

(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2007-282410
(P2007-282410A)

(43) 公開日 平成19年10月25日(2007.10.25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02K 3/40 (2006.01)	H02K 3/40	5H604
H02K 3/34 (2006.01)	H02K 3/34	C

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2006-107125 (P2006-107125)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成18年4月10日 (2006.4.10)	(71) 出願人	501137636 東芝三菱電機産業システム株式会社 東京都港区三田三丁目13番16号
		(74) 代理人	100077849 弁理士 須山 佐一
		(74) 代理人	100113871 弁理士 川原 行雄
		(74) 代理人	100124073 弁理士 山下 聡
		(74) 代理人	100134223 弁理士 須山 英明

最終頁に続く

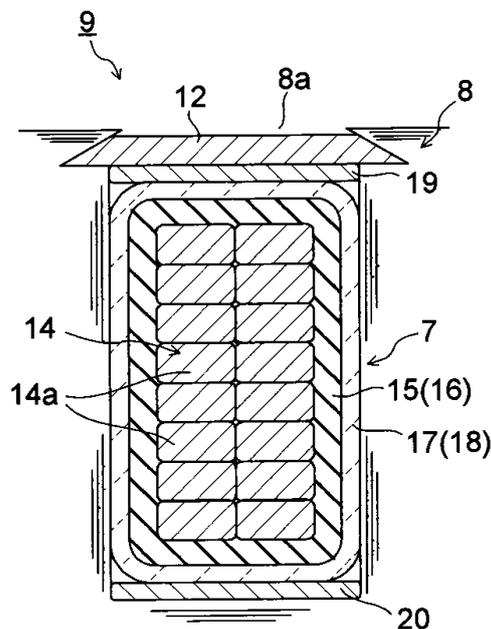
(54) 【発明の名称】 回転電機の固定子コイル、回転電機の固定子コイルの製造方法、半導電性シート、半導電性テープ、および回転電機

(57) 【要約】

【課題】 絶縁コイルの絶縁層内、又はこの絶縁層とコロナ防止層との界面に生じ得る剥離やボイドの発生を効果的に防止することで、コイルの絶縁において良好な誘電特性を得る。

【解決手段】 本発明のコロナ防止テープ18は、素線導体14と、この素線導体14の外周にマイカテープ16を巻回して形成される絶縁層15と、絶縁層15のさらに外周に当該コロナ防止テープ18を巻回して形成されるコロナ防止層17とを有する巻線体を固定子鉄心8の-slot 8a内に収容し、この固定子鉄心8とともに前記巻線体に対し所定の含浸樹脂を含浸及び硬化して得られる固定子コイル7の構成部品として用いられる。ここで、このコロナ防止テープ18は、熱収縮性を有する高分子フィルム補強材22に対し集成マイカをエポキシ樹脂組成物で結着して貼り合わせた基材中に、前記所定の含浸樹脂よりも硬化時における層間の接合力の劣る半導電性樹脂を含浸及び硬化させて得られる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁被覆の施された素線束上に未含浸の集成マイカテープを多重巻回して絶縁層を形成し、この絶縁層のさらに外周部にコロナ防止部材を巻回してコロナ防止層を施して成る巻回体を固定子鉄心スロットに収納結線した後、前記固定子鉄心とともに前記巻回体を含浸樹脂中に浸漬して真空加圧含浸処理し、含浸樹脂を加熱硬化して形成された回転電機の固定子コイルにおいて、

前記コロナ防止部材は、熱収縮性の高分子フィルムおよび織布のうちのいずれか一つを用いて構成される補強材に対し集成マイカをエポキシ樹脂組成物で結着して貼合せた後に、前記含浸樹脂よりも硬化時における層間の接合力の劣る半導電性樹脂を含浸硬化して形成されていることを特徴とする回転電機の固定子コイル。

10

【請求項 2】

前記コロナ防止部材の外周部に対して、当該コロナ防止部材の表面の一部が露出するようにフッ素樹脂あるいはシリコン樹脂からなる離形部材が任意の間隔を空けて飛ばし巻きされていることを特徴とする請求項 1 記載の回転電機の固定子コイル。

【請求項 3】

前記コロナ防止部材は、コロナ防止テープまたはコロナ防止シートであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の回転電機の固定子コイル。

【請求項 4】

前記コロナ防止部材は、ポリエステルフィルム、ポリエチレンフィルムおよびポリプロピレンフィルムの内のいずれかの熱収縮性高分子フィルムで形成されていることを特徴とする請求項 3 記載の回転電機の固定子コイル。

