

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年6月25日(25.06.2020)



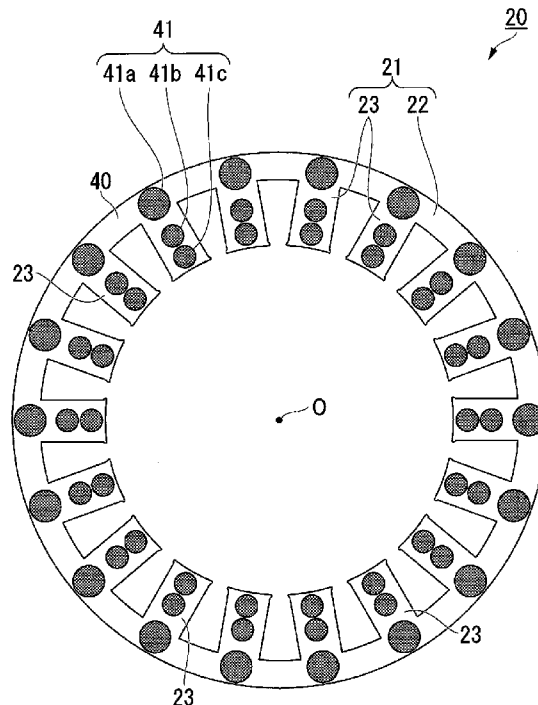
(10) 国際公開番号

WO 2020/129951 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/18 (2006.01) *H02K 1/04* (2006.01)
H01F 27/24 (2006.01) *H02K 1/30* (2006.01)
H01F 27/245 (2006.01) *H02K 15/02* (2006.01)
H01F 41/02 (2006.01)
- (71) 出願人: 日本製鉄株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤井 浩康 (FUJII Hiroyasu); 〒1008071 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 Tokyo (JP). 高谷 真介 (TAKATANI Shinsuke); 〒1008071 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 Tokyo (JP). 竹田 和年 (TAKEDA Kazutoshi); 〒1008071 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 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/049316
- (22) 国際出願日: 2019年12月17日(17.12.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
 特願 2018-235871 2018年12月17日(17.12.2018) JP
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(54) Title: GLUE LAMINATION CORE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME, AND ROTATING ELECTRICAL MACHINE

(54) 発明の名称: 接着積層コア、その製造方法及び回転電機



(57) Abstract: A glue lamination core comprises: a plurality of electromagnetic steel sheets which are laminated on each other, and each of which is coated on both surfaces with an insulating coating film; and bonding parts each of which is provided between a set of the electromagnetic steel sheets adjacent to each other in the lamination direction, and can bond the set of the electromagnetic steel sheets to each other. In the glue lamination core, an adhesive agent forming the bonding parts comprises an organic resin and an inorganic filler, the 50% particle diameter of the inorganic filler is 0.2 to 3.5 μm,



WO 2020/129951 A1

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the 90% particle diameter of the inorganic filler is 10.0 μm or less, and the content of the inorganic filler is 5 to 50 parts by mass relative to 100 parts by mass of the organic resin.

(57) 要約 : 接着積層コアは、互いに積層され、両面が絶縁被膜により被覆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間設けられ、電磁鋼板同士をそれぞれ接着する接着部と、を備え、接着部を形成する接着剤が、有機樹脂と無機フィラーとを含み、無機フィラーの50%粒径が0.2~3.5 μm であり、無機フィラーの90%粒径が10.0 μm 以下であり、無機フィラーの含有量が、有機樹脂100質量部に対して、5~50質量部である。

明 細 書

発明の名称： 接着積層コア、その製造方法及び回転電機

技術分野

[0001] 本発明は、接着積層コア、その製造方法及び回転電機に関する。

本願は、2018年12月17日に、日本に出願された特願2018-235871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、モータやトランス等に使用される接着積層コアが知られている。接着積層コアは、複数枚の薄い電磁鋼板を積層して接着剤で一体化した構成となっている。接着積層コアでは、電磁鋼板の積層枚数の増加に伴って平坦性を保つことが難しくなる。平坦性の悪い接着積層コアでは、接着積層コアが正立せず、接着積層コアが傾き、接着積層コアの精度が安定せず、接着積層コアの磁気特性が低下するおそれがある。

[0003] このような問題に対し、例えば、特許文献1には、電磁鋼板同士をエポキシ樹脂とゴム成分とを含む接着剤で接着し、電磁鋼板の外周部からの接着剤のはみ出し量を抑えた接着積層コアが提案されている。特許文献1の接着積層コアでは、接着部の膜厚の精度の向上が図られている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2014-096429号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1の接着積層コアには、平坦性をさらに向上し、占積率を向上させることについて改善の余地がある。

[0006] 本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであって、平坦性をさらに向上し、占積率を向上できる接着積層コア、その製造方法及び回転電機を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 電磁鋼板同士をそれぞれ接着する接着部に無機フィラーを配合すると、接着部の膨張や収縮を抑制できると考えられる。

接着部の膨張を抑制することで、接着積層コアの占積率を向上しやすい。接着積層コアの占積率が高いという事は、接着積層コアの積層方向の断面に占める電磁鋼板の割合が高いことを意味する。この事は、巻線電流からの励磁により、接着積層コアの内部に磁力線を発生させる際に高い密度で磁力線を形成できることを意味する。すなわち、接着積層コアの占積率を高めることは、接着積層コアの磁気特性を高めることを意味する。

[0008] 接着部に含まれる無機フィラーの50%粒径が小さい場合、接着積層コアは、正立しやすく、平坦になりやすく、かつ、占積率を高めやすいものと考えられる。

しかし、本発明者等は、接着積層コアの平坦性を決めるのは、無機フィラーの50%粒径（中心粒径）や、無機フィラーの平均粒径（無機フィラーの全ての粒子の粒子径の算術平均）だけではなく、無機フィラーの90%粒径や、無機フィラーの最大粒径であることを見出した。すなわち、本発明者等は、接着積層コアの平坦性を決めるのは、無機フィラーの粒子の母集団において、粒径の大きな成分であることを見出した。

これは、無機フィラーの50%粒径や平均粒径がいくら小さくても、無機フィラーの粒子の母集団の中に「粗大な粒子」が存在すると、その粗大な粒子が電磁鋼板間の空隙（ギャップ）を支配するためであると考えられる。

[0009] 本発明者等は、上記の課題を解決するため、鋭意検討を重ねた。この結果、接着部に含まれる無機フィラーの50%粒径を小さくし、かつ、接着部に含まれる無機フィラーの90%粒径を小さくすることで、接着積層コアの平坦性をより向上でき、接着積層コアの占積率を向上できることを見出し、本発明を完成させた。

すなわち、本発明は、以下の態様を有する。

[0010] (1) 本発明の第一の態様は、互いに積層され、両面が絶縁被膜により被覆

された複数の電磁鋼板と、積層方向に隣り合う前記電磁鋼板同士の間には設けられ、前記電磁鋼板同士をそれぞれ接着する接着部と、を備え、前記接着部を形成する接着剤が、有機樹脂と無機フィラーとを含み、前記無機フィラーの50%粒径が0.2~3.5 μm であり、前記無機フィラーの90%粒径が10.0 μm 以下であり、前記無機フィラーの含有量が、前記有機樹脂100質量部に対して、5~50質量部である接着積層コアである。

(2) 前記(1)に記載の接着積層コアでは、前記無機フィラーの最大粒径が30.0 μm 以下であってもよい。

(3) 前記(1)又は前記(2)に記載の接着積層コアでは、前記無機フィラーが、金属酸化物及び金属水酸化物から選ばれる1種以上を含有していてもよい。

(4) 前記(1)から前記(3)のいずれか1つに記載の接着積層コアでは、前記無機フィラーが、水酸化アルミニウム及び酸化アルミニウムから選ばれる1種以上を含有していてもよい。

