9 】

これらの回転子爪磁極 1 2 b は、図 4 に示すように軸部 1 2 a に位置する根元部 1 2 b - 1 の周方向幅 A より、界磁巻線 1 4 に対向する中間部 1 2 b - 2 の周方向幅 B の方が小さく、また、界磁巻線 1 4 に対向する中間部 1 2 b - 2 の周方向幅 B より、先端部 1 2 b - 3 の周方向幅 C の方が小さい。つまり、 $A > B > C$ の関係が成り立つ。

【 0 0 4 0 】

また、根元部 1 2 b - 1 は、軸部 1 2 a に対応する範囲の軸方向に所定位置となる略中間位置にて界磁巻線 1 4 側に向かって幅狭となるような第 1 テーパ部 1 2 b - 4 が回転子爪磁極 1 2 b の径方向範囲の所定位置となる略中間位置から設けられており、更に根元部 1 2 b - 1 におけるロータ 1 2 の軸方向端側には、外周側から内周側に向かって小径となるように傾斜した傾斜部 1 2 b - 6 が設けられている。尚、中間部 1 2 b - 2 は、第 1 テーパ部 1 2 b - 4 の幅狭となっている部分から軸方向に延びており、図 3 に示すように回転子爪磁極 1 2 b の径方向幅は、先端に向かって幅狭となるように内周側が傾斜している

。

【0041】

更に、先端部12b-3にも先端に向かって幅狭となる第2テーパ部12b-5が設けられており、軸方向における第1テーパ部12b-4と第2テーパ部12b-5の間には、略同一幅の中間部12b-2が延びている。この中間部12b-2は、ほぼ界磁巻線14に対向する範囲で設けられており、第1テーパ部12b-4と第2テーパ部12b-5のテーパ角度は、ほぼ同一角度となっている。このため、回転子爪磁極12b間に形成される隙間は、ほぼ同一幅となる。尚、図示していないが、回転子爪磁極12bの反回転方向側縁に幅広の面取りを施してもよい。

【0042】

このように形成されたフロント側ロータ部材12F、リヤ側ロータ部材12Rは、間に界磁巻線14を配置して、各々の回転子爪磁極12bが周方向に交互に位置するように軸部12a端同士が当接した状態でシャフト8に固定される。

【0043】

また、フロント側ロータ部材12F、リヤ側ロータ部材12Rの軸方向外側端には、各々、フロントファン13Fとリアファン13Rが溶接等によって取り付けられる。このフロントファン13F及びリアファン13Rは、ロータ12の回転により中心方向に空気が流通されるよう対称的なファンの配置となっている。フロントファン13Fを例にとって説明とすると周方向に複数の突起が形成された金属板の突起部分における周方向一侧をプレスにて略円弧状、かつ、略垂直に折り曲げて、半径方向に対して傾斜する傾斜面を有する羽根が一体成形されている。このように成形されたフロントファン13Fとリアファン13Rは、フロント側ロータ部材12Fとリヤ側ロータ部材12Rの軸方向外側端に溶接等によって一体的に固定される。以上、説明したフロントファン13Fとリアファン13R及び回転子としてのロータ12により通風手段が構成される。

【0044】

次に図3、図5、図6、図7に基づいて固定子17の詳細について説明する。前述したとおり、固定子17は、U相、V相、W相の3相に構成され、図6に示すように、各々の間には、非磁性体である樹脂材料によって構成された環状、具体的には、円板状の連結板18を介して軸方向に一体化されている。尚、連結板18の両側面には、周方向に等間隔に各々4つずつの凸部181が設けられており、一側面の凸部181と他側面の凸部181は、それぞれが周方向において中間位置に位置するように45度ずれた状態で設けられている。更に、これらの凸部181が嵌合可能な凹部171が固定子鉄心172の両側面に設けられており、各々を組み合わせることによって、図5に示すように各々の相は、ロータ12のピッチに合わせて電気角で120度ずつずれた状態で位置決めされる。

【0045】

次にU相の固定子17Uを例にして図7に基づいて1つの固定子について説明する。V相やW相についても構造はU相の固定子と同じであり、同様の作用効果を奏する。固定子17Uは、固定子鉄心172と固定子巻線173とから構成され、図7(b)に示すよう固定子鉄心172は、軸方向に2分割されている。分割された各々の固定子鉄心構成部材174、175は、外周側に設けられた環状、かつ、径方向断面L字形状の外周部1741、1751と、この外周部の内周側に設けられた複数、具体的には、8つの径方向断面L字形状の固定子爪磁極1742、1752とから構成されている。このため、各々の固定子鉄心構成部材174、175は、全体としては、径方向断面がコ字形状となる。また、固定子爪磁極1742、1752は、周方向側面が回転軸線に対して傾斜している。つまり、スキューが設定されているので、先細り形状となるように略台形に形成されている。

。

【0046】

更に、各々の固定子鉄心構成部材174、175の対向面には凸部1744と凹部1745、凸部1754と凹部1755が隣り合ったかたちで4対設けられており、これらの凸部1744、1754は、固定子爪磁極1742の周方向略中間部に設けられる。前記

10

20

30

40

50

凹部 1745, 1755 は、隣り合う固定子爪磁極 1742, 1752 の間の周方向略中間部に設けられているので、各々を嵌合させて位置決めすることにより、固定子爪磁極 1742 と 1752 が周方向に交互に配置されることになり、電気角で 180 度ずれた全部で 16 の固定子爪磁極を有する固定子鉄心 172 が構成される。つまり、本実施例における固定子 17 の 1 相分の磁極数は 16 極となり、回転子 12 の磁極数と同数となる。

【0047】

尚、固定子鉄心構成部材 174, 175 及び各相の固定子鉄心 172 は固定子爪磁極 1742, 1752 間に形成される隙間に充填された樹脂によって連結固定されている。この樹脂部は、固定子爪磁極 1742, 1752 内側表面と略同じ面となるようになっている。

10

【0048】

このように各相の固定子鉄心 172 を固定子爪磁極 1742, 1752 間に充填される樹脂によって結合する必要があるため、連結板 18 の内周側の位置は外周部 1741, 1751 の側面の範囲で当接し、固定子爪磁極 1742, 1752 の側面には当接しないようになっている。従って、ある相の固定子爪磁極 1742, 1752 間の隙間から他の相における固定子爪磁極 1742, 1752 間の隙間を通して連続して樹脂を充填することが出来る。

【0049】

また、固定子鉄心構成部材 174, 175 は絶縁処理が施された鉄粉を型に充填し、圧縮することで成形され、更に磁気焼鈍が施される。このように固定子 17 を、いわゆる圧粉鉄心とすることで渦電流が生じづらくなり、渦電流損を少なくすることができる。

20

【0050】

尚、この固定子鉄心構成部材 174, 175 は略同一形状に構成されており、別々の型を準備する必要はない。

【0051】

固定子鉄心 172 は、内部に外周部 1741, 1751 に沿って周方向、かつ、環状に固定子巻線 173 が巻回される。この固定子巻線 173 の表面には、ワニス等の絶縁被覆が施されており、固定子巻線 173 の末端は、固定子鉄心 172 における固定子爪磁極 1742, 1752 の間を縫って、整流回路 15 の端子 15a に接続される。

