

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4430691号
(P4430691)

(45) 発行日 平成22年3月10日(2010.3.10)

(24) 登録日 平成21年12月25日(2009.12.25)

(51) Int.Cl.

F 1

H02K 19/22 (2006.01)
H02K 1/27 (2006.01)H02K 19/22
H02K 1/27 501M
H02K 1/27 501D
H02K 1/27 501A

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願2007-162264 (P2007-162264)

(22) 出願日

平成19年6月20日 (2007.6.20)

(65) 公開番号

特開2009-5446 (P2009-5446A)

(43) 公開日

平成21年1月8日 (2009.1.8)

審査請求日

平成21年2月26日 (2009.2.26)

(73) 特許権者 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

(74) 代理人 100110423

弁理士 曽我 道治

(74) 代理人 100084010

弁理士 古川 秀利

(74) 代理人 100094695

弁理士 鈴木 憲七

(74) 代理人 100111648

弁理士 梶並 順

(74) 代理人 100122437

弁理士 大宅 一宏

(74) 代理人 100147566

弁理士 上田 俊一

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】

ボス部、該ボス部の軸方向両端縁部から径方向外方に延設された一対の継鉄部、および該一対の継鉄部のそれぞれから交互に軸方向に延設され、噛み合って周方向に配列された複数の爪状磁極部を有し、上記ボス部の軸心位置に挿通されたシャフトに固着されたポールコアと、上記ボス部、上記一対の継鉄部、および上記複数の爪状磁極部に囲まれた空間内に収納された界磁コイルと、を有する回転子を備えた回転電機において、

上記複数の爪状磁極部のそれぞれの先端側の内周面に対向する上記一対の継鉄部の部位に該継鉄部から一体に突設された永久磁石保持部と、

上記永久磁石保持部のそれぞれに穴中心を軸方向に一致させて穿設され、内周壁の一部に上記爪状磁極部の先端側の内周面に対向する軸方向開口を有する円筒状の磁石保持穴と、

上記磁石保持穴のそれぞれに挿入、保持され、上記軸方向開口からの露出部が上記爪状磁極部の先端側の内周面に対向する永久磁石と、を備え、

上記永久磁石のそれぞれは、上記磁石保持穴に嵌着される円柱状の樹脂体に上記露出部を突出させて一体にモールド成形され、かつ上記界磁コイルの作る磁界の向きと逆向きに着磁配向されていることを特徴とする回転電機。

【請求項 2】

ボス部、該ボス部の軸方向両端縁部から径方向外方に延設された一対の継鉄部、および該一対の継鉄部のそれぞれから交互に軸方向に延設され、噛み合って周方向に配列された

10

20

複数の爪状磁極部を有し、上記ボス部の軸心位置に挿通されたシャフトに固着されたポールコアと、上記ボス部、上記一対の継鉄部、および上記複数の爪状磁極部に囲まれた空間内に収納された界磁コイルと、を有する回転子を備えた回転電機において、

上記複数の爪状磁極部のそれぞれの先端側の内周面に対向する上記一対の継鉄部の部位に該継鉄部から一体に突設された永久磁石保持部と、

上記永久磁石保持部のそれぞれに穴中心を軸方向に一致させて穿設され、内周壁の一部に上記爪状磁極部の先端側の内周面に対向する軸方向開口を有する切頭円錐状の磁石保持穴と、

上記磁石保持穴のそれぞれに挿入、保持され、上記軸方向開口からの露出部が上記爪状磁極部の先端側の内周面に対向する永久磁石と、を備え、

上記永久磁石のそれぞれは、上記界磁コイルの作る磁界の向きと逆向きに着磁配向されていることを特徴とする回転電機。

【請求項 3】

上記永久磁石が、上記磁石保持穴に嵌着される切頭円錐体に作製されていることを特徴とする請求項 2 記載の回転電機。

【請求項 4】

上記永久磁石の切頭円錐体の外周面の軸方向に対する角度が、対向する上記爪状磁極部の先端側の内周面の軸方向に対する角度と略等しいことを特徴とする請求項 3 記載の回転電機。

【請求項 5】

上記永久磁石が、上記磁石保持穴に嵌着される切頭円錐状の樹脂体に上記露出部を突出させて一体にモールド成形していることを特徴とする請求項 2 記載の回転電機。

【請求項 6】

上記永久磁石の露出部の外壁面が、対向する上記爪状磁極部の先端側の内周面と略平行に形成されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 5 記載の回転電機。

【請求項 7】

断面円弧状の磁性体が、上記永久磁石の内径側壁面に、断面円弧側を内径側に向けて接合されて上記樹脂体に一体にモールド成形していることを特徴とする請求項 1 又は請求項 5 記載の回転電機。

【請求項 8】

非磁性体リングが上記永久磁石に外嵌状態に嵌着され、雄ねじ部と雌ねじ部とが上記磁石保持穴の内周壁面と上記非磁性体リングの外周壁面とに螺合可能に形成され、上記永久磁石が上記雄ねじ部と上記雌ねじ部との螺着により上記磁石保持穴に挿入、保持されていることを特徴とする請求項 3 記載の回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車両用交流発電機などの回転電機に関し、特に永久磁石を搭載したランデル型の回転子構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ランデル型の回転子を用いる車両用交流発電機は、数十年にわたって自動車に使用されてきた。そして、近年の環境問題から車載される電装品の負荷が急増しており、ランデル型の回転子の発電量のより一層の増加が求められている。

この要求に従来の設計範囲で対応しようとすると、発電機が大型化してしまう。発電機の大型化は発電機の重量や配置スペースを増大し、好ましくない。また、発電機の大型化は回転子慣性の増加を招き、エンジンの速度変動と発電機の慣性トルクが相互作用し、ベルトの振動やすべりを招くという新たな課題を発生させていることが知られている。

したがって、発電機本体のサイズを現状のままで発電機容量を増大させることが求められている。

10

20

30

40

50

【0003】

従来、このような課題を解決するために、ランデル型の回転子の周方向に対向する爪状磁極間に永久磁石を配設する手段がとられていた（例えば、特許文献1，2参照）。

さらに、磁石の装着方法としては、U字状の磁石を爪状磁極の爪先に嵌め込んで爪状磁極に保持させる方法（例えば、特許文献3参照）、あるいは回転子鉄心のボス部に巻き付けられた円筒状の界磁コイルの外周部にリング状の磁石を配設し、爪状磁極で磁石を保持させる方法（例えば、特許文献4参照）がある。

