

(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2017-229147

(P2017-229147A)

(43) 公開日 平成29年12月28日(2017.12.28)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H02K 1/18	(2006.01)	H02K 1/18	B	5H601
H02K 15/02	(2006.01)	H02K 15/02	F	5H615

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2016-123114 (P2016-123114)	(71) 出願人	000002107
(22) 出願日	平成28年6月22日 (2016.6.22)		住友重機械工業株式会社
			東京都品川区大崎二丁目1番1号
		(74) 代理人	100105887
			弁理士 来山 幹雄
		(72) 発明者	守谷 幸次
			神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
			機械工業株式会社 横須賀製造所内
		(72) 発明者	中▲崎▼ 修
			神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
			機械工業株式会社 横須賀製造所内
		Fターム(参考)	5H601 AA23 EE11 EE19 EE34 GA02
			GA37 GA38 GA40 GB05 GB13
			GC02 GC12 GC22 KK12 KK17
			5H615 AA01 PP01 PP07 SS05 SS19
			SS20

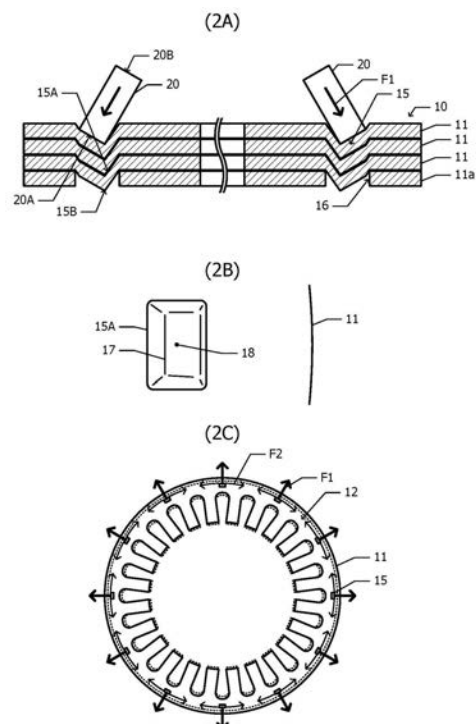
(54) 【発明の名称】 積層コア及び積層コアの製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】回転機の特性を改善することができる積層コアを提供する。

【解決手段】環状のヨーク部12、及びヨーク部から径方向内側に向かって突出する複数のティース部を含む板状の複数の単体コアが積層されて積層コア10が構成される。複数の単体コアの各々のヨーク部に、引っ張り応力F2の一部は、周方向の引張り残留応力が残っている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

環状のヨーク部、及び前記ヨーク部から径方向内側に向かって突出する複数のティース部を含む板状の複数の単体コアが積層された積層コアであって、

複数の前記単体コアの各々の前記ヨーク部に、周方向の引張り残留応力が残っている積層コア。

【請求項 2】

前記単体コアの各々のカシメ部の上面に凹部、下面に凸部が形成されており、前記凸部が、下側に隣り合う前記単体コアの前記凹部内に嵌め込まれており、

前記凹部の径方向の断面形状が左右非対称である請求項 1 に記載の積層コア。

10

【請求項 3】

環状のヨーク部、及び前記ヨーク部から径方向内側に向かって突出する複数のティース部を含む板状の複数の単体コアが積層されてカシメられている積層コアであって、

カシメ部の上面に凹部が形成され、下面に凸部が形成されており、前記単体コアの外周側の、前記凹部の側面が傾斜しており、内周側の、前記凹部の側面は前記外周側の側面とは異なる勾配を有するか、または前記単体コアの上面に対して垂直である積層コア。

【請求項 4】

環状のヨーク部、及び前記ヨーク部から径方向内側に向かって突出する複数のティース部を含む板状の単体コアの前記ヨーク部のカシメ部に、前記単体コアの厚さ方向に対して傾いた方向の力を加えることによって、カシメを形成し、

20

複数の前記単体コアを積層して相互に固定して積層コアとする積層コアの製造方法。

【請求項 5】

前記単体コアの厚さ方向に対して傾いた方向の力は、前記単体コアに対して内周側から外周側を向く成分を持つように傾いている請求項 4 に記載の積層コアの製造方法。

【請求項 6】

前記カシメの形成において、先端部分が基部よりも前記単体コアの外周側に位置するように傾いたカシメ用のピンを用い、前記ピンを前記単体コアに対して、前記ピンの基部から先端部分に向かう斜め方向に打ち込む請求項 4 または 5 に記載の積層コアの製造方法。

