(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5988955号
(P5988955)
(45)発行日　平成28年9月7日(2016.9.7)　(24)登録日　平成28年8月19日(2016.8.19)

(51)Int.Cl.　　F I
H02K 1/27 (2006.01)　　H02K 1/27 501K
H02K 15/03 (2006.01)　　H02K 1/27 501C
　　H02K 15/03 Z

請求項の数 8　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願2013-252214(P2013-252214)
(22)出願日　平成25年12月5日(2013.12.5)
(65)公開番号　特開2015-109774(P2015-109774A)
(43)公開日　平成27年6月11日(2015.6.11)
審査請求日　平成27年11月2日(2015.11.2)

(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　曾我　道治
(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
(74)代理人　100161171
弁理士　吉田　潤一郎
(74)代理人　100161115
弁理士　飯野　智史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】回転電機およびその製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
環状の固定子鉄心、および上記固定子鉄心に装着された固定子巻線を有する固定子と、
上記固定子鉄心の内周側、又は外周側に磁気的空隙を介して同軸に配設された回転子鉄心、上記回転子鉄心の上記固定子鉄心側の表面に固着されて周方向に配列された複数の永久磁石、およびそれぞれ、磁性鋼板を積層して形成されており、上記複数の永久磁石のそれぞれの上記固定子鉄心側の表面に固着された複数の外周鉄心を有する回転子と、を備え、
上記外周鉄心は、
上記回転子鉄心と磁気的に絶縁されて、かつ上記永久磁石の上記固定子鉄心側の表面を覆うように上記永久磁石に固着されており、周方向伸展部収納凹部が周方向一側に凹設され、周方向伸展部接続凹部が上記周方向伸展部収納凹部と軸方向位置を同じくして周方向他側に凹設されている鉄心本体部と、
上記周方向伸展部収納凹部内に収納されている状態で、軸心を軸方向とする第１軸周りに回動可能に、かつ周方向に伸展／縮小可能に上記鉄心本体部に装着されており、上記周方向伸展部収納凹部から突出する一端部が周方向の一側に位置する上記鉄心本体部の上記周方向伸展部接続凹部に軸心を軸方向とする第２軸周りに回動可能に、着脱可能に、かつ接続可能に構成されている周方向伸展部と、を有することを特徴とする回転電機。
【請求項２】
上記第１軸が、上記周方向伸展部の他端部の軸方向両面に同軸に突設された第１突起部

により構成され、
第１長穴部が、穴方向を周方向として、上記周方向伸展部収納凹部の軸方向に相対する両内壁面に相対して凹設され、
上記周方向伸展部が、上記第１突起部が上記第１長穴部に遊嵌状態に嵌合されている状態で、上記第１突起部周りに回動可能に、かつ上記第１長穴部の穴方向に往復移動可能に上記鉄心本体部に装着されていることを特徴とする請求項１記載の回転電機。
【請求項３】
上記周方向伸展部が、第３嵌合穴が他端部の軸方向両面に同軸に凹設されている伸展本体部と、それぞれ、一端部の軸方向の一面に同軸に突設された第３突起部を有し、上記伸展本体部の軸方向両側に配置され、かつ上記第３突起部が上記第３嵌合穴に遊嵌状態に嵌合されている状態で、上記第３突起部周りに回動可能に上記伸展本体部に連結されている一対の鉄心保持部と、を備え、
上記第１軸が、上記一対の鉄心保持部のそれぞれの他端部の軸方向の他面に同軸に突設された第１突起部により構成され、
第１嵌合穴が、上記周方向伸展部収納凹部の軸方向に相対する両内壁面の周方向一端部に相対して凹設され、
上記周方向伸展部が、上記第１突起部が上記第１嵌合穴に遊嵌状態に嵌合されている状態で、上記第１突起部周りに回動可能に上記鉄心本体部に装着されていることを特徴とする請求項１記載の回転電機。
【請求項４】
上記周方向伸展部が、第３長穴部が穴方向を長さ方向として他端部の軸方向両面に同軸に凹設されている伸展本体部と、それぞれ、一端部の軸方向の一面に同軸に突設された第３突起部を有し、上記伸展本体部の軸方向両側に配置され、かつ上記第３突起部が上記第３長穴部に遊嵌状態に嵌合されている状態で、上記第３突起部周りに回動可能に、かつ上記第３長穴部の穴方向に往復移動可能に上記伸展本体部に連結されている一対の鉄心保持部と、を備え、
上記第１軸が、上記一対の鉄心保持部のそれぞれの他端部の軸方向の他面に同軸に突設された第１突起部により構成され、
第２長穴部が、穴方向を周方向として、上記周方向伸展部収納凹部の軸方向に相対する両内壁面の周方向一端部に相対して凹設され、
上記周方向伸展部が、上記第１突起部が上記第２長穴部に遊嵌状態に嵌合されている状態で、上記第１突起部周りに回動可能に、かつ上記第２長穴部の穴方向に往復移動可能に上記鉄心本体部に装着されていることを特徴とする請求項１記載の回転電機。
【請求項５】
上記第２軸が、上記周方向伸展部収納凹部から突出する上記周方向伸展部の一端部の軸方向両面に同軸に突設された第２突起部により構成され、
上記第２突起部が遊嵌状態に嵌合される第２嵌合穴が、上記周方向伸展部接続凹部の軸方向に相対する両内壁面に同軸に凹設され、
溝部が、上記周方向伸展部接続凹部の軸方向に相対する両内壁面に、上記第２嵌合穴から上記周方向伸展部接続凹部の縁部に至るように相対して凹設され、
上記第２突起部が上記溝部を通って上記第２嵌合穴に嵌合／嵌合解除可能に構成されていることを特徴とする請求項２から請求項４のいずれか１項に記載の回転電機。
【請求項６】
上記周方向伸展部は、周方向一側に位置する上記鉄心本体部との接続が解除され、かつ縮小状態で上記周方向伸展部収納凹部内に収納されている状態で、上記鉄心本体部に固着されていることを特徴とする請求項１から請求項５のいずれか１項に記載の回転電機。
【請求項７】
請求項１から請求項６のいずれか１項に記載の回転電機の製造方法において、
上記永久磁石を上記回転子鉄心の上記固定子鉄心側の表面に固着する工程と、
上記周方向伸展部の一端部を上記周方向伸展部接続凹部に接続して、上記永久磁石の個

数と同数の上記外周鉄心を一続きに連結して外周鉄心アッセンブリを組み立てる工程と、
上記周方向伸展部を上記第１軸および上記第２軸周りに回動させて、上記外周鉄心アッセンブリを環状に曲げる工程と、
上記外周鉄心アッセンブリの一端に位置する上記外周鉄心の上記周方向伸展部を、上記外周鉄心アッセンブリの他端に位置する上記外周鉄心の上記周方向伸展部接続凹部に接続して上記外周鉄心アッセンブリの環状体を作製する工程と、
上記周方向伸展部を伸展、又は縮小させて上記外周鉄心アッセンブリの環状体の径を拡大、又は縮小させ、軸方向から上記回転子鉄心に外嵌状態、又は内嵌状態に装着する工程と、
上記鉄心本体部が上記永久磁石の表面に接するように上記周方向伸展部を縮小、又は伸展させて上記外周鉄心アッセンブリの環状体の径を縮小、又は拡大させ、上記鉄心本体部を上記永久磁石に接着固定する工程と、を備えることを特徴とする回転電機の製造方法。
【請求項８】
上記鉄心本体部を上記永久磁石に接着固定する工程に引き続いて、上記周方向伸展部と上記周方向伸展部接続凹部との接続を解除し、上記周方向伸展部を縮小させて上記周方向伸展部収納凹部に収納させ、上記周方向伸展部を上記鉄心本体部に接着固定する工程を備えていることを特徴とする請求項７記載の回転電機の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、例えば電動機や発電機などの回転電機およびその製造方法に関し、特に、回転子鉄心に装着される永久磁石の減磁対策用の外周鉄心の構造に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来の回転電機の回転子は、回転子鉄心と、回転子鉄心の外周面に一定間隔ごとに配設された永久磁石と、永久磁石の外周面に配設された減磁対策用の外周鉄心と、を備えていた（例えば、特許文献１参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００５－３３３７６２号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
従来の回転電機の回転子では、外周鉄心を永久磁石のそれぞれに接着固定する必要がある。そこで、外周鉄心の永久磁石への接着を手作業で行う場合には、永久磁石のそれぞれに、外周鉄心を一つずつ位置合わせして接着しなければならず、作業時間が長くなり、生産性が低下するという課題があった。また、外周鉄心の永久磁石への接着を自動機で行う場合には、外周鉄心を一つずつ把持する専用治具が必要となり、さらに永久磁石ごとに外周鉄心の位置決めを行う機構が必要となるので、製造設備が大掛かりとなり、製造コストが高くなるという課題があった。
【０００５】
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り、永久磁石のそれぞれに接着される複数個の外周鉄心を一続きに接続可能に構成し、永久磁石への接着時間を短縮できるとともに、製造設備の簡素化を図ることができる回転電機およびその製造方法を得ることを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
この発明による回転電機は、環状の固定子鉄心、および上記固定子鉄心に装着された固定子巻線を有する固定子と、上記固定子鉄心の内周側、又は外周側に磁気的空隙を介して