【0004】

このように、従来の車両用交流発電機においては、永久磁石を保持する方法が種々提案されているが、これらの永久磁石保持方法を実用に供するには、（1）永久磁石の保持の信頼性を高めること、（2）無負荷無励磁の誘起電圧を抑制すること、（3）固定子スロットによって誘起される高周波磁界による磁石の熱減磁を回避することが必要となる。10

以下、各要因について説明する。

【0005】**（1）永久磁石の保持強度について**

ベルトおよびブーリーを介して伝達されるエンジンの回転力により駆動される車両用交流発電機では、最大、18,000～20,000 rpm近くの高速で回転する。そのため、1極当たり数g程度の小さな磁石を配設しても、数十Kgfを超える極めて大きな遠心力が磁石に加わる。

【0006】

これに対し、従来の磁石保持方法では、爪状磁極そのもので磁石に加わる遠心力を保持させようとしていた。この磁石保持方法では、磁石および爪部の双方の接合する面を極めて高精度に仕上げて、両者を面接触状態にする必要がある。つまり、両者が点あたりで接すると、磁石に局所応力が集中し、磁石が破損してしまう。そして、磁石の加工精度を高くすることは量産品では困難であるので、代わりにSUSのプレートや樹脂モールドなどで磁石の外形精度を確保する手立てを講じることも可能であるが、コストの膨大につながる。20

【0007】

また、界磁コイルを巻装する都合上、ポールコアは軸方向に2分割されたものを組み合わせているが、その組み合わせ精度も高める必要がある。これらの部品精度を確保することは、現実的には回転子の量産製造時のコストを著しく上昇する。30

さらには、このように静的な形状精度を工夫しても、車両用交流発電機では、なお磁石保持が困難である。

すなわち、車両用交流発電機は、エンジンルーム内に配置されるために、摂氏百数十度の高温環境下に置かれ、熱膨脹／収縮によって数十μmの変位を発生する。

【0008】

また、爪状磁極には、磁石を保持しない状態でも、大きな遠心力が加わり、爪先端部が外周側に50～100 μm程度膨らむ。そして、エンジン回転速度の増減に伴い、爪状磁極は、はばたくように変位する。爪状磁極は片持ち梁構造のため、その変位は先端部が大きく、爪根元側では小さくなり、隣接する爪状磁極同士の距離も変化する。40

【0009】

したがって、このような爪状磁極の熱および遠心力の動的な変位があっても、磁石を均一な面で保持しようとすると、磁石保持構造には多大な工夫を要する。

また、磁石本体あるいは磁石を保護するカバーは爪状磁極の変位により摺動磨耗するので、強度信頼性を長期的に確保する必要がある。

【0010】

これらのことから、磁石に作用する遠心力に抗して爪状磁極に磁石を保持させるには、さらに多くの工夫をするのが現状であり、磁石を爪状磁極以外に保持させることが望ましい。そこで、磁石保持における磁石と爪状磁極との相対変位による影響を回避するためには、径方向に着磁した磁石をランデル型ポールコアの軸端部で継鉄部外周側に配設する従50

来の改良型の磁石保持構造が提案されている（例えば、特許文献 5 参照）。

【0011】

（2）無負荷無励磁における誘起電圧について

しかし、上述の従来の改良型の磁石保持構造では、無負荷無励磁における誘起電圧の問題がある。

この従来の改良型の磁石保持構造では、磁石が回転子の表面近傍に配置されているので、磁石の主磁束あるいは漏れ磁束は回転子内で閉じることなく、固定子に直接鎖交する成分を有することになる。

【0012】

漏れ磁束レベルでも、500 rpm 程度のエンジンアイドリング領域で 1 ~ 2 V 程度相当の磁束を発生する設計となる。しかし、自動車用エンジンは 1 : 10 程度の可变速範囲を持つため、例えばエンジン最高回転数がアイドリングの 10 倍となると、1 ~ 2 V の磁石の誘起電圧は車両の系統電圧を超えて、他の車載機器に悪影響を及ぼす。これを抑制するには、界磁の電源を両極性として、高速では界磁電流を逆に流して磁束を弱める、いわゆる逆界磁が必要となる。電流の流れる方向が 1 方向から 2 方向となると、単純なチョッパ制御ではなく H 型ブリッジを組んだ双方回路となり、素子数が増加し、製品コストが上昇するという課題がある。また、この逆界磁は通常界磁と違いエンジン回転数上昇に対応して迅速に立ち上げる必要があるが、界磁は数 A 程度の少ない電流で制御できるよう数百ターンというインピーダンスの高いコイルであるため、瞬時に逆界磁電流を流すことは難しいという現状がある。これを回避する為に界磁のターン数を減らすと、制御電源の電流値そのものも増加し、制御素子容量が増加し、製品コストが上昇するという新たな課題を生じる。

10

【0013】

（3）固定子スロットによって誘起される高周波磁界による磁石の減磁について

スロット高調波磁束は固定子スロット数 × 回転数 / 秒の周波数成分を有する為に、2 ~ 3 KHz の高周波磁界である。このような状況で、磁石を爪状磁極間に保持させ、あるいは U 字状の磁石を爪状磁極の先端に嵌め込んで保持させた場合、磁石あるいは磁石保持金具の一部が固定子側からみて回転子表面に露出する。そして、この露出する磁石あるいは磁石保持金具がスロット高調波による高周波磁界により誘導加熱されてしまう。一部でも誘導加熱されて局所的に高温になると、熱は磁石全体に伝熱して磁石が熱減磁するという課題がある。

20

同様に、従来の改良型の磁石保持構造においても、磁石あるいは磁石保持金具の一部が固定子側からみて回転子表面に露出しており、磁石の熱減磁の問題がある。

30

【0014】

【特許文献 1】特開昭 61 - 85045 号公報

【特許文献 2】米国特許第 4959577 号明細書

【特許文献 3】米国特許第 5543676 号明細書

【特許文献 4】特開 2002 - 136004 号公報

【特許文献 5】特開 2004 - 153994 号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

このように、永久磁石をランデル型ポールコアに保持させるには、永久磁石の保持の信頼性を高め、無負荷無励磁の誘起電圧を抑制し、固定子スロットによって誘起される高周波磁界による磁石の熱減磁を回避する、ことが必要となる。