【請求項 7】

カシメ用のピンの先端部分が、前記単体コアの周方向に沿って見たとき左右非対称の形状を有する請求項 4 または 5 に記載の積層コアの製造方法。

30

【請求項 8】

前記カシメの形成は、前記単体コアを積層した状態で行う請求項 4 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の積層コアの製造方法。

【請求項 9】

カシメの形成は、前記単体コアのそれぞれに対して行い、カシメが形成された前記単体コアを積層することにより積層コアとする請求項 4 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の積層コアの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、積層コア及び積層コアの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

回転機のステータのコアをコアケースに焼嵌めして、コアをコアケースに固定する技術が知られている。コアは、環状のヨーク部と、ヨーク部の内周から径方向内側に突出する複数のティース部とを含む。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

50

【特許文献 1】特開 2013-169043 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

回転機の効率のさらなる向上を図るために、ヨーク部に発生する応力をコントロールしたコアが求められている。

【0005】

本発明の目的は、回転機の特性を改善することができる積層コアを提供することである。

【課題を解決するための手段】

10

【0006】

本発明の一観点によると、

環状のヨーク部、及び前記ヨーク部から径方向内側に向かって突出する複数のティース部を含む板状の複数の単体コアが積層された積層コアであって、

複数の前記単体コアの各々の前記ヨーク部に、周方向の引張り残留応力が残っている積層コアが提供される。

【0007】

本発明の他の観点によると、

環状のヨーク部、及び前記ヨーク部から径方向内側に向かって突出する複数のティース部を含む板状の単体コアの前記ヨーク部のカシメ箇所に、前記単体コアの厚さ方向に対して傾いた方向の力を加えることによって、カシメを形成し、

20

複数の前記単体コアを積層して相互に固定して積層コアとする積層コアの製造方法が提供される。

【発明の効果】

【0008】

ヨーク部に周方向の引張り残留応力を残留させることにより、焼嵌めによりヨーク部に発生する圧縮応力の影響を低減させることができる。

単体コアにカシメを形成する際に、単体コアの厚さ方向に対して傾いた方向の力を加えることにより、面内方向の応力を発生させることができる。特に、内周側から外周側に向かう成分を持つ力を加えると、周方向の引張り応力を発生させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】図 1 A 及び図 1 B は、それぞれ実施例による積層コアの平面図及び斜視図である。

【図 2】図 2 A は、カシメ処理中における積層コア、及びカシメを形成するためのピンの概略断面図であり、図 2 B は、カシメの凹部の平面図であり、図 2 C は、カシメ前の単体コアを破線で示し、カシメ後の単体コアを実線で示す平面図である。

【図 3】図 3 は、実施例による積層コアを用いた回転機の断面図である。

【図 4】図 4 A は、シミュレーション対象のヨーク部の部分概略図であり、図 4 B は、ヨーク部を径方向に 10 個の要素に区分したとき、内側から 2 番目～9 番目の要素 V1～V8 における周方向の応力のシミュレーション結果を示すグラフである。

40

【図 5】図 5 は、実施例による単体コアの外周部分の変位量を強調した部分平面図である。

【図 6】図 6 A は、他の実施例によるカシメ処理中における積層コア、及びカシメを形成するためのピンの概略断面図であり、図 6 B は、カシメの凹部の平面図である。

【図 7】図 7 A は、さらに他の実施例によるカシメ処理中における積層コア、及びカシメを形成するためのピンの概略断面図であり、図 7 B は、カシメの凹部の平面図である。

【図 8】図 8 A は、さらに他の実施例によるカシメ処理中における積層コア、及びカシメを形成するためのピンの概略断面図であり、図 8 B は、カシメの凹部の平面図である。

【図 9】図 9 A～図 9 C は、さらに他の実施例によるカシメ用のピンの斜視図である。

50

【図 10】図 10 A は、さらに他の実施例による積層コアの断面図であり、図 10 B 及び図 10 C は、それぞれカシメを拡大した径方向に沿う断面図及び平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

図 1 A ～図 5 を参照して、実施例による回転機の積層コアについて説明する。

図 1 A 及び図 1 B に、それぞれ積層コア 10 の平面図及び斜視図を示す。積層コア 10 は、同一形状に型抜きされた板状の複数の単体コア 11 を積層して形成される。単体コア 11 には、例えば電磁鋼板が用いられる。単体コア 11 は、環状のヨーク部 12、及びヨーク部 12 から径方向内側に向かって突出する複数のティース部 13 を含む。ヨーク部 12 の外周は円周形状を有する。

10

【0011】

複数のティース部 13 の先端に対向するようにロータが配置される。ロータの中心に回転軸が配置される。ティース部 13 に導線が巻き付けられることによってコイルが形成される。回転機の動作中は、ティース部 13 に径方向の磁束が発生し、ヨーク部 12 に周方向の磁束が発生する。

