

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6696387号
(P6696387)

(45) 発行日 令和2年5月20日(2020.5.20)

(24) 登録日 令和2年4月27日(2020.4.27)

(51) Int.Cl. F I
HO2K 15/06 (2006.01) HO2K 15/06
HO2K 3/34 (2006.01) HO2K 3/34 C
HO2K 3/18 (2006.01) HO2K 3/18 P

請求項の数 1 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-190734 (P2016-190734)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成28年9月29日(2016.9.29)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2018-57147 (P2018-57147A)	(74) 代理人	110001210 特許業務法人YKI国際特許事務所
(43) 公開日	平成30年4月5日(2018.4.5)	(72) 発明者	山田 耕司 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	令和1年5月17日(2019.5.17)	(72) 発明者	森本 貴文 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内
		審査官	若林 治男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機用カセットコイル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ティース側の第二層コイルの上に第一層コイルが重ねられた二層巻をティースの根元側から先端側に向かう径方向に沿って所定の複数の巻線段で集中巻された回転電機用カセットコイルであって、

ティースの外周4辺の内の1つの辺における巻回は、ティース端面からの高さ配置が径方向に沿って規則的な繰り返し段差を有している階層変位構造の巻回であり、

複数の巻線段の内、径方向の最内径側の巻線段の二層巻のみについて、階層変位構造を取る辺以外の辺の第二層コイルと第一層コイルとの間が絶縁材の固着層で接着固定されている、回転電機用カセットコイル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、回転電機用カセットコイルに係り、特に、二層巻で集中巻された回転電機用カセットコイルに関する。

【背景技術】

【0002】

回転電機のステータの複数のティースに巻回される巻線の方法としては、分布巻の他に集中巻がある。集中巻は、1つのティースに1つの相巻線を所定の巻数で巻回するもので、予めカセットコイルとして巻回しておき、各ティースに順次組付し、渡り線で各コイル

の間を接続して所定のステータ巻線とされる。

【0003】

特許文献1には、回転電機のステータコアの各ティースにそれぞれインシュレータを被せ、次に巻線として形成したコイルを各ティースにインシュレータの上から嵌め込むことが述べられている。インシュレータの上下端面には板ばねの先端に突起が形成されたスナップフィットが形成されており、コイルの内側端がスナップフィットを押しながら乗り越えたところでスナップフィットが戻り、先端の突起でコイルの内側端面を保持する。

【0004】

本開示に関連する技術として、集中巻用の二層巻コイルを各ティースに順次組付すると、最後のコイルの組付のとき、当該ティースの両側のティースには既にコイルが組付済みのため、最後のコイルの組付が困難になる。このときには、最後のコイルの形状の弾性変形性を利用して当該ティースに組付するが、特許文献2には、二層巻コイルの巻回方法において、外側の第一層コイルと内側の第二層コイルとの間に適当な間隙を設け、組付のときの弾性変形性を高める構成が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-222944号公報

【特許文献2】特開2013-223288号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

集中巻コイルは、1本の導線を同心状に連続的に巻回するので、いわばコイルばねのように容易に軸方向に伸縮する。この集中巻のカセットコイルをティースに組付するとき、軸方向に伸縮するので、最内径側の巻線を押さえておかないと、内径側に倒れることが生じる。最内径側の巻線の内径側への倒れが生じると、最内径側の巻線から引き出されるリードと渡り線等との間の接合へ余計な負荷が懸り、接合における損失が増加し、コイル相間への異物混入による絶縁性能の低下の恐れが生じ得る。内径側の倒れを防止するためには、全ての巻線を互いに接着材等で固定すればよいが、そうすると、カセットコイルの全体が一体となり、最後のカセットコイルを当該ティースに組付するときの弾性変形が困難となる。そこで、ティースへの組付時の弾性変形性を確保しながら、内径側の巻線の内径側への倒れを防止できる回転電機用カセットコイルが要望される。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示に係る回転電機用のカセットコイルは、ティース側の第二層コイルの上に第一層コイルが重ねられた二層巻をティースの根元側から先端側に向かう径方向に沿って所定の複数の巻線段で集中巻された回転電機用カセットコイルであって、ティースの外周4辺の内1つの辺における巻回は、ティース端面からの高さ配置が径方向に沿って規則的な繰り返し段差を有している階層変位構造の巻回であり、複数の巻線段の内、径方向の最内径側の巻線段の二層巻のみについて、階層変位構造を取る辺以外の辺の第二層コイルと第一層コイルとの間が絶縁材の固着層で接着固定されている。

40

【0008】

上記構成によれば、最内径側の巻線段以外は、第二層コイルと第一層コイルとの間は接着固定されないため、ティースへの組付時の弾性変形性を確保できる。また、最内径側の巻線段の二層巻は、第二層コイルと第一層コイルとの間が接着固定されるため、その接着固定がない場合に比べ、最内径側の巻線の内径側への倒れを防止できる。

【発明の効果】

【0009】

上記構成の回転電機用カセットコイルによれば、ティースへの組付時の弾性変形性を確保しながら、内径側の巻線の内径側への倒れを防止できる。

50

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態に係る回転電機用カセットコイルと、これが組付されるステータのティースとの関係を示す斜視図である。

