(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2009-268338
(P2009-268338A)
(43)公開日　平成21年11月12日(2009.11.12)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02K 1/27	(2006.01)	H02K	1/27	501A	5H621
H02K 21/14	(2006.01)	H02K	1/27	501M	5H622
		H02K	21/14	M	

審査請求 未請求　請求項の数 9　ＯＬ　（全 15 頁）

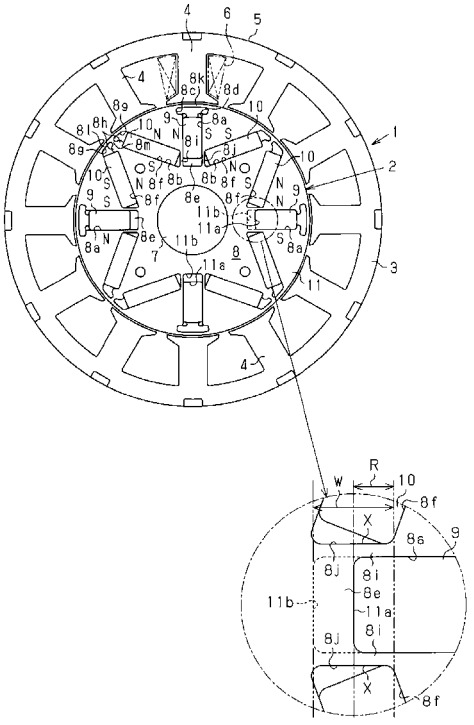
(21)出願番号　特願2008-286866 (P2008-286866)
(22)出願日　平成20年11月7日 (2008.11.7)
(31)優先権主張番号　特願2007-307368 (P2007-307368)
(32)優先日　平成19年11月28日 (2007.11.28)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)
(31)優先権主張番号　特願2008-97195 (P2008-97195)
(32)優先日　平成20年4月3日 (2008.4.3)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

(71)出願人　000101352
アスモ株式会社
静岡県湖西市梅田３９０番地
(74)代理人　100068755
弁理士　恩田　博宣
(74)代理人　100105957
弁理士　恩田　誠
(72)発明者　中山　孝博
静岡県湖西市梅田３９０番地　アスモ　株式会社内
(72)発明者　伊藤　博高
静岡県湖西市梅田３９０番地　アスモ　株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】埋込磁石型モータ

(57)【要約】
【課題】漏れ磁束を低減することができる埋込磁石型モータを提供する。
【解決手段】磁極数がＰ極となるロータコア８の収容孔は、略径方向に延びる径方向収容孔８ａと、径方向外側に凸となる略Ｖ字形状のＶ字収容孔８ｂ（一対の磁石収容部８ｆ）とが、それぞれＰ／２個形成されてなる。径方向収容孔８ａの磁石９と、その周方向の一方に隣り合う磁石収容部８ｆの磁石１０とで１つの磁極が構成され、径方向収容孔８ａの磁石９と、その周方向の他方に隣り合う磁石収容部８ｆの磁石１０とで異なる１つの磁極が構成される。コアシート１１における径方向収容孔８ａと対応したＰ／２個の積層前径方向収容孔は、磁石９の径方向内側への移動を規制すべく径方向内側に短い短孔１１ａと、該短孔１１ａより径方向内側に長い長孔１１ｂとからなり、ロータコア８は各径方向収容孔８ａの軸方向の一部に短孔１１ａが配置されるようにコアシート１１が積層されてなる。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
コアシートが軸方向に積層されてなり軸方向に貫通する収容孔が周方向に複数形成されたロータコアを有し、磁極数がＰ極となるように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モータであって、
前記収容孔は、略径方向に延びる径方向収容孔と、径方向外側に凸となる略Ｖ字形状のＶ字収容孔とが、それぞれＰ／２個形成されてなるとともにそれらが周方向に交互に形成されてなり、
前記磁石は、前記径方向収容孔内に配設されるとともに、前記Ｖ字収容孔のＶ字を形成する各直線に対応した各磁石収容部内にそれぞれ配設され、
前記径方向収容孔内に配設される前記磁石と、その周方向の一方に隣り合う前記磁石収容部内に配設される前記磁石とで１つの磁極が構成されるとともに、前記径方向収容孔内に配設される前記磁石と、その周方向の他方に隣り合う前記磁石収容部内に配設される前記磁石とで異なる１つの磁極が構成されるものであって、
前記コアシートにおける前記径方向収容孔と対応したＰ／２個の積層前径方向収容孔は、前記磁石の径方向内側への移動を規制すべく径方向内側に短い短孔と、該短孔より径方向内側に長い長孔とからなり、
前記ロータコアは、各前記径方向収容孔の軸方向の一部に前記短孔が配置されるように前記コアシートが積層されてなることを特徴とする埋込磁石型モータ。
【請求項２】
請求項１に記載の埋込磁石型モータにおいて、
前記短孔は、前記コアシートに１個のみ形成されたことを特徴とする埋込磁石型モータ。
【請求項３】
請求項１又は２に記載の埋込磁石型モータにおいて、
前記長孔の径方向内側端部は、前記ロータコアの軸中心からの距離が、同軸中心から前記磁石収容部の径方向内側端部までの距離以下に設定されたことを特徴とする埋込磁石型モータ。
【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モータにおいて、
前記短孔の径方向内側端部は、前記ロータコアの軸中心からの距離が、同軸中心から前記磁石収容部の径方向内側端部までの距離より大きく設定されたことを特徴とする埋込磁石型モータ。
【請求項５】
請求項４に記載の埋込磁石型モータにおいて、
前記磁石収容部の径方向内側端部は、軸方向から見て前記径方向収容孔の側部と略平行に対向する対向面を有するものであって、
前記短孔の径方向内側端部は、軸方向から見て該短孔の側部が前記対向面と対向するオーバーラップ長さＲが、前記対向面の長さをＷとして、
$0 < R \leqq W / 2$
を満たすように設定されたことを特徴とする埋込磁石型モータ。
【請求項６】
請求項１乃至５のいずれか１項に記載の埋込磁石型モータにおいて、
前記径方向収容孔の径方向外側端部には、軸方向から見た幅が該径方向収容孔内に配設される前記磁石の幅より大きく設定された大幅部が形成されるとともに、前記磁石の幅より小さく設定され前記磁石の径方向外側への移動を規制すべく前記大幅部の中間部で径方向内側に突出する内延突出部が形成されたことを特徴とする埋込磁石型モータ。
【請求項７】
請求項６に記載の埋込磁石型モータにおいて、
前記内延突出部は、前記ロータコアの軸方向の一部に形成されたことを特徴とする埋込