(5) 前記(1)から前記(4)のいずれか1つに記載の接着積層コアは、ステータ用であってもよい。

[0011] (6) 本発明の第二の態様は、[前記電磁鋼板の表面の一部に前記接着剤を塗布した後に別の電磁鋼板の上に重ねて圧着し、前記接着部を形成する操作を繰り返す、前記(1)から前記(5)のいずれか1つに記載の接着積層コアの製造方法である。

[0012] (7) 本発明の第三の態様は、前記(1)から前記(5)のいずれか1つに記載の接着積層コアを備える回転電機である。

発明の効果

[0013] 本発明の接着積層コアによれば、平坦性をさらに向上し、占積率を向上できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の一実施形態に係る接着積層コアを備えた回転電機の断面図である。

[図2]図1に示す接着積層コアの側面図である。

[図3]図2のA-A断面図である。

[図4]接着積層コアの製造装置の概略構成を示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照し、本発明の一実施形態に係る接着積層コアと、この接着積層コアを備えた回転電機とについて説明する。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、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を一例に挙げて説明する。この種の電動機は、例えば、電気自動車等に好適に採用される。

[0016] 図1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を採用している。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トロータ型を採用してもよい。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、極数やスロット数、相数等は適宜変更することができる。

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

[0017] 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（又はコアバック部22）の中心軸線O方向を軸方向といい、ステータコア21（又はコアバック部22）の径方向（中心軸線Oに直交する方向）を径方向といい、ステータコア21（又はコアバック部22）の周方向（の中心軸線O周りに周回する方向）を

周方向という。

[0018] 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から径方向の内側に向けて（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よく、分布巻きされていてよい。

[0019] ロータ30は、ステータ20（又はステータコア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。

[0020] 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。各永久磁石32のロータコア31への

固定は、例えば永久磁石32の外表面と貫通孔33の内表面とを接着剤により接着すること等により、実現することができる。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を採用してもよい。

[0021] ステータコア21及びロータコア31は、いずれも接着積層コアである。図2に示すように、ステータ20は、複数の電磁鋼板40が積層されることで形成されている。

ステータ20では、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同士を接着する接着部41が設けられ、それぞれの電磁鋼板40が、接着部41により接着されている。つまり、ステータ20において、ステータコア21を形成する複数の電磁鋼板40は、接着部41を介して積層されている。

[0022] ステータコア21及びロータコア31それぞれの積厚は、例えば、50.0mmとされる。ステータコア21の外径は、例えば、250.0mmとされる。ステータコア21の内径は、例えば、165.0mmとされる。ロータコア31の外径は、例えば、163.0mmとされる。ロータコア31の内径は、例えば、30.0mmとされる。ただし、これらの値は一例であり、ステータコア21の積厚、外径や内径、及びロータコア31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21の内径は、ステータコア21におけるティース部23の先端部を基準としている。ステータコア21の内径は、全てのティース部23の先端部に内接する仮想円の直径である。

[0023] ステータコア21及びロータコア31を形成する各電磁鋼板40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40としては、公知の電磁鋼板を用いることができる。電磁鋼板40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40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、JISC2552:2014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40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。方向性電磁鋼板としては、例えば、JIS C2553:2012の方向性電鋼帯を採用することができる。

[0024] 電磁鋼板の加工性や、接着積層コアの鉄損を改善するため、電磁鋼板40の両面は、絶縁被膜で被覆されている。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、等が適用できる。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、(3)リン酸塩、等が挙げられる。有機樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、アクリルスチレン樹脂、ポリエステル樹脂、シリコーン樹脂、フッ素樹脂等が挙げられる。

有機樹脂は、後述する接着剤に含まれる有機樹脂と同じでもよく、異なってもよい。

[0025] 互いに積層される電磁鋼板40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40片面あたりの厚さ)は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上とすることが好ましい。

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、接着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40片面あたりの厚さ)は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下がより好ましい。

絶縁被膜の厚さは、例えば、電磁鋼板40を厚さ方向に切断した切断面を顕微鏡等により観察することで測定できる。

[0026] 電磁鋼板40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40が薄くなるに連れて電磁鋼板40の製造コストは増す。そのため、鉄損の改善効果及び製造コストを考慮すると、電磁鋼板40の厚さは 0.10mm 以上とすることが好ましい。

一方で、電磁鋼板40が厚すぎると、電磁鋼板40のプレス打ち抜き作業が困難になる。そのため、電磁鋼板40のプレス打ち抜き作業を考慮すると

電磁鋼板40の厚さは0.65mm以下とすることが好ましい。

また、電磁鋼板40が厚くなると鉄損が増大する。そのため、電磁鋼板40の鉄損特性を考慮すると、電磁鋼板40の厚さは0.35mm以下が好ましく、0.25mm以下がより好ましく、0.20mm以下がさらに好ましい。

上記の点を考慮し、各電磁鋼板40の厚さは、例えば、0.10mm以上0.65mm以下が好ましく、0.10mm以上0.35mm以下がより好ましく、0.10mm以上0.25mm以下がさらに好ましく、0.10mm以上0.20mm以下が特に好ましい。なお電磁鋼板40の厚さには、絶縁被膜の厚さも含まれる。

電磁鋼板40の厚さは、例えば、マイクロメータ等により測定できる。

[0027] 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、接着部41を介して積層されている。接着部41は、ステータコア21のコアバック部22とティース部23とに形成されている。接着部41は、コアバック部22の内周から径方向内側に向けて（径方向に沿ってコアバック部22の中心軸線Oに向けて）、41a、41b、41cのように形成されている。複数のティース部23には、それぞれ接着部41b、41cが形成されている。複数のティース部23に対応する位置のコアバック部22には、それぞれ接着部41aが形成されている。

[0028] 接着部41は、有機樹脂と無機フィラーとを含む接着剤から形成された層である。

接着剤を構成する有機樹脂としては、特に限定されず、例えば、ポリオレフィン樹脂、アクリル樹脂、ポリウレタン樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエステル樹脂、シリコーン樹脂、フッ素樹脂等が挙げられる。

有機樹脂としては、接着部41の接着強度を高めやすい観点から、エポキシ樹脂にアクリル樹脂をグラフト重合させたアクリル変性エポキシ樹脂が好ましい。

[0029] エポキシ樹脂としては、例えば、エピクロロヒドリンとビスフェノールとをアルカリ触媒の存在下で縮合させたもの、エピクロロヒドリンとビスフェノールとをアルカリ触媒の存在下で低分子量のエポキシ樹脂に縮合させ、この低分子量エポキシ樹脂とビスフェノールとを重付加反応させることにより得られたもの等が挙げられる。ここで、「低分子量のエポキシ樹脂」とは、数平均分子量が1200未満のエポキシ樹脂を意味する。

エポキシ樹脂としては、2価のカルボン酸を組み合わせたエポキシエステル樹脂であってもよい。2価のカルボン酸としては、例えば、コハク酸、アジピン酸、ヒメリン酸、アゼライン酸、セバシン酸、ドデカン二酸、ヘキサヒドロフタル酸等が挙げられる。

ビスフェノールとしては、ビスフェノールA、ビスフェノールF、ビスフェノールAD等が挙げられ、ビスフェノールA、ビスフェノールFが好ましい。

アルカリ触媒としては、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム等が挙げられる。

これらのエポキシ樹脂は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0030] エポキシ樹脂の数平均分子量は、1200～8000が好ましく、2000～7000がより好ましく、2500～7000がさらに好ましい。エポキシ樹脂の数平均分子量が上記下限値以上であると、接着部41の接着強度を高めやすい。エポキシ樹脂の数平均分子量が上記上限値以下であると、接着部41の安定性を高めやすい。

