

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7288201号
(P7288201)

(45)発行日 令和5年6月7日(2023.6.7)

(24)登録日 令和5年5月30日(2023.5.30)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 2 K	1/18 (2006.01)	H 0 2 K	1/18 B
H 0 2 K	15/02 (2006.01)	H 0 2 K	15/02 F
H 0 1 F	27/245 (2006.01)	H 0 1 F	27/245 1 5 0
H 0 1 F	27/24 (2006.01)	H 0 1 F	27/24 Q
H 0 1 F	41/02 (2006.01)	H 0 1 F	41/02 B
請求項の数 7 (全37頁)			
(21)出願番号 特願2020-561427(P2020-561427)		(73)特許権者	000006655
(86)(22)出願日 令和1年12月17日(2019.12.17)			日本製鉄株式会社
(86)国際出願番号 PCT/JP2019/049267			東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号
(87)国際公開番号 WO2020/129926		(74)代理人	100149548
(87)国際公開日 令和2年6月25日(2020.6.25)			弁理士 松沼 泰史
審査請求日 令和3年4月22日(2021.4.22)		(74)代理人	100140774
(31)優先権主張番号 特願2018-235860(P2018-235860)			弁理士 大浪 一徳
(32)優先日 平成30年12月17日(2018.12.17)		(74)代理人	100134359
(33)優先権主張国・地域又は機関			弁理士 勝俣 智夫
日本国(JP)		(74)代理人	100188592
前置審査			弁理士 山口 洋
		(74)代理人	100217249
			弁理士 堀田 耕一郎
		(74)代理人	100221279
			弁理士 山口 健吾
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 積層コアおよび回転電機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに積層された複数の電磁鋼板と、
積層方向に隣り合う電磁鋼板同士の上に配置され、これらの電磁鋼板を接着する接着部と、を備える積層コアであって、
前記接着部は、積層方向に隣り合う電磁鋼板同士を部分的に接着し、
積層方向に隣り合う電磁鋼板の間の空間を層と規定したときに、
積層方向に隣り合う 2 つの前記層において、前記 2 つの層それぞれに配置される接着部同士は、積層方向から見た平面視において、互いの配置領域が異なり、
前記接着部は、積層方向から見た平面視において、配置領域が重なる部分を有し、
積層方向の複数の電磁鋼板全てにわたって、積層方向に配置領域が重なる接着部のうち、積層方向に隣り合う接着部同士の上の前記層の数は、素数である N のみである、積層コア。

【請求項 2】

前記電磁鋼板は、環状のコアバック部と、前記コアバック部から径方向に向けて突出するとともに、前記コアバック部の周方向に間隔をあけて配置された複数のティース部と、を備え、
前記接着部は、前記コアバック部における積層される面および前記ティース部における積層される面の少なくとも一方に設けられる、請求項 1 に記載の積層コア。

【請求項 3】

前記複数の電磁鋼板のうち、積層方向に沿う一端に位置する電磁鋼板における積層される面は、積層方向に隣り合う電磁鋼板における積層される面と全面接着され、

前記複数の電磁鋼板のうち、積層方向に沿う他端に位置する電磁鋼板における積層される面は、積層方向に隣り合う電磁鋼板における積層される面と全面接着される、請求項 1 または 2 に記載の積層コア。

【請求項 4】

前記接着部の平均厚みが $1.0\ \mu\text{m} \sim 3.0\ \mu\text{m}$ である、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の積層コア。

【請求項 5】

前記接着部の平均引張弾性率 E が $1500\text{MPa} \sim 4500\text{MPa}$ である、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の積層コア。

10

【請求項 6】

前記接着部が、エラストマー含有アクリル系接着剤からなる SGA を含む常温接着タイプのアクリル系接着剤である、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の積層コア。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の積層コアを備える、回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、積層コアおよび回転電機に関する。

20

本願は、2018年12月17日に、日本に出願された特願2018-235860号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

従来から、下記特許文献 1、2 に記載されているような積層コアが知られている。この積層コアでは、積層方向に隣り合う電磁鋼板が、接着層により接着されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】日本国特開2006-288114号公報

30

日本国特開2016-171652号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前記従来の積層コアには、積層コアが回転電機を構成したときの振動および騒音が小さいというモータ特性を向上させることについて改善の余地がある。

【0005】

本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであって、モータ特性を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

前記課題を解決するために、本発明は以下の手段を提案している。

(1) 本発明の第一の態様は、互いに積層された複数の電磁鋼板と、積層方向に隣り合う電磁鋼板同士の上に配置され、これらの電磁鋼板を接着する接着部と、を備える積層コアであって、前記接着部は、積層方向に隣り合う電磁鋼板同士を部分的に接着し、積層方向に隣り合う電磁鋼板の間の空間を層と規定したときに、積層方向に隣り合う2つの前記層において、前記2つの層それぞれに配置される接着部同士では、積層方向から見た平面視において、互いの配置領域が異なり、前記接着部は、積層方向から見た平面視において、配置領域が重なる部分を有し、積層方向の複数の電磁鋼板全てにわたって、積層方向に配置領域が重なる接着部のうち、積層方向に隣り合う接着部同士の間の前記層の数は、素数

50

であるNのみである積層コアである。

ここで言う、積層方向に隣り合う接着部同士では、積層方向から見た平面視において、互いの配置領域が異なっているとは、積層方向から見た平面視において、積層方向に隣り合う接着部同士のうち、一方の接着部と他方の接着部とが一部分も重ならないことを意味する。

この構成によれば、積層方向から見た平面視において積層方向に隣り合う接着部同士で互いの配置領域が重なる場合に比べて、所定の接着部に対して積層方向に隣り合う接着部と、この所定の接着部に対して周方向に隣り合う接着部との最小公倍数が大きくなる。このため、積層コアの共振周波数を高くすることができる。その結果、回転電機と積層コアの共振周波数が一致することを防止することができる。従って、積層コアが振動し難くなり、積層コアのモータ特性を向上させることができる。

10

また、素数は1とその数自身でしか割り切れない数であることから、素数であるNの約数の数が少ないため、所定の接着部に対して積層方向に隣り合う接着部と、この所定の接着部に対して周方向に隣り合う接着部との最小公倍数が大きくなる。従って、積層コアの共振周波数を高くすることができる。その結果、回転電機と積層コアの共振周波数が一致することを防止することができる。従って、積層コアのモータ特性をより向上させることができる。

【0007】

(2)前記(1)に記載の積層コアでは、前記電磁鋼板は、環状のコアバック部と、前記コアバック部から径方向に向けて突出するとともに、前記コアバック部の周方向に間隔をあけて配置された複数のティース部と、を備え、前記接着部は、前記コアバック部における積層される面および前記ティース部における積層される面の少なくとも一方に設けられていてもよい。

20

一般的に、接着剤は硬化時に収縮する。そのため、接着剤の硬化に伴い、電磁鋼板に圧縮応力が付与される。圧縮応力が付与されると、電磁鋼板に歪が生じる。

この構成によれば、電磁鋼板の積層される面の全体に接着部を設ける場合よりも、接着部を設ける領域が減る。このため、接着部により電磁鋼板に付与される歪量が低減する。従って、積層コアの磁気特性の劣化を抑制することができる。

【0011】

(3)前記(1)または(2)に記載の積層コアでは、前記複数の電磁鋼板のうち、積層方向に沿う一端に位置する電磁鋼板における積層される面は、積層方向に隣り合う電磁鋼板における積層される面と全面接着され、前記複数の電磁鋼板のうち、積層方向に沿う他端に位置する電磁鋼板における積層される面は、積層方向に隣り合う電磁鋼板における積層される面と全面接着されていてもよい。

30

この構成によれば、電磁鋼板のうち、積層方向に沿う一端に位置する電磁鋼板における積層される面と、この面に積層方向に隣り合う電磁鋼板における積層される面とが、この面の外周縁および中央部のいずれにおいても、積層方向に離間するのが抑制される。従って、これら積層方向に隣り合う面の間で振動が発生するのを抑制することができる。

同様に、電磁鋼板のうち、積層方向に沿う他端に位置する電磁鋼板においても、積層方向に隣り合う面の間で振動が発生するのを抑制することができる。

40

【0012】

(4)前記(1)～(3)のいずれかに記載の積層コアでは、前記接着部の平均厚みが1.0 μm ～3.0 μm であってもよい。

【0013】

(5)前記(1)～(4)のいずれかに記載の積層コアでは、前記接着部の平均引張弾性率Eが1500MPa～4500MPaであってもよい。

【0014】

(6)前記(1)～(5)のいずれかに記載の積層コアでは、前記接着部が、エラストマー含有アクリル系接着剤からなるSGAを含む常温接着タイプのアクリル系接着剤であってもよい。

50

【 0 0 1 5 】

(7) 本発明の第二の態様は、前記 (1) ~ (6) のいずれかに記載の積層コアを備える回転電機である。

この構成によれば、回転電機のモータ特性を向上させることができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、モータ特性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る回転電機の断面図である。

10

【図 2】図 1 に示す回転電機が備えるステータの平面図である。

【図 3】本発明の一実施形態に係る積層コアの斜視図である。

【図 4】本発明の一実施形態 ($N = 1$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 5】本発明の一実施形態 ($N = 1$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 6】本発明の一実施形態 ($N = 1$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 7】本発明の一実施形態 ($N = 1$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

20

【図 8】本発明の一実施形態に係る積層コアの斜視図である。

【図 9】本発明の一実施形態 ($N = 2$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 10】本発明の一実施形態 ($N = 2$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 11】本発明の一実施形態 ($N = 2$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 12】本発明の一実施形態 ($N = 7$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 13】本発明の一実施形態 ($N = 7$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

30

【図 14】本発明の一実施形態 ($N = 7$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 15】本発明の一実施形態 ($N = 7$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 16】本発明の一実施形態 ($N = 7$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 17】本発明の一実施形態 ($N = 7$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 18】本発明の一実施形態 ($N = 7$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

40

【図 19】本発明の一実施形態 ($N = 7$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 20】本発明の一実施形態 ($N = 7$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 21】本発明の一実施形態 ($N = 7$ の場合) に係る積層コアを構成する電磁鋼板の平面図である。

【図 22】本発明の一実施形態に係る積層コアの平面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

50

以下、図面を参照し、本発明の一実施形態に係る積層コアおよび回転電機を説明する。
なお、本実施形態では、回転電機として電動機、具体的には交流電動機を一例に挙げて説明する。交流電動機は、より具体的には同期電動機、より一層具体的には永久磁石界磁型電動機である。この種の電動機は、例えば、電気自動車などに好適に採用される。

【0019】

図1および図2に示すように、回転電機10は、ステータ20と、ロータ30と、ケース50と、回転軸60と、を備える。ステータ20およびロータ30は、ケース50に収容される。ステータ20は、ケース50に固定される。

本実施形態では、回転電機10として、ロータ30がステータ20の内側に位置するインナーロータ型の回転電機が用いられている。しかしながら、回転電機10として、ロータ30がステータ20の外側に位置するアウターロータ型の回転電機が用いられてもよい。また、本実施形態では、回転電機10が、12極18スロットの三相交流モータである。しかしながら、例えば、極数やスロット数、相数などは適宜変更することができる。

【0020】

ステータ20は、ステータコア21と、図示しない巻線と、を備える。

ステータコア21は、環状のコアバック部22と、複数のティース部23と、を備える。以下では、ステータコア21(コアバック部22)の軸方向(ステータコア21の中心軸線O方向)を、軸方向という。ステータコア21(コアバック部22)の径方向(ステータコア21の中心軸線Oに直交する方向)を、径方向という。ステータコア21(コアバック部22)の周方向(ステータコア21の中心軸線O周りに周回する方向)を、周方向という。

【0021】

コアバック部22は、ステータ20を軸方向から見た平面視において円環状に形成されている。

複数のティース部23は、コアバック部22から径方向に向けて(径方向に沿ってコアバック部22の中心軸線Oに向けて)突出する。複数のティース部23は、周方向に同等の間隔をあけて配置されている。本実施形態では、中心軸線Oを中心とする中心角20度おきに18個のティース部23が設けられている。複数のティース部23は、互いに同等の形状で、かつ同等の大きさに形成されている。

前記巻線は、ティース部23に巻き回されている。前記巻線は、集中巻きされていてもよく、分布巻きされていてもよい。

【0022】

ロータ30は、ステータ20(ステータコア21)に対して径方向の内側に配置されている。ロータ30は、ロータコア31と、複数の永久磁石32と、を備える。

ロータコア31は、ステータ20と同軸に配置される環状(円環状)に形成されている。

ロータコア31内には、前記回転軸60が配置されている。回転軸60は、ロータコア31に固定されている。

複数の永久磁石32は、ロータコア31に固定されている。本実施形態では、2つ1組の永久磁石32が1つの磁極を形成している。複数組の永久磁石32は、周方向に同等の間隔をあけて配置されている。本実施形態では、中心軸線Oを中心とする中心角30度おきに12組(全体では24個)の永久磁石32が設けられている。