【図2】図1における二層巻の巻回の一例を示す図である。

【図3】実施の形態に係る回転電機用カセットコイルの製造方法の手順を示すフローチャートである。

【図4】図3におけるコイル巻線処理工程を示す図である。図4(a)は正面図であり、(b)は、(a)のB-B線に沿った断面図である。

【図5】図3における最内径側の二層巻の固着処理工程を示す図である。図5(a)は固着治具に巻線コイルをセットした状態を示す図で、(b)は、固着のための加圧加熱処理を示す図である。

10

【図6】図3に対応し、図5の固着処理工程後の回転電機用カセットコイルを示す図である。図6(a)は正面図であり、(b)は、(a)のB-B線に沿った断面図である。

【図7】図3における組付処理工程後の回転電機用カセットコイルの三面図である。

【図8】図2における、最後の回転電機用カセットコイルの組付の際の弾性変形処理工程を示す図である。

【図9】実施の形態の作用効果の比較例を示す図である。図9(a)は、最内径側の二層巻の固着処理を行わないときの巻線の内径側への倒れを示す図であり、(b)は、従来技術の二層巻の集中巻用のインシュレータを示す図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に図面を用いて本発明に係る実施の形態につき、詳細に説明する。以下では、車両に搭載される回転電機のステータに用いられるカセットコイルを述べるが、これは説明のための例示であって、集中巻されたコイルを用いる回転電機のステータであれば、車両搭載以外の用途であっても構わない。以下では、集中巻されたコイルとして、平角線を用いて二層巻されたコイルを述べるが、これは説明のための例示である。二層巻の第一層コイルと第二層コイルとの間が絶縁材で固着できればよく、平角線以外の楕円断面の導線や、場合によって円形断面の導線等を用いても構わない。

【0012】

30

以下で述べる形状、ティースの数、巻線段の数、総巻数、材質等は、説明のための例示であって、回転電機用カセットコイルの仕様に合わせ、適宜変更が可能である。以下では、全ての図面において同様の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0013】

図1は、車両に搭載される回転電機のステータ10に用いられる回転電機用カセットコイル30の構成を示す図である。以下では、特に断らない限り、回転電機のステータ10を、ステータ10と呼び、回転電機用カセットコイル30を、カセットコイル30と呼ぶ。

【0014】

ステータ10が用いられる回転電機は、駆動回路の制御によって、車両が力行するときは電動機として機能し、車両が制動時にあるときは発電機として機能するモータ・ジェネレータで、三相同期型の回転電機である。回転電機は、図1に示されるステータ10と、ステータ10の内周側に所定の隙間を隔てて配置される円環状の回転子であるロータとで構成される。図1ではロータの図示を省略した。

40

【0015】

ステータ10は、ステータコア12と、ステータコア12に装着されるインシュレータ20と、インシュレータ20を介してステータコア12に組付されるカセットコイル30とを含む。

【0016】

ステータコア12は、円環状の磁性体部品で、円環状のステータヨーク14とステータ

50

ヨーク 14 から内径側に突き出す複数のティース 16 とを含む。ティース 16 は、ステータ 10 において、磁極となる部分で、三相同期型の回転電機の場合は、3 の倍数のティース 16 がステータコア 12 の周方向に沿って配置される。ここでは、15 個のティース 16 が配置されるが、図 1 ではその内の 1 つが図示される。ティース 16 は、ステータヨーク 14 と上下方向の高さ寸法が同じであり、周方向に沿った幅は、ステータヨーク 14 側の根元側が大きく、内径側に行くほど細くなる先細りの形状を有する。隣接するティース 16 の間の空間は、スロット 18 である。

【0017】

かかるステータコア 12 は、ステータヨーク 14 とティース 16 とを含みスロット 18 が形成されるように所定の形状に成形された円環状の磁性体薄板 19 の複数枚を積層したものが用いられる。磁性体薄板 19 の両面には電氣的絶縁処理が施される。磁性体薄板 19 の材質としては、電磁鋼板が用いられる。磁性体薄板 19 の積層体に代えて、磁性粉末を所定の形状に一体化成形したものをを用いてもよい。

10

【0018】

図 1 に、ステータコア 12 の周方向、上下方向、径方向をそれぞれ示す。周方向は、ステータコア 12 の円周方向に沿った方向であり、上下方向は、回転電機の回転軸の方向であるが、ここでは、ステータコア 12 の端面に垂直な方向を示す。上下方向のうち、渡り線側は、カセットコイル 30 の巻線の巻始めリード 32 と巻き終りリード 34 が引き出されるリード側の方向で、ステータ 10 において複数のカセットコイル 30 が互いに所定の接続関係で接続されるときの渡り線が配置される側である。反渡り線側は、渡り線側と反対方向である。径方向は、ステータコア 12 においてステータヨーク 14 からティース 16 が突き出す方向で、カセットコイル 30 がティース 16 に組付される方向である。内径側は、ティース 16 の先細り形状側であり、外径側は、ステータヨーク 14 側である。カセットコイル 30 は、ティース 16 の内径側から外径側に嵌め込むようにして組付される。組付の詳細については後述する。

20

【0019】

インシュレータ 20 は、カセットコイル 30 の二層巻の内側巻線である第二層コイルの内周側面と、これに向かい合うステータコア 12 の外周側面との間に保持される筒状形状を有する絶縁体である。インシュレータ 20 は接着等の固定手段によってステータコア 12 に固定される。爪 22, 24 は、インシュレータ 20 の渡り線側の面と、その反対側の反渡り線側の面とにそれぞれ設けられ、カセットコイル 30 の集中巻の最内径側の第二層コイルが内径側に飛び出さないように押えるコイル押えである。