磁石型モータ。
【請求項８】
請求項７に記載の埋込磁石型モータにおいて、
前記コアシートにおける前記径方向収容孔と対応したＰ／２個の積層前径方向収容孔は、前記内延突出部が形成されたものと、前記内延突出部が形成されていないものとからなり、
前記ロータコアは、前記内延突出部が軸方向の一部に配設されるように前記コアシートが積層されてなることを特徴とする埋込磁石型モータ。
【請求項９】
請求項８に記載の埋込磁石型モータにおいて、
前記内延突出部は前記短孔に形成されたことを特徴とする埋込磁石型モータ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、埋込磁石型モータに関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来、埋込磁石型モータは、ロータコアに軸方向に貫通す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る。
そして、このような埋込磁石型モータとしては、例えば、特許文献１に開示されたものがある。この埋込磁石型モータにおけるロータコアの収容孔は、略径方向に延びる径方向収容孔と、径方向外側に凸となる略Ｖ字形状のＶ字収容孔とが、磁極数がＰ極に対して、それぞれＰ／２個形成されてなるとともにそれらが周方向に交互に形成されてなる。又、磁石は、前記径方向収容孔内に配設されるとともに、前記Ｖ字収容孔のＶ字を形成する各直線に対応した各磁石収容部内にそれぞれ配設される。そして、この埋込磁石型モータでは、径方向収容孔内に配設される磁石と、その周方向の一方に隣り合う磁石収容部内に配設される磁石とで１つの磁極が構成されるとともに、径方向収容孔内に配設される磁石と、その周方向の他方に隣り合う磁石収容部内に配設される磁石とで異なる１つの磁極が構成されるようになっている。
【特許文献１】特開２００７－１９５３９１号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
ところで、上記のような埋込磁石型モータのロータコアでは、径方向収容孔の径方向内側端部まで磁石が配置され、該径方向内側端部で磁石の径方向内側への移動を規制する構成となっている。しかしながら、径方向収容孔の径方向内側端部を構成する部分（ロータコアの一部）が磁気抵抗の小さい磁路を構成してしまうため、該部分での漏れ磁束が多いという問題がある。尚、このことは、埋込磁石型モータにおける有効磁束を減少させ高トルク化を阻害してしまう原因となる。
【０００４】
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モータを提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
請求項１に記載の発明では、コアシートが軸方向に積層されてなり軸方向に貫通する収容孔が周方向に複数形成されたロータコアを有し、磁極数がＰ極となるように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モータであって、前記収容孔は、略径方向に延びる径方向収容孔と、径方向外側に凸となる略Ｖ字形状のＶ字収容孔とが、それぞれＰ／２個形成されてなるとともにそれらが周方向に交互に形成されてなり、前記磁石は、前記径方向収容孔内に配設されるとともに、前記Ｖ字収容孔のＶ字を形成する各直線に

対応した各磁石収容部内にそれぞれ配設され、前記径方向収容孔内に配設される前記磁石と、その周方向の一方に隣り合う前記磁石収容部内に配設される前記磁石とで１つの磁極が構成されるとともに、前記径方向収容孔内に配設される前記磁石と、その周方向の他方に隣り合う前記磁石収容部内に配設される前記磁石とで異なる１つの磁極が構成されるものであって、前記コアシートにおける前記径方向収容孔と対応したＰ／２個の積層前径方向収容孔は、前記磁石の径方向内側への移動を規制すべく径方向内側に短い短孔と、該短孔より径方向内側に長い長孔とからなり、前記ロータコアは、各前記径方向収容孔の軸方向の一部に前記短孔が配置されるように前記コアシートが積層されてなる。

【０００６】

同構成によれば、径方向収容孔の軸方向の一部に短孔が配置されるため、該短孔の径方向外側端部で磁石の径方向内側への移動が規制される。そして、径方向収容孔の長孔が配置される部分では磁石の径方向内側への移動が規制されないものの長孔の径方向内側端部が磁石と（空隙を介して）離間するため、該部分での磁気抵抗が大きくなり（磁路が遠くなり）、漏れ磁束を低減することができる。尚、コアシートに例えば打ち抜き加工等で短孔と長孔とを形成することは（例えば、磁石の径方向内側への移動を規制するための小さい突出部を形成する場合に比べて）容易であるため、その製造は容易である。

【０００７】

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モータにおいて、前記短孔は、前記コアシートに１個のみ形成された。

同構成によれば、磁気抵抗を小さくしてしまう短孔をコアシートに１個としたため、全体的に磁気抵抗が最も大きくなり、漏れ磁束を最も低減することができる。

【０００８】

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モータにおいて、前記長孔の径方向内側端部は、前記ロータコアの軸中心からの距離が、同軸中心から前記磁石収容部の径方向内側端部までの距離以下に設定された。

【０００９】

同構成によれば、径方向内側で磁石収容部と径方向収容孔との間に形成されることになる磁路が、少なくとも長孔が配置される部分で細くなり、該部分での漏れ磁束を低減することができる。

【００１０】

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モータにおいて、前記短孔の径方向内側端部は、前記ロータコアの軸中心からの距離が、同軸中心から前記磁石収容部の径方向内側端部までの距離より大きく設定された。

【００１１】

同構成によれば、径方向収容孔内に配設される磁石の径方向内側端部は、前記ロータコアの軸中心からの距離が、同軸中心から前記磁石収容部の径方向内側端部までの距離より大きくなるため、径方向収容孔内に配設した状態で着磁を行う際に磁石収容部内に配設された磁石の影響を受け難く、容易且つ良好に着磁することができる。よって、磁石の無駄を少なくすることができる。

【００１２】

請求項５に記載の発明では、請求項４に記載の埋込磁石型モータにおいて、前記磁石収容部の径方向内側端部は、軸方向から見て前記径方向収容孔の側部と略平行に対向する対向面を有するものであって、前記短孔の径方向内側端部は、軸方向から見て該短孔の側部が前記対向面と対向するオーバーラップ長さＲが、前記対向面の長さをＷとして、０＜Ｒ≦Ｗ／２を満たすように設定された。

【００１３】

同構成によれば、前記磁石収容部の径方向内側端部は、軸方向から見て前記径方向収容孔の側部と略平行に対向する対向面を有するものであるため、磁石収容部の径方向内側（対向面）と径方向収容孔との間に形成される内側ブリッジ部（磁路）の軸方向から見た幅が径方向に沿って一定とされる。よって、内側ブリッジ部（磁路）の軸方向から見た幅を