【0023】

本実施形態では、永久磁石界磁型電動機として、埋込磁石型モータが採用されている。

ロータコア31には、ロータコア31を軸方向に貫通する複数の貫通孔33が形成されている。複数の貫通孔33は、複数の永久磁石32に対応して設けられている。各永久磁石32は、対応する貫通孔33内に配置された状態でロータコア31に固定されている。例えば、永久磁石32の外面と貫通孔33の内面とを接着剤により接着すること等により、各永久磁石32がロータコア31に固定されている。なお、永久磁石界磁型電動機として、埋込磁石型モータに代えて表面磁石型モータが用いられてもよい。

【0024】

10

20

30

40

50

ステータコア 2 1 およびロータコア 3 1 は、いずれも積層コアである。積層コアは、複数の電磁鋼板 4 0 が積層されることで形成されている。

なお、ステータコア 2 1 およびロータコア 3 1 それぞれの積厚は、例えば、5 0 . 0 mm とされる。ステータコア 2 1 の外径は、例えば、2 5 0 . 0 mm とされる。ステータコア 2 1 の内径は、例えば、1 6 5 . 0 mm とされる。ロータコア 3 1 の外径は、例えば、1 6 3 . 0 mm とされる。ロータコア 3 1 の内径は、例えば、3 0 . 0 mm とされる。ただし、これらの値は一例であり、ステータコア 2 1 の積厚、外径や内径、およびロータコア 3 1 の積厚、外径や内径は、これらの値に限られない。ここで、ステータコア 2 1 の内径は、ステータコア 2 1 におけるティース部 2 3 の先端部を基準としている。ステータコア 2 1 の内径は、全てのティース部 2 3 の先端部に内接する仮想円の直径である。

10

【 0 0 2 5 】

ステータコア 2 1 およびロータコア 3 1 を形成する各電磁鋼板 4 0 は、例えば、母材となる電磁鋼板を打ち抜き加工すること等により形成される。電磁鋼板 4 0 には、公知の電磁鋼板を用いることができる。電磁鋼板 4 0 の化学組成は、特に限定されない。本実施形態では、電磁鋼板 4 0 として、無方向性電磁鋼板を採用している。無方向性電磁鋼板としては、例えば、J I S (日本工業規格) C 2 5 5 2 : 2 0 1 4 の無方向性電鋼帯を採用することができる。

しかしながら、電磁鋼板 4 0 として、無方向性電磁鋼板に代えて方向性電磁鋼板を採用することも可能である。方向性電磁鋼板には、J I S C 2 5 5 3 : 2 0 1 2 の方向性電鋼帯を採用することができる。

20

【 0 0 2 6 】

電磁鋼板の加工性や、積層コアの鉄損を改善するため、電磁鋼板 4 0 の両面には、絶縁被膜が設けられている。絶縁被膜を構成する物質としては、例えば、(1) 無機化合物、(2) 有機樹脂、(3) 無機化合物と有機樹脂との混合物、などが適用できる。無機化合物としては、例えば、(1) 重クロム酸塩とホウ酸の複合物、(2) リン酸塩とシリカの複合物、などが挙げられる。有機樹脂としては、エポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、アクリルスチレン系樹脂、ポリエステル系樹脂、シリコン系樹脂、フッ素系樹脂などが挙げられる。

【 0 0 2 7 】

互いに積層される電磁鋼板 4 0 間での絶縁性能を確保するために、絶縁被膜の厚さ (電磁鋼板 4 0 片面あたりの厚さ) は 0 . 1 μ m 以上とすることが好ましい。

30

一方で絶縁被膜が厚くなるに連れて、絶縁効果が飽和する。また、絶縁被膜が厚くなるに連れて占積率が低下し、積層コアとしての性能が低下する。したがって、絶縁被膜は、絶縁性能が確保できる範囲で薄い方がよい。絶縁被膜の厚さ (電磁鋼板 4 0 片面あたりの厚さ) は、好ましくは 0 . 1 μ m 以上 5 μ m 以下である。絶縁被膜の厚さは、より好ましくは 0 . 1 μ m 以上 2 μ m 以下である。

【 0 0 2 8 】

電磁鋼板 4 0 が薄くなるに連れて、次第に鉄損の改善効果が飽和する。また、電磁鋼板 4 0 が薄くなるに連れて、電磁鋼板 4 0 の製造コストは増す。そのため、鉄損の改善効果および製造コストを考慮すると、電磁鋼板 4 0 の厚さは 0 . 1 0 mm 以上とすることが好ましい。

40

一方で電磁鋼板 4 0 が厚すぎると、電磁鋼板 4 0 のプレス打ち抜き作業が困難になる。そのため、電磁鋼板 4 0 のプレス打ち抜き作業を考慮すると、電磁鋼板 4 0 の厚さは 0 . 6 5 mm 以下とすることが好ましい。

また、電磁鋼板 4 0 が厚くなると鉄損が増大する。そのため、電磁鋼板 4 0 の鉄損特性を考慮すると、電磁鋼板 4 0 の厚さは 0 . 3 5 mm 以下とすることが好ましい。電磁鋼板 4 0 の厚さは、より好ましくは、0 . 2 0 mm または 0 . 2 5 mm である。

上記の点を考慮し、各電磁鋼板 4 0 の厚さは、例えば、0 . 1 0 mm 以上 0 . 6 5 mm 以下である。各電磁鋼板 4 0 の厚さは、好ましくは、0 . 1 0 mm 以上 0 . 3 5 mm 以下、より好ましくは 0 . 2 0 mm や 0 . 2 5 mm である。なお、電磁鋼板 4 0 の厚さには、絶

50

縁被膜の厚さも含まれる。

【0029】

図3に示すように、ステータコア21を形成する複数の電磁鋼板40は、厚さ方向に積層されている。厚さ方向とは、電磁鋼板40の厚さ方向である。厚さ方向は、電磁鋼板40の積層方向に相当する。なお、図3では、便宜上、ティース部23の図示を省略している。複数の電磁鋼板40は、中心軸線Oに対して同軸に配置されている。電磁鋼板40は、コアバック部22と、複数のティース部23と、を備える。

ステータコア21では、図4および図5に示すように、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士の間、これらの電磁鋼板40を接着する接着部41が配置されている。

その接着部41は、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士を部分的に接着している。積層方向に隣り合う接着部41同士では、積層方向から見た平面視において、互いの配置領域が異なっている。積層方向に隣り合う接着部41同士が、積層方向から見た平面視において、互いの配置領域が異なるように配置されている範囲（以下、配置領域が異なる配置範囲と言う）は、ステータコア21全体でもよいが、ステータコア21の一部でもよい。具体的には、配置領域が異なる配置範囲は、周方向に並ぶ複数のティース部23のうちの1つのティース部23においてでもよい。配置領域が異なる配置範囲は、積層方向に並ぶ複数の後述する接着部41による層のうちの1層においてでもよい。

【0030】

ここで、配置領域とは、電磁鋼板40の表面（第1面）40aにおいて、接着部41が配置されている領域のことである。すなわち、配置領域とは、電磁鋼板40の表面40aにて、接着部41が設けられた接着領域のことである。なお、電磁鋼板40の表面40aには、接着部41が設けられた接着領域と、接着部41が設けられていない非接着領域とが形成されている。

なお、接着部41が設けられた電磁鋼板40の接着領域とは、電磁鋼板40の第1面40aのうち、分断されることなく硬化した接着剤が設けられている領域を意味する。

また、接着部41が設けられていない電磁鋼板40の非接着領域とは、電磁鋼板40の第1面40aのうち、分断されることなく硬化した接着剤が設けられていない領域を意味する。

ここで、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士の間で、分断されることなく硬化した接着剤を、1つの接着部41と言う。

【0031】

ここで、図2、図4および図5に示すように、コアバック部22における積層される面を、表面22aと言う。ティース部23における積層される面を、表面23aと言う。このとき、接着部41は、電磁鋼板40において、コアバック部22の表面22aおよびティース部23の表面23aの少なくとも一方に設けられることが好ましい。すなわち、接着部41は、電磁鋼板40において、コアバック部22の表面22aのみに設けられていてもよい。接着部41は、電磁鋼板40において、ティース部23の表面23aのみに設けられていてもよい。接着部41は、電磁鋼板40において、コアバック部22の表面22aおよびティース部23の表面23aの両方に設けられていてもよい。

なお本実施形態では、1または複数の接着部41が、2つの電磁鋼板40の間にそれぞれ層（以下、接着部41による層ともいう）を形成している。言い換えると、接着部41による層は、1または複数の接着部41を含んでいる。接着部41による層は、積層方向に複数設けられている。

【0032】

接着部41は、積層方向から見た平面視において、配置領域がN層（Nは自然数）おきに重なるように設けられていることが好ましい。N層おきとは、接着部41による層のN層おきのことを意味する。言い換えれば、接着部41は、接着部41による層のN層（Nは自然数）おきに、電磁鋼板40における配置する位置が同じであることが好ましい。積層方向から見た平面視において、接着部41の配置領域がN層おきに重なるのは、ステータコア21の積層方向の全長にわたってであることが好ましい。

10

20

30

40

50

接着部 4 1 が、積層方向から見た平面視において、配置領域が N 層おきに重なることは、周方向に並ぶ複数のティース部 2 3 のうちの 1 つのティース部 2 3 において、積層方向に並ぶ複数の接着部 4 1 による層のうち少なくとも一部において、接着部 4 1 が、積層方向から見た平面視において、配置領域が N 層おきに重なることを意味する。

また、N は 1 または素数であることが好ましい。本実施形態では、 $N = 1$ となっている。

【0033】

本実施形態では、ティース部 2 3 の表面 2 3 a のみに接着部 4 1 が設けられている場合を示す。以下では、各電磁鋼板 4 0 が備える複数のティース部 2 3 を、図 4 および図 5 に示すように時計回りの順で、ティース部 2 3 A ~ 2 3 R とも言う。ステータコア 2 1 が備える複数の電磁鋼板 4 0 を、積層方向の第 1 側から、この第 1 側とは反対の積層方向の第 2 側に向かう順で、電磁鋼板 4 0 0, 4 0 A, 4 0 B, 等とも言う（図 8 参照）。電磁鋼板 4 0 A, 4 0 B, に対して積層方向の第 1 側に隣り合う位置に、接着部 4 1 がそれぞれ配置されている。電磁鋼板 4 0 0 に対して積層方向の第 1 側に隣り合う位置には、接着部 4 1 が配置されていない。電磁鋼板 4 0 0 に対して積層方向の第 2 側に隣り合う位置に、接着部 4 1 が配置されている。

以下では、電磁鋼板 4 0 に配置された（設けられた）接着部 4 1 とは、その電磁鋼板 4 0 に対する積層方向の第 1 側に隣り合う位置に配置された接着部 4 1 のことを意味する。各電磁鋼板 4 0 のティース部 2 3 A は、積層方向から見た平面視において互いに重なっている。各電磁鋼板 4 0 のティース部 2 3 B ~ 2 3 R についても同様である。

【0034】

$N = 1$ の場合、図 4 に示すように、電磁鋼板 4 0 A では、ティース部 2 3 A, 2 3 C, 2 3 E, 2 3 G, 2 3 I, 2 3 K, 2 3 M, 2 3 O, 2 3 Q の表面 2 3 a に接着部 4 1 が設けられている。また、図 5 に示すように、電磁鋼板 4 0 A と積層方向に隣り合う電磁鋼板 4 0 B では、ティース部 2 3 B, 2 3 D, 2 3 F, 2 3 H, 2 3 J, 2 3 L, 2 3 N, 2 3 P, 2 3 R の表面 2 3 a に接着部 4 1 が設けられている。各接着部 4 1 は、平面視において帯状に形成され、ティース部 2 3 の外形に沿って配置されている。

【0035】

ステータコア 2 1 における、他の接着部 4 1 の配置パターンを例示する。

図 6 および図 7 に示すように、この例では、中心軸線 O を中心とする中心角 20 度おきに 18 個のティース部 2 3 (2 3 A ~ 2 3 R) が設けられている。

