

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4842731号
(P4842731)

(45) 発行日 平成23年12月21日(2011.12.21)

(24) 登録日 平成23年10月14日(2011.10.14)

(51) Int.Cl.		F I			
HO2K	1/27	(2006.01)	HO2K	1/27	501M
HO2K	21/16	(2006.01)	HO2K	1/27	501A
HO2K	1/22	(2006.01)	HO2K	1/27	501K
			HO2K	21/16	Z
			HO2K	1/22	A

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2006-214937 (P2006-214937)	(73) 特許権者	000101352 アスモ株式会社
(22) 出願日	平成18年8月7日(2006.8.7)		静岡県湖西市梅田390番地
(65) 公開番号	特開2008-11692 (P2008-11692A)	(74) 代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣
(43) 公開日	平成20年1月17日(2008.1.17)		
審査請求日	平成20年10月17日(2008.10.17)	(74) 代理人	100105957 弁理士 恩田 誠
(31) 優先権主張番号	特願2006-115939 (P2006-115939)	(72) 発明者	西浦 秀晃
(32) 優先日	平成18年4月19日(2006.4.19)		静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株 式会社 内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	竹本 佳朗
(31) 優先権主張番号	特願2006-154807 (P2006-154807)		静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株 式会社 内
(32) 優先日	平成18年6月2日(2006.6.2)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 埋込磁石型回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸方向に貫通するとともに径方向に延びる収容孔が周方向に複数形成されたロータコアを有し前記収容孔内に磁石が配設されたロータを備えた埋込磁石型回転電機であって、

前記ロータコアには、その前記収容孔における径方向外側端部及び径方向内側端部の内の少なくとも一つに、前記磁石の周方向端部と対応した位置より周方向外側に延びる周方向延設部が形成され、

前記ロータコアには、その前記収容孔の周方向中心と対応した位置に、前記磁石の周方向幅より小さい周方向幅で前記磁石の径方向に当接すべく径方向に延びて該磁石の径方向の移動を規制する径方向規制部が形成され、

前記ロータコアは、積層されて前記収容孔となる積層前収容孔が形成されたコアシートが軸方向に複数積層されてなるものであって、

前記コアシートは、他の部分より薄い前記径方向規制部が形成された肉薄規制コアシートを含むことを特徴とする埋込磁石型回転電機。

【請求項2】

請求項1に記載の埋込磁石型回転電機において、

前記径方向規制部は、前記周方向延設部の径方向幅より大きく径方向に延びることを特徴とする埋込磁石型回転電機。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の埋込磁石型回転電機において、

前記径方向規制部の少なくとも1つは、前記磁石と当接する先端部の周方向幅が該先端部を有する径方向規制部の基端側の周方向幅より小さくされたことを特徴とする埋込磁石型回転電機。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれか1項に記載の埋込磁石型回転電機において、

前記径方向規制部は、前記収容孔における径方向外側端部及び径方向内側端部の両方に形成され、径方向外側端部において前記磁石と当接する先端部の周方向幅が径方向内側端部において前記磁石と当接する先端部の周方向幅より大きくされたことを特徴とする埋込磁石型回転電機。

【請求項5】

請求項3又は4に記載の埋込磁石型回転電機において、

前記径方向規制部の少なくとも1つは、前記磁石と当接する先端側が軸方向から見て曲線形状とされたことを特徴とする埋込磁石型回転電機。

【請求項6】

請求項5に記載の埋込磁石型回転電機において、

前記径方向規制部の少なくとも1つは、軸方向から見て前記磁石と複数点で点接触するように、前記磁石と当接する先端側が軸方向から見て曲線形状とされたことを特徴とする埋込磁石型回転電機。

【請求項7】

請求項1乃至6のいずれか1項に記載の埋込磁石型回転電機において、

前記ロータコアには、該ロータコアの周方向において前記収容孔と交互に形成されるとともに該ロータコアの軸方向に貫通する締結孔が形成され、該締結孔は、前記ロータコアを構成する前記コアシートが軸方向に複数積層された状態で各コアシートを軸方向に締結する締結部材が挿通される孔であって、

前記ロータコアは、積層されて前記収容孔となる積層前収容孔と積層されて前記締結孔となる積層前締結孔とが周方向に交互に形成された前記コアシートが軸方向に複数積層されてなり、積層された各コアシートが前記締結孔に挿通された前記締結部材によって締結されてなるものであって、

前記締結孔は、軸方向から見た中心位置が、前記磁石が配設される径方向範囲における径方向内側から27%以上で52%以下の位置に設定されたことを特徴とする埋込磁石型回転電機。

【請求項8】

請求項7に記載の埋込磁石型回転電機において、

前記締結孔は、軸方向から見た中心位置が、前記磁石が配設される径方向範囲における径方向内側から36%以上で41%以下の位置に設定されたことを特徴とする埋込磁石型回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、埋込磁石型回転電機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、埋込磁石型回転電機（モータ）としては、ロータコアに軸方向に貫通するとともに径方向に延びる収容孔が周方向に複数形成されその各収容孔にそれぞれ磁石が配設されたロータを備えたものがある。

【0003】

そして、このような埋込磁石型回転電機としては、収容孔における径方向外側端部に、前記磁石の周方向端部より周方向外側に延びる周方向延設部が形成されたものがある（例えば、特許文献1参照）。このような埋込磁石型回転電機では、周方向延設部が形成されることでその部分で磁気抵抗が増加するため、磁石のN極から直ぐに自身のS極に向かう

10

20

30

40

50

漏れ磁束が低減される。

【特許文献1】特開2004-173491号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記した埋込磁石型回転電機（特許文献1参照）では、ロータコアと、磁石の径方向端部の全面とが当接する構成であるため、依然、磁気抵抗が低く、漏れ磁束の低減に対する課題があった。尚、このことは、埋込磁石型回転電機のロータにおける（ステータに対する）有効磁束を減少させ、モータ効率を低くしてしまう原因となる。

【0005】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、漏れ磁束を低減することができる埋込磁石型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】

