

明 細 書

発明の名称： 積層コアおよび回転電機

技術分野

[0001] 本発明は、積層コアおよ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2018-235855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されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2011-023523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、磁気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、磁気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

[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、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、前記接着部による前記電磁鋼板の接着面積率が、1%以上、40%以下である積層コアである。

[0007] 積層方向に隣り合う電磁鋼板同士が何らかの手段で固定されていないと、両者が相対的に変位する。一方で、積層方向に隣り合う電磁鋼板同士が、例

えばかしめにより固定される場合には、電磁鋼板が大きく歪んでしまい、積層コアの磁気特性に大きな影響を与える。

本発明における積層コアでは、積層方向に隣り合う電磁鋼板同士が、接着部によって接着されている。したがって、複数の電磁鋼板全体において、積層方向に隣り合う電磁鋼板同士が相対的に変位するのを抑制することができる。ここで、接着部による電磁鋼板の接着面積率が1%以上である。よって、接着部による電磁鋼板同士の接着を確実なものとし、例えば積層コアスロットへの巻線時などにおいても、積層方向に隣り合う電磁鋼板同士の相対的な変位を効果的に規制することができる。しかも、電磁鋼板同士の固定方法が、上記のようなかしめによる固定ではなく接着による固定なので、電磁鋼板に生じる歪を抑えることができる。以上から、積層コアの磁気特性を確保することができる。

ところで、接着部の硬化に伴って電磁鋼板に圧縮応力が生じる。そのため、接着部による接着によっても電磁鋼板に歪が発生するおそれがある。

本発明における積層コアでは、接着部による電磁鋼板の接着面積率が40%以下である。したがって、接着部を起因として電磁鋼板に生じる歪を低く抑えることができる。よって、積層コアの磁気特性を一層確保することができる。

[0008] (2) 前記(1)に記載の積層コアでは、前記接着面積率が、1%以上、20%以下であってもよい。

[0009] 接着面積率が20%以下である。したがって、接着部を起因として電磁鋼板に生じる歪を一層低く抑えることができる。

[0010] (3) 前記(1)または前記(2)に記載の積層コアでは、前記接着部は、前記電磁鋼板の周縁に沿って設けられていてもよい。

[0011] 接着部が、電磁鋼板の周縁に沿って配置されている。したがって、例えば、電磁鋼板のめくれを抑制すること等ができる。これにより、積層コアスロットへの巻線付与を容易とし、かつ、積層コアの磁気特性をより一層確保することができる。

[0012] (4) 前記(3)に記載の積層コアでは、前記接着部が設けられた前記電磁鋼板の接着領域と、前記電磁鋼板の周縁との間には、前記接着部が設けられていない前記電磁鋼板の非接着領域が形成されていてもよい。

(5) 前記(4)に記載の積層コアでは、前記接着部は、前記電磁鋼板の外周縁に沿って設けられた第1の接着部を備え、前記電磁鋼板の非接着領域は、前記第1の接着部が設けられた前記電磁鋼板の接着領域と、前記電磁鋼板の外周縁と、の間に形成されていてもよい。

(6) 前記(4)または前記(5)に記載の積層コアでは、前記接着部は、前記電磁鋼板の内周縁に沿って設けられた第2の接着部を備え、前記電磁鋼板の非接着領域は、前記第2の接着部が設けられた前記電磁鋼板の接着領域と、前記電磁鋼板の内周縁と、の間に形成されていてもよい。

[0013] 積層コアを形成する電磁鋼板は、母材となる電磁鋼板を打ち抜き加工することで製造される。打ち抜き加工時には、電磁鋼板の周縁から、電磁鋼板の内側に向けて、電磁鋼板の板厚に相当する大きさの幅に、打ち抜き加工を起因とする歪が付与される。電磁鋼板の周縁は、上記歪により加工硬化するため、電磁鋼板の周縁が局所的にめくれるような変形は生じ難い。よって、電磁鋼板の周縁では接着しなくても、電磁鋼板の変形は生じ難い。そのため、電磁鋼板の周縁に、非接着領域を形成しても、電磁鋼板の変形を抑制することができる。そしてこのように非接着領域を形成することで、電磁鋼板へ余計な歪が付与されるのを抑えることができる。よって、積層コアの磁気特性を更に確保することができる。

[0014] (7) 前記(1)から前記(6)のいずれか1つ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前記コアバック部の径方向に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、を備えていてもよい。

[0015] (8) 前記(7)に記載の積層コアでは、前記接着部による前記コアバック部の接着面積は、前記接着部による前記ティース部の接着面積以上であってもよい。

[0016] ティース部の幅（周方向の大きさ）が、コアバック部の幅（径方向の大きさ）に比較して狭い場合、ティース部には磁束が集中し、ティース部の磁束密度が高くなる傾向がある。そのため、接着部により電磁鋼板へ歪が付与されたとき、同一量の歪であれば、コアバック部の磁気特性よりもティース部の磁気特性に与えられる影響の方が大きい。

接着部によるコアバック部の接着面積は、接着部によるティース部の接着面積以上である。したがって、ティース部における接着部の歪による磁気特性の劣化の影響を抑えつつ、コアバック部において積層コア全体としての接着強度を確保することができる。