電磁鋼板 4 0 A では、各接着部 4 1 は、ティース部 2 3 A, 2 3 C, 2 3 E, 2 3 G, 2 3 I, 2 3 K, 2 3 M, 2 3 O, 2 3 Q の表面 2 3 a から、これらのティース部 2 3 に沿ってコアバック部 2 2 の径方向外側の外周縁まで延びている。電磁鋼板 4 0 B では、各接着部 4 1 は、ティース部 2 3 B, 2 3 D, 2 3 F, 2 3 H, 2 3 J, 2 3 L, 2 3 N, 2 3 P, 2 3 R の表面 2 3 a から、これらのティース部 2 3 に沿ってコアバック部 2 2 の径方向外側の外周縁まで延びている。

【0036】

また、図 8 に示すように、この例のステータコア 2 1 では、11 枚の電磁鋼板 4 0 (4 0 0 ~ 4 0 J) が積層されている。なお、以下では説明を容易にするためにステータコア 2 1 が 11 枚の電磁鋼板 4 0 を例にとって説明する。しかし、ステータコア 2 1 は 12 枚以上の電磁鋼板 4 0 を備えてもよい。

【0037】

$N = 1$ であるステータコア 2 1 の場合を、図 6、図 7 および表 1 に示す。この場合、積層方向から見た平面視において、配置領域が 1 層おきに重なるように、接着部 4 1 が設けられている。表 1 において、○となっている部分（○が記載されている欄）が、（1）接着部 4 1 が配置されているティース部 2 3、および（2）接着部 4 1 が配置されているコアバック部 2 2 におけるティース部 2 3 の径方向外側の部分（以下では、ティース部 2 3 のコアバック外側部と言う）を示す。以下では、ティース部 2 3、およびティース部 2 3 のコアバック外側部を、ティース部 2 3 等とも言う。

なお、○が記載されている欄に対応して、ティース部 2 3、およびティース部 2 3 のコア

10

20

30

40

50

バック外側部のうちの一方のみに、接着部 4 1 が配置されていてもよい。

この例のステータコア 2 1 は、電磁鋼板 4 0 0 を備えている。しかし、後述するように電磁鋼板 4 0 0 には接着部 4 1 が配置されていないため、表 1 中に電磁鋼板 4 0 0 を示していない。後述する表 2 から表 5 についても、表中に電磁鋼板 4 0 0 を示していない。

【 0 0 3 8 】

例えば、表 1 において、電磁鋼板 4 0 A のティース部 2 3 A の欄に、○が記載されている。この記載は、電磁鋼板 4 0 A のティース部 2 3 A に対する積層方向の第 1 側に隣り合う位置に、接着部 4 1 が配置されていることを意味する。この記載はさらに、電磁鋼板 4 0 A のティース部 2 3 A のコアバック外側部に対する積層方向の第 1 側に隣り合う位置に、接着部 4 1 が配置されていることを意味している。以下では、電磁鋼板 4 0 A に対して積層方向の第 1 側に配置された接着部 4 1 による層を、電磁鋼板 4 0 A に対応する接着部 4 1 による層と言う。電磁鋼板 4 0 B ~ 4 0 J に対しても、同様である。

10

一方で、電磁鋼板 4 0 B のティース部 2 3 A の欄に、○が記載されていない。この記載は、電磁鋼板 4 0 B のティース部 2 3 A に対する積層方向の第 1 側に隣り合う位置に、接着部 4 1 が配置されていないことを意味する。この記載はさらに、電磁鋼板 4 0 B のティース部 2 3 A のコアバック外側部に対する積層方向の第 1 側に隣り合う位置に、接着部 4 1 が配置されていないことを意味する。

【 0 0 3 9 】

N = 1 であるステータコア 2 1 の場合、図 6 および表 1 に示すように、電磁鋼板 4 0 A , 4 0 C , 4 0 E , 4 0 G , 4 0 I では、後述する第 1 グループのティース部 2 3 の表面 2 3 a、およびコアバック部 2 2 における第 1 グループのティース部 2 3 の径方向外側の部分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 1 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 A , 2 3 C , 2 3 E , 2 3 G , 2 3 I , 2 3 K , 2 3 M , 2 3 O , 2 3 Q のことを意味する。

20

また、図 7 および表 1 に示すように、電磁鋼板 4 0 B , 4 0 D , 4 0 F , 4 0 H , 4 0 J では、後述する第 2 グループのティース部 2 3 の表面 2 3 a、およびコアバック部 2 2 における第 2 グループのティース部 2 3 の径方向外側の部分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 2 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 B , 2 3 D , 2 3 F , 2 3 H , 2 3 J , 2 3 L , 2 3 N , 2 3 P , 2 3 R のことを意味する。

30

【 0 0 4 0 】

この例では、ステータコア 2 1 には、平面視形状が互いに異なる接着部 4 1 による層が、2 種類設けられている。2 種類の接着部 4 1 による層は、第 1 グループのティース部 2 3 および第 2 グループのティース部 2 3 に対応する。ここで、2 種類の接着部 4 1 による層のうち、平面視形状が互いに異なる接着部 4 1 による層を、第 1 の種類の接着部 4 1 による層、および第 2 の種類の接着部 4 1 による層と言う。

2 種類の接着部 4 1 による層のいずれも、接着部 4 1 は、周方向に 1 つのティース部 2 3 おきとなるティース部 2 3 等に、それぞれ配置されている。

ただし、例えば、第 1 の種類の接着部 4 1 による層においてティース部 2 3 A 等に接着部 4 1 が配置される場合には、第 2 の種類の接着部 4 1 による層のティース部 2 3 A 等に接着部 4 1 は配置されない。一方で、第 1 の種類の接着部 4 1 による層においてティース部 2 3 A 等に接着部 4 1 が配置されない場合には、第 2 の種類の接着部 4 1 による層のティース部 2 3 A 等に接着部 4 1 は配置される。ティース部 2 3 B ~ 2 3 R についても、同様である。

40

そして、この 2 種類の接着部 4 1 による層が、積層方向に交互に配置されている。言い換えると、接着部 4 1 による層の平面視形状は、1 層おきに同一になる。

【 0 0 4 1 】

なお、ステータコア 2 1 に電磁鋼板 4 0 を 1 2 枚以上積層する（備える）場合には、ステータコア 2 1 を以下のように構成する。すなわち、電磁鋼板 4 0 J の次（電磁鋼板 4 0 J に対して積層方向の第 2 側に隣り合う位置）に、別の電磁鋼板 4 0 A を積層する。以下、

50

別の電磁鋼板 40 A に対して積層方向の第 2 側に隣り合う位置に、別の電磁鋼板 40 B ~ 40 J をこの順に積層する。

【 0 0 4 2 】

【表 1】

[illegible]

【 0 0 4 3 】

N = 2（素数）であるステータコア 2 1 の場合を、図 9 ~ 図 1 1 および表 2 に示す。この場合、積層方向から見た平面視において、配置領域が 2 層おきに重なるように、接着部 4 1 が設けられている。表 2 において、○となっている部分が、接着部 4 1 が配置されているティース部 2 3 およびコアバック部 2 2 におけるティース部 2 3 の径方向外側の部分（ティース部 2 3 等）を示す。

【 0 0 4 4 】

N = 2 (素数) であるステータコア 21 の場合、図 9 および表 2 に示すように、電磁鋼板 40A, 40D, 40G, 40J では、後述する第 6 グループのティース部 23 の表面 23a、およびコアバック部 22 における第 6 グループのティース部 23 の径方向外側の部

分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 6 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 A , 2 3 D , 2 3 G , 2 3 J , 2 3 M , 2 3 P のことを意味する。

また、図 1 0 および表 2 に示すように、電磁鋼板 4 0 B , 4 0 E , 4 0 H では、後述する第 7 グループのティース部 2 3 の表面 2 3 a、およびコアバック部 2 2 における第 7 グループのティース部 2 3 の径方向外側の部分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 7 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 B , 2 3 E , 2 3 H , 2 3 K , 2 3 N , 2 3 Q のことを意味する。

また、図 1 1 および表 2 に示すように、電磁鋼板 4 0 C , 4 0 F , 4 0 I では、後述する第 8 グループのティース部 2 3 の表面 2 3 a およびコアバック部 2 2 における第 8 グループのティース部 2 3 の径方向外側の部分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 8 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 C , 2 3 F , 2 3 I , 2 3 L , 2 3 O , 2 3 R のことを意味する。

【 0 0 4 5 】

この例では、ステータコア 2 1 には、平面視形状が互いに異なる接着部 4 1 による層が、3 種類設けられている。3 種類の接着部 4 1 による層は、第 6 グループのティース部 2 3、第 7 グループのティース部 2 3、および第 8 グループのティース部 2 3 に対応する。3 種類の接着部 4 1 による層のいずれも、接着部 4 1 は、周方向に 2 つのティース部 2 3 おきとなるティース部 2 3 等にそれぞれ配置されている。ここで、3 種類の接着部 4 1 による層のうち、平面視形状が互いに異なる接着部 4 1 による層を、第 1 の種類の接着部 4 1 による層、第 2 の種類の接着部 4 1 による層、および第 2 の種類の接着部 4 1 による層と言う。

【 0 0 4 6 】

第 2 の種類の接着部 4 1 による層において接着部 4 1 が配置されるティース部 2 3 等は、第 1 種類の接着部 4 1 による層において接着部 4 1 が配置されるティース部 2 3 等に対して 1 つずつ周方向の第 1 側にずらされている。第 3 の種類の接着部 4 1 による層において接着部 4 1 が配置されるティース部 2 3 等は、第 2 種類の接着部 4 1 による層において接着部 4 1 が配置されるティース部 2 3 等に対して 1 つずつ周方向の第 1 側にずらされている。

そして、第 1 の種類の接着部 4 1 による層、第 2 の種類の接着部 4 1 による層、および第 3 の種類の接着部 4 1 による層が、積層方向の第 1 側からの第 2 側に向かって順番に配置されている。言い換えると、接着部 4 1 による層の平面視形状は、2 層おきに同一になる。

【 0 0 4 7 】

なお、ステータコア 2 1 に電磁鋼板 4 0 を 1 2 枚以上積層する場合には、ステータコア 2 1 を以下のように構成する。すなわち、電磁鋼板 4 0 J の次に、別の電磁鋼板 4 0 A を積層する。以下、別の電磁鋼板 4 0 A に対して積層方向の第 2 側に隣り合う位置に、別の電磁鋼板 4 0 B ~ 4 0 J をこの順に積層する。

ただし、電磁鋼板 4 0 J の次に別の電磁鋼板 4 0 A を積層する場合、電磁鋼板 4 0 J のティース部 2 3 A に、別の電磁鋼板 4 0 A のティース部 2 3 C が重なるように、電磁鋼板 4 0 J に対して別の電磁鋼板 4 0 A を中心軸線 O 周りに回転させて配置する。

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

【表 2】

	23A	23B	23C	23D	23E	23F	23G	23H	23I	23J	23K	23L	23M	23N	23O	23P	23Q	23R
40A	○			○														
40B		○															○	
40C			○			○			○			○		○				○
40D	○			○			○			○			○			○		
40E		○			○			○			○						○	
40F						○			○			○						○
40G	○			○			○			○			○					
40H		○			○			○			○			○				○
40I						○			○			○						
40J	○			○						○			○			○		

【0049】

N = 7（素数）であるステータコア 21 の場合を、図 12 ～ 図 21 および表 3 に示す。この場合、周方向に並ぶ複数のティース部 23 のうちの一部のティース部 23 において、接着部 41 が、積層方向から見た平面視において、配置領域が 7 層おきに重なるように設けられている。表 3 において、○となっている部分が、接着部 41 が配置されているティース部 23、および接着部 41 が配置されているコアバック部 22 におけるティース部 23 の径方向外側の部分（ティース部 23 等）を示す。

【0050】

N = 7（素数）の場合、図 12 および表 3 に示すように、電磁鋼板 40A、40I では、後述する第 11 グループのティース部 23 の表面 23a、およびコアバック部 22 における第 11 グループのティース部 23 の径方向外側の部分の表面 22a に、それぞれ接着部 41 が設けられている。ここで言う第 11 グループのティース部 23 とは、ティース部 23A、23I、23Q のことを意味する。

また、図 1 3 および表 3 に示すように、電磁鋼板 4 0 B , 4 0 J では、後述する第 1 2 グループのティース部 2 3 表面 2 3 a、およびコアバック部 2 2 における第 1 2 グループのティース部 2 3 の径方向外側の部分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 1 2 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 B , 2 3 J , 2 3 R のことを意味する。

また、図 1 4 および表 3 に示すように、電磁鋼板 4 0 C では、後述する第 1 3 グループのティース部 2 3 の表面 2 3 a、およびコアバック部 2 2 における第 1 3 グループのティース部 2 3 の径方向外側の部分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 1 3 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 C , 2 3 K のことを意味する。