【0006】

請求項1に記載の発明では、軸方向に貫通するとともに径方向に延びる収容孔が周方向に複数形成されたロータコアを有し前記収容孔内に磁石が配設されたロータを備えた埋込磁石型回転電機であって、前記ロータコアには、その前記収容孔における径方向外側端部及び径方向内側端部の内の少なくとも1つに、前記磁石の周方向端部と対応した位置より周方向外側に延びる周方向延設部が形成され、前記ロータコアには、その前記収容孔の周方向中心と対応した位置に、前記磁石の周方向幅より小さい周方向幅で前記磁石の径方向に当接すべく径方向に延びて該磁石の径方向の移動を規制する径方向規制部が形成され、前記ロータコアは、積層されて前記収容孔となる積層前収容孔が形成されたコアシートが軸方向に複数積層されてなるものであって、前記コアシートは、他の部分より薄い前記径方向規制部が形成された肉薄規制コアシートを含む。

【0007】

同構成によれば、収容孔における径方向外側端部及び径方向内側端部の内の少なくとも1つには、磁石の周方向端部より周方向外側に延びる周方向延設部が形成されることでその部分で磁気抵抗が増加するため、磁石のN極から直ぐに自身のS極に向かう漏れ磁束が低減される。

【0008】

又、ロータコアにおける収容孔の周方向中心と対応した位置には、磁石の周方向幅より小さい周方向幅で磁石の径方向に当接すべく径方向に延びて該磁石の径方向の移動を規制する径方向規制部が形成され、磁石の周方向幅全体で磁石の径方向に当接するものに比べて更に磁気抵抗が増加するため、漏れ磁束が更に低減される。

【0009】

更に、径方向規制部は、ロータコアの軸方向全体に形成されたものより径方向から見た断面積が小さく形成され、ロータコアの軸方向全体に形成されたものに比べて更に磁気抵抗が増加するため漏れ磁束が更に低減される。これらの結果、埋込磁石型回転電機のロータにおける有効磁束が増加し、モータ効率を高くすることができる。

【0023】

又、ロータコアは、他の部分より薄い前記径方向規制部が形成された肉薄規制コアシートを含むコアシートが軸方向に積層されてなるため、上記の構成を簡単に得ることができる。

【0024】

請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の埋込磁石型回転電機において、前記径方向規制部は、前記周方向延設部の径方向幅より大きく径方向に延びる。

【0025】

同構成によれば、径方向規制部は、周方向延設部の径方向幅より大きく径方向に延びるため漏れ磁束が更に低減される。

【0028】

10

20

30

40

50

請求項 3 に記載の発明では、請求項 1 又は 2 に記載の埋込磁石型回転電機において、前記径方向規制部の少なくとも 1 つは、前記磁石と当接する先端部の周方向幅が該先端部を有する径方向規制部の基端側の周方向幅より小さくされた。

【 0 0 2 9 】

同構成によれば、径方向規制部の少なくとも 1 つは、磁石と当接する先端部の周方向幅が基端側の周方向幅より小さくされるため、その全体の剛性の低下を抑制しながら、即ち径方向規制部の変形を抑制しながら、先端部の周方向幅が基端側の周方向幅と同じとされたものに比べて磁気抵抗の更なる増加、即ち漏れ磁束の更なる低減を図ることができる。

【 0 0 3 0 】

請求項 4 に記載の発明では、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の埋込磁石型回転電機において、前記径方向規制部は、前記収容孔における径方向外側端部及び径方向内側端部の両方に形成され、径方向外側端部において前記磁石と当接する先端部の周方向幅が径方向内側端部において前記磁石と当接する先端部の周方向幅より大きくされた。

【 0 0 3 1 】

同構成によれば、径方向規制部は、径方向外側端部における先端部の周方向幅が径方向内側端部における先端部の周方向幅より大きくされるため、例えば、ロータの回転時の磁石の遠心力を受ける径方向外側において径方向規制部の剛性を高くしながら、径方向内側において磁気抵抗の更なる増加、即ち漏れ磁束の更なる低減を図ることができる。

【 0 0 3 2 】

請求項 5 に記載の発明では、請求項 3 又は 4 に記載の埋込磁石型回転電機において、前記径方向規制部の少なくとも 1 つは、前記磁石と当接する先端側が軸方向から見て曲線形状とされた。

【 0 0 3 3 】

同構成によれば、径方向規制部の少なくとも 1 つは、磁石と当接する先端側が軸方向から見て曲線形状とされるため、例えば、軸方向から見て径方向規制部と磁石とを点接触（軸方向に線接触）させることができ、請求項 3 に記載の構成を容易に得ることができる。

【 0 0 3 4 】

請求項 6 に記載の発明では、請求項 5 に記載の埋込磁石型回転電機において、前記径方向規制部の少なくとも 1 つは、軸方向から見て前記磁石と複数点で点接触するように、前記磁石と当接する先端側が軸方向から見て曲線形状とされた。

【 0 0 3 5 】

同構成によれば、径方向規制部の少なくとも 1 つは、軸方向から見て前記磁石と複数点で点接触するように、前記磁石と当接する先端側が軸方向から見て曲線形状とされるため、漏れ磁束の更なる低減を図りながらも磁石を安定して支持することができる。

【 0 0 3 6 】

請求項 7 に記載の発明では、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の埋込磁石型回転電機において、前記ロータコアには、該ロータコアの周方向において前記収容孔と交互に形成されるとともに該ロータコアの軸方向に貫通する締結孔が形成され、該締結孔は、前記ロータコアを構成する前記コアシートが軸方向に複数積層された状態で各コアシートを軸方向に締結する締結部材が挿通される孔であって、前記ロータコアは、積層されて前記収容孔となる積層前収容孔と積層されて前記締結孔となる積層前締結孔とが周方向に交互に形成された前記コアシートが軸方向に複数積層されてなり、積層された各コアシートが前記締結孔に挿通された前記締結部材によって締結されてなるものであって、前記締結孔は、軸方向から見た中心位置が、前記磁石が配設される径方向範囲における径方向内側から 27% 以上で 52% 以下の位置に設定された。

【 0 0 3 7 】

同構成によれば、締結孔は、軸方向から見た中心位置が、磁石が配設される径方向範囲における径方向内側から 27% 以上で 52% 以下の位置に設定されるため、磁束の流れが良好となり、出力をほぼ最大に近い値（図 5 参照、99% 以上）とすることができる。

【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

50

請求項 8 に記載の発明では、請求項 7 に記載の埋込磁石型回転電機において、前記締結孔は、軸方向から見た中心位置が、前記磁石が配設される径方向範囲における径方向内側から 36% 以上で 41% 以下の位置に設定された。