【0012】

ヨーク部 12 に形成された複数のカシメ 15 によって、複数の単体コア 11 が相互に固定されている。カシメ 15 は、例えばヨーク部 12 と中心を共有する仮想円周上に配置され、周方向に等間隔に分布する。図 1 A 及び図 1 B では 12 個のカシメ 15 が設けられている例を示しているが、カシメ 15 の個数は 11 個以下でもよいし、13 個以上でもよい。

20

【0013】

図 2 A に、カシメ処理中における積層コア 10、及びカシメ 15 を形成するためのピン 20 の概略断面図を示す。図 2 A に示された断面図は、図 1 A の一点鎖線 2 A - 2 A における断面図に相当する。複数の単体コア 11 が積層されている。最も下の単体コア 11 a には、カシメ 15 を形成すべき位置に、カシメ 15 に代えて開口 16 が形成されている。

【0014】

最も下の単体コア 11 a の上に 2 層目の単体コア 11 を積み重ねた状態で、カシメ用のピン 20 によりカシメ 15 を形成する。カシメ用のピン 20 は、例えば、先端部分 20 A が平坦な角柱状の外形を有する。その後、単体コア 11 の積み重ねと、カシメ用のピン 20 によるカシメ 15 の形成とを繰り返す。カシメ 15 は、一方の面（上面）に形成された凹部 15 A と、他方の面（下面）に形成された凸部 15 B とを含む。ある単体コア 11 に形成されたカシメ 15 の凸部 15 B が、その下に隣り合う単体コア 11 のカシメ 15 の凹部 15 A 内に嵌め込まれことにより、積層された単体コア 11 が相互に締結されて固定される。

30

【0015】

カシメ用のピン 20 によるカシメ 15 の形成時に、カシメ用のピン 20 は、単体コア 11 の中心から外周側に向かう成分を持つ力 F1 をカシメ部に加える。例えば、カシメ用のピン 20 を外周側に（ピン 20 の先端部分 20 A が基部 20 B よりも外周側に位置するように）傾けておき、ピン 20 の傾いた軸方向にピン 20 を単体コア 11 に対して打ち込むことにより、このような力 F1 を加えることができる。これにより、カシメ 15 の凹部 15 A の、径方向に沿う断面形状は左右非対称になり、最も深い位置よりも外周側の側面の勾配と内周側の側面の勾配とが異なる。ここで、勾配は、単体コア 11 の上面に対する傾斜角の平均値で表してもよいし、水平距離に対する垂直距離の比率で表してもよい。図 2 A に示した例では、凹部 15 A の最も深い位置の両側において、内周側の側面が、外周側の側面より急峻である。凹部の外周側の斜面は、カシメ用のピン 20 の先端部分 20 A の面により形成される。

40

【0016】

図 2 B に、カシメ 15 の凹部 15 A の平面図を示す。凹部 15 A は、ほぼ矩形の平面形状を有する。図 2 B において、左側が単体コア 11（図 1 A）の中心側に相当し、右側が

50

外周側に相当する。カシメ 15 の凹部 15 A の最深部 17 が、平面視における凹部 15 A の中心 18 よりも単体コア 11 の内周側にずれている。

【0017】

図 2 C、図 3、図 4 A 及び図 4 B を参照して、上記実施例の効果について説明する。

図 2 C に、カシメ前の単体コア 11 の平面図を破線で示し、カシメ後の単体コア 11 の平面図を実線で示す。カシメ処理時に、単体コア 11 の中心から外周を向く力 F_1 がカシメ箇所に加わる。このため、単体コア 11 に、平面的に広がる方向の歪みが生ずる。すなわち、カシメ後の単体コア 11 の外周は、カシメ前の単体コア 11 の外周よりも外側に位置する。その結果、ヨーク部 12 の周長がカシメ前よりも長くなり、ヨーク部 12 に周方向の引張り応力 F_2 が発生する。

10

【0018】

カシメ用のピン 20 (図 2 A) を単体コア 11 から引き離した状態で、すなわち、積層コア 10 に外力が加えられていない状態で、引張り応力 F_2 の一部は、引張り残留応力として残る。引張り残留応力は、例えば X 線残留応力測定装置を用いて測定することができる。なお、周方向の引張り残留応力が残っている部分には、径方向の圧縮残留応力が残っている。

【0019】

図 3 に、実施例による積層コア 10 を用いた回転機の断面図を示す。積層コア 10 が円筒状のコアケース 32 に焼嵌めされて固定されている。ロータ 30 が、積層コア 10 の内側に支持されており、ロータ 30 の外周面が、ティース部 13 の先端に対向する。ロータ 30 の中心に回転軸 31 が固定されている。積層コア 10 がコアケース 32 に焼嵌めされているため、ヨーク部 12 に、中心に向かう力 F_3 が加わっている。