同軸に配設された回転子鉄心、上記回転子鉄心の上記固定子鉄心側の表面に固着されて周方向に配列された複数の永久磁石、およびそれぞれ、磁性鋼板を積層して形成されており、上記複数の永久磁石のそれぞれの上記固定子鉄心側の表面に固着された複数の外周鉄心を有する回転子と、を備えている。上記外周鉄心は、上記回転子鉄心と磁気的に絶縁されて、かつ上記永久磁石の上記固定子鉄心側の表面を覆うように上記永久磁石に固着されており、周方向伸展部収納凹部が周方向一側に凹設され、周方向伸展部接続凹部が上記周方向伸展部収納凹部と軸方向位置を同じくして周方向他側に凹設されている鉄心本体部と、上記周方向伸展部収納凹部内に収納されている状態で、軸心を軸方向とする第１軸周りに回動可能に、かつ周方向に伸展／縮小可能に上記鉄心本体部に装着されており、上記周方向伸展部収納凹部から突出する一端部が周方向の一側に位置する上記鉄心本体部の上記周方向伸展部接続凹部に軸心を軸方向とする第２軸周りに回動可能に、着脱可能に、かつ接続可能に構成されている周方向伸展部と、を有する。

【発明の効果】

【０００７】

この発明によれば、周方向伸展部収納凹部に収納されて鉄心本体部に第１軸周りに回動可能に装着された周方向伸展部が、他の鉄心本体部の周方向伸展部接続凹部に第２軸周りに回動可能に接続可能となっているので、永久磁石と同数の外周鉄心を連結して環状体を作製できる。また、周方向伸展部が伸展／縮小可能となっているので、例えば、外周鉄心の環状体の径を拡大して、永久磁石が装着された回転子鉄心に外嵌状態に装着し、その後外周鉄心の環状体の径を縮小して鉄心本体部を永久磁石に当接させて、接着固定できる。このように、永久磁石の個数と同数の外周鉄心を一部品として取り扱うことができ、かつすべての永久磁石に同時に外周鉄心を接着固定できるので、接着作業性が高められ、接着時間を短縮できるとともに、製造設備を簡素化でき、製造コストを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】この発明の実施の形態１に係る回転電機を示す縦断面図である。

【図２】図１のＩＩ－ＩＩ矢視断面図である。

【図３】この発明の実施の形態１に係る回転電機における回転子を示す斜視図である。

【図４】この発明の実施の形態１に係る回転電機における外周鉄心を示す分解斜視図である。

【図５】この発明の実施の形態１に係る回転電機における外周鉄心アッセンブリを縮小した状態を模式的に示す要部平面図である。

【図６】この発明の実施の形態１に係る回転電機における外周鉄心アッセンブリを展開した状態を示す要部斜視図である。

【図７】この発明の実施の形態１に係る回転電機における外周鉄心アッセンブリを展開した状態を模式的に示す要部平面図である。

【図８】この発明の実施の形態１に係る回転電機における外周鉄心アッセンブリを展開した状態を示す要部斜視図である。

【図９】この発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを直線状に展開した状態を示す模式図である。

【図１０】この発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを環状に曲げる過程を示す模式図である。

【図１１】この発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを環状に曲げた状態を示す模式図である。

【図１２】この発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における環状に曲げられた外周鉄心アッセンブリを連結した状態を示す模式図である。

【図１３】この発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを回転子鉄心に装着する方法を説明する模式図である。

【図１４】この発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを回転子鉄心に装着した状態を示す模式図である。

【図１５】この発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを回転子鉄心に装着した状態を示す要部拡大模式図である。
【図１６】この発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを永久磁石に固着した状態を示す模式図である。
【図１７】この発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを永久磁石に固着した状態を示す要部拡大模式図である。
【図１８】この発明の実施の形態１に係る外周鉄心アッセンブリの製造方法における電磁鋼板打ち抜き工程を説明する図である。
【図１９】この発明の実施の形態１に係る外周鉄心アッセンブリの製造方法における電磁鋼板打ち抜き工程で打ち抜かれた電磁鋼板の積層状態を示す斜視図である。
【図２０】第１の従来の回転子の製造方法を説明する模式図である。
【図２１】第２の従来の回転子の製造方法を説明する模式図である。
【図２２】この発明の実施の形態２に係る回転電機における回転子を示す斜視図である。
【図２３】この発明の実施の形態２に係る回転電機における回転子を模式的に示す端面図である。
【図２４】この発明の実施の形態３に係る回転電機における外周鉄心を示す分解斜視図である。
【図２５】この発明の実施の形態３に係る回転電機における外周鉄心の周方向伸展部接続凹部周りを示す要部斜視図である。
【図２６】この発明の実施の形態３に係る回転電機における外周鉄心アッセンブリの伸展／縮小動作を説明する図である。
【図２７】この発明の実施の形態３に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを回転子鉄心に装着した状態を示す模式図である。
【図２８】この発明の実施の形態３に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを回転子鉄心に装着した状態を示す要部拡大模式図である。
【図２９】この発明の実施の形態３に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを永久磁石に固着した状態を示す模式図である。
【図３０】この発明の実施の形態３に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを永久磁石に固着した状態を示す要部拡大模式図である。
【図３１】この発明の実施の形態４に係る回転電機における外周鉄心を示す要部分解斜視図である。
【図３２】この発明の実施の形態４に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを回転子鉄心に装着した状態を示す要部拡大模式図である。
【図３３】この発明の実施の形態４に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを永久磁石に固着した状態を示す要部拡大模式図である。
【図３４】この発明の実施の形態５に係る回転電機における外周鉄心の周方向伸展部接続凹部周りを示す要部斜視図である。
【図３５】この発明の実施の形態６に係る回転電機における外周鉄心の周方向伸展部接続凹部周りを示す要部斜視図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下、本発明による回転電機の好適な実施の形態につき図面を用いて説明する。
【００１０】
実施の形態１.
図１はこの発明の実施の形態１に係る回転電機を示す縦断面図、図２は図１のＩＩ－ＩＩ矢視断面図、図３はこの発明の実施の形態１に係る回転電機における回転子を示す斜視図である。図４はこの発明の実施の形態１に係る回転電機における外周鉄心を示す分解斜視図、図５はこの発明の実施の形態１に係る回転電機における外周鉄心アッセンブリを縮小した状態を模式的に示す要部平面図、図６はこの発明の実施の形態１に係る回転電機における外周鉄心アッセンブリを展開した状態を示す要部斜視図、図７はこの発明の実施の

形態１に係る回転電機における外周鉄心アッセンブリを展開した状態を模式的に示す要部平面図、図８はこの発明の実施の形態１に係る回転電機における外周鉄心アッセンブリを展開した状態を示す要部斜視図であり、図５および図６は周方向伸展部の縮小状態を示し、図７および図８は周方向伸展部の伸展状態を示している。

【００１１】

図１から図３において、回転電機１００は、円筒部１ａおよび円筒部１ａの一端を塞口する底部１ｂとからなる有底円筒状に作製されたハウジング１と、ハウジング１の円筒部１ａに内嵌状態に固着された固定子４と、一端を底部１ｂに固着されて円筒部１ａの軸心位置に配設される主軸２にベアリング３を介して回転可能に支持されて、固定子４の内周側に同軸に配設される回転子１０と、を備える。

【００１２】

固定子４は、円環状の固定子鉄心５と、固定子鉄心５に装着される固定子巻線７と、を備える。

鉄心ブロック６は、円弧状のヨーク部６ａと、ヨーク部６ａの内周壁面の周方向中央位置から径方向内方に突出するティース部６ｂと、を備え、電磁鋼板を積層、一体化して作製される。この鉄心ブロック６は、固定子鉄心５を周方向に９等分割したものと等価である。このように作製された鉄心ブロック６が、ヨーク部６ａの周方向の側面同士を突き合わせて円環状に配列されて、円筒部１ａ内に圧入、あるいは焼きばめなどにより収納、固着される。これにより、固定子鉄心５がハウジング１に保持される。

また、固定子巻線７を構成する集中巻コイル８が、導体線をインシュレータ９を介してティース部６ｂに多数回巻回して鉄心ブロック６のそれぞれに装着される。

【００１３】

回転子１０は、回転子鉄心１１と、回転子鉄心１１の外周面に周方向に等角ピッチで配設された平板状の永久磁石１２と、永久磁石１２のそれぞれの外周面に配設された外周鉄心１３と、を備える。

【００１４】

回転子鉄心１１は、鋳鉄の鋳造品であり、軸心と直交する断面の外周形状が正八角形、かつ内周形状が円形の筒部１１ａおよび筒部１１ａの一端を塞口する底部１１ｂとからなる有底筒状に作製される。回転子鉄心１１は、底部１１ｂの軸心位置に形成された軸受部１１ｃに保持されたベアリング３を主軸２に圧入して、固定子４の内周側に、かつ固定子４と同軸に配設される。永久磁石１２が、筒部１１ａの正八角形の各辺で構成される平坦な磁石搭載面１１ｄのそれぞれに接着固定されて、回転子鉄心１１の外周面に互いに離間して周方向に等角ピッチで配設される。永久磁石１２は、着磁配向方向を径方向として、外周面の極性がＮ極とＳ極を周方向に交互に並ぶように配列されている。さらに、外周鉄心１３が、永久磁石１２のそれぞれの外周面に接着固定されている。

【００１５】

このように構成された回転電機１００は、外部電源から固定子巻線７に給電され、８極９スロットのインナーロータ型の同期電動機として動作する。

【００１６】

つぎに、外周鉄心１３および外周鉄心アッセンブリ２３の構成について図４から図８を参照しつつ説明する。

【００１７】

外周鉄心１３は、図４に示されるように、永久磁石１２の外周面を覆う面形状を有する矩形平板状の鉄心本体部１４と、鉄心本体部１４に伸展／縮小可能に取り付けられた周方向伸展部１５と、を備える。鉄心本体部１４は、矩形平板状に打ち抜かれた第１および第２電磁鋼板３０ａ，３０ｂを積層、一体化して作製される。このとき、例えば、積層方向の両端から４枚目から６枚目の３枚の第２電磁鋼板３０ｂの長さを第１電磁鋼板３０ａの長さより短くして、積層一体化される。これにより、周方向伸展部収納凹部１６と周方向伸展部接続凹部１７が、鉄心本体部１４の積層方向の両端側の長さ方向の両側に、積層方向の位置を同じくして形成される。なお、第１および第２電磁鋼板３０ａ，３０ｂ、およ