10

【 0 0 5 1 】

また、図 1 5 および表 3 に示すように、電磁鋼板 4 0 D では、後述する第 1 4 グループのティース部 2 3 の表面 2 3 a、およびコアバック部 2 2 における第 1 4 グループのティース部 2 3 の径方向外側の部分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 1 4 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 D , 2 3 L のことを意味する。

また、図 1 6 および表 3 に示すように、電磁鋼板 4 0 E では、後述する第 1 5 グループのティース部 2 3 の表面 2 3 a、およびコアバック部 2 2 における第 1 5 グループのティース部 2 3 の径方向外側の部分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 1 5 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 E , 2 3 M のことを意味する。

20

【 0 0 5 2 】

また、図 1 7 および表 3 に示すように、電磁鋼板 4 0 F では、後述する第 1 6 グループのティース部 2 3 の表面 2 3 a、およびコアバック部 2 2 における第 1 6 グループのティース部 2 3 の径方向外側の部分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 1 6 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 F , 2 3 N のことを意味する。

また、図 1 8 および表 3 に示すように、電磁鋼板 4 0 G では、後述する第 1 7 グループのティース部 2 3 の表面 2 3 a、およびコアバック部 2 2 における第 1 7 グループのティース部 2 3 の径方向外側の部分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 1 7 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 G , 2 3 O のことを意味する。

30

【 0 0 5 3 】

また、図 1 9 および表 3 に示すように、電磁鋼板 4 0 H では、後述する第 1 8 グループのティース部 2 3 の表面 2 3 a、およびコアバック部 2 2 における第 1 8 グループのティース部 2 3 の径方向外側の部分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 1 8 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 H , 2 3 P のことを意味する。

また、図 2 0 および表 3 に示すように、電磁鋼板 4 0 I では、後述する第 1 9 グループのティース部 2 3 の表面 2 3 a、およびコアバック部 2 2 における第 1 9 グループのティース部 2 3 の径方向外側の部分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 1 9 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 I , 2 3 Q のことを意味する。

40

また、図 2 1 および表 3 に示すように、電磁鋼板 4 0 G では、後述する第 2 0 グループのティース部 2 3 の表面 2 3 a、およびコアバック部 2 2 における第 2 0 グループのティース部 2 3 の径方向外側の部分の表面 2 2 a に、それぞれ接着部 4 1 が設けられている。ここで言う第 2 0 グループのティース部 2 3 とは、ティース部 2 3 J , 2 3 R のことを意味する。

【 0 0 5 4 】

この例では、ステータコア 2 1 には、平面視形状が互いに異なる接着部 4 1 による層が、

50

10種類設けられている。10種類の接着部41による層は、第11グループのティース部23から第20グループのティース部23に対応する。10種類の接着部41による層のいずれも、接着部41は、周方向に1つ、7つ、または9つのティース部23おきとなるティース部23等にそれぞれ配置されている。

10種類の接着部41による層間での接着部41が設けられるティース部23の違いは、前記 $N = 1, 2$ の場合と同様であり、説明を省略する。

【0055】

なお、ステータコア21に電磁鋼板40を12枚以上積層する場合には、ステータコア21を以下のように構成する。すなわち、電磁鋼板40Jの次に、別の電磁鋼板40Aを積層する。以下、別の電磁鋼板40Aに対して積層方向の第2側に隣り合う位置に、別の電磁鋼板40B～40Jをこの順に積層する。

10

ただし、電磁鋼板40Jの次に別の電磁鋼板40Aを積層する場合、電磁鋼板40Jのティース部23Aに、別の電磁鋼板40Aのティース部23Kが重なるように、電磁鋼板40Jに対して別の電磁鋼板40Aを中心軸線O周りに回転させて配置する。

【0056】

20

30

40

50

【表 3】

	23A	23B	23C	23D	23E	23F	23G	23H	23I	23J	23K	23L	23M	23N	23O	23P	23Q	23R
40A	○								○								○	
40B		○								○								
40C			○								○							
40D				○								○						
40E					○								○					
40F						○								○				
40G							○								○			
40H								○								○		
40I									○								○	
40J										○								○

【 0 0 5 7 】

ここで、N = 7であるステータコア 2 1 の場合の変形例について、表 4 を用いて説明する。
この変形例のステータコア 2 1 では、表 3 の例に示すステータコア 2 1 の構成に加えて、
以下の 2 カ所に接着部 4 1 が配置されている。具体的には、電磁鋼板 4 0 I のティース部
2 3 A 等、および電磁鋼板 4 0 J のティース部 2 3 B 等にそれぞれ接着部 4 1 が配置され
ている。

【 0 0 5 8 】

なお、変形例のステータコア 2 1 に電磁鋼板 4 0 を 1 2 枚以上積層する場合には、基本的
に表 3 の例に示すステータコア 2 1 と同様に積層する。ただし、電磁鋼板 4 0 J の次に別
の電磁鋼板 4 0 A を積層する場合、電磁鋼板 4 0 J のティース部 2 3 A に、別の電磁鋼板
4 0 A のティース部 2 3 G が重なるように、電磁鋼板 4 0 J に対して別の電磁鋼板 4 0 A
を中心軸線 O 周りに回転させて配置する。

【 0 0 5 9 】

【表 4】

	23A	23B	23C	23D	23E	23F	23G	23H	23I	23J	23K	23L	23M	23N	23O	23P	23Q	23R
40A	○								○								○	
40B		○								○								
40C			○								○							
40D				○								○						
40E					○								○					
40F						○												
40G							○								○			
40H								○								○		
40I																	○	
40J																		○

【 0 0 6 0 】

ここで、以上の表 1 および表 2 の例に示すステータコア 2 1 は、接着部 4 1 に関する以下の第 1 構成および第 2 構成を兼ね備えていると言える。

第 1 構成：周方向に並ぶ複数のティース部 2 3 のうちの 1 つのティース部 2 3 において、接着部 4 1 が、ステータコア 2 1 の積層方向の全長にわたって、積層方向に等間隔に（積層方向に等しい数の層において）配置されている構成。

第 2 構成：積層方向に並ぶ複数の接着部 4 1 による層のうちの 1 層において、接着部 4 1 が、ステータコア 2 1 の全周にわたって、周方向に等間隔に（周方向に等しい数のティース部 2 3 をおいて）配置されている構成。

なお、例えば表 3 の例に示すステータコア 2 1 では、ステータコア 2 1 が備える電磁鋼板 4 0 の枚数がより多い場合（例えば、2 1 枚の電磁鋼板 4 0 を備える場合）には、ステータコア 2 1 は第 1 構成を備える場合がある。この場合、1 2 枚目以降の電磁鋼板 4 0 は、前記したように積層される。

【 0 0 6 1 】

これらの第 1 構成、第 2 構成を詳細に検討するため、新たに第 1 間隔、第 2 間隔を定義する。第 1 間隔は、電磁鋼板 4 0 の各ティース部 2 3 A ~ 2 3 R ごとに設定される間隔である。第 2 間隔は、各接着部 4 1 による層ごとに設定される間隔である。

第 1 間隔とは、対象とする一のティース部 2 3 において、積層方向から見て配置領域が重なる接着部 4 1 同士が、何層離れているかを示す間隔である。例えば、表 1 においてティース部 2 3 A に着目する。このティース部 2 3 A では、接着部 4 1 に対して、積層方向から見て配置領域が重なる接着部 4 1 同士は、ステータコア 2 1 の積層方向の全長にわたって 1 層おきに配置されている。よって、ティース部 2 3 A では、ステータコア 2 1 の積層方向の全長にわたって第 1 間隔が、1 である。

10

【 0 0 6 2 】

第 2 間隔とは、対象とする一の接着部 4 1 による層において、周方向に隣り合う他の接着部 4 1 の周方向の間に、接着部 4 1 が配置されていないティース部 2 3 が幾つ配置されているかを示す間隔である。例えば、表 1 において電磁鋼板 4 0 A に対応する接着部 4 1 による層に着目する。電磁鋼板 4 0 A に対応する接着部 4 1 による層では、ステータコア 2 1 の全周にわたって周方向に隣り合う他の接着部 4 1 の周方向の間に、ティース部 2 3 が 1 つ配置されている。よって、電磁鋼板 4 0 A に対応する接着部 4 1 による層では、ステータコア 2 1 の全周にわたって第 2 間隔が、1 である。

【 0 0 6 3 】

これらの第 1 間隔、第 2 間隔を用いて第 1 構成、第 2 構成をそれぞれ表現すると、以下のようになる。

20

第 1 構成：周方向に並ぶ複数のティース部 2 3 のうちの 1 つのティース部 2 3 において、ステータコア 2 1 の積層方向の全長にわたって第 1 間隔が互いに等しい構成。

第 2 構成：積層方向に並ぶ複数の接着部 4 1 による層のうちの 1 層において、ステータコア 2 1 の全周にわたって第 2 間隔が互いに等しい構成。

【 0 0 6 4 】

表 1 に示す例のステータコア 2 1 では、全てのティース部 2 3 において、ステータコア 2 1 の積層方向の全長にわたって、第 1 間隔が 1 である。全ての接着部 4 1 による層において、ステータコア 2 1 の全周にわたって、第 2 間隔が 1 である。このステータコア 2 1 は、第 1 構成および第 2 構成をそれぞれ備える。

30

表 2 に示す例のステータコア 2 1 では、全てのティース部 2 3 において、ステータコア 2 1 の積層方向の全長にわたって、第 1 間隔が 2 である。全ての接着部 4 1 による層において、ステータコア 2 1 の全周にわたって、第 2 間隔が 2 である。このステータコア 2 1 は、第 1 構成および第 2 構成をそれぞれ備える。

【 0 0 6 5 】

表 3 に示す例のステータコア 2 1 では、ティース部 2 3 I , 2 3 J , 2 3 Q , 2 3 R において、第 1 間隔が 7 である。これらのティース部 2 3 については、第 1 間隔が 1 つしかないため、第 1 構成を備えない。ティース部 2 3 A ~ 2 3 H , 2 3 K ~ 2 3 P についての第 1 間隔は、積層方向から見て配置領域が重なる他の接着部 4 1 が無い場合、規定されない。これらのティース部 2 3 については、第 1 間隔が規定されないため、第 1 構成を備えない。

40

電磁鋼板 4 0 A , 4 0 B に対応する接着部 4 1 による層における第 2 間隔は、それぞれ 7 , 7 , 1 である。電磁鋼板 4 0 C ~ 4 0 J に対応する接着部 4 1 による層における第 2 間隔は、それぞれ 7 , 9 である。この例のステータコア 2 1 では、複数の接着部 4 1 による層のいずれも、第 2 構成を備えない。

なお、前記のように、表 3 の例に示すステータコア 2 1 では、ステータコア 2 1 が備える電磁鋼板 4 0 の枚数がより多い場合には、ステータコア 2 1 は第 1 構成を備える場合がある。

【 0 0 6 6 】

表 3 に示す例のステータコア 2 1 と同様に、表 4 に示す例のステータコア 2 1 は、第 1 構成

50

成および第 2 構成をそれぞれ備えない。

【 0 0 6 7 】

もっともステータコア 2 1 は、表 3 および表 4 に示す例のステータコア 2 1 のように、これらの第 1 構成および第 2 構成を備えていなくてもよい。ステータコア 2 1 は、第 1 構成および第 2 構成のうちの一方を備えていなくてもよく、両方を備えていなくてもよい。

以下では、これらの第 1 構成および第 2 構成を兼ね備えていないステータコア 2 1 について、表 5 および表 6 を用いて説明する。

【 0 0 6 8 】

表 5 および表 6 に示す例のステータコア 2 1 では、1 1 枚の電磁鋼板 4 0 (4 0 0 , 4 0 A ~ 4 0 J) が積層されている。なお、電磁鋼板 4 0 0 は、表中に示していない。

10

表 5 および表 6 において、○となっている部分が、接着部 4 1 が配置されているティース部 2 3 B 等を示す。

【 0 0 6 9 】

ステータコア 2 1 が第 1 構成を備えるのに代えて、例えば以下の第 3 構成や、第 5 構成を備える場合がある。

第 3 構成：周方向に並ぶ複数のティース部 2 3 のうちの 1 つのティース部 2 3 において、ステータコア 2 1 の積層方向の一部の領域において、積層方向から見た平面視で、接着部 4 1 は、互いに異なる素数層おきに配置領域が重なる構成。

第 3 構成は、言い換えれば、周方向に並ぶ複数のティース部 2 3 のうちの 1 つのティース部 2 3 において、ステータコア 2 1 の積層方向の一部の領域において、積層方向に隣り合う第 1 間隔が互いに異なる素数である構成、である。