エポキシ樹脂の数平均分子量は、標準物質としてポリスチレンを用い、JIS K7252-1:2008に記載のサイズ排除クロマトグラフィー (SEC: Size-Exclusion Chromatography) により測定できる。

[0031] エポキシ樹脂の含有量は、接着剤の総質量に対して、例えば、30～90質量%が好ましく、40～80質量%がより好ましく、50～70質量%が

さらに好ましい。エポキシ樹脂の含有量が上記下限値以上であると、接着部 41 の接着強度を高めやすい。エポキシ樹脂の含有量が上記上限値以下であると、電磁鋼板 40 に生じる歪を緩和しやすい。

[0032] アクリル樹脂としては、例えば、アクリル酸、メタクリル酸、マレイン酸、イタコン酸、クロトン酸等の不飽和カルボン酸から選ばれる少なくとも 1 種を重合又は共重合させて得られるアクリル樹脂、上記不飽和カルボン酸から選ばれる少なくとも 1 種の単量体と、下記ラジカル重合性不飽和単量体から選ばれる少なくとも 1 種とを共重合させたアクリル樹脂等が挙げられる。

ラジカル重合性不飽和単量体としては、(1) アクリル酸 2-ヒドロキシエチル、メタクリル酸 2-ヒドロキシエチル、アクリル酸ヒドロキシプロピル、メタクリル酸ヒドロキシプロピル等の、アクリル酸又はメタクリル酸の炭素原子数が 1~8 個のヒドロキシアルキルエステル、(2) アクリル酸メチル、メタクリル酸メチル、アクリル酸エチル、メタクリル酸エチル、アクリル酸 n-ブチル、メタクリル酸 n-ブチル、アクリル酸イソブチル、メタクリル酸イソブチル、アクリル酸 tert-ブチル、メタクリル酸 tert-ブチル、アクリル酸シクロヘキシル、メタクリル酸シクロヘキシル、アクリル酸 2-エチルヘキシル、メタクリル酸 2-エチルヘキシル、アクリル酸ラウリル、メタクリル酸ラウリル、アクリル酸ステアリル、メタクリル酸ステアリル、アクリル酸デシル等の、アクリル酸又はメタクリル酸の炭素原子数が 1~24 個のアルキルエステル又はシクロアルキルエステル、(3) アクリルアミド、メタクリルアミド、N-メチルアクリルアミド、N-エチルアクリルアミド、ジアセトンアクリルアミド、N-メチロールアクリルアミド、N-メチロールメタクリルアミド、N-メトキシメチルアクリルアミド、N-ブトキシメチルアクリルアミド等の、官能性アクリルアミド又は官能性メタクリルアミド、(4) スチレン、ビニルトルエン、 α -メチルスチレン等の、芳香族ビニル単量体、(5) 酢酸ビニル、プロピオン酸ビニル、アクリロニトリル、メタクリロニトリル等の、脂肪族ビニル単量体等が挙げられる。

[0033] 上記の不飽和単量体の好ましい組み合わせとしては、例えば、メタクリル酸メチルとアクリル酸2-エチルヘキシルとアクリル酸との組み合わせ、スチレンとメタクリル酸メチルとアクリル酸エチルとメタクリル酸との組み合わせ、スチレンとアクリル酸エチルとメタクリル酸との組み合わせ、メタクリル酸メチルとアクリル酸エチルとアクリル酸との組み合わせ等が挙げられる。

[0034] アクリル樹脂の数平均分子量は、5000~100000が好ましく、6000~80000がより好ましく、7000~60000がさらに好ましい。アクリル樹脂の数平均分子量が上記下限値以上であると、接着部41の接着強度を高めやすい。アクリル樹脂の数平均分子量が上記上限値以下であると、接着剤が高粘度になることを抑制しやすく、接着部41を平坦にしやすい。

アクリル樹脂の数平均分子量は、エポキシ樹脂の数平均分子量と同様の方法により測定できる。

[0035] アクリル樹脂の含有量は、接着剤の総質量に対して、例えば、10~40質量%が好ましく、15~35質量%がより好ましく、20~30質量%がさらに好ましい。アクリル樹脂の含有量が上記下限値以上であると、接着部41の接着強度を高めやすい。アクリル樹脂の含有量が上記上限値以下であると、接着剤が高粘度になることを抑制しやすく、接着部41を平坦にしやすい。このため、接着積層コアの歪を抑制しやすい。

[0036] エポキシ樹脂にアクリル樹脂をグラフト重合させたアクリル変性エポキシ樹脂（以下、「グラフト化物」ともいう。）は、例えば、有機溶剤溶液中、ベンゾイルパーオキサイド等のラジカル発生剤の存在下に、高分子量エポキシ樹脂に上記のラジカル重合性不飽和単量体をグラフト重合反応させることにより得られる。ここで、「高分子量エポキシ樹脂」とは、数平均分子量が1200以上のエポキシ樹脂を意味する。

グラフト重合反応に用いられるラジカル発生剤は、ラジカル重合性不飽和単量体の固形分100質量部に対して、3~15質量部が好ましい。

[0037] 上記グラフト重合反応は、例えば、80～150℃に加熱された高分子量エポキシ樹脂の有機溶剤溶液に、ラジカル発生剤を均一に混合したラジカル重合性不飽和単量体を1～3時間を要して添加し、さらに同温度を1～3時間保持することによって行える。

[0038] 上記グラフト重合反応に用いられる有機溶剤は、高分子量エポキシ樹脂及びラジカル重合性不飽和単量体を溶解し、かつ、水と混合可能な有機溶剤であればよい。

このような有機溶剤としては、例えば、イソプロパノール、ブチルアルコール、2-ヒドロキシ-4-メチルペンタン、2-エチルヘキシルアルコール、シクロヘキサノール、エチレングリコール、ジエチレングリコール、1,3-ブチレングリコール、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノブチルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテル等のアルコール系溶剤、アセトン、メチルエチルケトン等のケトン系溶剤、セロソルブ系溶剤及びカルビトール系溶剤を挙げることができる。また、水と混和しない不活性有機溶剤も使用可能であり、このような有機溶剤としては、例えば、トルエン、キシレン等の芳香族系炭化水素類、酢酸エチル、酢酸ブチル等のエステル類が挙げられる。

[0039] 接着剤がエポキシ樹脂を含む場合、硬化剤は、一般に使用されるエポキシ樹脂硬化剤を使用できる。エポキシ樹脂硬化剤としては、例えば、脂肪族ポリアミン、脂環族ポリアミン、芳香族ポリアミン、ポリアミドポリアミン、変性ポリアミン等のポリアミン系硬化剤；1官能性酸無水物（無水フタル酸、ヘキサヒドロ無水フタル酸、メチルテトラヒドロ無水フタル酸、メチルヘキサヒドロ無水フタル酸、無水メチルナジック酸、無水クロレンジック酸等）、2官能性酸無水物（無水ピロメリット酸、ベンゾフェノンテトラカルボン酸無水物、エチレングリコールビス（アンヒドロトリメート）、メチルシクロヘキセンテトラカルボン酸無水物等）、遊離酸無水物（無水トリメリット酸、ポリアゼライン酸無水物等）等の酸無水物系硬化剤；ノボラック型又はレゾール型フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂等のメチロー