20

【0020】

次に、図 4 A 及び図 4 B を参照して、ヨーク部 12 を外側に向かって広げた時に発生する周方向の引張り応力の大きさのシミュレーション結果について説明する。シミュレーションには、有限要素法を適用した。

【0021】

図 4 A にシミュレーション対象のヨーク部 12 の部分概略図を示す。シミュレーション対象のヨーク部 12 は、内径が 190 mm、外径が 210 mm、厚さが 0.5 mm の円環状とした。ヨーク部 12 のヤング率は、一般的な電磁鋼板とほぼ同等の 210 GPa とした。ヨーク部 12 の外周を外側に向かって 50 μm 、100 μm 、200 μm だけ変位させた時に、ヨーク部 12 の周方向に発生する応力を求めた。

30

【0022】

図 4 B に、ヨーク部 12 を、径方向に並ぶ 10 個のエレメントに区分したとき、内側から 2 番目～9 番目のエレメント V1～V8 における周方向の応力のシミュレーション結果を示す。横軸は、ヨーク部 12 の径方向の位置を表し、縦軸は周方向の応力を表す。引張り応力を正とし、圧縮応力を負とした。

【0023】

丸記号、四角記号、三角記号、及び星形記号は、それぞれヨーク部 12 の外周の変形量が 0 μm 、50 μm 、100 μm 、200 μm のときの応力を示す。参考のために、ヨーク部 12 をコアケースに焼嵌めした状態で周方向に発生する応力を五角形記号で示す。シミュレーションで用いたコアケースは、ヨーク部 12 の外径よりも 300 μm 小さい内径を有する。

40

【0024】

ヨーク部 12 の外周を外側に変位させると、周方向の引張り応力が発生することがわかる。これは、ヨーク部 12 の外周を外側に変位させると、ヨーク部 12 が周方向に延びるためである。変位量が大きくなるにしたがって、引張り応力も大きくなる。また、引張り応力は、内周側よりも外周側の方が大きいことがわかる。

【0025】

ヨーク部 12 をコアケースに焼嵌めすると、ヨーク部 12 に周方向の圧縮応力が発生す

50

ることがわかる。回転機の大きさや、焼嵌め時の締め代によって圧縮応力の大きさは異なるが、一般的に数MPa～数百MPaの圧縮応力が発生すると考えられる。

【0026】

図4Bに示したように、積層コア10にコアケース32（図3）を焼嵌めすると、ヨーク部12に周方向の圧縮応力が発生する。実施例においては、焼嵌め前の状態でヨーク部12に引張り残留応力が残っているため、ヨーク部12に発生する圧縮応力の影響を低減することができる。これにより、ヨーク部12の磁気特性の低下を抑制することができ、回転機の効率の低下を抑制することができる。

【0027】

図5に、実施例による単体コア11の外周部分の変位量を強調した部分平面図を示す。カシメ前の外周を破線で示し、カシメ後の外周を実線で示す。カシメ時に、カシメ15が配置された位置に外周に向かう力が印加される。このため、カシメ15が配置された位置に対応する外周部分の変位量D1が、隣り合うカシメ15の中間地点に対応する外周部分の変位量D2より大きくなる。従って、単体コア11の中心から、カシメ15が設けられている箇所に対応する外周部分までの距離が、隣り合うカシメ15の中間地点に対応する外周部分までの距離より長くなる。

10

【0028】

次に、図6A及び図6Bを参照して、他の実施例による積層コアの製造方法について説明する。以下、図1A～図3に示した実施例との相違点について説明し、共通の構成については説明を省略する。

20

【0029】

図6Aに、本実施例におけるカシメ処理中の積層コア10、及びカシメ15を形成するためのピン20の概略断面図を示す。本実施例では、カシメ用のピン20の、単体コア11の厚さ方向からの傾斜が、図2Aに示した実施例の場合の傾斜よりも大きい。図2Aに示した実施例では、厚さ方向を基準とする傾斜角が45°よりも小さかったが、図6Aに示す実施例では、傾斜角が45°よりも大きい。

【0030】

カシメ用のピン20の先端部分20Aの面によって、凹部15Aの外周側の斜面が形成される。このため、凹部15Aの外周側の斜面の傾斜角が45°より大きくなり、内周側の斜面の傾斜角が45°より小さくなる。

30

【0031】

図6Bに、凹部15Aの平面図を示す。凹部15Aは、ほぼ矩形の平面形状を有する。図6Bにおいて、左側が単体コア11（図1A）の中心側に相当し、右側が外周側に相当する。カシメ15の凹部15Aの最深部17が、平面視における凹部の中心18よりも単体コア11の外周側にずれている。