20

第 5 構成：周方向に並ぶ複数のティース部 2 3 のうちの 1 つのティース部 2 3 において、ステータコア 2 1 の積層方向の全長にわたって、積層方向から見た平面視で、接着部 4 1 は、互いに異なる素数層おきに配置領域が重なる構成。

第 5 構成は、言い換えれば、周方向に並ぶ複数のティース部 2 3 のうちの 1 つのティース部 2 3 において、ステータコア 2 1 の積層方向の全長にわたって、積層方向に隣り合う第 1 間隔が互いに異なる素数である構成、である。

【 0 0 7 0 】

また、ステータコア 2 1 が第 2 構成を備えるのに代えて、例えば以下の第 4 構成や、第 6 構成を備える場合がある。

30

第 4 構成：積層方向に並ぶ複数の接着部 4 1 による層のうちの 1 層において、ステータコア 2 1 の周方向の一部の領域において、周方向に隣り合う接着部 4 1 間のティース部 2 3 の数が互いに異なる素数である構成。

第 4 構成は、言い換えれば、積層方向に並ぶ複数の接着部 4 1 による層のうちの 1 層において、ステータコア 2 1 の周方向の一部の領域において、周方向に隣り合う第 2 間隔が互いに異なる素数である構成、である。

第 6 構成：積層方向に並ぶ複数の接着部 4 1 による層のうちの 1 層において、ステータコア 2 1 の全周にわたって、周方向に隣り合う接着部 4 1 間のティース部 2 3 の数が互いに異なる素数である構成。

第 6 構成は、言い換えれば、積層方向に並ぶ複数の接着部 4 1 による層のうちの 1 層において、ステータコア 2 1 の全周にわたって、周方向に隣り合う第 2 間隔が互いに異なる素数である構成、である。

40

以下では、各ケースのステータコア 2 1 を、上記の構成に着目しながら説明する。

【 0 0 7 1 】

(ケース 1)

表 5 の例に示すステータコア 2 1 について説明する。

ケース 1 のステータコア 2 1 では、電磁鋼板 4 0 A に対応する接着部 4 1 による層では、4 つの接着部 4 1 が配置されている。この層では、4 つの接着部 4 1 が、ティース部 2 3 A , 2 3 E , 2 3 K , 2 3 O に配置されている。そして、電磁鋼板 4 0 B ~ 4 0 D に対応する各接着部 4 1 による層では、接着部 4 1 が配置されているティース部 2 3 が、積層方

50

向の第1側に隣り合う層に対して、1つずつ周方向の第1側にずらされている。

電磁鋼板40E, 40Fに対応する接着部41による各層では、接着部41が配置されているティース部23が、積層方向の第1側に隣り合う層に対して、1つずつ周方向の第1側にずらされている。さらに、電磁鋼板40E, 40Fに対応する接着部41による各層では、配置されている接着部41の数が3つに減っている。具体的には、電磁鋼板40Eに対応する接着部41による層では、接着部41がティース部23Rから周方向の第1側にずれようとしたときに、接着部41がティース部23Aにずれずになくなっている。

【0072】

電磁鋼板40G, 40Hに対応する接着部41による各層では、接着部41が配置されているティース部23が、積層方向の第1側に隣り合う層に対して、1つずつ周方向の第1側にずらされている。さらに、電磁鋼板40G, 40Hに対応する接着部41による各層では、接着部41の数が4つに増えている。具体的には、電磁鋼板40Gに対応する接着部41による層では、接着部41がティース部23Aに配置されている。

10

電磁鋼板40I, 40Jに対応する接着部41による各層では、接着部41が配置されているティース部23が、積層方向の第1側に隣り合う層に対して、1つずつ周方向の第1側にずらされている。さらに、電磁鋼板40I, 40Jに対応する接着部41による各層では、配置されている接着部41の数が再び3つに減っている。具体的には、電磁鋼板40Iに対応する接着部41による層では、接着部41がティース部23Rから周方向の第1側にずれようとしたときに、接着部41がティース部23Aにずれずになくなっている。

【0073】

20

30

40

50

【表 5】

	23A	23B	23C	23D	23E	23F	23G	23H	23I	23J	23K	23L	23M	23N	23O	23P	23Q	23R
40A	○										○				○			
40B		○				○						○				○		
40C			○				○						○				○	
40D				○				○						○				○
40E					○				○						○			
40F						○				○						○		
40G							○				○						○	
40H								○				○						○
40I									○				○					
40J				○						○								

10

20

30

【 0 0 7 4 】

このようなステータコア 2 1 では、複数の接着部 4 1 による層のうち、一部の層が、第 4 構成を備え、残りの層が第 6 構成を備えているといえる。

40

すなわち、接着部 4 1 による層のうち、4 つの接着部 4 1 がある層、例えば電磁鋼板 4 0 A に対応する層では、周方向の第 1 側に向かって、第 2 間隔が 3 , 5 , 3 , 3 の順に並んでいる。これらの層は、第 4 構成を備えている。

また、接着部 4 1 による層のうち、3 つの接着部 4 1 がある層、例えば電磁鋼板 4 0 E に対応する層では、周方向の第 1 側に向かって、第 2 間隔が 3 , 5 , 7 の順に並んでいる。これらの層は、第 6 構成を備えている。

なお、ケース 1 のステータコア 2 1 は、第 3 構成および第 5 構成を備えない。

【 0 0 7 5 】

(ケース 2)

次に、表 6 に示す例のステータコアについて説明する。

50

ケース 2 のステータコア 2 1 では、電磁鋼板 4 0 A に対応する接着部 4 1 による層では、6 つの接着部 4 1 が配置されている。この層では、ティース部 2 3 A , 2 3 D , 2 3 G , 2 3 J , 2 3 M , 2 3 P に、全部で 6 つの接着部 4 1 が配置されている。そして、電磁鋼板 4 0 B , 4 0 C に対応する各接着部 4 1 による層では、接着部 4 1 が配置されているティース部 2 3 が、積層方向の第 1 側に隣り合う層に対して、1 つずつ周方向の第 1 側にずらされている。

電磁鋼板 4 0 D ~ 4 0 I に対応する接着部 4 1 による各層では、接着部 4 1 が配置されているティース部 2 3 が、積層方向の第 1 側に隣り合う層に対して、1 つずつ周方向の第 1 側にずらされている。さらに、電磁鋼板 4 0 D ~ 4 0 I に対応する接着部 4 1 による各層では、配置されている接着部 4 1 の数が 3 つに減っている。具体的には、電磁鋼板 4 0 D に対応する接着部 4 1 による層では、接着部 4 1 がティース部 2 3 F , 2 3 L , 2 3 R から周方向の第 1 側にずれようとしたときに、接着部 4 1 がティース部 2 3 G , 2 3 M , 2 3 A にずれずになくなっている。

10

【 0 0 7 6 】

電磁鋼板 4 0 J に対応する接着部 4 1 による各層では、接着部 4 1 が配置されているティース部 2 3 が、積層方向の第 1 側に隣り合う層に対して、1 つずつ周方向の第 1 側にずらされている。さらに、電磁鋼板 4 0 J に対応する接着部 4 1 による各層では、接着部 4 1 の数が 6 つに増えている。具体的には、電磁鋼板 4 0 J に対応する接着部 4 1 による層では、接着部 4 1 がティース部 2 3 A , 2 3 G , 2 3 M に配置されている。

【 0 0 7 7 】

20

30

40

50

【表 6】

[illegible]

【 0 0 7 8 】

このようなステータコア 21 では、周方向に並ぶ複数のティース部 23 のうち、一部のティース部 23 において第 5 構成を備えているといえる。

すなわち、積層方向から見た平面視において３つの配置領域が重なる、ティース部２３Ａ、２３Ｄ、２３Ｇ、２３Ｊ、２３Ｍ、２３Ｐについて説明する。例えばティース部２３Ａにおいて、ステータコア２１の積層方向の全長にわたって、積層方向に隣り合う第１間隔が、積層方向の第１側から第２側に向かって、５、２の順に並んでいる。例えばティース部２３Ｄにおいて、ステータコア２１の積層方向の全長にわたって、積層方向に隣り合う第１間隔が、積層方向の第１側から第２側に向かって、２、５の順に並んでいる。

これらのティース部 2 3 A , 2 3 D , 2 3 G , 2 3 J , 2 3 M , 2 3 P は、第 5 構成を備えている。

なお、ケース 2 のステータコア 2 1 は、第 3 構成、第 4 構成、および第 6 構成を備えない。

【 0 0 7 9 】

なお、ティース部 2 3 A では、第 1 間隔は積層方向の第 1 側から第 2 側に向かって 5 , 2 である。しかし、例えば、ティース部 2 3 A では、第 1 間隔は積層方向の第 1 側から第 2 側に向かって 5 , 2 , 5 , 2 , 等であるとしてもよい。そして、ティース部 2 3 B では、第 1 間隔は積層方向の第 1 側から第 2 側に向かって 5 , 2 , 2 , 5 , 等であるとしてもよい。このように、ティース部 2 3 ごとに第 1 間隔を変更してもよい。

【 0 0 8 0 】

(ケース 3)

次に、表 7 に示す例のステータコアについて説明する。

表 7 に示す例のステータコア 2 1 では、1 6 枚の電磁鋼板 4 0 (4 0 0 , 4 0 A ~ 4 0 O) が積層されている。なお、電磁鋼板 4 0 0 は、表中に示していない。

10

ケース 3 のステータコア 2 1 では、電磁鋼板 4 0 A に対応する接着部 4 1 による層では、4 つの接着部 4 1 が配置されている。この層では、4 つの接着部 4 1 が、ティース部 2 3 A , 2 3 D , 2 3 J , 2 3 M に配置されている。そして、電磁鋼板 4 0 B ~ 4 0 O に対応する各接着部 4 1 による層では、接着部 4 1 が配置されているティース部 2 3 が、積層方向の第 1 側に隣り合う層に対して、1 つずつ周方向の第 1 側にずらされている。

【 0 0 8 1 】

20

30

40

50

【表 7】

	23A	23B	23C	23D	23E	23F	23G	23H	23I	23J	23K	23L	23M	23N	23O	23P	23Q	23R
40A	○																	○
40B		○																
40C			○															
40D				○									○					
40E					○				○					○			○	
40F						○												○
40G							○											
40H								○										
40I									○									○
40J										○			○					
40K											○							
40L												○						
40M													○					
40N														○			○	
40O																		○

【0082】

このようなステータコア 21 では、周方向に並ぶ全てのティース部 23 において第 5 構成を備えているといえる。

すなわち、積層方向から見た平面視において 3 つの配置領域が重なる、ティース部 23A ~ 23C , 23J ~ 23L について説明する。これらのティース部 23 において、ステータコア 21 の積層方向の全長にわたって、積層方向に隣り合う第 1 間隔が、積層方向の第 1 側から第 2 側に向かって、5 , 2 の順に並んでいる。次に、積層方向から見た平面視において 3 つの配置領域が重なる、ティース部 23G ~ 23I , 23P ~ 23R について説明する。これらのティース部 23 において、ステータコア 21 の積層方向の全長にわたって、積層方向に隣り合う第 1 間隔が、積層方向の第 1 側から第 2 側に向かって、2 , 5 の順に並んでいる。次に、積層方向から見た平面視において 4 つの配置領域が重なる、ティース部 23D ~ 23F , 23M ~ 23O について説明する。これらのティース部 23 において、ステータコア 21 の積層方向の全長にわたって、積層方向に隣り合う第 1 間隔が、

積層方向の第 1 側から第 2 側に向かって、2, 5, 2 の順に並んでいる。

【0083】

また、このようなステータコア 21 では、複数の接着部 41 による層の全ての層において第 6 構成を備えているといえる。

すなわち、全ての接着部 41 による層では、周方向の第 1 側に向かって、第 2 間隔が 2, 5, 2 の順に並んでいる。

なお、ケース 3 のステータコア 21 は、第 3 構成および第 4 構成を備えない。

【0084】

ここで、第 3 構成および第 4 構成の少なくとも一方を備えるように接着部 41 が配置されているステータコア 21 の構成を、以下では第 1 不等間隔構成と言う。第 5 構成および第 6 構成の一方を備えるように接着部 41 が配置されているステータコア 21 の構成を、以下では第 2 不等間隔構成と言う。第 5 構成および第 6 構成の両方を備えるように接着部 41 が配置されているステータコア 21 の構成を、以下では第 3 不等間隔構成と言う。

