

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6072238号
(P6072238)

(45) 発行日 平成29年2月1日(2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月13日(2017.1.13)

(51) Int. Cl.		F I			
HO2K	1/16	(2006.01)	HO2K	1/16	A
HO2K	3/04	(2006.01)	HO2K	3/04	E
HO2K	15/085	(2006.01)	HO2K	15/085	

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2015-519696 (P2015-519696)	(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
(86) (22) 出願日	平成26年3月4日(2014.3.4)	(74) 代理人	100094916 弁理士 村上 啓吾
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/055375	(74) 代理人	100073759 弁理士 大岩 増雄
(87) 国際公開番号	W02014/192350	(74) 代理人	100127672 弁理士 吉澤 憲治
(87) 国際公開日	平成26年12月4日(2014.12.4)	(74) 代理人	100088199 弁理士 竹中 考生
審査請求日	平成27年6月22日(2015.6.22)	(72) 発明者	伊藤 慎一 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
(31) 優先権主張番号	特願2013-111706 (P2013-111706)		
(32) 優先日	平成25年5月28日(2013.5.28)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転子とこの回転子の外周側に配置された固定子とを備えた回転電機の製造方法であって、

前記固定子は、固定子コアと固定子コイルとを備え、

前記固定子コアは、径方向に延びると共に周方向に間隔をあけて配置された複数のティースと前記複数のティースの内周部を連結する連結部とからなる内輪コア、および筒状に形成され前記複数のティースの外周面に接合可能に構成された外輪コアを備え、

前記固定子コアの隣接する前記ティースの間に形成されるスロットは、前記ティースの周方向幅が径方向に沿ってほぼ一定となるよう、その内周部の周方向幅が、その外周部の周方向幅より小さくなるように形成され、

前記固定子コイルは、導線を成形してなる導体コイルを複数個接続して構成されており、前記導体コイルは、前記導線を略六角形状に重ね巻き成形された亀甲コイルであり、前記スロットの内部に配置される複数のスロット収納部と、前記スロットの外部で前記複数のスロット収納部を連結する複数のコイルエンド部とを備えており、

前記スロット収納部は、それぞれ複数本の前記導線で構成された第一スロット収納部およびこの第一スロット収納部が配置されるスロットとは異なるスロットに配置される第二スロット収納部を備えており

前記複数の導体コイルを円筒状に形成し、

前記第一スロット収納部を前記スロット内に配置し、前記第二スロット収納部を、前記第

ースロット収納部を配置したスロットと異なるスロット外部の径方向外周側に配置した後、最外層に配置された全ての前記第二スロット収納部を前記ティース間に前記内輪コアの径方向外方から一括加圧して、前記第一スロット収納部及び前記第二スロット収納部を同時に前記ティース間に挿入することにより前記複数個の導体コイルを前記内輪コアのスロット内に配置する挿入配置工程、前記複数個の導体コイルが挿入配置された内輪コアの外周面に前記外輪コアを接合組み付けるコア結合工程、および前記複数個の導体コイルの端部を接合して前記固定子コイルを形成する接合工程を備えた分布巻き方式の回転電機の製造方法。

【請求項 2】

前記スロット収納部は、同一の前記スロットの内部に配置される複数の前記スロット収納部の占積率が上がるよう、前記導線の断面形状と異なる断面形状に成形されており、同一の前記スロットに配置される複数本の前記導線を、前記スロットの形状に合わせた型内にセットし、一括加圧することにより前記スロット収納部を成形するようにした請求項 1 に記載の回転電機の製造方法。

10

【請求項 3】

前記導線を、表面にエナメルを焼き付けてなる絶縁皮膜を形成したものとし、前記一括加圧の処理により、前記絶縁皮膜の断面角部の厚さが他部より厚くなるようにした請求項 2 に記載の回転電機の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

この発明は、回転電機の製造方法に係り、特に回転電機の固定子に関するものであり、回転電機としての高効率高出力化とその組立性の向上を図るものである。

【背景技術】

【0002】

回転電機の高効率高出力化を図る背景技術として、例えば、特許文献 1 を挙げる事が出来る。本文献 1 では、固定子ティース間のスロットの周方向幅を、径方向内側ほど狭くする幅調整部を設けることで、ティースの径方向における磁気抵抗の差を低減し回転電機としての高性能化を図っている。

そして、前記幅調整部を設けたスロットへの挿入を可能とするため、固定子コイルを、2本の直線部とそれを繋ぐ連結部とを有する略 U 字状に形成し、この固定子コイルの直線部の断面を、前記幅調整部に沿った形状、および、径方向両端部を径方向と直交する方向に沿った形状に成形した後、スロットにその軸方向から挿通配置する。これにより、固定子コイルとスロットとの間の隙間を狭め、固定子の占積率を向上させることができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2013 - 005683 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

特許文献 1 の固定子コイルは、2本の直線部とそれを繋ぐ連結部とを有する略 U 字状に形成された導体を単位とし、この単位導体を複数個接続して構成する。本構成では、直線部が 2 本であるため、導体の数は、固定子の（スロット数 × ターン数） / 2 個必要となる。これにより、固定子コイルを構成する導体本数が増え、固定子の組立性が悪くなる。また、導体本数の増加に伴い、導体同士を接続する接続点の数も増える。これにより、固定子の信頼性も低下する。更には、固定子が大型化する。

【0005】

また、固定子コイルを固定子コアに組み付ける際には、導体を固定子中心軸の軸線方向と略平行に移動させることで、直線部をスロットに挿入配置する。本構成では、後から挿

50

入する導体は、初期に挿入した導体を跨いだ状態で挿入配置する必要がある。これにより、固定子のコイルエンド高さが高くなるため、固定子が大型化する。また、使用する導線の量が増えるため、コイルの電気抵抗が増え回転電機の効率が低下する。更には、コストも上昇する。加えて、本構成においては、導体の直線部断面を成形した後、スロットに挿入配置するが、この際、スロットに収まる部分のみでなく、直線部を含めた全域の導体断面を成形しないと、前述したような挿入配置構成が実現できない。そのため、本来不要な箇所も含めて成形を施す必要があるため、工程に無駄が生じ組立性が悪くなる。

【0006】

更に、直線部の断面を成形する際には、導体を個々に成形する必要があるため、固定子の組立性が悪くなる。また、本構成においては、複数の断面形状を持つ導体を同一スロット内に挿入配置する必要があるため、導体の断面形状精度が求められる。しかし、本構成においては、導体を個々に成形する必要があり、成形形状のばらつき誤差を吸収することができないため、固定子の信頼性が低下する。更には、直線部とスロットとの間の隙間も増えるため、占積率が低減し、回転電機の効率が低下する。