20

【請求項 5】

前記コロナ防止部材は、ガラス繊維を幅方向に配置し、かつ熱収縮性のポリエチレンテレフタレートおよびポリエチレンナフタレートの内のいずれかを材料とする繊維を長手方向に配置してなる織布補強材で形成されていることを特徴とする請求項 3 記載の回転電機の固定子コイル。

【請求項 6】

前記半導電性樹脂として、カーボンを含めたシリコン系樹脂およびカーボンを配合した不飽和ポリエステル系樹脂のいずれかを用いることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の回転電機の固定子コイル。

30

【請求項 7】

絶縁被覆の施された素線束上に未含浸の集成マイカテープを多重巻回して絶縁層を形成し、この絶縁層のさらに外周部に対して、補強材にエポキシ樹脂組成物で修正マイカを結着して貼合せた後から半導電性樹脂を含浸硬化させてなるコロナ防止部材を巻回することによってコロナ防止層を形成し、その後固定子鉄心スロットに収納結線し、前記半導電性樹脂よりも硬化時における層間の接合力の勝る含浸樹脂中に固定子鉄心とともに浸漬して真空加圧含浸処理し加熱硬化したことを特徴とする回転電機の固定子コイルの製造方法。

【請求項 8】

前記コロナ防止部材の外周に対して、当該コロナ防止部材の一部が露出するようにフッ素樹脂あるいはシリコン樹脂からなる離形部材を任意の間隔を空けて飛ばし巻きしたことを特徴とする請求項 7 記載の回転電機の固定子コイルの製造方法。

40

【請求項 9】

絶縁被覆が施された素線束上に未含浸の集成マイカテープを多重巻回して絶縁層を形成し、この絶縁層のさらに外周部に半導電性テープを巻回してなる巻線体を固定子鉄心スロットに収納結線し、この固定子鉄心とともに前記巻線体に対して所定の含浸樹脂を含浸硬化して得られる固定子コイルの構成部品として用いる前記半導電性テープであって、

熱収縮性の高分子フィルムおよび織布のうちのいずれか一つを用いて形成された補強材に集成マイカをエポキシ樹脂組成物で結着して貼合せた基材中に、前記含浸樹脂よりも硬化時における層間の接合力の劣る半導電性樹脂を含浸硬化させて得られたことを特徴とす

50

る半導電性シート。

【請求項 10】

請求項 9 記載の半導電性シートが、テープ状に形成されていることを特徴とする半導電性テープ。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の固定子コイルを備えたことを特徴とする回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、真空加圧含浸によって絶縁処理される回転電機の固定子コイルに係り、特にコロナ放電防止層を施した回転電機の固定子コイル、回転電機の固定子コイルの製造方法、半導電性シート、半導電性テープ、および回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

図 9 に示すように、従来、同期機や誘導電動機等の高電圧大容量の回転電機に用いられる固定子コイル 57 では、絶縁被覆の施された素線 64a を複数本束ねて成形した素線導体 64 上に、マイカテープ 66 を複数回巻回して、まず絶縁層 65 を形成し、この後、絶縁層 65 が形成された巻線体（巻線のユニット）を真空乾燥させて固定子鉄心 58 のスロット 58a 内に収容して結線し、固定子鉄心 58 ごと、絶縁組織の空隙部にエポキシ樹脂などの無溶剤含浸樹脂を真空加圧含浸し、その後加熱硬化させることで固定子コイル 57 が得られる。

【0003】

ここで、固定子コイル 57 には、固定子鉄心 58 のスロット 58a との間で部分的なコロナ放電の発生を防止するために、絶縁層 65 の外周部に、カーボンなどの導電性材料を配合した導電性の樹脂を含浸して硬化させたガラス繊維テープ、又は上記導電性の樹脂を高分子フィルム上に塗布して硬化させたテープなどからなるコロナ防止テープ 68 を巻回してコロナ防止層 67 を形成している。

【0004】

しかしながら、従来のコロナ防止テープ 68 が施された固定子コイル 57 には、含浸樹脂を含浸して硬化させる際に、コロナ防止層 67 と絶縁層 65 との界面、又はこの絶縁層 65 内に、含浸樹脂の抜け落ちや含浸樹脂の硬化収縮などの影響で剥離やボイドが発生することがある。この剥離やボイドは、コイル絶縁の誘電特性を低下させる要因となる。これを詳細に述べると、回転電機の運転中に生じる熱劣化や熱収縮などの影響で、上記剥離やボイドが次第に拡大されて部分放電が増大し、この部分放電の熱でコロナ防止層 67 が徐々に欠損するということである。また、回転電機の長期運転中の電磁振動などによっても欠損部が拡大され、最終的に絶縁層 65 が損傷を受けることで絶縁特性の低下を招くおそれがある。