しかし、上述の従来の磁石保持構造は、これらの 3 つの課題に対する十分な対策ができていないことから、実用に供されていない。

【0016】

この発明は、このような課題を解決するためになされたものであって、下記の特徴を有する回転電機を得ることを目的とする。

50

(1) 磁石保持が容易であり、特に遠心力に対して大きく変化する爪先端の変位や爪間の相対的な変位が磁石保持に直接影響しない。

(2) 温度範囲の広い車両用交流発電機において、軸および回転子の熱膨張に対する爪間の軸方向の変位が磁石保持に直接影響しない。

(3) 磁石量を相当ふやしても無負荷無励磁の誘起電圧がでにくい。

(4) 固定子スロット高調波磁束の進入によって誘導加熱されにくい。

(5) 磁石および磁石保持材の追加による慣性モーメントの増加が小さく、慣性トルクがでにくい。

【課題を解決するための手段】

【0017】

10

この発明による回転電機は、ボス部、該ボス部の軸方向両端縁部から径方向外方に延設された一対の継鉄部、および該一対の継鉄部のそれぞれから交互に軸方向に延設され、噛み合って周方向に配列された複数の爪状磁極部を有し、上記ボス部の軸心位置に挿通されたシャフトに固着されたポールコアと、上記ボス部、上記一対の継鉄部、および上記複数の爪状磁極部に囲まれた空間内に収納された界磁コイルと、を有する回転子を備えている。さらに、上記複数の爪状磁極部のそれぞれの先端側の内周面に対向する上記一対の継鉄部の部位に該継鉄部から一体に突設された永久磁石保持部と、上記永久磁石保持部のそれに穴中心を軸方向に一致させて穿設され、内周壁の一部に上記爪状磁極部の先端側の内周面に対向する軸方向開口を有する円筒状の磁石保持穴と、上記磁石保持穴のそれに挿入、保持され、上記軸方向開口からの露出部が上記爪状磁極部の先端側の内周面に対向する永久磁石と、を備えている。そして、上記永久磁石のそれぞれは、上記磁石保持穴に嵌着される円柱状の樹脂体に上記露出部を突出させて一体にモールド成形され、かつ上記界磁コイルの作る磁界の向きと逆向きに着磁配向されている。

【発明の効果】

【0018】

20

この発明によれば、永久磁石が継鉄部側に保持されている。そこで、遠心力や熱膨張に起因する爪状磁極の変位が永久磁石に影響しないので、爪状磁極部の変位に起因する永久磁石の割れや欠けの発生が抑制される。また、永久磁石が爪状磁極部の内径側に位置しているので、永久磁石の配設に伴う慣性モーメントの増加が小さくなる。さらに、永久磁石に作用する遠心力も小さくなり、永久磁石の保持が容易となる。

また、永久磁石が、内周壁の一部に軸方向開口を有する円筒状の磁石保持穴に挿入、保持されているので、永久磁石の保持が容易となるとともに、磁石保持穴をドリルやリーマなどの回転切削工具と用いて簡単に、高精度に作製でき、永久磁石をがたつき無く保持できる。

また、永久磁石が爪状磁極部の先端側の内周面に対向して配置されているので、永久磁石が爪状磁極部の内径側に位置し、固定子スロット高調波により直接誘導加熱されず、熱減磁を未然に防止できる。

さらに、永久磁石が界磁コイルの作る磁界の向きと逆向きに着磁配向されているので、永久磁石による磁界回路が回転子内部で閉じるように形成され、無負荷無励磁の誘起電圧の発生が抑制される。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

40

実施の形態 1.

図1はこの発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機を模式的に示す断面図、図2はこの発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機に適用される回転子を示す斜視図、図3はこの発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機に適用される回転子に実装される永久磁石の構成を説明する斜視図、図4および図5はそれぞれこの発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機における磁束の流れを説明するための模式図である。

【0020】

図1乃至図3において、車両用交流発電機1は、それぞれ略楕形状のアルミ製のフロン

50

トプラケット2とリヤプラケット3とからなるケース4と、シャフト16をケース4に軸受5を介して支持されて、ケース4内に回転自在に配設された回転子13と、ケース4のフロント側に延出するシャフト16の端部に固着されたブーリ6と、回転子13の軸方向の両端面に固定されたファン7と、回転子13に対して一定の空隙を有して、回転子13の外周を囲繞してケース4に固定された固定子10と、シャフト16のリヤ側に固定され、回転子13に電流を供給する一対のスリップリング8と、各スリップリング8に摺動するようにケース4内に配設された一対のブラシ9と、を備えている。なお、図示していないが、固定子10で生じた交流を直流に整流する整流器、固定子10で生じた交流電圧の大きさを調整する電圧調整器などがケース4内に配設されている。

【0021】

10

固定子10は、円筒状の固定子鉄心11と、固定子鉄心11に巻装され、回転子13の回転に伴い、後述する界磁コイル14からの磁束の変化で交流が生じる固定子コイル12と、を備えている。

【0022】

回転子13は、励磁電流が流されて磁束を発生する界磁コイル14と、界磁コイル14を覆うように設けられ、その磁束によって磁極が形成されるポールコア15と、ポールコア15の軸心位置に貫装されたシャフト16と、を備えている。

ポールコア15は、それぞれ例えばS10Cなどの低炭素鋼で冷間鍛造製法により作製された第1および第2ポールコア体17, 21に分割構成されている。

【0023】

20

第1ポールコア体17は、外周面を円筒形状とし、シャフト挿通穴が軸心位置に穿設された第1ボス部18と、第1ボス部18の一端縁部から径方向外側に延設された厚肉リング状の第1継鉄部19と、第1継鉄部19の外周部から軸方向他端側に延設された第1爪状磁極部20とを有している。第1爪状磁極部20は、その最外径面形状を略台形形状とし、周方向幅が先端側に向かって徐々に狭くなり、かつ、径方向厚みが先端側に向かって徐々に薄くなる先細り形状に形成され、第1継鉄部19の外周部に周方向に等角ピッチで例えば8つ配列されている。

【0024】

第2ポールコア体21は、外周面を円筒形状とし、シャフト挿通穴が軸心位置に穿設された第2ボス部22と、第2ボス部22の他端縁部から径方向外側に延設された厚肉リング状の第2継鉄部23と、第2継鉄部23の外周部から軸方向一端側に延設された第2爪状磁極部24とを有している。第2爪状磁極部24は、その最外径面形状を略台形形状とし、周方向幅が先端側に向かって徐々に狭くなり、かつ、径方向厚みが先端側に向かって徐々に薄くなる先細り形状に形成され、第2継鉄部23の外周部に周方向に等角ピッチで例えば8つ配列されている。