【0007】

この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、高効率、高出力、かつ、組立性に優れた回転電機の製造方法を得ることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明に係る回転電機の製造方法は、固定子コイルは、導線を成形してなる導体コイルを複数個接続して構成されており、導体コイルは、導線を略六角形状に重ね巻き成形された亀甲コイルであり、スロットの内部に配置される複数のスロット収納部と、スロットの外部で複数のスロット収納部を連結する複数のコイルエンド部とを備えており、スロット収納部は、それぞれ複数本の導線で構成された第一スロット収納部およびこの第一スロット収納部が配置されるスロットとは異なるスロットに配置される第二スロット収納部を備えた分布巻き方式の回転電機の製造方法であって、
複数個の導体コイルを円筒状に形成し、第一スロット収納部をスロット内に配置し、第二スロット収納部を、第一スロット収納部を配置したスロットと異なるスロット外部の径方向外周側に配置した後、最外層に配置された全ての第二スロット収納部をティース間に内輪コアの径方向外方から一括加圧して、第一スロット収納部及び第二スロット収納部を同
時にティース間に挿入することにより複数個の導体コイルを内輪コアのスロット内に配置する挿入配置工程、複数個の導体コイルが挿入配置された内輪コアの外周面に外輪コアを接合組み付けるコア結合工程、および複数個の導体コイルの端部を接合して固定子コイルを形成する接合工程を備えたものである。

【発明の効果】

【0009】

この発明は、以上のように、複数個の導体コイルのスロット収納部を内輪コアの径方向外方からスロット内に挿入配置することが可能となるので、軸方向から挿入配置することに伴う種々の弊害を回避でき、回転電機として組立性の向上が実現する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態1による回転電機の固定子1を示す斜視図である。

【図2】本発明の実施の形態1による固定子コア2を示す斜視図である。

【図3】本発明の実施の形態1による固定子コア2の要部断面図である。

【図4】本発明の実施の形態1による導体コイル11の断面図である。

【図5】本発明の実施の形態1による導体コイル11の要部斜視図である。

【図6】本発明の実施の形態1による導体コイル11の要部断面図である。

【図7】本発明の実施の形態1による固定子1の要部上面図である。

【図8】本発明の実施の形態1による固定子1の組立方法を説明する要部断面図である。

【図9】本発明の実施の形態1による固定子1の組立方法を説明する要部断面図である。

【図 10】本発明の実施の形態 2 による導体コイル 11 の要部断面図である。

【図 11】本発明の実施の形態 2 による導体コイル 11 の要部斜視図である。

【図 12】図 11 における A - A 線断面図である。

【図 13】図 11 における B - B 線断面図である。

【図 14】図 11 における C - C 線断面図である。

【図 15】本発明の実施の形態 2 による導体コイル 11 の成形方法を説明する要部断面図である。

【図 16】本発明の実施の形態 2 による導体コイル 11 を型にセットした状態を示す要部上面図である。

【図 17】本発明の実施の形態 2 による導体コイル 11 を成形する型の要部斜視図である

10

【図 18】本発明の実施の形態 2 による導体コイル 11 の成形後の要部断面図である。

【図 19】本発明の実施の形態 3 による固定子 1 を示す斜視図である。

【図 20】本発明の実施の形態 3 による亀甲コイル 30 を示す斜視図である。

【図 21】図 20 における A - A 線断面図である。

【図 22】図 20 における B - B 線断面図である。

【図 23】図 20 における C - C 線断面図である。

【図 24】本発明の実施の形態 3 による亀甲コイル 30 の成形方法を説明する要部断面図である。

【図 25】本発明の実施の形態 3 による固定子 1 の組立方法を説明する要部断面図である

20

【図 26】本発明の実施の形態 3 による固定子 1 の組立方法を説明する要部断面図である

【発明を実施するための形態】

【0011】

実施の形態 1 .

本発明の実施の形態 1 に係る回転電機の固定子の構造を、固定子 1 を示す図 1、固定子コア 2 を示す図 2、固定子コア 2 の要部断面を示す図 3、導体コイル 11 の断面を示す図 4、導体コイル 11 の要部を示す図 5、導体コイル 11 の要部断面を示す図 6、および固定子 1 の要部上面を示す図 7 を参照して説明する。

30

なお、図示は省略しているが、回転電機の中央に回転子が位置し、この回転子の外周側に固定子 1 が配置される。

【0012】

固定子 1 は、図 1、図 2 に示すように、周方向に配列された複数のスロット 5 を有する円環状の固定子コア 2 を備えると共に、スロット 5 を挿通し、固定子コア 2 に分布巻方式で巻回される三相（U 相、V 相、W 相）Y 結線の固定子コイル 10 を 2 組備えている。

【0013】

固定子コア 2 は、図 2 に示すように、周方向に所定の略一定間隔で複数配置されるティース 6、およびティース 6 の内周部を連結する連結部 7 からなる内輪コア 3 と、固定子 1 のコアバックを構成する筒状に形成された外輪コア 4 とから構成される。内輪コア 3 と外輪コア 4 とは別部品であり、外輪コア 4 を内輪コア 3 の外周面に組み付けることで、連結部 7 と隣り合うティース 6 と外輪コア 4 とにより囲まれたスロット 5 が形成される。

40

【0014】

スロット 5 の内周部の周方向幅を a、外周部の周方向幅を b、径方向長さを c とすると、スロット 5 は、 $a < b < c$ となるように形成されている。具体的なスロット 5 の形状を図 3 (A) ~ (C) を用いて説明する。

図 3 (A) のスロット 5 では、途中に段差 8 を設け、スロット 5 の内周部の周方向幅 a を外周部の周方向幅 b よりも狭めている。図 3 (B) のスロット 5 では、スロット 5 の途中から、外周側から内周側に向かうにつれて徐々に周方向幅を狭めるテーパ 9 を設け、スロット 5 の内周部の周方向幅 a を外周部の周方向幅 b よりも狭めている。図 3 (C) のス

50

ロット5では、スロット5の側面全域にわたって、テーパ9を設けている。

なお、本実施の形態1ではスロット5およびティース6をそれぞれ48個として示している。

【0015】

固定子コイル10は、図1に示すように、スロット5に挿入した複数の導体コイル11のコイル端部15を溶接で接続することにより形成している。導体コイル11は、図4、5に示すとおり、導体部17と導体部17の表面にエナメルを焼き付けて被覆する絶縁皮膜18とからなる1本の導線を成形して構成しており、スロット5内に挿通して配置される3個以上のスロット収納部12と、スロット収納部12を連結する複数のコイルエンド部13とからなる。

10

【0016】

スロット収納部12は、スロット5内に複数本、径方向に並ぶように配置される。この際、スロット5は、内周部の周方向幅aを、外周部の周方向幅bよりも狭くしているため、少なくとも2種類の断面形状を持つスロット収納部12を、同一スロット内に混在させる。そして、図6に示すように、スロット5の内周側に配置されるスロット収納部12aの周方向幅を、外周側に配置されるスロット収納部12bの周方向幅よりも小さくすることで、スロット5とスロット収納部12との隙間を狭め、固定子1の占積率を高めることができる。