び後述する第３電磁鋼板３０ｃの長辺の長さ方向および短辺の長さ方向を、長さ方向および幅方向とする。

【００１８】

長さＬ１の長穴部１８が、穴方向を第１電磁鋼板３０ａの長さ方向として、周方向伸展部収納凹部１６の相対する内壁面のそれぞれに相対するように凹設されている。また、第２嵌合穴としての円形穴１９が周方向伸展部接続凹部１７の相対する内壁面のそれぞれに相対するように凹設されている。さらに、溝部２０が、溝方向を第１電磁鋼板３０ａの幅方向として、円形穴１９から第１電磁鋼板３０ａの幅方向の一側縁部に至るように、周方向伸展部接続凹部１７の相対する内壁面のそれぞれに相対するように凹設されている。

【００１９】

周方向伸展部１５は、長さＬ２の矩形平板状に打ち抜かれた３枚の第３電磁鋼板３０ｃを積層一体化して作製される。そして、長穴部１８に嵌合される第１軸としての第１突起部２１が、周方向伸展部１５の両面の長さ方向他側に突設され、円形穴１９に嵌合される第２軸としての第２突起部２２が周方向伸展部１５の両面の長さ方向一側に突設されている。なお、長穴部１８の穴幅および穴深さは、それぞれ、第１突起部２１の外径および高さより僅かに大きくなっている。また、円形穴１９の内径および穴深さは、それぞれ、第２突起部２２の外径および高さより僅かに大きくなっている。さらに、溝部２０の溝幅は第２突起部２２の外径より僅かに小さく、溝部２０の溝深さは円形穴１９の穴深さと同じになっている。

【００２０】

このように構成された外周鉄心１３は、周方向伸展部１５が、第１突起部２１を長穴部１８に遊嵌状態に嵌合させ、その他側を周方向伸展部収納凹部１６内に収納されて、鉄心本体部１４に組み付けられて構成される。これにより、周方向伸展部１５が、第１突起部２１周りに回動可能に、かつ第１突起部２１が長穴部１８に案内されて長穴部１８の穴方向に移動可能に鉄心本体部１４に取り付けられる。

【００２１】

周方向伸展部収納凹部１６から突出する周方向伸展部１５の端部が、他の鉄心本体部１４の周方向伸展部接続凹部１７内に収納され、第２突起部２２を円形穴１９に遊嵌状態に嵌合させて、第２突起部２２周りに回動可能に他の鉄心本体部１４に接続される。これにより、図５から図８に示されるように、８個の鉄心本体部１４が周方向伸展部１５を介して一続きに連結された外周鉄心アッセンブリ２３が組み立てられる。このように組み立てられた外周鉄心アッセンブリ２３は、第１突起部２１が長穴部１８内を穴方向に往復移動して、図５および図６に示される周方向伸展部１５が縮小する縮小状態と、図７および図８に示される周方向伸展部１５が伸展する伸展状態と、をとる。

【００２２】

つぎに、回転子１０の組み立て方法について図９から図１７を参照しつつ説明する。図９はこの発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを直線状に展開した状態を示す模式図、図１０はこの発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを環状に曲げる過程を示す模式図、図１１はこの発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを環状に曲げた状態を示す模式図、図１２はこの発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における環状に曲げられた外周鉄心アッセンブリを連結した状態を示す模式図、図１３はこの発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを回転子鉄心に装着する方法を説明する模式図、図１４はこの発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを回転子鉄心に装着した状態を示す模式図、図１５はこの発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを回転子鉄心に装着した状態を示す要部拡大模式図、図１６はこの発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを永久磁石に固着した状態を示す模式図、図１７はこの発明の実施の形態１に係る回転電機の回転子組み立て方法における外

周鉄心アッセンブリを永久磁石に固着した状態を示す要部拡大模式図である。

【００２３】

まず、永久磁石１２を回転子鉄心１１の磁石搭載面１１ｄのそれぞれに接着固定する。

ついで、図９に示されるように、各周方向伸展部１５を伸展させて、外周鉄心アッセンブリ２３を直線状に展開する。ついで、図１０および図１１に示されるように、鉄心本体部１４を第１および第２突起部２１，２２周りに回動させて、８個の鉄心本体部１４を環状に曲げる。ついで、環状に曲げられた外周鉄心アッセンブリ２３の一側の鉄心本体部１４から伸展された周方向伸展部１５の第２突起部２２を、外周鉄心アッセンブリ２３の他側の鉄心本体部１４の溝部２０に外径側から圧入して、円形穴１９に嵌合させる。これにより、図１２に示されるように、外周鉄心アッセンブリ２３を構成する８個の鉄心本体部１４が周方向伸展部１５により環状に連結される。

【００２４】

ついで、図１３に示されるように、環状に連結された外周鉄心アッセンブリ２３の環状体を、軸方向から回転子鉄心１１に外嵌状態に装着する。これにより、図１４および図１５に示されるように、鉄心本体部１４は、それぞれ、永久磁石１２と相対して、永久磁石１２の径方向外方に離間して配置される。ついで、第１突起部２１を長穴部１８内を周方向伸展部収納凹部１６の底部側に移動させつつ、第１および第２突起部２１，２２周りに回動させて、周方向伸展部１５を縮小させる。これにより、図１６および図１７に示されるように、環状に連結された外周鉄心アッセンブリ２３の環状体が縮径され、鉄心本体部１４が永久磁石１２の外周面に当接する。このとき、接着剤が永久磁石１２の外周面に塗布されており、鉄心本体部１４が永久磁石１２に接着固定される。なお、周方向伸展部１５は、回転子鉄心１１から離間している。

【００２５】

ここで、周方向伸展部１５の長さＬ２は、周方向伸展部１５を周方向伸展部収納凹部１６から完全に伸展させた外周鉄心アッセンブリ２３の環状体が、鉄心本体部の１３を永久磁石１２から離間させて、回転子鉄心１１に外嵌状態に装着できる長さに設定される。また、長穴部１８の穴長さＬ１は、少なくとも、周方向伸展部１５が、完全に伸展した状態から、縮小して隣り合う永久磁石１２に接着固定された鉄心本体部１４間に接続される状態まで移動できる長さに設定される。

【００２６】

このように構成された回転子１０では、外周鉄心１３が永久磁石１２の外周面上に配設されているので、永久磁石１２の減磁が防止される。

また、隣り合う永久磁石１２の外周面上に配設された鉄心本体部１４が周方向伸展部１５のみでブリッジされているので、周方向への漏れ磁束が低減され、モータ特性の低下を抑制できる。

外周鉄心１３が電磁鋼板の積層体で構成されているので、渦電流の発生が抑制され、モータ効率を向上させることができる。

【００２７】

周方向伸展部１５が伸展／縮小可能に鉄心本体部１４に装着されている。そこで、周方向伸展部１５を縮小させることにより、直線状に展開された外周鉄心アッセンブリ２３の長さを短縮できるので、パレットなどに高密度に集積でき、移動や保管が容易となる。周方向伸展部１５を縮小させることにより、環状に連結された外周鉄心アッセンブリ２３を縮径できるので、永久磁石１２への組み付け作業待ちの外周鉄心アッセンブリ２３の待機場所の面積を少なくでき、組み立てラインの省スペース化が図られる。周方向伸展部１５を伸展させて外周鉄心アッセンブリ２３の径を容易に拡大できるので、待機する外周鉄心アッセンブリ２３の径を拡大して直ちに永久磁石１２への組み付け工程に移行でき、組み立て時間を短縮できる。外周鉄心アッセンブリ２３の径を拡大して回転子鉄心１１に軸方向から外嵌状態に装着しているので、外周鉄心アッセンブリ２３の回転子鉄心１１への装着時に、外周鉄心１３と永久磁石１２との接触が回避され、永久磁石１２の損傷発生を抑制できる。