第 1 不等間隔構成、第 2 不等間隔構成、または第 3 不等間隔構成を備えるステータコア 21 は、回転電機と積層コアの共振周波数が一致することを、より防止ことができる。

【0085】

ケース 1 のステータコア 21 では、複数の接着部 41 による層のうち、一部の層が第 4 構成を備えるため、この例のステータコア 21 は第 4 構成を備える。複数の接着部 41 による層のうち残りの層が第 6 構成を備えるため、この例のステータコアは第 6 構成を備える。ケース 1 のステータコア 21 は、第 3 構成および第 5 構成を備えない。

従って、ケース 1 のステータコア 21 では、第 3 構成および第 4 構成のうちの第 4 構成を備えるため、第 1 不等間隔構成を備える。

ケース 1 のステータコア 21 では、第 5 構成および第 6 構成のうちの第 6 構成のみを備える。このため、この例のステータコア 21 は第 2 不等間隔構成を備えるが、第 3 不等間隔構成を備えない。

【0086】

ケース 2 のステータコア 21 では、第 5 構成を備える。ケース 2 のステータコア 21 は、第 3 構成、第 4 構成、および第 6 構成を備えない。

従って、この例のステータコア 21 では、第 3 構成および第 4 構成のいずれも備えないため、第 1 不等間隔構成を備えない。

この例のステータコア 21 では、第 5 構成および第 6 構成のうちの第 5 構成のみを備える。このため、この例のステータコア 21 は第 2 不等間隔構成を備えるが、第 3 不等間隔構成を備えない。

【0087】

ケース 3 のステータコア 21 では、第 3 構成および第 4 構成を備えず、第 5 構成および第 6 構成を備える。

このため、この例のステータコア 21 は、第 1 不等間隔構成および第 2 不等間隔構成を備えないが、第 3 不等間隔構成を備える。

【0088】

なお、第 1 不等間隔構成から第 3 不等間隔構成の中では、回転電機と積層コア（ステータコア）の共振周波数が一致することを防止する効果は、第 1 不等間隔構成よりも第 2 不等間隔構成の方が大きい。この理由は、第 2 不等間隔構成は、接着部 41 は積層方向の全長にわたって互いに異なる素数層おきに配置領域が重なるか、接着部 41 は全周にわたって周方向に隣り合う接着部 41 間のティース部 23 の数が互いに異なる素数である。このため、第 2 不等間隔構成は第 1 不等間隔構成に比べて、積層コアの接着部の不均一性が向上するためである。

この効果は、第 2 不等間隔構成よりも第 3 不等間隔構成の方が大きい。この理由は、第 3 不等間隔構成は、接着部 41 は積層方向の全長にわたって互いに異なる素数層おきに配置領域が重なり、かつ、接着部 41 は全周にわたって周方向に隣り合う接着部 41 間のティース部 23 の数が互いに異なる素数である。従って、第 3 不等間隔構成は第 2 不等間隔構成

10

20

30

40

50

成に比べて、積層コアの接着部不均一性がより向上するためである。

【0089】

接着部41には、例えば、重合結合による熱硬化型の接着剤などが用いられる。接着剤の組成物としては、(1)アクリル系樹脂、(2)エポキシ系樹脂、(3)アクリル系樹脂およびエポキシ系樹脂を含んだ組成物などが適用可能である。

接着剤としては、熱硬化型の接着剤の他、ラジカル重合型の接着剤なども使用可能である。生産性の観点からは、常温硬化型(常温接着タイプ)の接着剤が望ましい。常温硬化型の接着剤は、20 ~ 30 で硬化する。なお、本明細書中において、「~」を用いて表される数値範囲は、「~」の前後に記載される数値を下限値および上限値として含む範囲を意味する。

10

常温硬化型の接着剤としては、アクリル系接着剤が好ましい。代表的なアクリル系接着剤には、SGA(第二世代アクリル系接着剤。Second Generation Acrylic Adhesive)などがある。本発明の効果を損なわない範囲で、嫌気性接着剤、瞬間接着剤、エラストマー含有アクリル系接着剤がいずれも使用可能である。

なお、ここで言う接着剤は硬化前の状態を言う。接着剤は硬化すると、接着部41となる。

【0090】

接着部41の常温(20 ~ 30)における平均引張弾性率Eは、1500MPa ~ 4500MPaの範囲内とされる。接着部41の平均引張弾性率Eは、1500MPa未満であると、積層コアの剛性が低下する不具合が生じる。そのため、接着部41の平均引張弾性率Eの下限値は、1500MPa、より好ましくは1800MPaとされる。逆に、接着部41の平均引張弾性率Eが4500MPaを超えると、電磁鋼板40の表面に形成された絶縁被膜が剥がれる不具合が生じる。そのため、接着部41の平均引張弾性率Eの上限値は、4500MPa、より好ましくは3650MPaとされる。

20

【0091】

なお、平均引張弾性率Eは、共振法により測定される。具体的には、JIS R 1602 : 1995に準拠して引張弾性率を測定する。

より具体的には、まず、測定用のサンプル(不図示)を製作する。このサンプルは、2枚の電磁鋼板40間を、測定対象の接着剤により接着し、硬化させて接着部41を形成することにより、得られる。この硬化は、接着剤が熱硬化型の場合には、実作業上の加熱加圧条件で加熱加圧することで行う。一方、接着剤が常温硬化型の場合には常温下で加圧することで行う。

30

そして、このサンプルについての引張弾性率を、共振法で測定する。共振法による引張弾性率の測定方法は、上述した通り、JIS R 1602 : 1995に準拠して行う。その後、サンプルの引張弾性率(測定値)から、電磁鋼板40自体の影響分を計算により除くことで、接着部41単体の引張弾性率が求められる。

このようにしてサンプルから求められた引張弾性率は、積層コアであるステータコア21全体としての平均値に等しくなる。このため、この数値をもって平均引張弾性率Eとみなす。平均引張弾性率Eは、その積層方向に沿った積層位置やステータコア21の中心軸線回りの周方向位置で殆ど変わらないよう、組成が設定されている。そのため、平均引張弾性率Eは、ステータコア21の上端位置にある、硬化後の接着部41を測定した数値をもってその値とすることもできる。

40

【0092】

熱硬化型の接着剤を用いた接着方法としては、例えば、電磁鋼板40に接着剤を塗布した後、加熱および圧着のいずれかまたは両方により接着する方法が採用できる。なお、加熱手段には、例えば、高温槽や電気炉内での加熱、または直接通電する方法等が用いられる。加熱手段は、どのような手段でも良い。

【0093】

安定して十分な接着強度を得るために、接着部41の厚さは1μm以上とすることが好ましい。

一方で接着部41の厚さが100μmを超えると接着力が飽和する。また、接着部41が

50

厚くなるに連れて占積率が低下し、積層コアの鉄損などの磁気特性が低下する。したがって、接着部 4 1 の厚さは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。接着部 4 1 の厚さは、さらに好ましくは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。

なお、上記において接着部 4 1 の厚さは、接着部 4 1 の平均厚みを意味する。

【0094】

接着部 4 1 の平均厚みは、 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $3.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下とすることがより好ましい。接着部 4 1 の平均厚みが $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 未満であると、前述したように十分な接着力を確保できない。そのため、接着部 4 1 の平均厚みの下限値は、 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 、より好ましくは $1.2\text{ }\mu\text{m}$ とされる。逆に、接着部 4 1 の平均厚みが $3.0\text{ }\mu\text{m}$ を超えて厚くなると、熱硬化時の収縮による電磁鋼板 4 0 の歪み量が大幅に増えるなどの不具合を生じる。そのため、

10

接着部 4 1 の平均厚みは、積層コア全体としての平均値である。接着部 4 1 の平均厚みは、その積層方向に沿った積層位置やステータコア 2 1 の中心軸線回りの周方向位置で殆ど変わらない。そのため、接着部 4 1 の平均厚みは、ステータコア 2 1 の上端位置において、円周方向 10 箇所以上で測定した数値の平均値をもってその値とすることができる。

【0095】

なお、接着部 4 1 の平均厚みは、例えば、接着剤の塗布量を変えて調整することができる。また、接着部 4 1 の平均引張弾性率 E は、例えば、熱硬化型の接着剤の場合には、接着時に加える加熱加圧条件および硬化剤種類の一方もしくは両方を変更すること等により調整することができる。

20

【0096】

なお、本実施形態では、ロータコア 3 1 を形成する複数の電磁鋼板 4 0 は、かしめ 4 2 (ダボ) によって互いに固定されている (図 1 参照)。しかしながら、ロータコア 3 1 を形成する複数の電磁鋼板 4 0 が、接着部 4 1 を介して積層されていてもよい。

なお、ステータコア 2 1 やロータコア 3 1 などの積層コアは、いわゆる回し積みにより形成されていてもよい。

【0097】

上記回転電機 1 0 は、例えば、各相に実効値 10 A 、周波数 100 Hz の励磁電流を印加することにより、回転数 1000 rpm で回転することができる。

【0098】

30

以上説明したように、本実施形態に係るステータコア 2 1 (積層コア) は、積層方向に隣り合う電磁鋼板 4 0 同士の間、これらの電磁鋼板 4 0 を接着する接着部 4 1 が配置されている。その接着部 4 1 は、積層方向に隣り合う電磁鋼板 4 0 同士を部分的に接着している。積層方向に隣り合う接着部 4 1 同士では、積層方向から見た平面視において、互いの配置領域が異なっている。

この構成により、積層方向から見た平面視において積層方向に隣り合う接着部同士で互いの配置領域が重なる場合に比べて、所定の接着部に対して積層方向に隣り合う接着部と、この所定の接着部に対して周方向に隣り合う接着部との最小公倍数が大きくなる。このため、ステータコア 2 1 の共振周波数を高くすることができる。その結果、回転電機 1 0 とステータコア 2 1 の共振周波数が一致することを防止することができる。従って、ステータコア 2 1 が振動し難くなり、ステータコア 2 1 のモータ特性を向上させることができる。

40

【0099】

一般的に、接着剤は硬化時に収縮する。そのため、接着剤の硬化に伴い、電磁鋼板に圧縮応力が付与される。圧縮応力が付与されると、電磁鋼板に歪が生じる。

本実施形態に係るステータコア 2 1 (積層コア) において、接着部 4 1 を、電磁鋼板 4 0 において、コアバック部 2 2 の表面 2 2 a およびティース部 2 3 の表面 2 3 a の少なくとも一方に設ける。

これにより、電磁鋼板 4 0 の積層される面の全面に接着部 4 1 を設ける場合よりも、接着部 4 1 を設ける領域が減る。このため、接着部 4 1 により電磁鋼板 4 0 に付与される歪量が低減する。従って、ステータコア 2 1 の磁気特性の劣化を抑制することができる。

50

【 0 1 0 0 】

本実施形態に係るステータコア 2 1 (積層コア) において、接着部 4 1 を、N 層 (N は自然数) おきに、積層方向から見た平面視において、配置領域が重なるように設ける。

従って、積層方向に隣り合う接着部同士では、積層方向から見た平面視において互いの配置領域が異なっているため、回転電機 1 0 とステータコア 2 1 の共振周波数が一致することを防止することができる。例えば、積層方向から見た平面視において、接着部の配置領域が、積層方向に一定でない間隔で重なる場合に比べて、電磁鋼板 4 0 に生じる歪が積層方向に均一になる。従って、ステータコア 2 1 全体として、接着剤の硬化に伴って電磁鋼板 4 0 に生じる歪が偏ることを抑制できる。

具体的には、接着部 4 1 を、1 層おきに、積層方向から見た平面視において、配置領域が重なるように設ける。これにより、接着により接合される電磁鋼板 4 0 が、ステータコア 2 1 において積層方向の一部分に局所的に集中することが抑えられる。このため、接着により接合される電磁鋼板 4 0 を、積層方向に分散させることができる。従って、回転電機 1 0 とステータコア 2 1 の共振周波数が一致することを防止することができる。これにより、ステータコア 2 1 のモータ特性をより向上させることができる。

10

【 0 1 0 1 】

また、接着部 4 1 を、素数層おきに、積層方向から見た平面視において、配置領域が重なるように設ける。

素数である N の約数の数が少ないため、所定の接着部に対して積層方向に隣り合う接着部と、この所定の接着部に対して周方向に隣り合う接着部との最小公倍数が大きくなる。従って、ステータコア 2 1 の共振周波数を高くすることができる。その結果、回転電機 1 0 とステータコア 2 1 の共振周波数が一致することを防止することができる。従って、ステータコア 2 1 のモータ特性をより向上させることができる。