【0039】

同構成によれば、締結孔は、軸方向から見た中心位置が、磁石が配設される径方向範囲における径方向内側から 36% 以上で 41% 以下の位置に設定されるため、磁束の流れが更に良好となり、出力をほぼ最大の値（図 5 参照、ほぼ 100%）とすることができる。

【発明の効果】

【0040】

本発明によれば、漏れ磁束を低減することができる埋込磁石型回転電機を提供することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0041】

（第 1 の実施の形態）

以下、本発明を具体化した第 1 の実施の形態を図 1 ~ 図 3 に従って説明する。図 1 に示すように、埋込磁石型回転電機としての埋込磁石型モータは、ステータ 1 とロータ 2 とを備える。

【0042】

ステータ 1 は、全体的に略円筒状に形成され、外形を形成する円筒部 3 の内周面から周方向等角度間隔で軸中心に向かって伸びるように形成された複数のティース 4 を有したステータコア 5 と、各ティース 4 にインシュレータ（図示略）を介して集中巻にて巻回された巻線 6（図 1 中、一部のみ 2 点鎖線で図示）とを備える。尚、本実施の形態では、ティース 4 は、12 個形成されている。

20

【0043】

ロータ 2 は、回転軸 7 と、回転軸 7 に対して固定されるロータコア 8 と、ロータコア 8 に形成された収容孔 8 a 内に配設される磁石 9 とを備える。

詳述すると、ロータコア 8 は、中心孔に前記回転軸が圧入される略円筒形状に形成されている。そして、ロータコア 8 には、軸方向に貫通するとともに径方向に伸びる収容孔 8 a が周方向に複数（本実施の形態では 10 個）形成され、各収容孔 8 a に磁石 9 が収容保持されている。尚、前記磁石 9 は、軸方向から見て短手方向（収容孔 8 a 内に配設された状態で周方向）に着磁された略直方体形状に形成されている。そして、周方向に隣り合う磁石 9 同士で周方向に対向する極が同じとされ、それらによって 1 つの磁極（S 極又は N 極）が構成されている。

30

【0044】

又、ロータコア 8 の各収容孔 8 a における径方向外側端部及び径方向内側端部には、磁石 9 の周方向端部より周方向外側に伸びるように周方向幅が広くされた周方向延設部 8 b、8 c が形成されている。

【0045】

又、ロータコア 8 における各収容孔 8 a の周方向中心と対応した位置には、磁石 9 の周方向幅（短手方向の幅）より小さい周方向幅で磁石 9 の径方向外側及び内側にそれぞれ当接すべく径方向内側及び外側にそれぞれ伸びて該磁石 9 の径方向外側及び内側のそれぞれの移動を規制する径方向規制部 8 d、8 e が形成されている。尚、本実施の形態における径方向規制部 8 d、8 e の径方向の突出量は前記周方向延設部 8 b、8 c の径方向の幅と同じに設定されている。

40

【0046】

そして、径方向規制部 8 d、8 e は、ロータコア 8 の軸方向全体に形成されたものより径方向から見た断面積が小さくなるように形成されている。詳しくは、ロータコア 8 は、図 2 及び図 3 に示すように、積層されて収容孔 8 a となる積層前収容孔 11 a、12 a が形成されたコアシートが軸方向に複数積層されてなるものであって、前記コアシートは、前記径方向規制部 8 d、8 e が形成された規制コアシート 11 と前記径方向規制部 8 d、

50

8 e が形成されていない非規制コアシート 1 2 を含む。そして、本実施の形態のロータコア 8 は、規制コアシート 1 1 (図 2 (a) 参照) と非規制コアシート (図 2 (b) 参照) とが、1 枚ずつ交互に積層されてなる (図 3 参照) 。尚、図 3 では、規制コアシート 1 1 及び非規制コアシート 1 2 を 2 枚ずつ図示したが、各枚数は埋込磁石型モータ (ロータ 2) の軸方向長さ (サイズ) によって設定されるものであって、勿論 3 枚ずつ以上であってもよい。

【 0 0 4 7 】

又、本実施の形態の各コアシート (規制コアシート 1 1 及び非規制コアシート 1 2) には、積層されて締結孔 1 0 となる積層前締結孔 1 1 b , 1 2 b が形成されている。積層前締結孔 1 1 b , 1 2 b は、周方向に隣り合う積層前収容孔 1 1 a , 1 2 a 同士の周方向の間 (中央) に、言い換えると積層前収容孔 1 1 a , 1 2 a と周方向に (等角度間隔で) 交互に形成されている。そして、ロータコア 8 は、各コアシート (規制コアシート 1 1 及び非規制コアシート 1 2) が積層され、前記収容孔 8 a に磁石 9 が収容保持され、更にその軸方向両端に円盤プレート P (図 4 参照) が配設された状態で前記締結孔 1 0 に挿通される締結部材としてのリベット R によって締結されている。尚、円盤プレート P には、前記積層前締結孔 1 1 b , 1 2 b (締結孔 1 0) と同様の孔が形成されるが、積層前収容孔 1 1 a , 1 2 a (収容孔 8 a) と同様の孔は形成されておらず、円盤プレート P によって磁石 9 の軸方向の移動が規制される (抜け止めがなされる) 。又、図 4 では、各コアシート (規制コアシート 1 1 及び非規制コアシート 1 2) の境目の図示を省略し、内部に収容保持される磁石 9 の径方向位置においては模式的に図示している。

【 0 0 4 8 】

又、本実施の形態における締結孔 1 0 は、図 1 に示すように、軸方向から見た中心位置 X 1 が、前記磁石 9 が配設される径方向範囲 H 1 における径方向内側から 4 0 % の位置に設定されている。言い換えると、磁石 9 の径方向内側端部における径方向位置から締結孔 1 0 の中心位置 X 1 の径方向位置までの径方向距離 Y は、磁石 9 が配設される径方向範囲 H 1 の長さ (磁石 9 の径方向長さと同じ) の 4 0 % に設定されている。