均等に細くすることができ、該部分での漏れ磁束を更に低減することができる。しかも、短孔の径方向内側端部は、軸方向から見て該短孔の側部が対向面と対向するオーバーラップ長さＲが、対向面の長さをＷとして、０＜Ｒ≦Ｗ／２を満たすように設定されるため、着磁率が大きくなり（図４参照）、更に磁石の無駄を少なくすることができる。

【００１４】

請求項６に記載の発明では、請求項１乃至５のいずれか１項に記載の埋込磁石型モータにおいて、前記径方向収容孔の径方向外側端部には、軸方向から見た幅が該径方向収容孔内に配設される前記磁石の幅より大きく設定された大幅部が形成されるとともに、前記磁石の幅より小さく設定され前記磁石の径方向外側への移動を規制すべく前記大幅部の中間部で径方向内側に突出する内延突出部が形成された。

【００１５】

同構成によれば、径方向収容孔の径方向外側端部には、軸方向から見た幅が径方向収容孔内に配設される磁石の幅より大きく設定された大幅部が形成されるため、該部分で磁気抵抗が増加し（磁路が遠くなり）、漏れ磁束を低減することができる。

【００１６】

しかも、径方向収容孔の径方向外側端部には、前記磁石の幅より小さく設定され前記磁石の径方向外側への移動を規制すべく大幅部の中間部で径方向内側に突出する内延突出部が形成されるため、磁石の径方向外側への移動を規制しながら、従来（後述する周方向突出部を備えたもの）に比べて高効率化を図ることができる。詳しくは、径方向収容孔の大幅部より径方向内側に周方向（径方向の直交方向）に突出する周方向突出部を形成して磁石の径方向外側への移動を規制した従来の場合では、周方向突出部によって大幅部直近の径方向外側位置まで磁石を配置することができないが、径方向外側から径方向内側に突出する内延突出部にて磁石の径方向外側への移動を規制するため、大幅部直近の前記周方向突出部に該当する部分にも磁石を配置することができる。又、従来の前記周方向突出部同士は、周方向に当接しない（隙間を有する）ものの磁石の磁極面（周方向端面）同士を近づけ合い漏れ磁束の増加を推進させる作用があるが、前記内延突出部は磁石の幅より小さく設定されることから、漏れ磁束を低減することが可能となる。これらのことから、従来（周方向突出部を備えたもの）に比べて、高効率化を図ることができる。

【００１７】

請求項７に記載の発明では、請求項６に記載の埋込磁石型モータにおいて、前記内延突出部は、前記ロータコアの軸方向の一部に形成された。

同構成によれば、内延突出部は、空隙に比べて磁気抵抗を小さくしてしまうが、ロータコアの軸方向の一部に形成されるため、軸方向全体に形成されるものに比べて全体として磁気抵抗が大きくなり、更に漏れ磁束を低減することができる。

【００１８】

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モータにおいて、前記コアシートにおける前記径方向収容孔と対応したＰ／２個の積層前径方向収容孔は、前記内延突出部が形成されたものと、前記内延突出部が形成されていないものとからなり、前記ロータコアは、前記内延突出部が軸方向の一部に配設されるように前記コアシートが積層されてなる。

【００１９】

同構成によれば、請求項７に記載の構成を簡単に得ることができる。又、同構成によれば、例えば、１種類のコアシートによって請求項７に記載の構成を更に簡単に得ることができる。

【００２０】

請求項９に記載の発明では、請求項８に記載の埋込磁石型モータにおいて、前記内延突出部は前記短孔に形成された。

同構成によれば、磁石は、軸方向の同じ位置で内延突出部と短孔の径方向外側端部（内側規制部）とによって径方向外側及び内側への移動が規制されるため、バランス良く保持される。

【発明の効果】
【００２１】
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モータを提供することができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２２】
以下、本発明を具体化した一実施の形態を図１～３に従って説明する。図１に示すように、埋込磁石型モータは、ステータ１とロータ２とを備える。
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延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。
【００２３】
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（径方向収容孔８ａ及びＶ字収容孔８ｂ）内に配設される磁石９，１０とを備える。尚、ロータ２における磁極数はＰ極であって本実施の形態では８極に設定されている。又、本実施の形態におけるロータ２（ロータコア８）の直径は、３０ｍｍに設定されている。
【００２４】
ロータコア８は、コアシート１１（図２参照）が軸方向に積層される（図３参照）ことで略円筒状に形成され、その中心孔に回転軸７が嵌着され、ステータ１の内側に回転可能に支持される。又、ロータコア８において磁石９，１０を内部に収容すべく軸方向に貫通する収容孔は、径方向に延びる径方向収容孔８ａと、径方向外側に凸となる略Ｖ字形状のＶ字収容孔８ｂとが、それぞれＰ／２個であって本実施の形態では（８／２＝）４個ずつ形成されてなるとともにそれらが周方向に交互であって等角度間隔に形成されてなる。
【００２５】
径方向収容孔８ａの径方向外側端部には、軸方向から見た（径方向の直交方向の）幅が他の部分（径方向収容孔８ａ内に配設される前記磁石９の幅）より大きく設定された大幅部８ｃが軸方向全体に（貫通するように）形成されている。又、径方向収容孔８ａの径方向外側において大幅部８ｃの径方向内側には、磁石９の径方向外側への移動を規制すべく軸方向から見た（径方向の直交方向の）幅が他の部分より小さくなるように周方向（径方向の直交方向）に突出した周方向突出部８ｄ（図３参照）が軸方向の一部に（コアシート１１の３枚置きに）形成されている。この周方向突出部８ｄは、周方向両側から一対、同じ量（互いに当接しない量）だけ突出して形成されている。
【００２６】
又、径方向収容孔８ａの径方向内側端部には、磁石９の径方向内側への移動を規制すべく径方向外側に突出した内側規制部８ｅ（図３参照）が軸方向の一部に（コアシート１１の３枚置きに）形成されている。
【００２７】
Ｖ字収容孔８ｂは、そのＶ字を形成する２つの直線に対応した一対の磁石収容部８ｆを備える。本実施の形態の一対の磁石収容部８ｆは、径方向外側ほど周方向の間隔が近くなるが径方向外側端部でも互いに連通しないようにそれぞれ独立した（軸方向に貫通する）孔として形成されている。又、Ｖ字収容孔８ｂの径方向外側端部、即ち各磁石収容部８ｆの径方向外側端部には、前記磁石１０が配置されないＶ字側空隙８ｇが形成されている。本実施の形態のＶ字側空隙８ｇは、軸方向から見た幅が他の部分（磁石１０を収容する部分）と略同じとなるように形成されている。又、磁石収容部８ｆの径方向外側においてＶ字側空隙８ｇの径方向内側には、磁石１０の径方向外側（Ｖ字側空隙８ｇ）への移動を規制すべく軸方向から見た幅が他の部分より小さくなるように突出した突出部８ｈが形成されている。この突出部８ｈは、一対の磁石収容部８ｆの対向する側からそれぞれ離間する