[0017] （９）前記（８）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前記コアバック部の径方向の内側に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、前記電磁鋼板の外周縁に沿って設けられた第１の接着部と、前記電磁鋼板の内周縁に沿って設けられた第２の接着部と、を備え、前記第１の接着部のうちの前記コアバック部の外周縁に沿って設けられる部分の幅が、前記コアバック部の幅に占める割合である第１割合は、３３％以下であり、前記第２の接着部のうちの前記ティース部の側縁に沿って設けられる部分の幅が、前記ティース部の幅に占める割合である第２割合は、１０％以下であってもよい。

（１０）前記（９）に記載の積層コアでは、前記第１割合は５％以上であり、前記第２割合は５％以上であってもよい。

（１１）前記（９）または前記（１０）に記載の積層コアでは、前記第１割合は、前記第２割合以上であってもよい。

[0018] 第１割合が３３％以下であり、かつ、第２割合が１０％以下である。これらの両割合が大きいと、接着面積率が大きくなる。そのため、両割合を適度に小さく抑えることで、接着面積率を、例えば４０％以下など、適切な値以下に抑えることができる。

ここで、第１割合および第２割合のうち、一方が極端に高い場合（例えば

50%超)であっても、他方が極端に低い場合(例えば0%)には、接着面積率自体は適切な値以下に抑えることができる場合も考えられる。しかしながら、この場合、コアバック部またはティース部において、接着が局所的に不十分になってしまうおそれがある。

これに対して、この積層コアでは、第1割合および第2割合が一定値以下であり、これらの両割合のうち、一方が極端に高くなっているわけではない。よって、接着面積率を適切な値以下に抑えつつ、コアバック部およびティース部それぞれにおける接着強度を確保し易くすることができる。例えば、これらの両割合がいずれも5%以上である場合、コアバック部およびティース部それぞれにおける接着強度を良好に確保し易くすることができる。

[0019] なお一般的には、ティース部では、例えば極数やスロット数などに応じて形状に制約が生じる。そのため、ティース部の幅を調整することは容易でない。一方で、コアバック部では前記制約が生じず、コアバック部の幅は容易に調整することができる。その上、コアバック部は、積層コアとしての強度を担保する必要がある。そのため、コアバック部の幅は広くなり易い。

以上から、コアバック部の幅はティース部の幅に比べて広くなり易いと言える。そのため、コアバック部では磁束が幅方向に広く分散され、コアバック部における磁束密度が、ティース部における磁束密度に比べて低くなり易い。よって、接着部を起因として電磁鋼板に歪が生じても、コアバック部において歪が生じた場合には、ティース部において歪が生じた場合に比べて、磁気特性に与える影響が小さくなる。

第1割合が第2割合以上である場合、ティース部に比べてコアバック部に接着部が偏在すると言える。ここで前述したように、コアバック部において歪が生じた場合には、ティース部において歪が生じた場合に比べて、磁気特性に与える影響が小さい。よって、第1割合を第2割合以上とすることで、接着面積率を確保しつつ、電磁鋼板に生じる磁気特性の影響を小さく抑えることができる。

[0020] (12) 前記(1)から前記(11)のいずれか1つに記載の積層コアでは

、前記接着部の平均厚みが $1.0\mu\text{m}\sim 3.0\mu\text{m}$ であってもよい。

[0021] (13) 前記(1)から前記(12)のいずれか1つ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 $1500\text{MPa}\sim 4500\text{MPa}$ であってもよい。

[0022] (14) 前記(1)から前記(13)のいずれか1つ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。

[0023] (13) 本発明の第二の態様は、前記(1)から前記(12)のいずれか1つに記載の積層コアを備える回転電機である。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、磁気特性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0025] [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。

[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]図1に示す回転電機が備えるステータの側面図である。

[図4]図1に示す回転電機が備えるステータの電磁鋼板および接着部の平面図である。

[図5]図1に示す回転電機の第1変形例に係る回転電機が備えるステータの電磁鋼板および接着部の平面図である。

[図6]図1に示す回転電機の第2変形例に係る回転電機が備えるステータの電磁鋼板および接着部の平面図である。

[図7]図6に示すステータの拡大図である。

[図8]検証試験にて鉄損のシミュレーション対象としたステータの電磁鋼板および接着部の平面図であって、接着面積率が100%の状態を示す平面図である。

[図9]検証試験にて鉄損のシミュレーション対象としたステータの電磁鋼板および接着部の平面図であって、接着面積率が80%の状態を示す平面図である。

[図10]検証試験にて鉄損のシミュレーション対象としたステータの電磁鋼板および接着部の平面図であって、接着面積率が60%の状態を示す平面図である。

[図11]検証試験にて鉄損のシミュレーション対象としたステータの電磁鋼板および接着部の平面図であって、接着面積率が40%の状態を示す平面図である。

[図12]検証試験にて鉄損のシミュレーション対象としたステータの電磁鋼板および接着部の平面図であって、接着面積率が20%の状態を示す平面図である。

[図13]検証試験にて鉄損のシミュレーション対象としたステータの電磁鋼板の平面図であって、接着面積率が0%の状態を示す平面図である。

[図14]検証試験にて鉄損のシミュレーション対象としたステータの電磁鋼板の平面図であって、電磁鋼板をかしめ接合した状態を示す平面図である。

[図15]検証試験の結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、図面を参照し、本発明の一実施形態に係る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、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、電気自動車などに好適に採用される。

[0027] 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に收容される。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ター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、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。なおこの回転電機 10 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。