【 0 0 4 9 】

ここで、締結孔 1 0 の前記中心位置 X 1 は、実験結果 (図 5 参照) より得た特徴に基づいて設定している。即ち、図 5 に示すように、締結孔 1 0 は、軸方向から見た中心位置 X 1 が、磁石 9 が配設される径方向範囲 H 1 における径方向内側から 2 7 % 以上で 5 2 % 以下の位置に設定されると、磁束の流れが良好となり、トルク T がほぼ最大で且つ回転数 N がほぼ最大に近い値となり、ひいては出力 S がほぼ最大に近い値 (最大の値の 9 9 % 以上) となる。又、締結孔 1 0 は、軸方向から見た中心位置 X 1 が、磁石 9 が配設される径方向範囲 H 1 における径方向内側から 3 6 % 以上で 4 1 % 以下の位置に設定されると、磁束の流れが更に良好となり、トルク T がほぼ最大で且つ回転数 N がほぼ最大の値となり、ひいては出力 S がほぼ最大の値 (ほぼ 1 0 0 %) となる。よって、本実施の形態では、締結孔 1 0 の前記中心位置 X 1 が、磁石 9 が配設される径方向範囲 H 1 における径方向内側から 3 6 % 以上で 4 1 % 以下の位置を満たす位置である 4 0 % の位置に設定されている。尚、図 5 には、出力 S とともにトルク T 及び回転数 N の特性をも図示したが、図 5 の縦軸の目盛り (9 9 % と 1 0 0 %) は出力 S のみに対するものである。

【 0 0 5 0 】

次に、上記第 1 の実施の形態の特徴的な作用効果を以下に記載する。

(1) ロータコア 8 の各収容孔 8 a における径方向外側端部及び径方向内側端部には、磁石 9 の周方向端部より周方向外側に延びるように周方向幅が広くされた周方向延設部 8 b , 8 c が形成されることでその部分で磁気抵抗が増加するため、磁石 9 の N 極から直ぐに自身の S 極に向かう漏れ磁束が低減される。

【 0 0 5 1 】

又、ロータコア 8 における各収容孔 8 a の周方向中心と対応した位置には、磁石 9 の周方向幅 (短手方向の幅) より小さい周方向幅で磁石 9 の径方向外側及び内側にそれぞれ当接すべく径方向内側及び外側にそれぞれ延びて該磁石 9 の径方向外側及び内側のそれぞれ

10

20

30

40

50

移動を規制する径方向規制部 8 d , 8 e が形成される。よって、磁石 9 の周方向幅全体で磁石 9 の径方向に当接するものに比べて更に磁気抵抗が増加するため、漏れ磁束が更に低減される。

【 0 0 5 2 】

更に、径方向規制部 8 d , 8 e は、ロータコア 8 の軸方向全体に形成されたものより径方向から見た断面積が小さくなるように形成され、ロータコア 8 の軸方向全体に形成されたものに比べて更に磁気抵抗が増加するため、漏れ磁束が更に低減される。これらの結果、埋込磁石型モータのロータ 2 における（ステータ 1 に対する）有効磁束が増加し、モータ効率を高くすることができる。

【 0 0 5 3 】

（ 2 ）ロータコア 8 は、径方向規制部 8 d , 8 e が形成された規制コアシート 1 1 と径方向規制部 8 d , 8 e が形成されていない非規制コアシート 1 2 を含むコアシートが軸方向に積層されてなるため、ロータコア 8 の軸方向全体に形成されたものより径方向から見た断面積が小さくなる径方向規制部 8 d , 8 e を簡単に得ることができる。

【 0 0 5 4 】

（ 3 ）ロータコア 8 は、規制コアシート 1 1 と非規制コアシートとが、1 枚ずつ交互に積層されてなるため、径方向規制部 8 d , 8 e が軸方向に等間隔に形成され磁石 9 と等間隔に当接される。よって、バランス良く（傾き等を防止しながら）磁石 9 の径方向の移動を規制することができる。

【 0 0 5 5 】

（ 4 ）締結孔 1 0 の中心位置 X 1 が、磁石 9 が配設される径方向範囲 H 1 における径方向内側から 3 6 % 以上で 4 1 % 以下の位置を満たす位置である 4 0 % の位置に設定されるため、磁束の流れが更に良好となり、出力 S をほぼ最大の値（図 5 参照、ほぼ 1 0 0 % ）とすることができる。

【 0 0 5 6 】

上記第 1 の実施の形態は、以下のように変更してもよい。

・上記第 1 の実施の形態では、ロータコア 8 は、規制コアシート 1 1 と非規制コアシートとが、1 枚ずつ交互に積層されてなるとしたが、これに限定されず、規制コアシート 1 1 と非規制コアシートとが複数枚ずつ交互に積層されてなるようにしてもよい。又、規制コアシート 1 1 と非規制コアシート 1 2 の数を異ならせてもよく、例えば、高速回転仕様の埋込磁石型モータとする場合等、2 枚の規制コアシート 1 1 と、1 枚の非規制コアシート 1 2 とを交互に積層して、磁石の径方向の移動を（実施の形態に比べて）強固に規制するようにしてもよい。

【 0 0 5 7 】

・上記第 1 の実施の形態では、ロータコア 8 は、規制コアシート 1 1 と非規制コアシートとが積層されてなるとしたが、ロータコア 8 の軸方向全体に形成されたものより径方向から見た断面積が小さい径方向規制部を有する構成となれば、他のコアシートを積層して構成してもよい。

【 0 0 5 8 】

例えば、図 6 及び図 7 に示すように変更してもよい。即ち、ロータコア 2 1（図 7 参照）は、他の部分より薄い径方向規制部 2 1 a , 2 1 b が形成された肉薄規制コアシート 2 2（図 6 参照）を含むコアシートが軸方向に積層されてなる。この例の肉薄規制コアシート 2 2 は、上記実施の形態の規制コアシート 1 1 における径方向規制部 8 d , 8 e の軸方向の厚さが薄くされたのみの形状である。又、この例の径方向規制部 2 1 a , 2 1 b 全体は、肉薄規制コアシート 2 2 の他の部分の半分の厚さに設定されている。そして、ロータコア 2 1 は、肉薄規制コアシート 2 2 のみが複数軸方向に積層されてなる。このようにしても、ロータコア 8 の軸方向全体に形成されたものより径方向から見た断面積が小さくなる径方向規制部 2 1 a , 2 1 b を簡単に得ることができる。尚、前記肉薄規制コアシート 2 2 における径方向規制部 2 1 a , 2 1 b をプレス工程にてプレス成形する方法を採用すると、径方向規制部 2 1 a , 2 1 b に圧縮応力を発生させながら、肉薄規制コアシート 2