側へ同じ量だけ突出して形成されている。

【００２８】

又、本実施の形態における磁石収容部８ｆの径方向内側端部は、軸方向から見て、径方向収容孔８ａの側部、詳しくは径方向収容孔８ａの径方向内側において径方向の直交方向を向いた辺（内側規制部８ｅを除く内壁面）と略平行に対向する対向面Ｘを有するように形成されている。これにより、磁石収容部８ｆの径方向内側（対向面Ｘ）と径方向収容孔８ａとの間に形成される内側ブリッジ部８ｉの軸方向から見た幅は径方向に沿って一定となるように形成されている。尚、これは、磁石収容部８ｆの径方向内側端部に軸方向から見て略三角形状の延設部８ｊが延設されることで実現されている。尚、上記形状のロータコア８には、径方向収容孔８ａの径方向外側（大幅部８ｃ）とロータコア８の外周面との間に外側ブリッジ部８ｋが形成され、磁石収容部８ｆの径方向外側（Ｖ字側空隙８ｇ）とロータコア８の外周面との間に外側ブリッジ部８ｌが形成されることになる。又、上記形状のロータコア８には、一対の磁石収容部８ｆ間における径方向外側に径方向に延びる（前記外側ブリッジ部８ｌと繋がる）収容部間ブリッジ部８ｍが形成されることになる。

【００２９】

ここで、図２に示すように、上記したロータコア８を構成するコアシート１１における前記径方向収容孔８ａと対応したＰ／２個の積層前径方向収容孔は、前記磁石９の径方向内側への移動を規制すべく径方向内側に短い（即ち内側規制部８ｅに対応した）短孔１１ａと、該短孔１１ａより径方向内側に長い長孔１１ｂとからなる。又、本実施の形態では、前記周方向突出部８ｄが短孔１１ａにのみ形成されている。又、本実施の形態では、短孔１１ａは、コアシート１１に１個のみ形成されている。即ち、本実施の形態では、長孔１１ｂは、コアシート１１に３個形成されている。

【００３０】

又、本実施の形態における前記長孔１１ｂの径方向内側端部は、ロータコア８の軸中心からの距離が、同軸中心から前記磁石収容部８ｆ（積層前磁石収容部１１ｃ）の径方向内側端部までの距離以下であって、略同じに設定されている。

【００３１】

又、本実施の形態における前記短孔１１ａの径方向内側端部は、ロータコア８の軸中心からの距離が、同軸中心から前記磁石収容部８ｆ（積層前磁石収容部１１ｃ）の径方向内側端部までの距離より大きく設定されている。詳しくは、本実施の形態の短孔１１ａの径方向内側端部は、図１に示すように、軸方向から見て該短孔１１ａの側部（径方向の直交方向を向いた内壁面）が前記対向面Ｘと対向するオーバーラップ長さＲが、前記対向面Ｘの長さをＷとして、０＜Ｒ≦Ｗ／２を満たすように、本実施の形態ではＲ＝Ｗ／２を満たすように設定されている。具体的には、本実施の形態の対向面Ｘの長さＷは２ｍｍであって、オーバーラップ長さＲは１ｍｍとなるように設定されている。

【００３２】

そして、本実施の形態のロータコア８は、前記コアシート１１が軸中心に１枚ずつ３６０°／（Ｐ／２）であって、本実施の形態では９０°ずつ回転されながら多数枚積層されてなる。

【００３３】

そして、前記径方向収容孔８ａ内と前記磁石収容部８ｆ内には、それぞれ略直方体形状の磁石９，１０が配設される。尚、本実施の形態の磁石９，１０は、径方向収容孔８ａ及び磁石収容部８ｆ内への挿入し易さを考慮して径方向収容孔８ａ及び磁石収容部８ｆ内に配設された後に着磁が行われている。

【００３４】

上記のように構成されるロータ２では、径方向収容孔８ａ内に配設される磁石９と、その周方向の一方（図１中、時計回り方向）に隣り合う磁石収容部８ｆ内に配設される磁石１０とで１つの磁極（例えばＳ極）が構成されるとともに、径方向収容孔８ａ内に配設される磁石９と、その周方向の他方（図１中、反時計回り方向）に隣り合う磁石収容部８ｆ内に配設される磁石１０とで異なる１つの磁極（例えばＮ極）が構成されている。