[0028] 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) を軸方向といい、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) を径方向といい、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。

[0029] 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。

[0030] 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。

[0031] 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、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。

[0032] ステータコア21およびロータコア31は、いずれも積層コアである。積層コアは、複数の電磁鋼板40が積層されることで形成されている。

なおステータコア21およびロータコア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、およびロータコア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。

[0033] ステータコア21およびロータコア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、JISC 2552:2014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、JISC 2553:2012の方向性電鋼帯を採用することができる。

[0034] 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40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。

[0035] 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 μm 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、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、好ましくは0.1 μm 以上5 μm 以下、さらに好ましくは0.1 μm 以上2 μm 以下である。

[0036] 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、鉄損の改善効果および製造コストを考慮すると電磁鋼板40の厚さは0.10 mm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以下とすることが好ましく、より好ましくは、0.20mmまたは0.25mmである。

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、好ましくは、0.10mm以上0.35mm以下、より好ましくは0.20mmや0.25mmである。なお電磁鋼板40の厚さには、絶縁被膜の厚さも含まれる。

[0037] 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によって接着されている。接着部41は、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士の間 に設けられ、分断されることなく硬化した接着剤である。接着剤には、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。このような接着剤としては、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。

[0038] 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、1500M

Pa、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。

[0039] 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。

[0040] 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、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41の厚さは1 μ m以上100 μ m以下、さらに好ましくは1 μ m以上10 μ m以下とすることが好ましい。

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。

[0041] 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、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、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。

[0042] 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。

[0043] なお本実施形態では、ロータコア31を形成する複数の電磁鋼板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。

[0044] ここで図3および図4に示すように、本実施形態では、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士が、接着部41によって接着されている。図示の例では、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士は、接着のみによって固定されていて、他の手段（例えば、かしめ等）によっては固定されていない。

[0045] 図4に示すように、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士は、互いに全面接着されていない。これらの電磁鋼板40同士は、互いに局所的に接着されている。

[0046] 本実施形態では、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士は、電磁鋼板40の周縁に沿って設けられた接着部41によって接着されている。具体的には、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士は、第1の接着部41aと、第2の接着部41bと、によって接着されている。第1の接着部41aは、電磁鋼板40を積層方向から見た平面視において、電磁鋼板40の外周縁に沿って設けられている。第2の接着部41bは、電磁鋼板40を積層方向から見た平面視において、電磁鋼板40の内周縁に沿って設けられている。なお、第1、第2の接着部41a、41bは、それぞれ平面視において帯状に形成されている。

[0047] ここで帯状とは、帯の幅が途中で変化する形状も含む。例えば、丸形状の点が分断されることなく一方向に連続する形状も、一方向に延びる帯状に含まれる。ただし、接着部41が周縁に沿っていることは、接着部41が一方向に連続する形状を前提としていない。例えば、複数の接着部41が、一方向に間欠的に配置されている場合も含まれる。ただしこの場合、一方向に隣り合う一对の接着部41同士の間隔（一方向の長さ）が、一对の接着部41それぞれの大きさ（一方向の長さ）も大きくなっていることが好ましい。

また、接着部41が周縁に沿っていることには、接着部41が周縁から隙間なく設けられている場合だけでなく、接着部41が、電磁鋼板40の周縁に対して隙間をあけて設けられている場合も含まれる。なおこの場合、接着

部41が周縁に沿っていることは、対象とする周縁に対して接着部41が実質的に平行に延びていることを意味する。言い換えると、接着部41が周縁に沿っていることには、接着部41が周縁に対して完全に平行な場合だけでなく、接着部41が周縁に対して例えば5度以内の傾斜を有している場合も含まれる。

[0048] 第1の接着部41aは、電磁鋼板40の外周縁に沿って配置されている。第1の接着部41aは、周方向の全周にわたって連続して延びている。第1の接着部41aは、この第1の接着部41aを積層方向から見た平面視において円環状に形成されている。

第2の接着部41bは、電磁鋼板40の内周縁に沿って配置されている。第2の接着部41bは、周方向の全周にわたって連続して延びている。

[0049] 第2の接着部41bは、複数のティース部分44と、複数のコアバック部分45と、を備えている。複数のティース部分44は、周方向に間隔をあけて設けられ、各ティース部23に配置されている。複数のコアバック部分45は、コアバック部22に配置され、周方向に隣り合うティース部分44同士を連結している。

ティース部分44は、一对の第1部分44aと、第2部分44bと、を備えている。第1部分44aは、周方向に間隔をあけて配置されている。第1部分44aは、径方向に沿って延びている。第1部分44aは、径方向に帯状に延びている。第2部分44bは、一对の第1部分44a同士を周方向に連結している。第2部分44bは、周方向に帯状に延びている。

[0050] なお本実施形態では、電磁鋼板40の平面視において、接着部41が、電磁鋼板40の周縁から隙間なく設けられているが、本発明はこれに限られない。例えば図5に示す第1変形例に係るステータ20Aのように、電磁鋼板40の平面視において、接着部41が、電磁鋼板40の周縁に対して隙間をあけて設けられていてもよい。すなわち、接着部41が設けられた電磁鋼板40の接着領域42と、電磁鋼板40の周縁と、の間に、接着部41が設けられていない電磁鋼板40の非接着領域43が形成されていてもよい。なお