ル基含有初期縮合物；潜在性硬化剤等の中から選ばれる少なくとも1種を使用できる。

潜在性硬化剤としては、例えば、ジシアンジアミド、メラミン、有機酸ジヒドラジド、アミンイミド、ケチミン、第3級アミン、イミダゾール塩、3フッ化ホウ素アミン塩、マイクロカプセル型硬化剤（硬化剤をカゼイン等で形成したマイクロカプセル中に封入し、加熱・加圧によりマイクロカプセルを破り、樹脂と硬化反応するもの）、モレキュラーシーブ型硬化剤（吸着性化合物の表面に硬化剤を吸着させたもので、加熱により吸着分子を放出し、樹脂と硬化反応するもの）等が挙げられる。

[0040] エポキシ樹脂硬化剤としては、接着部41の接着強度を高めやすい観点から、ノボラック型フェノール樹脂（フェノールノボラック樹脂）が好ましい。ここで、「ノボラック型フェノール樹脂」とは、酸触媒を用いてフェノール類とアルデヒド類とを縮合反応させて得られる樹脂を意味する。

フェノール類としては、フェノールが挙げられる。

アルデヒド類としては、ホルムアルデヒドが挙げられる。

酸触媒としては、シュウ酸や2価の金属塩が挙げられる。

ノボラック型フェノール樹脂は、常温（25℃）で固体であり、熱可塑性樹脂に分類される。ノボラック型フェノール樹脂では、フェノール樹脂を構成するフェノール核（芳香環）に、 $-CH_2OH$ 基がほとんど結合していない。

[0041] エポキシ樹脂硬化剤の含有量は、接着剤の総質量に対して、例えば、1～20質量%が好ましい。エポキシ樹脂硬化剤の含有量が上記下限値以上であると、接着部41の接着強度を高めやすい。エポキシ樹脂硬化剤の含有量が上記上限値以下であると、接着部41の安定性を高めやすい。

[0042] 接着剤は、エラストマーを含んでもよい。エラストマーとしては、天然ゴム、合成ゴムが挙げられ、合成ゴムが好ましい。

合成ゴムとしては、ポリブタジエン系合成ゴム、ニトリル系合成ゴム、クロロプレン系合成ゴム等が挙げられる。

ポリブタジエン系合成ゴムとしては、例えば、イソプレンゴム（IR）、ブタジエンゴム（BR）、スチレンブタジエンゴム（SBR）、ポリイソブチレン（ブチルゴム、IIR）、エチレンプロピレンジエンゴム（EPDM）等が挙げられる。

ニトリル系合成ゴムとしては、例えば、アクリロニトリルブタジエンゴム（NBR）、アクリルゴム（ACM）等が挙げられる。

クロロプレン系合成ゴムとしては、クロロプレンゴム（CR）等が挙げられる。

合成ゴムとしては、上記のほか、ウレタンゴム、シリコーンゴム、フッ素ゴム（FKM）、クロロスルホン化ポリエチレン（CSM）、エピクロロヒドリンゴム（ECO）等を用いてもよい。

エラストマーとしては、耐熱性に優れ、かつ、電磁鋼板40に生じる歪を緩和しやすい観点から、SBR、EPDM、NBRが好ましい。

エラストマーは、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0043] エラストマーの含有量は、接着剤の総質量に対して、5～30質量%が好ましい。エラストマーの含有量が上記下限値以上であると、電磁鋼板40に生じる歪を緩和しやすい。

エラストマーの含有量が上記上限値以下であると、接着部41の接着強度を高めやすい。

[0044] 有機樹脂の含有量は、接着剤の総質量に対し、例えば、40～95質量%が好ましく、50～90質量%がより好ましく、60～80質量%がさらに好ましい。有機樹脂の含有量が上記下限値以上であると、接着部41の接着強度を高めやすい。有機樹脂の含有量が上記上限値以下であると、接着剤が高粘度になることを抑制しやすく、接着部41を平坦にしやすい。このため、接着積層コアの歪を抑制しやすい。

[0045] 無機フィラーとしては、例えば、酸化アルミニウム（ α -アルミナ）、酸化亜鉛、酸化チタン、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、酸化鉄、酸化錫

等の金属酸化物；水酸化アルミニウム（ギブサイト）、水酸化カルシウム、水酸化マグネシウム等の金属水酸化物；シリカ、珪藻土、ケイ酸カルシウム、タルク等のケイ素含有物；硫酸カルシウム、硫酸マグネシウム、硫酸バリウム等の硫酸塩等が挙げられる。

無機フィラーは、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

無機フィラーとしては、安価で入手しやすい観点から、金属酸化物及び金属水酸化物から選ばれる1種以上が好ましく、水酸化アルミニウム及び酸化アルミニウムから選ばれる1種以上がより好ましく、水酸化アルミニウムがさらに好ましい。

[0046] 無機フィラーの50%粒径は、0.2～3.5 μm であり、0.4～3.0 μm が好ましく、0.6～2.5 μm がより好ましい。無機フィラーの50%粒径が上記下限値以上であると、接着部41の膨張や収縮を抑制しやすい。無機フィラーの50%粒径が上記上限値以下であると、接着積層コアの占積率を高めやすい。

無機フィラーが金属酸化物の場合、無機フィラーの50%粒径は、1.0～3.5 μm が好ましく、1.5～3.2 μm がより好ましく、2.0～3.0 μm がさらに好ましい。

無機フィラーが金属水酸化物の場合、無機フィラーの50%粒径は、0.2～3.0 μm が好ましく、0.5～2.5 μm がより好ましく、1.0～2.0 μm がさらに好ましい。

[0047] 無機フィラーの90%粒径は、10.0 μm 以下であり、8.0 μm 以下が好ましく、6.0 μm 以下がより好ましい。無機フィラーの90%粒径が上記上限値以下であると、接着部41を平坦にしやすい。このため、接着積層コアの歪を抑制しやすい。無機フィラーの90%粒径の下限値は特に限定されないが、実質的には、2.0 μm である。

無機フィラーが金属酸化物の場合、無機フィラーの90%粒径は、10.0 μm 以下が好ましく、9.5 μm 以下がより好ましく、9.0 μm 以下が

さらに好ましい。

無機フィラーが金属水酸化物の場合、無機フィラーの90%粒径は、9.0 μm 以下が好ましく、8.0 μm 以下がより好ましく、7.0 μm 以下がさらに好ましい。

本明細書において、50%粒径、90%粒径は、累積粒度分布における体積基準の粒子径を表す。50%粒径、90%粒径は、レーザー回折/散乱式粒度分布測定装置を用いて測定できる。50%粒径は、レーザー回折/散乱式粒度分布測定装置を用いて測定した粒径分布の累積粒度曲線において、その積算量が体積基準で50%を占めるときの粒径を表す。90%粒径は、レーザー回折/散乱式粒度分布測定装置を用いて測定した粒径分布の累積粒度曲線において、その積算量が体積基準で90%を占めるときの粒径を表す。

無機フィラーの90%粒径は、特定の目開きのふるいを通すことや風力分級法等により調整できる。

[0048] 無機フィラーの最大粒径は、30.0 μm 以下が好ましく、20.0 μm 以下がより好ましく、10.0 μm 以下がさらに好ましい。無機フィラーの最大粒径が上記上限値以下であると、接着部41を平坦にしやすい。このため、接着積層コアの歪を抑制しやすい。

無機フィラーの最大粒径の下限値は特に限定されないが、実質的には、3.0 μm である。

無機フィラーが金属酸化物の場合、無機フィラーの最大粒径は、20.0 μm 以下が好ましく、15.0 μm 以下がより好ましく、10.0 μm 以下がさらに好ましい。

無機フィラーが金属水酸化物の場合、無機フィラーの最大粒径は、15.0 μm 以下が好ましく、10.0 μm 以下がより好ましく、8.0 μm 以下がさらに好ましい。

