(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-235597
(P2012-235597A)
(43)公開日　平成24年11月29日(2012.11.29)

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
H02K 15/085 (2006.01)	H02K 15/085	5H615

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 12 頁）

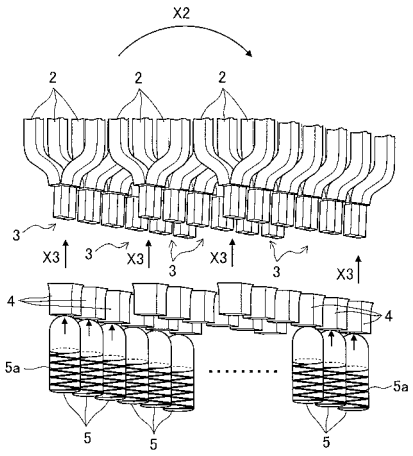
(21)出願番号　特願2011-101709 (P2011-101709)
(22)出願日　平成23年4月28日 (2011.4.28)

(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　100091096
弁理士　平木　祐輔
(74)代理人　100105463
弁理士　関谷　三男
(74)代理人　100129861
弁理士　石川　滝治
(72)発明者　杉田　浩昭
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

Ｆターム(参考)　5H615 AA01 BB01 BB05 BB14 PP01 PP06 PP12 QQ03 QQ12 QQ27 SS04 SS16

(54)【発明の名称】ステータコアにセグメントコイルを形成する方法

(57)【要約】
【課題】セグメント巻線の端部同士で形成される複数の端部対に高さ方向の位置ずれがある場合であっても、端部対のそれぞれに最適な長さの絶縁構造を形成することができ、絶縁層の内部にボイドが存在したり、隣接する端部対の絶縁層間でブリッジが形成されるといった問題も生じ得ないステータコアにセグメントコイルを形成する方法を提供する。
【解決手段】ステータコア１のスロット１ｂに２以上のセグメント巻線２，…を挿入して、コイルエンドにおいてセグメント巻線２，２の端部同士を接触させて端部対３を形成するステップ、それぞれの端部対３に対応する接続体４を構成する樹脂キャップ４ａ内で熱溶融性樹脂４ｂを軟化させ、押し込み手段５で接続体４を端部対３に向かって押し込んで熱溶融性樹脂４ｂ内に挿入し、これが硬化することによって各端部対３が接続体４からなる絶縁構造で被覆されたセグメントコイル１０を形成するステップからなる。
【選択図】図４



【特許請求の範囲】
【請求項１】
径方向に突出する複数のティースと、隣接するティース間で画成されるスロットを具備するステータコアにおいて、各スロット内に２以上のセグメント巻線が挿入され、コイルエンドにおいて該２以上のセグメント巻線の端部がそれぞれ、対応する別途のセグメント巻線の端部と接続されてセグメントコイルを形成する、セグメントコイルの形成方法であって、
各スロットに２以上のセグメント巻線を挿入し、コイルエンドにおいて該２以上のセグメント巻線の端部と、これらの端部のそれぞれに対応する別途のセグメント巻線の端部を接触させて端部対を形成する第１のステップ、
それぞれの端部対に対応する接続体であって、熱溶融性樹脂が樹脂キャップ内に収容されてなる接続体における該熱溶融性樹脂を軟化させ、押し込み手段で接続体を端部対に向かって押し込んで軟化した熱溶融性樹脂内に埋設し、熱溶融性樹脂が硬化することによってそれぞれの端部対が接続体からなる絶縁構造で被覆されたセグメントコイルを形成する第２のステップからなる、ステータコアにセグメントコイルを形成する方法。
【請求項２】
前記第１のステップでは、対応する端部同士を接触させ、溶接して端部対が形成される請求項１に記載のセグメントコイルを形成する方法。
【請求項３】
前記第１のステップでは、ステータコアの上方に面した端面から上方に突出した端部対を形成し、
前記第２のステップでは、ステータコアを上下反転させ、樹脂キャップ内の熱溶融性樹脂の軟化を図り、押し込み手段で下方から接続体を押し上げながらそれぞれの樹脂キャップを対応する端部対に被せる請求項１または２に記載のステータコアにセグメントコイルを形成する方法。
【請求項４】
前記第１のステップでは、ステータコアの下方に面した端面から下方に突出した端部対を形成し、
前記第２のステップでは、樹脂キャップ内の熱溶融性樹脂の軟化を図り、押し込み手段で下方から接続体を押し上げながらそれぞれの樹脂キャップを対応する端部対に被せる請求項１または２に記載のステータコアにセグメントコイルを形成する方法。
【請求項５】
前記押し込み手段が、それぞれの端部対ごとに設けられたプランジャからなる請求項１～４のいずれかに記載のステータコアにセグメントコイルを形成する方法。
【請求項６】
ステータコアに対して形成されるべきすべてのセグメントコイルを一度に形成する請求項１～５のいずれかに記載のステータコアにセグメントコイルを形成する方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ステータコアにセグメントコイルを形成する方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
たとえばハイブリッド車等の量産性向上を目的として、モータを構成するステータコアへの従来の巻線方法である分布巻きや集中巻きといった巻線方式から、ＳＣ巻き（セグメントコイル巻き）方式へ巻線の巻装方式、言い換えればコイルの形成方法が変化しようとしている。特に、占積率を高めるべく、従来の断面円形の丸線に代わって平角線の適用が注目されているが、この平角線をステータコアのティース周りに配設しながら同相コイルをステータコアの周方向に形成する場合には、複数のスロットを飛ばして略コの字の平角線を２つのスロットに挿通させてその端部をコイルエンドから突出させ、この端部を同相