、接着部41が設けられた電磁鋼板40の接着領域42とは、電磁鋼板40において積層方向を向く面（以下、電磁鋼板40の第1面という）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。接着部41が設けられていない電磁鋼板40の非接着領域43とは、電磁鋼板40の第1面のうち、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、接着部41が周縁に沿っていることには、接着部41が、電磁鋼板40の周縁に対して、一定の幅を超えた隙間をあけて設けられている場合は含まれない。具体的には、接着部41が、電磁鋼板40の周縁から、電磁鋼板40の板厚に相当する大きさの3倍の幅を超えない範囲に設けられている。接着部41と電磁鋼板40の周縁との間の距離（幅）は、電磁鋼板40の板厚以下とすることが好ましく、板厚の3倍以下であれば良い。なお前記距離が0の場合は、接着部41が電磁鋼板40の周縁に隙間なく設けられている場合となる。

[0051] 本実施形態では、電磁鋼板40同士の上に設けられた全ての接着部41の平面視形状は同一である。接着部41の平面視形状とは、接着部41が設けられた電磁鋼板40を積層方向から見た平面視における、接着部41の全体形状を意味する。電磁鋼板40同士の上に設けられた全ての接着部41の平面視形状が同一であることは、電磁鋼板40同士の上に設けられた全ての接着部41の平面視形状が完全に同一である場合だけでなく、実質的に同一の場合を含む。前記実質的に同一の場合は、電磁鋼板40同士の上に設けられた全ての接着部41の平面視形状が95%以上の部分で共通している場合である。

[0052] そして本実施形態では、接着部41による電磁鋼板40の接着面積率は、1%以上、40%以下である。図示の例では、前記接着面積率は、1%以上、20%以下であり、具体的には20%である。なお、接着部41による電磁鋼板40の接着面積率とは、電磁鋼板40の前記第1面の面積に対する、第1面のうちの接着部41が設けられた領域（接着領域42）の面積の割合

である。接着部41が設けられた領域とは、電磁鋼板40の第1面のうち、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（接着領域42）である。接着部41が設けられた領域の面積は、例えば、剥離後の電磁鋼板40の第1面を撮影し、その撮影結果を画像解析することによって求められる。

[0053] 本実施形態では、電磁鋼板40同士の間において、接着部41による電磁鋼板40の接着面積率が、1%以上、20%以下である。積層方向に隣り合う両電磁鋼板40において、その接着部41による電磁鋼板40の接着面積率は、いずれも1%以上、20%以下となっている。1つの電磁鋼板40に対して積層方向の両側に接着部41が設けられている場合、その電磁鋼板40の両面における前記接着面積率は、いずれも1%以上、20%以下となっている。

なお、電磁鋼板40を接着部41により接着することで、電磁鋼板40をかしめる場合に比べて、接着面積（接合面積）を容易に確保することができる。

[0054] さらに本実施形態では、接着部41によるコアバック部22の接着面積（以下、「第1接着面積S1」という。）が、接着部41によるティース部23の接着面積（以下、「第2接着面積S2」という。）以上である。すなわち、 $S1 \geq S2$ である。

ここで第1接着面積S1は、電磁鋼板40の第1面のコアバック部22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である。第2接着面積S2は、電磁鋼板40の第1面のティース部23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である。なお、接着部41が設けられた領域の面積と同様に、第1接着面積S1および、第2接着面積S2は、例えば、剥離後の電磁鋼板40の第1面を撮影し、その撮影結果を画像解析することによって求められる。

[0055] 第1の接着部41aによる電磁鋼板40の接着面積をS11とする。第2の接着部41bのうち、コアバック部分45による電磁鋼板40の接着面積

を $S12a$ とする。第2の接着部41bのうち、ティース部分44による電磁鋼板40の接着面積を $S12b$ とする。なお、第1の接着部41aによる電磁鋼板40の接着面積とは、電磁鋼板40の第1面のうちの第1の接着部41aが設けられた領域の面積である。第2の接着部41bのうち、コアバック部分45による電磁鋼板40の接着面積とは、電磁鋼板40の第1面のコアバック部分45のうちの第2の接着部41bが設けられた領域の面積である。第2の接着部41bのうち、ティース部分44による電磁鋼板40の接着面積とは、電磁鋼板40の第1面のティース部分44のうちの第2の接着部41bが設けられた領域の面積である。

上記 $S11$ 、 $S12a$ 、 $S12b$ を用いると、 $S1$ 、 $S2$ は以下の式で表される。

$$S1 = S11 + S12a$$

$$S2 = S12b$$

[0056] しかも本実施形態では、第1の接着部41aによる電磁鋼板40の接着面積は、第2の接着部41bによる電磁鋼板40の接着面積以上である。すなわち、 $S11 \geq S12a + S12b$ である。この場合の前提条件としては、例えば、以下の(1)(2)の片方または両方が挙げられる。(1)第1の接着部41aが形成する帯の長さが、第2の接着部41bが形成する帯の長さよりも長い。(2)第1の接着部41aが形成する帯の幅が、第2の接着部41bが形成する帯の幅よりも広い。

[0057] ステータコア21では、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士が何らかの手段で固定されていないと、両者が相対的に変位する。一方で、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士が、例えばかしめにより固定される場合には、電磁鋼板40が大きく歪んでしまい、ステータコア21の磁気特性に大きな影響を与える。