無機フィラーの最大粒径は、レーザー回折/散乱式粒度分布測定装置を用いて測定できる。無機フィラーの最大粒径は、レーザー回折/散乱式粒度分布測定装置を用いて測定した全ての粒子の最大値で与えられる。

無機フィラーの最大粒径は、特定の目開きのふるいを通すことや風力分級法等により調整できる。

[0049] 無機フィラーの含有量は、有機樹脂100質量部に対して、5～50質量部であり、5～40質量部が好ましく、5～30質量部がより好ましく、10～30質量部がさらに好ましい。無機フィラーの含有量が上記下限値以上であると、接着部41の膨張や収縮を抑制しやすい。無機フィラーの含有量が上記上限値以下であると、接着積層コアの占積率を高めやすい。

無機フィラーが金属酸化物の場合、無機フィラーの含有量は、有機樹脂100質量部に対して、10～50質量部が好ましく、15～40質量部がより好ましく、20～30質量部がさらに好ましい。

無機フィラーが金属水酸化物の場合、無機フィラーの含有量は、有機樹脂100質量部に対して、5～45質量部が好ましく、10～40質量部がより好ましく、15～35質量部がさらに好ましい。

[0050] 本実施形態の接着剤は、有機樹脂と無機フィラーのほかに、任意成分が含まれていてもよい。任意成分としては、導電性物質、難溶性クロム酸塩等の防錆添加剤、着色顔料（例えば、縮合多環系有機顔料、フタロシアニン系有機顔料等）、着色染料（例えば、アゾ系染料、アゾ系金属錯塩染料等）、成膜助剤、分散性向上剤、消泡剤等が挙げられる。

これら任意成分は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0051] 接着剤が任意成分を含む場合、任意成分の含有量は、有機樹脂100質量部に対して、1～10質量部が好ましい。

[0052] 本実施形態の接着剤としては、熱硬化型の接着剤の他、ラジカル重合型の接着剤等も使用可能であり、生産性の観点からは、常温硬化型の接着剤を使用することが望ましい。常温硬化型の接着剤は、20℃～30℃で硬化する。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い、接着剤が硬化した後は接着部41となる。

[0053] 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。

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。

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、積層コア全体としての平均値に等しくなるので、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積層コア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、積層コアの上端位置にある、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。

[0054] 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、どのような手段でも良い。

[0055] 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1 μ m以上が好ましい。

一方で、接着部41の厚さが100 μ mを超えると接着力が飽和する。また、接着部41が厚くなるに連れて占積率が低下し、接着積層コアの鉄損等の磁気特性が低下する。したがって、接着部41の厚さは1 μ m以上100 μ m以下が好ましく、1 μ m以上10 μ m以下がより好ましい。

なお、上記において接着部41の厚さは、接着部41の平均厚みを意味する。

[0056] 接着部41の平均厚みは、1.0 μ m以上3.0 μ m以下とすることがより好ましい。接着部41の平均厚みが1.0 μ 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41の平均厚みの下限値は、1.0 μ m、より好ましくは1.2 μ mとされる。逆に、接着部41の平均厚みが3.0 μ mを超えて厚くなると、熱硬化時の収縮による電磁鋼板40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、接着部41の平均厚みの上限値は、3.0 μ m、より好ましくは2.6 μ mとされる。

接着部41の平均厚みは、接着積層コア全体としての平均値である。接着部41の平均厚みはその積層方向に沿った積層位置や接着積層コア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41の平均厚みは、接着積層コア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。

[0057] なお、接着部41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41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及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。

[0058] 本実施形態では、ロータコア31を形成する方の複数の電磁鋼板40は、かしめC（ダボ）によって互いに固定されている。しかしながら、ロータコア31を形成する複数の電磁鋼板40が、接着部41によって互いに接着されていてもよい。

なお、ステータコア21やロータコア31などの接着積層コアは、いわゆる回し積みにより形成されていてもよい。

[0059] 以下、図面を参照し、本発明の一実施形態に係る接着積層コアの製造方法について説明する。

ステータコア21は、電磁鋼板40の表面の一部に接着剤を塗布した後に別の電磁鋼板の上に重ねて圧着し、接着部41を形成する操作を繰り返すことにより製造できる。

[0060] 以下に、図4に示す製造装置100を用いて、ステータコア21を製造する方法を説明する。

まず、製造装置100について説明する。製造装置100では、コイルQ（フープ）から元鋼板Pを矢印F方向に向かって送り出しつつ、各ステージに配置された金型により複数回の打ち抜きを行って電磁鋼板40の形状に徐々に形成していき、2枚目以降の電磁鋼板40の下面の所定の位置に接着剤を塗布し、打ち抜いた電磁鋼板40を順次積層して圧着する。

[0061] 図4に示すように、製造装置100は、コイルQに最も近い位置に一段目の打ち抜きステーション110と、この打ち抜きステーション110よりも元鋼板Pの搬送方向に沿った下流側に隣接配置された二段目の打ち抜きステーション120と、この打ち抜きステーション120よりもさらに下流側に隣接配置された接着剤塗布ステーション130と、を備える。

打ち抜きステーション110は、元鋼板Pの下方に配置された雌金型111と、元鋼板Pの上方に配置された雄金型112とを備える。

打ち抜きステーション120は、元鋼板Pの下方に配置された雌金型121と、元鋼板Pの上方に配置された雄金型122とを備える。

接着剤塗布ステーション130は、接着剤の塗布パターンに応じて配置された複数本のインジェクターを備える塗布器131を備える。

[0062] 製造装置100は、さらに、接着剤塗布ステーション130よりも下流位置に積層ステーション140を備える。この積層ステーション140は、加熱装置141と、外周打ち抜き雌金型142と、断熱部材143と、外周打ち抜き雄金型144と、スプリング145と、を備える。

加熱装置141、外周打ち抜き雌金型142、断熱部材143は、元鋼板Pの下方に配置されている。一方、外周打ち抜き雄金型144及びスプリング145は、元鋼板Pの上方に配置されている。

[0063] 製造装置100において、まずコイルQより元鋼板Pを図4の矢印F方向に順次送り出す。そして、この元鋼板Pに対し、まず打ち抜きステーション110による打ち抜き加工を行う。続いて、この元鋼板Pに対し、打ち抜きステーション120による打ち抜き加工を行う。これら打ち抜き加工により、元鋼板Pに、図3に示したコアバック部22と複数のティース部23を有する電磁鋼板40の形状を得る（打ち抜き工程）。ただし、この時点では完全には打ち抜かれていないので、矢印F方向に沿って次工程へと進む。次工程の接着剤塗布ステーション130では、塗布器131の前記各インジェクターから供給される接着剤が点状に塗布される（塗布工程）。

[0064] 次に、元鋼板Pは積層ステーション140へと送り出され、外周打ち抜き雄金型144により打ち抜かれて精度良く、積層される（積層工程）。この積層の際、電磁鋼板40はスプリング145により一定の加圧力を受ける。以上説明のような、打ち抜き工程、塗布工程、積層工程、を順次繰り返すことで、所定枚数の電磁鋼板40を積み重ねることができる。さらに、このようにして電磁鋼板40を積み重ねて形成された鉄芯は、加熱装置141によって、例えば、60～200℃まで加熱される。この加熱により接着剤が硬化して接着部41が形成される（硬化工程）。

以上の各工程により、ステータコア 21 が完成する。

[0065] 以上説明したように、本実施形態に係る回転電機及び接着積層コアは、両面が絶縁被膜により被覆された複数の電磁鋼板が積層され、積層方向に隣り合う電磁鋼板同士の間が有機樹脂と無機フィラーとを含む接着剤で形成された接着部で接着される。電磁鋼板同士の間が接着部で接着されることで、十分な接着強度が得られる。接着部が無機フィラーを含有することで、接着部の膨張や収縮を抑制できる。