【0032】

次に、図7A及び図7Bを参照して、さらに他の実施例による積層コアの製造方法について説明する。以下、図1A～図3に示した実施例との相違点について説明し、共通の構成については説明を省略する。

【0033】

40

図7Aに、本実施例におけるカシメ処理中の積層コア10、及びカシメ15を形成するためのピン20の概略断面図を示す。図1A～図3に示した実施例では、カシメ用のピン20（図2A）の先端部分20Aが、ピン20の軸方向に対して垂直な平坦面であった。図7Aに示す実施例では、カシメ用のピン20の先端部分20Aが、径方向に平行な断面内においてV字形状を有する。すなわち、カシメ用のピン20の先端部分20Aは、内周側の斜面と外周側の斜面とを含む。このカシメ用のピン20が、図2Aの実施例と同様に、単体コア11に対して斜めに力を加える。本実施例では、凹部15Aの外周側の斜面が内周側の斜面より急峻になる。

【0034】

図7Bに、凹部15Aの平面図を示す。図7Bにおいて、左側が単体コア11（図1A

50

）の中心側に相当し、右側が外周側に相当する。カシメ 15 の凹部 15 A の最深部 17 が、平面視における凹部 15 A の中心 18 よりも単体コア 11 の外周側にずれている。

【0035】

次に、図 8 A 及び図 8 B を参照して、さらに他の実施例による積層コアの製造方法について説明する。以下、図 1 A ～図 3 に示した実施例との相違点について説明し、共通の構成については説明を省略する。

【0036】

図 8 A に、本実施例におけるカシメ処理中の積層コア 10、及びカシメ 15 を形成するためのピン 20 の概略断面図を示す。図 1 A ～図 3 に示した実施例では、カシメ用のピン 20（図 2 A）の先端部分 20 A が、軸方向に対して垂直な平坦面であった。図 8 A に示した実施例では、カシメ用のピン 20 の先端部分 20 A が片刃状の形状を有する。片刃の斜面が外周側を向き、ピン 20 の内周側の側面は、ピン 20 の先端までまっすぐ伸びる。

【0037】

カシメ用のピン 20 が、単体コア 11 に対して垂直方向に打ち込まれる。このとき、ピン 20 の先端部分 20 A の外周側を向く斜面が、凹部 15 A の外周側の側面に、外周側を向く力を加える。このため、図 1 A ～図 3 に示した実施例と同様の効果が得られる。凹部 15 A の外周側の側面は、ピン 20 の先端部分 20 A の片刃の斜面に対応して傾斜した面になり、内周側の側面は、ピン 20 の内周側のまっすぐ伸びる側面に対応して、単体コア 11 の上面に対してほぼ垂直に切り立った面になる。

【0038】

次に、図 9 A ～図 9 C を参照して、他の実施例による積層コアの製造方法で用いられるカシメ用のピン 20 の形状及び姿勢について説明する。図 9 A ～図 9 C において、図の右側が単体コア 11（図 1 A）の外周側に相当する。

【0039】

図 9 A に示す例では、一般的な直方体状のカシメ用のピン 20 の中心軸が単体コア 11（図 1 A）に対して斜めに配置される。このピン 20 を単体コア 11 に対して垂直に打ち込んだとき、内周側に向かう力 F_i よりも外周側に向かう力 F_o の方が大きくなるように、ピン 20 の中心軸の傾斜角が設定されている。

【0040】

図 9 B に示す例では、カシメ用のピン 20 の先端部分 20 A の形状が、周方向に沿って見たとき左右非対称になっている。具体的には、ピン 20 の先端部分が V 字状にされており、外周側を向く斜面が内周側を向く面より大きい。また、外周側を向く斜面の傾斜が、内周側を向く斜面の傾斜より緩やかである。この構成により、ピン 20 を単体コア 11 に対して垂直に打ち込んだとき、内周側に向かう力 F_i よりも外周側に向かう力 F_o の方が大きくなる。

【0041】

図 9 C に示すように、図 9 B に示したピン 20 の尖った先端部分 20 A を面取りしてもよい。

【0042】

次に、図 10 A ～図 10 C を参照して、さらに他の実施例について説明する。以下、図 1 A ～図 3 に示した実施例との相違点について説明し、共通の構成については説明を省略する。

【0043】

図 10 A に、本実施例による積層コア 10 の断面図を示す。複数の単体コア 11 が積み重ねられている。図 2 A、図 6 A、図 7 A、及び図 8 A に示した例では、カシメ 15 の凹部 15 A の断面がほぼ V 字状であった。すなわち、凹部 15 A の斜面はほぼ平面であった。