【0005】

このような欠損部の影響で、固定子鉄心 58 と固定子コイル 57 とが電氣的に非接続状態で同電位にならないため、固定子コイル 57 及び固定子鉄心 58 間でのスロット放電の発生を招くことになる。そこで、半導電性樹脂が塗布された熱収縮性を有する高分子フィルムの反対面に、集成マイカとエポキシ樹脂組成物とで構成される集成マイカ絶縁部材を貼り合わせたコロナ防止テープを適用することで、絶縁特性の低下を抑えた固定子コイルが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開 2003 - 259589

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ここで、上記した含浸樹脂の硬化収縮による剥離やボイドの防止対策としては、硬化収

10

20

30

40

50

縮性の小さい樹脂を使用することなどが有用であるが、一般に、硬化時に収縮性の小さい樹脂は、耐熱性が低くなる傾向にあるため、そのバランスをとることが難しく、このような点を踏まえて、上記の剥離やボイドの防止対策のさらなる改善が求められている。

【0007】

そこで本発明は、上記の事情を考慮してなされたもので、絶縁コイルの絶縁層内、又はこの絶縁層とコロナ防止層との界面などに生じ得る剥離やボイドの発生を効果的に防止することで、コイルの絶縁において良好な誘電特性を得ることができる回転電機の固定子コイル、回転電機の固定子コイルの製造方法、半導電性シート、半導電性テープ、および回転電機の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0008】

上記目的を達成するために、本発明は、絶縁被覆の施された素線束上に未含浸の集成マイカテープを多重巻回して絶縁層を形成し、この絶縁層のさらに外周部にコロナ防止部材を巻回してコロナ防止層を施して成る巻回体を固定子鉄心スロットに収納結線した後、前記固定子鉄心とともに前記巻回体を含浸樹脂中に浸漬して真空加圧含浸処理し、含浸樹脂を加熱硬化して形成された回転電機の固定子コイルにおいて、前記コロナ防止部材が、熱収縮性の高分子フィルムおよび織布のうちのいずれか一つを用いて構成される補強材に対し集成マイカをエポキシ樹脂組成物で結着して貼合せた後に、前記含浸樹脂よりも硬化時における層間の接合力の劣る半導電性樹脂を含浸硬化して形成されていることを特徴とする例えば回転電機の固定子コイルである。

20

【発明の効果】

【0009】

このように本発明によれば、絶縁コイルの絶縁層内、又はこの絶縁層とコロナ防止層との界面などに生じ得る剥離やボイドの発生を効果的に防止することで、コイルの絶縁において良好な誘電特性を得ることが可能な回転電機の固定子コイル、回転電機の固定子コイルの製造方法、半導電性シート、半導電性テープ、および回転電機を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図面に基づき説明する。

30

(第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る高電圧電動機を概略的に示す断面図、図2は、この高電圧電動機が備える固定子の内部構造を示す断面図、図3は、図2の固定子を構成する固定子コイルの構造を示す断面図、図4は、図3の固定子コイルを構成するコロナ防止層の構造を示す断面図である。

【0011】

図1に示すように、本実施形態に係る回転電機としての高電圧電動機1は、回転子軸10を有する回転子鉄心3と回転子コイル2とを備えた回転子5が、固定子9を含む固定構造部分に軸受機構を介して支持されている。この高電圧電動機1は、回転子軸10の両端にそれぞれ対称的に設けられたファン11や、通風ダクトなどを備えて構成される冷却構造を有する。また、上記した固定子9は、固定子コイル7と固定子鉄心8とから主に構成される。

40

【0012】

図2及び図3に示すように、絶縁コイルとしての固定子コイル7では、例えば絶縁被覆の施された複数の素線14aを束ねて成形した素線導体14と、この素線導体14の外周(素線導体14の全長のうち固定子鉄心のスロット内へ実際に収容される対応部分)に、マイカテープ16を多重巻回して形成される絶縁層15と、この絶縁層15のさらに外周にコロナ防止テープ(半導電性テープ)18を巻回して形成されるコロナ防止層(半導電性層)17とを有する巻線体(巻線ユニット)が、固定子鉄心8のスロット8a内に収容されるとともに各素線14aの端部が電氣的に結線される。この後、熱硬化性の所定の含