【0017】

具体的なスロット収納部12の断面および配置の形状を、図6(A)、図6(B)を用いて説明する。図6(A)は、平角断面形状の導体コイル11を、スロット5に異なる向きに挿通して配置したものである。スロット5の内周側には、その断面形状が、周方向幅径方向幅となる向きに形成した第一導体コイルであるスロット収納部12aを2本配置し、スロット5の外周側には、その断面形状が、周方向幅径方向幅となる向きに形成した第一導体コイルより外周側に配置される第二導体コイルであるスロット収納部12bを2本配置したものである。

20

【0018】

図6(B)は、平角断面形状の導体コイル11と、円形断面形状の導体コイル11とをスロット5に挿通して配置したものである。スロット5の内周側には、その断面形状が、平角断面形状の第一導体コイルであるスロット収納部12aを2本配置し、外周側には、その断面形状が円形断面形状の第二導体コイルであるスロット収納部12bを2本配置したものである。

30

なお、スロット5の内周側に、円形断面形状の第一導体コイルであるスロット収納部12aを配置し、外周側に、平角断面形状の第二導体コイルであるスロット収納部12bを配置してもよい。また、例えば、径の異なる円形断面形状のスロット収納部12a、12bを配置してもよい。

【0019】

あるコイルエンド部13を介して連結する2本のスロット収納部12は、図7に示すとおり、それぞれ異なるスロット5に配置され、かつ、スロット5内の径方向位置も互いに異なる。このため、コイルエンド部13には、略円弧形状をしているが、この径方向位置の差を吸収するためのレーンチェンジ部14を設けている。なお、レーンチェンジ部14は、導体コイル11の製造段階にて予め成形して構成しておく。

40

各図に示すように、本実施の形態1では、同一スロット5内に径方向に並ぶスロット収納部12の数を4本、その断面形状を2種類として示している。

【0020】

次に、本実施の形態1における固定子1の組立方法について、図8、9を用いて説明する。

まず、内輪コア3のティース6間の隙間に、スロット収納部12を内輪コア3の径方向外方から挿入する(挿入配置工程)。この挿入方法としては、必要数の導体コイル11を、予め、内輪コア3より若干径が大きい治具上に略円筒状に形成しておき、これを、図8

50

に示すように、径方向内方へ一括挿入する方法がある。この場合、径方向の圧縮による導体コイル11の若干の変形は、固定子コア2の軸方向両端外方へ吸収される。

【0021】

また、他の方法としては、図9に示すように、導体コイル11を一旦直線状に形成しておき、巻き取るように、その端から順次、内輪コア3のスロット5に直接挿入していくようにしてもよい。

【0022】

なお、スロット収納部12を挿入する前に、図8、9に示すように、ティース6および連結部7の周縁部を覆うように絶縁紙19を挿入配置しており、スロット収納部12と内輪コア3との間の絶縁性を確保している。

【0023】

次に、コア結合工程として、導体コイル11が挿入配置された内輪コア3の外周面に外輪コア4を接合組み付ける。

その後、導体コイル11のコイル端部15同士を、例えば、TIG溶接、抵抗溶接等にて接合する（接合工程）。接合部は、コイル端部15を2本、1箇所を集めて接合して構成する。但し、中性点は、UVWの3点を接続する必要があるため、コイル端部15を3本、1箇所を集めて接合する。また、電源、インバータ等他のデバイスと接続するコイル端部15については、他デバイスと接続させるための仲介部品（端子等）を別途接合するか、もしくは、この段階では何もせず、次工程に進む。

【0024】

なお、本実施の形態1では、コイル端部15の接合を、成形し位置合わせした後行う方法について述べたが、例えば、樹脂にターミナルをインサートもしくはアウトサートした中継部品を介して接合するようにしてもよい。この場合、コイル端部15の位置調整作業が不要となるため、組立工程が単純化され組立性が向上する。

【0025】

また、ここでは示していないが、回転子の極数を8極とすることで、固定子1の毎極毎相スロット数を2（ $= 48 \div (8 \times 3)$ ）とすることができる。これにより、回転電機を2重系で駆動することができる。2重系で駆動することで、各相の位相をずらして高調波の次数を高くすることによりリップル電流を下げるることができる。

また、回転電機を駆動制御するインバータ（図示せず）を2つ用いて、独立した2つの駆動回路を持たせることができ、冗長性を得ることができる。

【0026】

以上のように、本発明の実施の形態1においては、スロット5は、その内周部の周方向幅aがその外周部の周方向幅bより小さくなるように形成されているので、ティース6の周方向幅が径方向に沿ってほぼ一定に出来、ティース6の径方向における磁気抵抗の差が低減し回転電機としての性能が向上する。

【0027】

また、導体コイル11として、スロット5の内周側に配置されるスロット収納部12を構成する第一導体コイルとスロット5の外周側に配置されるスロット収納部12を構成する第二導体コイルとを備え、それぞれの断面形状が、スロット5の形状に合わせて互いに異なる形状の導線を使用したものとしたので、スロット5内でのスロット収納部12の占積率が上がり、固定子コイル10の抵抗が低減し、回転電機の効率、出力が向上する。

【0028】

また、この場合、各導体コイル11は、スロット5の形状に合わせて、その導体の一部の断面を成形する必要が無く、導体コイル11を形成するときの作業性が向上する。

【0029】

更に、この場合、スロット5の内周側に配置される第一導体コイルのコイルエンド部13も、その断面が、スロット5の外周側に配置される第二導体コイルのコイルエンド部13よりその周方向幅が小さいものとなる。ところで、コイルエンド部13が占有できる領域は、当然に、外周側よりも内周側の方が狭くなる。

10

20

30

40

50

従って、第一導体コイル、第二導体コイルとも、そのコイルエンド部 13 を無理なく構成することが出来、結果として、固定子コイル 10 の抵抗が低減し、回転電機の効率、出力が向上する。

【0030】

また、本実施の形態 1 によれば、導体コイル 11 のスロット収納部 12 を、内輪コア 3 の径方向外方からスロット 5 内に挿入して配置するが、スロット 5 の内周部の周方向幅 a より外周部の周方向幅 b を大きくしているため、スロット収納部 12 を挿入する際の外周側挿入口が広がる。これにより、導体コイル 11 の内輪コア 3 への挿入作業が容易となり、固定子 1 の組立性が向上する。

【0031】

また、内輪コア 3 は、その内周部が連結部 7 で連結されているので、固定子コア 2 の剛性が高くなる。これにより、導体コイル 11 の挿入時、および、内輪コア 3 に外輪コア 4 を組み付ける際にコアの変形を防ぐことができるため、固定子 1 の組立性が向上する。