30

【0020】

かかるインシュレータ 20 は、電気絶縁性を有するシートを所定の形状に成形したものをを用いることができる。電気絶縁性を有するシートとしては、紙の他、プラスチックフィルムを用いることができる。カセットコイル 30 の絶縁皮膜の電気絶縁性が十分であるときはインシュレータ 20 を省略してもよい。そのときは、カセットコイル 30 はティース 16 の外周面に直接的に向かい合って配置され、接着等の手段で固定される。以下では、インシュレータ 20 を設けるものとする。

【0021】

カセットコイル 30 は、集中巻されたコイルで、1 つのティース 16 に 1 つの相巻線が所定巻数で巻回された二層巻コイルである。集中巻されたコイルとは、ティース 16 の径方向に垂直な矩形断面を構成する 4 つの辺に 1 本の絶縁皮膜付き導線が連続的に巻回されたコイルである。絶縁皮膜付き導線の素線としては、銅線、銅錫合金線、銀メッキ銅錫合金線等が用いられる。素線としては、断面形状が略矩形の平角線が用いられる。絶縁皮膜としては、ポリアミドイミドのエナメル皮膜が用いられる。これに代えて、ポリエステルイミド、ポリイミド、ポリエステル、ホルマール等を用いることができる。エナメル皮膜として、加圧加熱によって熔融し、隣接する導線を互いに融着する自己融着層を有するものが用いられる。自己融着層としては、ブチラール樹脂、ナイロン樹脂、エポキシ樹脂が用いられる。

40

50

【 0 0 2 2 】

集中巻された二層巻コイルは、ティース16の径方向に沿って所定の複数の巻線段で巻回されて配置され、各巻線段が二層の巻線で構成される。換言すると、二層巻コイルであるカセットコイル30は、絶縁皮膜付きの導線を二層巻で所定の複数の巻線段で巻回して所定の総巻数としたもので、1つのカセットコイル30の総巻数は、(巻線段の数×二層)である。図1では、巻線段の数=6の巻線段40として、外径側から内径側に向かって、巻線段40a, 40b, 40c, 40d, 40eを示す。総巻数は12である。巻始めリード32は、最外径側の巻線段40aに設けられ、巻終わりリード34は、最内径側の巻線段40fに設けられる。

【 0 0 2 3 】

ここでは、1つのティース16に巻回された1つの二層巻コイルを構成する二層の各巻線を区別して、第一層コイル36、第二層コイル38と呼ぶ。二層巻コイルが2層構造で積み重なるとき、外側に巻かれる巻線が第一層コイル36で、第一層コイル36よりも内側でティース16側に巻かれる巻線が第二層コイル38である。

【 0 0 2 4 】

「二層巻コイル」については、先行技術において幾つかの巻方が周知である。第1の例は、内側層コイルとして、ティース16の根元側から巻始めてティース16の先端側に向かって所定の巻数で巻き、ティース16の先端側に至れば、そこで内側層コイルの外側に移して外側層コイルとしてティースの先端側から根元側に戻る巻方である。第1の例によれば、ティース16の外周4辺の全ての辺において、内側層コイルの外側に外側層コイルが積み重ねられているが、巻始めリード32と巻き終わりリード34が共にティース16の根元側にある。

【 0 0 2 5 】

第2の例は、多層巻として知られている巻方である。この巻方は、先ほどの二層巻において、外側層コイルがティース16の根元側に至れば、そこで外側層コイルのさらに外側に移して、三層目のコイルとしてティースの根元側から先端側に戻り、これを繰り返して、必要な総巻数を得る巻方である。第2の例で、三層巻とすれば、ティース16の外周4辺の全ての辺において、同じ積み重ね順で三層のコイルが巻回されており、巻始めリード32はティース16の根元側にあり、巻き終わりリード34はティース16の先端側にある。

【 0 0 2 6 】

図1のカセットコイル30は、上記のいずれの巻方とも異なり、二層巻でありながら、巻始めリード32はティース16の根元側の最外径側の巻線段40aに設けられ、巻終わりリード34は、ティース16の先端側の最内径側の巻線段40fに設けられる。この巻方も先行技術によって周知であって、例えば、特許文献2にその巻方が開示されている。

【 0 0 2 7 】

「二層巻コイル」または「多層巻コイル」の先行技術で周知のいくつかの巻方は、それぞれ利点があり、適用される対象に応じて最適の巻方が選択される。図1のカセットコイル30の巻方は、巻始めリード32と巻き終わりリード34とがそれぞれティース16の根元側と先端側とに分かれているので、ステータ10における複数のカセットコイル30について渡り線を用いて所定の巻回方法で接続するのに便利である。しかも二層巻であるので、限られたスロット18の空間の範囲で総巻数を効率よく大きくできる。上記の第1の例では、巻始めリード32と巻き終わりリード34とがそれぞれティース16の根元側と先端側とに分かれて配置することができない。上記の第2の例では、巻始めリード32と巻き終わりリード34とがそれぞれティース16の根元側と先端側に分かれて配置するには三層巻となり、巻線体積が大きくなり、限られたスロットの空間の範囲に収納しきれないことが生じる。

【 0 0 2 8 】

図2に、二層巻でありながら、巻始めリード32がティース16の根元側の最外径側の巻線段40aに設けられ、巻き終わりリード34は、ティース16の先端側の最内径側の巻線