50

浸樹脂（レジン）である、例えば無溶剤の熱硬化型エポキシ樹脂中に、上記巻線体を、固定子鉄心 8 とともに浸漬させて真空加圧含浸処理を施し、さらにその後、これらを加熱硬化させることで、固定子コイル 7 が得られる。

【 0 0 1 3 】

ここで、上記したマイカテープ 1 6、コロナ防止テープ 1 8 に代えて、これと同一の構造を有するシートとして形成されたマイカシート及びコロナ防止シート（半導電性シート）を適用してもよい。

【 0 0 1 4 】

また、固定子コイル 7 は、前述したように、上記含浸樹脂を介在するかたちで、図 2 に示すように、アース電位となる固定子鉄心 8 のスロット 8 a 内に收容されている。詳細には、固定子コイル 7 は、固定子鉄心 8 のスロット 8 a の底部上に、スペーサ 2 0 を介して設置されている。また、各固定子コイル 7 の側面は、固定子鉄心 8 のスロット 8 a の内側面と接触するように配置されている。さらに、固定子鉄心 8 のスロット 8 a の（図 2 中上方の）開口部には、最上部の固定子コイル 7 の上面にスペーサ 1 9 を介して楔 1 2 が打ち込まれており、この楔 1 2 は、固定子鉄心 8 のスロット 8 a 内において、各固定子コイル 7 を（図 2 中の）上下方向の所定位置に固定している。

10

【 0 0 1 5 】

次に、本実施形態の固定子コイル 7 上にコロナ防止層 1 7 を形成するために用いるコロナ防止テープ 1 8 の構造について説明する。

すなわち、コロナ防止テープ 1 8 は、図 4 に示すように、熱収縮性を有する高分子フィルムにより構成される高分子フィルム補強材 2 2 に対し集成マイカをエポキシ樹脂組成物で結着して貼り合わせた基材（後述する半導電性集成マイカ層 2 3）中に、上記した真空加圧含浸処理時に用いる含浸樹脂よりも、硬化時における層間の接合力の劣る半導電性樹脂を含浸及び硬化させることで得られる。これにより、コロナ防止テープ 1 8 は、高分子フィルム補強材 2 2 上における絶縁層（マイカテープ 1 6）1 5 と接する側の面に、層間の馴染みがよくなるように半導電性集成マイカ層 2 3 が積層され、一方、高分子フィルム補強材 2 2 上における固定子鉄心 8（のスロット 8 a の内壁面）と接する側の面に半導電性樹脂層 2 1 が積層されるように、主に三層構造の半導電性テープとして構成されている。

20

【 0 0 1 6 】

ここで、図 4 に示すように、高分子フィルム補強材 2 2 は、ポリエステル、ポリエチレン及びポリプロピレンのうちの一つがその構成材料として選択されている。また、コロナ防止テープ 1 8 の基材中に含浸させる半導電性樹脂は、上記した真空加圧含浸処理時に用いる含浸樹脂よりも、硬化時（及び/又は硬化後）における層間の接着力が劣るように（接合力が低くなるように）、シリコン系樹脂又は不飽和ポリエステル系樹脂にカーボンを配合して構成されている。ここで、上記した層間の接着力（接合力）の差は、真空加圧含浸処理時に用いる含浸樹脂と基材中に含浸させる半導電性樹脂との、硬化時の個々の樹脂自体の機械的強度の差や、また、個々の樹脂自体における層間への含浸のし易さなどの差により生じる。

30

【 0 0 1 7 】

既述したように、本実施形態に係るコロナ防止テープ 1 8 を用いて製作される高電圧電動機 1 の固定子コイル 7 では、上記した巻線体への真空加圧含浸処理時に適用する含浸樹脂よりも、接合力の劣る半導電性樹脂をコロナ防止テープ 1 8 の基材中に含浸し硬化させるので、含浸させたこれらの樹脂の硬化収縮が生じた場合、固定子鉄心 8 と電氣的に同電位（アース電位）となる上記接着力が劣るコロナ防止層 1 7（コロナ防止テープ 1 8）中の高分子フィルム補強材 2 2 と半導電性集成マイカ層 2 3 との間、及びこの半導電性集成マイカ層 2 3 内での剥離が優先的に生じ易くなる。したがって、本実施形態の固定子コイル 7 によれば、絶縁層 1 5 内、又はこの絶縁層 1 5 とコロナ防止層 1 7 との界面において、含浸樹脂の硬化収縮にて生じ得る樹脂の抜け落ちに起因した剥離やボイドの発生を抑制でき、これにより、良好なコロナ防止効果を得ることができる。