【0052】

尚、固定子鉄心 172 と固定子巻線 173 との間には絶縁部材である絶縁紙を配置するようにしてもよい。

30

【0053】

本実施例においては、全ての相が同一のものとなるように固定子 17 が構成されており、前述したように電気角で 120 度ずつずれた状態で各相間に非磁性体の連結板 18 を配置し、固定子爪磁極 1742, 1752 間に樹脂が充填されることで互いの相が動かないように位置決めされる。

【0054】

次に本実施例の作動について説明する。

【0055】

まず、エンジンの始動に伴ってクランクシャフトからベルトを介してプーリ 9 に回転が伝達されるため、シャフト 8 を介して回転子としてのロータ 12 を回転させる。ここでロータ 12 に設けられた界磁巻線 14 にスリップリング 10 を介してブラシ 11 から直流電流を供給すると界磁巻線 14 の内外周を周回する磁束が生じるため、ロータ 12 における回転子爪磁極 12b に N 極、又は、S 極が周方向に交互に形成される。

40

【0056】

この界磁巻線 14 による磁束は、フロント側ロータ部材 12F の N 極の回転子爪磁極 12b から固定子 17 の軸方向一方側から延びる固定子爪磁極 1742, 1752 をとおって固定子巻線 173 周りに周回し、軸方向他方側から延びる固定子爪磁極 1742, 1752 に到達する。

50

【 0 0 5 7 】

更に、この磁束はリヤ側ロータ部材 1 2 R の S 極の回転子爪磁極 1 2 b に到達することでロータ 1 2 と固定子 1 7 を周回する磁気回路が形成される。このように回転子にて生じた磁束が固定子巻線 1 7 b と鎖交するため、U 相、V 相、W 相の固定子巻線 1 7 3 のそれぞれに交流誘起電圧が発生し、全体としては 3 相の交流誘起電圧が生じる。

【 0 0 5 8 】

このように発電された交流電圧は、整流回路 1 5 によって、全波整流されて直流電圧に変換される。整流された直流電圧は約 1 4 . 3 V 程度の一定電圧になるように IC レギュレータ (図示せず) で界磁巻線 1 4 に供給する電流を制御することで達成している。

【 0 0 5 9 】

また、ロータ 1 2 が回転する際には、フロントファン 1 3 F 及びリアファン 1 3 R もロータ 1 2 と共に回転するので、図 1 の破線矢印にて示したように外部の空気を内周側である軸方向から取り入れ、外周方向に排出する空気の流れを形成する。

【 0 0 6 0 】

フロントファン 1 2 F は、回転することにより、フロントブラケット 1 におけるボールベアリング 7 a の外周部分に設けられた内周側の風穴 3 から軸方向に外部の空気を吸い込み、吸い込まれた空気は、フロントファン 1 2 F の羽根によって生じる遠心力によって外周側に流動し、フロントブラケット 1 外周側の厚肉部分に設けられた外周側の風穴 3 から排出される。ここで固定子 1 7 の軸方向一側面及び外周面は、フロントブラケット 1 に接触した状態で固定されているため、固定子 1 7 に発生した熱は、フロントブラケット 1 に十分伝達され、更に、このフロントブラケット 1 の熱が伝達された箇所は、外周側の風穴 3 に向かって空気が流れる箇所に面して設けられているため、固定子 1 7 を冷却することができる。

【 0 0 6 1 】

リアファン 1 2 R は回転することにより、リアカバー 5 の外周側縁部に設けられた風穴 3 及び図示されていないリアカバー 5 の軸方向端面に開口する内周側の風穴から整流回路 1 5 を経由して、リアブラケット 2 におけるボールベアリング 7 b の外周部分に設けられた内周側の風穴 3 から軸方向に外部の空気を吸い込む。吸い込まれた空気は、リアファン 1 2 R の羽根によって生じる遠心力によって外周側に流動し、リアブラケット 2 の外周側に設けられた外周側の風穴 3 から排出される。このため、フロントブラケット 1 と同様に固定子 1 7 から生じる熱、及び、リアブラケット 2 に伝達された固定子 1 7 の熱は、外周側の風穴 3 に向かって流れる空気によって冷却される。

【 0 0 6 2 】

更に、前記ファンが回転することによって発生するフロントファン 1 3 F の圧力とリアファン 1 3 R の圧力との圧力差により、回転子 1 2 の磁極間の隙間と回転子 1 2 と固定子 1 7 との隙間を空気が流通する。

【 0 0 6 3 】

本実施例では、リアファン 1 3 R に発生する圧力が大きくなるため、フロントブラケット 1 側から回転子 1 2 と固定子 1 7 の間と回転子 1 2 磁極間の隙間を通してリアブラケット側に空気が流れ、回転子 1 2 及び固定子 1 7 は、冷却されることになる。

【 0 0 6 4 】

上記第 1 実施例によれば、固定子巻線を回転子の外周側に環状に巻回する構成なので、巻線作業性が大幅に向上し、占積率も向上させ、コイルエンドも無くなることで巻線抵抗を低減することが可能である。

【 0 0 6 5 】

また、回転子は、界磁巻線を有していることから界磁磁束を用途に応じて変更することが可能で、外部制御も容易となる。

【 0 0 6 6 】

また、本実施例によれば、固定子爪磁極に軸方向線に対して、スキューを設けたので、回転子に生じた磁束を滑らかに鎖交させることができ、磁気騒音を低減させることができ

10

20

30

40

50

る。

【0067】

また、本実施例によれば、回転子爪磁極の少なくとも界磁巻線に対向する箇所の周方向幅が一定となるように構成したことを特徴としている。この構造により、回転子爪磁極が周方向に先細り形状となっているものに比べて、界磁巻線によって発生した磁束を鎖交させ易くすることができるので誘起される電圧を大きくすることができる。

【0068】

また、本実施例によれば、前記回転子爪磁極の根元部は中間部に対して幅広に形成され、中間部は先端部よりも幅広に形成されており、前記中間部は、ほぼ一定幅に形成されている。軸方向に並ぶ各相の固定子と対向する面積が大きく変化しないように中間部をほぼ一定幅とした場合、根元部にて磁気飽和が生じやすくなるが、根元部は幅広となっているので磁気飽和を緩和し、磁束量を増加することができる。また、根元部だけを幅広とした場合、隣り合う回転子爪磁極との間が狭くなるので磁束が漏れやすくなるが、根元部に対応して先端部は中間部よりも幅狭となっているので隣り合う回転子爪磁極の隙間を十分確保することができる。

10

【0069】

また、本実施例によれば、界磁巻線と16極の磁極を有するランデル型の回転子と、該回転子の外周と対向する部位に設けられた固定子鉄心と、該固定子鉄心内に巻回される固定子巻線とから構成される固定子とを有し、前記固定子巻線は、前記回転子の外周側に環状に巻回されると共に、前記固定子鉄心は、前記回転子と対向する部位に軸方向両側から各々が交互に延びる16極の固定子爪磁極を有している。

20

【0070】

尚、磁極は多ければ多いほど誘起電圧を上昇させることができるが、回転子の磁極数が多過ぎると磁極間が近づいてしまい漏洩磁束が大きくなってしまう。従って、固定子側を通過する有効磁束が減少し、結果的に出力及び効率が下がってしまう。