20

【 0 1 0 2 】

複数の電磁鋼板 4 0 のうち、積層方向に沿う一端に位置する電磁鋼板 4 0 における積層される面は、積層方向に隣り合う電磁鋼板 4 0 における積層される面と全面接着される。さらに、複数の電磁鋼板 4 0 のうち、積層方向に沿う他端に位置する電磁鋼板 4 0 における積層される面は、積層方向に隣り合う電磁鋼板 4 0 における積層される面と全面接着される。

このため、電磁鋼板 4 0 のうち、積層方向に沿う一端に位置する電磁鋼板 4 0 における積層される面と、この面に積層方向に隣り合う電磁鋼板 4 0 における積層される面とが、この面の外周縁および中央部のいずれにおいても、積層方向に離間するのが抑制される。従って、これら積層方向に隣り合う面の間で振動が発生するのを抑制することができる。

30

同様に、電磁鋼板 4 0 のうち、積層方向に沿う他端に位置する電磁鋼板 4 0 においても、積層方向に隣り合う面の間で振動が発生するのを抑制することができる。

【 0 1 0 3 】

本実施形態に係る回転電機 1 0 は、本実施形態に係るステータコア 2 1 (積層コア) を備える。このため、回転電機 1 0 のモータ特性を向上することができる。

【 0 1 0 4 】

なお、本発明の技術的範囲は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

40

【 0 1 0 5 】

ここで、図 3 に示すように、ステータコア 2 1 において、複数の電磁鋼板 4 0 のうち、積層方向に沿う外側の一方を上端部 (第 1 端部) 7 1 と言う。ステータコア 2 1 において、複数の電磁鋼板 4 0 のうち、積層方向に沿う外側の他方を下端部 (第 2 端部) 7 2 と言う。図 2 2 に示すように、ステータコア 2 1 において、上端部 7 1 に位置する電磁鋼板 4 0 における積層される面 (コアバック部 2 2 の表面 2 2 a) の全面に、接着部 4 1 が設けられてもよい。さらに、電磁鋼板 4 0 のコアバック部 2 2 の表面 2 2 a は、積層方向に隣り合う電磁鋼板 4 0 におけるコアバック部 2 2 の表面 2 2 a と全面接着されていてもよい。

また、図 2 2 に示すように、ステータコア 2 1 において、上端部 7 1 に位置する電磁鋼板

50

40における積層される面（ティース部23の表面23a）の全面に接着部41が設けられてもよい。さらに、電磁鋼板40のティース部23の表面23aは、積層方向に隣り合う電磁鋼板40におけるティース部23の表面23aと全面接着されているとしてもよい。

【0106】

同様に、図22に示すように、ステータコア21において、下端部72に位置する電磁鋼板40における積層される面（コアバック部22の表面22a）の全面に接着部41が設けられてもよい。さらに、電磁鋼板40のコアバック部22の表面22aは、積層方向に隣り合う電磁鋼板40におけるコアバック部22の表面22aと全面接着されているとしてもよい。

また、図22に示すように、ステータコア21において、下端部72に位置する電磁鋼板40における積層される面（ティース部23の表面23a）の全面に接着部41が設けられてもよい。さらに、電磁鋼板40のティース部23の表面23aは、積層方向に隣り合う電磁鋼板40におけるティース部23の表面23aと全面接着されているとしてもよい。

【0107】

上記の構成によれば、ステータコア21において、複数の電磁鋼板40のうち、ステータコア21の積層方向の上端部71に位置する電磁鋼板40における積層される面は、積層方向に隣り合う電磁鋼板40における積層される面と全面接着される。さらに、複数の電磁鋼板40のうち、ステータコア21の積層方向の下端部（第2端部）72に位置する電磁鋼板40における積層される面は、積層方向に隣り合う電磁鋼板40における積層される面と全面接着される。これにより、接着部41によって電磁鋼板40に生じる歪の偏りを抑制することができる。従って、ステータコア21全体に生じる歪の偏りを抑制することができる。

言い換えると、積層方向に積層される電磁鋼板40の全ての組において、平面視において配置領域が重ならないようになっていなくてもよい。少なくとも電磁鋼板40の一部の組において、平面視において配置領域が重ならないようになっていけばよい。

【0108】

ステータコアの形状は、前記実施形態で示した形態に限定されるものではない。具体的には、ステータコアの外径および内径の寸法、積厚、スロット数、ティース部の周方向と径方向の寸法比率、ティース部とコアバック部との径方向の寸法比率、などは所望の回転電機の特性に応じて任意に設計可能である。

【0109】

前記実施形態におけるロータでは、2つ1組の永久磁石32が1つの磁極を形成しているが、本発明はこれに限られない。例えば、1つの永久磁石32が1つの磁極を形成していてもよく、3つ以上の永久磁石32が1つの磁極を形成していてもよい。

【0110】

前記実施形態では、回転電機として、永久磁石界磁型電動機を一例に挙げて説明したが、回転電機の構造は、以下に例示するようにこれに限られない。回転電機の構造は、更には以下に例示しない種々の公知の構造も採用可能である。

前記実施形態では、同期電動機として、永久磁石界磁型電動機を一例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限られない。例えば、回転電機がリラクタンス型電動機や電磁石界磁型電動機（巻線界磁型電動機）であってもよい。

前記実施形態では、交流電動機として、同期電動機を一例に挙げて説明したが、本発明はこれに限られない。例えば、回転電機が誘導電動機であってもよい。

前記実施形態では、電動機として、交流電動機を一例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限られない。例えば、回転電機が直流電動機であってもよい。

前記実施形態では、回転電機として、電動機を一例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限られない。例えば、回転電機が発電機であってもよい。

【0111】

前記実施形態では、本発明に係る積層コアをステータコアに適用した場合を例示した。本発明に係る積層コアは、ロータコアに適用することも可能である。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 2 】

その他、本発明の趣旨に逸脱しない範囲で、前記実施形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能である。また、前記した変形例を適宜組み合わせてもよい。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 1 3 】

本発明によれば、モータ特性を向上させた積層コア、およびこの積層コアを備えた回転電機を提供できる。よって、産業上の利用可能性は大である。

【符号の説明】

【 0 1 1 4 】

- 1 0 回転電機
- 2 0 ステータ
- 2 1 ステータコア（積層コア）
- 2 2 コアバック部
- 2 3 ティース部
- 3 0 ロータ
- 3 1 ロータコア（積層コア）
- 3 2 永久磁石
- 3 3 貫通孔
- 4 0 電磁鋼板
- 4 1 接着部
- 5 0 ケース
- 6 0 回転軸

10

20

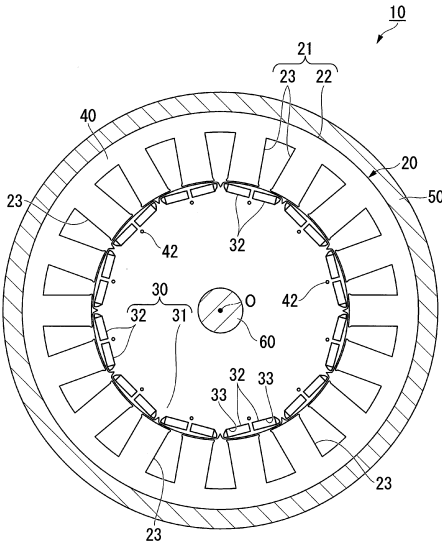
30

40

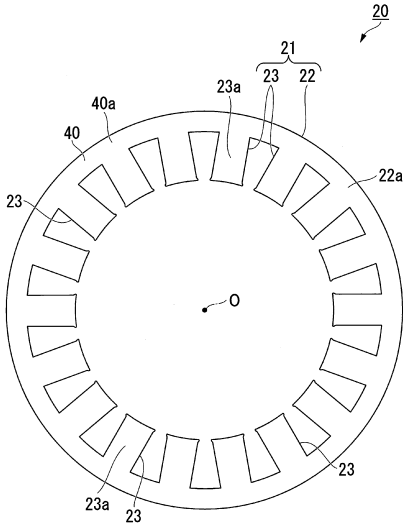
50

【図面】

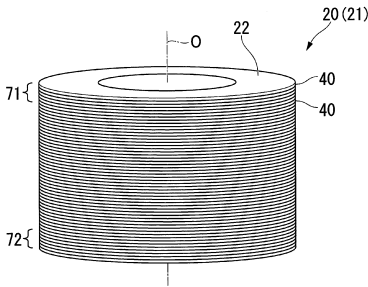
【図 1】



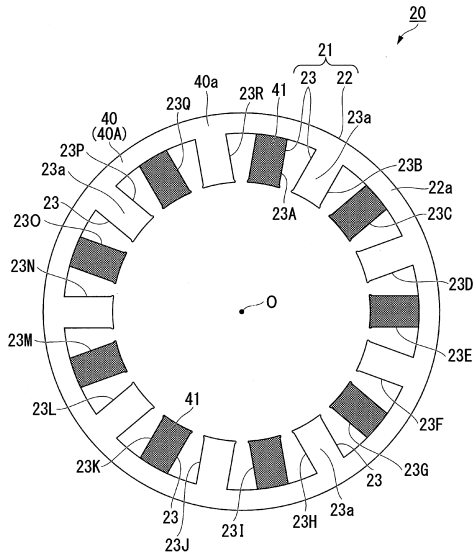
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