コイルを構成する他の平角線の端部と接触させて端部対を形成する。なお、この端部対の形成に際して、この平角線端部の周りのエナメル被膜を剥いで平角線内部の平角導線を露出させ、この露出した平角導線同士を接触させて溶接させて一体化するものであり、たとえば各スロットに挿通される各相の平角線が６本で１列をなす場合には、１列をなす６つの端部対をマニピュレータ等で連続的に形成し、ステータコアを回動させて次の１列をなす６つの端部対を同様に連続的に形成し、これをステータコアの周方向に繰り返していく。

【０００３】

すべての端部対の形成が完了したら、各端部対の絶縁処理をおこなう。この絶縁処理に関しては、粒子の集合体である塗料粉体を容器に収容し、エアをここに吹き込んで流動化させた塗料粉体内に端部対を所定高さまで浸漬させ、引抜いて乾燥させることによって端部対を構成する平角導線周りに絶縁層を形成するものである（この方法を、流動浸漬法と称する）。

【０００４】

しかしながら、この流動浸漬法による絶縁層形成においては、溶融した塗料がエアによるバブリングによって流動した際にエアを内部にトラップしてしまい、これが絶縁層内にボイドとして残存してしまい、このボイドが絶縁性能を低下させるといった問題がある。

【０００５】

また、隣接する端部対同士の隙間が狭かったり、塗料流動時の粘度や表面張力、さらには硬化速度などによって空隙の余剰分が垂れ落ちずに端部対同士を繋いでしまい（いわゆるブリッジの形成）、特に、これら繋がれた端部対が異相コイル同士の場合には相間絶縁性の低下が大きな問題となる。

【０００６】

また、流動浸漬に際しては、多数の端部対を一度に塗料内に浸漬させること、および、それぞれの端部対は、高さ方向、周方向、および径方向の位置のばらつき（加工誤差）を有していることから、安全サイドで絶縁処理をおこなうために浸漬される塗料面に対して最も離れた位置（塗料面から最も窪んだ位置）にある端部対の露出導線を所定長さ浸漬するような加工管理をおこなうこととなり（この露出導線を管理基準としないと、この露出導線に十分な絶縁層が形成されないため）、結果として、必要以上の長さが浸漬される端部対も多数存在することとなり、不要な塗料の付着に起因する材料コストロスの問題に繋がる。

【０００７】

このような問題に対し、特許文献１では、環状で二重に配置されたコイルエンドの接合部のそれぞれを収容する環状で二重の２つの室を備えてなるキャップを適用し、内周側に配置された一方の室には内側接合部が収容され、充填された絶縁性樹脂によって各接合部が埋設されるようになっていて、外周側に配置された他方の室には外側接合部が収容され、充填された絶縁性樹脂によって各接合部が埋設される接合部の絶縁構造が開示されている。

【０００８】

すなわち、この絶縁構造は、複数の端部対に対して隔壁を有するキャップを被せ、キャップ内に充填された絶縁性樹脂にて各端部対の絶縁性を保証しようとするものである。

【０００９】

しかしながら、このように複数の端部対に対して、隔壁にて各端部対の収容部が画成された一つのキャップを被せる態様では、上記するように、端部対相互で高さ方向に位置がずれている各端部対に対して、この高さ方向の位置ずれを吸収しながら各端部対に最適な高さの絶縁層を形成するのは極めて困難である。すなわち、端部対相互で位置ずれが大きすぎる場合には、キャップが被せられる際に位置的に窪んだ位置にある端部対にはキャップが十分に被せられないといった事態が生じ易く、この端部対の絶縁性を保証し難いことになる。