10

20

30

40

50

2を簡単に得ることができる。

【0059】

又、上記別例(図6及び図7参照)では、径方向規制部21a, 21b全体が、肉薄規制コアシート22の他の部分の半分の厚さに設定されるとしたが、これに限定されず、径方向規制部21a, 21bの少なくとも一部が肉薄規制コアシート22の他の部分より薄ければ他の形状に変更してもよい。例えば、図8(a)に模式的に示すように、径方向の磁石9側に向かうほど薄くなる径方向規制部23に変更してもよい。又、例えば、図8(b)に模式的に示すように、径方向の中間に向かうほど厚い(薄くない)径方向規制部24に変更してもよい。又、例えば、図8(c)に模式的に示すように、径方向の中間に向かうほど薄い径方向規制部25に変更してもよい。尚、図8では、肉薄規制コアシート22の1枚のみを図示している。

10

【0060】

又、例えば、コアシートは、径方向外側のみ前記径方向規制部が形成された外側規制コアシートと径方向内側のみ前記径方向規制部が形成された内側規制コアシートを含むようにしてもよい。即ち、この例の外側規制コアシートは、例えば、上記実施の形態の規制コアシート11の径方向外側の径方向規制部8dが形成され、径方向内側の径方向規制部8eが形成されていない形状である。又、この例の内側規制コアシートは、例えば、上記実施の形態の規制コアシート11の径方向内側の径方向規制部8eが形成され、径方向外側の径方向規制部8dが形成されていない形状である。このようにしても、ロータコア8の軸方向全体に形成されたものより径方向から見た断面積が小さくなる径方向規制部を簡単に得ることができる。そして、例えば、ロータコアを、前記外側規制コアシートと前記内側規制コアシートとが1枚ずつ又は複数枚ずつ交互に積層されてなるものとしてもよく、このようにすると、径方向外側及び径方向内側で径方向規制部が軸方向に等間隔に形成され前記磁石と等間隔に当接される。よって、バランス良く(傾き等を防止しながら)磁石の径方向の移動を規制することができる。

20

【0061】

又、例えば、コアシートは、周方向に複数の前記積層前収容孔の内の少なくとも1つに前記径方向規制部が形成され且つ少なくとも1つに前記径方向規制部が形成されていない周方向一部規制コアシートを含むようにし、ロータコアは、収容孔の軸方向の一部に前記径方向規制部が配置されるようにコアシートが積層されてなるようにしてもよい。即ち、この例の周方向一部規制コアシートは、例えば、上記実施の形態の規制コアシート11の径方向規制部8d, 8eが、周方向に並ぶ積層前収容孔11aの1つおきに形成された形状である。このようにしても、ロータコア8の軸方向全体に形成されたものより径方向から見た断面積が小さくなる径方向規制部を簡単に得ることができる。そして、例えば、ロータコアを、前記周方向一部規制コアシートが1枚ずつ又は複数枚ずつ周方向に(例えば積層前収容孔11aの間隔分)ずらされて積層されてなるものとしてもよく、このようにすると、径方向規制部を軸方向に等間隔に形成することができ前記磁石と等間隔に当接させることができる。よって、バランス良く(傾き等を防止しながら)磁石の径方向の移動を規制することができる。

30

【0062】

又、勿論、上記した各コアシート(規制コアシート11、非規制コアシート12、肉薄規制コアシート22、外側規制コアシート、内側規制コアシート、及び周方向一部規制コアシート)等を組み合わせてロータコアを構成してもよい。

40

【0063】

(第2の実施の形態)

以下、本発明を具体化した第2の実施の形態を図9に従って説明する。図9に示すように、埋込磁石型回転電機としての埋込磁石型モータは、ステータ1とロータ31とを備える。尚、第2の実施の形態におけるステータ1は、上記第1の実施の形態のステータ1と同様であるため、同様の符号を付してその詳細な説明を省略する。

【0064】

50

ロータ31は、回転軸32と、回転軸32に対して固定されるロータコア33と、ロータコア33に形成された収容孔33a内に配設される磁石34とを備える。

詳述すると、ロータコア33は、コアシートが軸方向に複数積層されてなるものであって、その中心孔に前記回転軸32が圧入される略円筒形状に形成されている。そして、ロータコア33には、軸方向に貫通するとともに径方向に伸びる収容孔33aが周方向に複数（本実施の形態では10個）形成され、各収容孔33aに磁石34が収容保持されている。尚、前記磁石34は、軸方向から見て短手方向（収容孔33a内に配設された状態で周方向）に着磁された略直方体形状に形成されている。そして、周方向に隣り合う磁石34同士で周方向に対向する極が同じとされ、それらによって1つの磁極（S極又はN極）が構成されている。

10

【0065】

又、ロータコア33の各収容孔33aにおける径方向外側端部及び径方向内側端部には、磁石34の周方向端部より周方向外側に伸びるように周方向幅が広くされた周方向延設部33b, 33cが形成されている。

【0066】

又、ロータコア33における各収容孔33aの径方向外側の周方向中心と対応した位置には、磁石34の周方向幅（短手方向の幅）より小さい周方向幅で磁石34の径方向外側に当接すべく周方向延設部33bの径方向幅より大きく径方向内側に延びて磁石34の径方向外側への移動を規制する径方向規制部33dが形成されている。又、ロータコア33における各収容孔33aの径方向内側の周方向中心と対応した位置には、磁石34の周方向幅（短手方向の幅）より小さい周方向幅で磁石34の径方向内側に当接すべく周方向延設部33cの径方向幅より大きく径方向外側に延びて磁石34の径方向内側への移動を規制する径方向規制部33eが形成されている。尚、本実施の形態の各径方向規制部33d, 33eは、磁石34と当接する先端部33f, 33gの周方向幅が基端側の周方向幅と同じ（即ち周方向幅が径方向に沿って一定）とされている。又、径方向外側における径方向規制部33dと、径方向内側における径方向規制部33eとは、その先端部33f, 33gの周方向幅が同じとされている。

20

【0067】

又、本実施の形態のロータコア33を構成する各コアシートにおいても上記第1の実施の形態と同様に積層されて締結孔35となる積層前締結孔が形成されている。そして、本実施の形態における締結孔35においても、上記第1の実施の形態と同様に、軸方向から見た中心位置X2が、前記磁石34が配設される径方向範囲H2における径方向内側から40%の位置に設定されている。