【0071】

そこで発明者等は、回転電機として出力と効率を大きくできる回転子の極数を12～24極であることを見出した。また、固定子の磁極数についても回転子の磁極数とバランスさせて12～24極とすることで出力を向上させることができることがわかった。

【0072】

更に回転子をランデル型とした場合、回転子爪磁極が遠心力によって変形し固定子との接触やコアズレや爪磁極の破損といった不具合もあるが、回転子の極数が24極までの場合は、回転子爪磁極の変形は、磁極数が増加すると磁極根元の周方向寸法及び磁極周方向寸法も小さくなり、爪磁極の自重が極数に比例して減少するので、遠心力に対する応力及び変形は大きくなり、問題とならないことがわかった。尚、更に出力を向上させるには、回転子の極数を16～24極とするとよいことがわかっており、特に16極とすることで最も出力を向上させることができた。

30

【0073】

また、固定子の磁極数についても、回転子の磁極数と同様の傾向を示し、極数を16～24極とするとよいことがわかった。特に回転子の磁極数と同様に固定子の磁極数を16極とすることで最も出力を向上させることができた。このような結果に基づき、本実施例では、回転子の磁極数及び固定子の磁極数を16極としている。

40

【0074】

また、本実施例によれば、フロントブラケットの径方向外周側部分の肉厚は、リアブラケット側が薄肉で、底面側を厚肉としてリアブラケットに嵌合させているので、回転電機に掛かる外力をフロントブラケット及びリアブラケットで吸収することで固定子に掛かる外力を軽減することができる。

【0075】

また、フロントブラケット及びリアブラケットの径方向外周側部分の厚肉部に設けた段差に少なくとも外周が接触するように各々の固定子を配置し、放熱面積を確保するべく厚

50

肉部に空気が流通する風穴を設けたので、固定子に発生した熱をブラケットに伝達し、固定子を十分冷却することができる。

【 0 0 7 6 】

また、この風穴には、通風手段からの空気が流れるので冷却効果を向上させることができる。また、フロントブラケットとリアブラケットは、外周に設けた段差と内周に設けた段差によって嵌合部を形成して嵌合しているので、フロントブラケットとリアブラケットの熱交換が十分できる。

【 0 0 7 7 】

また、固定子は、厚肉部を有するフロントブラケットに多く接するようになっているので、固定子が冷却されやすくなっている。尚、冷却効果を向上させるために風穴内に冷却フィンも設けてもよい。

10

【 0 0 7 8 】

また、本実施例によれば、各相の固定子巻線を整流回路に接続する際、固定子爪磁極間の隙間を通してあるので、固定子鉄心に穴を開けたりすることを要しない。このため、安価で磁気回路に影響が出ないようにすることができる。尚、固定子爪磁極間の隙間には、非磁性体としての樹脂を充填しているので固定子巻線を保持することもでき、各相の固定子同士及び固定子鉄心構成部材を固定することもできる。

【 0 0 7 9 】

更には、この樹脂によって固定子爪磁極を含む固定子の強度を向上させることも可能である。加えて、本実施例では樹脂と固定子爪磁極をほぼ同一面とするようにしたため、回転子が回転することによる風切り音を低減することもできる。尚、固定子爪磁極の表面は、樹脂によって被覆されないようにした方が回転子との隙間を小さくできるので磁束を通しやすくできる。

20

【 0 0 8 0 】

[第 2 実施例]

ところで、第 1 の実施例では、図 7 の構成から解るように、固定子鉄心構成部材 1 7 4 と 1 7 5 の外周面の厚みは、嵌合のための凸部 1 7 4 4 , 1 7 5 4 と凹部 1 7 4 5 , 1 7 5 5 以外は略一定にしている。この構成による回転子 1 2 で発生する磁束の流れを以下に説明する。

【 0 0 8 1 】

図 8 は固定子鉄心構成部材 1 7 5 とその固定子爪磁極 1 7 5 2 と固定子鉄心構成部材 1 7 4 とその固定子爪磁極 1 7 4 2 と固定子巻線 1 7 3 の部分を示す図である。

30

【 0 0 8 2 】

第 1 の実施例において、フロント側ロータ部材 1 2 F とリア側ロータ部材 1 2 R から延びる回転子爪磁極 1 2 b には交互に N 極, S 極の磁束が発生し、固定子爪磁極 1 7 4 2 , 1 7 5 2 に鎖交する。その磁束が回転に応じて時間的に変化しながら、固定子巻線 1 7 3 の外周にある固定子鉄心 1 7 2 による磁路を周回することにより、固定子巻線 1 7 3 に交流誘起電圧を発生させる。

【 0 0 8 3 】

図 8 は、隣り合う 2 つの固定子爪磁極 1 7 5 2 , 1 7 4 2 を例に、固定子爪磁極 1 7 5 2 の対向位置の回転子爪磁極 1 2 b が、N 極の磁束 N と、S 極の磁束 S における磁束の流れを示している。N 極の磁束 N は、固定子爪磁極 1 7 5 2 , 隣接する固定子爪磁極 1 7 4 2 , 回転子爪磁極 1 2 b の S 極で磁路ができ、S 極の磁束 S は、固定子爪磁極 1 7 4 2 , 隣接する固定子爪磁極 1 7 5 2 , 回転子爪磁極 1 2 b の N 極で磁路ができる。そして、回転子 1 2 が連続的に回転すると、固定子巻線 1 7 3 に磁束 N , S が交互に周回することにより、交流誘起電圧が得られ、固定子巻線 1 7 3 に交流電流 I_{alt} が流れる。

40

【 0 0 8 4 】

ところで、固定子巻線 1 7 3 に交流電流 I_{alt} が流れると、固定子巻線 1 7 3 を周回する磁束 L が発生する。この磁束 L は、次の 2 つの磁束経路を通ると考えられる。す

50

なわち固定子爪磁極 1752 と 1742 間の周方向ギャップ（同時に図示してないが固定子爪磁極 1752 からギャップを介して回転子爪磁極表面に入射し、回転子磁極表面からギャップを介して固定子爪磁極 1742 を通過する磁路）を通過して固定子鉄心構成部材 174, 固定子鉄心構成部材 175 の磁路で周回する磁路を通過する磁束 L2 と先端部 1752a、これと対向する固定子鉄心構成部材 174 間の空隙、固定子鉄心構成部材 174, 固定子鉄心構成部材 175 の磁路で周回して通過する磁束 L1 である。

【0085】

このため固定子巻線 173 の電流により発生する磁束 L は L1 と L2 の和となる。磁束 L2 は周方向ギャップ Lgh の大きさで左右される。

【0086】

この空隙磁束 L の変化率 L/t は、交流電流における抵抗、すなわちリアクタンス分となり、固定子巻線 173 と等価的に直列接続となって電圧降下が生じ、交流誘起電圧が電圧降下分だけ小さくなる。このリアクタンス分による電圧降下は、すべての固定子爪磁極で生ずるので、図 9 の 16 極の固定子 17 では、U 相, V 相, W 相の各々で 16 倍の電圧降下が生ずることになる。また、このリアクタンス分は、回転子 12 の回転数が高くなるほど空隙磁束 L の変化率 L/t が大きく、リアクタンス分が増大し、高速回転で得られる発電出力が妨げられて小さくなる。