【先行技術文献】

【特許文献】
【００１０】
【特許文献１】特開２０００－２０９８０２号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１１】
本発明は上記する問題に鑑みてなされたものであり、セグメントコイルを形成するセグメント巻線の端部同士で形成される複数の端部対に対し、各端部対にたとえば高さ方向の位置ずれがある場合であっても、端部対のそれぞれに最適な長さの絶縁構造を形成することができ、もって、余分な絶縁材料の発生を抑制することができ、さらには、絶縁層の内部にボイドが存在したり、隣接する端部対の絶縁層間にブリッジが形成されるといった問題も生じ得ないステータコアにセグメントコイルを形成する方法を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１２】
前記目的を達成すべく、本発明によるステータコアにセグメントコイルを形成する方法は、径方向に突出する複数のティースと、隣接するティース間で画成されるスロットを具備するステータコアにおいて、各スロット内に２以上のセグメント巻線が挿入され、コイルエンドにおいて該２以上のセグメント巻線の端部がそれぞれ、対応する別途のセグメント巻線の端部と接続されてセグメントコイルを形成する、セグメントコイルの形成方法であって、各スロットに２以上のセグメント巻線を挿入し、コイルエンドにおいて該２以上のセグメント巻線の端部と、これらの端部のそれぞれに対応する別途のセグメント巻線の端部を接触させて端部対を形成する第１のステップ、それぞれの端部対に対応する接続体であって、熱溶融性樹脂が樹脂キャップ内に収容されてなる接続体における該熱溶融性樹脂を軟化させ、押し込み手段で接続体を端部対に向かって押し込んで軟化した熱溶融性樹脂内に埋設し、熱溶融性樹脂が硬化することによってそれぞれの端部対が接続体からなる絶縁構造で被覆されたセグメントコイルを形成する第２のステップからなるものである。
【００１３】
本発明のセグメントコイルを形成する方法は、セグメント巻線の端部同士をＳＣ巻き（セグメントコイル巻き）を適用して繋いでなる複数の端部対のそれぞれに対して固有の熱溶融性樹脂が樹脂キャップ内に収容された接続体を被せ、軟化している熱溶融性樹脂内に端部対を挿入し、この熱溶融性樹脂が硬化することで該熱溶融性樹脂と樹脂キャップからなる２重の絶縁構造で各端部対を被覆してセグメントコイルを形成するものである。すなわち、各端部対に固有の接続体が端部対に被せられてその周りに熱溶融性樹脂と樹脂キャップの２重の絶縁構造が形成されて一体とされるため、端部対相互に高さ方向の位置ずれ（高さ方向の誤差）が存在する場合であっても、端部対ごとに所望高さまでの絶縁構造、すなわち、熱溶融性樹脂および樹脂キャップによる絶縁構造を形成することができる。
【００１４】
たとえば４８のスロットを有するステータコアにおいて、Ｕ相コイル、Ｖ相コイル、およびW相コイルの３相交流コイルをそれぞれ６本ずつステータコアの周方向に環状に形成する場合において、各相のコイルを形成するたとえば略Ｕの字状の６本のセグメント巻線が２つのスロットを飛ばした間隔で（任意箇所のスロットとそこから３つ目のスロット）２つのスロット内に挿入され、その端部がコイルエンドから突出する。
【００１５】
同相のセグメント巻線のうち、コイルエンドから突出する端部同士をマニピュレータ等で機械曲げ加工しながら引き寄せて相互に接触させ、一体化して端部対を形成する。この一体化においては、相互に接触されたセグメント巻線の端部同士を溶接することにより、接触姿勢を確実に保持することができる。
【００１６】
セグメント巻線としては、銅素材の平角導線とその周りのエナメル被膜からなる平角線

を適用するのが好ましく、略Ｕの字状のセグメント巻線の端部、すなわち、端部対を形成する平角線の端部のエナメル被膜は取り除かれ、むき出しとなった平角導線同士が接触される。

【００１７】

また、接続体を構成する樹脂キャップと熱溶融性樹脂の実施の形態としては、高耐熱な熱可塑性樹脂からなる樹脂キャップの内部に、この樹脂キャップの融点よりも軟化温度の低い熱硬化性樹脂からなる熱溶融性樹脂が収容された形態が好ましい。内部の熱溶融性樹脂が加熱軟化した際に外側の樹脂キャップが溶融せずに形状を保持していることで、硬化した熱溶融性樹脂と樹脂キャップからなる２重の絶縁構造を確実に形成できるからである。