30

【0025】

このように構成された第1および第2ポールコア体17, 21は、第1および第2爪状磁極部20, 24を交互に噛み合わせ、かつ、第1ボス部18の他端面を第2ボス部22の一端面に突き合わせ、シャフト挿通穴に貫装されたシャフト16に固着されている。そして、ボピン(図示せず)に巻装された界磁コイル14が、第1および第2ボス部18, 22、第1および第2継鉄部19, 23および第1および第2爪状磁極部20, 24に囲まれた空間に装着されている。ここで、第1および第2ボス部18, 22および第1および第2継鉄部19, 23が、それぞれポールコア15のボス部および一対の継鉄部に相当する。

40

【0026】

永久磁石保持部としての第1磁石保持台座30は、冷間鍛造製法により第1ポールコア体17に一体成形される。この第1磁石保持台座30が、各第2爪状磁極部24の先端側内周面と対向する第1継鉄部19の外周面上に一体に突設されている。円筒状の第1磁石保持穴31が、第1磁石保持台座30に穴中心を軸方向に一致させて穿設されている。第1磁石保持穴31を第2爪状磁極部24側に開口させる第1軸方向開口32が、第1磁石

50

保持台座30の外周部に軸方向一側から他側に至るように形成されている。

第1永久磁石33は、第1磁石保持穴31の内壁面形状に適合する外壁面形状の円柱体に作製され、第1磁石保持穴31に軸方向から挿入、保持される。この時、第1軸方向開口32からの第1永久磁石33の露出部が第2爪状磁極部24の先端側内周面に対向している。

【0027】

永久磁石保持部としての第2磁石保持台座34が、冷間鍛造製法により第2ポールコア体21に一体成形される。この第2磁石保持台座34が、各第1爪状磁極部20の先端側内周面と対向する第2継鉄部23の外周面上に一体に突設されている。円筒状の第2磁石保持穴35が、第2磁石保持台座34に穴中心を軸方向に一致させて穿設されている。第2磁石保持穴35を第1爪状磁極部20側に開口させる第2軸方向開口36が、第2磁石保持台座34の外周部に軸方向一側から他側に至るように形成されている。10

第2永久磁石37は、第2磁石保持穴35の内壁面形状に適合する外壁面形状の円柱体に作製され、第2磁石保持穴35に軸方向から挿入、保持される。この時、第2軸方向開口36からの第2永久磁石37の露出部が第1爪状磁極部20の先端側内周面に対向している。

【0028】

また、第1および第2永久磁石33, 37は、着磁方向38が、界磁コイル14を流れる界磁電流が回転子13の軸心と直交する平面において作る磁界39の向きと反対となるように着磁配向されている。つまり、図1に示されるように、界磁コイル14に通電され、磁界39が矢印方向に発生された場合、第1および第2永久磁石33, 37は、磁界39と逆向きに着磁配向される。ここでは、第1および第2永久磁石33, 37の着磁方向38は、径方向に一致しており、その着磁方向38の延長線が対向する第1および第2爪状磁極部20, 24の先端側の内周面に向かっている。なお、界磁コイル14を流れる界磁電流が作る磁界39の向きが反転した設計の場合には、第1および第2永久磁石33, 37も逆向きに着磁配向される。20

【0029】

つぎに、このように構成された車両用交流発電機1の動作について説明する。

まず、電流がバッテリ(図示せず)からブラシ9およびスリップリング8を介して回転子13の界磁コイル14に供給され、磁束が発生される。この磁束により、第1ポールコア体17の第1爪状磁極部20がN極に着磁され、第2ポールコア体21の第2爪状磁極部24がS極に着磁される。30

一方、エンジンの回転トルクがベルト(図示せず)およびブーリ6を介してシャフト16に伝達され、回転子13が回転される。そこで、回転磁界が固定子10の固定子コイル12に与えられ、起電力が固定子コイル12に発生する。この交流の起電力が、整流器で直流電流に整流され、バッテリが充電され、或いは電気負荷に供給される。

【0030】

つぎに、磁束の動作について図4および図5を参照しつつ説明する。

まず、界磁コイル14に通電されると、磁束39aが発生される。この磁束39aは、第1爪状磁極部20からエアギャップ40を通って固定子鉄心11のティース部に入る。そして、磁束39aは、固定子鉄心11のティース部からコアバック部を通って周方向に移動し、隣の第2爪状磁極部24に対向するティース部からエアギャップ40を通ってその第2爪状磁極部24に入る。ついで、第2爪状磁極部24に入った磁束39aは、第2継鉄部23、第2ボス部22、第1ボス部18、第1継鉄部19を通って第1爪状磁極部20に至る。ここで、従来のランデル型回転子では、第1および第2ポールコア体は限界設計されているので、界磁コイルの発生する磁界により磁気飽和し、回転子で発生する磁束が減少してしまう。40

【0031】

この実施の形態1では、第1および第2永久磁石33, 37は、界磁コイル14の発生する磁界39の向きと反対となるように着磁配向されている。そこで、第1および第2永50

久磁石33, 37の発生する磁界の向きは、界磁コイル14の発生する磁界39と逆向きである。この第1および第2永久磁石33, 37から発生した磁束41が固定子鉄心11に鎖交するには、大きな磁気抵抗をもつエアギャップ40を往復する必要がある。また、第1および第2永久磁石33, 37は、第2および第1爪状磁極部24, 20の内径側に配設されており、第1および第2爪状磁極部20, 24の内周面側に対してより短い磁路長で周回するように配設されている。そこで、磁束41の大部分が、固定子鉄心11に迂回することなく、回転子内部で閉じた磁気回路を形成する。

【0032】

つまり、第1永久磁石33から発生する磁束41は、第1磁石保持台座30から第1継鉄部19、第1ボス部18、第2ボス部22、第2継鉄部23および第2爪状磁極部24を通り、第1永久磁石33に戻る。また、第2永久磁石37から発生する磁束41は、空隙を介して第1爪状磁極部20に入り、第1継鉄部19、第1ボス部18、第2ボス部22、第2継鉄部23および第2磁石保持台座34を通り、第2永久磁石37に戻る。10

そこで、第1および第2永久磁石33, 37の発生する磁束41は、界磁コイル14の発生する磁束39aと逆向きとなり、第1および第2ポールコア体17, 21を構成する磁性体の磁束密度を大幅に低減することができ、磁気飽和を解消することができる。