10

20

30

40

50

段40fに設けられる巻方の基本構成を示す。この巻方は、2つの巻線段を単位として繰り返す。図1の例では、巻線段の数=6であるので、図2の2つの巻線段の巻方を基本として、これを3回繰り返すことになる。

【0029】

図2において、(a)にティース16の外周4辺の輪郭を斜線付の枠Aで示す。辺21は、外周4辺の内の渡り線側の辺である。枠Aは、導線がティース16の外周4辺の周りに巻回されることを示すために用いられ、上下方向に沿った辺21の高さ位置は、辺21において巻かれる巻線の高さ位置の基準として用いられる。導線は、インシュレータ20を介してティース16の周りに巻回されるが、図2ではインシュレータ20の厚さの分を省略した。

10

【0030】

図2(b)は、巻回の単位となる2つの巻線段の内、外径側の巻線段を示し、(c)は、内径側の巻線段を示す。実際のカセットコイル30では、(b)と(c)は密接して隣接するが、図2では、外径側の巻線段から内径側の巻線段への移り変わりを示すため、適当に離間させて示す。(b)、(c)のそれぞれにおける斜線付の枠Aは、(a)で示すティース16の外周4辺の輪郭である。ティース16の外周4辺の輪郭は、内径側に行くほど周方向に沿った幅が大きくなるが、図2では同じ幅で示す。

【0031】

(b)の外径側の巻線段においては、最初に巻線42から始まる巻線43が1巻分巻かれた後、その内側へ移って巻線45が約3/4巻で巻かれる。巻線45は、辺21に沿って、内径側の巻線段へ移る巻線46となる。巻順の方向を矢印で示した。

20

【0032】

これを図1のカセットコイル30に当てはめると、巻始めリード32を(b)の巻線42として、最外径側の巻線段40aでは、その巻始めリード32がティース16の外周の周りに1巻分巻かれた後、その内側へ移って巻線43が約3/4巻で巻かれる。巻線43は、辺21に沿って、内径側の巻線段40bへ移る巻線46となる。

【0033】

(c)の内径側の巻線段においては、(b)から移ってきた巻線46がティース16に関する斜線付の枠Aの周りに1巻分巻かれた後、その外側へ移って巻線44が約3/4巻で巻かれる。巻線44は、次の内径側の巻線段に移る。次の内径側の巻線段は、(b)と同じであるので、巻線44は、次の内径側の巻線段における巻線42となる。これが繰り返えされて、2の倍数の巻線段40を有するカセットコイル30が形成される。

30

【0034】

これを図1のカセットコイル30に当てはめると、巻終わりリード34を(c)の巻線44として、最内径側の巻線段40fでは、その巻線44の内側に巻線47が1巻分巻かれた後、その外側へ移って、巻線が約3/4巻で巻かれる。そこから引き出されると、巻き終わりリード34となる。巻き終わりリード34が渡り線側に引き延ばされた状態では、最内径側の巻線段40fは、辺21において、斜線付の枠Aに接する高さ位置を有する巻線と、その外側に積み重ねられた高さ位置の巻線がある。

【0035】

(b)、(c)について、辺21において巻回される各巻線の高さ位置を h_1 、 h_2 、 h_3 と示す。 h_1 、 h_2 、 h_3 は、上下方向に沿った辺21の高さ位置が原点である。(b)においては、巻線42が一番高く h_1 で、巻線43の高さ位置は h_1 よりも低い h_2 で、巻線46はさらに低く h_3 である。 h_3 は、辺21の高さ位置に相当する。(c)については、巻線44が一番高く h_1 で、巻線47の高さ位置は h_1 よりも低い h_2 で、巻線46はさらに低く h_3 である。 h_3 は、辺21の高さ位置に相当する。

40

【0036】

このように、カセットコイル30における二層巻は、巻始めリード32と巻き終わりリード34を、ティース16の最外径側と最内径側に配置するために、外側層のコイルを巻いてからその内側に内側層のコイルを巻く。これに引き続き、内側層のコイルを巻いてから

50

、その外側に外側層のコイルを巻く。これを繰り返すときに、外側層から内側層への移り替わりと、内側層から外側層への移り変わりは、渡り線側の辺 2 1 の上で行われる。そのために、ティース 1 6 の外周 4 辺の内の周方向の両側の辺及び上下方向の反渡り線側の辺における巻回は、第一層コイル 3 6 と第二層コイル 3 8 とが単純に積み重ねられているが、渡り線側の辺 2 1 における巻回は、これらと異なる。すなわち、ティース 1 6 の外周 4 辺の内の渡り線側の辺 2 1 における巻回は、ティース端面からの高さ位置 h_1 , h_2 , h_3 が径方向に沿って、規則的な繰り返し段差を有する。この構造を、階層変位構造 5 0 と呼ぶ。先行技術の第 1 の例、第 2 の例は、共に、ティース 1 6 の外周 4 辺の全ての辺において、同じ積み重ね順で複数層のコイルが巻回されており、階層変位構造 5 0 を有さない。