【００１８】

第２のステップにおいて、樹脂キャップ内で熱溶融性樹脂を所望に熱処理して低粘度状態としておき、ここに端部対を浸漬させることで、樹脂キャップ内で熱溶融性樹脂が盛り上がって端部対の導線露出部を完全に被覆した状態となる。この状態で熱溶融性樹脂が硬化することにより、端部対を熱溶融性樹脂と樹脂キャップの２重の絶縁構造で被覆することができる。

【００１９】

しかも、この第２のステップでは、各端部対のそれぞれに対応する押し込み手段によってそれぞれの端部対に固有の接続体が押し込まれて端部対に被せられることから、複数の端部対相互に高さ方向の位置ずれが存在する場合であっても、各端部対には接続体が十分に被せられ、その樹脂キャップ内では端部対が熱溶融性樹脂にて完全に露出部を被覆されて絶縁構造が形成される。

【００２０】

ここで、前記第１のステップでは、ステータコアの上方に面した端面から上方に突出した端部対を形成し、前記第２のステップでは、ステータコアを上下反転させ、樹脂キャップ内の熱溶融性樹脂の軟化を図り、押し込み手段で下方から接続体を押し上げながらそれぞれの樹脂キャップを対応する端部対に被せる形態であってもよい。

【００２１】

セグメント巻線の端部を上方に面したステータコアの端面から上方に突出させ、マニピュレータ等で突出部分を引き寄せて双方を接触させ、場合によってはさらに溶接して端部対を形成する方法によれば、下方に面したステータコアの端面の下方にセグメント巻線の端部を突出させて端部対を形成する場合よりもマニピュレータ等による端部対の形成効率が高い。そこで、第１のステップでは、上方に面したステータコアの端面から上方に突出した端部対を形成し、第２のステップでは、ステータコアを上下反転させて接続体を上方へ押し上げながら下方に臨む端部対に被せていく。

【００２２】

このように、第２のステップにおいてステータコアを上下反転させることにより、接続体を構成する樹脂キャップの開口を上方へ開放させることができる。すなわち、上下反転させない場合は、樹脂キャップを下方へ開放させた姿勢でその下方に位置する端部対に対して接続体を被せるために、樹脂キャップ内で溶融状態の熱溶融性樹脂がこぼれ落ちる可能性があるが、本発明のようにステータコアを上下反転させることでこの溶融状態の熱溶融性樹脂がこぼれ落ちるといった問題を解消することができる。

【００２３】

また、他の実施の形態として、前記第１のステップでは、ステータコアの下方に面した端面から下方に突出した端部対を形成し、前記第２のステップでは、樹脂キャップ内の熱溶融性樹脂の軟化を図り、押し込み手段で下方から接続体を押し上げながらそれぞれの樹脂キャップを対応する端部対に被せる方法であってもよい。

【００２４】

この方法では、既述するように、上方に面したステータコアの端面から上方に突出した端部対を形成する方法に比して端部対の形成効率は劣るものの、端部対を形成する工程か

ら端部対へ接続体を被せる工程までのすべてに亘ってステータコアを上下反転させる必要がないため、その他の回転治具等を不要とできるという利点がある。

【００２５】

また、上記する押し込み手段の一実施の形態として、それぞれの端部対ごとに設けられたバネ機能を有する部材、たとえばプランジャを適用することができる。

【００２６】

そして、ステータコアに対して形成されるべきすべてのセグメントコイルを一度に形成するのが好ましい。

【００２７】

たとえば、４８個のスロットを有する３相交流モータに関し、各スロットに同相のセグメント巻線が６本挿入される形態においては、各相の接続箇所がそれぞれ９６箇所となり、合計２８８箇所の端部対が形成される。

【００２８】

そこで、この２８８箇所の端部対に対応する２８８個のプランジャを設置しておき、各プランジャに接続体をセットしておき、各プランジャで同時に２８８個の接続体を押し上げて各端部対に接続体を被せて２重の絶縁構造を形成することにより、端部対相互に高さ方向の位置ずれが存在する場合であっても、２８８個すべての端部対のそれぞれに対して所望高さまで精度のよい２重の絶縁構造を極めて効率的に形成することが可能となる。

【発明の効果】

【００２９】

以上の説明から理解できるように、本発明のステータコアにセグメントコイルを形成する方法によれば、セグメントコイルを形成するセグメント巻線の端部同士で形成される複数の端部対に対して固有の押し込み手段で接続体を被せながら端部対の周りに２重の絶縁構造を形成するため、各端部対にたとえば高さ方向の位置ずれがある場合であっても、端部対のそれぞれに最適な長さの絶縁構造を形成することができ、もって、余分な絶縁材料の発生を抑制することができ、さらには、絶縁層の内部にボイドが存在したり、隣接する端部対の絶縁層間でブリッジが形成されるといった問題も生じ得ない。