【００２８】
溝部２０が径方向に延びているので、周方向伸展部１５を周方向に伸展させたときに、第２突起部２２が周方向の張力により円形穴１９から外れることがない。したがって、外周鉄心アッセンブリ２３を回転子鉄心１１に装着する過程で、周方向伸展部１５が外れることが無く、外周鉄心アッセンブリ２３の回転子鉄心１１への装着作業性が高められる。
【００２９】
つぎに、外周鉄心アッセンブリ２３の製造方法について図１８および図１９を参照しつつ説明する。図１８はこの発明の実施の形態１に係る外周鉄心アッセンブリの製造方法における電磁鋼板打ち抜き工程を説明する図、図１９はこの発明の実施の形態１に係る外周鉄心アッセンブリの製造方法における電磁鋼板打ち抜き工程で打ち抜かれた電磁鋼板の積層状態を示す斜視図である。
【００３０】
まず、電磁鋼板のロール材３０は矢印Ａの方向に一定のピッチで送られる。そして、図１８に示されるように、第１ショットから第３ショットまでは、それぞれ、第１電磁鋼板３０ａがロール材３０の幅方向に並んで同時に２枚打ち抜かれる。第４ショットから第６ショットまでは、それぞれ、第２電磁鋼板３０ｂと第３電磁鋼板３０ｃがロール材３０の幅方向に交互に並んで２枚ずつ打ち抜かれる。第７ショットから第５４ショットまでは、それぞれ、第１電磁鋼板３０ａがロール材３０の幅方向に並んで同時に２枚打ち抜かれる。第５５ショットから第５７ショットまでは、それぞれ、第２電磁鋼板３０ｂと第３電磁鋼板３０ｃがロール材３０の幅方向に交互に並んで２枚ずつ打ち抜かれる。第５８ショットから第６０ショットまでは、それぞれ、第１電磁鋼板３０ａがロール材３０の幅方向に並んで同時に２枚打ち抜かれる。
【００３１】
ここで、第３ショット、第７ショット、第５４ショットおよび第５７ショットにおいて、長穴部１８、円形穴１９および溝部２０が第１電磁鋼板３０ａに同時に形成される。また、第４ショット、第６ショット、第５５ショットおよび第５６ショットにおいて、第１突起部２１および第２突起部２２が第３電磁鋼板３０ａに同時に形成される。そして、第１から第３電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃは、１ショット前に打ち抜かれた第１から第３電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃの上に順次積層される。この積層過程で、第１突起部２１が長穴部１８に嵌合され、第２突起部２２が円形穴１９に嵌合される。そこで、第６０ショットか終了すると、図１９に示されるように、第１から第３電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃが６０層に積み重ねられた積層体が２列に並んで形成される。
【００３２】
ついで、第１および第２電磁鋼板３０ａ，３０ｂの積層体がカシメ、溶接などにより一体化され、鉄心本体部１４が作製される。また、第３電磁鋼板３０ｃの積層体がカシメ、溶接などにより一体化され、周方向伸展部１５が作製される。これにより、鉄心本体部１４が周方向伸展部１５により連結された２つの外周鉄心１３が作製される。そして、周方向伸展部１５により連結された２つの外周鉄心１３の組を４組作製する。ついで、鉄心本体部１４から伸展された周方向伸展部１５の第２突起部２２を、他の組の鉄心本体部１４の溝部２０に圧入して、円形穴１９に嵌合させ、８個の鉄心本体部１４が周方向伸展部１５により一続きに連結された外周鉄心アッセンブリ２３を作製する。
【００３３】
なお、図１８および図１９では、第１～第３電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃをロール材３０の幅方向に２列に打ち抜いているが、幅の広いロール材３０を用い、第１から第３電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃを幅方向に８列に打ち抜いて、８個の鉄心本体部１４が周方向伸展部１５により一続きに連結された外周鉄心アッセンブリ２３を一度に作製することが望ましい。
【００３４】
この実施の形態１では、第１から第３電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃを、長さ方向をロール材３０の幅方向に一致させてロール材３０の幅方向に多列に並んで、ロール材３０

を一定のピッチで送りながら、互いに近接させて打ち抜いているので、材料歩留まりが高められる。

【００３５】

また、打ち抜き工程において、第１から第３電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃを打ち抜きながら、長穴部１８、円形穴１９、溝部２０、第１および第２突起部２１，２２を第１および第３電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃに形成し、さらに、打ち抜かれた第１から第３電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃを、１ショット前に打ち抜かれた第１から第３電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃの上に順次積層している。そこで、打ち抜き工程終了後、第１から第３電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃの積層体をカシメ、溶接などにより一体化することにより、外周鉄心１３を作製できるので、鉄心本体部１４および周方向伸展部１５を組み立てる工程、および外周鉄心１３を組み立てる工程を省略でき、回転子１０を短時間で組み立てることができる。

【００３６】

さらに、第１から第３電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃをロール材３０の幅方向に２列に打ち抜いているので、外周鉄心１３同士を連結させる工程が少なくなり、外周鉄心アッセンブリ２３を短時間で組み立てることができる。また、第１から第３電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃをロール材３０の幅方向に８列に打ち抜けば、外周鉄心１３同士を連結させる工程を省略でき、外周鉄心アッセンブリ２３をさらに短時間で組み立てることができる。

【００３７】

ここで、比較のための従来技術における回転子の製造方法について説明する。図２０は第１の従来の回転子の製造方法を説明する模式図、図２１は第２の従来の回転子の製造方法を説明する模式図である。

【００３８】

まず、永久磁石１２を回転子鉄心１１の磁石搭載面１１ｄのそれぞれに接着固定する。ついで、第１の従来の回転子の製造方法では、図２０に示されるように、外周鉄心取り付け治具３１に外周鉄心３２を吸着保持させ、永久磁石１２の外周面上に１つずつ接着固定する。

【００３９】

また、第２の従来の回転子の製造方法では、図２１に示されるように、８本の外周鉄心取り付け治具３１を径方向に移動可能に等角ピッチで周方向に配列させ、外周鉄心取り付け治具３１のそれぞれに外周鉄心３２を吸着保持させる。そして、外周鉄心取り付け治具３１を径方向内方に同時に移動させ、全ての永久磁石１２の外周面上に同時に接着固定する。

【００４０】

このように、第１の従来の回転子の製造方法では、外周鉄心取り付け治具３１に外周鉄心３２を吸着保持させ、永久磁石１２の外周面上に１つずつ接着固定しなければならないので、外周鉄心３２の永久磁石１２への取り付け時間が長くなる。

また、第２の従来の回転子の製造方法では、外周鉄心取り付け治具３１が永久磁石１２の個数分必要となるとともに、外周鉄心取り付け治具を回転子鉄心１１の外周に環状に配列し、かつ径方向に往復移動可能に構成する必要があるので、大掛かりな製造設備が必要となり、製造コストが増加する。

【００４１】

この実施の形態１では、永久磁石１２の個数分の鉄心本体部１４が周方向伸展部１５により伸展／縮小可能に連結されているので、回転子鉄心１１を取り囲むよう環状に鉄心本体部１４を配列できる。そこで、環状に配列された鉄心本体部１４を縮径して永久磁石１２の外周面に同時に接着固定できるので、外周鉄心１３の永久磁石１２への取り付け時間を短縮できるとともに、製造設備の簡略化が可能となり、製造コストを低減することができる。

【００４２】

なお、上記実施の形態１では、周方向伸展部１５を完全に伸展させて外周鉄心アッセンブリ２３を直線状に展開させ、ついで外周鉄心アッセンブリ２３を環状に曲げ、その後環状に曲げられた外周鉄心アッセンブリ２３を連結一体化しているが、周方向伸展部１５を縮小させた外周鉄心アッセンブリ２３を環状に曲げ、ついで環状に曲げられた外周鉄心アッセンブリ２３を連結一体化し、回転子鉄心１１に装着される際に、周方向伸展部１５を伸展させて外周鉄心アッセンブリ２３の環状体の径を拡大してもよい。

【００４３】

実施の形態２.

図２２はこの発明の実施の形態２に係る回転電機における回転子を示す斜視図、図２３はこの発明の実施の形態２に係る回転電機における回転子を模式的に示す端面図である。

【００４４】

図２２および図２３において、周方向伸展部１５は、隣の鉄心本体部１４の周方向伸展部接続凹部１７との接続を解除され、縮小されて周方向伸展部収納凹部１６内に収納されて、鉄心本体部１４に接着固定されている。

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。

【００４５】

この実施の形態２では、長穴部１８の穴長さＬ１が、完全に縮小させた状態の周方向伸展部１５が、隣りの永久磁石１２に接着固定された鉄心本体部１４から離間するに十分な長さに設定されている。そこで、上記実施の形態１と同様に、環状に連結された外周鉄心アッセンブリ２３の鉄心本体部１４を永久磁石１２のそれぞれに接着固定する。その後、各外周鉄心１３において、周方向伸展部１５を第１突起部２１周りに回動させて、第２突起部２２を円形穴１９から溝部２０内を通して鉄心本体部１４の径方向外側に抜け出させ、鉄心本体部１４との接続を解除する。その後、周方向伸展部１５を縮小させ、周方向伸展部１５の周方向伸展部収納凹部１６内に収納されている部分を鉄心本体部１４に接着固定している。

【００４６】

したがって、この実施の形態２においても、上記実施の形態１と同様の効果が得られる。

この実施の形態２によれば、隣り合う鉄心本体部１４間の周方向伸展部１５による接続が解除されている。そこで、隣り合う外周鉄心１３が磁気的に絶縁状態となり、磁束の漏れる経路が存在しないので、周方向への漏れ磁束が無くなり、モータ特性を向上させることができる。

【００４７】

実施の形態３.

図２４はこの発明の実施の形態３に係る回転電機における外周鉄心を示す分解斜視図、図２５はこの発明の実施の形態３に係る回転電機における外周鉄心の周方向伸展部接続凹部周りを示す要部斜視図である。

【００４８】

図２４および図２５において、外周鉄心４０は、永久磁石１２の外周面を覆う面形状を有する矩形平板状の鉄心本体部４１と、鉄心本体部４１に伸展／縮小可能に取り付けられた周方向伸展部４２と、を備える。鉄心本体部４１は、矩形平板状に打ち抜かれた第１および第２電磁鋼板３０ａ，３０ｂを積層、一体化して作製される。このとき、例えば、積層方向の両端から４枚目から７枚目の４枚の第２電磁鋼板３０ｂの長さを第１電磁鋼板３０ａの長さより短くして、積層一体化される。これにより、周方向伸展部収納凹部４３と周方向伸展部接続凹部４４が、鉄心本体部４１の積層方向の両端側の長さ方向の両側に、積層方向の位置を同じくして形成される。なお、第１および第２電磁鋼板３０ａ，３０ｂ、および後述する第３および第３電磁鋼板３０ｃ，３０ｄの長辺の長さ方向および短辺の長さ方向を、長さ方向および幅方向とする。