10

【 0 0 3 7 】

図 1 に戻ると、インシュレータ 2 0 には、ティース 1 6 の辺 2 1 側に爪 2 2 が設けられ、これと反対側の反渡り線側に爪 2 4 が設けられる。爪 2 2 , 2 4 は、カセットコイル 3 0 の集中巻の最内径側の第二層コイル 3 8 の巻線が内径側に飛び出さないように押えるコイル押えである。階層変位構造 5 0 の巻回では、最内径側の巻線段 4 0 f において、辺 2 1 に関し、斜線付の枠 A に接する高さ位置 h_3 を有する巻線 4 6 と、その外側に積み重ねられた高さ位置 h_2 の巻線 4 7 とがある。高さ位置 h_3 を有する巻線は、第二層コイル 3 8 に相当するので、第二層コイル 3 8 に相当する巻線 4 6 は、爪 2 2 によってしっかり固定され、内径側に飛び出すことはない。これに対し、巻線 4 7 は、高さ位置 h_2 を有するので、爪 2 2 によって固定されず自由状態であるので、インシュレータ 2 0 を介してティース 1 6 にカセットコイル 3 0 を組付の際に、内径側に倒れる恐れが生じる（後述の図 9 (a) 参照）。

20

【 0 0 3 8 】

インシュレータ 2 0 の構造において、巻線 4 7 の飛び出し防止の爪を設けることも考えられる。しかし、階層変位構造 5 0 は、3 つの高さ位置 h_1 , h_2 , h_3 が径方向に沿って規則的な繰り返し段差を有するので、中間の高さ位置 h_2 の巻線 4 7 を固定する爪を設けにくい。なお、先行技術における第 1 の例、第 2 の例は、ティース 1 6 の外周 4 辺の全ての辺において、同じ積み重ね順で複数層のコイルが巻回されているので、全ての高さ位置のコイルについて、固定用の爪を設けることは容易である。

【 0 0 3 9 】

図 1 のカセットコイル 3 0 における固着層 6 0 は、最内径側の巻線段 4 0 f において、第一層コイル 3 6 と第二層コイル 3 8 との間を絶縁材で接着固定した絶縁層である。固着層 6 0 は、最内径側の巻線段 4 0 f にのみ設けられる。これは、集中巻のカセットコイル 3 0 をステータコア 1 2 のティース 1 6 にインシュレータ 2 0 を介して組付の際に、最後の 1 5 個目のカセットコイル 3 0 は、巻線の弾性変形性を利用する（後述の図 8 参照）ため、外径側の巻線段 4 0 は固着できないからである。固着層 6 0 は、最内径側の巻線段 4 0 f について、周方向の両側における第一層コイル 3 6 と第二層コイル 3 8 との間にそれぞれ設けられる。両側の固着層 6 0 を区別するときは、内径側からみて、周方向に沿った左側を固着層 6 2 と呼び、右側を固着層 6 4 と呼ぶ。渡り線側の第一層コイル 3 6 と第二層コイル 3 8 は、単純な積み重ね構造ではなく、階層変位構造 5 0 の一部であるので、固着層 6 0 は設けない。なお、反渡り線側の第一層コイル 3 6 と第二層コイル 3 8 との間に、追加的に、固着層を設けてもよい。

30

40

【 0 0 4 0 】

固着層 6 2 , 6 4 を設けることで、高さ位置 h_2 を有する巻線 4 7 は、高さ位置 h_3 を有する巻線 4 6 と固着されて、剛性が増加する。また、巻線 4 6 は爪 2 2 , 2 4 によってティース 1 6 に対し固定されるので、インシュレータ 2 0 を介してティース 1 6 にカセットコイル 3 0 を組付の際に、高さ位置 h_2 を有する巻線 4 7 が内径側に倒れることを防止できる。

【 0 0 4 1 】

上記構成のカセットコイル 3 0 の製造方法と、インシュレータ 2 0 を介してステータコ

50

ア 1 2 にカセットコイル 3 0 を組付する方法とについて、図 3 から図 8 を用いて詳細に説明する。図 3 は、カセットコイル 3 0 を製造し、製造されたカセットコイル 3 0 についてインシュレータ 2 0 を介してステータコア 1 2 に組付する手順を示すフローチャートである。

【 0 0 4 2 】

最初に、コイル巻回処理工程が行われる (S 1 0)。この処理工程は、所定の巻型枠に、自己融着層を有する絶縁皮膜付き導線を巻きつけ、内側の第二層コイル 3 8 の上に第一層コイル 3 6 を重ねて、所定の複数の巻線段で巻回して行われる。第一層コイル 3 6 と第二層コイル 3 8 の巻回の仕方は図 2 で述べた方法である。図 4 は、コイル巻回処理後の巻線コイル 2 9 を示す図である。図 4 (a) は、内径側から見た正面図であり、(b) は、(a) の B - B 線に沿った断面図である。巻線コイル 2 9 は、自己融着層が溶融しておらず、固着層 6 2 , 6 4 がまだ形成されていない。したがって、最内径側の巻線段 4 0 f を含め、総巻数 = 1 2 の巻線は、1 つのコイルばね状で、径方向に弾性的に延ばすことができる。

10

【 0 0 4 3 】

図 3 に戻り、次に、最内径側の第一層コイル 3 6 と第二層コイル 3 8 との間の固着処理工程が行われる (S 1 2)。固着処理には、所定の固着治具 7 0 が用いられる。固着治具 7 0 は、図 5 (a) に示すように、受台 7 2 と、ヒータ 7 3 を内蔵する押え板 7 4 とを含んで構成される。図 5 (a) は、受台 7 2 とヒータ 7 3 との間に、S 1 0 で得られた巻線コイル 2 9 を配置した図である。ここでは、最外径側の巻線段 4 0 a を受台 7 2 側に、最内径側の巻線段 4 0 f を、ヒータ 7 3 を内蔵する押え板 7 4 側に配置する。