【0033】

ついで、このように構成された車両用交流発電機1を用いて、界磁アンペアターン（界磁AT）に対する固定子鎖交磁束量および回転数に対する発電量を測定し、その結果を図6および図7に示す。また、比較のために、第1および第2永久磁石33, 37を省略した従来装置を作製し、界磁アンペアターン（界磁AT）に対する固定子鎖交磁束量および回転数に対する発電量（直流電流A）を測定し、その結果を図6および図7に示す。なお図6中、実線が本発明品を示し、点線が従来装置を示している。20

【0034】

図6から、界磁ATの小さい領域では、車両用交流発電機1と従来装置との差が小さく、磁気飽和が始まる領域を超えると、車両用交流発電機1と従来装置との差が大きくなることがわかる。すなわち、第1および第2永久磁石33, 37を配設することが、磁気飽和を解消し、固定子10に鎖交する磁束量を増大させることにつながることがわかる。

同様に、図7から、車両用交流発電機1では、従来装置に対し、特に低速回転域で大きな発電量が得られることが分かる。30

【0035】

つまり、従来装置では、磁気飽和に起因して界磁の起磁力のうち3割以上が回転子の磁気回路で消費され、磁束量の増大が困難となっていた。一方、この実施の形態1では、上述の通り、磁気飽和が解消されるので、固定子10に鎖交する磁束が増加し、発電量が増加したものと推考される。特に、磁気飽和が顕著な低速アイドリング域での発電量を大幅に増大できることが確認された。

【0036】

また、この実施の形態1では、第1および第2永久磁石33, 37は、第1および第2爪状磁極部20, 24の内周面に対向するように配設されているので、第1および第2永久磁石33, 37は、回転子13の外表面に対して径方向内方に位置している。そこで、固定子スロット高調波は第1および第2爪状磁極部20, 24の表面部に留まり、第1および第2永久磁石33, 37を直接誘導加熱するように作用しない。その結果、第1および第2永久磁石33, 37が加熱されて、熱減磁することが未然に防止される。40

【0037】

また、第1および第2永久磁石33, 37が、第1および第2爪状磁極部20, 24の内周面に対向するように配設されているので、第1および第2永久磁石33, 37の磁気回路が回転子内部で閉じた磁気回路となり、固定子10に鎖交する磁束成分がなくなる。そこで、無負荷無励磁における第1および第2永久磁石33, 37の誘起電圧の発生が抑制される。その結果、第1および第2永久磁石33, 37の磁石量を増大させることができる。50

【0038】

また、第1および第2永久磁石33，37は第1および第2継鉄部19，23に取り付けられている。そこで、第1および第2永久磁石33，37が第1および第2爪状磁極部20，24の内径側に位置しているので、第1および第2永久磁石33，37にかかる遠心力が小さくなり、第1および第2永久磁石33，37の保持構造を簡略化できる。また、第1および第2永久磁石33，37は遠心力に対して大きく変位する第1および第2爪状磁極部20，24の影響を受けないので、第1および第2永久磁石33，37の保持が容易となる。さらに、温度範囲の広い車載発電機に適用しても、第1および第2永久磁石33，37は回転子の熱膨張に起因する爪状磁極部間の軸方向の変位の影響を受けないので、第1および第2永久磁石33，37の保持が容易となる。これらのことから、第1および第2永久磁石33，37の保持の信頼性が向上される。10

また、第1および第2永久磁石33，37が第1および第2爪状磁極部20，24の内径側に位置しているので、第1および第2永久磁石33，37を配設することに起因する慣性モーメントの増加を小さくでき、慣性トルクが大きくなることも抑制できる。

【0039】

つぎに、この実施の形態1による第1および第2永久磁石33，37の保持構造による効果について説明する。

第1および第2磁石保持穴31，35が穴方向を軸方向に一致させて第1および第2磁石保持台座30，34に円筒状に穿設されている。第1および第2軸方向開口32，36が第1および第2磁石保持穴31，35を第2および第1爪状磁極部24，20側に連通させるように第1および第2磁石保持台座30，34に形成されている。第1および第2磁石保持穴31，35の内周壁形状に適合する外表面形状の円柱体に作製された第1および第2永久磁石33，37が、軸方向から第1および第2磁石保持穴31，35に挿入、保持されている。20

【0040】

そこで、第1および第2磁石保持穴31，35の穴形状が円筒状であるので、冷間鍛造製法により簡易に成型できる。さらに、成型後、ドリルやリーマなどの回転切削工具による簡便な追加工を施すことにより、高精度の穴寸法の第1および第2磁石保持穴31，35を形成できる。また、第1および第2永久磁石33，37が円柱体であるので、金型により簡易に成型できる。さらに、成型後、ドリルやリーマなどの回転切削工具による簡便な追加工を施すことにより、高精度の外径寸法の第1および第2永久磁石33，37を形成できる。30

【0041】

このように、本磁石保持構造よれば、嵌合面を金型による成型や回転切削工具による切削で作製でき、NC加工機などを使っての立体的な切削加工が必要ではなく、製造時間が短縮されると共に、製造コストを低減することができる。

また、嵌合面が円筒面であるので、加工精度を高くすることができ、第1および第2永久磁石33，37を第1および第2磁石保持穴31，35に、がたつき無く安定した状態で強固に保持することができる。そこで、自動車のエンジンによる振動が車両用交流発電機1に加わっても、第1および第2永久磁石33，37の割れや欠けの発生が抑制される。また、回転子13が高速回転しても、第1および第2永久磁石33，37が第1および第2磁石保持穴31，35から抜けて飛散するような事態が回避される。40

【0042】

また、第1および第2永久磁石33，37と第1および第2磁石保持穴31，35との接触面が円筒面となるので、局部的な応力集中が無く、第1および第2永久磁石33，37や第1および第2磁石保持台座30，34の破損の発生が抑制される。

さらに、第1および第2永久磁石33，37の配設位置を高精度に位置決めできるので、出力を低下させることなく、第1および第2永久磁石33，37と第1および第2磁石保持穴31，35との接触を回避できる。

【0043】

実施の形態 2 .