【図面の簡単な説明】

【００３０】

【図１】本発明のセグメントコイルを形成する方法の一実施の形態の第１のステップを説明する図である。

【図２】（ａ）は、図１に続いて第１のステップを説明する模式図であり、（ｂ）は（ａ）に次いで第１のステップを説明する模式図である。

【図３】端部対に被せられる接続体の一実施の形態の斜視図である。

【図４】図２に続いて第２のステップを説明する模式図である。

【図５】端部対ごとに高さ方向に位置ずれが存在していることを説明する模式図である。

【図６】図４に続いて第２のステップを説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【００３１】

以下、図面を参照して本発明のステータコアにセグメントコイルを形成する方法の実施の形態を説明する。なお、図示例の巻線は平角線からなるものであるが、本発明の巻線は平角線以外にも断面円形や楕円形の一般の導線からなるものを含んでいることは勿論のことである。また、図示例は同じスロット内に同相のセグメント巻線を挿入する形態であるが、これ以外にも、異相コイル用のセグメント巻線が同じスロット内に挿入される形態であってもよい。

【００３２】

（セグメントコイルを形成する方法の実施の形態１）

図１～図６はこの順で、ステータコアにセグメントコイルを形成する方法の一実施の形態のフロー図となっている。具体的には、図１はセグメントコイルを形成する方法の一実施の形態の第１のステップを説明する図であり、図２ａ，ｂはこの順に図１に続いて第１

のステップを説明する模式図であり、図３は端部対に被せられる接続体の一実施の形態の斜視図である。また、図４は図２に続いて第２のステップを説明する模式図であり、図５は端部対ごとに高さ方向に位置ずれが存在していることを説明する模式図であり、図６は図４に続いて第２のステップを説明する模式図である。

【００３３】

まず、図１で示すように、環状の電磁鋼板が積層してなる鋼板積層体であって、環状のヨークから径方向に突出する複数のティース１ａとティース１ａ，１ａ間に画成されるスロット１ｂからなるステータコア１に対し、Ｕ相、Ｖ相、およびＷ相それぞれのセグメントコイルを形成する。

【００３４】

ここで、セグメント巻線２は、平角導線２ａの周りにエナメル被膜が形成されたものである。セグメントコイルは、略Ｕの字状のセグメント巻線２を所定数のスロットを飛ばした間隔で２つのスロット１ｂ、１ｂ内にステータコア１の下方から挿入し（図１のＸ１方向）、セグメント巻線２の２つの端部をそれぞれのスロット１ｂから上方に突出させる。

【００３５】

ここで、一つのスロット１ｂには、同相コイル用のセグメント巻線２を挿入するのが相間絶縁性の観点から望ましい。

【００３６】

ステータコア１のスロット１ｂから上方に突出した同相コイル用の２つのセグメント巻線２，２はいずれも、その端部のエナメル被膜が剥がれて内部の平角導線２ａ、２ａがむき出しとなっており、相互に繋がれる平角導線２ａ，２ａ（図１中の点線IIで包囲した端部の平角導線）を不図示のマニピュレータが機械曲げ加工しながら相互に引き寄せ、図２ａで示すように相互に接触させる。

【００３７】

さらに、接触姿勢の２つの平角導線２ａ，２ａを溶接（たとえばティグ溶接（ＴＩＧ溶接））して溶接部２ｂを形成し、２つのセグメント巻線２，２の端部対３が形成される（第１のステップ）。

【００３８】

図示例では、一つのスロット１ｂ内に６本の同相のセグメント巻線２，…を挿入するものであり、したがって、図２ｂで示すように、１列で６つの端部対３，…が形成されることになる。

【００３９】

たとえば、図示するステータコア１がその周方向に４８個のティース１ａと４８個のスロット１ｂを有する３相交流モータ用のステータコアの場合には、各スロット１ｂに同相のセグメント巻線２が６本挿入される形態においては、図２ｂで示す１列６つの端部対３を有する箇所が１６列形成され（したがって、各相の端部対３は９６箇所となる）、合計２８８箇所の端部対３，…がステータコア１の周方向に間隔を置いて形成されることになる。このようにして、ステップ１ではすべての端部対３，…を形成する。