【0044】

図 10 A に示した例では、カシメ 15 の凹部 15 A の斜面が曲面で構成されている。カシメ用のピン 20 の先端形状、ピン 20 の打ち込みの深さ等によっては、図 10 A に示し

10

20

30

40

50

たように、凹部 15 A の斜面が曲面で構成される場合もある。

【0045】

図 10 B 及び図 10 C に、それぞれカシメ 15 を拡大した径方向に沿う断面図及び平面図を示す。図 10 B 及び図 10 C において、左側が単体コア 11 の中心側に対応し、右側が単体コア 11 の外周側に対応する。カシメ 15 の凹部 15 A の径方向に関する寸法を L で表す。凹部 15 A が形成されている表面を凹部 15 A 内に延長した仮想平面 40 と、凹部 15 A の内面とで囲まれた部分（図 10 B においてドット模様を付した部分）の幾何学的形状の重心の位置を C で表す。

【0046】

重心の位置 C は、平面視においてカシメ 15 の凹部 15 A の径方向に関する中心 C1 よりも単体コア 11 の外周側にずれている。この形状は、例えば図 6 A、図 7 A に実施例に対応する。なお、重心の位置 C は、平面視においてカシメ 15 の凹部 15 A の径方向に関する中心 C1 よりも単体コア 11 の内周側にずれる場合もある。内周側にずれる例は、例えば図 2 A、図 8 A の実施例に対応する。いずれの場合も、凹部 15 A の断面形状が左右対称ではない。

【0047】

上記実施例では、単体コア 11（図 2 A）を 1 枚積み重ねる毎にカシメ 15 を形成したが、複数枚の単体コア 11 を積み重ねる毎に 1 回のカシメ処理を行ってもよい。

【0048】

また、上記実施例では、単体コア 11（図 2 A）を積み重ねた状態でカシメ 15 を形成したが、積み重ね前に 1 枚の単体コア 11 ごとにカシメ 15 を形成してもよい。この場合には、カシメ 15 を形成した後、単体コア 11 を積み重ねてプレスすることにより、積層コア 10 が形成される。プレスすることにより、カシメ 15 の凸部をその下の単体コア 11 のカシメ 15 の凹部に嵌め込んで、積層された単体コア 11 を締結して固定することができる。

【0049】

上記実施例では、単体コア 11 のカシメ時に、単体コア 11 のヨーク部 12 に周方向の引張応力を発生させたが、カシメとは異なる他の処理によって引張り応力を発生させることも可能である。例えば、単体コア 11 の外周部を挟んで外方に向けて引っ張ってもよいし、ヨーク部 12 の内周側の縁に、外周側に向かう力を印加してもよい。

【0050】

上記実施例では、単体コア 11（図 1 A）にカシメ 15 を形成するときに、内周側から外周側を向く成分を持つ力 F1（図 2 A、図 2 C）を単体コア 11 に加えた。円盤状または円環状の電磁鋼板に、外周側から内周側を向く成分を持つ力を印加してカシメを形成することにより、上記実施例とは残留応力の分布が異なる電磁鋼板の積層体を作製することができる。電磁鋼板の用途に応じて好ましい残留応力が残るように、カシメ処理時の力の向きを調整することが好ましい。

【0051】

上述の各実施例は例示であり、異なる実施例で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることは言うまでもない。複数の実施例の同様の構成による同様の作用効果については実施例ごとには逐次言及しない。さらに、本発明は上述の実施例に制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【符号の説明】