20

【 0 0 4 4 】

図 5 (b) は、受台 7 2 に対し押え板 7 4 に圧力 P を印加し、押え板 7 4 のヒータ 7 3 に通電する加圧加熱処理を行う図である。圧力 P の印加によって巻線コイル 2 9 の整形が行われる。この圧力 P の印加と、ヒータ 7 3 への通電とは、最内径側の巻線段 4 0 f の自己融着層のみが溶融し、それ以外の巻線段 4 0 e , 4 0 d , 4 0 c , 4 0 b , 4 0 a の自己融着層は溶融しない程度に設定される。図 5 (b) では、と示す破線枠で、自己融着層が溶融する範囲を示す。押え板 7 4 におけるヒータ 7 3 の配置は、と示す破線枠が、図 1 で述べた階層変位構造 5 0 と反渡り線側とに及ばないように設定される。かかる と示す破線枠が最内径側の巻線段 4 0 f に留まる圧力 P の印加とヒータ 7 3 への通電の設定条件は、予め実験等で求められる。

30

【 0 0 4 5 】

上記では、カセットコイル 3 0 に自己融着層を有する絶縁皮膜付き導線を用いるものとしたが、自己融着層を有さない絶縁皮膜付き導線を用い、最内径側の巻線段 4 0 f の所定の箇所に熱硬化性の絶縁樹脂を配置してもよい。熱硬化性の絶縁樹脂としては、エポキシ樹脂を用いることができる。この場合には、最内径側の巻線段 4 0 f の所定の箇所に塗布等で設けた熱硬化性の絶縁樹脂が他の巻線段 4 0 e , 4 0 d , 4 0 c , 4 0 b , 4 0 a に流れないようにするため、固着治具 7 0 の構成を図 5 とは逆にする。すなわち、受台 7 2 にヒータ 7 3 を内蔵させ、受台 7 2 側に最内径側の巻線段 4 0 f を配置し、最外径側の巻線段 4 0 a を押え板 7 4 側に配置することがよい。

40

【 0 0 4 6 】

図 6 は、図 4 に対応する図で、図 5 の固着処理工程 (S 1 2) 後のカセットコイル 3 0 を示す図である。図 6 (a) は正面図であり、(b) は、(a) の B - B 線に沿った断面図である。ここでは、最内径側の巻線段 4 0 f の第一層コイル 3 6 と第二層コイル 3 8 との間に、固着層 6 2 , 6 4 が形成されている。その他は図 4 で述べた内容と同様であるので、詳細な説明を省略する。

【 0 0 4 7 】

図 3 に戻り、図 5 の固着処理工程 (S 1 2) 後のカセットコイル 3 0 が得られると、次に、カセットコイル 3 0 のティース 1 6 への組付処理工程が行われる (S 1 4)。ステータコア 1 2 は、1 5 個のティース 1 6 を有するので、1 4 個までのカセットコイル 3 0 は

50

、当該ティース16の少なくとも片側に隣接するティース16にまだカセットコイル30が組み込まれていなければ、当該ティース16へ容易に組付できる。図1を参照して、インシュレータ20が既に配置されたティース16に対し、内径側の先端側からカセットコイル30を嵌め込むようにして組付が行われる。その際に、爪22, 24は弾性を有するので、カセットコイル30は爪22, 24を外径側に曲げながらティース16の外径側に押し込み、最内径側の巻線段40fが爪22, 24を乗り越えると、爪22, 24が元の形状に復帰し、カセットコイル30を固定する。

【0048】

図7は、S14の組付処理工程後のカセットコイル30と、ステータコア12及びインシュレータ20との関係を示す三面図である。図7(a)は、内径側から見た正面図であり、(b)はその側面図であり、(c)は上面図である。図7に示すように、最内径側の巻線段40fにおいて、第一層コイル36と第二層コイル38の間に固着層62, 64が設けられる。また、渡り線側の第二層コイル38(図2の巻線47に相当)は、爪22によってティース16に固定され、反渡り線側の第二層コイル38は爪24によって固定される。

10

【0049】

図3に戻り、ステータコア12における15個のティース16の内、14個目までは、順次カセットコイル30の組付が行われる(S16)。それぞれについて、組付後の状態は図7で述べた内容である。最後の15個目のカセットコイル30の組付は、カセットコイル30の弾性変形性を利用した弾性組付処理が行われる(S18)。

20

【0050】

図8は、S18の弾性組付処理を示す図である。図8は、ステータ10の上面図である。15個のティース16を区別して、上面図において時計回りにN=1からN=15の番号を付す。図8は、N=1からN=14のティース16にそれぞれカセットコイル30(N=1)から、カセットコイル30(N=14)の14個のカセットコイル30が組付された状態である。N=15のティース16には、インシュレータ20(N=15)が既に被せられ、ステータコア12の内径側にカセットコイル30(N=15)が組付のために置かれる。ティース(N=15)の周方向の両側に隣接するティース(N=1)とティース(N=14)には、それぞれカセットコイル30(N=1)とカセットコイル30(N=14)が既に組付済みである。