また、固定子コア 2 の剛性が高くなることで、回転電機の振動・騒音を抑制することができ、回転電機の性能、品質、信頼性が向上する。

【0032】

また、コイルエンド部 13 にレーンチェンジ部 14 を予め成形しているため、導体コイル 11 をティース 6 間の隙間に挿入する際に、導体コイル 11 同士の干渉を防ぐことができ、固定子 1 の組立性が向上する。更に、導体コイル 11 同士が接触し、絶縁皮膜 18 を傷つける等の不具合を抑制することができるため、回転電機の品質が向上する。

【0033】

また、上述したように、固定子 1 の毎極毎相スロット数を 2 としているため、2 重系の駆動が可能となり、リップル電流を下げるができる。これにより、回転電機のコギングトルクが低減し、かつ、品質も安定する。また、駆動電源としてインバータを 2 つ用意することで、回転電機に冗長性を得ることができる。これにより、回転電機の信頼性が向上する。

また、駆動回路を並列化することで、それぞれの回路に流れる電流を低減させることができる。これにより、特に小容量機であって、巻線作業等機械的ストレスに耐えるために導体に下限の同一サイズのものが採用される場合等では、回転電機の損失が低減し、回転電機の性能、信頼性が向上する。

【0034】

なお、以上の説明では、固定子 1 は、3 相 Y 結線を 2 組持つ 2 重 3 相として示したが、これに限られるものではなく、単相、あるいは、3 相以上であってもこの発明は同様に適用でき、同等の効果を奏する。また、結線も 結線であってもよい。また、固定子 1 のスロット数を 48 として示したが、これに限定されるものではない。また、同一スロット 5 に配置するスロット収納部 12 の数を 4 本、同一スロット 5 に挿通するスロット収納部 12 の断面形状を 2 種類として示したが、これに限定されるものではない。

【0035】

実施の形態 2 .

本発明の実施の形態 2 に係る回転電機の固定子の構造を、導体コイル 11 の要部断面を示す図 10、および導体コイル 11 の要部を示す図 11 を参照して説明する。但し、先の実施の形態 1 と実質的に同じ構成部品に対しては同じ符号を付し、個々の説明を省略する。

実施の形態 2 は、その導体コイル 11 のスロット収納部 12 の断面形状を、元の導線の断面形状と異なる形に成形した点が実施の形態 1 と異なり、以下この部分を中心に説明する。

【0036】

具体的なスロット収納部 12 の断面形状を、図 10 (A)、図 10 (B) を用いて説明する。図 10 (A) は、円形断面形状の導体コイル 11 のスロット収納部 12 を 2 辺成形したものである。スロット 5 の内周側には、その断面形状が、周方向幅 径方向幅となる

10

20

30

40

50

向きにスロット収納部 12 a を 2 本配置し、スロット 5 の外周側には、その断面形状が、周方向幅 径方向幅となる向きにスロット収納部 12 b を 2 本配置したものである。

【 0 0 3 7 】

図 10 (B) は、円形断面形状の導体コイル 11 のスロット収納部 12 を 4 辺成形したものである。スロット収納部 12 は、後述するように、スロット 5 の形状に合わせた上型 20、下型 21 を用いて、周方向両端部がスロット 5 の周方向幅形状に沿った形状に成形されるとともに、径方向両端部が径方向と直交する方向に沿った形状に成形されている。

図 11 に、本実施の形態 2 の導体コイル 11 の外観を示す。スロット収納部 12 は、その断面形状を略台形形状になるように成形している。図 12 は図 11 における A - A 線断面図、図 13 は図 11 における B - B 線断面図、図 14 は図 11 における C - C 線断面図

10

【 0 0 3 8 】

次に、本実施の形態 2 におけるスロット収納部 12 の成形方法について、図 15 ~ 図 17 を用いて説明する。始めに、下型 21 に、導体コイル 11 のスロット収納部 12 に相当する部分をセットする (図 15 (A))。その後、上型 20 を下型 21 にセットして加圧成形する (図 15 (B))。この際、スロット収納部 12 のみ成形を行うため、図 16 に示すように、コイルエンド部 13 を型 20、21 の外にはみ出させている。

【 0 0 3 9 】

また、図 17 に示すとおり、上型 20 および下型 21 の軸方向端部には、テーパ、もしくは、円弧状の逃がし 22 を設けている。これにより、成形されるスロット収納部 12 と成形加工の対象外となるコイルエンド部 13 との境界に、円弧状、もしくは、テーパ状の中継部 16 (図 11) が形成される。この中継部 16 を介して、成形部と非成形部、即ち、スロット収納部 12 とコイルエンド部 13 とを滑らかにつなぎ、断面の急激な変化による絶縁皮膜の破損を防いでいる。

20

【 0 0 4 0 】

ここで、成形されたスロット収納部 12 の断面形状について、図 10、図 18 を用いて説明する。スロット収納部 12 は、複数本を同時にセットし、一括で成形している。これにより、スロット収納部 12 同士の密着度が増すため、型 20、21 からの離脱、および、その他製造工程内にて衝撃により起こりうる位置ずれを抑制することができる。更には、スロット収納部 12 同士の接触面積が増えるため、回転電機のコイル放熱効果も向上する。

30

【 0 0 4 1 】

また、スロット収納部 12 は、略台形形状に成形されるため、成形時、スロット収納部 12 は、上型 20 と下型 21、もしくは、隣接するスロット収納部 12 により、4 方向からの反力を受ける。これにより、断面が四隅に広がることで略台形形状に成形される。この際、導線の導体部 17 のみでなく、絶縁皮膜 18 も含めて四隅に広がり、かつ、図 18 に示すとおり、断面角部の絶縁皮膜の厚みが他部に比べて厚くなるように成形される。

【 0 0 4 2 】

一般的に、角部、エッジ部は電界が集中し、絶縁破壊が生じやすくなる。従って、成形により断面角部の絶縁皮膜の厚みを厚くすることで、絶縁耐圧が向上し、絶縁耐力上有利となる。

40

なお、図 18 では、図 10 のスロット 5 の最内周に挿通配置されるスロット収納部 12 の断面形状について示したが、他の断面についても、同様の成形を行っている。

【 0 0 4 3 】

以上のように、本発明の実施の形態 2 においては、スロット収納部 12 を型 20、21 を用いてスロット形状に沿った形に加圧成形するため、スロット収納部 12 とスロット 5 との間隙が狭まり、スロット 5 内でのスロット収納部 12 の占積率、従って、固定子 1 の占積率を上げることができる。これにより、固定子コイル 10 の抵抗が低減し、回転電機の効率、出力が向上する。

【 0 0 4 4 】

50

また、スロット収納部 1 2 の延長上には、成形されず元の導体形状を保つコイルエンド部 1 3 が構成されている。これにより、成形後のスロット収納部 1 2 は、スロット 5 内に隙間無くフィットし、固定子コア 2 により確実に保持されるので、固定子コイル 1 0 を内輪コア 3 に挿入配置した後、軸方向へのずれを抑制することができ、固定子 1 の組立性が向上する。