【００３５】
次に、上記実施の形態の特徴的な作用効果を以下に記載する。
（１）径方向収容孔８ａの軸方向の一部に短孔１１ａ（即ち内側規制部８ｅ）が配置されるため、該短孔１１ａの径方向外側端部で磁石９の径方向内側への移動が規制される。そして、径方向収容孔８ａの長孔１１ｂが配置される部分では磁石９の径方向内側への移動が規制されないものの長孔１１ｂの径方向内側端部が磁石９と（空隙を介して）径方向に離間するため、該部分での磁気抵抗が大きくなり（磁路が遠くなり）、漏れ磁束を低減することができる。尚、コアシート１１に例えば打ち抜き加工等で短孔１１ａと長孔１１ｂとを形成することは（例えば、磁石９の径方向内側への移動を規制するための小さい突出部等を形成する場合に比べて）容易であるため、その製造は容易である。
【００３６】
（２）磁気抵抗を小さくしてしまう短孔１１ａをコアシート１１に１個としたため、（２個以上とした場合に比べて）全体的に磁気抵抗が最も大きくなり、漏れ磁束を最も低減することができる。
【００３７】
（３）長孔１１ｂの径方向内側端部は、ロータコア８の軸中心からの距離が、同軸中心から磁石収容部８ｆ（積層前磁石収容部１１ｃ）の径方向内側端部までの距離以下であって、略同じに設定される。このようにすると、径方向内側で磁石収容部８ｆと径方向収容孔８ａとの間に形成されることになる磁路（内側ブリッジ部８ｉ）が、少なくとも長孔１１ｂが配置される部分で細くなり、該部分での漏れ磁束を低減することができる。
【００３８】
（４）短孔１１ａの径方向内側端部、即ち、径方向収容孔８ａ内に配設される磁石９の径方向内側端部は、ロータコア８の軸中心からの距離が、同軸中心から磁石収容部８ｆ（積層前磁石収容部１１ｃ）の径方向内側端部までの距離より大きく設定される。このようにすると、径方向収容孔８ａ内に配設した状態で着磁を行う際に磁石収容部８ｆ内に配設された磁石１０の影響を受け難く、容易且つ良好に着磁することができる。よって、磁石９の無駄を少なくすることができる。このことは、実験によって、径方向収容孔内に配設される磁石の径方向内側端部とロータコアの軸中心からの距離が、同軸中心から磁石収容部の径方向内側端部までの距離と略等しい場合に、磁石の径方向内側端部で着磁不良（磁石の無駄）が発生したことから導き出している。
【００３９】
詳しくは、本実施の形態では、まず磁石収容部８ｆの径方向内側端部は、軸方向から見て径方向収容孔８ａの側部（径方向の直交方向を向いた内壁面）と略平行に対向する対向面Ｘを有するものであるため、磁石収容部８ｆの径方向内側（対向面Ｘ）と径方向収容孔８ａとの間に形成される内側ブリッジ部８ｉ（磁路）の軸方向から見た幅（内側規制部８ｅを除いた幅）が径方向に沿って一定とされる。よって、内側ブリッジ部８ｉ（磁路）の軸方向から見た幅を均等に細くすることができ、該部分での漏れ磁束を更に低減することができる。
【００４０】
そして、実験によって、短孔１１ａの側部（径方向の直交方向を向いた内壁面）が対向面Ｘと対向するオーバーラップ長さＲに対する着磁率を測定した結果、対向面Ｘの長さをＷとして、図４に示すように、０＜Ｒ≦Ｗ／２を満たせば、着磁率が大きくなることが分かった。そこで、本実施の形態では、短孔１１ａの径方向内側端部は、軸方向から見て該短孔１１ａの側部（径方向の直交方向を向いた内壁面）が前記対向面Ｘと対向するオーバーラップ長さＲが、前記対向面Ｘの長さをＷとして、０＜Ｒ≦Ｗ／２（本実施の形態ではＲ＝Ｗ／２）を満たすように設定した。よって、着磁率が大きくなり（図４参照）、更に磁石９の無駄を少なくすることができる。
【００４１】
（５）ロータコア８は、コアシート１１が軸中心に１枚ずつ３６０°／（Ｐ／２）であって、本実施の形態では９０°ずつ回転されながら多数枚積層されてなる。このようにす

ると、コアシート１１を３６０°／（Ｐ／２）ずつ回転させながら積層するという動作が一定なので容易に製造することができ、例えば、自動化が容易となる。又、コアシート１１を多数枚積層すると、短孔１１ａ（即ち内側規制部８ｅ）が軸方向に定期的（本実施の形態ではコアシート１１の３枚置き）に存在し、磁石９の径方向内側への移動が軸方向に定期的に規制されるため、磁石９をバランス良く支持することができる。

【００４２】

上記実施の形態は、以下のように変更して実施してもよい。

・上記実施の形態では、短孔１１ａは、コアシート１１に１個のみ形成されるとしたが、これに限定されず、コアシート１１に短孔１１ａを２個以上形成してもよい。尚、この場合、コアシート１１に形成される長孔１１ｂは、（Ｐ／２）個から短孔１１ａの数を引き算した数となる。又、この場合、短孔１１ａ（即ち内側規制部８ｅ）をロータコアにおいて軸方向に定期的に存在するように配置することが望ましい。例えば、短孔１１ａと長孔１１ｂをそれぞれ周方向に２個連続して形成した場合、短孔１１ａ（即ち内側規制部８ｅ）がロータコアにおいて軸方向に定期的に存在するように、コアシートを１８０°ずつ回転させながら多数枚積層してもよいし、コアシートを１枚ずつ表裏に反転させながら多数枚積層してもよい。又、勿論、上記実施の形態を含めて、短孔１１ａ（即ち内側規制部８ｅ）をロータコアにおいて軸方向に不定期的に存在するように配置してもよい。

【００４３】

・上記実施の形態では、長孔１１ｂの径方向内側端部は、ロータコア８の軸中心からの距離が、同軸中心から磁石収容部８ｆ（積層前磁石収容部１１ｃ）の径方向内側端部までの距離以下であるとしたが、これに限定されず、同軸中心から磁石収容部８ｆ（積層前磁石収容部１１ｃ）の径方向内側端部までの距離より大きく設定してもよい。

【００４４】

・上記実施の形態では、短孔１１ａの径方向内側端部は、ロータコア８の軸中心からの距離が、同軸中心から磁石収容部８ｆ（積層前磁石収容部１１ｃ）の径方向内側端部までの距離より大きく設定されるとしたが、これに限定されず、同軸中心から磁石収容部８ｆ（積層前磁石収容部１１ｃ）の径方向内側端部までの距離以下に設定してもよい。

【００４５】

又、上記実施の形態では、オーバーラップ長さＲが、前記対向面Ｘの長さをＷとして、Ｒ＝Ｗ／２を満たすように設定したが、０＜Ｒ≦Ｗ／４を満たすように設定してもよい。このようにすると、実験結果（図４参照）より、着磁率が略最大となり（図４参照）、更に磁石９の無駄を少なくすることができる。

【００４６】

・上記実施の形態では、周方向突出部８ｄがコアシート１１における短孔１１ａにのみ形成され、短孔１１ａ（内側規制部８ｅ）と同様にロータコア８の軸方向の一部に（コアシート１１の３枚置きに）形成されるとしたが、これに限定されず、他の構成に変更してもよい。例えば、磁石９の径方向外側への移動を規制するための周方向突出部８ｄを、コアシート１１の全ての積層前径方向収容孔（短孔１１ａ及び長孔１１ｂ）に形成して、ロータコア８の軸方向の全てに形成してもよい。

【００４７】

・上記実施の形態では、Ｖ字収容孔８ｂを構成する一対の磁石収容部８ｆは、径方向外側端部が互いに連通しないようにそれぞれ独立した（軸方向に貫通する）孔として形成されるとしたが、これに限定されず、磁石収容部８ｆの径方向外側同士を連通する頂部を有するように（１つの繋がった孔として）形成してもよい。