これに対して、本実施形態に係るステータコア21では、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士が、接着部41によって接着されている。したがって、複数の電磁鋼板40全体において、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士

が相対的に変位するのを抑制することができる。ここで、接着部41による電磁鋼板40の接着面積率が1%以上である。よって、接着部41による接着を確実なものとし、例えばステータコア21のスロットへの巻線時などにおいても、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士の相対的な変位を効果的に規制することができる。しかも、電磁鋼板40の固定方法が、上記のようなかしめによる固定ではなく接着による固定なので、電磁鋼板40に生じる歪を抑えることができる。以上から、ステータコア21の磁気特性を確保することができる。

[0058] ところで、電磁鋼板40に接着剤を塗布すると、接着剤の硬化に伴って電磁鋼板40に圧縮応力が生じる。そのため、接着剤を電磁鋼板40に塗布することによって接着部41を形成すると、電磁鋼板40に歪が発生するおそれがある。

しかしながら、本実施形態に係るステータコア21では、接着部41による電磁鋼板40の接着面積率が40%以下である。したがって、接着剤を起因として電磁鋼板40に生じる歪を低く抑えることができる。よって、ステータコア21の磁気特性を一層確保することができる。

しかも、接着部41による電磁鋼板40の接着面積率が20%以下である。したがって、接着剤を起因として電磁鋼板40に生じる歪を一層低く抑えることができる。

[0059] 接着部41が、電磁鋼板40の周縁に沿って形成された接着領域42上に設けられている。したがって、例えば、積層方向に隣り合う電磁鋼板40同士のめくれを抑制すること等ができる。これにより、ステータコア21のスロットへの巻線付与を容易とし、かつ、ステータコア21の磁気特性をより一層確保することができる。よって、ステータコア21の磁気特性をより一層確保することができる。

[0060] ティース部23の幅W1（周方向の大きさ）は、コアバック部22の幅W2（径方向の大きさ）に比較して狭い場合、ティース部23には磁束が集中し、ティース部23の磁束密度が高くなる傾向がある。そのため、接着剤に

より鋼板へ歪が付与されたとき、同一量の歪であれば、コアバック部22の磁気特性よりもティース部23の磁気特性に与えられる影響の方が大きい。

第1接着面積S1が第2接着面積S2以上である。したがって、ティース部23における接着剤の歪による磁気特性の劣化の影響を抑えつつ、コアバック部22においてステータコア21全体としての接着強度を確保することができる。

[0061] ここで、接着部41による電磁鋼板40の接着面積率が1%以上、40%以下である限りにおいて、第2の接着部41bの形態は、前記実施形態に示す形態に限られない。例えば、ティース部分44のうちの第2部分44bがなくてもよい。この場合、磁束密度が高くなるティース部23の第2部分44bにおける接着剤の歪による磁気特性の劣化の影響を顕著に抑えることができる。なおこの場合、例えば第1の接着部41aによる接着面積率を高めることで、電磁鋼板40全体における接着面積率を確保してもよい。

[0062] なお、ステータコア21を形成する電磁鋼板40は、母材となる電磁鋼板を打ち抜き加工することで製造される。打ち抜き加工時には、電磁鋼板40の周縁から、電磁鋼板40の内側に向けて、電磁鋼板40の板厚に相当する大きさの幅に、打ち抜き加工を起因とする歪が付与される（なお電磁鋼板40の内側とは、電磁鋼板40の外周縁と内周縁との間の領域である）。電磁鋼板40の周縁は、上記歪により加工硬化するため、電磁鋼板40の周縁が局部的にめくれるような変形は生じ難い。よって、電磁鋼板40の周縁では接着しなくても、電磁鋼板40の変形は生じ難い。そのため図5に示す第1変形例に係るステータコア21のように、電磁鋼板40の周縁に非接着領域43を形成しても、電磁鋼板40の変形を抑制することができる。そしてこのように非接着領域43を形成することで、電磁鋼板40へ余計な歪が付与されるのを抑えることができる。よって、ステータコア21の磁気特性を更に確保することができる。なお、前述した打ち抜き加工時に生じる歪による加工硬化を考慮すると、前記非接着領域43の幅は、電磁鋼板40の板厚以下であることが好ましい。

- [0063] 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。
- [0064] 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、などは所望の回転電機の特性に依拠して任意に設計可能である。
- [0065] 例えば、図6および図7に示す第2変形例に係るステータ201のように、ティース部23の数が多くてもよい。このようなステータ201は、前記巻線が分布巻きされる形態に好適に採用することができる。なお、巻線が分布巻きされる場合、巻線が集中巻きされる場合に比べて、ティース部23の幅W1が狭くなり易い。
- [0066] ここで、第1の接着部41aのうちのコアバック部22の外周縁に沿って設けられる部分（本実施形態では第1の接着部41aそのもの）の幅W2aが、コアバック部22の幅W2に占める割合を第1割合という。
- なお、第1割合を求める際における幅W2、W2aは、いずれも各幅の平均値を意味する。第1割合を求める際におけるコアバック部22の幅W2は、例えば、コアバック部22において周方向に等しい間隔をあけた3点（中心軸線O回りの120度おきの3点）それぞれにおける幅の平均値とすることができる。また、第1割合を求める際における第1の接着部41aの幅W2aは、例えば、第1の接着部41aにおいて周方向に等しい間隔をあけた3点（中心軸線O回りの120度おきの3点）それぞれにおける幅の平均値とすることができる。
- [0067] 第2の接着部41bのうちのティース部23の側縁に沿って設けられる部分の幅W1aが、ティース部23の幅W1に占める割合を第2割合という。ティース部23の側縁とは、ティース部23の周縁のうち、周方向を向く部分である。第2の接着部41bのうちのティース部23の側縁に沿って設け