加えて、それぞれの接着部は、50%粒径が0.2~3.5 μm であり、かつ、90%粒径が10.0 μm 以下である無機フィラーを有機樹脂100質量部に対して、5~50質量部含有する。このため、本実施形態に係る回転電機及び接着積層コアは、電磁鋼板間の空隙を小さくしやすい。その結果、接着積層コアの平坦性をさらに向上させ、接着積層コアの占積率を高めることができる。

本実施形態に係る接着積層コアは、平坦性をさらに向上し、占積率を向上できる。このため、本実施形態に係る接着積層コアは、ステータ用の接着積層コア（ステータコア）として好適である。接着積層コアは、ロータコアとして用いてもよい。

[0066] 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。

[0067] ステータコアの形状は、前記実施形態で示した形状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23の周方向と径方向の寸法比率、ティース部23とコアバック部22との径方向の寸法比率等は、所望の回転電機の特性に依じて任意に設計可能である。

[0068] 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。

[0069] 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ず、さら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が、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が、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が、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。

[0070] 前記実施形態では、本発明に係る接着積層コアをステータコアに適用した場合を例示したが、ロータコアに適用することも可能である。

[0071] 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り、また、前記した変形例を適宜組み合わせてもよい。

実施例

[0072] [実施例 1～6、比較例 1～4]

厚さ 0.25 mm のフープを用意し、このフープの両面にリン酸金属塩及びアクリル樹脂エマルジョンを含有する絶縁被膜処理液を塗布し、300℃で焼き付けを行い、片面で 0.8 μm の絶縁被膜を形成した。

絶縁被膜を形成したフープを巻き取り、コイル Q とした。コイル Q を上述した製造装置 100 にセットし、コイル Q から元鋼板 P を矢印 F 方向に向かって送り出した。製造装置 100 を用いて、外径 300 mm 及び内径 240

mmのリング状を有してかつ、内径側に長さ30mmで幅15mmの長方形のティース部を18箇所設けた単板（電磁鋼板40）を打ち抜きにより形成した（打ち抜き工程）。

続いて、打ち抜いた電磁鋼板を順次送りながら、図3に示した各位置に、表1に示す組成の接着剤を1箇所当たり5mg、点状に塗布し（塗布工程）、そして積層した（積層工程）。同様の作業を繰り返し行うことにより、130枚の電磁鋼板が積層された積層体を得た。得られた積層体を圧力10MPaで加圧しながら、120℃で加熱し、接着剤を硬化させて（硬化工程）、各例の接着積層コアを製造した。

[0073] 表1中、各成分の種類は下記の通りである。

<有機樹脂>

アクリル変性エポキシ樹脂（エポキシ樹脂：ビスフェノールF型、60質量%、アクリル樹脂：アクリル酸の重合体、20質量%、硬化剤：ノボラック型フェノール樹脂、20質量%）。

[0074] <無機フィラー>

A1：水酸化アルミニウム（50%粒径1.5μm、90%粒径6.5μm、最大粒径7.0μm）。

A2：酸化アルミニウム（50%粒径2.5μm、90%粒径8.5μm、最大粒径9.5μm）。

A'1：二酸化ケイ素（50%粒径1.5μm、90%粒径12.0μm、最大粒径15.0μm）。

A'2：酸化マグネシウム（50%粒径2.5μm、90%粒径15.5μm、最大粒径21.0μm）。

[0075] 表1中、各成分の組成の単位は、質量部である。

表1中、「-」は、その成分が含まれていないことを示す。

[0076] <平坦性の評価>

得られた各例の接着積層コアを平坦な台の上に置き、接着積層コアの高さを図3のティース部23に対応する位置の18箇所で測定した。接着積層コ

アの高さの最大値と最小値との差（ ΔH ）を算出し、接着積層コアの高さの平均値（平均高さ）で割り算して平坦率（ $\Delta H / \text{平均高さ} \times 100$ （%））を求めた。平均高さは、上記18箇所の算術平均値である。下記評価基準に基づいて、接着積層コアの平坦性を評価した。平坦率が小さいほど、平坦性に優れる。結果を表1に示す。

《評価基準》

- A：平坦率が2%未満。
- B：平坦率が2%以上、5%未満。
- C：平坦率が5%以上。

[0077] <占積率の評価>

得られた各例の接着積層コアの占積率（%）を算出した。

なお、本明細書において、接着積層コアの占積率は下記式で与えられる。

$$\text{占積率（\%）} = M / (D \cdot h \cdot S) \times 100$$

ここで、Mは接着積層コアの質量（kg）、Dは鋼板（絶縁被膜を除く電磁鋼板）の密度（ kg/m^3 ）、hは接着積層コアの平均高さ（m）、Sは平面視における電磁鋼板の面積（ m^2 ）を表す。電磁鋼板の面積Sは、積層する前の電磁鋼板をスキャナーにより画像として取り込み、画像解析をすることにより求めた。

算出された占積率の値から、下記評価基準に基づいて占積率を評価した。結果を表1に示す。

《評価基準》

- A：占積率が99%以上。
- B：占積率が98%以上、99%未満。
- C：占積率が98%未満。

[0078]

[表1]

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
組成 (質量部)	有機樹脂	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	A1	5	10	30	50	-	10	3	60	-	-
	A2	-	-	-	-	30	10	-	-	-	-
	無機 フィラー	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-
	A'2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
評価	平坦率(%)	1.6	1.7	1.9	3.4	3.9	1.9	2.1	5.1	6.6	7.7
	評価結果	A	A	A	B	B	A	B	C	C	C
	占積率(%)	99.3	99.2	99.0	98.7	98.6	99.1	97.9	97.5	97.1	96.8
	評価結果	A	A	A	B	B	A	C	C	C	C