30

【0068】

次に、上記第2の実施の形態の特徴的な作用効果を以下に記載する。

(1) ロータコア33の各収容孔33aにおける径方向外側端部及び径方向内側端部には、磁石34の周方向端部より周方向外側に伸びるように周方向幅が広くされた周方向延設部33b, 33cが形成されることでその部分で磁気抵抗が増加するため、磁石34のN極から直ぐに自身のS極に向かう漏れ磁束が低減される。

【0069】

又、各収容孔33aの周方向中心と対応した位置には、磁石34の周方向幅（短手方向の幅）より小さい周方向幅で磁石34の径方向外側及び内側にそれぞれ当接すべく周方向延設部33b, 33cの径方向幅より大きく径方向内側及び外側にそれぞれ延びて磁石34の径方向外側及び内側へのそれぞれ移動を規制する径方向規制部33d, 33eが形成される。よって、磁石34の周方向幅全体で磁石34の径方向に当接するものに比べて更に磁気抵抗が増加するため、漏れ磁束が更に低減される。これらの結果、埋込磁石型モータのロータ31における（ステータ1に対する）有効磁束が増加し、モータ効率を高くすることができる。

40

【0070】

(2) 締結孔35の中心位置X2が、磁石34が配設される径方向範囲H2における径

50

方向内側から36%以上で41%以下の位置を満たす位置である40%の位置に設定されるため、磁束の流れが更に良好となり、出力をほぼ最大の値(図5参照、ほぼ100%)とすることができる。

【0071】

上記第2の実施の形態は、以下のように変更してもよい。

・上記第2の実施の形態では、各径方向規制部33d, 33eは、磁石34と当接する先端部33f, 33gの周方向幅が基端側の周方向幅と同じ(即ち周方向幅が径方向に沿って一定)とされたとしたが、これに限定されず、周方向幅が径方向の位置によって異なるように変更してもよい。例えば、径方向規制部の少なくとも1つにおいて磁石と当接する先端部の周方向幅を基端側の周方向幅より小さくしてもよい。このようにすると、径方向規制部の全体の剛性の低下を抑制しながら、即ち径方向規制部の変形を抑制しながら、先端部の周方向幅が基端側の周方向幅と同じとされたものに比べて磁気抵抗の更なる増加、即ち漏れ磁束の更なる低減を図ることができる。

10

【0072】

具体的には、例えば、図10(a)に示すように、各径方向規制部41, 42において磁石34と当接する先端側を軸方向から見て曲線形状であって半円形状(R形状)とすることで、先端部41a, 42aの周方向幅を基端側の周方向幅より小さくしてもよい。尚、この例(図10(a)参照)では、径方向規制部41, 42(先端部41a, 42a)と磁石34とが点接触(軸方向に線接触)となる。又、例えば、図10(b)に示すように、径方向規制部41, 42(その先端部41b, 42b)が磁石34と複数点(この例では2点)で点接触(軸方向に線接触)するように、各径方向規制部41, 42において磁石34と当接する先端側を軸方向から見て曲線形状であって周方向に2つ(一对)の略半円形状(R形状)としてもよい。このようにすると、磁石34と接触する先端部41b, 42bの周方向幅を基端側の周方向幅より小さくして漏れ磁束の更なる低減を図りながらも磁石34を安定して支持することができる。尚、勿論、径方向規制部(先端部)は、磁石34と3点以上の複数点で点接触するように変更してもよい。

20

【0073】

又、例えば、図11に示すように、各径方向規制部43, 44において磁石34と当接する先端側をその先端部43a, 44aに向かうほど周方向幅が小さくなる略台形形状とすることで、先端部43a, 44aの周方向幅を基端側の周方向幅より小さくしてもよい。

30

【0074】

又、例えば、図12に示すように、各径方向規制部45, 46において磁石34と当接する先端側の周方向の一方を切り欠いた形状として先端部45a, 46aに向かうほど周方向幅が小さくなる略台形形状とすることで、先端部45a, 46aの周方向幅を基端側の周方向幅より小さくしてもよい。尚、この例(図12参照)では、径方向外側における径方向規制部45と径方向内側における径方向規制部46とで切り欠く側を同じ(共に、図12中、時計回り側)としている。

【0075】

又、例えば、図13に示すように、変更してもよい。この例では、まず上記別例(図12参照)と同様に、径方向規制部47, 48において磁石34と当接する先端側の周方向の一方を切り欠いた形状として先端部47a, 48aに向かうほど周方向幅が小さくなる略台形形状とすることで、先端部47a, 48aの周方向幅を基端側の周方向幅より小さくしている。そして、この例(図13参照)では、径方向外側における径方向規制部47の先端部47aの周方向幅が、径方向内側における径方向規制部48の先端部48aの周方向幅より大きくされている。このようにすると、例えば、ロータの回転時の磁石34の遠心力を受ける径方向外側において径方向規制部47の剛性を高くしながら、径方向内側の径方向規制部48において磁気抵抗の更なる増加、即ち漏れ磁束の更なる低減を図ることができる。即ち、このようにすると、遠心力が大きくなる高速回転型の埋込磁石型モータへの対応が容易となる。尚、この例(図13参照)では、径方向外側における径方向規

40

50

制部 47 の切り欠く側（図 13 中、反時計回り側）と径方向内側における径方向規制部 48 の切り欠く側（図 13 中、時計回り側）とを異なるようにしている。又、この例（図 13 参照）では、径方向外側及び径方向内側の各径方向規制部 47, 48 において先端部 47a, 48a の周方向幅を基端側の周方向幅より小さくするとしたが、径方向外側のみの径方向規制部の先端部の周方向幅を基端側の周方向幅と同じ（即ち周方向幅が径方向に沿って一定）としてもよい。このようにしても、径方向外側における径方向規制部の先端部の周方向幅を、径方向内側における径方向規制部 48 の先端部 48a の周方向幅より大きくすることができる。即ち、上記したように、例えば、ロータの回転時の磁石 34 の遠心力を受ける径方向外側において径方向規制部の剛性を高くしながら、径方向内側の径方向規制部 48 において磁気抵抗の更なる増加、即ち漏れ磁束の更なる低減を図ることができる。