られる部分とは、ティース部分44の第1部分44aである。

[0068] なお、第2割合を求める際における幅W1、W1aは、いずれも各幅の平均値を意味する。

第2割合を求める際におけるティース部23の幅W1は、例えば、ティース部23において径方向に等しい間隔をあけた3点それぞれにおける幅の平均値とすることができる。この3点は、例えば、ティース部23における径方向の内側の端縁と、ティース部23における径方向の内側の端縁と、ティース部23における径方向の中央と、の3点とすることができる。

また、第2割合を求める際における第1部分44aの幅W1aは、例えば、第1部分44aにおいて径方向に等しい間隔をあけた3点それぞれにおける幅の平均値とすることができる。この3点は、例えば、第1部分44a（ティース部23）における径方向の内側の端縁と、第1部分44a（ティース部23）における径方向の内側の端縁と、第1部分44a（ティース部23）における径方向の中央と、の3点とすることができる。

[0069] このような第2割合は、ティース部23毎に規定される。本実施形態では、全てのティース部23についての第2割合が同等である。ここで、全てのティース部23についての第2割合が同等であることには、各ティース部23についての第2割合が異なる場合であっても、その差が僅かの場合に含まれる。差が僅かである場合は、例えば、各ティース部23についての第2割合が、これらの第2割合の平均値に対して、±5%以内の範囲に含まれている場合である。この場合において、全てのティース部23についての第2割合とは、各ティース部23についての第2割合の平均値を意味する。

[0070] ステータ201では、第1割合が33%以下である。しかも図示の例では、第1割合が5%以上である。

さらにステータ201では、第2割合が10%以下である。しかも図示の例では、第2割合が5%以上である。本実施形態では、全てのティース部23についての第2割合が、10%以下であり、かつ、5%以上である。

なおステータ201では、第1割合が第2割合以上である。

[0071] 第1割合が33%以下であり、かつ、第2割合が10%以下である。これらの両割合が大きいと、接着面積率が大きくなる。そのため、両割合を適度に小さく抑えることで、接着面積率を、例えば40%以下など、適切な値以下に抑えることができる。

ここで、第1割合および第2割合のうち、一方が極端に高い場合（例えば50%超）であっても、他方が極端に低い場合（例えば0%）には、接着面積率自体は適切な値以下に抑えることができる場合も考えられる。しかしながら、この場合、コアバック部22またはティース部23において、接着が局所的に不十分になってしまうおそれがある。

これに対して、このステータコア21では、第1割合および第2割合が一定値以下であり、これらの両割合のうち、一方が極端に高くなっているわけではない。よって、接着面積率を適切な値以下に抑えつつ、コアバック部22およびティース部23それぞれにおける接着強度を確保し易くすることができる。例えば、これらの両割合がいずれも5%以上である場合、コアバック部22およびティース部23それぞれにおける接着強度を良好に確保し易くすることができる。

[0072] なお一般的には、ティース部23では、例えば極数やスロット数などに応じて形状に制約が生じる。そのため、ティース部23の幅W1を調整することは容易でない。一方で、コアバック部22では前記制約が生じず、コアバック部22の幅W2は容易に調整することができる。その上、コアバック部22は、ステータコア21としての強度を担保する必要がある。そのため、コアバック部22の幅W2は広くなり易い。

以上から、コアバック部22の幅W2はティース部23の幅W1に比べて広くなり易いと言える。そのため、コアバック部22では磁束が幅方向に広く分散され、コアバック部22における磁束密度が、ティース部23における磁束密度に比べて低くなり易い。よって、接着部41を起因として電磁鋼板40に歪が生じて、コアバック部22において歪が生じた場合には、ティース部23において歪が生じた場合に比べて、磁気特性に与える影響が小

さくなる。

第1割合が第2割合以上である場合、ティース部23に比べてコアバック部22に接着部41が偏在すると言える。ここで前述したように、コアバック部22において歪が生じた場合には、ティース部23において歪が生じた場合に比べて、磁気特性に与える影響が小さい。よって、第1割合を第2割合以上とすることで、接着面積率を確保しつつ、電磁鋼板40に生じる磁気特性の影響を小さく抑えることができる。

[0073] 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。

[0074] 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、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。

[0075] 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が、ロータコアに適用することも可能である。

[0076] 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。

[0077] 次に、上記した作用効果を検証する検証試験（第１の検証試験および第２の検証試験）を実施した。なお本検証試験は、後述する接着強度の検証を除き、ソフトウェアを用いたシミュレーションにより実施した。ソフトウェアとしては、ＪＳＯＬ株式会社製の有限要素法電磁場解析ソフトＪＭＡＧを利用した。

