(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6288002号
(P6288002)

(45)発行日　平成30年3月7日(2018.3.7)　(24)登録日　平成30年2月16日(2018.2.16)

(51)Int.Cl.		F I		
H02K 15/085	(2006.01)	H02K	15/085	
H02K 3/34	(2006.01)	H02K	3/34	C
H02K 3/48	(2006.01)	H02K	3/48	

請求項の数 5　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2015-158382(P2015-158382)
(22)出願日　平成27年8月10日(2015.8.10)
(65)公開番号　特開2017-38474(P2017-38474A)
(43)公開日　平成29年2月16日(2017.2.16)
審査請求日　平成29年2月21日(2017.2.21)

(73)特許権者　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　110001210
特許業務法人ＹＫＩ国際特許事務所
(72)発明者　星名　博
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

審査官　服部　俊樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】回転電機ステータの製造方法及び回転電機用カセットコイル

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

円環状のステータヨークから内周側に突き出す複数のティースを有するステータコアを形成し、

平角線を用いて所定の巻数で集中巻されるカセットコイルの形成であって、前記ティースに装着される前において、少なくとも１巻の巻線形状について巻方向の軸に対する所定のずらし量を与えて形成し、

前記ずらし量を戻しながら前記ティースのそれぞれに前記カセットコイルを装着し、

前記カセットコイルのそれぞれの巻端子を所定の接続方法で互いに接続して回転電機における所定の巻線コイルを形成することを特徴とする回転電機ステータの製造方法。

【請求項２】

円環状のステータヨークから内周側に突き出す複数のティースを有するステータコアを形成し、

平角線を用いて所定の巻数で集中巻されるカセットコイルの形成であって、前記ステータコアに装着される前において、少なくとも１巻の巻線形状について巻方向の軸に対する所定のずらし量を与えて形成し、

前記カセットコイルの内周側面とこれに向かい合うティースの前記外周側面との間に保持される筒状形状を有して該筒状形状の外側側面に前記平角線の各巻の内周側面に対応した段差が設けられるインシュレータを前記ティースの外周側面に配置し、

前記ずらし量を戻しながら前記インシュレータの前記段差に前記平角線の前記各巻の内

周側面を接触させて前記カセットコイルを装着し、
前記カセットコイルのそれぞれの巻端子を所定の接続方法で互いに接続して回転電機における所定の巻線コイルを形成することを特徴とする回転電機ステータの製造方法。
【請求項３】
請求項１または２に記載の回転電機ステータの製造方法において、
前記巻線形状の前記ずらし量は、前記巻方向の軸に対する捩り角の大きさであることを特徴とする回転電機ステータの製造方法。
【請求項４】
請求項１または２に記載の回転電機ステータの製造方法において、
前記巻線形状の前記ずらし量は、前記巻方向の軸に対する前記ステータコアの周方向に沿った変位量であることを特徴とする回転電機ステータの製造方法。
【請求項５】
平角線を用いて所定の巻数で集中巻されるカセットコイルであって、
回転電機ステータのステータヨークに装着される前において、少なくとも１巻の巻線形状について巻方向の軸に対する所定のずらし量が与えられて形成されることを特徴とす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】
本発明は、回転電機ステータの製造方法及びこれに用いられる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コイルの巻回方法としては、１つのティースに１つの相の巻線を巻回する集中巻と、複数のティースにまたがって１つの相の巻線を巻回する分布巻とが知られている。
【０００３】
特許文献１には、三相回転電機のステータとして、ステータの複数のティースのそれぞれに、平角線からなる巻線を集中巻した単体コイルを装着し、同相の単体コイルの端部同士を接続することが述べられている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１５－０７３３８６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
集中巻コイルは、ステータコアの各ティースに対応づけて、巻線を巻回した単体コイルとして予め準備しておくことができる。これをカセットコイルと呼ぶ。カセットコイルをステータコアに組付するにはある程度の組付隙間が必要となる。この組付隙間のためにカセットコイルがステータコアから抜け落ちること等を防止するため、従来技術ではカセットコイルをステータコアに固定するための爪部等を有する別部材を用いている。
【０００６】
特別な固定部材を用いることなく、カセットコイルをステータコアに固定できる回転電機ステータの製造方法及びこれに用いられる回転電機用カセットコイルが望まれる。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明の１つの形態に係る回転電機ステータの製造方法は、円環状のステータヨークから内周側に突き出す複数のティースを有するステータコアを形成し、平角線を用いて所定の巻数で集中巻されるカセットコイルの形成であって、ティースに装着される前において