【００４０】

次に、図３を参照して、各端部対３の周囲を被覆する絶縁構造を形成する接続体４を説明する。

【００４１】

図示する接続体４は、高耐熱な熱可塑性樹脂からなる樹脂キャップ４ａとその内部に収容された熱溶融性樹脂ブロック４ｂから構成される。

【００４２】

ここで、樹脂キャップ４ａを形成する素材としては、高耐熱な熱可塑性樹脂であるスーパーエンジニアリングプラスチック（スーパーエンプラ）用樹脂である、ポリフェニレンサルファイド樹脂（ＰＰＳ樹脂：融点が２００℃以上）やポリエーテルエーテルケトン（ＰＥＥＫ）、ポリエーテルサルファイド（ＰＥＳ）、ポリアミドイミド（ＰＡＩ）、液晶ポリマー（ＰＬＣ）などを挙げることができ、このような高耐熱な熱可塑性樹脂を射出成

形等して図４で示すような容器形状に成形する。たとえばＰＰＳからなる樹脂キャップ４ａの場合には、絶縁破壊電圧が１７ｋＶ／ｍｍ程度であれば、樹脂キャップ４ａの厚みが０．３ｍｍでおよそ５ｋＶの端子間絶縁レベルが確保できる。なお、図示例の樹脂キャップ４ａは、端部対を構成する２つのセグメント巻線２、２の端部が挿入し易いような導入部４ａ’、４ａ’が形成されている。

【００４３】

この樹脂キャップ４ａの内部には、樹脂キャップ４ａの融点よりも軟化点の低い熱硬化性樹脂からなる熱溶融性樹脂ブロック４ｂが収容される。

【００４４】

この熱溶融性樹脂ブロック４ｂはたとえば高耐熱なエポキシ樹脂（ガラス転移温度Ｔｇが２００～２２０℃程度）から成形できる。たとえば、樹脂キャップ４ａの内部にエポキシ樹脂粉体を充填し、圧粉成形することによって熱溶融性樹脂ブロック４ｂを成形できる。樹脂キャップ４ａ内でエポキシ樹脂素材の熱溶融性樹脂ブロック４ｂは１８０℃程度で軟化して低粘度状態となり、端部対３を接続体４の樹脂キャップ４ａ内に挿入（被せる）した後に熱溶融性樹脂が硬化する。

【００４５】

図４で示すように、ステップ１で形成されているすべての端部対３，…のそれぞれに対応するプランジャ５，…を設置しておき、各プランジャ５の上方に接続体４をその開口を上方に臨ませた姿勢で固定しておく。なお、図４では、１列６つのプランジャ５および接続体４が、３列設置されている箇所を抜き出して図示している。また、図４では、理解を容易とするためにステータコアの図示を省略し、セグメント巻線２と端部対３のみを図示している。

【００４６】

ステップ１では、ステータコア１のスロット１ｂを介してその上方に端部対３、…が形成されている。

【００４７】

そこで、ステップ２では、まず、このステータコア１を不図示の回転治具にて上下反転させる（図４のＸ２方向）。

【００４８】

ステータコア１を上下反転させると、下方に臨んだ各端部対３に対応する下方位置には、対応するプランジャ５と該プランジャ５の上で固定された接続体４が位置決めされている。

【００４９】

この段階で複数の端部対３，…が下方に位置する固有の接続体４，…に臨んだ状態となっているが、実際には、図５で示すように、端部対３ごとに接続体４までの距離が相違しており、端部対３と接続体４の間の距離が短いものを基準とした際に、長さｔ１、ｔ２高い位置に他の端部対３，３が位置している。これは、端部対３を形成する際の加工誤差等に起因するものである。

【００５０】

プランジャ５は、その内部にあるバネ５ａで上方に付勢されるようになっている。各プランジャ５を上方に付勢するに当たり、各接続体４を熱処理して内部の熱溶融性樹脂ブロック４ｂを低粘度状態に軟化させ、次いで各プランジャ５を上方に付勢することによって各接続体４を対応する端部対３に被せていく（図４のＸ３方向）。なお、このプランジャ５を付勢する付勢力として５０Ｎ程度を適用できる。また、予め熱溶融性樹脂ブロック４ｂを軟化させる代わりに、端部対３に樹脂キャップ４ａを被せた後に熱溶融性樹脂ブロック４を軟化させてもよい。

【００５１】

各端部対３に接続体４が被せられ、樹脂キャップ４ａ内の軟化した熱溶融性樹脂ブロック４ｂがその内部に端部対３を埋設した姿勢で硬化することにより、図６で示すように、端部対３の周囲には熱溶融性樹脂ブロック４ｂと樹脂キャップ４ａからなる２重の絶縁構