【００４８】

・上記実施の形態では、磁石収容部８ｆの径方向内側と径方向収容孔８ａとの間に形成される内側ブリッジ部８ｉの軸方向から見た幅が径方向に沿って一定とされるとしたが、これに限定されず、内側ブリッジ部８ｉの軸方向から見た幅が径方向に沿って変化するように変更してもよい。例えば、上記実施の形態の延設部８ｊを形成しなくてもよい。

【００４９】

・上記実施の形態では、ロータコア８は、コアシート１１が軸中心に１枚ずつ回転されながら積層されてなるとしたが、これに限定されず、他の方法（構造）で略同様のロータコアを構成してもよい。例えば、コアシート１１を、複数枚毎に回転させながら積層してもよい。このようにすると、コアシート１１を回転させる回数が減るため、その製造が容易となる。

【００５０】

・上記実施の形態では、１種類のコアシート１１にてロータコア８を構成したが、これに限定されず、複数種類の（例えば、短孔１１ａの数が異なる）コアシートにてロータコアを構成してもよい。

【００５１】

・上記実施の形態では、磁石収容部８ｆは、軸方向から見て直線状であってその幅が一定とされ、磁石収容部８ｆ内に配設される磁石１０は、略直方体形状とされるとしたが、これに限定されず、磁石収容部及び磁石の軸方向から見た形状や幅等を変更してもよい。即ち、Ｖ字収容孔の略Ｖ字形状とは、Ｖ字を形成する各直線（一対の直線）がそれぞれ湾曲しているものや、直線の幅が一定ではないもの等を含む形状であって、Ｖ字収容孔のＶ字を形成する各直線に対応した各磁石収容部は、前記直線に対して湾曲しているものや、幅が一定とされていないものを含む。

【００５２】

・上記実施の形態の磁石９，１０及びロータコア８を軸方向に分割し、それらを周方向にずらして配設してもよい。このようにすると、ステータ１とロータ２間での急激な磁束の流れ（変化）を更に低減することができコギングトルク及びトルクリップルを更に低減することができる。

【００５３】

・上記実施の形態のティース４の数や磁極数（磁石９，１０）の数等は、他の数に変更してもよい。

・上記実施の形態では、径方向収容孔８ａの大幅部８ｃより径方向内側に、周方向（径方向の直交方向）に突出する周方向突出部８ｄを形成して磁石９の径方向外側への移動を規制したが、これに限定されず、他の構成で磁石９の径方向外側への移動を規制してもよい。

【００５４】

例えば、図５～図８に示すように、ロータコア８（コアシート１１）に前記周方向突出部８ｄを形成せずに、径方向収容孔８ａ（大幅部８ｃ）の径方向外側端部に、前記磁石９の幅より小さく設定され磁石９の径方向外側への移動を規制すべく大幅部８ｃの周方向の中間部で径方向内側に突出する内延突出部８ｎを形成してもよい。この例（図５～図８参照）では、内延突出部８ｎは、図７に示すように、ロータコア８の軸方向の一部に（コアシート１１の３枚置きに）形成されている。又、この例の内延突出部８ｎの（径方向直交方向の）幅は、磁石９の幅（径方向収容孔８ａの他の部分の幅）の１／２以下であって、約１／３に設定されている。又、この例の内延突出部８ｎの（径方向の）長さは、前記大幅部８ｃの径方向の長さと同じに設定され、これにより、内延突出部８ｎの先端位置が大幅部８ｃの径方向内側位置と径方向に一致するように設定されている。

【００５５】

又、この例のコアシート１１は、図６に示すように、上記実施の形態の周方向突出部８ｄの換わりに内延突出部８ｎが形成された形状であって、内延突出部８ｎは短孔１１ａにのみ形成されている。そして、この例のロータコア８は、前記コアシート１１（図６参照）が軸中心に１枚ずつ３６０°／（Ｐ／２）であって、９０°ずつ回転されながら多数枚積層されてなり、前記径方向収容孔８ａ内と前記磁石収容部８ｆ内には、それぞれ略直方体形状の磁石９，１０が配設される。尚、この例の磁石９（図５参照）は、上記実施の形態のものに比べて長いものとなっている。

【００５６】

即ち、上記実施の形態では周方向突出部８ｄによって大幅部８ｃ直近の径方向外側位置

まで磁石９を配置することができないが、この例（図５～図８参照）では、径方向外側から径方向内側に突出する内延突出部８ｎにて磁石９の径方向外側への移動を規制するため、大幅部８ｃ直近の前記周方向突出部８ｄに該当する部分にも磁石９を配置することができる。又、上記実施の形態の周方向突出部８ｄ同士は、周方向に当接しない（隙間を有する）ものの磁石９の磁極面（周方向端面）同士を近づけ合い漏れ磁束の増加を推進させる作用があるが、内延突出部８ｎは磁石９の幅より小さく設定されることから、漏れ磁束を低減することが可能となる。これらのことから、上記実施の形態（周方向突出部８ｄを備えたもの）に比べて、高効率化を図ることができる。

【００５７】

又、内延突出部８ｎは、空隙に比べて磁気抵抗を小さくしてしまうが、ロータコア８の軸方向の一部に形成されるため、軸方向全体に形成されるものに比べて全体として磁気抵抗が大きくなり、更に漏れ磁束を低減することができる。又、内延突出部８ｎは短孔１１ａに形成され、磁石９は、軸方向の同じ位置で内延突出部８ｎと短孔１１ａの径方向外側端部（内側規制部８ｅ）とによって径方向外側及び内側への移動が規制されるため、バランス良く保持される。

【００５８】

尚、この例（図５～図８）の埋込磁石型モータは、径方向収容孔８ａ内の磁石９の磁束流出面（又は流入面）がＶ字収容孔８ｂ（磁石収容部８ｆ）内の磁石１０の磁束流出面（又は流入面）と対向する長さ、即ち磁石９の径方向長さから前記内側ブリッジ部８ｉと対向した部分の長さを引き算した長さ（以下、露出長さと言う）が４．７５ｍｍに設定されている。これに対して、上記実施の形態のように周方向突出部８ｄを備えたものでは、周方向突出部８ｄの径方向長さを０．５ｍｍとして、径方向収容孔８ａ内の磁石９の露出長さが４．２５ｍｍとなる。そして、この例の埋込磁石型モータと、上記実施の形態の（上記した周方向突出部８ｄを備えた）埋込磁石型モータとでは、この例の埋込磁石型モータの同一電流に対する発生トルクが上記実施の形態のものより４％高いという実験結果が得られた。又、この例の埋込磁石型モータと、上記実施の形態の（上記した周方向突出部８ｄを備えた）埋込磁石型モータとでは、この例の埋込磁石型モータのコギングトルクが上記実施の形態のものより２７％低いという実験結果が得られた。又、この例の埋込磁石型モータと、上記実施の形態の（上記した周方向突出部８ｄを備えた）埋込磁石型モータとでは、この例の埋込磁石型モータのトルクリップルが上記実施の形態のものより７％低いという実験結果が得られた。