【 0 0 4 5 】

また、成形時、型に逃がし 2 2 を設けることで、成形されたスロット収納部 1 2 とコイルエンド部 1 3 との境界に中継部 1 6 を形成し、両者が滑らかに繋がれる。これにより、断面の急激な変化による、絶縁皮膜 1 8 の伸び、破損を防ぐことができ、回転電機の信頼性が向上する。

10

【 0 0 4 6 】

また、この成形により、断面角部の絶縁皮膜 1 8 が他部よりも厚くなるように成形されるため、固定子コイル 1 0 の絶縁耐圧が向上し、回転電機の品質、信頼性が向上する。

また、スロット収納部 1 2 を成形する際には、複数本を同時に一括で成形するため、断面形状を精度よく成形することが可能となり、よりスロット形状に近づけることができる。これにより、固定子 1 の占積率を上げることができ、固定子コイル 1 0 の抵抗が低減し、回転電機の効率、出力が向上する。

【 0 0 4 7 】

また、一括成形により、作業工程、設備、時間の短縮が可能となるため、固定子コア 2 を安価に組み立てることができ、かつ、組立性も向上する。また、スロット収納部 1 2 の密着度が増し、位置ずれを抑制することができるため、固定子 1 の組立性が向上する。更に、スロット収納部 1 2 の接触面積が増えることで、固定子コイル 1 0 の放熱性能が向上し、回転電機の性能、品質、信頼性が向上する。

20

【 0 0 4 8 】

また、成形する箇所をスロット収納部 1 2 のみに限定するため、固定子 1 を組み立てた後、成型部を固定子コア 2 で保護できる。これにより、外乱による成形部の劣化を防ぐことができ、回転電機の信頼性を確保できる。

【 0 0 4 9 】

なお、以上の説明では、導体コイル 1 1 は、断面が円形の導線を成形加工する場合を示したが、これに限られるものではなく、例えば、断面が平角のものであっても本願発明は同様に適用でき同等の効果を奏する。また、導体コイル 1 1 の成形時、同時に成形するスロット収納部 1 2 を 4 本としたが、これに限定されるものではない。

30

【 0 0 5 0 】

実施の形態 3 .

本発明の実施の形態 3 に係る回転電機の固定子の構造を、固定子 1 を示す図 1 9 および導体コイルである亀甲コイル 3 0 を示す図 2 0 を参照して説明する。但し、先の実施の形態 1、2 と実質的に同じ構成部品に対しては同じ符号を付し、適宜個々の説明は省略する。

実施の形態 3 は、その導体コイルを、導線を略六角形状に重ね巻き成形してなる亀甲コイル 3 0 とした点が実施の形態 1、2 と異なり、以下この部分を中心に説明する。

40

【 0 0 5 1 】

図 1 9 は、スロット 5 に挿入した複数の亀甲コイル 3 0 のコイル端部 1 5 を溶接で接続することにより構成した固定子 1 を示す。

次に、図 2 0 を用いて、亀甲コイル 3 0 の構造を説明する。亀甲コイル 3 0 は、導体部 1 7 と、導体部 1 7 の表面を被覆する絶縁皮膜 1 8 とからなる 1 本の導線を略六角形状に重ね巻き成形して構成している。尚図 2 1 は図 2 0 における A - A 線断面図、図 2 2 は図 2 0 における B - B 線断面図、図 2 3 は図 2 0 における C - C 線断面図である。

【 0 0 5 2 】

そして、亀甲コイル 3 0 は、第一スロット収納部 1 2 1 とこの第一スロット収納部 1 2 1 が配置されるスロット 5 とは異なるスロット 5 の内部の、第一スロット収納部 1 2 1 が

50

配置される径方向位置より外周側に配置される第二スロット収納部 1 2 2 とを備え、かつ、これら第一スロット収納部 1 2 1 および第二スロット収納部 1 2 2 がそれぞれ複数本（図 2 0 の例では 2 本）の導線で構成され、互いに複数のコイルエンド部 1 3 で連結されている。

【 0 0 5 3 】

次に、スロット収納部 1 2 1、1 2 2 の成形方法について説明する。この成形は、先の実施の形態 2 と同様、複数本のスロット収納部 1 2 を同時にセットし一括で成形するが、その際、図 2 4 (A)、図 2 4 (B) に示すとおり、スロット収納部 1 2 を互いにずらし、水平に配置して成形してもよい。

【 0 0 5 4 】

なお、スロット収納部 1 2 1、1 2 2 は、そのいずれか一方を、それが挿入される内周部または外周部におけるスロット 5 の形状に合わせた導線を用いたものとし、いずれか他方を、それが挿入される外周部または内周部におけるスロット 5 の形状に合うよう導線の断面を成形して構成するようにしてもよく、また、スロット収納部 1 2 1、1 2 2 の両者ともその導線の断面を成形して構成するようにしてもよい。

【 0 0 5 5 】

続いて、本実施の形態 3 の固定子 1 の組立て方法について、図 2 5、図 2 6 を用いて説明する。

内輪コア 3 のティース 6 間の隙間に、第一スロット収納部 1 2 1 を内輪コア 3 の径方向外方から挿入する。その後、第二スロット収納部 1 2 2 を、第一スロット収納部 1 2 1 を挿通配置したスロット 5 と別のスロット 5 に挿通配置する。

挿入方法であるが、図 2 5 に示すように、亀甲コイル 3 0 の第一スロット収納部 1 2 1 をスロット 5 の内周側に、第二スロット収納部 1 2 2 をスロット 5 の径方向延長上にくるように、スロット 5 の数と同数円筒状に配置する。その後、第二スロット収納部 1 2 2 を径方向から一括挿入する。

【 0 0 5 6 】

あるいは、図 2 6 に示すように、亀甲コイル 3 0 の第一スロット収納部 1 2 1 をスロット 5 の内周側に、第二スロット収納部 1 2 2 を互いに干渉しないようにスロット 5 の数と同数、放射状に配置しておき、第二スロット収納部 1 2 2 を、第一スロット収納部 1 2 1 を中心に、回転移動してスロット 5 に挿入してもよい。

なお、スロット収納部 1 2 を挿入する前に、ティース 6 および連結部 7 の周縁部を覆うように絶縁紙 1 9 を挿入配置しており、スロット収納部 1 2 と内輪コア 3 との間の絶縁性を確保している。

【 0 0 5 7 】

以上のように、本発明の実施の形態 3 においては、導体コイルを、導線を略六角形状に重ね巻き成形してなる亀甲コイル 3 0 としているため、コイルの形状が単純化される。

即ち、図 2 0 を先の図 5、図 1 1 と比べてみると判るように、製作単位となる導体コイルが小型となり、コイルを成形するための型も小型で簡単な構造のものとなる。