[0079] 表1に示すように、本発明を適用した実施例1～6では、平坦性、占積率の全てが「A」又は「B」であった。

一方、無機フィラーの含有量が本発明の範囲よりも少ない比較例1は、占積率が「C」だった。

無機フィラーの含有量が本発明の範囲よりも多い比較例 2 は、平坦性と占積率が「C」だった。

無機フィラーの 90% 粒径が本発明の範囲外である比較例 3～4 は、平坦性と占積率が「C」だった。

[0080] 以上の結果から、本発明の接着積層コアによれば、平坦性をさらに向上し、占積率を向上できることが分かった。

産業上の利用可能性

[0081] 本発明によれば、接着積層コアの平坦性をさらに向上し、占積率を向上できる。よって、産業上の利用可能性は大である。

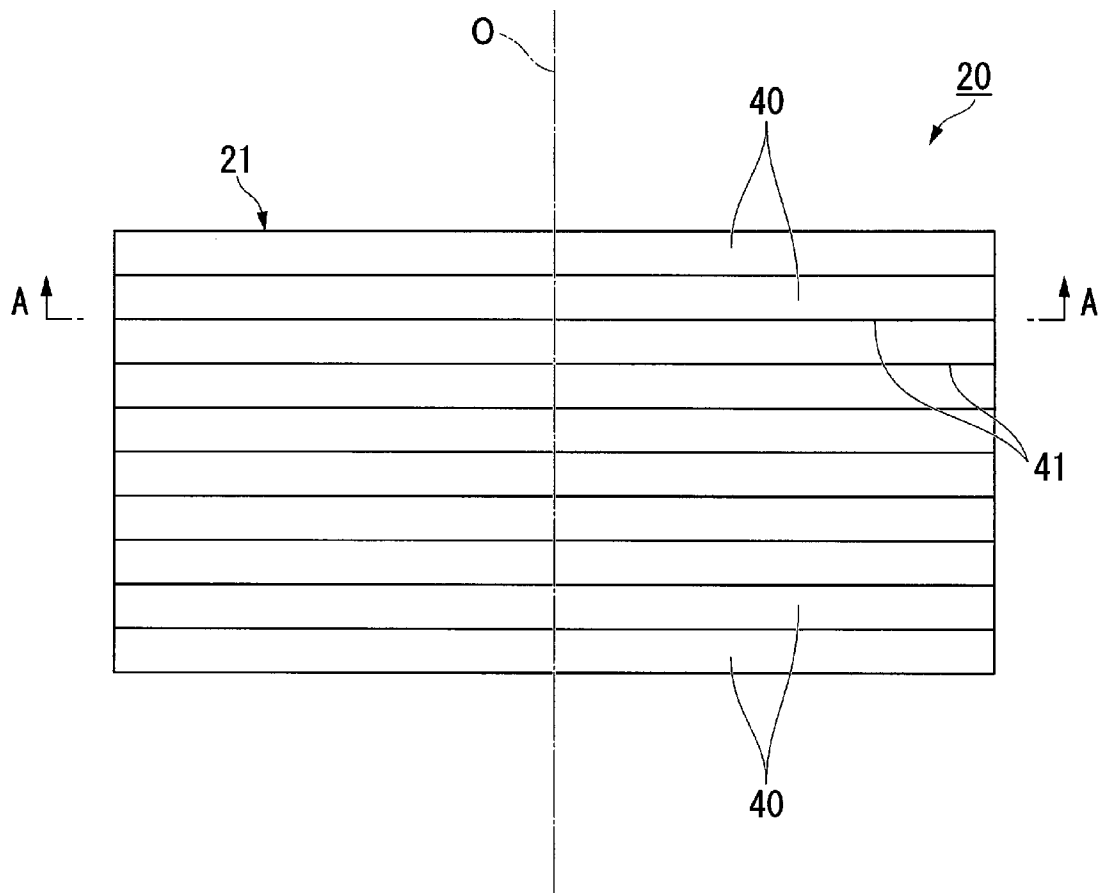
符号の説明

- [0082] 10 回転電機
20 ステータ
21 ステータコア（接着積層コア）
40 電磁鋼板
41 接着部

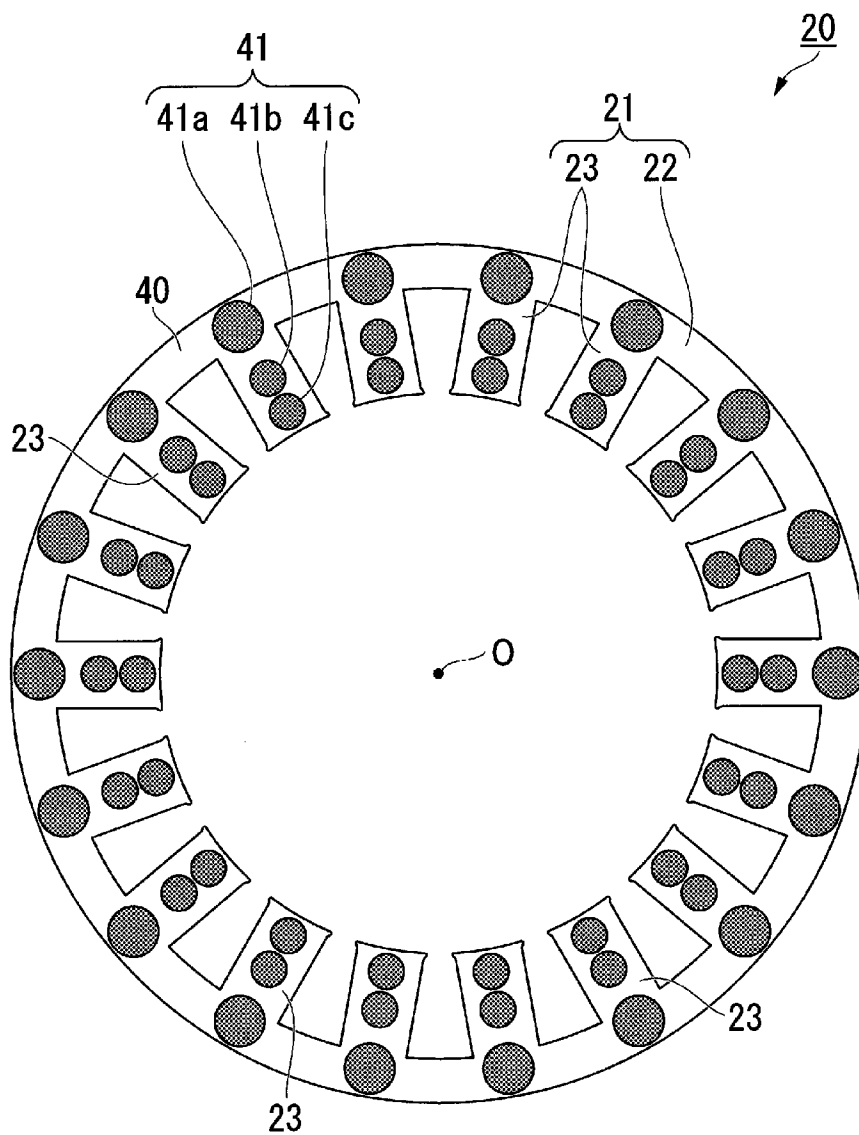
請求の範囲

- [請求項1] 互いに積層され、両面が絶縁被膜により被覆された複数の電磁鋼板と、
- 積層方向に隣り合う前記電磁鋼板同士の間には設けられ、前記電磁鋼板同士をそれぞれ接着する接着部と、を備え、
- 前記接着部を形成する接着剤が、有機樹脂と無機フィラーとを含み、
- 前記無機フィラーの50%粒径が0.2～3.5 μm であり、
- 前記無機フィラーの90%粒径が10.0 μm 以下であり、
- 前記無機フィラーの含有量が、前記有機樹脂100質量部に対して、5～50質量部である、接着積層コア。
- [請求項2] 前記無機フィラーの最大粒径が30.0 μm 以下である、請求項1に記載の接着積層コア。
- [請求項3] 前記無機フィラーが、金属酸化物及び金属水酸化物から選ばれる1種以上を含有する、請求項1又は2に記載の接着積層コア。
- [請求項4] 前記無機フィラーが、水酸化アルミニウム及び酸化アルミニウムから選ばれる1種以上を含有する、請求項1～3のいずれか一項に記載の接着積層コア。
- [請求項5] ステータ用である、請求項1～4のいずれか一項に記載の接着積層コア。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか一項に記載の接着積層コアの製造方法であって、
- 前記電磁鋼板の表面の一部に前記接着剤を塗布した後に別の電磁鋼板の上に重ねて圧着し、前記接着部を形成する操作を繰り返す、接着積層コアの製造方法。
- [請求項7] 請求項1～5のいずれか一項に記載の接着積層コアを備える回転電機。