造が形成され、複数のセグメントコイル１０，…（１列６つの端部対を形成する形態の場合には、各相ともに６本の環状のセグメントコイル１０が形成される）が形成される。なお、定格電圧に応じて、巻線の導体露出部とモータコア間の絶縁確保を目的として、端部対３を構成するセグメント巻線２、２の交差部（図中の二股の又部）よりも数ミリ程度上まで２重の絶縁構造が形成されているのがより好ましい。

【００５２】

そして、図示するように、各端部対３に対して固有のプランジャ５を介して接続体４が被せられることから、図５で示すように各端部対相互に高さ方向の位置ずれが存在する場合であっても、各端部対３に対して所望高さまで接続体４を被せることができ、各端部対３に対して２重の絶縁構造を精度よく形成することができる。

【００５３】

なお、図示を省略するが、たとえば図５で示すようにステータコア１が上下反転して各端部対３と対応する接続体４の間の距離を距離センサ等でセンシングし、センシングデータに応じて各プランジャ５のレベルを調整した上で、すべてのプランジャ５を一度に押し上げるような加工方法を適用してもよい。

【００５４】

（セグメントコイルを形成する方法の実施の形態２）

図示を省略するが、セグメントコイルを形成する方法の他の実施の形態として、ステータコア１のスロット１ｂに対して上方から下方にＵの字状のセグメント巻線２を挿入し、ステータコア１の下方からセグメント巻線２，２の端部を突出させて双方を機械曲げ加工しながら相互に寄せ合い、双方の平角導線同士を接触させて溶接し、これを繰り返してすべての端部対３，…をステータコア１の下方で形成する（第１のステップ）。

【００５５】

この後の第２のステップは既述する図示例の第２のステップと同様であり、図６で示すように複数のセグメントコイル１０が形成される。

【００５６】

この方法では、第２のステップにおいてステータコア１の上下反転をおこなう工程やそのための回転治具を不要にできるというメリットがある。

【００５７】

[絶縁破壊試験とその結果]

本発明者等は、実施例と比較例の試験片を作成し、絶縁破壊試験機（ＴＯＳ９２０１（菊水電子製））を使用して試験片を構成する平角線間に電圧を印加して絶縁破壊試験を実施した。

【００５８】

ここで、実施例の試験片を構成する端部対は、平角導線の断面寸法：３．２２ｍｍ×１．７６ｍｍの２つのＡＩＷ平角線を用いてこれらの間に０．５ｍｍの隙間を設けた姿勢でＴＩＧ溶接して端部対を形成した。一方、ＰＰＳ樹脂（Ｚ６５０－Ｂ２（ＤＩＣ株式会社製））を使用して茶筒状の樹脂キャップを製作し、ここにＩＣ封止材（住友ベークライト製でＥＭＥ－Ｇ６３０Ｌ相当）を充填し、タッピングとハンドプレスによって押し固めて熱溶融性樹脂ブロックを製作して接続体とした。

【００５９】

実施例の試験片は、上記する端部対を２つ使用し、それぞれの端部対に接続体を被せて２重の絶縁構造を形成したものを幅１ｍｍの樹脂製スペーサを挟んで実施例の試験片としたものである。

【００６０】

一方、比較例の試験片は、実施例の試験片と同様に２つの端部対を幅１ｍｍの樹脂製スペーサを挟んで一体としたものに対してエポキシ系の粉体塗料を流動浸漬させ、熱硬化を図って２つの端部対に跨る絶縁構造を形成して比較例の試験片としたものである。絶縁破壊試験結果を以下の表１に示す。