30

【0051】

ティース16は内径側に先細りの形状である。このため、ティース(N=15)の先端側におけるカセットコイル30(N=1)とカセットコイル30(N=14)との間の間隔L0は、図6で形成されたままのカセットコイル30(N=15)の最外径側の周方向に沿った寸法L1よりも狭い。カセットコイル30(N=15)をティース16(N=15)にそのまま組付しようとする、カセットコイル30(N=1)とカセットコイル30(N=14)とに干渉する。

【0052】

そこで、カセットコイル30(N=15)の弾性変形性を利用して、コイルばねとしての形状を変形させる。変形は、第一層コイル36と第二層コイル38との間の間隔を広げたり狭めたりして行う。最内径側の巻線段40fは、第一層コイル36と第二層コイル38とが固着層62, 64で固着されているが、それ以外の巻線段40e, 40d, 40c, 40b, 40aは、第一層コイル36と第二層コイル38とは固着されていないので、変形の自由度がある。図8は、弾性変形後の巻線コイル31(N=15)についての各巻線の配置状態を示す。この弾性変形性によって、最後のカセットコイル30(N=15)がインシュレータ(N=15)に組付され、爪22, 24によって、ティース16(N=15)に固定される。このようにして、ステータコア12に対するカセットコイル30の組付が行われる。

40

【0053】

図9は、本実施の形態に係るカセットコイル30の作用効果を示す2つの比較例を示す

50

図である。図9(a)は、最内径側の巻線段40fへの固着処理を行わないときの巻線の内径側への倒れを示す図である。固着処理を行わない場合、第二層コイル38は、爪22, 24によってステータコア12に固定される。そのときでも、最内径側に設けられる巻終りリード34は、第一層コイル36から引き出されるため、爪22, 24によってステータコア12に固定されず自由端となっている。そのため、カセットコイル30をティース16に組付する際に、作業者が指等で押えていないと、巻終りリード34は、内径側への倒れを生じる。本実施の形態のカセットコイル30では、最内径側の巻線段40fについて、第一層コイル36と第二層コイル38との間が固着層62, 64によって固着される。第二層コイル38は爪22, 24によってステータコア12に固定され、第一層コイル36は第二層コイル38に固着層62, 64によって固着されるので、第一層コイル36はティース16に固定される。これにより、巻終りリード34における内径側への倒れが生じない。

10

【0054】

図9(b)は、従来技術の二層巻の集中巻用のインシュレータ80の例を示す図である。このインシュレータ80は、3つの爪82, 84, 86を有する。爪82, 84は、第二層コイル38を固定するためのもので、本実施の形態の爪22, 24と同じ働きをする。爪86は、カセットコイル30の反渡り線側において、第一層コイル36を固定する働きをする。これによって、巻終りリード34において内径側への倒れを軽減することができる。本実施の形態のカセットコイル30では、最内径側の巻線段40fについて、第一層コイル36と第二層コイル38との間が固着層62, 64によって固着されるので、第一層コイル36のための爪86を用いなくても済む。すなわち、本実施の形態のカセットコイル30のためのインシュレータ20は、従来技術のインシュレータ80に比較して簡単な構造となり、コスト低減が実現でき、ステータ10の体格の小型化が可能になる。

20

【0055】

本実施の形態に係る回転電機用カセットコイル30は、ティース16側の第二層コイル38の上に第一層コイル36が重ねられた二層巻をティース16の根元側から先端側に向かう径方向に沿って所定の複数の巻線段40で集中巻されたカセットコイル30である。ここで、ティース16の外周4辺の内の1つの辺における巻回は、ティース16端面からの高さ配置が径方向に沿って規則的な繰り返し段差を有している階層変位構造50の巻回である。そして、複数の巻線段40の内、径方向の最内径側の巻線段40fの二層巻のみについて、階層変位構造50を取る辺以外の辺の第二層コイル38と第一層コイル36との間が絶縁材の固着層62, 64で接着固定されている。

30

【0056】

上記構成によれば、最内径の巻線段40f以外は、第二層コイル38と第一層コイル36とは固着層62, 64によっては接着固定されないため、ティース16への組付時の弾性変形性を確保できる。また、最内径の巻線段40fの二層巻は第二層コイル38と第一層コイル36との間が固着層62, 64によって接着固定されるので、その接着固定がない場合に比べ、最内径側の巻線の内径側への倒れを防止できる。