、少なくとも１巻の巻線形状について巻方向の軸に対する所定のずらし量を与えて形成し、ずらし量を戻しながらティースのそれぞれにカセットコイルを装着し、カセットコイルのそれぞれの巻端子を所定の接続方法で互いに接続して回転電機における所定の巻線コイルを形成することを特徴とする。

【０００８】

上記構成の回転電機ステータの製造方法によれば、平角線の集中巻のカセットコイルとして、ティースに装着される前において、少なくとも１巻の巻線形状について巻方向の軸に対する所定のずらし量を与えて形成されるカセットコイルを用いる。カセットコイルはコイルばねの特性を有し、平角線を用いることで適当なコイルばね弾性を有するようにできる。このコイルばね弾性を利用し、ずらし量を戻すことによるばね弾性の反力をティースに与えながら装着することができる。

【０００９】

本発明の１つの形態に係る回転電機ステータの製造方法は、円環状のステータヨークから内周側に突き出す複数のティースを有するステータコアを形成し、平角線を用いて所定の巻数で集中巻されるカセットコイルの形成であって、ステータコアに装着される前において、少なくとも１巻の巻線形状について巻方向の軸に対する所定のずらし量を与えて形成し、カセットコイルの内周側面とこれに向かい合うティースの外周側面との間に保持される筒状形状を有して該筒状形状の外側側面に平角線の各巻の内周側面に対応した段差が設けられるインシュレータをティースの外周側面に配置し、ずらし量を戻しながらインシュレータの段差に平角線の各巻の内周側面を接触させてカセットコイルを装着し、カセットコイルのそれぞれの巻端子を所定の接続方法で互いに接続して回転電機における所定の巻線コイルを形成することを特徴とする。

【００１０】

上記構成の回転電機ステータの製造方法によれば、カセットコイルの平角線の各巻の内周側面がインシュレータの段差にはまり込むようにして、カセットコイルがステータコアに装着される。これにより、平角線を用いたコイルばねとしての弾性的反力をインシュレータに確実に与えることができる。

【００１１】

本発明の１つの形態に係る回転電機ステータの製造方法において、巻線形状のずらし量は、巻方向の軸に対する捩り角の大きさであってもよい。

【００１２】

上記構成の回転電機ステータの製造方法によれば、ティースまたはインシュレータへの装着前において少なくとも１巻の巻線形状について巻方向の軸に対する所定の捩り角が与えられる。これにより、巻線の捩り角が戻されることによる弾性的反力をティースまたはインシュレータに与えることができる。

【００１３】

本発明の１つの形態に係る回転電機ステータの製造方法において、巻線形状のずらし量は、巻方向の軸に対するステータコアの周方向に沿った変位量であってもよい。

【００１４】

上記構成の回転電機ステータの製造方法によれば、ティースまたはインシュレータへの装着前において少なくとも１巻の巻線形状について巻方向の軸に対するステータコアの周方向に沿った所定の変位量が与えられる。これにより、巻線の変位量が戻されることによる弾性的反力をティースまたはインシュレータに与えることができる。

【００１５】

本発明の１つの形態に係る回転電機用カセットコイルは、平角線を用いて所定の巻数で集中巻されるカセットコイルである。カセットコイルは、回転電機ステータのステータヨークに装着される前において、少なくとも１巻の巻線形状について巻方向の軸に対する所定のずらし量が与えられて形成されることを特徴とする。

【００１６】

上記構成の回転電機用カセットコイルによれば、ステータヨークに装着される前におい

て、少なくとも１巻の巻線形状について巻方向の軸に対する所定のずらし量が与えられて形成される。カセットコイルはコイルばねの特性を有し、平角線を用いることで適当なコイルばね弾性を有するようにできる。このコイルばね弾性を利用し、ずらし量を戻すことによるばね弾性の反力をステータヨークに与えながら装着することができる。

【発明の効果】

【００１７】

本発明の実施の形態によれば、特別な固定部材を用いることなく、カセットコイルをステータコアに固定できる。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】本発明に係る実施の形態の回転電機ステータの製造方法によって製造された回転電機ステータにおいて、動力線が引き出される軸方向であるリード側から見た上面図である。