40

50

【0018】

また、本実施形態の固定子コイル7では、絶縁層15（マイカテープ16）とコロナ防止層17（コロナ防止テープ18）との界面で剥離が生じた場合でも、コロナ防止層17上の半導電性集成マイカ層23が、耐コロナ性を発揮し、放電によるコロナ防止層17の貫通方向への欠損を抑えることができる。さらに、本実施形態の固定子コイル7では、コロナ防止層17上の熱収縮性を有する高分子フィルム補強材22が含浸樹脂の硬化とともに熱収縮するので、コロナ防止層17と絶縁層15との間に間隙が生じてしまうことなどが抑制され、これにより、含浸樹脂の流出（樹脂の抜け落ち）を防止できる。

【0019】

このように本実施形態の固定子コイル7によれば、固定子コイル7の絶縁層15内、又はこの絶縁層15とコロナ防止層17との界面などに生じ得る剥離やボイドの発生を効果的に防止できるので、高電圧電動機1の長期運転中に、絶縁層15が、熱収縮、熱劣化及び電磁振動などの影響を受けて損傷してしまうことなどが抑制され、これにより、コイルの絶縁において良好な誘電特性を得ることができる。

10

【0020】

（第2の実施の形態）

次に、本発明の第2の実施の形態について図5及び図6に基づきその説明を行う。ここで、図5は、第2実施形態に係るコロナ防止層の構造を示す断面図、図6は、このコロナ防止層を構成する半導電性樹脂層の構造を模式的に示す平面図である。

この実施形態に係る固定子コイルは、第1の実施形態のコロナ防止層17（コロナ防止テープ18）に代えて、図5及び図6に示すように、コロナ防止層26（コロナ防止テープ27）を用いて構成されている。

20

【0021】

すなわち、コロナ防止層26は、半導電性集成マイカ層29と半導電性樹脂層28とが積層されたかたちで構成されており、コロナ防止層17の高分子フィルム補強材22に代えて、集成マイカをエポキシ樹脂組成物で結着して貼り合わせるべき補強材として織布が適用されている。半導電性樹脂層28中で補強材として機能する織布は、機械的強度の高いガラス繊維28aをコロナ防止テープ27本体の幅方向に配置するとともに熱収縮性を有する高分子繊維（有機繊維）28bをコロナ防止テープ27本体の長手方向に配置することにより構成された交織布である。ここで、高分子繊維28bは、耐熱性が高くしかも熱収縮性に優れる例えばポリエチレンテレフタレートやポリエチレンナフタレートなどを材料として構成されている。

30

【0022】

さらに、詳細には、コロナ防止層26は、上記交織布で構成される補強材に対し集成マイカをエポキシ樹脂組成物で結着して貼り合わせた基材中に、上記した真空加圧含浸処理時に用いる含浸樹脂よりも、硬化時における層間の接合力の劣る半導電性樹脂を含浸及び硬化させることで得られる。

【0023】

したがって、本実施形態の固定子コイルによれば、コロナ防止層17を構成する熱収縮性の良好な高分子繊維28が含浸樹脂の硬化とともに熱収縮するので、固定子コイルの絶縁層とコロナ防止層17との間に間隙が生じることが抑制され、含浸樹脂の流出（樹脂の抜け落ち）を防止できる。また、本実施形態の固定子コイルによれば、ガラス繊維28aによってコロナ防止層26の機械的強度を向上させることができ、しかも、この高分子繊維28bを有することでコロナ防止層26の耐熱性を高めることができる。

40

【0024】

（第3の実施の形態）

次に、本発明の第3の実施の形態について図7に基づきその説明を行う。ここで、図7は、本発明の第3実施形態に係る固定子コイルの構造を概略的に示す平面図である。

図7に示すように、この実施形態では、第1の実施形態の固定子コイル7に代えて、固定子コイル37が例示される。

50

すなわち、同図7に示すように、固定子コイル37は、第1の実施形態の固定子コイル7の製造過程において、固定子鉄心8のスロット8a内に収容されて各部が電氣的に結線される前の（含浸樹脂の真空加圧含浸処理を施す前の段階において）前記巻線体に対し、コロナ防止層17（コロナ防止テープ18）が表層に部分的に露出するようにして離形用テープ38を所定の間隔を空けて飛ばし巻きする工程を追加することで製造される。離形用テープ38は、例えば20 μ m程度の厚さの例えばフッ素樹脂又はシリコン樹脂を材料として形成されている。なお、離形用テープ38は、例えば離形用のシートとして構成されていてもよい。ここで、固定子コイル37では、表層（最外周）に離形用テープ38が巻回されているものの、テープの厚さが薄いため、離形用テープ38間から露出するコロナ防止層17と固定子鉄心8とが接触することとなる。