【 0 0 5 8 】

これにより、固定子 1 を安価に製造することが可能となり、かつ、組立性が向上する。

更に、スロット収納部 1 2 の長さを容易に変更することができるため、設計自由度が増す。

【 0 0 5 9 】

また、亀甲コイル 3 0 の第一スロット収納部 1 2 1 を内輪コア 3 の内周側に挿通配置し、第二スロット収納部 1 2 2 を内輪コア 3 の外周側に挿通配置するため、1 種類の形状の亀甲コイル 3 0 により固定子コイル 1 0 を構成することができる。これにより、部品が共通化されるため、固定子 1 を安価に製造することが可能となり、また組立性能も向上する。

【 0 0 6 0 】

なお、以上の説明では、亀甲コイル 3 0 は、第一スロット収納部 1 2 1 および第二スロ

10

20

30

40

50

ット収納部 1 2 2 を、それぞれ 2 本のスロット収納部 1 2 の集合体としていたが、本願発明の適用上、本数はこれに限られるものではなく、また、各スロット収納部 1 2 の本数が異なってもよい。

また、第二スロット収納部 1 2 2 を第一スロット収納部 1 2 1 の外側に配置したが、配置はこれに限定されるものではなく、例えば、第一、第二スロット収納部 1 2 1、1 2 2 とともに、スロット 5 の内周側に配置し、スロット 5 の外周側には別の亀甲コイル 3 0 を挿通配置する構造であってもよい。

【 0 0 6 1 】

また、固定子 1 のスロット 5 の数を 4 8 として示したが、この数はこれに限定されるものではない。また、径方向に並ぶスロット収納部 1 2 の数を 4 本としたが、この本数はこれに限定されるものではない。さらに、挿入する亀甲コイル 3 0 の数をスロット 5 と同数としたが、これに限定されるものではなく、例えば、スロット 5 の数の n 倍の亀甲コイル 3 0 を挿入する構成としてもよい。

10

【 0 0 6 2 】

なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

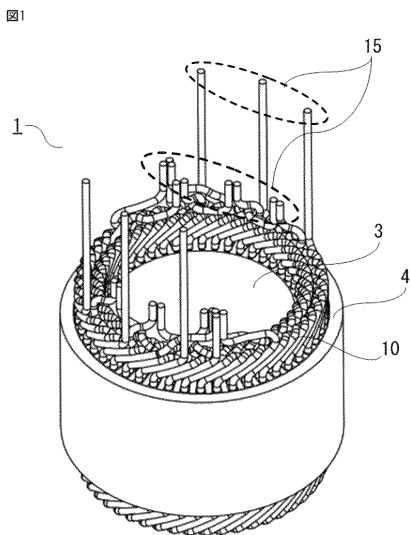
【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 3 】

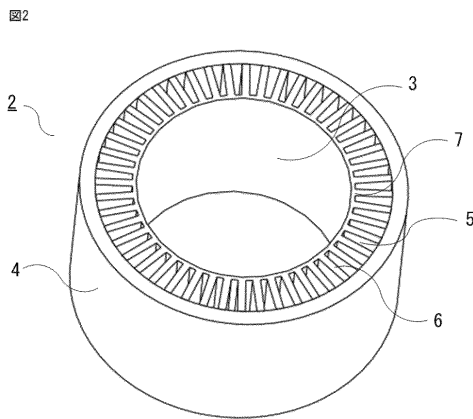
ここで説明した実施の形態 1 ~ 3 の回転電機は、例えば、自動車の電動パワーステアリング用駆動モータ等に使用されるが、用途はこれに限定されるものではない。