【００４９】

第１嵌合穴としての円形穴４７が、周方向伸展部収納凹部４３の相対する内壁面の一端

側のそれぞれに相対するように凹設されている。また、第２嵌合穴としての円形穴４８が周方向伸展部接続凹部４４の相対する内壁面のそれぞれに相対するように凹設されている。さらに、溝部４９が、溝方向を第１電磁鋼板３０ａの長さ方向として、円形穴４８から第１電磁鋼板３０ａの長さ方向の他側縁部に至るように、周方向伸展部接続凹部４４の相対する内壁面のそれぞれに相対するように凹設されている。

【００５０】

周方向伸展部４２は、矩形平板状に打ち抜かれた２枚の第３電磁鋼板３０ｃを積層一体化して作製された伸展本体部４５と、それぞれ、第３電磁鋼板３０より長さが短い矩形平板状に打ち抜かれた第４電磁鋼板３０ｄにより作製され、伸展本体部４５を挟み込むように配置される２枚の鉄心保持部４６と、を備える。そして、円形穴４８に嵌合される第２軸としての第２突起部５０が、伸展本体部４５の両面の一端側に同軸に突設されている。また、第３嵌合穴としての円形穴５１が、伸展本体部４５の両面の他端側に同軸に凹設されている。そして、円形穴４７に嵌合される第１軸としての第１突起部５２が、鉄心保持部４６の一面の長さ方向一端側に突設されている。また、円形穴５１に嵌合される第３突起部５３が、鉄心保持部４６の他面の長さ方向他端側に突設されている。

【００５１】

なお、円形穴４７の内径および穴深さは、それぞれ、第１突起部５２の外径および高さより僅かに大きくなっている。また、円形穴４８の内径および穴深さは、それぞれ、第２突起部５０の外径および高さより僅かに大きくなっている。さらに、溝部４９の溝幅は第２突起部５０の外径より僅かに小さく、溝部４９の溝深さは円形穴４８の穴深さと同じになっている。また、円形穴５１の内径および穴深さは、第３突起部５３の外径および高さより僅かに大きくなっている。

【００５２】

周方向伸展部４２は、２枚の鉄心保持部４６により伸展本体部４５を挟み込み、第３突起部５３を円形穴５１に遊嵌状態に嵌合させて構成される。そして、外周鉄心４０は、周方向伸展部４２が、第１突起部５２を円形穴４７に遊嵌状態に嵌合させて、周方向伸展部収納凹部４３内に収納されて、鉄心本体部４１に組み付けられて構成される。これにより、周方向伸展部４２は、鉄心保持部４６が第１突起部５２周りに回動し、伸展本体部４５が周方向に伸展／縮小可能に鉄心本体部４１に取り付けられる。

【００５３】

ここで、第１から円形穴４７，４８，５１、溝部４９、および第１から第３突起部５２，５０，５３は、第１から第４電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃ，３０ｄの打ち抜き工程で同時に形成される。そして、打ち抜かれた第１から第４電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃ，３０ｄは、１ショット前に打ち抜かれた第１から第４電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃ，３０ｄの上に順次重ねられ、同時に第１から第３突起部５２，５０，５３が第１から円形穴４７，４８，５１に嵌合される。さらに、打ち抜き工程完了後、重ねられた第１および第２電磁鋼板３０ａ，３０ｂを一体化し、第３電磁鋼板３０ｃを一体化して、８つの外周鉄心４０を一続きに接続した外周鉄心アッセンブリ５５が作製される。

【００５４】

このように構成された外周鉄心アッセンブリ５５の伸展／縮小動作について図２６を参照しつつ説明する。図２６はこの発明の実施の形態３に係る回転電機における外周鉄心アッセンブリの伸展／縮小動作を説明する図であり、図２６の（ａ）は縮小状態を示し、図２６の（ｂ）は伸展状態を示している。

【００５５】

周方向伸展部４２に縮小時には、図２６の（ａ）に示されるように、鉄心保持部４６が第３突起部５３を周方向伸展部収納凹部４３内に入れるように第１突起部５２周りに回動し、伸展本体部４５と鉄心保持部４６が折り畳まれて周方向伸展部収納凹部４３内に収納される。また、周方向伸展部４２の伸展時には、図２６の（ｂ）に示されるように、鉄心保持部４６が第３突起部５３を周方向伸展部収納凹部４３から出すように第１突起部５２周りに回動し、伸展本体部４５と鉄心保持部４６が直線状となって周方向伸展部収納凹部

４３から突出する。これにより、第１突起部５２と第３突起部５３との間の距離をＬ３としたときに、周方向伸展部４２の伸展距離は（２×Ｌ３）となる。

【００５６】

つぎに、回転子１０Ａの組み立て方法について図２７から図３０を参照しつつ説明する。図２７はこの発明の実施の形態３に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを回転子鉄心に装着した状態を示す模式図、図２８はこの発明の実施の形態３に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを回転子鉄心に装着した状態を示す要部拡大模式図、図２９はこの発明の実施の形態３に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを永久磁石に固着した状態を示す模式図、図３０はこの発明の実施の形態３に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを永久磁石に固着した状態を示す要部拡大模式図である。

【００５７】

まず、上記実施の形態１と同様に、外周鉄心アッセンブリ５５を直線状に展開し、外周鉄心アッセンブリ５５を環状に曲げ、環状に曲げられた外周鉄心アッセンブリ５５を連結して環状体を作製する。ついで、図２７および図２８に示されるように、外周鉄心アッセンブリ５５の環状体の径を大きくし、回転子鉄心１１に外嵌状態に装着する。ついで、図２８中、鉄心保持部４６を第１突起部５２周りに反時計回りに回動させ、第３突起部５３を外径側に移動させて、周方向伸展部４２を縮小させる。これにより、図２９および図３０に示されるように、環状に連結された外周鉄心アッセンブリ５５の環状体が縮径され、鉄心本体部４１が永久磁石１２の外周面に当接する。このとき、接着剤が永久磁石１２の外周面に塗布されており、鉄心本体部４１が永久磁石１２に接着固定される。また、周方向伸展部４２は、回転子鉄心１１から離間している。

【００５８】

したがって、この実施の形態３においても、上記実施の形態１と同様の効果が得られる。

【００５９】

この実施の形態３によれば、周方向伸展部４２は、伸展本体部４５と鉄心保持部４６が折り畳まれて周方向伸展部収納凹部４３内に収納され、鉄心保持部４６が第１突起部５２周りに回動して伸展するので、伸展距離を周方向伸展部収納凹部４３の周方向長さより長くできる。したがって、極数が多く、永久磁石１２の周方向幅が短くなる回転子に対しても、簡易に適用できる。

また、隣り合う鉄心本体部４１が周方向伸展部４２により第１から第３突起部５２，５０，５３の３箇所で回動可能に連結されているので、隣り合う鉄心本体部４１の角度を簡易に調整でき、外周鉄心アッセンブリ５５の取り付け作業性が高められる。

【００６０】

また、溝部４９が円形穴４８から溝方向を第１電磁鋼板３０ａの長さ方向として、円形穴４８から第１電磁鋼板３０ａの長さ方向の他側縁部に至るように、周方向伸展部接続凹部４４の相対する内壁面のそれぞれに相対するように凹設されている。そこで、溝部４９の溝方向が周方向伸展部４２の伸展／縮小方向に一致するので、周方向伸展部４２の周方向伸展部接続凹部４４との接続／接続解除作業が容易となる。

【００６１】

なお、上記実施の形態３では、隣り合う鉄心本体部４１が周方向伸展部４２により接続されているが、隣り合う鉄心本体部４１の周方向伸展部４２の接続を解除し、周方向伸展部４２を周方向伸展部収納凹部４３内に収納した状態で鉄心本体部４１に接着固定してもよい。

【００６２】

実施の形態４.

図３１はこの発明の実施の形態４に係る回転電機における外周鉄心を示す要部分解斜視図である。

【００６３】

図３１において、第２長穴部５６が、穴方向を第１電磁鋼板３０ａの長さ方向として周方向伸展部収納凹部４３の相対する内壁面の一端側のそれぞれに相対するように凹設されている。また、第３長穴部５７が穴方向を第３電磁鋼板３０ｃの長さ方向として伸展本体部４５の両面の他端側に同軸に凹設されている。周方向伸展部４２Ａは、２枚の鉄心保持部４６により伸展本体部４５を挟み込み、第３突起部５３を第３長穴部５７に遊嵌状態に嵌合させて構成される。そして、外周鉄心４０Ａは、周方向伸展部４２Ａが、第１突起部５２を第２長穴部５６に遊嵌状態に嵌合させて、周方向伸展部収納凹部４３内に収納されて、鉄心本体部４１に組み付けられて構成される。

【００６４】

また、第２長穴部５６の穴幅および穴深さは、それぞれ、第１突起部５２の外径および高さより僅かに大きくなっている。また、第３長穴部５７の内径および穴深さは、それぞれ、第３突起部５３の外径および高さより僅かに大きくなっている。

【００６５】

なお、この実施の形態４は、円形穴４７、５１に換えて第２および第３長穴部５６，５７を形成している点を除いて、上記実施の形態３と同様に構成されている。

【００６６】

この実施の形態４においても、第２および第２長穴部５６，５７、円形穴４８、溝部４９、および第１から第３突起部５２，５０，５３は、第１から第４電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃ，３０ｄの打ち抜き工程で同時に形成される。そして、打ち抜かれた第１から第４電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃ，３０ｄは、１ショット前に打ち抜かれた第１から第４電磁鋼板３０ａ，３０ｂ，３０ｃ，３０ｄの上に順次重ねられ、同時に第１から第３突起部５２，５０，５３が第２長穴部５６、円形穴４８および第３長穴部５７に嵌合される。さらに、打ち抜き工程完了後、重ねられた第１および第２電磁鋼板３０ａ，３０ｂを一体化し、第３電磁鋼板３０ｃを一体化して、８つの外周鉄心４０を一続きに接続した外周鉄心アッセンブリ５５Ａが作製される。