10

【0025】

したがって、本実施形態の固定子コイル37によれば、第1の実施形態の固定子コイル7の効果に加え、さらに、含浸樹脂の硬化収縮が生じた場合、部分的な間隙ができることを許容する固定子鉄心8と離形用テープ38との間で剥離が優先的に生じ易くなるので、結果的に、例えば絶縁層15内や、この絶縁層15とコロナ防止層17との界面においての樹脂の抜け落ちに起因した剥離やボイドの発生が抑制され、良好なコロナ防止効果を得ることができる。

【0026】

以上、本発明を各実施の形態により具体的に説明したが、本発明はこれらの実施形態のみ限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。例えば、本発明を回転子側のコイルに適用してもよいし、さらには、遮断器用ロッド、ケーブル被覆材料などの各種用途に本発明の半導電性テープ又は半導電性シートを適用することが可能である。

20

【0027】

次に、本発明の具体的な実施例及び従来技術である比較例をそれぞれ示すとともに、これらの実施例及び比較例を対比することで、本発明の作用効果についてさらに詳しく説明する。

【0028】**[実施例1]**

この実施例では、図3、図4に示したように、上記第1の実施形態で説明した固定子コイル7及びコロナ防止層17（コロナ防止テープ18）の構成を、より詳細に特定して説明を行う。

30

すなわち、この実施例1では、図3、図4に示すように、高分子フィルム補強材22に、集成マイカをビスフェノールA系エポキシ樹脂組成物で結着して貼り合わせた後、固定子鉄心8のスロット8a内に前記巻線体を収容して各部を電氣的に結線した後に真空加圧含浸処理を施す際に用いる含浸樹脂よりも接着力の劣る半導電性樹脂を含浸硬化させてコロナ防止テープ18を製作した。

【0029】

ここで、高分子フィルム補強材22には、0.025mmの厚さのポリエステルフィルムを用い、また、含浸硬化させるべき半導電性樹脂は、硬化後の表面抵抗率が $10^2 \sim 10^3$ となるように、シリコン系樹脂または不飽和ポリエステル系樹脂にカーボンブラックを配合して調整を行った。また、固定子コイル7のコロナ防止層17と絶縁層15との適合性（馴染み性）の観点から、半導電性集成マイカ層23を構成する集成マイカ材には、絶縁層25を構成する集成マイカ材と同一の材料を用いた。

40

【0030】

さらに、縦10mm×横50mm×長さ800mmのアルミニウム製の角棒に対し、1/2重ね巻きによって絶縁層25の厚がほぼ均一になるように、樹脂未含浸のマイカテープ16を巻回した。また、絶縁範囲に相当するアルミニウム製の角棒の中央部分の300mmの長さ上に上記のコロナ防止テープ18を1/2重ね1回巻きして、さらにその上に鉄板を当てて模擬スロットを形成し、硬化収縮の比較的大きい無溶剤の熱硬化型脂環式エポ

50

キシ樹脂組成物を用いて真空加圧含浸処理後、加熱硬化してコイル（固定子コイル7）を得た。

【0031】

[実施例2]

この実施例では、図7に示したように、上記第3の実施形態で説明した固定子コイル37の構成を、より詳細に特定して説明を行う。

すなわち、同図7に示すように、真空加圧含浸処理前の実施例1の固定子コイル7の外周面に、コロナ防止テープ18が表層に部分的に露出するようにして離形用テープ38を所定の間隔を空けて飛ばし巻きし、さらにその上に鉄板を当てて模擬スロットを形成し、硬化収縮の比較的大きい無溶剤の熱硬化型脂環式エポキシ樹脂組成物を用いて真空加圧含浸処理後、加熱硬化してコイル（固定子コイル37）を得た。ここでは、離形用テープ38としてテフロン（登録商標）テープ（例えば、日本バルカー工業製7900-S）を用いた。

10

【0032】

[実施例3]

この実施例では、図5、図6に示したように、上記第2の実施形態で説明したコロナ防止層26（コロナ防止テープ27）の構成を、より詳細に特定して説明を行う。

すなわち、この実施例3では、同図5、図6に示すように、交織布で構成された補強材に集成マイカをビスフェノールA系エポキシ樹脂組成物で結着して貼り合わせた後、真空加圧含浸処理を施す際に用いる含浸樹脂よりも接着力の劣る半導電性樹脂を含浸硬化させてコロナ防止テープ27を製作した。