【0087】

リアクタンス分を発生する空隙磁束 L の量は、磁気理論から空隙距離 Lg に反比例することが知られている。磁束 L2 は周方向空隙距離 Lgh が長いと小さくなり、磁束 L1 も空隙距離 Lg1 が長いと小さくなる。

【0088】

そこで、第 2 の実施例は、図 8 で示した固定子爪磁極 1752 の先端部 1752a から固定子鉄心構成部材 175 の対向部 1743 の空隙磁束 L1 を小さくするため、空隙距離 Lg1 を長くする構成にしている。

【0089】

図 9, 図 10 及び図 11 は、第 2 実施例である。第 1 実施例と同一部分は同一符号で示している。図 9 は、U 相固定子 17U, V 相固定子 17V, W 相固定子 17W の固定子 17 と回転子 12 とシャフト 8 を組み合わせた図、図 10 は固定子 17 を内周面からみた図、図 11 (a) は 1 相分の固定子爪磁極の一つを、内周面から見た図、図 11 (b) は図 11 (a) の断面図、図 11 (c) は空隙距離比率と出力電流との関係のグラフである。

【0090】

図 9, 図 10 において、固定子 17 は、U 相 17U, V 相 17V, W 相 17W の 3 相で構成され、それぞれの固定子爪磁極は、ロータ 12 のピッチに合わせて電気角で 120 度ずつずれた状態で位置決めされている。U 相 17U, V 相 17V, W 相 17W の各々の間には、図 6 と同様に非磁性体である樹脂材料によって構成された環状の連結板を介して軸方向に一体化されている。

【0091】

図 9, 図 10 において、U 相固定子 17U を例にして、固定子 17 の構成について詳細に説明する。なお、以下で説明する以外の構成、動作は、回転子 12 を含めて、第 1 実施例と同じである。

【0092】

固定子 17U は固定子鉄心 172 と固定子巻線 173 から構成され、固定子鉄心 172 は軸方向に 2 分割されている。分割された各々の固定子鉄心構成部材 174, 175 は、外周側に設けられた環状、かつ、径方向断面 L 字形状の外周部 1741, 1751 と、この外周部の内周側に設けられた複数、具体的には、8 つの径方向断面 L 字形状の固定子爪磁極 1742, 1752 とから構成されている。このため、各々の固定子鉄心構成部材 174, 175 は、全体としては、径方向断面がコ字形状となる。また、固定子爪磁極 1742, 1752 は、周方向側面が回転軸線に対して傾斜している。つまり、スキューが設定されているので、先細り形状となるように略台形に形成されている。そして、固定子爪

10

20

30

40

50

磁極 1742 と 1752 は周方向に電気角 180 度で交互に配置され、固定子鉄心構成部材 174 の固定子爪磁極 1742 が 8、固定子鉄心構成部材 175 の固定子爪磁極 1752 が 8 の全部で 16 の固定子爪磁極を有する固定子 17U が構成される。これより、第 2 の実施例においても、固定子 17 の 1 相分の磁極数は 16 極となり、回転子 12 の磁極数と同数となる。

【0093】

固定子 17U を構成する固定子鉄心構成部材 174 と 175 は、固定子爪磁極 1742 が隣り合う部分、及び固定子爪磁極 1752 が隣り合う部分において、固定子爪磁極 1742, 1752 が L 字形状に立ち上がる部分より軸方向に凹状部 1743, 1753 に形成されている。このことは、固定子爪磁極 1742 の先端部 1742a が固定子鉄心構成部材 175 の凹状部 1753 部分に対向し、固定子爪磁極 1752 の先端部 1752a が固定子鉄心構成部材 174 の凹状部 1743 に対向していることになる。

10

【0094】

図 11 は、固定子爪磁極 1752 について、(a) は内径側から見た図、(b) は軸方向の中心部 A - A 断面を示す図である。(b) から解るように、固定子鉄心構成部材 174, 175 は略コの字形状であり、この内側に固定子巻線 173 が配置されている。

【0095】

固定子鉄心構成部材 175 の固定子爪磁極 1752 の先端部 1752a と固定子鉄心構成部材 174 までの空隙距離 L_g が、実施例 1 における距離 L_{g1} (固定子鉄心構成部材の背面に凹部が存在しない形状、即ち固定子鉄心構成部材の軸方向鉄心の途中で凹部が終わっている形状) に比較して、図 8 や図 11 で詳述する構造では固定子鉄心構成部材の背面部にまで凹状部 1743 が形成されている。これにより L_{g2} と距離が長くなっている。前述のように、空隙距離 L_g が長くなると、空隙磁束 L が少なくなるので、回転子 12 の回転数に応じた空隙磁束 L の変化率 L/t 、すなわちリアクタンス分を小さくでき、高速回転での発電出力の減少を抑制することができる。

20

【0096】

発明者等の検討結果によれば、図 11 (b) より固定子巻線 173 の径方向高さ寸法 L_{g1} を基準とし、空隙距離 L_{g2} と L_{g1} の比率である空隙距離比率として、出力電流との関係を実験した結果を図 11 (c) に示す。

【0097】

図 11 (c) によれば、回転子の回転速度が 1800 r/min では空隙距離比率 0.5 ~ 1.5 の範囲が最もよく、また回転子の回転速度が 6000 r/min ではリアクタンスの影響を受けるため、空隙距離比率 (L_{g2}/L_{g1}) 1.0 ~ 2.0 の範囲で出力電流が最大となる傾向である。本実施例である車両用交流発電機では回転子の回転速度が 1800 r/min と 6000 r/min との両回転域におよぶ広範囲で使用されるため、この使用範囲全体で出力特性が好ましい特性となることが重要である。両回転域で総合的に判断した場合の好ましい条件は、空隙距離比率 (L_{g2}/L_{g1}) が、0.8 ~ 1.5 の範囲であり、低速回転域と高速回転域で好ましい出力特性が得られる。また、6000 r/min 以上の高回転域を必要とする場合は、空隙距離比率 (L_{g2}/L_{g1}) を 1.5 以上とする

30

40

【0098】

図 11 (c) によれば、例えば回転子の回転速度が 1800 r/min の場合は空隙距離比率 (L_{g2}/L_{g1}) が 0.6 ~ 1.0 付近に最高域があり、その最高域から (L_{g2}/L_{g1}) がゼロに近づくにつれて出力電流が減少する大きな原因はリアクタンスの増加と思われる。一方上記最高域から (L_{g2}/L_{g1}) が高くなる方向で出力電流が減少する大きな原因は磁気抵抗の増加による磁束の減少と考えられる。これらを総合的に考慮することが望ましい。

【0099】

第 2 の実施例によれば、固定子爪磁極 1742, 1752 から対向する固定子鉄心構成部材 174, 175 までの空隙距離 L_{g1} を長くしているため、空隙磁束 L_1 を少なく

50

できる。その結果、固定子巻線 173 に流れる電流によって生ずる空隙磁束 L の時間変化が小さくなるので、固定子巻線 173 と等価的に直列接続となるリアクタンスが小さくでき、発電出力の低下を防止できる効果がある。

【0100】

また、図 9, 図 10 から解るように、固定子巻線 173 の近辺に空隙部が形成されるので、冷却風の通路が形成され、固定子巻線 173 の温度上昇を抑制できる効果がある。