【００６７】

つぎに、回転子１０Ｂの組み立て方法について図３２および図３３を参照しつつ説明する。図３２はこの発明の実施の形態４に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを回転子鉄心に装着した状態を示す要部拡大模式図、図３３はこの発明の実施の形態４に係る回転電機の回転子組み立て方法における外周鉄心アッセンブリを永久磁石に固着した状態を示す要部拡大模式図である。

【００６８】

まず、上記実施の形態３と同様に、外周鉄心アッセンブリ５５Ａを直線状に展開し、外周鉄心アッセンブリ５５Ａを環状に曲げ、環状に曲げられた外周鉄心アッセンブリ５５Ａを連結して環状体を作製する。ついで、図３１に示されるように、外周鉄心アッセンブリ５５Ａの環状体の径を大きくし、回転子鉄心１１に外嵌状態に装着する。ついで、図３３中、鉄心保持部４６を第２長穴部５６を案内にして周方向伸展部収納凹部４３の底部側に移動させ、伸展本体部４５を第３長穴部５７を案内にして第１突起部５２側に移動させ、周方向伸展部４２Ａを縮小させる。これにより、図３２に示されるように、環状に連結された外周鉄心アッセンブリ５５Ａの環状体が縮径され、鉄心本体部４１が永久磁石１２の外周面に当接する。このとき、接着剤が永久磁石１２の外周面に塗布されており、鉄心本体部４１が永久磁石１２に接着固定される。また、周方向伸展部４２Ａは、回転子鉄心１１から離間している。

【００６９】

したがって、この実施の形態４においても、上記実施の形態３と同様の効果が得られる。

【００７０】

この実施の形態４によれば、円形穴４７、５１に換えて第２および第３長穴部５６，５７を形成しているので、上記実施の形態３に比べて、第２および第３長穴部５６，５７の穴長さ分、伸展距離を長くできる。したがって、極数が多く、永久磁石１２の周方向幅が

短くなる回転子に対しても、簡易に適用できる。

【００７１】

なお、上記実施の形態４では、隣り合う鉄心本体部４１が周方向伸展部４２Ａにより接続されているが、隣り合う鉄心本体部４１の周方向伸展部４２Ａの接続を解除し、周方向伸展部４２Ａを周方向伸展部収納凹部４３内に収納した状態で鉄心本体部４１に接着固定してもよい。

【００７２】

実施の形態５.

図３４はこの発明の実施の形態５に係る回転電機における外周鉄心の周方向伸展部接続凹部周りを示す要部斜視図である。

【００７３】

図３４において、円形穴１９が周方向伸展部接続凹部１７の相対する内壁面のそれぞれに相対するように凹設されている。さらに、溝部６１が、溝方向を第１電磁鋼板３０ａの長さ方向として、円形穴１９から周方向伸展部接続凹部１７の底部側に進み、そこから溝方向を第１電磁鋼板３０ａの幅方向として、第１電磁鋼板３０ａの幅方向の外径側縁部に至るように、周方向伸展部接続凹部１７の相対する内壁面のそれぞれに相対するように凹設されている。

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。

【００７４】

したがって、この実施の形態５においても、上記実施の形態１と同様の効果が得られる。

【００７５】

遠心力が外周鉄心アッセンブリ２３に作用すると、外周鉄心アッセンブリ２３は径を拡大するように変形しようとする。これにより、周方向の張力が周方向伸展部１５に発生する。この実施の形態５によれば、溝部６１は円形穴１９から周方向伸展部接続凹部１７の底部側に延びているので、周方向の張力は第２突起部２２を介して円形穴１９の内壁面で受けられ、第２突起部２２の抜けが防止される。また、遠心力が周方向伸展部１５に作用しても、周方向伸展部１５を径方向外方に移動させる力は第２突起部２２を介して円形穴１９の内壁面で受けられ、第２突起部２２の抜けが防止される。したがって、周方向伸展部１５が回転電機の動作中に外れるような不具合の発生が抑制される。

【００７６】

実施の形態６.

図３５はこの発明の実施の形態６に係る回転電機における外周鉄心の周方向伸展部接続凹部周りを示す要部斜視図である。

【００７７】

図３５において、円形穴１９が周方向伸展部接続凹部１７の相対する内壁面のそれぞれに相対するように凹設されている。さらに、溝部６２が、溝方向を第１電磁鋼板３０ａの長さ方向として、円形穴１９から周方向伸展部接続凹部１７の底部側に進み、そこから溝方向を第１電磁鋼板３０ａの幅方向として、第１電磁鋼板３０ａの幅方向の内径側縁部に至るように、周方向伸展部接続凹部１７の相対する内壁面のそれぞれに相対するように凹設されている。

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。

【００７８】

したがって、この実施の形態６においても、上記実施の形態１と同様の効果が得られる。

【００７９】

この実施の形態６によれば、溝部６２は円形穴１９から周方向伸展部接続凹部１７の底部側に延びているので、周方向の張力や遠心力が周方向伸展部１５に作用しても、第２突起部２２の抜けが防止される。したがって、周方向伸展部１５が回転電機の動作中に外れるような不具合の発生が抑制される。

また、溝部６２が永久磁石１２により塞口されているので、第２突起部２２の抜けを確実に防止できる。

【００８０】

なお、上記各実施の形態では、８極９スロットの回転電機について説明しているが、極数およびスロット数は、８極および９スロットに限定されない。

また、上記各実施の形態では、モータについて説明しているが、本発明は、発電機に適用しても、同様の効果が得られる。

また、上記各実施の形態では、回転子が固定子の内周側に配置されたインアーロータ型のモータについて説明しているが、本発明は、回転子が固定子の外周側に配置されるアウターロータ型のモータに適用しても、同様の効果が得られる。

【００８１】

また、上記各実施の形態では、矩形平板状の永久磁石を用いているが、永久磁石の断面形状は矩形に限定されない。例えば、永久磁石は、内周面を平坦面、外周面を外径側に凸状の曲面とする蒲鉾状に作製してもよい。この場合、鉄心本体部の内周面を永久磁石の外周面に適合する曲面に形成することになる。また、永久磁石は、内周面および外周面を外径側に凸状の曲面とする断面円弧形の短冊状に作製してもよい。この場合には、回転子鉄心の磁石搭載面を永久磁石の内周面に適合する曲面に形成し、鉄心本体部の内周面を永久磁石の外周面に適合する曲面に形成することになる。

【００８２】

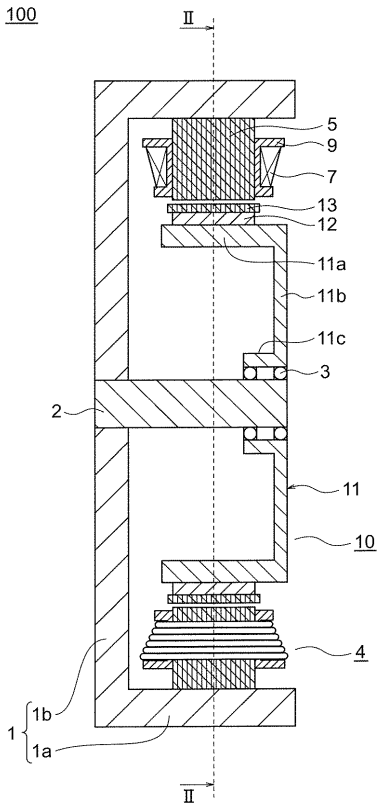
また、上記各実施の形態では、外周鉄心アッセンブリの両端を連結した環状体を回転子鉄心に外嵌状態に装着し、環状体を縮径して鉄心本体部を永久磁石に接着固定しているが、直線状に展開した外周鉄心アッセンブリの一端に位置する鉄心本体部を回転子鉄心に固定された永久磁石群の一つの永久磁石に固定した後、鉄心本体部が永久磁石に順次接するように外周鉄心アッセンブリを回転子鉄心に巻き付け、鉄心本体部を永久磁石に固着してもよい。

【符号の説明】

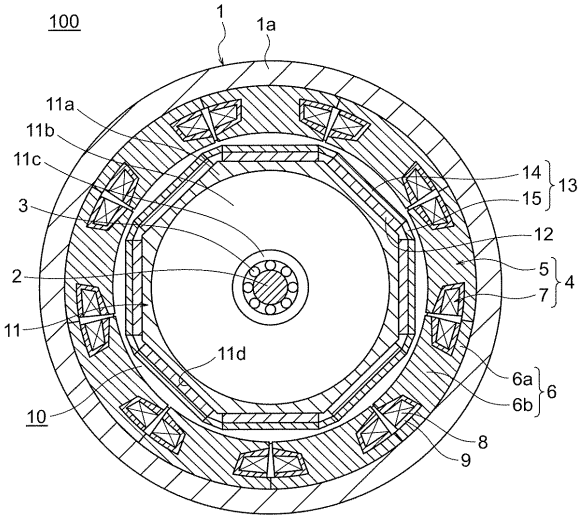
【００８３】

４　固定子、５　固定子鉄心、７　固定子巻線、１０，１０Ａ，１０Ｂ　回転子、１１　回転子鉄心、１２　永久磁石、１３，４０，４０Ａ　外周鉄心、１４，４１　鉄心本体部、１５，４２，４２Ａ　周方向伸展部、１６，４３　周方向伸展部収納凹部、１７，４４　周方向伸展部接続凹部、１８　第１長穴部、１９　円形穴（第２嵌合穴）、２１　第１突起部（第１軸）、２２　第２突起部（第２軸）、２３，５５，５５Ａ　外周鉄心アッセンブリ、４５　伸展本体部、４６　鉄心保持部、４７　円形穴（第１嵌合穴）、４８　第２嵌合穴、５１　円形穴（第３嵌合穴）、４９，６１，６２　溝部、５０　第２突起部（第２軸）、５２　第２突起部（第２軸）、５３　第３突起部（第３軸）、５６　第２長穴部、５７　第３長穴部。