図 8 はこの発明の実施の形態 2 に係る車両用交流発電機に適用される回転子に実装される永久磁石の構成を説明する斜視図、図 9 はこの発明の実施の形態 2 に係る車両用交流発電機に適用される回転子を示す正面図、図 10 はこの発明の実施の形態 2 に係る車両用交流発電機における磁束の流れを説明するための模式図である。

【 0 0 4 4 】

図 8 において、永久磁石 4 3 は、断面台形の柱状体に作製され、断面台形の短辺側が突出するように、エポキシ、ナイロン 6 6 などの絶縁樹脂でモールドされている。この絶縁樹脂のモールド成型体である樹脂体 4 4 は、永久磁石 4 3 の突出部を除き、第 1 および第 2 磁石保持穴 3 1 , 3 5 の内周壁面形状に適合する外周壁面形状の円柱体に作製されている。10 樹脂体 4 4 は、図 9 に示されるように、軸方向から第 2 磁石保持穴 3 5 に挿入、保持されている。永久磁石 4 3 の樹脂体 4 4 からの突出部は、第 2 磁石保持穴 3 5 の第 2 軸方向開口 3 6 から延出し、第 1 爪状磁極 2 0 の先端側の内周面に相対している。図示していないが、永久磁石 4 3 がモールド成形された樹脂体 4 4 が、第 1 磁石保持穴 3 1 に軸方向から挿入、保持されている。

なお、他の構成は上記実施の形態 1 と同様に構成されている。

【 0 0 4 5 】

この実施の形態 2 では、永久磁石 4 3 がモールド成形された樹脂体 4 4 の外周壁面が第 1 および第 2 磁石保持穴 3 1 , 3 5 との嵌合面となる。樹脂体 4 4 は、永久磁石に比べ、簡易に、高寸法精度の円柱体に作製できるので、永久磁石を円柱体に作製している上記実施の形態 1 に比べ、コストを低減することができる。20

【 0 0 4 6 】

また、非磁性の樹脂体 4 4 が永久磁石 4 3 と第 2 磁石保持穴 3 5 との間に介在しているので、図 10 に示されるように、永久磁石 4 3 の磁束の一部が第 2 磁石保持台座 3 4 に漏れて永久磁石 4 3 に戻る漏れ磁束 4 5 が減少し、対向する第 1 爪状磁極部 2 0 に向かう磁束量 4 6 が増大する。その結果、回転子内部への磁石磁束が増加され、磁気飽和緩和の効果がさらに高められ、車両用交流発電機の発電量を一層増大することができる。

【 0 0 4 7 】

また、樹脂体 4 4 が界磁コイル 1 4 から第 1 および第 2 磁石保持台座 3 0 , 3 4 を介して永久磁石 4 3 に伝達される熱を断熱するので、永久磁石 4 3 の温度上昇を抑えることができる。そこで、熱により減磁しやすい磁石材料として希土類磁石を用いても、熱減磁を抑制することができる。30

【 0 0 4 8 】

なお、上記実施の形態 2 では、永久磁石 4 3 の断面台形の短辺で構成される上面を対向する第 1 および第 2 爪状磁極部 2 0 , 2 4 の先端側の内周面に平行に形成するようにしてもよい。この場合、永久磁石と爪状磁極部との間の隙間を最小限とすることができます。

【 0 0 4 9 】

実施の形態 3 .

図 11 はこの発明の実施の形態 3 に係る車両用交流発電機に適用される回転子に実装される永久磁石の構成を説明する図である。40

図 11 において、鉄などからなる断面円弧状の磁性体 4 7 が、永久磁石 4 3 の断面台形の長辺で構成される底面に接合されている。そして、永久磁石 4 3 の断面台形の短辺側が突出するように、かつ磁性体 4 7 が埋設されるように、絶縁樹脂でモールドされている。この絶縁樹脂のモールド成型体である樹脂体 4 8 は、永久磁石 4 3 の突出部を除き、第 1 および第 2 磁石保持穴 3 1 , 3 5 の内周壁面形状に適合する外周壁面形状の円柱体に作製されている。

なお、他の構成は上記実施の形態 2 と同様に構成されている。

【 0 0 5 0 】

この実施の形態 3 では、上記実施の形態 2 における永久磁石 4 3 の内径側と第 1 および第 2 磁石保持台座 3 0 , 3 4 との間の磁気ギャップが磁性体 4 7 で埋められ、磁気抵抗を50

低減できる。つまり、磁石磁路の磁気抵抗が低減し、磁石磁束量が増加し、回転子の磁気飽和緩和の効果がより高くなり、発電出力をより増加することができる。

【0051】

実施の形態4.

図12はこの発明の実施の形態4に係る車両用交流発電機に適用される回転子を示す分解斜視図である。

図12において、切頭円錐状の第2磁石保持穴50が、第2磁石保持台座34に穴中心を軸方向に一致させて穿設されている。第2磁石保持穴50を第1爪状磁極部20側に開口させる第2軸方向開口51が、第2磁石保持台座34の外周部に軸方向一側から他側に至るように形成されている。第2永久磁石52は、第2磁石保持穴50の内壁面形状に適合する外壁面形状の切頭円錐体に作製され、第2磁石保持穴50に軸方向から挿入、保持される。この時、第2軸方向開口51からの第2永久磁石52の露出部が第1爪状磁極部20の先端側内周面に対向している。

10

【0052】

ここで、図示していないが、切頭円錐状の第1磁石保持穴が、第1磁石保持台座30に穴中心を軸方向に一致させて穿設されている。第1磁石保持穴を第2爪状磁極部24側に開口させる第1軸方向開口が、第1磁石保持台座30の外周部に軸方向一側から他側に至るように形成されている。第1永久磁石は、第1磁石保持穴の内壁面形状に適合する外壁面形状の切頭円錐体に作製され、第1磁石保持穴に軸方向から挿入、保持される。この時、第1軸方向開口からの第1永久磁石の露出部が第2爪状磁極部24の先端側内周面に対向している。

20

なお、他の構成は上記実施の形態1と同様に構成されている。

【0053】

第1および第2永久磁石の支持構造は同じであるので、ここでは、第2永久磁石52の支持構造についてのみ説明する。

この実施の形態4においても、第2磁石保持穴50が切頭円錐状の内周壁面形状に形成されているので、冷間鍛造製法により簡易に成型できる。さらに、成型後、ドリルやリーマなどの回転切削工具による簡便な追加工を施すことにより、高精度の穴寸法の第2磁石保持穴50を形成できる。また、第2永久磁石52が切頭円錐体に形成されているので、冷間鍛造製法により簡易に成型できる。さらに、成型後、ドリルやリーマなどの回転切削工具による簡便な追加工を施すことにより、高精度の穴寸法の第2永久磁石52を形成できる。

30

【0054】

また、第2磁石保持穴50と第2永久磁石52の嵌合面が切頭円錐の外周面であるので、第2永久磁石52を軸方向から第2磁石保持穴50に挿入するだけで、第2磁石保持穴50に対する第2永久磁石52の軸方向位置を設計位置に正確に位置決めできる。

また、第2永久磁石52の切頭円錐体の外周面の軸方向に対する角度を、対向する第1爪状磁極部20の先端側の内周面の軸方向に対する角度と略等しくすることにより、第2永久磁石52と第1爪状磁極部20との間の隙間を最小限とすることができる。

【0055】

40

なお、上記実施の形態4において、上記実施の形態2と同様に、断面台形の永久磁石43の一部が突出するように切頭円錐体の樹脂体にモールド成形するようにしても良い。さらに、上記実施の形態3と同様に、磁性体47を永久磁石43の底面に接合するようにしてもよい。

【0056】

実施の形態5.