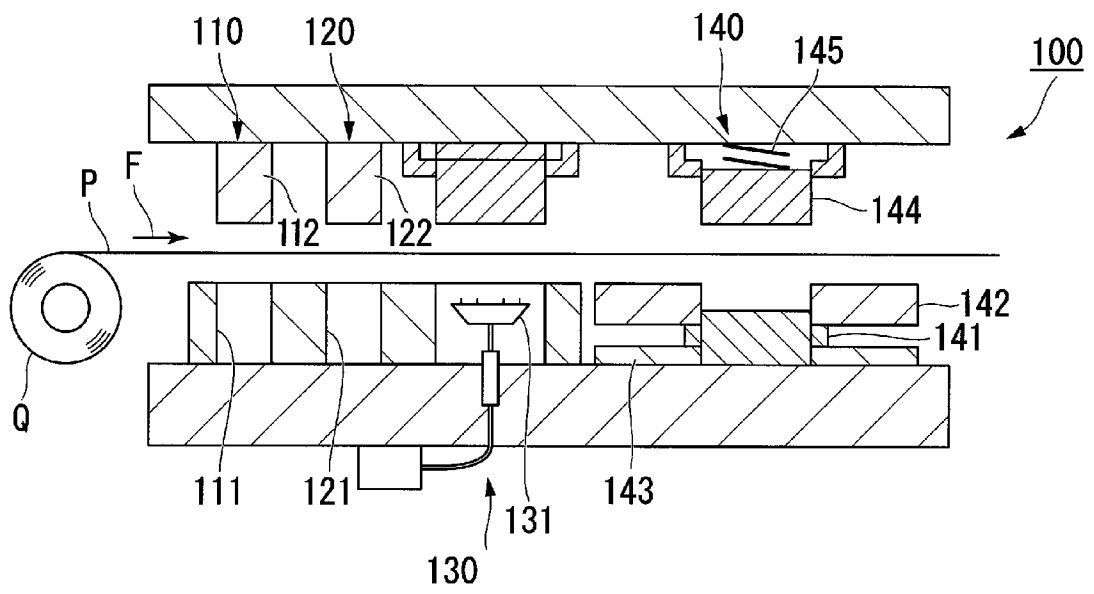
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/049316

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 1/18 (2006.01) i; H01F 27/24 (2006.01) i; H01F 27/245 (2006.01) i; H01F 41/02 (2006.01) i; H02K 1/04 (2000.01) i; H02K 1/30 (2000.01) i; H02K 15/02 (2000.01) i

FI: H02K1/18 B; H02K15/02 F; H02K1/30 A; H01F41/02 B; H01F27/24 Q; H01F27/245; H02K1/04 Z

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K1/18; H01F27/24; H01F27/245; H01F41/02; H02K1/04; H02K1/30; H02K15/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-11863 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 12.01.2017 (2017-01-12) paragraphs [0022]-[0048], fig. 1-6	1-6
Y	JP 2016-140134 A (AISIN AW CO., LTD.) 04.08.2016 (2016-08-04) claims 1-13, paragraphs [0016]-[0066], fig. 1-9	1-6
A	JP 2003-200404 A (HITACHI CHEMICAL INDUSTRY CO., LTD.) 22.07.2003 (2003-07-22) paragraphs [0033]-[0034]	1-6
A	WO 2014/102915 A1 (HITACHI, LTD.) 03.07.2014 (2014-07-03) paragraphs [0009]-[0017]	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
27 February 2020 (27.02.2020)

Date of mailing of the international search report
10 February 2020 (10.02.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/049316

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-180150 A (MAZDA MOTOR CORPORATION) 08.10.2015 (2015-10-08) paragraph [0030]	1-6
A	JP 2016-77053 A (MITSUI HIGH-TEC, INC.) 12.05.2016 (2016-05-12) paragraphs [0010]-[0037]	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/049316

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-11863 A	12 Jan. 2017	(Family: none)	
JP 2016-140134 A	04 Aug. 2016	(Family: none)	
JP 2003-206464 A	22 Jul. 2003	(Family: none)	
WO 2014/102915 A1	03 Jul. 2014	US 2015/0337106 A1 paragraphs [0019]- [0049]	
JP 2015-180150 A	08 Oct. 2015	(Family: none)	
JP 2016-77053 A	12 May 2016	US 2016/0099615 A1 paragraphs [0032]- [0094] CN 105490466 A	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H02K 1/18(2006.01)i; H01F 27/24(2006.01)i; H01F 27/245(2006.01)i; H01F 41/02(2006.01)i; H02K 1/04(2006.01)i; H02K 1/30(2006.01)i; H02K 15/02(2006.01)i FI: H02K1/18 B; H02K15/02 F; H02K1/30 A; H01F41/02 B; H01F27/24 Q; H01F27/245; H02K1/04 Z</p>																							
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>H02K1/18; H01F27/24; H01F27/245; H01F41/02; H02K1/04; H02K1/30; H02K15/02</p> <p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> <p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																						
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年																						
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年																						
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年																						
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2017-11863 A（新日鐵住金株式会社）12.01.2017（2017 - 01 - 12） 段落[0022]-[0048], 図1-6</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2016-140134 A（アイシン・エイ・ダブリュ株式会社）04.08.2016（2016 - 08 - 04） 請求項1-13, 段落[0016]-[0066], 図1-9</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2003-206464 A（日立化成工業株式会社）22.07.2003（2003 - 07 - 22） 段落[0033]-[0034]</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2014/102915 A1（株式会社 日立製作所）03.07.2014（2014 - 07 - 03） 段落[0009]-[0017]</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2015-180150 A（マツダ株式会社）08.10.2015（2015 - 10 - 08） 段落[0036]</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016-77053 A（株式会社三井ハイテック）12.05.2016（2016 - 05 - 12） 段落[0010]-[0037]</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	Y	JP 2017-11863 A（新日鐵住金株式会社）12.01.2017（2017 - 01 - 12） 段落[0022]-[0048], 図1-6	1-7	Y	JP 2016-140134 A（アイシン・エイ・ダブリュ株式会社）04.08.2016（2016 - 08 - 04） 請求項1-13, 段落[0016]-[0066], 図1-9	1-7	Y	JP 2003-206464 A（日立化成工業株式会社）22.07.2003（2003 - 07 - 22） 段落[0033]-[0034]	1-7	Y	WO 2014/102915 A1（株式会社 日立製作所）03.07.2014（2014 - 07 - 03） 段落[0009]-[0017]	1-7	A	JP 2015-180150 A（マツダ株式会社）08.10.2015（2015 - 10 - 08） 段落[0036]	1-7	A	JP 2016-77053 A（株式会社三井ハイテック）12.05.2016（2016 - 05 - 12） 段落[0010]-[0037]	1-7
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																					
Y	JP 2017-11863 A（新日鐵住金株式会社）12.01.2017（2017 - 01 - 12） 段落[0022]-[0048], 図1-6	1-7																					
Y	JP 2016-140134 A（アイシン・エイ・ダブリュ株式会社）04.08.2016（2016 - 08 - 04） 請求項1-13, 段落[0016]-[0066], 図1-9	1-7																					
Y	JP 2003-206464 A（日立化成工業株式会社）22.07.2003（2003 - 07 - 22） 段落[0033]-[0034]	1-7																					
Y	WO 2014/102915 A1（株式会社 日立製作所）03.07.2014（2014 - 07 - 03） 段落[0009]-[0017]	1-7																					
A	JP 2015-180150 A（マツダ株式会社）08.10.2015（2015 - 10 - 08） 段落[0036]	1-7																					
A	JP 2016-77053 A（株式会社三井ハイテック）12.05.2016（2016 - 05 - 12） 段落[0010]-[0037]	1-7																					
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>																							
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献										
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの																						
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの																						
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの																						
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献																						
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献																							
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献																							
<p>国際調査を完了した日</p> <p>27.02.2020</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>10.03.2020</p>																						
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>小林 紀和 3V 4240</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3357</p>																						

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2019/049316

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-11863 A	12.01.2017	(ファミリーなし)	
JP 2016-140134 A	04.08.2016	(ファミリーなし)	
JP 2003-206464 A	22.07.2003	(ファミリーなし)	
WO 2014/102915 A1	03.07.2014	US 2015/0337106 A1 段落[0019]-[0049]	
JP 2015-180150 A	08.10.2015	(ファミリーなし)	
JP 2016-77053 A	12.05.2016	US 2016/0099615 A1 段落[0032]-[0094] CN 105490466 A	