【0052】

- 10 積層コア
- 11 単体コア
- 11 a 最も下の単体コア
- 12 ヨーク部
- 13 ティース部

10

20

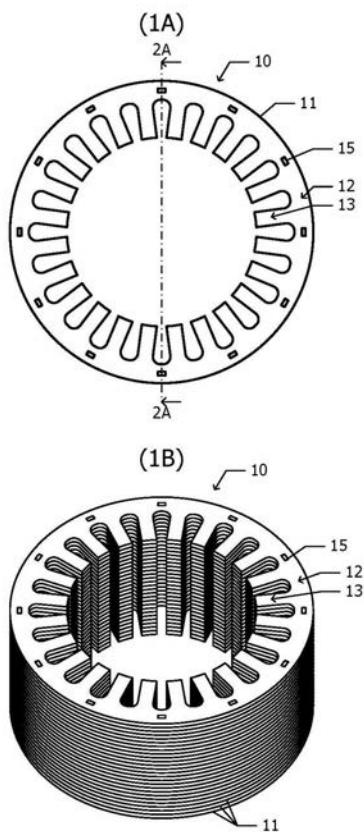
30

40

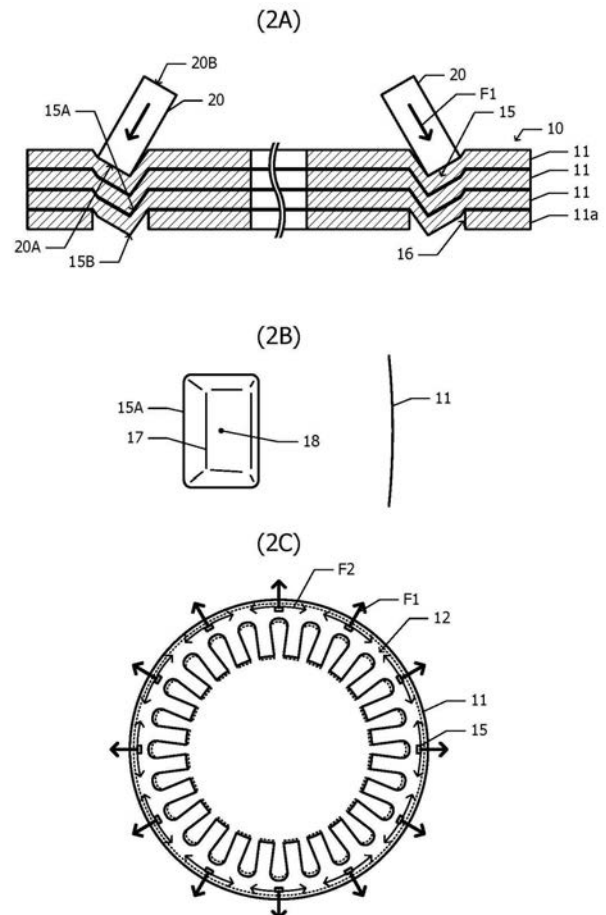
50

- 15 カシメ
- 15A 凹部
- 15B 凸部
- 16 開口
- 17 凹部の最深部
- 18 平面視における凹部の中心
- 20 ピン
- 20A ピンの先端部分
- 20B ピンの基部
- 30 ロータ
- 31 回転軸
- 32 コアケース
- 40 仮想平面