20

【 図 1 】

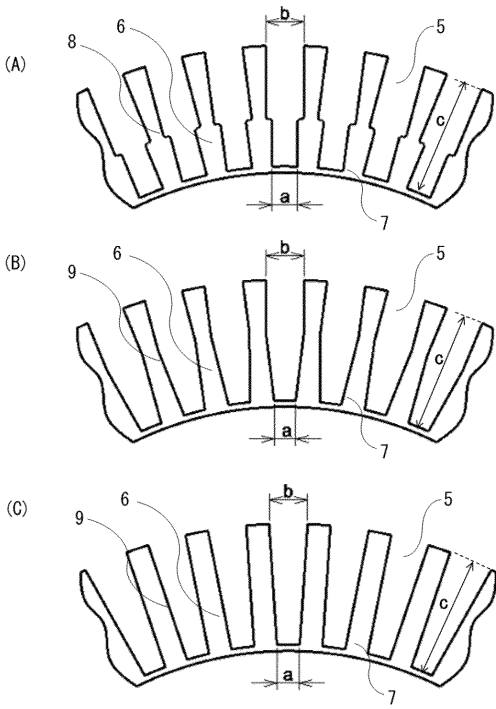


【 図 2 】



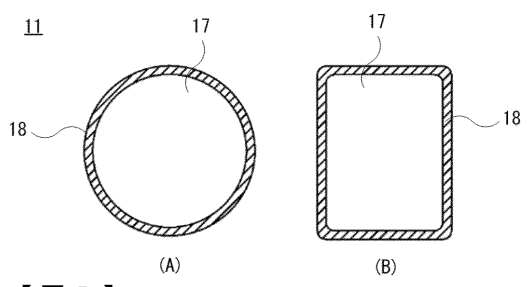
【図3】

図3



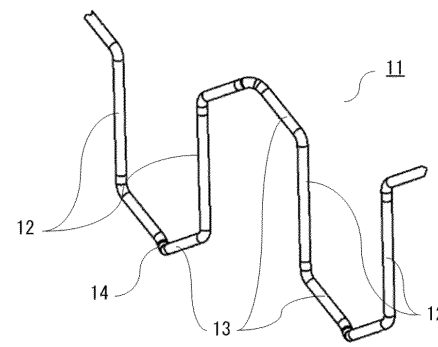
【図4】

図4



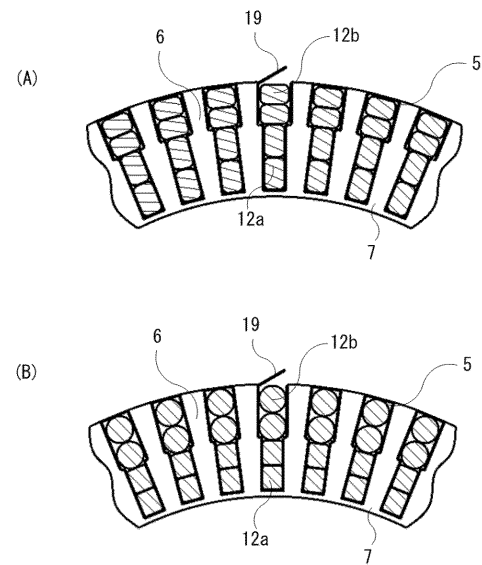
【図5】

図5



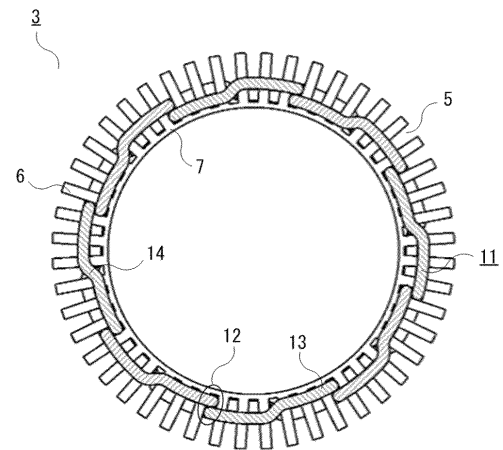
【図6】

図6



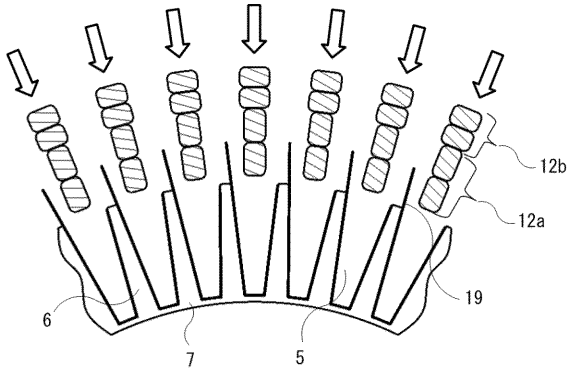
【図7】

図7



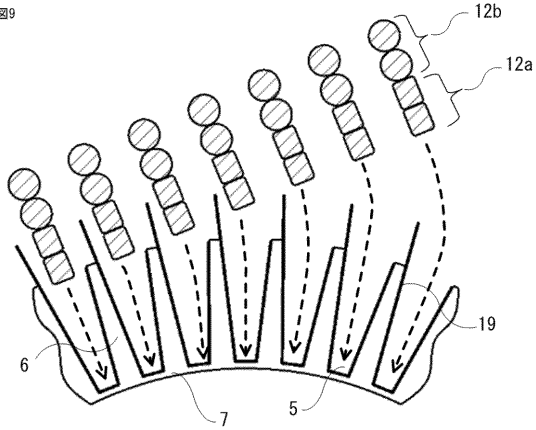
【 8 】

8



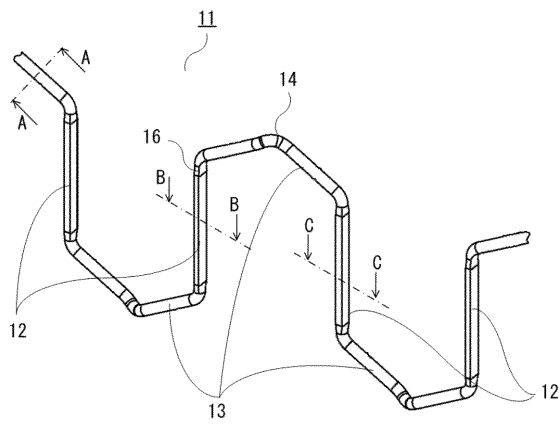
【 9 】

9



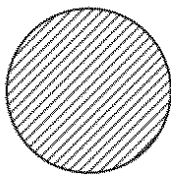
【 11 】

11



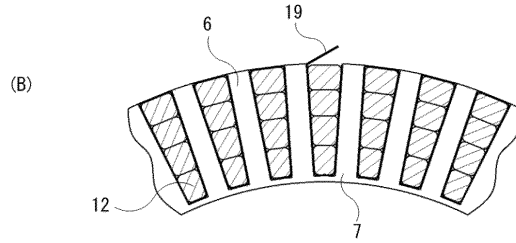
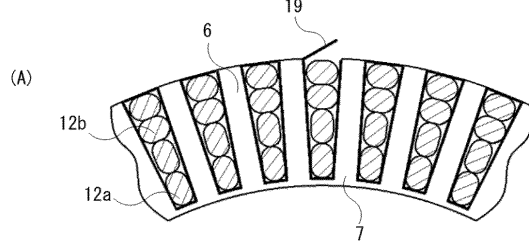
【 12 】