[0078] （第１の検証試験）

図８から図１４に本検証試験でシミュレーションを実施したステータ２０Ｂ～２０Ｇを示す。これらのステータ２０Ｂ～２０Ｇでは、いずれも図１から図４に示す実施形態に係るステータ２０を基本構造とし、このステータに対して以下の点を変更した。すなわち、電磁鋼板４０の板厚を０．２５ｍｍまたは０．２０ｍｍとした。そして図８から図１３に示すように、２種類の板厚のステータ２０Ｂ～２０Ｇとも、接着部４１による各電磁鋼板４０の接着面積率を、０％～１００％で２０％おきに互いに異ならせた（合計１２種類）。

[0079] １２種類のステータ２０Ｂ～２０Ｇを構成する各電磁鋼板４０の鉄損を、前記シミュレーションにより求めた。また比較対象として、図１４に示すステータ２０Ｈのように、複数の電磁鋼板４０が、全層かしめられているステータ２０Ｈにおける電磁鋼板４０の鉄損も求めた。比較対象のステータ２０Ｈも、板厚が０．２５ｍｍまたは０．２０ｍｍの場合の２種類について鉄損を求めた。比較対象のステータ２０Ｈは、複数のかしめＣ１、Ｃ２を備えている。かしめＣ１、Ｃ２は、コアバック部２２に設けられた第１かしめＣ１と、ティース部２３に設けられた第２かしめＣ２と、を含む。電磁鋼板４０の第１面のうち、かしめＣ１、Ｃ２が占有する面積の割合は、３．２％程度である。

[0080] 結果を図１５のグラフに示す。図１５のグラフでは、横軸が、接着部４１による電磁鋼板４０の接着面積率である。縦軸が、各ステータ２０Ｂ～２０

Gにおける電磁鋼板40の鉄損を、前記比較対象となるステータ20H（電磁鋼板40の板厚が同一であるステータ20H）における電磁鋼板40の鉄損で割った値（鉄損比）である。各ステータ20B～20Gにおける電磁鋼板40の鉄損が、比較対象となるステータ20Hにおける鉄損と同等であると、鉄損比が100%前後になる。鉄損比が小さいほど、電磁鋼板40の鉄損が小さく、ステータ20B～20Gとしての磁気特性に優れる。

[0081] 図15に示すグラフでは、12種類のステータ20B～20Gを2つの群に分け、各群の結果を折れ線グラフとしてまとめた。なお、電磁鋼板40の板厚が0.25mmである6つのステータ20B～20Gを第1群、電磁鋼板40の板厚が0.20mmである6つのステータ20B～20Gを第2群とした。

[0082] 図15に示すグラフから、接着部41による電磁鋼板40の接着面積率が40%以下であるステータ20E～20Gでは、比較対象となるステータ20Hと同等の鉄損であることが確認できる。

[0083] （第2の検証試験）

本検証試験は、第1割合および第2割合についての検証試験である。

本検証試験でシミュレーションを実施したステータは、いずれも、図6および図7に示す第2変形例に係るステータ20Iを基本構造とした。

各ステータでは、電磁鋼板40の形状をそのままとして、接着部41の形状を変化させることで、第1割合や第2割合を変化させた。具体的には、接着部41の幅W1a、W2aを細くして、第1割合や第2割合を変化させた。なおいずれのステータにおいても、接着部41を、電磁鋼板40の周縁に対して隙間なく配置した。

[0084] （実施例1～3および比較例1）

実施例1～3および比較例1の各ステータでは、第1割合を固定した上で、第2割合を変動させた。その上で、各ステータについて接着面積率、および、接着強度を確認した。

実施例1～3および比較例1の各ステータについて、第1割合および第2

割合の各値、接着面積率および接着強度の結果を表 1 に示す。

[0085] [表1]

	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1
第1割合 (%)	33	33	33	33
第2割合 (%)	5	7	10	13
接着面積率 (%)	37	38	40	42
接着強度	良	優良	優良	優良

[0086] なお、上記表 1 において、接着強度については、ステータコア製作後、スロットに巻線を施してモータを複数製作した状態で評価した。ステータコアは、各実施例について 5 つずつ製作した。その際、5 つのステータコア全てにおいて、コアバック部およびティース部のいずれにも影響がない場合、すなわち、コアバック部およびティース部のいずれにおいても、ステータコアの剥離（接着部の破損、隣り合う電磁鋼板の剥離）が生じていない場合は優良とした。巻線した結果、5 つのステータコアの 1 つのみにおいて、ティース部の一部にステータコアの剥離が生じていたものの、巻線完了時においてティース部の形状に影響が生じていない場合を良と評価した。5 つのステータコアの 2 つ以上において、巻線した結果、ティース部にステータコアの剥離が生じていたものの、巻線完了時においてティース部の形状に影響が生じていない場合を可と評価した。その他の場合を不可と評価した。

[0087] 実施例 1 ～ 3 および比較例 1 の各ステータではいずれも、第 1 割合を 33 %とした。その上で、第 2 割合をそれぞれ変化させた。

上記結果から、第 1 割合が 33 %の場合、第 2 割合を 10 %としても接着面積率は 40 %となる（実施例 3）。ただし、第 2 割合が 10 %を超えて、例えば 13 %となる（比較例 1）と、接着面積率が 40 %を超えることが確認された。また第 2 割合が 5 %になる（実施例 1）と、ティース部に剥離が生じていたステータコアがあり、接着強度にやや影響が生じることが確認された。