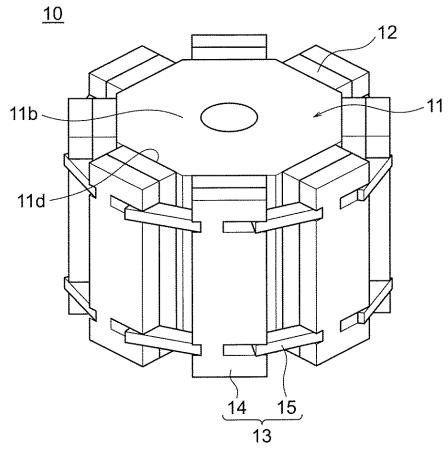
【図１】


100
Ⅱ
5
9
7
13
12
11a
11b
11c
3
2
11
10
4
1
1b
1a
Ⅱ

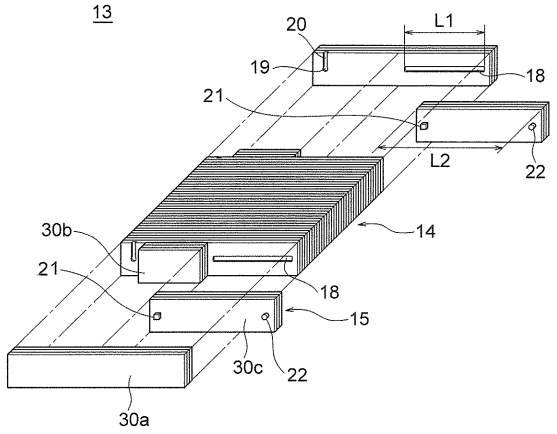
【図２】


100
1
1a
11a
11b
11c
3
2
11
11d
10
14
15
13
12
5
7
4
6a
6b
6
8
9

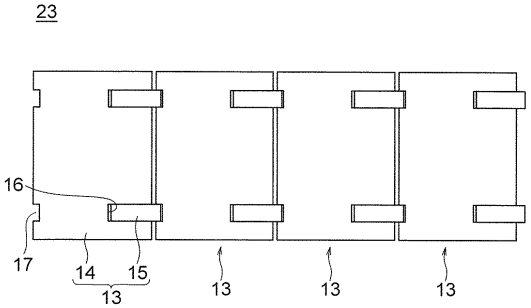
【図３】


10
12
11b
11
11d
14
15
13

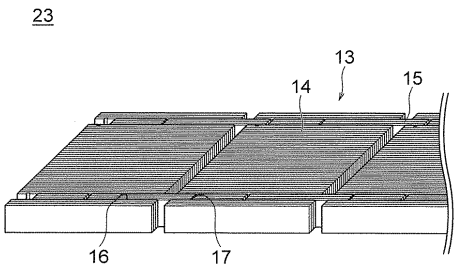
【図４】


13
20
L1
19
18
21
L2
22
30b
14
21
18
15
30c
22
30a

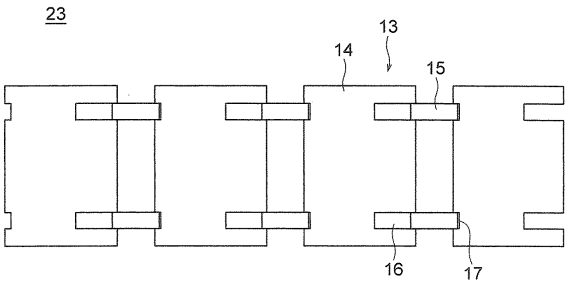
【図５】


23
16
17
14
15
13
13
13
13

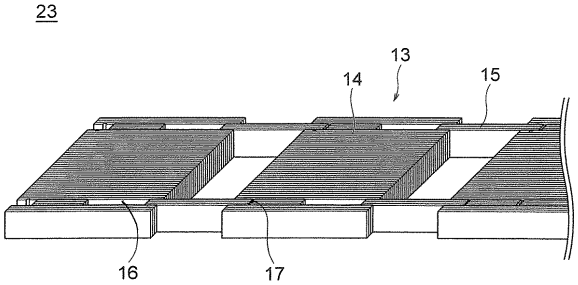
【図６】



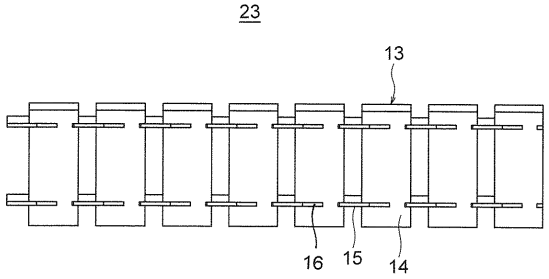
【図７】



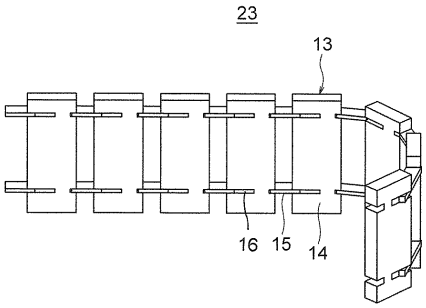
【図８】



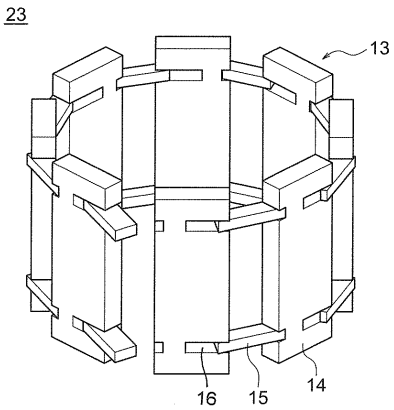
【図９】



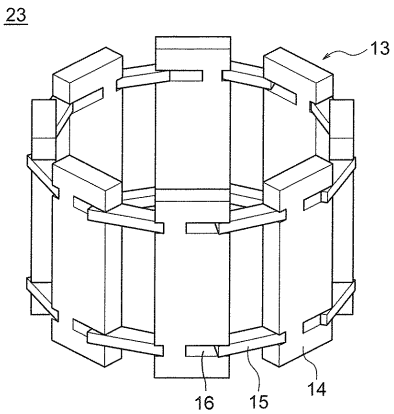
【図１０】



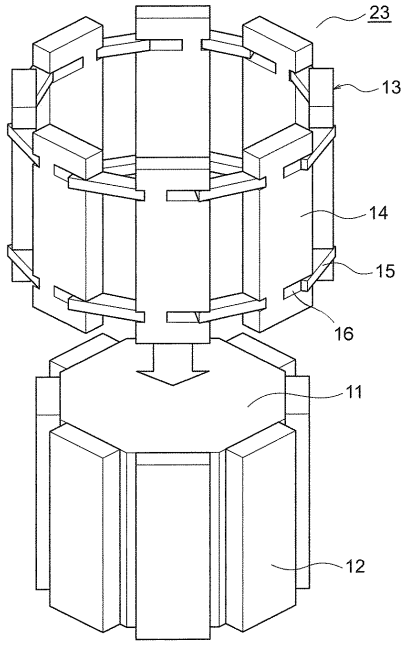
【図１１】



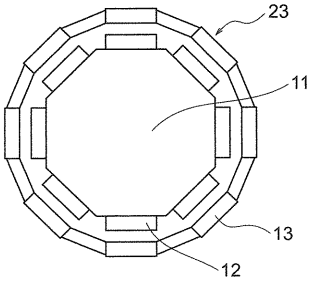
【図１２】



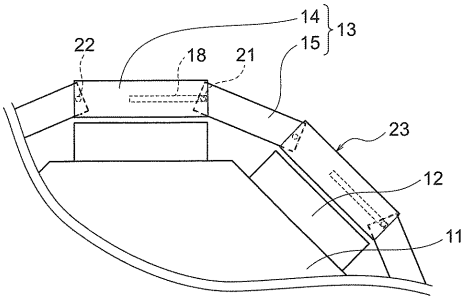
【図１３】



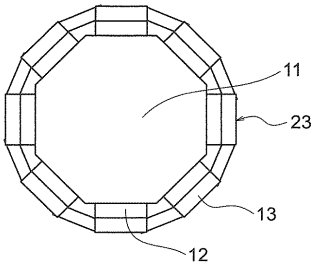
【図１４】



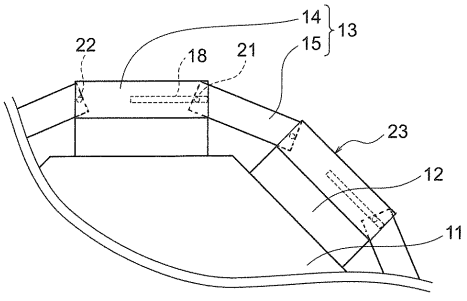
【図１５】



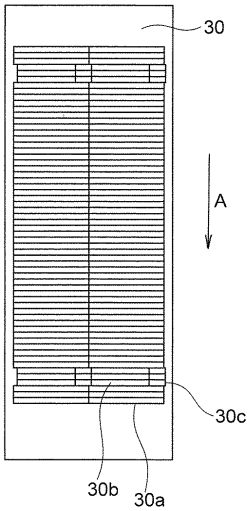
【図１６】



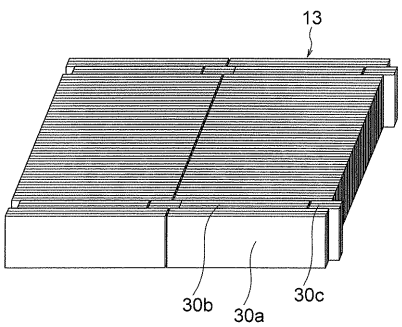
【図１７】



【図１８】

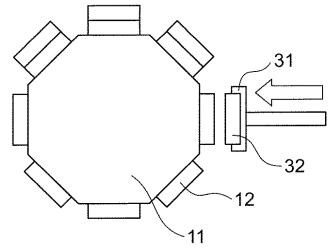


【図１９】



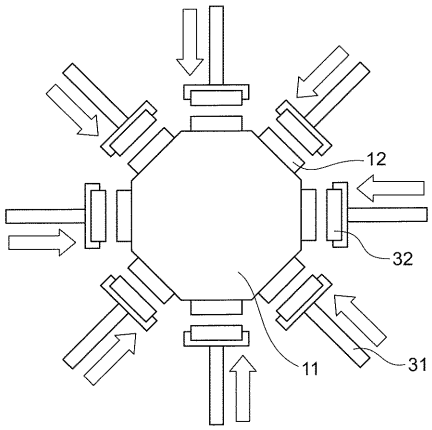
【図２０】

〔第1の従来技術〕