【0101】

なお、図 9 に示したように、3 相交流発電機の固定子 17 としては、V 相固定子 17V, W 相固定子 17W の固定子鉄心構成部材についても同様に成形されたものが、軸方向に一体化して構成される。

10

【0102】

図 12 は、固定子 17U を構成する固定子鉄心構成部材 174 と 175 を、凹状に成形するための他の形状を示す図である。図 11 (a) では台形状に成形したが、図 12 (a) は方形状、図 12 (b) は円弧状に成形されている。図 12 においても、図 11 と同等の効果を得ることができる。

【0103】

[第3実施例]

図 13 は第 3 実施例で、固定子爪磁極 1752 について、図 11 (b) と同様、軸方向の中心部 A - A 断面を示す図である。

【0104】

20

第 2 実施例で述べたリアクタンス分を発生する空隙磁束 L の量は、磁気理論から空隙距離 Lg の長さに比例すると同時に、空隙に面する磁気鉄心の断面積 Sg に反比例する。

【0105】

そこで図 13 では、固定子爪磁極 1752 の厚みを、固定子巻線 173 に対向する面を $Lc1$ と $Lc2$ の 2 段形状にし、爪磁極先端部 1752a を $Lc2$ と薄くしている。これにより、固定子爪磁極 1752 の根元側の断面積 $Sg1$ より先端部 1752a の断面積 $Sg2$ が小さくなるように成形してある。なお、固定子爪磁極 1752 は、周方向側面が回転軸線に対して傾斜するスキューが設定されているので、厚み $Lc1$ と $Lc2$ に比例した断面積にはなっていない。固定子爪磁極 1752 の形状以外の構成、動作は第 2 の実施例と同じであり、同一部分は同一符号で示してある。

30

【0106】

固定子爪磁極先端部 1752a の断面積を $Sg2$ と小さくしているので空隙磁束 $L1$ を少なくできる。その結果、固定子巻線 173 に流れる電流によって生ずる空隙磁束 $L1$ の時間変化が小さくなるので、固定子巻線 173 と等価的に直列接続となるリアクタンスが小さくでき、高速回転での発電出力の低下を防止できる効果がある。

【0107】

また、段付形状により周方向空隙距離 Lgh と垂直面に対応する固定子爪磁極 1742 と 1752 の側面の断面積も小さくなるため磁束 $L2$ の低減効果もあり、高速回転での発電出力の低下を防止できる効果がある。

【0108】

40

なお、図 8 では、爪磁極 1752 を固定子巻線 173 方向に薄くしているため、先端部 1752a と対向する固定子鉄心構成部材 174 までの空隙距離 $Lg1$ が、 $Lg1$ から $Lg3$ と長くすることができ、実施例 1 で得られる効果との相乗効果を得ることができる。

【0109】

また、固定子巻線 173 の近辺に空隙部が形成されるので、冷却風の通路が形成され、固定子巻線 173 の温度上昇を抑制できる効果がある。

【0110】

図 14 は、固定子爪磁極先端部 1752a の断面積を小さくする他の形状を示す。図 14 (a) は固定子巻線 173 方向の形状を、固定子爪磁極 1752 全体にわたって連続的に薄く、図 14 (b) は固定子爪磁極 1752 途中から連続的に薄く、図 14 (c) は 3

50

段に分けて薄く形成してある。

【0111】

図14によれば、図13と同等の効果が得られる。

【0112】

ところで、図13や図14に示したように、固定子爪磁極1752の厚さを薄くすると、図8で説明したように隣り合って対向する固定子爪磁極1752と1742の側面の断面積が減少する。

【0113】

磁気鉄心には固有の最大磁束密度が決められており、断面積が小さいほど磁束量が少ないところで飽和磁束密度に達する。そのため、上述のように断面積が減少すると、交流誘起電圧を発生させる磁束 N 、 S によっては、固定子爪磁極1752、1742で飽和現象が生じ、所定の交流誘起電圧が得られない場合が生ずる。そこで、図4に示した回転子爪磁極12bで発生する磁束により、固定子爪磁極1752での飽和が生じないように、隣り合う固定子爪磁極1752の側面の断面積を確保し、かつ図13や図14に開示した先端部1752aの断面積 S_g の形状を決定することが望ましい。

【0114】

第2、第3実施例を別々に説明したが、2つの改善点を組み合わせることにより、さらに空隙磁束 L を低減することができる。

【0115】

第2、第3実施例において、固定子鉄心172の素材には言及していないが、成形上有利な絶縁処理が施された鉄粉を型に充填し、圧縮することで成形され、更に磁気焼鈍を施した素材、また、渦電流の低減に有利な磁気材料、中でも電磁鋼板を積層して成形した素材を使用することができる。また、積層構造による図14(c)に示した階段状の固定子爪磁極1752の形成は、円周方向に積層し、階段部分毎に異なった積層枚数で形成することもできる。

【0116】

以上、本発明の各実施例について説明したが、他に採用可能な構成を以下に列挙する。

【0117】

上記した各実施例では、回転電機の一実施形態として車両用交流発電機について説明を行ったが、回転力を出力するモータや、発電と駆動を兼ねたモータジェネレータ等にも適用することができる。特にモータとしては、ハイブリット自動車や電動四輪駆動車の駆動用モータ、ポンプを駆動するためのモータ等への適用が考えられる。

【0118】

第1、第2、第3実施例では、フロントブラケット1のみ、径方向外周側部分の肉厚を底部の肉厚より厚くしたが、配置スペースさえ確保できれば、リアブラケット2もフロントブラケット1と同様に径方向外周側部分の肉厚を底部の肉厚より厚くしても構わない。このように構成することによって、より固定子17の冷却効果を向上することができる。尚、各ブラケットにおける固定子17の軸方向端部と嵌合している段差16F、16Rと対向する径方向外周側の風穴3の内周面にフィンや凹凸を設ければ、放熱面積が増大し、更なる冷却効果を得ることができる。

【0119】

また、第1、第2、第3実施例では、回転子爪磁極12bを根元部12b-1、中間部12b-2、先端部12b-3を形成するようにしたが、根元部12b-1から先端部12b-3にかけて連続的に傾斜するようにしても構わない。更に根元部12b-1から先端部12b-3にかけて周方向に同一幅とするようにしても構わない。加えて、回転子爪磁極12bの外周側表面に渦電流を防止するための複数の周方向溝を設けても構わない。

【0120】

また、第1、第2、第3実施例では、固定子17を3相のものとして説明したが3相以上のものであっても構わない。このように相数を変えた場合には、各相間の位相が電気角で120度ではなく、相数に合わせて変更する必要がある。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 1 】

また、第 1 , 第 2 , 第 3 実施例では、固定子巻線 1 7 3 における 1 つの線の断面形状を特定しなかったが、断面は円形であっても矩形形状であっても構わない。尚、固定子鉄心 1 7 2 内での固定子巻線 1 7 3 の占積率を向上させるためには、固定子巻線 1 7 3 の断面を矩形形状とする方がよく、断面は、長方形でも正方形でも構わない。このように、固定子巻線 1 7 3 の断面を矩形形状とするならば、固定子鉄心 1 7 2 内の固定子巻線 1 7 3 の配置形状を同様に矩形形状に合わせた形状とする方がよい。