10

【0076】

尚、上記した第 2 の実施の形態（図 9 参照）における構成及びその別例（図 10 ~ 図 13 参照等）における構成は、第 1 の実施の形態における構成と組み合わせてもよい。例えば、第 1 の実施の形態の径方向規制部 8d, 8e の径方向の突出量を周方向延設部 8b, 8c の径方向の幅（長さ）より大きく設定してもよい。

【0077】

・上記第 1 及び第 2 の実施の形態では、締結孔 10, 35 の中心位置 X1, X2 が、磁石 9, 34 が配設される径方向範囲 H1, H2 における径方向内側から 40% の位置に設定されるとしたが、これに限定されず、36% 以上で 41% 以下の他の位置に設定してもよい。又、締結孔 10, 35 の中心位置 X1, X2 を、磁石 9, 34 が配設される径方向範囲 H1, H2 における径方向内側から 27% 以上で 52% 以下（36% 以上で 41% 以下を除く）の位置に設定してもよい。このようにしても、磁束の流れが良好となり、出力 S をほぼ最大に近い値（最大の値の 99% 以上）とすることができる。

20

【0078】

・上記第 1 及び第 2 の実施の形態では、全ての收容孔 8a, 33a における径方向外側端部及び径方向内側端部に対して周方向延設部 8b, 8c, 33b, 33c や径方向規制部 8d, 8e, 33d, 33e が形成されるとしたが、それらは、一部の收容孔に対して形成してもよいし、径方向外側端部のみ又は径方向内側端部のみに形成してもよい。

【0079】

・上記第 1 及び第 2 の実施の形態では、ロータコア 8, 33 は、コアシートが軸方向に積層されてなるとしたが、これに限定されず、他の方法にて形成されるもの（例えば磁性粉体を焼結した焼結コア）としてもよい。

30

【0080】

・上記第 1 及び第 2 の実施の形態のティース 4 の数や收容孔 8a, 33a 及び磁石 9, 34 の数等は、他の数に変更してもよい。

上記各実施の形態から把握できる技術的思想について、以下にその効果とともに記載する。

【0081】

（イ）埋込磁石型回転電機の製造方法であって、前記肉薄規制コアシートにおける前記径方向規制部をプレス成形するプレス工程を備えたことを特徴とする。このようにすると、プレス工程にて、肉薄規制コアシートにおける前記径方向規制部がプレス成形されるので、径方向規制部に圧縮応力を発生させながら、肉薄規制コアシートを簡単に得ることができる。

40

【0082】

（ロ）前記径方向規制部の少なくとも 1 つは、前記磁石と当接する先端側がその先端部に向かうほど周方向幅が小さくなる略台形状とされたことを特徴とする。同構成によれば、径方向規制部の少なくとも 1 つは、磁石と当接する先端部に向かうほど周方向幅が小さくなる略台形状とされるため、前記磁石と当接する先端部の周方向幅が該先端部を有する径方向規制部の基端側の周方向幅より小さくされた径方向規制部を容易に得ることが

50

できる。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図1】第1の実施の形態における埋込磁石型モータのステータ及びロータの平面図。

【図2】(a)本実施の形態における規制コアシートの一部平面図。(b)本実施の形態における非規制コアシートの一部平面図。

【図3】本実施の形態におけるロータコアの分解斜視図。

【図4】本実施の形態におけるロータの断面図。

【図5】締結孔の中心位置 - 出力特性図。

【図6】別例における肉薄規制コアシートの一部斜視図。

【図7】別例におけるロータコアの一部斜視図。

【図8】(a)~(c)別例における径方向規制部を説明するための模式断面図。

【図9】第2の実施の形態における埋込磁石型モータのステータ及びロータの平面図。

【図10】(a)(b)別例におけるロータの一部拡大平面図。

【図11】別例におけるロータの一部拡大平面図。

【図12】別例におけるロータの一部拡大平面図。

【図13】別例におけるロータの一部拡大平面図。

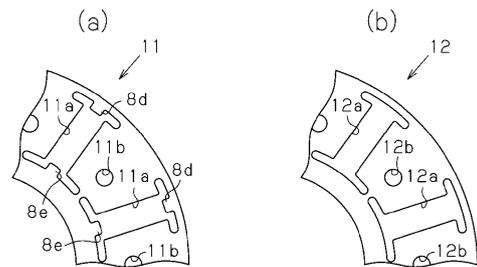
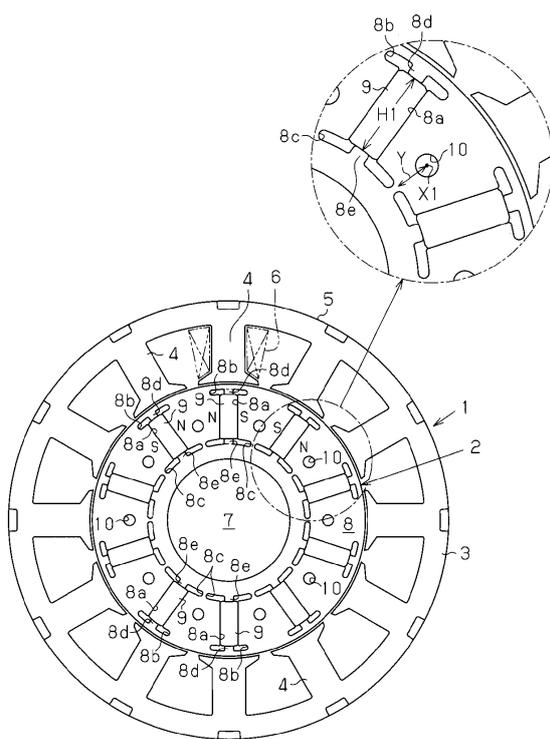
【符号の説明】