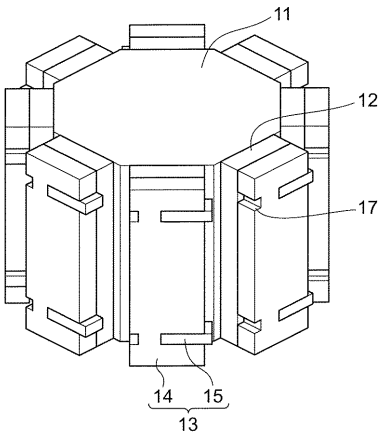


【図２１】

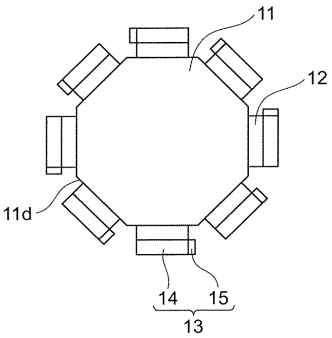
〔第2の従来技術〕



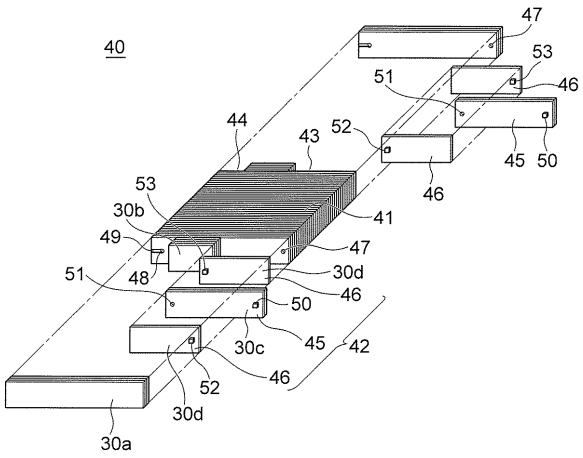
【図２２】



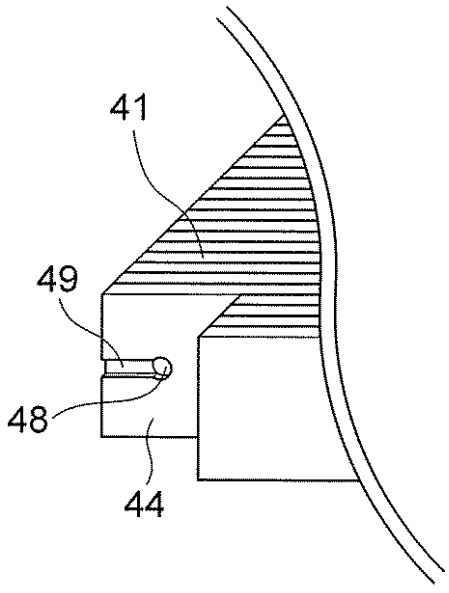
【図２３】



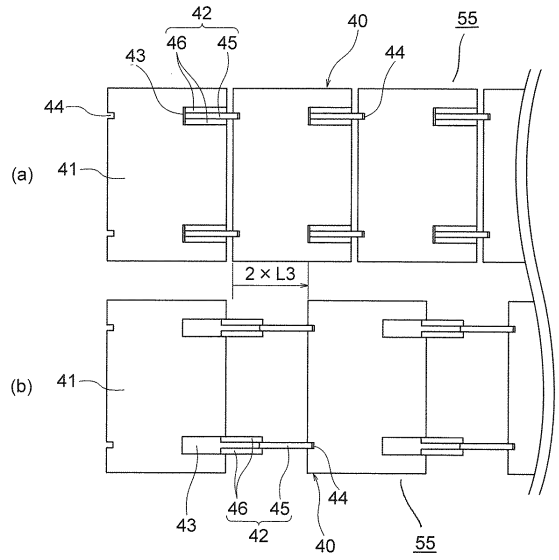
【図２４】



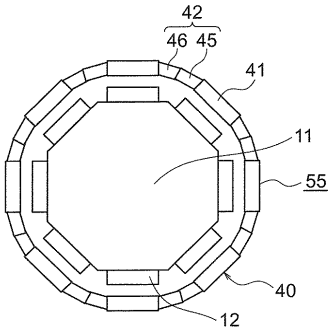
【図２５】



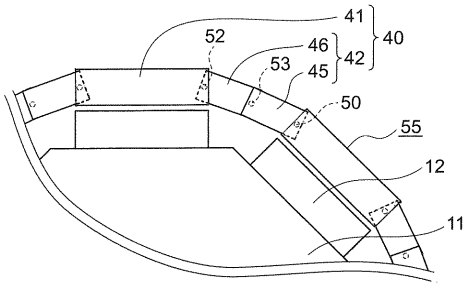
【図２６】



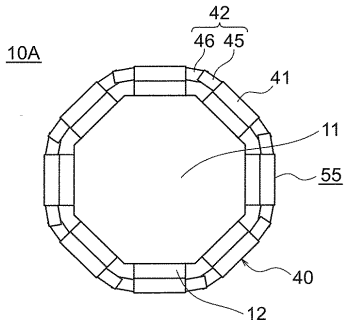
【図２７】



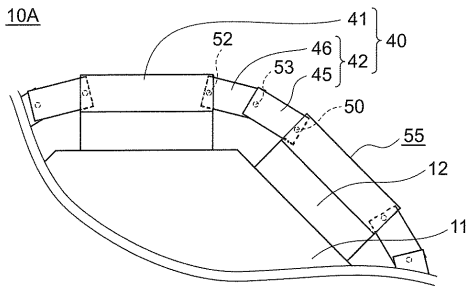
【図２８】



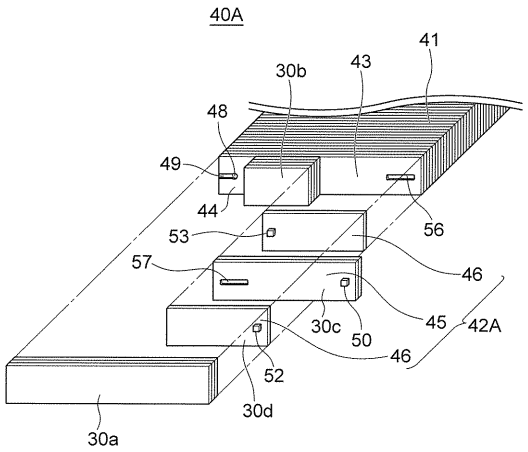
【図２９】



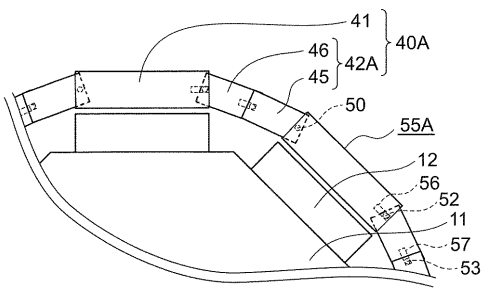
【図３０】



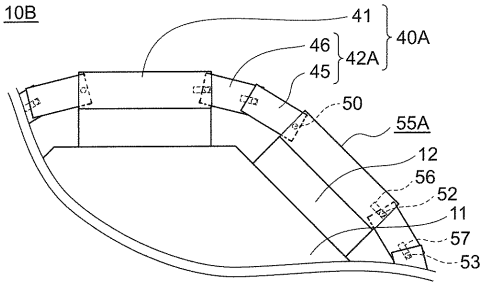
【図３１】



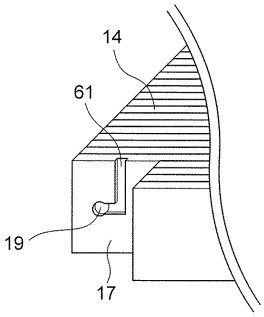
【図３２】



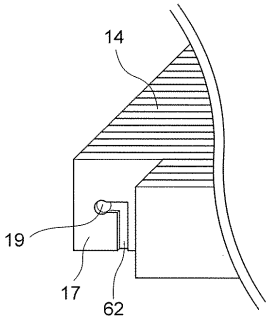
【図３３】



【図３４】



【図３５】



フロントページの続き

(72)発明者　鶴見　祐輔
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　瀧口　隆一
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　橋本　昭
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　池田　貴俊

(56)参考文献　特開２００５－３３３７６２（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１４３７８６（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１１８９９２（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１３／０３１３９２１（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｋ　　１／２７
Ｈ０２Ｋ　１５／０３