20

ここで、テープ本体の幅方向に配置されたガラス繊維28aとテープ本体の長手方向に配置されたポリエチレンテレフタレート繊維である高分子繊維28bとで構成された上記交織布として、有沢製作所製の交織布テープを用いた。また、固定子コイル7のコロナ防止層17と絶縁層15との適合性（馴染み性）の観点から、半導電性集成マイカ層29を構成する集成マイカ材には、絶縁層25を構成する集成マイカ材と同一の材料を用いた。

【0033】

さらに、縦10mm×横50mm×長さ800mmのアルミニウム製の角棒に対し、1/2重ね巻きによって絶縁層25の厚がほぼ均一になるように、樹脂未含浸のマイカテープ16を巻回した。また、絶縁範囲に相当するアルミニウム製の角棒の中央部分の300mmの長さにより上記のコロナ防止テープ27を1/2重ね1回巻きして、さらにその上に鉄板を当てて模擬スロットを形成し、硬化収縮の比較的大きい無溶剤の熱硬化型脂環式エポキシ樹脂組成物を用いて真空加圧含浸処理後、加熱硬化してコイルを得た。

30

【0034】

[実施例4]

この実施例では、真空加圧含浸処理前の実施例3のコイルの外周面に、コロナ防止テープ27が表層に部分的に露出するようにして離形用テープ38を所定の間隔を空けて飛ばし巻きし、さらにその上に鉄板を当てて模擬スロットを形成し、硬化収縮の比較的大きい無溶剤の熱硬化型脂環式エポキシ樹脂組成物を用いて真空加圧含浸処理後、加熱硬化してコイルを得た。ここでは、離形用テープ38としてテフロン（登録商標）テープ（例えば、日本バルカー工業製7900-S）を用いた。

40

【0035】

[比較例1]

半導電性樹脂が塗布されたガラス基材の反対面に、集成マイカとエポキシ樹脂組成物とで構成される集成マイカ絶縁部材を貼り合わせたコロナ防止テープを作製した。

さらに、縦10mm×横50mm×長さ800mmのアルミニウム製の角棒に対し、1/2重ね巻きによって絶縁層25の厚がほぼ均一になるように、樹脂未含浸のマイカテープを巻回した。また、絶縁範囲に相当するアルミニウム製の角棒の中央部分の300mmの長さにより上記のコロナ防止テープを1/2重ね1回巻きして、さらにその上に鉄板を当てて模擬スロットを形成し、硬化収縮の比較的大きい無溶剤の熱硬化型脂環式エポキシ樹脂

50

組成物を用いて真空加圧含浸処理後、加熱硬化してコイルを得た。

【0036】

[比較例2]

半導電性樹脂が塗布された高分子フィルムの反対面に、集成マイカとエポキシ樹脂組成物とで構成される集成マイカ絶縁部材を貼り合わせたコロナ防止テープを作製した。

さらに、このコロナ防止テープを用いて比較例1と同様の製法でコイルを得た。

【0037】

[実施例1～4及び比較例1、2の考察]

ここで、実施例1～4及び比較例1、2のコイルの誘電特性として電圧 - \tan 特性を図9に示す。同図9に示すように、比較例1よりも比較例2のほうが、電圧 - \tan 特性が低値であり、さらにこの比較例2よりも実施例1～4のほうが電圧 - \tan 特性がより低値であり、良好な誘電特性が得られている。

さらに、前記の試験後、各コイルを切断して断面観察を実施した。

その結果、比較例1、比較例2に用いたコイルの断面のコロナ防止層と絶縁層との界面には剥離が観察された。一方、実施例1～4のコイルの断面のコロナ防止層と絶縁層との界面には剥離はなく、鉄板間とコロナ防止層との間、又はコロナ防止層における半導電性集成マイカ層内で剥離が見られた。なお、鉄板とコロナ防止層との間での剥離は、実施例2、4のコイルで顕著にみられた。また、比較例1及び比較例2の電圧 - \tan 特性の違いは、主に、含浸樹脂の硬化時の樹脂の流出（樹脂の抜け落ち）に起因する剥離又はボイドの発生之差であると推察される。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る高電圧電動機を概略的に示す断面図。