【００５９】

又、この例（図５～図８参照）では、１種類のコアシート１１（図６参照）によって内延突出部８ｎがロータコア８の軸方向の一部（コアシート１１の３枚置き）に形成される構成を得たが、これに限定されず、内延突出部８ｎをロータコア８の軸方向全体に形成してもよいし、他の構成によって内延突出部８ｎがロータコア８の軸方向の一部に形成される構成を得てもよい。

【００６０】

例えば、上記別例（図５～図８参照）に、図９に示すコアシート１２を追加して、内延突出部８ｎがロータコア８の軸方向の一部（コアシート１１の７枚置き）に形成される構成（図１０参照）としてもよい。詳しくは、図９に示すコアシート１２は、上記別例のコアシート１１（図６参照）における内延突出部８ｎと前記内側規制部８ｅとが形成された短孔１１ａを有さず、Ｐ／２個の積層前径方向収容孔が、全て上記実施の形態の長孔１１ｂと同様の形状に形成されている。そして、この例のロータコア８（図１０参照）は、上記別例のコアシート１１（図６参照）とコアシート１２（図９参照）とが交互に積層されるとともに、前記コアシート１１（図６参照）が９０°ずつ回転されながら積層されてなる。これにより、図１０に示すように、内延突出部８ｎがロータコア８の軸方向の一部（コアシート１１の７枚置き）に形成される構成とされている。このようにすると、上記別例（図５～図８参照）に比べて、コアシート１１，１２は２種類要するものの、内延突出部８ｎ（及び内側規制部８ｅ）が少なくなることで磁気抵抗が更に大きくなり、更に漏れ

磁束を低減することができる。

【００６１】

又、この例（図５～図８参照）では、コアシート１１において、内延突出部８ｎは短孔１１ａにのみ形成されるとしたが、これに限定されず、内延突出部８ｎを長孔１１ｂに形成してもよい。

【００６２】

又、この例（図５～図８参照）では、内延突出部８ｎの（径方向直交方向の）幅は、磁石９の幅（径方向収容孔８ａの他の部分の幅）の１／２以下であって、約１／３に設定されるとしたが、これに限定されず、磁石９の幅（径方向収容孔８ａの他の部分の幅）より小さければ変更してもよい。尚、内延突出部８ｎを経由する漏れ磁束を考慮すると、内延突出部８ｎの（径方向直交方向の）幅は、磁石９の幅（径方向収容孔８ａの他の部分の幅）の１／２以下とすることが望ましく、１／２以下とすると内延突出部８ｎを経由する漏れ磁束を極少なくすることができる。

【００６３】

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。

（イ）請求項２に記載の埋込磁石型モータにおいて、前記ロータコアは、前記コアシートが３６０°／（Ｐ／２）ずつ回転されながら積層されてなることを特徴とする埋込磁石型モータ。

【００６４】

同構成によれば、コアシートを３６０°／（Ｐ／２）ずつ回転させながら積層するという動作が一定なので容易に製造することができ、例えば、自動化が容易となる。又、コアシートを多数枚積層すると、短孔が軸方向に定期的に存在し、磁石の径方向内側への移動が軸方向に定期的に規制されるため、磁石をバランス良く支持することができる。

【図面の簡単な説明】

【００６５】

【図１】本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】本実施の形態におけるコアシートの平面図。

【図３】本実施の形態におけるロータコアの要部斜視図。

【図４】実験結果によるオーバーラップ長さ－着磁率特性図。

【図５】別例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６】別例におけるコアシートの平面図。

【図７】別例におけるロータコアの一部拡大斜視図。

【図８】別例におけるロータコアの一部拡大斜視図。

【図９】別例におけるコアシートの平面図。

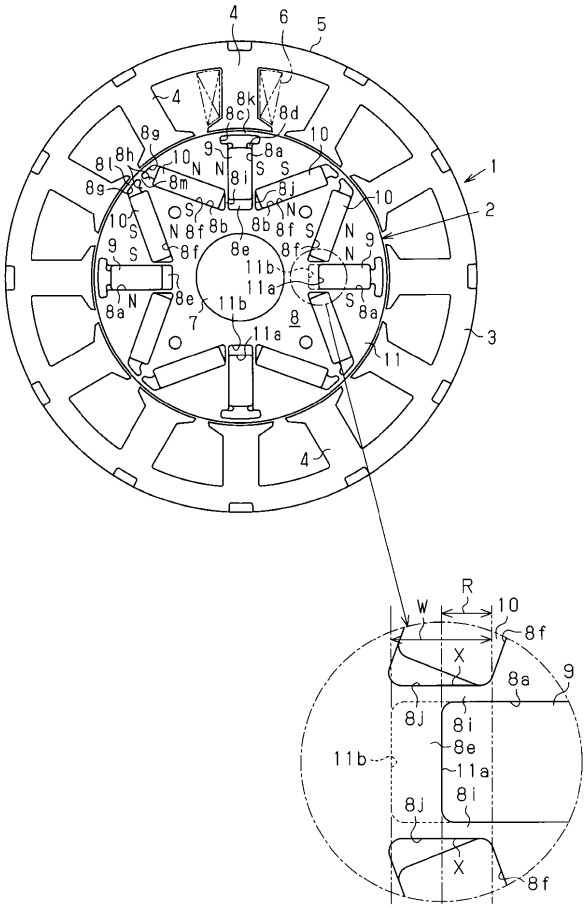
【図１０】別例におけるロータコアの一部拡大斜視図。

【符号の説明】

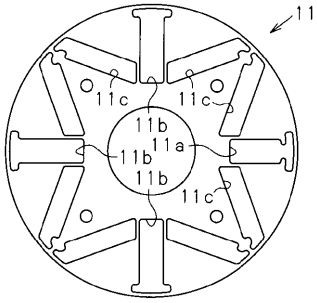
【００６６】

２…ロータ、８…ロータコア、８ａ…径方向収容孔、８ｂ…Ｖ字収容孔、８ｃ…大幅部、８ｆ…磁石収容部、８ｎ…内延突出部、９，１０……磁石、１１，１２…コアシート、１１ａ…短孔（積層前径方向収容孔）、１１ｂ…長孔（積層前径方向収容孔）、Ｒ…オーバーラップ長さ、Ｗ…対向面の長さ、Ｘ…対向面。