12



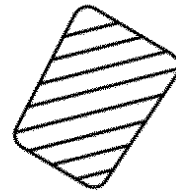
【 10 】

10



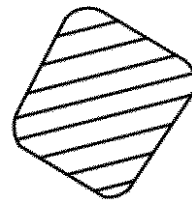
【 13 】

13

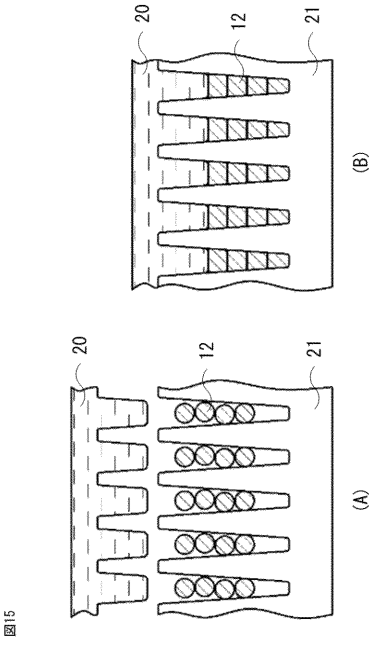


【 14 】

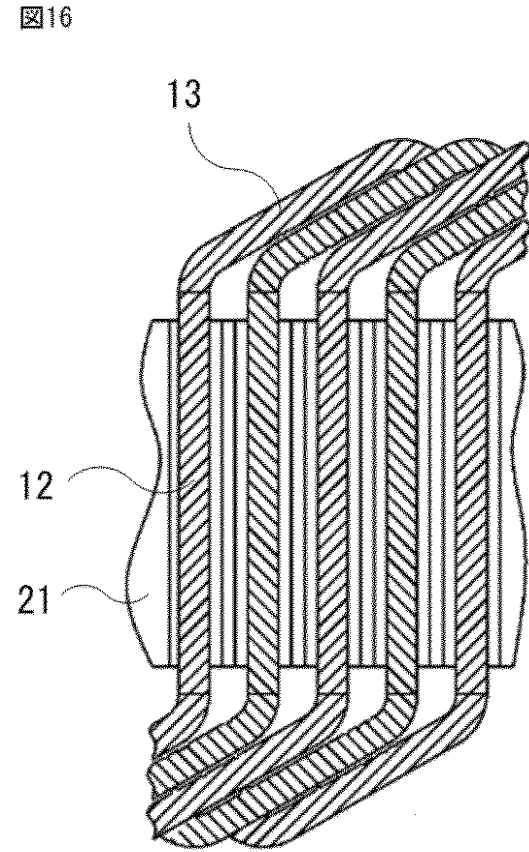
14



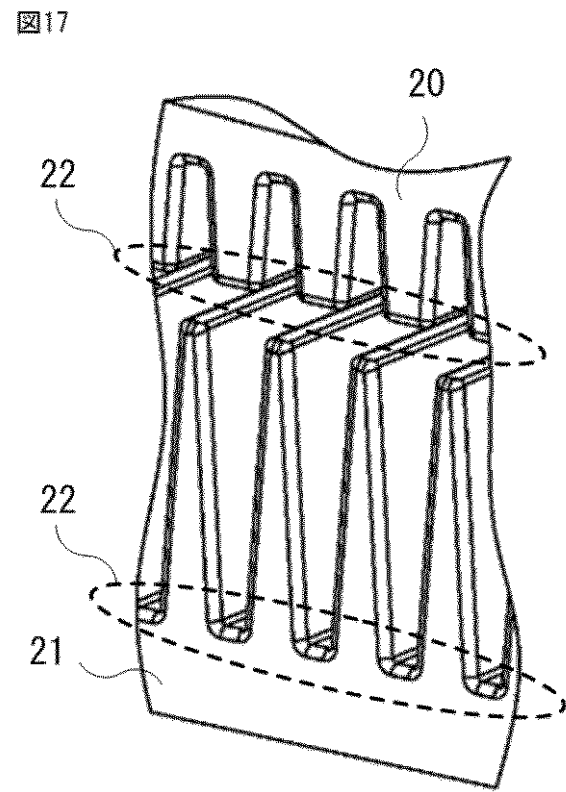
【図15】



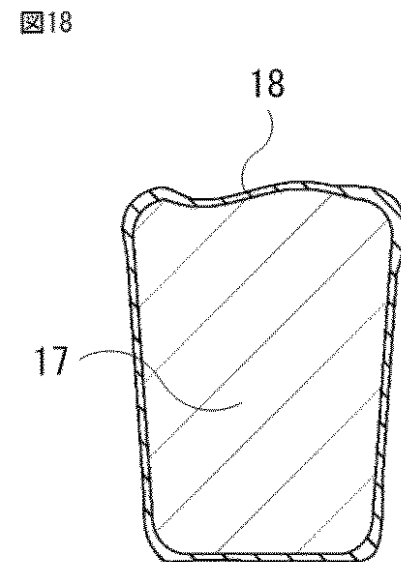
【図16】



【図17】

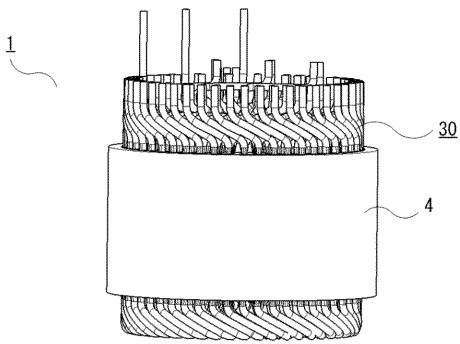


【図18】



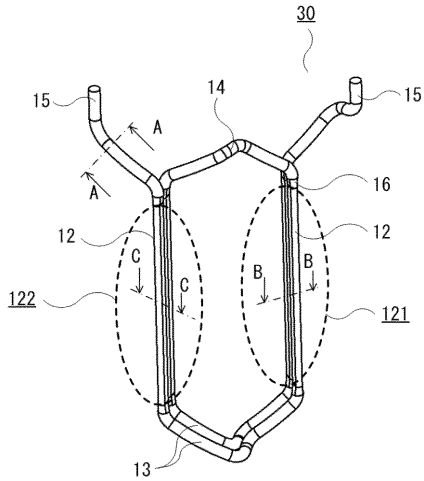
【 図 19 】

図19



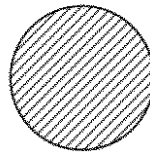
【 図 20 】

図20



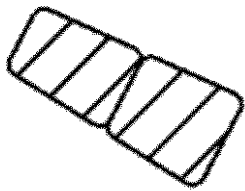
【 図 21 】

図21



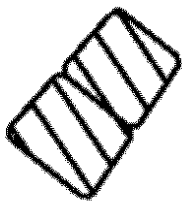
【 図 22 】

図22



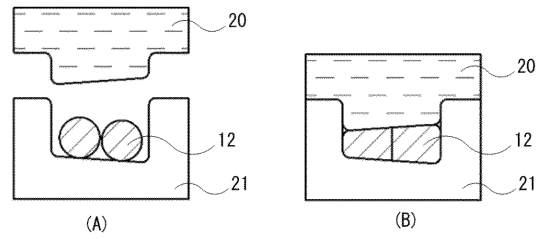
【 図 23 】

図23



【 図 24 】

図24



【 25 】

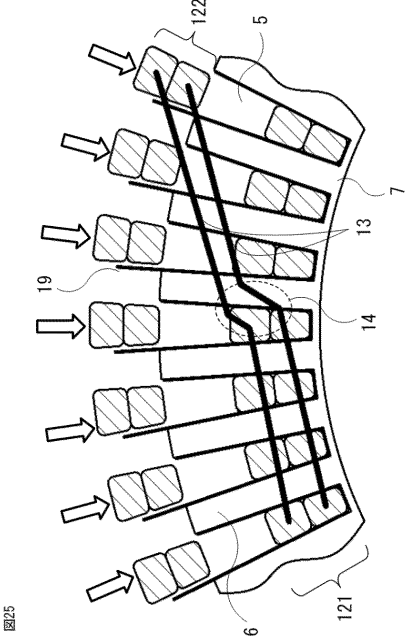


图25

【 26 】

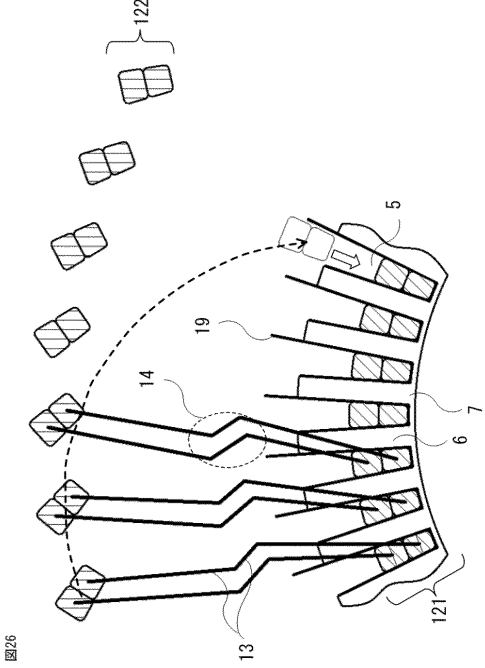


图26

フロントページの続き

- (72)発明者 川崎 祥子
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 廣谷 迪
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 中野 正嗣
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 有働 豊秋
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 松尾 宏幸
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 土田 嘉一

- (56)参考文献 特開2000-224788(JP,A)
特開2007-288848(JP,A)
特開2008-148480(JP,A)
特開昭61-240832(JP,A)
特開2010-263771(JP,A)
再公表特許第2011/155327(JP,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1/16
H02K 3/04
H02K 15/085