【 0 1 2 2 】

また、第 1 , 第 2 , 第 3 実施例では、各相の固定子鉄心 1 7 2 及び連結板 1 8 を周方向に位置決めするために固定子鉄心 1 7 2 に凹部 1 7 1 を設け、連結板 1 8 に凸部 1 8 1 を設けたが、凹部 1 7 1 と凸部 1 8 1 がなくとも別途位置決め治具を用いたり、目印をつけることで位置決めは可能である。このように固定子鉄心 1 7 2 に凹部 1 7 1 を設けないようにすれば、磁路面積が減少する箇所がなくなる。

10

【 0 1 2 3 】

また、第 1 , 第 2 , 第 3 実施例では、各相の固定子 1 7 を固定子するために固定子爪磁極 1 7 4 2 , 1 7 5 2 の間の隙間だけに樹脂を充填したが、固定子 1 7 全体を樹脂等の非磁性体でモールドすることもできる。このように固定子 1 7 全体をモールドすれば、各相を一体化することに加え、強度の弱い圧粉鉄心の耐振性及び強度が向上する。このとき、固定子爪磁極 1 7 4 2 , 1 7 5 2 の内周側、つまり、ロータ 1 2 と対向する部位は、ロータ 1 2 との間の隙間が大きくならないようにモールドしない方が望ましい。

20

【 0 1 2 4 】

また、第 1 , 第 2 , 第 3 実施例では、固定子爪磁極 1 7 4 2 , 1 7 5 2 の周方向両側にスキューを設けて、略台形状となるように構成したが、ロータ 1 2 の回転方向は、一方であるため、磁気音低減のためには、ロータ 1 2 の回転方向と逆方向側だけにスキューを設けても構わない。このように固定子爪磁極 1 7 4 2 , 1 7 5 2 の片側だけにスキューを設けることで磁気騒音を低減しつつ、ロータ 1 2 と対向する固定子爪磁極 1 7 4 2 , 1 7 5 2 の面積を拡大することができる。このため、固定子 1 7 とロータ 1 2 間に磁束が形成されやすくなり、誘起電圧を大きくすることができる。

【 0 1 2 5 】

また、第 1 , 第 2 , 第 3 実施例では、固定子鉄心構成部材 1 7 4 , 1 7 5 は、絶縁処理が施された鉄粉を型に充填し、圧縮することで成形され、更に磁気焼鈍が施される。このように固定子 1 7 を、いわゆる圧粉鉄心としたが、渦電流の低減のために板状の鋼板を積層した積層構造にすることもできる。板状の鋼板としては電磁鋼板（珪素鋼板）などが適している。

30

【 0 1 2 6 】

また、第 1 , 第 2 , 第 3 実施例では、固定子爪磁極 1 7 4 2 , 1 7 5 2 と、対向する固定子鉄心構成部材 1 7 4 , 1 7 5 の間は空隙にしているが、この空隙間が非磁性材料で連結されていても作用、効果は同等である。

【 0 1 2 7 】

次に、上記の各実施例から把握し得る請求項に記載以外の発明について、以下にその作用効果と共に記載する。

40

【 0 1 2 8 】

(1) 前記固定子は、軸方向に並ぶ複数相の前記固定子鉄心と前記固定子巻線を備え、これらの相は複数組設けられると共に、軸方向一端側から同じ相が同じ順序となるように配置され、同じ相となっている前記固定子巻線は、直列に接続されることを特徴とする請求項 1 もしくは 2 のいずれかに記載の回転電機。

【 0 1 2 9 】

(2) 前記固定子は、ブラケットによって軸方向に挟持され、その少なくとも軸方向一端側は、前記固定子巻線の外周位置よりも内周側にて前記ブラケットと当接すると共に、前記ブラケットにおける前記固定子と当接する部位と対向部位には、空気が流通可能な風

50

穴が設けられ、更に該風穴に空気を流通するための通風手段が設けられていることを特徴とする請求項 1 もしくは 2 のいずれかに記載の回転電機。このように構成することにより、固定子巻線が固定子鉄心の軸方向両側に突出していないので固定子巻線の外周位置よりも内周側までブラケットを延ばすことができる。このため、コイルエンドが無くとも、固定子を十分冷却することができる。

【0130】

(3) 前記風穴には、冷却フィンが設けられていることを特徴とする(2)に記載の回転電機。このように構成することにより、固定子の冷却効果をより向上させることができる。

【0131】

(4) 前記ブラケットは、椀状のフロントブラケットとリアブラケットに分割されており、前記フロントブラケットと前記リアブラケットは、互いに接触した状態で前記固定子を挟持していることを特徴とする(2)に記載の回転電機。このように構成することにより、フロントブラケットとリアブラケット間の熱交換が可能となり、固定子の全範囲を冷却することが可能となる。

【0132】

(5) 前記固定子は、複数相の前記固定子鉄心と前記固定子巻線とを備え、各々の相の前記固定子鉄心間には、非磁性体の連結板が設けられていることを特徴とする請求項 1 もしくは 2 のいずれかに記載の回転電機。このように構成することにより、各相間の磁束の漏れを確実に低減することができる。

【0133】

(6) 各々の相の前記固定子鉄心と前記連結板には、各々を周方向に位置決めするための位置決め部が設けられていることを特徴とする(5)に記載の回転電機。このように構成することにより、各相の固定子鉄心を周方向に確実に位置決めすることができる。

【0134】

(7) 前記固定子鉄心は、軸方向に 2 つに分割された固定子鉄心構成部材によって構成されており、各々の該固定子鉄心構成部材は、同一形状であることを特徴とする請求項 1 もしくは 2 のいずれかに記載の回転電機。このように構成することにより、何種類もの固定子鉄心構成部材を製造する必要がないため、安価なものとするすることができる。

【0135】

(8) 前記固定子は、複数相の前記固定子鉄心と前記固定子巻線とを備え、各々の前記固定子鉄心は、外周側を非磁性体にて一体化されていることを特徴とする請求項 1 もしくは 2 のいずれかに記載の回転電機。このように構成することにより、固定子爪磁極間に空気が流動可能な隙間を形成しつつ、各々の固定子鉄心を一体化することができる。

【0136】

(9) 前記固定子鉄心の外周側に設けられる前記非磁性体は、金属製である円環状の補強リングからなることを特徴とする(8)に記載の回転電機。このように構成することにより、固定子鉄心を圧粉鉄心で成形したとしても強度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0137】

【図 1】 回転電機の一実施形態としての車両用交流発電機の側面断面図である。

【図 2】 回転電機の一実施形態としての車両用交流発電機を部分的に断面とした斜図である。

【図 3】 回転子と固定子を部分的に断面とした斜視図である。

【図 4】 回転子の斜視図である。

【図 5】 固定子のみを部分的に断面とした斜視図及び固定子を内周側から見た図である。

【図 6】 固定子の各相毎の斜視図である。

【図 7】 固定子における 1 つの相を取り出した斜視図及び部品毎の斜視図である。

【図 8】 固定子の鎖交磁束を説明する図である。

【図 9】 第 2 の実施例の実施例における回転子と固定子を組み合わせた斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 1 0】第 2 の実施例の実施例における固定子を内径側から見た図である。