図13はこの発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機に適用される回転子の構成を模式的に示す断面図、図14はこの発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機に適用される回転子における永久磁石の支持構造を説明する要部断面図である。

【0057】

50

図13および図14において、雌ねじ部53が第2磁石保持穴50の大径側の内周壁面に刻設されている。非磁性体リング54は、薄肉のステンレスやエポキシ樹脂で作製され、永久磁石52の大径側に外嵌状態に嵌着されている。雄ねじ部55が非磁性体リング54の外周壁面に刻設されている。永久磁石52は、雄ねじ部55を雌ねじ部53に締着して第2磁石保持穴50に挿入、保持されている。なお、雌ねじ部53が第1磁石保持穴の大径側の内周壁面に刻設されており、永久磁石52が雄ねじ部55を雌ねじ部53に締着して第1磁石保持穴に挿入、保持されている。他の構成は上記実施の形態4と同様に構成されている。

【0058】

このように、永久磁石52が雌ねじ部53と雄ねじ部55との螺着により磁石保持穴に保持されているので、第1および第2磁石保持台座の軸方向寸法が加工誤差などにより狭くなっていても、永久磁石52の保持強固が大きくなり、永久磁石52の飛散などが防止される。10

【0059】

ここで、上記実施の形態5では、雄ねじ部を非磁性体リングに刻設し、雌ねじ部を磁石保持穴に刻設するものとしているが、雌ねじ部を非磁性体リングに刻設し、雄ねじ部を磁石保持穴に刻設してもよい。

また、上記実施の形態5では、切頭円錐体の永久磁石に適用するものとして説明しているが、円柱体の永久磁石に適用してもよい。即ち、上記実施の形態1において、雄ねじ部が刻設された非磁性体リングを第1および第2永久磁石に嵌着し、雌ねじ部を第1および第2磁石保持穴に刻設し、雄ねじ部を雌ねじ部に締着して、第1および第2永久磁石を第1および第2磁石保持穴に挿入、保持するようにしてもよい。20

【0060】

なお、上記各実施の形態では、車両用交流発電機について説明しているが、この発明は、車両用交流発電機に限らず、車両用電動機や車両用発電電動機などの回転電機に適用しても、同様の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機を模式的に示す断面図である。

【図2】この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機に適用される回転子を示す斜視図である。30

【図3】この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機に適用される回転子に実装される永久磁石の構成を説明する斜視図である。

【図4】この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機における磁束の流れを説明するための模式図である。

【図5】この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機における磁束の流れを説明するための模式図である。

【図6】この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機における界磁アンペアターン(界磁AT)と固定子鎖交磁束量との関係を表す図である。

【図7】この発明の実施の形態1に係る車両用交流発電機における回転数に対する発電量を示す図である。40

【図8】この発明の実施の形態2に係る車両用交流発電機に適用される回転子に実装される永久磁石の構成を説明する斜視図である。

【図9】この発明の実施の形態2に係る車両用交流発電機に適用される回転子を示す正面図である。

【図10】この発明の実施の形態2に係る車両用交流発電機における磁束の流れを説明するための模式図である。

【図11】この発明の実施の形態3に係る車両用交流発電機に適用される回転子に実装される永久磁石の構成を説明する図である。

【図12】この発明の実施の形態4に係る車両用交流発電機に適用される回転子を示す分50

解説図である。

【図13】この発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機に適用される回転子の構成を模式的に示す断面図である。

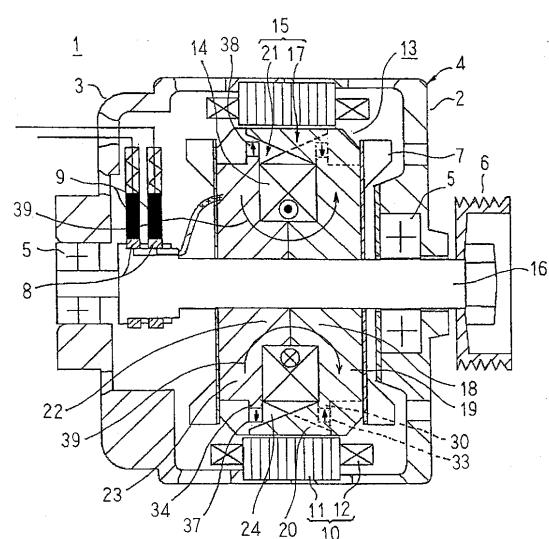
【図14】この発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機に適用される回転子における永久磁石の支持構造を説明する要部断面図である。

【符号の説明】

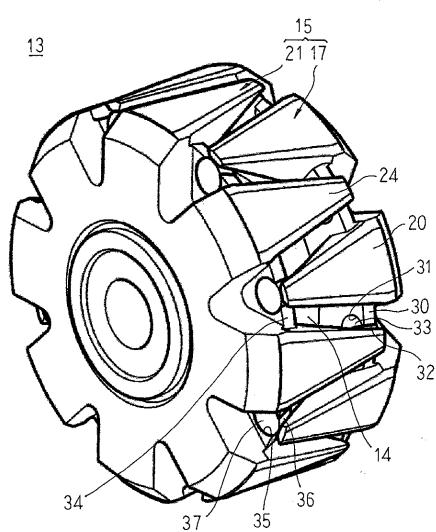
【0062】

13 回転子、14 界磁コイル、15 ポールコア、16 シャフト、17 第1ポールコア体、18 第1ボス部、19 第1継鉄部、20 第1爪状磁極部、21 第2ポールコア体、22 第2ボス部、23 第2継鉄部、24 第2爪状磁極部、30 第1磁石保持台座(永久磁石保持部)、31 第1磁石保持穴、32 第1軸方向開口、33 第1永久磁石、34 第2磁石保持台座(永久磁石保持部)、35 第2磁石保持穴、36 第2軸方向開口、37 第2永久磁石、38 着磁方向、43 永久磁石、44 樹脂体、47 磁性体、48 樹脂体、50 第2磁石保持穴、51 第2軸方向開口、52 第2永久磁石、53 雌ねじ部、54 非磁性体リング、55 雄ねじ部。10