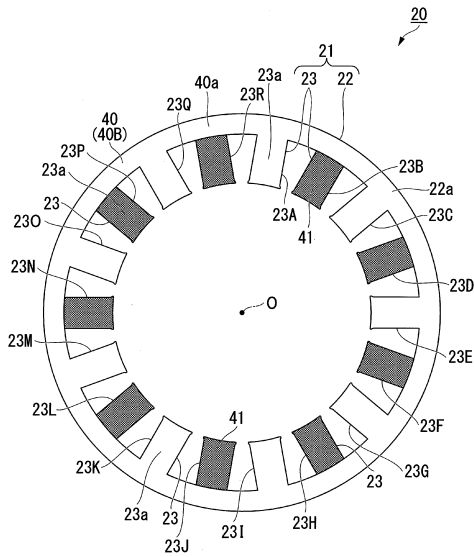
20

30

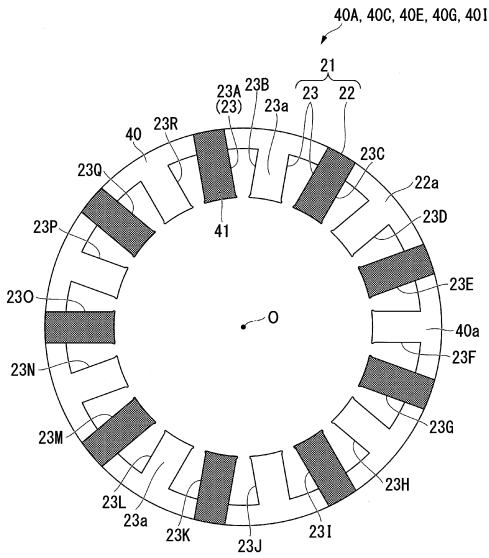
40

50

【図 5】



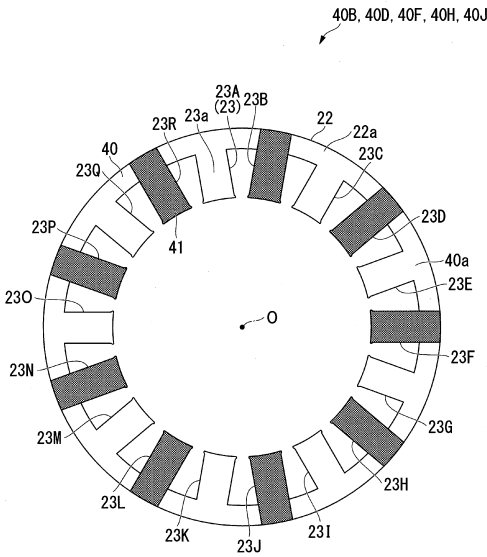
【図 6】



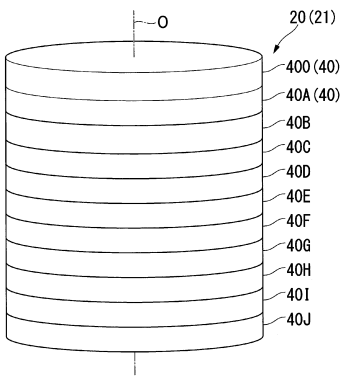
10

20

【図 7】



【図 8】

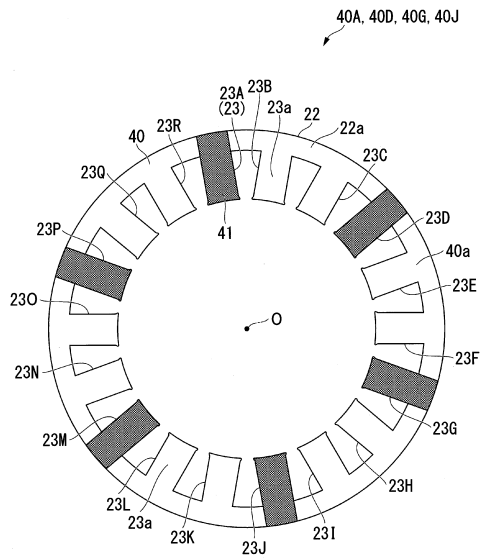


30

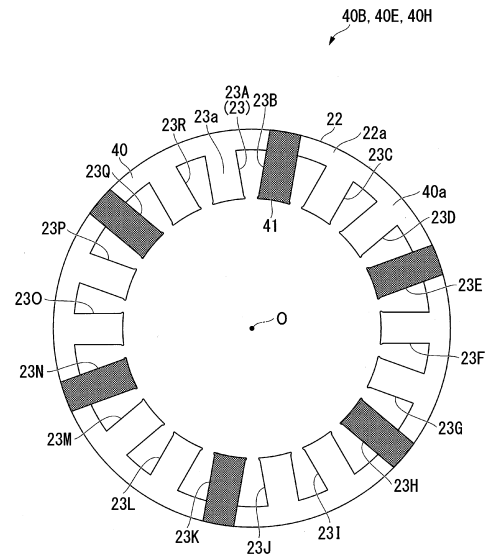
40

50

【 図 9 】



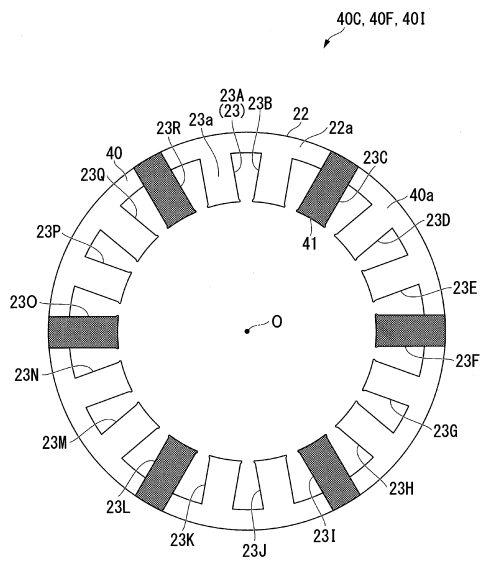
【 図 1 0 】



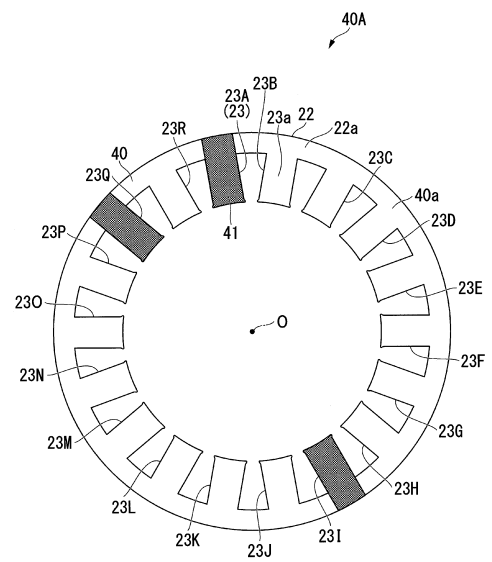
10

20

【 図 1 1 】



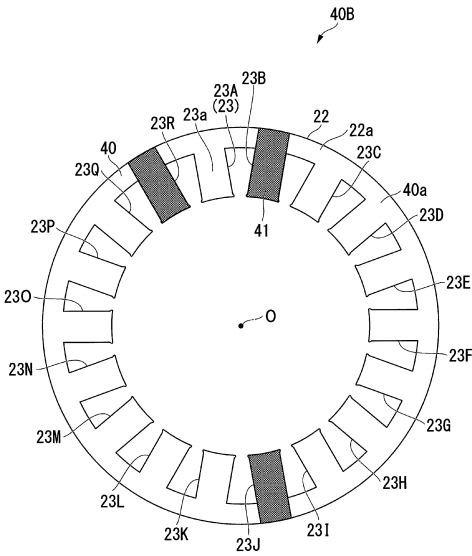
【圖 1 2】



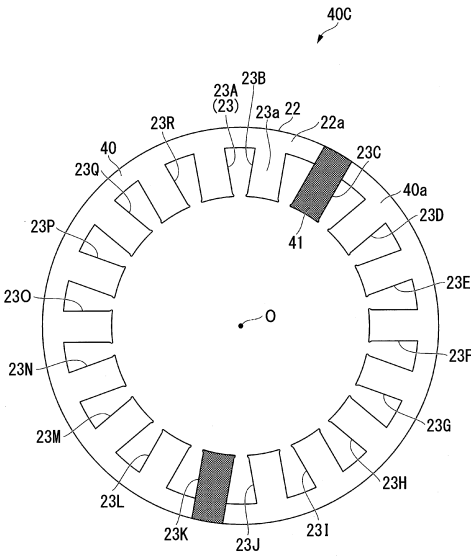
30

40

【 図 1 3 】



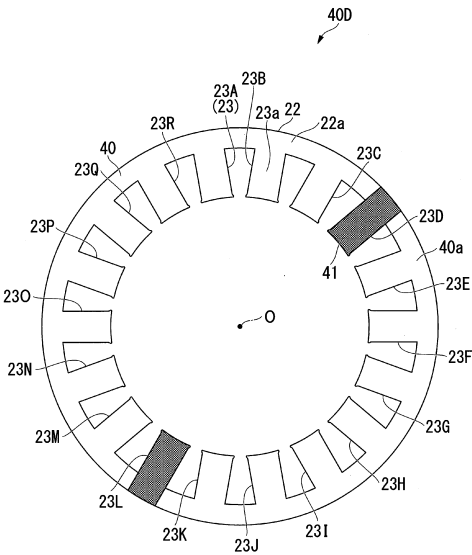
【 図 1 4 】



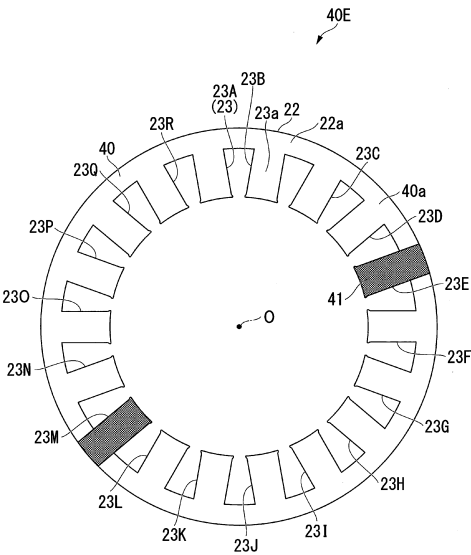
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

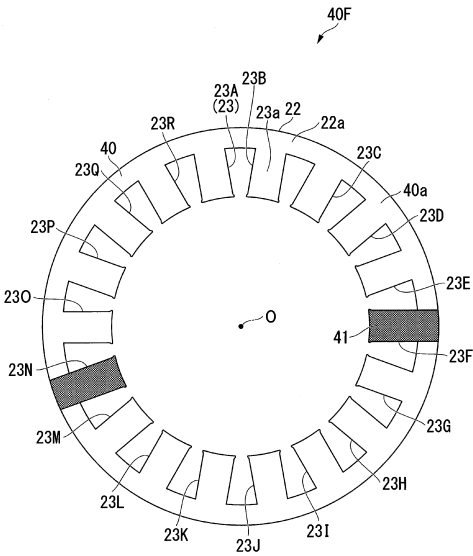


30

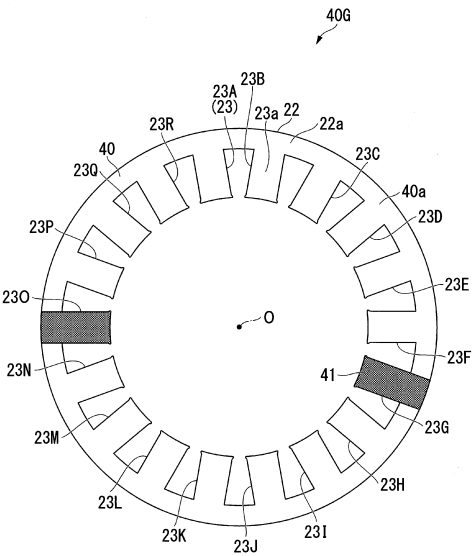
40

50

【 図 1 7 】



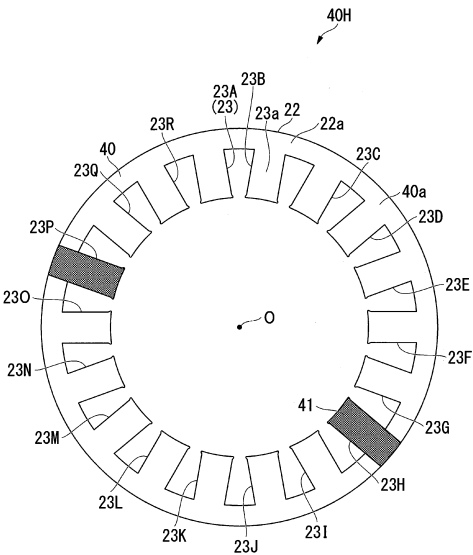
【 図 1 8 】



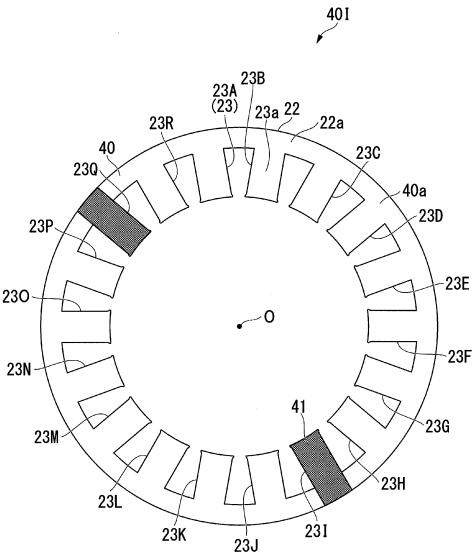
10

20

【 図 1 9 】



【 図 2 0 】

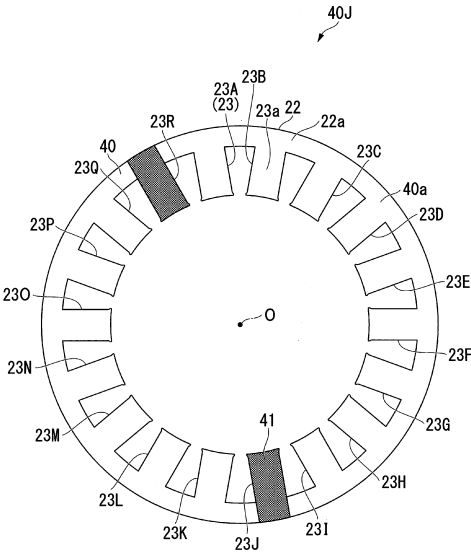


30

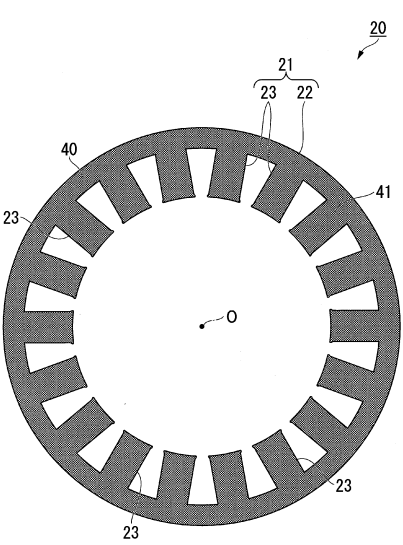
40

50

【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(74)代理人 100207686
弁理士 飯田 恭宏

(74)代理人 100224812
弁理士 井口 翔太

(72)発明者 上川畑 正仁
東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 日本製鉄株式会社内

(72)発明者 平山 隆
東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 日本製鉄株式会社内

(72)発明者 竹田 和年
東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 日本製鉄株式会社内

審査官 三澤 哲也

(56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 1 1 1 5 0 9 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 2 3 5 2 3 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 K 1 / 1 8
H 0 2 K 1 5 / 0 2
H 0 1 F 2 7 / 2 4 5
H 0 1 F 2 7 / 2 4
H 0 1 F 4 1 / 0 2