【図2】図1の高電圧電動機が備える固定子の内部構造を示す断面図。

【図3】図2の固定子を構成する固定子コイルの構造を示す断面図。

【図4】図3の固定子コイルを構成するコロナ防止層の構造を示す断面図。

【図5】本発明の第2実施形態に係るコロナ防止層の構造を示す断面図。

【図6】図5のコロナ防止層を構成する半導電性樹脂層の構造を模式的に示す平面図。

【図7】本発明の第3実施形態に係る固定子コイルの構造を概略的に示す平面図。

【図8】本発明の実施例1～4及び比較例1、2の絶縁コイルの誘電特性である電圧 - \tan 特性を示す図。

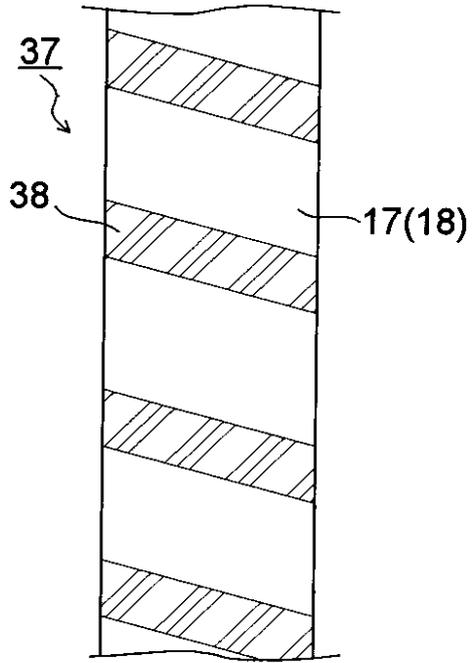
【図9】従来の回転電機が備える固定子の内部構造を示す断面図。

【符号の説明】

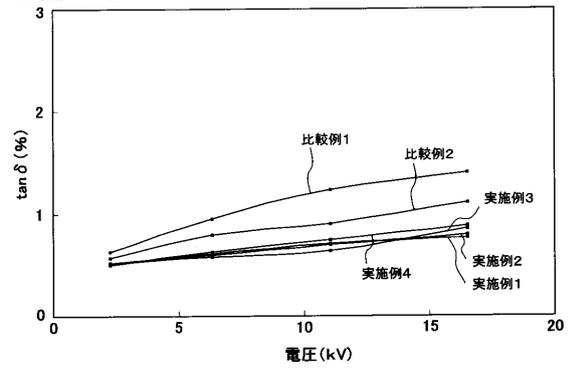
【0039】

1...高電圧電動機（回転電機）、7, 37...固定子コイル（絶縁コイル）、8...固定子鉄心、8a...固定子鉄心のスロット、9...固定子、14...素線導体、14a...素線、15...絶縁層、16...マイカテープ、17, 26...コロナ防止層（半導電性層）、18, 27...コロナ防止テープ（半導電性テープ）、21, 28...半導電性樹脂層、22...高分子フィルム補強材、23, 29...半導電性集成マイカ層、28a...ガラス繊維、28b...高分子繊維、38...離形用テープ。

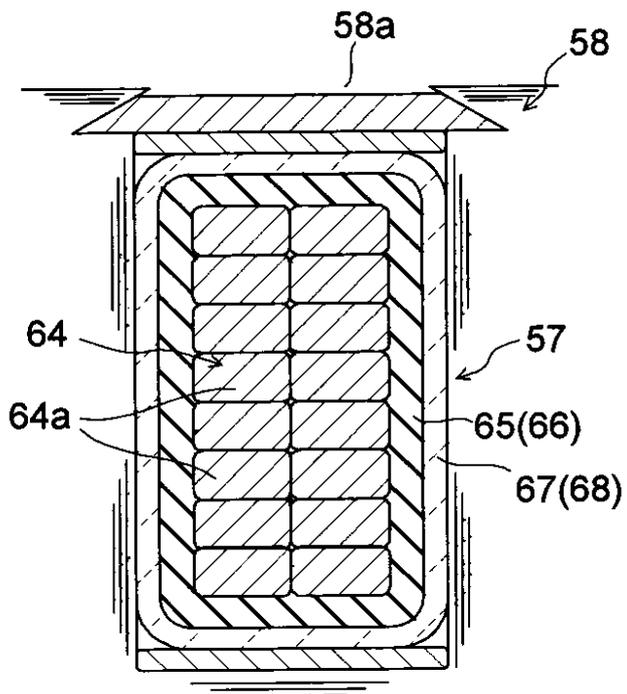
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 岩田 憲之
神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝京浜事業所内
- (72)発明者 岡本 徹志
神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝京浜事業所内
- (72)発明者 金岩 浩志
神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝京浜事業所内
- (72)発明者 柄沢 一成
東京都港区三田三丁目13番16号 東芝三菱電機産業システム株式会社内
- Fターム(参考) 5H604 AA01 BB09 BB10 CC01 CC05 DA09 DA15 DB25 PD01 PD07
PD10