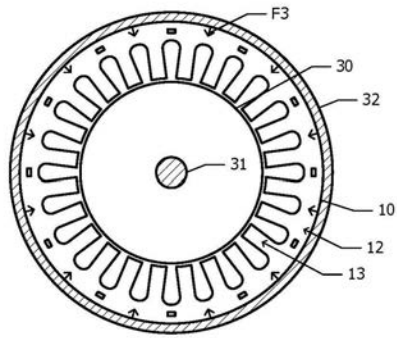
【図 1】



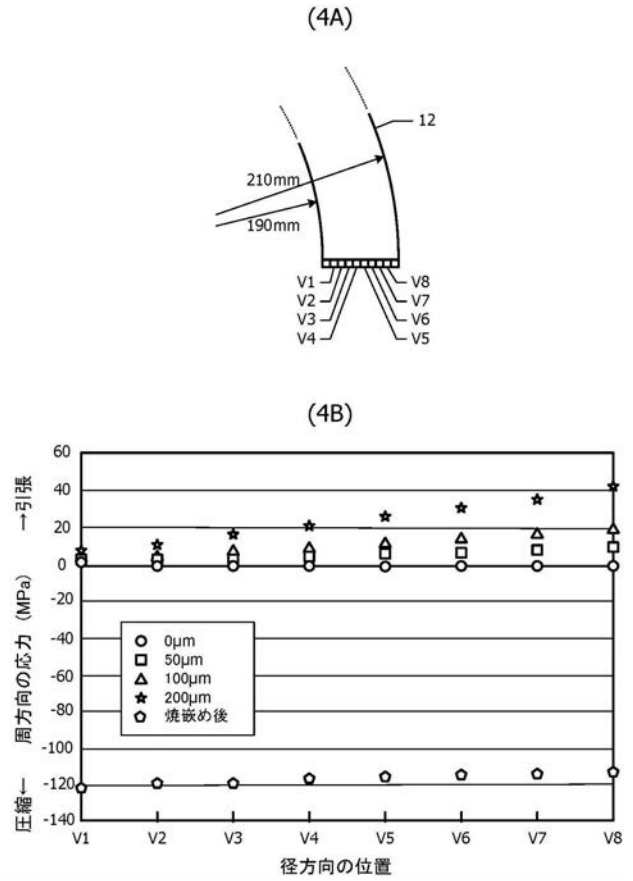
【図 2】



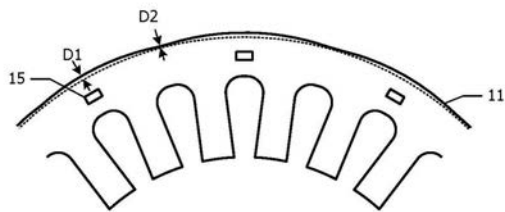
【図 3】



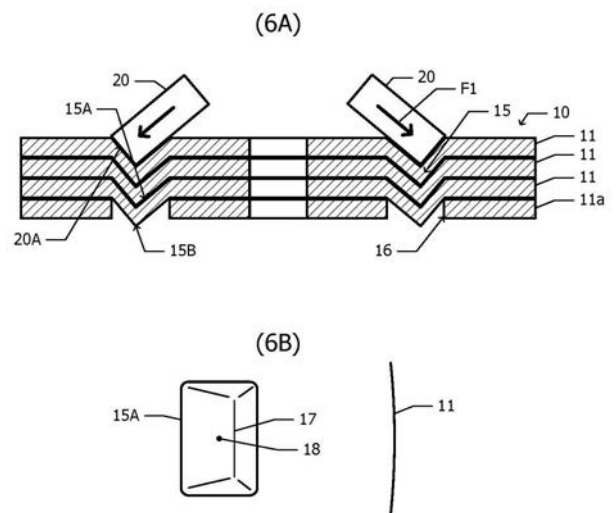
【図 4】



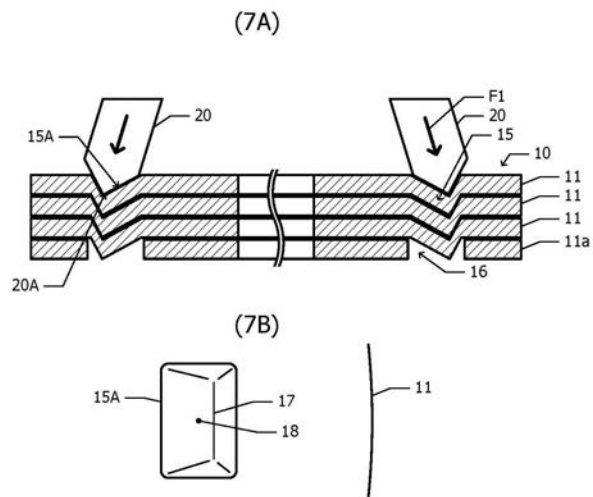
【図 5】



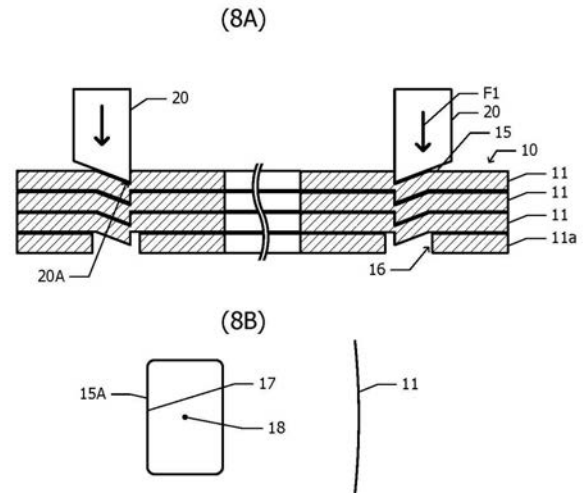
【図 6】



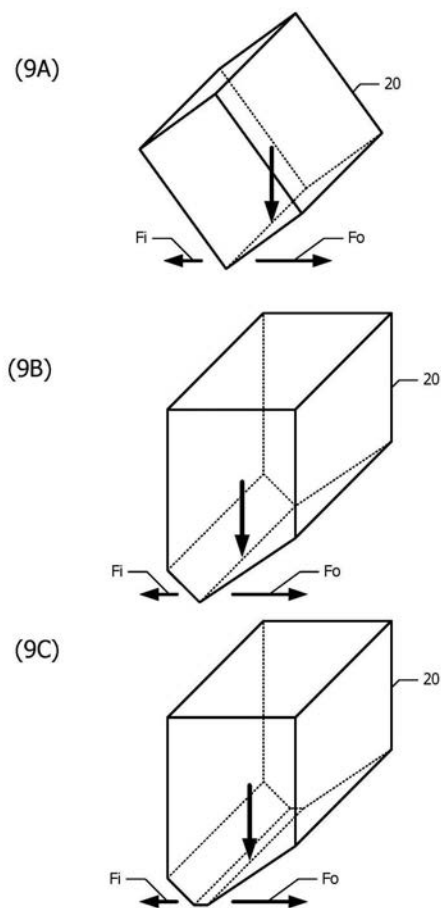
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