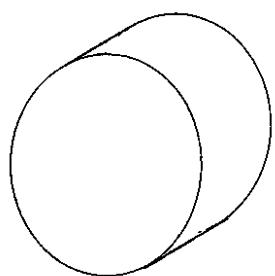
【図1】



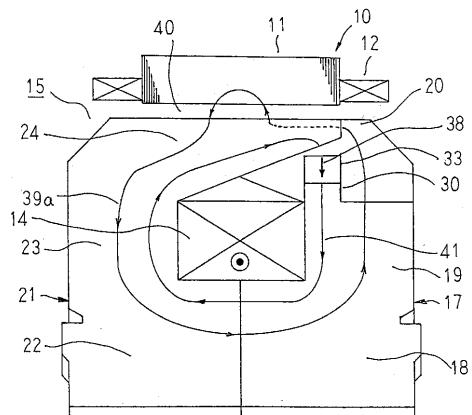
【図2】



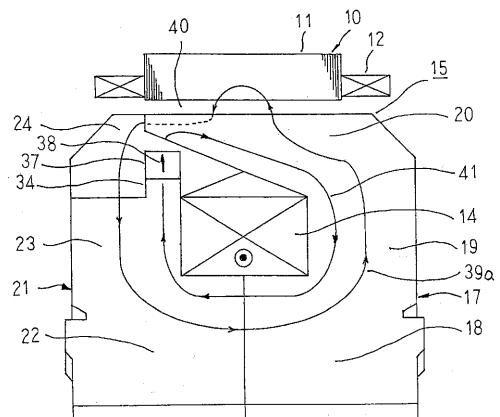
【図3】

33(37)

【図4】



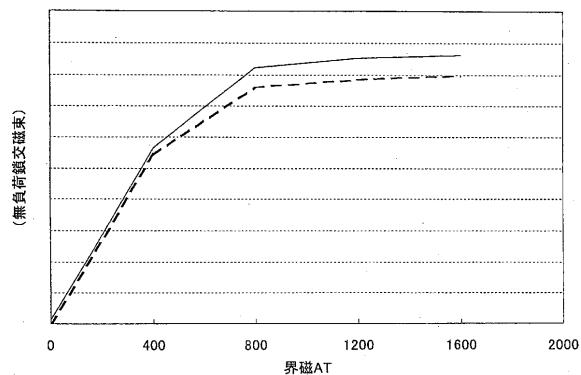
【図5】



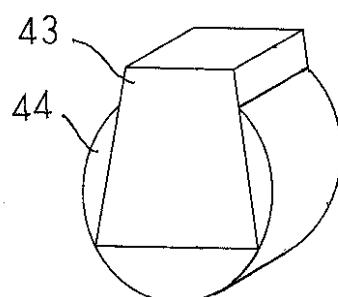
【図7】

発電機回転数 (rpm)	従来装置 発電量 (A)	本発明 発電量 (A)
1300	34	60
2000	113	130
5000	160	165

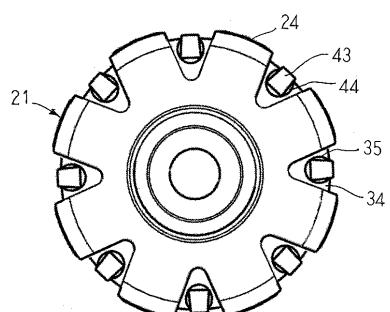
【図6】



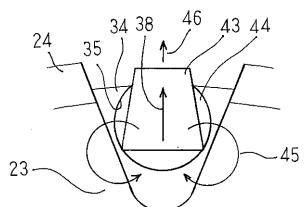
【図8】



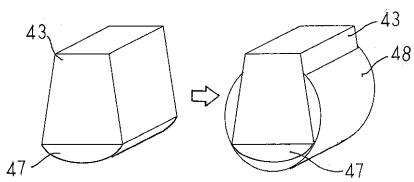
【図 9】



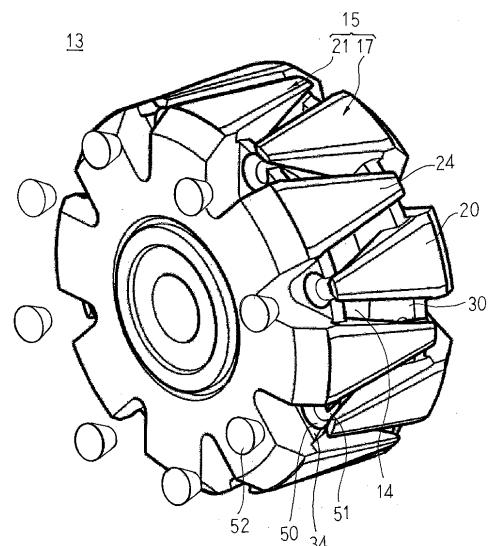
【図 10】



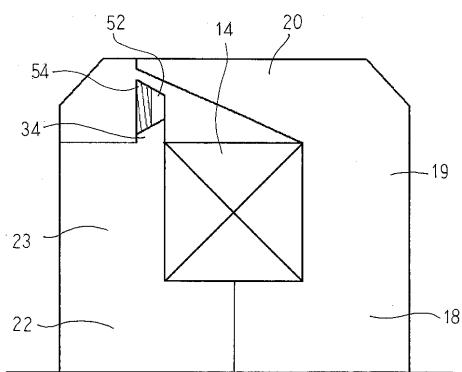
【図 11】



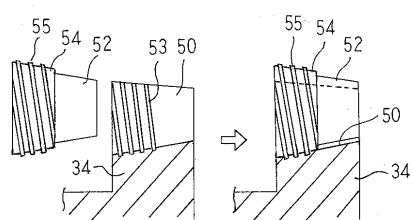
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 正哉
東京都千代田区丸の内二丁目 7番 3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 新川 寛治
東京都千代田区九段北一丁目 13番 5号 三菱電機エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 村田 憲弘
東京都千代田区丸の内二丁目 7番 3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 西村 慎二
東京都千代田区丸の内二丁目 7番 3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 秋田 裕之
東京都千代田区丸の内二丁目 7番 3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 吉澤 敏行
東京都千代田区丸の内二丁目 7番 3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 枠山 盛幸
東京都千代田区丸の内二丁目 7番 3号 三菱電機株式会社内

審査官 森山 拓哉

(56)参考文献 特開平10-136623(JP,A)
特開2003-018808(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 19/00 - 19/38