【0084】

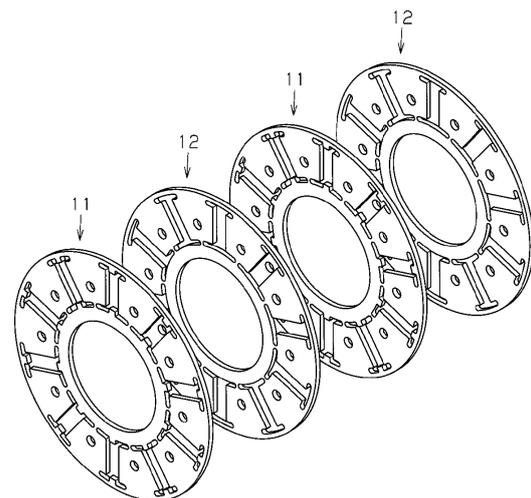
2, 31...ロータ、8, 21, 33...ロータコア、8a, 33a...收容孔、8b, 8c, 33b, 33c...周方向延設部、8d, 8e, 21a, 21b, 23~25, 33d, 33e, 41~48...径方向規制部、9, 34...磁石、10, 35...締結孔、11...規制コアシート、11a, 12a...積層前收容孔、11b, 12b...積層前締結孔、12...非規制コアシート、22...肉薄規制コアシート、41a~48a, 41b, 42b...先端部、X1, X2...中心位置、H1, H2...径方向範囲。

【図1】

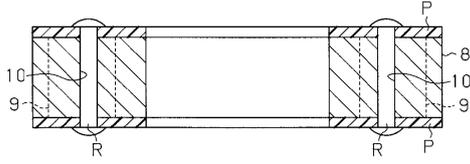
【図2】



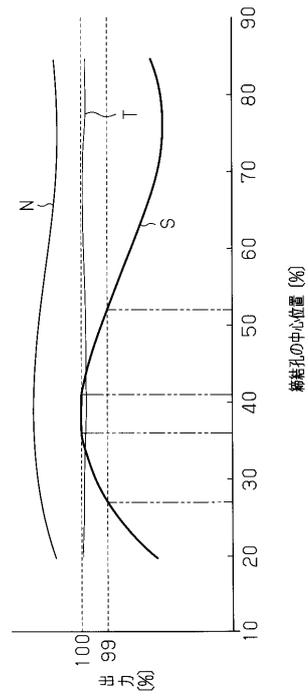
【図3】



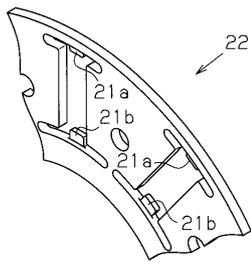
【図4】



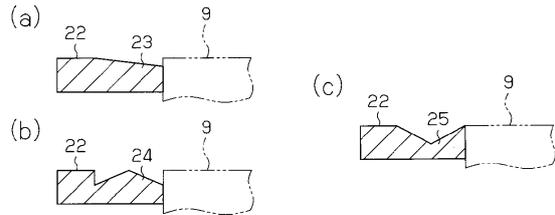
【図5】



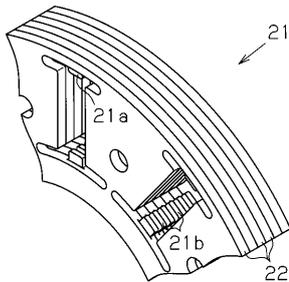
【図6】



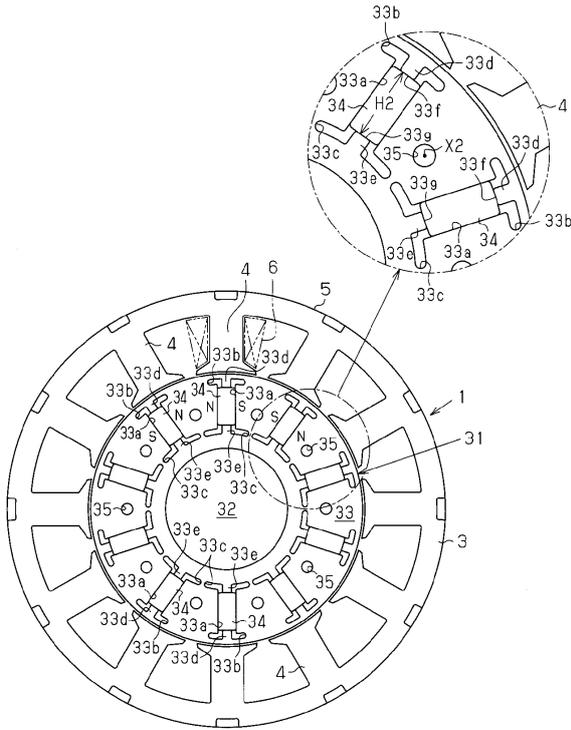
【図8】



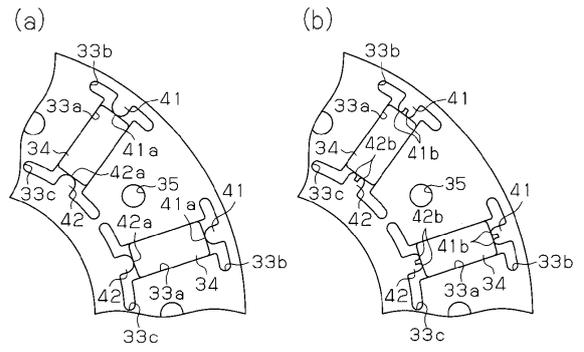
【図7】



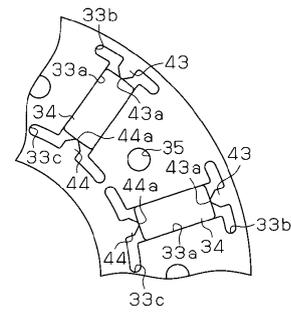
【 図 9 】



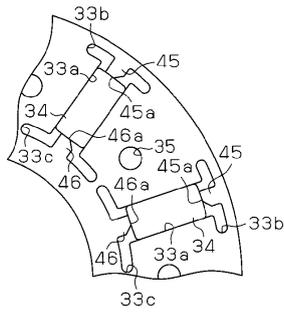
【 図 10 】



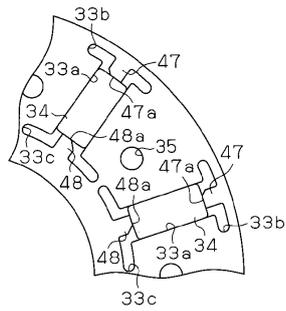
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 13 】



フロントページの続き

(72)発明者 横山 誠也
静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株式会社 内

審査官 森山 拓哉

(56)参考文献 特開平09-294344(JP,A)
特開2001-157396(JP,A)
特開2006-158008(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 1/00-1/34