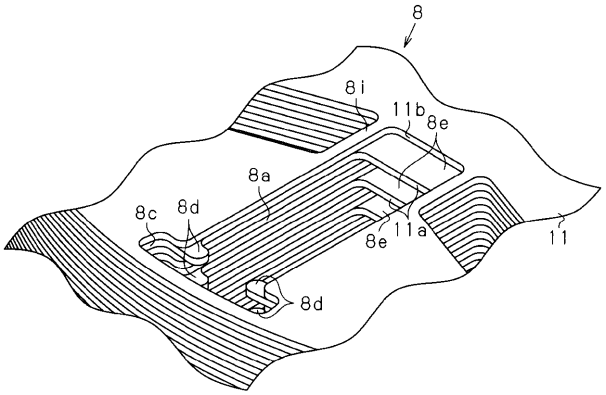
【図１】



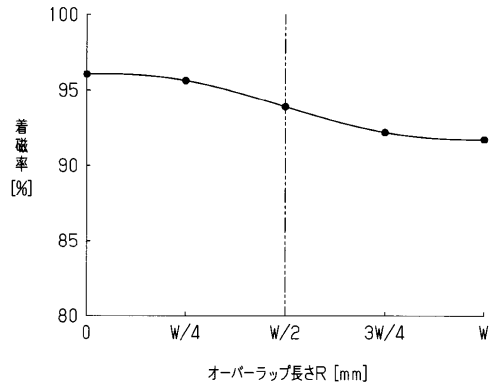
【図２】



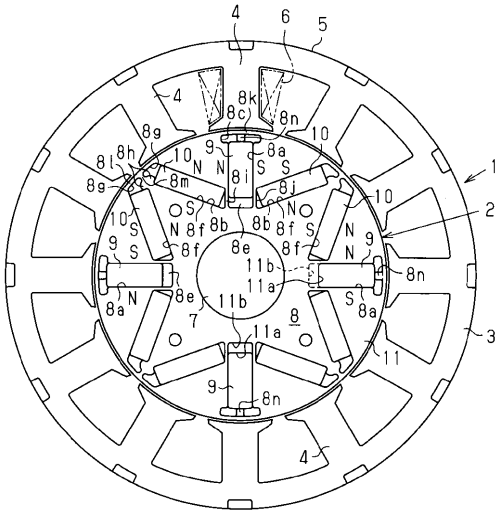
【図３】



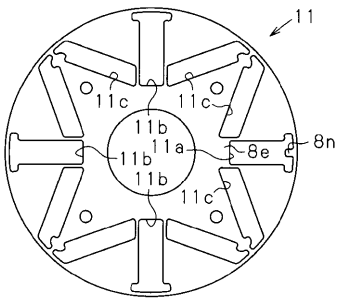
【図４】



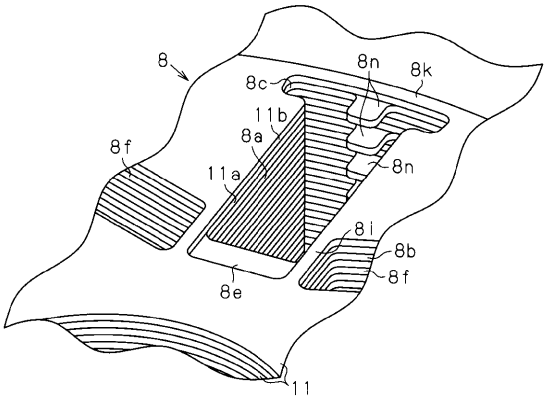
【図５】



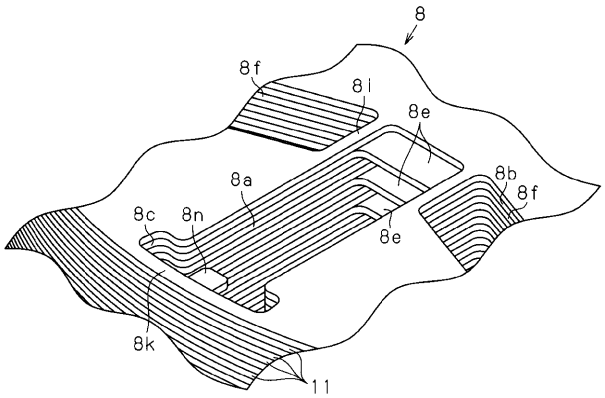
【図６】



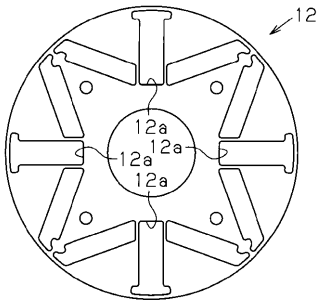
【図７】


8
8n
8k
8c
11b
8a
8f
11a
8n
8i
8b
8f
8e
11

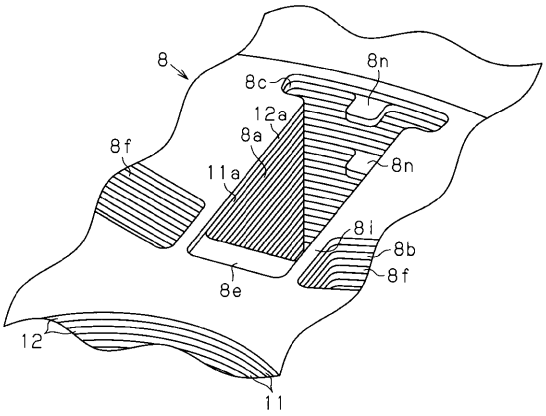
【図８】


8
8f
8l
8e
8b
8f
8a
8c
8n
8e
8k
11

【図９】


12
12a
12a
12a
12a

【図１０】


8
8n
8c
12a
8a
8f
11a
8n
8i
8b
8f
8e
12
11

フロントページの続き

(72)発明者 ▲高▼部 義之
静岡県湖西市梅田３９０番地 アスモ 株式会社内

Ｆターム(参考) 5H621 HH01
5H622 AA03 CA02 CA07 CA10 CA13 PP10