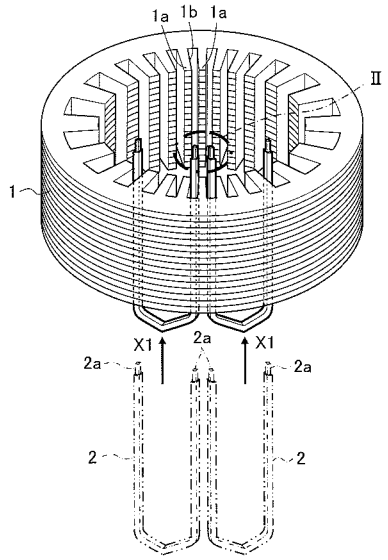
【００６１】

【表１】

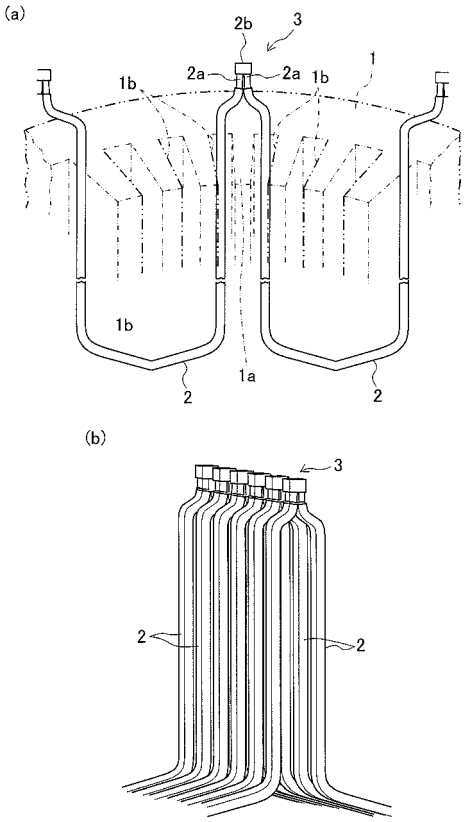
	比較例（ｋＶ）	実施例（ｋＶ）
Ｒｕｎ１	2.3	6.3
Ｒｕｎ２	1.2	7.1

【００６２】
電圧印加条件を変化させて２回の試験をおこなった結果、実施例は比較例に比して３～６倍もの絶縁破壊強度となることが実証されている。
【００６３】
これは、比較例では、絶縁構造がブリッジを形成しており、その内部に流動浸漬の際にトラップしたエアがボイドとして存在することで絶縁性が低下する一方で、実施例は２つの端部対それぞれの絶縁構造間にブリッジが形成されておらず、かつ双方の絶縁構造ともにその内部にボイドが存在しないために絶縁性が高められている結果によるものである。
【００６４】
以上、本発明の実施の形態を図面を用いて詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における設計変更等があっても、それらは本発明に含まれるものである。
【符号の説明】
【００６５】
１…ステータコア、１ａ…ティース、１ｂ…スロット、２…Ｕの字状のセグメント巻線、２ａ…平角導線，２ｂ…溶接部、３…端部対、４…接続体、４ａ…樹脂キャップ、４ｂ…熱溶融性樹脂ブロック、５…プランジャ（押し込み手段）、５ａ…バネ、１０…セグメントコイル

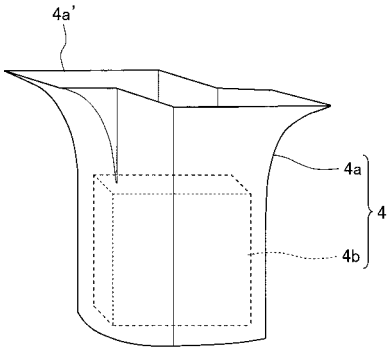
【図１】


1a
1b
1a
Ⅱ
1
X1
2a
X1
2a
2a
2
2

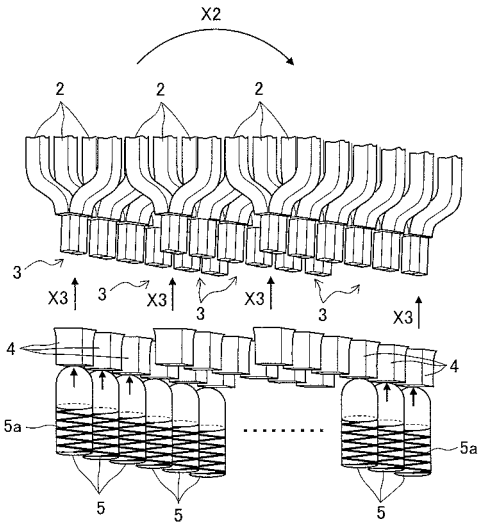
【図２】


(a)
2b
3
1b
2a
2a
1b
1
1b
1a
2
2
(b)
3
2
2

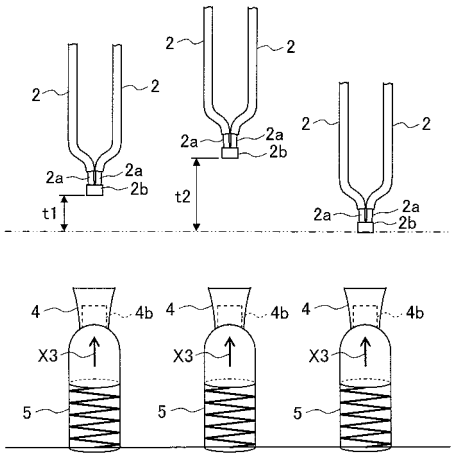
【図３】


4a'
4a
4
4b

【図４】


X2
2
2
2
3
X3
3
X3
3
X3
3
X3
4
4
5a
5a
5
5
5

【図５】



【図６】