【図 1 1】第 2 の実施例の実施例における固定子爪磁極を内径側と中心断面から見た図と空隙距離と出力電流との関係のグラフである。

【図 1 2】第 2 の実施例における固定子の爪磁極を内径側から見た形状を示す図である。

【図 1 3】第 3 の実施例における固定子爪磁極の中心断面図である。

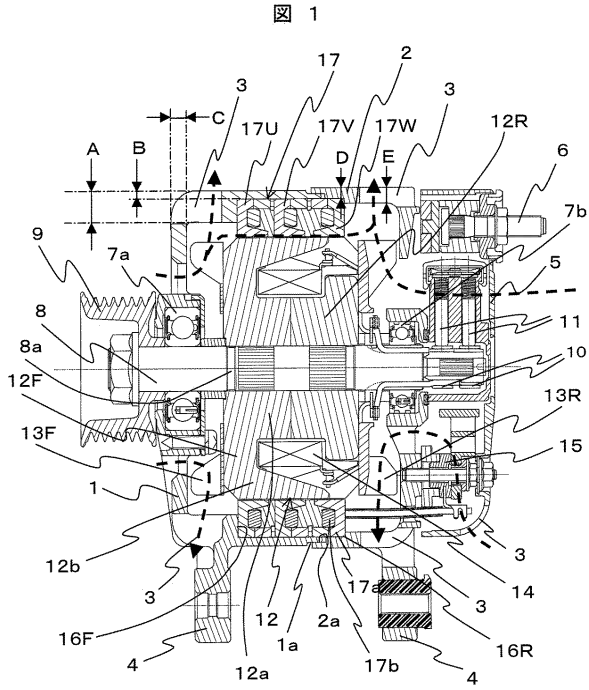
【図 1 4】第 3 の実施例における固定子爪磁極の中心断面から見た形状を示す図である。

【符号の説明】

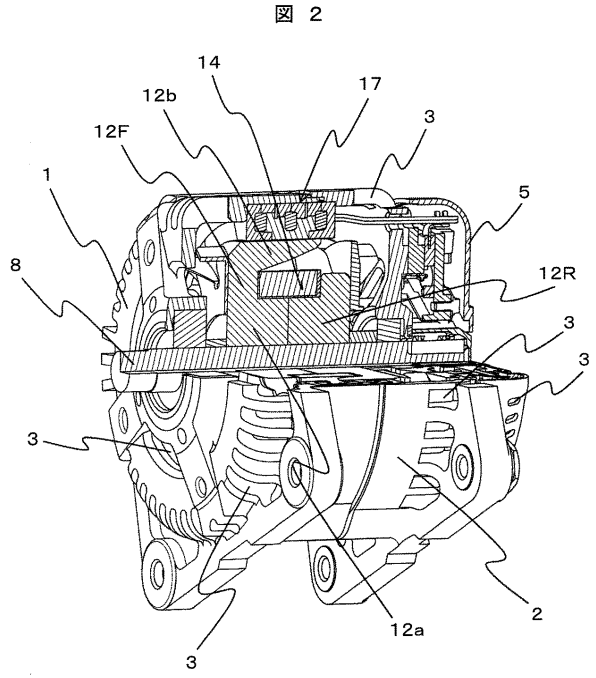
【 0 1 3 8 】

| | | |
|-------------------|-----------|----|
| 1 | フロントブラケット | |
| 2 | リアブラケット | 10 |
| 3 | 風穴 | |
| 1 2 | ロータ（回転子） | |
| 1 2 b | 回転子爪磁極 | |
| 1 2 b - 1 | 根元部 | |
| 1 2 b - 2 | 中間部 | |
| 1 2 b - 3 | 先端部 | |
| 1 3 F | フロントファン | |
| 1 3 R | リアファン | |
| 1 4 | 界磁巻線 | |
| 1 7 | 固定子 | 20 |
| 1 8 | 連結板 | |
| 1 7 2 | 固定子鉄心 | |
| 1 7 3 | 固定子巻線 | |
| 1 7 4 , 1 7 5 | 固定子鉄心構成部材 | |
| 1 7 4 2 , 1 7 5 2 | 固定子爪磁極 | |
| 1 7 4 3 , 1 7 5 3 | 対向部 | |
| 1 7 5 2 a | 先端部 | |