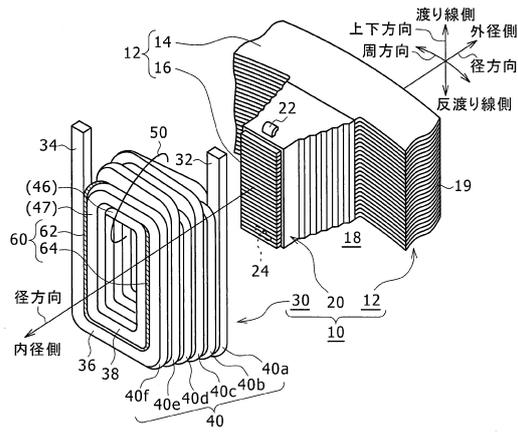
【符号の説明】

【0057】

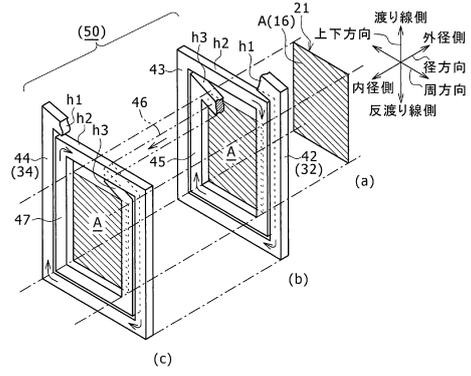
10 ステータ、12 ステータコア、14 ステータヨーク、16 ティース、18 スロット、19 磁性体薄板、20, 80 インシュレータ、21 辺、22, 24, 82, 84, 86 爪、29 巻線コイル、30 (回転電機用)カセットコイル、31 (弾性変形された)巻線コイル、32 巻始めリード、34 巻終りリード、36 第一層コイル、38 第二層コイル、40 (所定の複数の)巻線段、40a, 40b, 40c, 40d, 40e 巻線段、40f (最内径側の)巻線段、42, 43, 44, 45, 46, 47 巻線、50 階層変位構造、60, 62, 64 固着層、70 固着治具、72 受台、73 ヒータ、74 押え板。

40

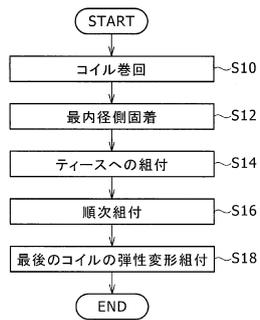
【図1】



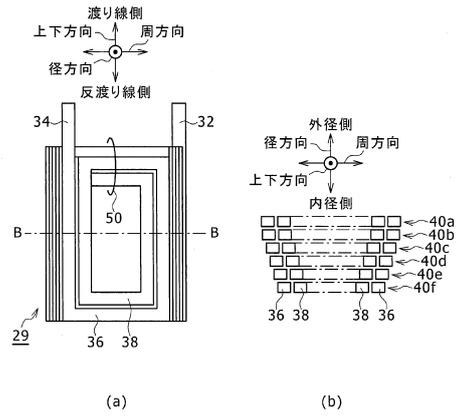
【図2】



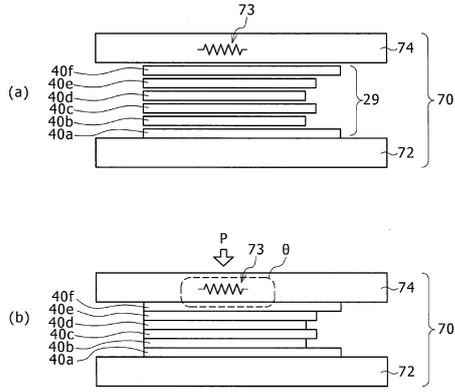
【図3】



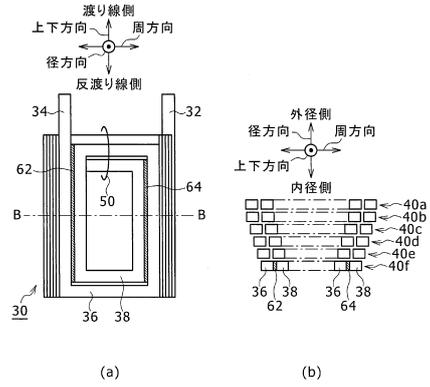
【図4】



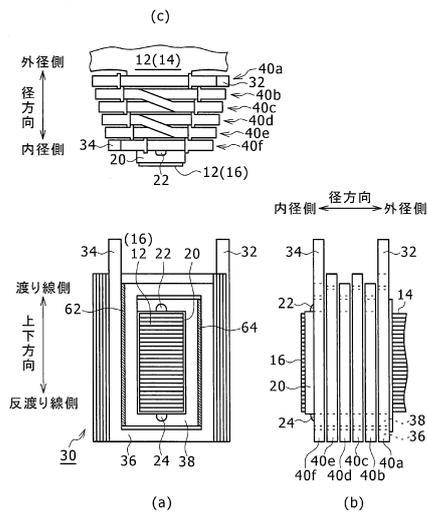
【図5】



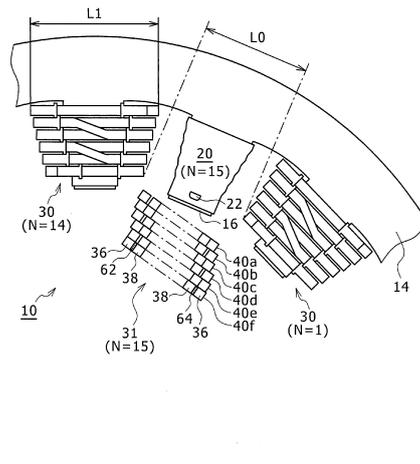
【図6】



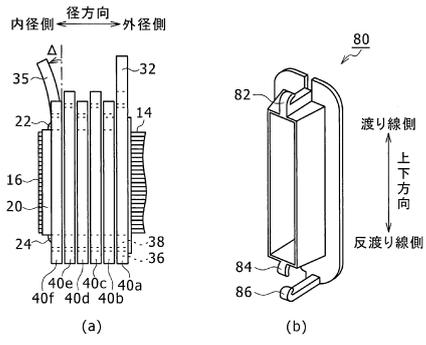
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2011/001736(WO, A1)

特開2013-223288(JP, A)

特開2000-184646(JP, A)

特開2011-135640(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 15/06

H02K 3/18

H02K 3/34