[0088] （実施例 11 ～ 13 および比較例 11）

実施例 11 ～ 13 および比較例 11 の各ステータでは、第 2 割合を固定し

た上で、第1割合を変動させた。その上で、各ステータについて接着面積率、および、接着強度を確認した。

実施例11～13および比較例11の各ステータについて、第1割合および第2割合の各値、接着面積率および接着強度の結果を表2に示す。

[0089] [表2]

	実施例11	実施例12	実施例13	比較例11
第1割合(%)	4.9	6.6	33	36
第2割合(%)	10	10	10	10
接着面積率(%)	12	13	40	43
接着強度	良	優良	優良	優良

[0090] なお、上記表2において、接着強度についての評価基準は、ステータ製作後、ケースへのステータ挿入時にステータとケースの接触により生じるステータコアの上下面の剥離の有無、および剥離の程度とした。ステータは、各実施例について5つつ製作した。ケースへのステータ挿入時に、5つのステータ全てにおいて、コアバック部およびティース部のいずれにも影響がない場合、すなわち、コアバック部およびティース部のいずれにおいても、ステータコアの剥離（接着部の破損、隣り合う電磁鋼板の剥離）が生じていない場合は優良とした。前記挿入時に、5つのステータの1つのみにおいて、コアバック部の一部にステータコアの剥離が生じたものの、挿入完了時においてコアバック部の形状に影響が生じていない場合を良と評価した。前記挿入時に、5つのステータの2つ以上において、ティース部にステータコアの剥離が生じ、挿入完了時においてコアバック部の形状に影響が生じていない場合を、可と評価した。その他の場合を不可と評価した。

[0091] 実施例11～13および比較例11の各ステータではいずれも、第2割合を10%とした。その上で、第1割合をそれぞれ変化させた。

上記結果から、第2割合が10%の場合、第2割合を33%としても接着面積率は40%となる（実施例13）。ただし、第1割合が33%を超えて、例えば36%となる（比較例11）と、接着面積率が40%を超えることが確認された。また第1割合が4.9%になる（実施例11）と、ステータ

をケースに挿入した際に、一部のステータにおいてコアバック部の上面が剥離していて、接着強度にやや影響が生じることが確認された。

[0092] (実施例 2 1)

実施例 2 1 のステータでは、第 1 割合を 6.6%、第 2 割合を 7%とした。このステータにおける接着面積率を確認したところ、12%であった。

産業上の利用可能性

[0093] 本発明によれば、磁気特性を向上させることができる。よって、産業上の利用可能性は大である。

符号の説明

- [0094] 1 0 回転電機
- 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
- 4 0 電磁鋼板
- 4 1 接着部
- 4 2 接着領域
- 4 3 非接着領域

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、
前記接着部による前記電磁鋼板の接着面積率が、1%以上、40%以下である積層コア。
- [請求項2] 前記接着面積率が、1%以上、20%以下である請求項1に記載の積層コア。
- [請求項3] 前記接着部は、前記電磁鋼板の周縁に沿って設けられている請求項1または2に記載の積層コア。
- [請求項4] 前記接着部が設けられた前記電磁鋼板の接着領域と、前記電磁鋼板の周縁との間には、前記接着部が設けられていない前記電磁鋼板の非接着領域が形成されている請求項3に記載の積層コア。
- [請求項5] 前記接着部は、前記電磁鋼板の外周縁に沿って設けられた第1の接着部を備え、
前記電磁鋼板の非接着領域は、前記第1の接着部が設けられた前記電磁鋼板の接着領域と、前記電磁鋼板の外周縁と、の間に形成されている請求項4に記載の積層コア。
- [請求項6] 前記接着部は、前記電磁鋼板の内周縁に沿って設けられた第2の接着部を備え、
前記電磁鋼板の非接着領域は、前記第2の接着部が設けられた前記電磁鋼板の接着領域と、前記電磁鋼板の内周縁と、の間に形成されている請求項4または5に記載の積層コア。
- [請求項7] 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前記コアバック部の径方向に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、を備える請求項1から6のいずれか1項に記載の積層コア。

- [請求項8] 前記接着部による前記コアバック部の接着面積は、前記接着部による前記ティース部の接着面積以上である請求項7に記載の積層コア。
- [請求項9] 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前記コアバック部の径方向の内側に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、前記電磁鋼板の外周縁に沿って設けられた第1の接着部と、前記電磁鋼板の内周縁に沿って設けられた第2の接着部と、を備え、
前記第1の接着部のうちの前記コアバック部の外周縁に沿って設けられる部分の幅が、前記コアバック部の幅に占める割合である第1割合は、33%以下であり、
前記第2の接着部のうちの前記ティース部の側縁に沿って設けられる部分の幅が、前記ティース部の幅に占める割合である第2割合は、10%以下である請求項1に記載の積層コア。
- [請求項10] 前記第1割合は5%以上であり、前記第2割合は5%以上である請求項9に記載の積層コア。
- [請求項11] 前記第1割合は、前記第2割合以上である請求項9または10に記載の積層コア。
- [請求項12] 前記接着部の平均厚みが $1.0\mu\text{m}$ ～ $3.0\mu\text{m}$ である請求項1から11のいずれか1項に記載の積層コア。
- [請求項13] 前記接着部の平均引張弾性率Eが 1500MPa ～ 4500MPa である請求項1から12のいずれか1項に記載の積層コア。
- [請求項14] 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から13のいずれか1項に記載の積層コア。
- [請求項15] 請求項1から14のいずれか1項に記載の積層コアを備える回転電機。