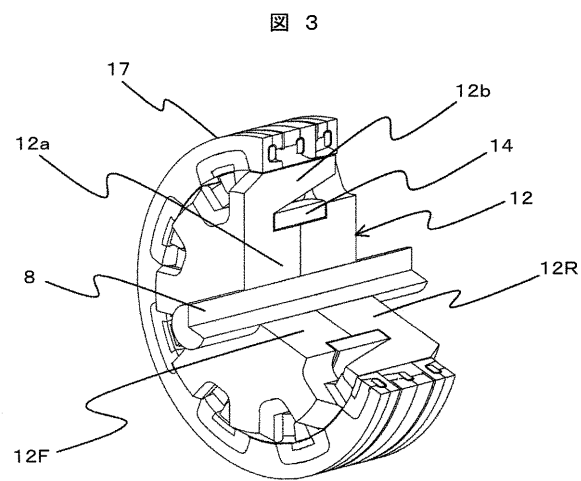
【 図 1 】



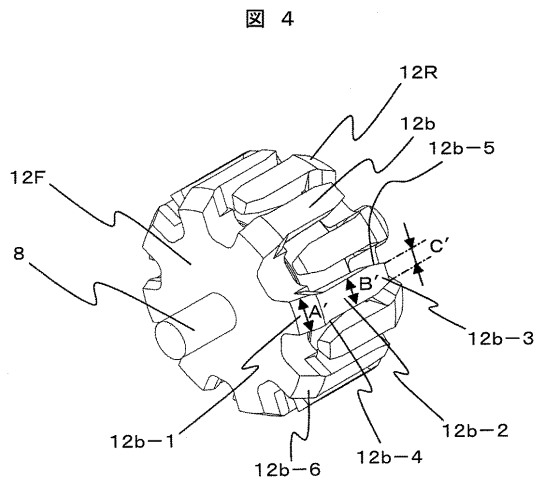
【 図 2 】



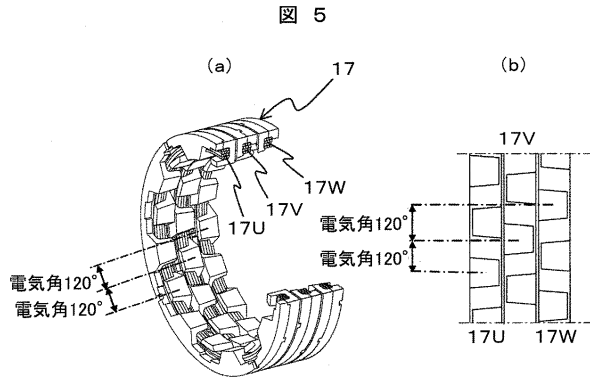
【 図 3 】



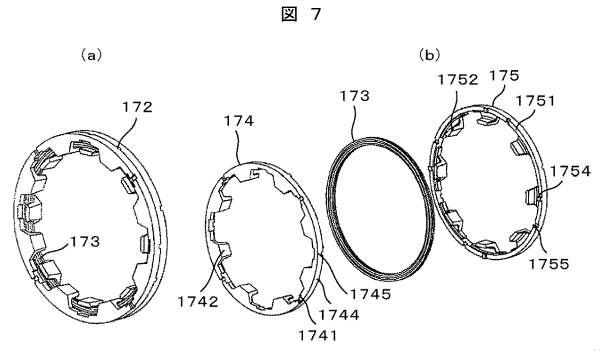
【 図 4 】



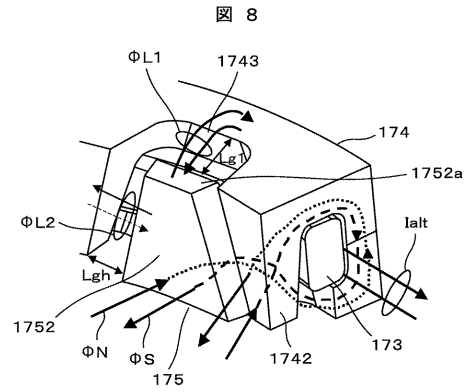
【図5】



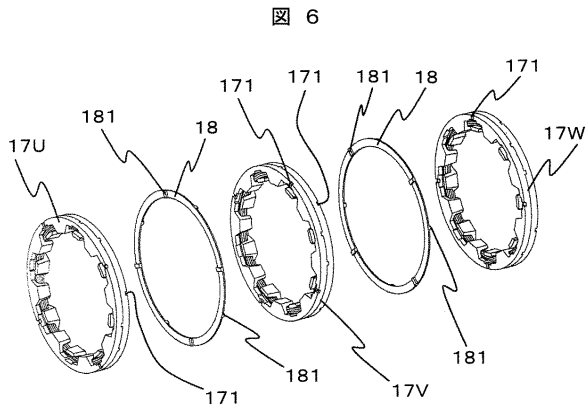
【図7】



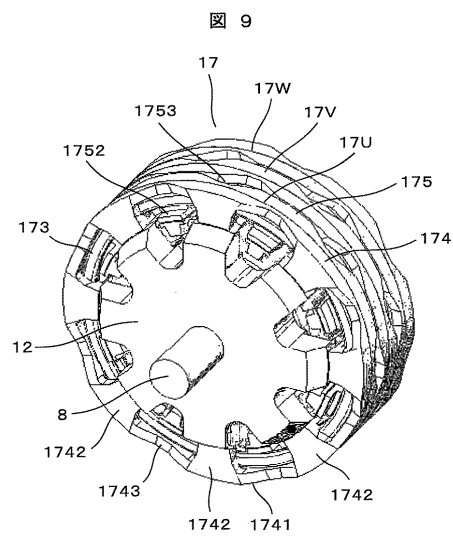
【図8】



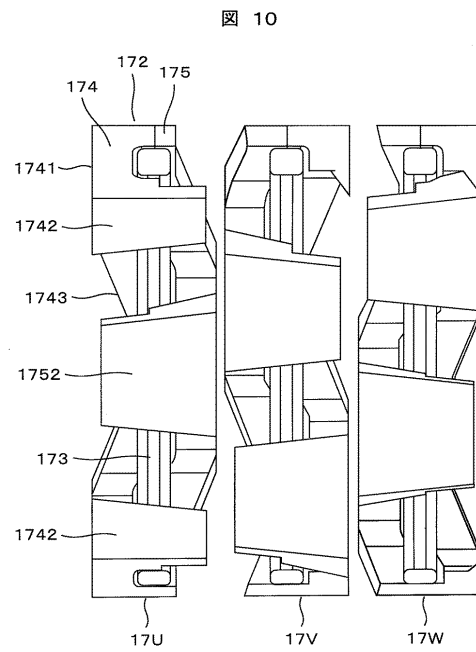
【図6】



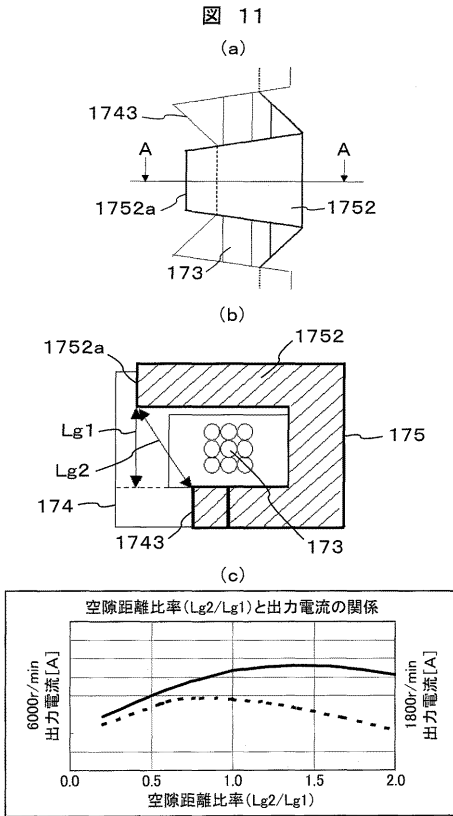
【図9】



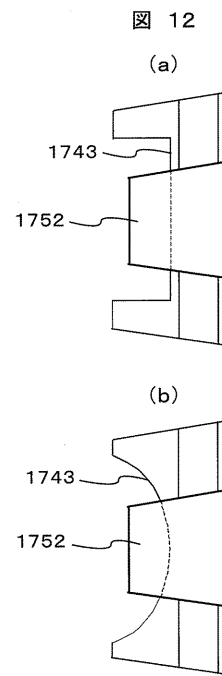
【図10】



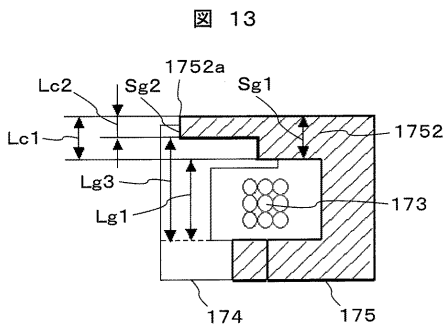
【図 11】



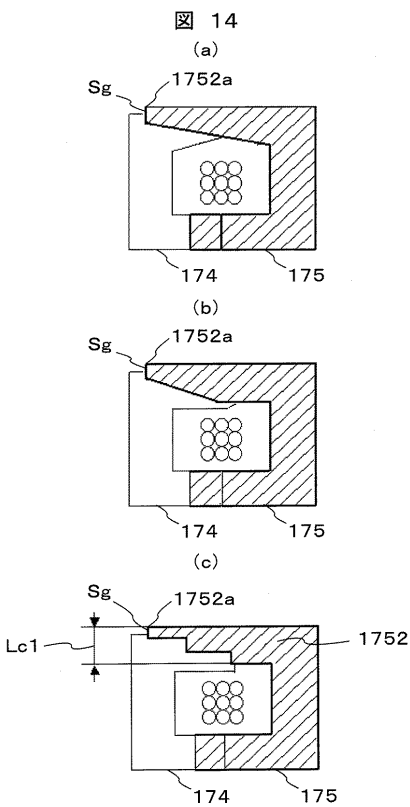
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

- (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
- (72)発明者 田原 和雄
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地
株式会社 日立製作所 オートモ
ティブシステムグループ内

審査官 河村 勝也

- (56)参考文献 国際公開第2007/043161(WO, A1)
特開平08-103040(JP, A)
実開平06-031377(JP, U)
特開昭62-152363(JP, A)
特開2000-209825(JP, A)
特開2005-130685(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1/14
H02K 37/00