【図２】図１においてリード側を下側として、１つのティースに巻回されるカセットコイルを径方向における内径側から見た斜視図である。

【図３Ａ】図２においてステータヨークを省略した図である。

【図３Ｂ】図３Ａにおけるインシュレータを抜き出して示す斜視図である。

【図３Ｃ】図３Ａにおいてステータコアに巻回される前の状態のカセットコイルを示す斜視図である。

【図３Ｄ】図３Ｃのカセットコイルが図３Ｂのインシュレータを介してステータコアに装着されたときの状態を示す斜視図である。

【図４】本発明に係る実施の形態における回転電機ステータの製造方法の各手順を示すフローチャートである。

【図５Ａ】比較例として、従来技術のカセットコイルの巻回方法を示す図である。

【図５Ｂ】本発明に係る実施の形態における回転電機用カセットコイルの巻回方法を示す図である。

【図６】本発明に係る実施の形態における回転電機用カセットコイルの別の巻回方法を示す図である。

【図７Ａ】図５Ｂのカセットコイルをステータコアに装着したときに発生する反力を示す図である。

【図７Ｂ】図６のカセットコイルをステータコアに装着したときに発生する反力を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１９】

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、回転電機ステータの製造方法によって製造された回転電機ステータとして、車両に搭載される回転電機に用いられるステータを述べるが、これは説明のための例示であって、集中巻のカセットコイルを用いる回転電機ステータであれば、車両搭載以外の用途であっても構わない。以下で述べる形状、寸法、ティースの数、巻数、材質等は、説明のための例示であって、回転電機ステータの仕様に合わせ、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。

【００２０】

図１は、後述する回転電機の製造方法によって製造された回転電機ステータとして、車両に搭載される回転電機に用いられる回転電機ステータ１０の構成を示す図である。以下では、回転電機ステータ１０を特に断らない限り、ステータ１０と呼ぶ。ステータ１０からは、図示しない駆動回路に接続するための動力線１８が引き出される。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、三相同期型回転電機である。回転電機は、図１に示される固定子であるステータ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。

【００２１】

図１は、ステータ１０の軸方向のリード側から見た上面図である。リード側とは、ステータ１０の両側の軸方向のうち、動力線がステータ１０から引き出される側である。リード側と反対側の軸方向が反リード側である。図１に、ステータ１０の周方向、径方向、軸方向をそれぞれ示した。周方向における両側方向は、リード側から見たステータ１０の上面図において時計回りの方向と反時計回りの方向である。以下では、時計回りの方向を時計方向と呼び、反時計回りの方向を反時計方向と呼ぶ。径方向における両側方向は、ステータコア１２の内径側方向と外径側方向である。軸方向における両側方向は、リード側方向と反リード側方向である。

【００２２】

ステータ１０は、ステータコア１２と、ステータコア１２に装着されるカセットコイル１４と、ステータコア１２とカセットコイル１４との間に配置されるインシュレータ１６とを含んで構成される。

【００２３】

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２０とステータヨーク２０から内周側に突き出す複数のティース２２とを含む。隣接するティース２２の間の空間は、スロット２４である。ティース２２はカセットコイル１４が装着され磁極となる突出部である。

【００２４】

かかるステータコア１２は、ステータヨーク２０とティース２２とを含み、スロット２４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２８（図２参照）を複数積層したものである。磁性体薄板２８の両面には電気的絶縁処理が施される。磁性体薄板２８の材質としては、電磁鋼板を用いることができる。磁性体薄板の積層体に代えて、磁性粉末を所定の形状に一体化成形したものを用いてもよい。

【００２５】

カセットコイル１４は、集中巻コイルで、１つのティース２２に１つの相巻線が所定巻数で巻回されたものである。隣接するティース２２の間の１つのスロット２４には異なる相のカセットコイル１４が配置される。

【００２６】

かかるカセットコイル１４は、絶縁皮膜付きの導線を所定の巻型を用いて所定の巻数で巻回し、巻き終わったものを巻型から取り外すことで形成される単体コイルである。ステータ１０のティース２２には、ティース２２の両側の空間であるスロット２４を利用して絶縁皮膜付き導線を直接巻きつけられるのではなく、ステータコア１２とは別体の単体コイルとしてのカセットコイルがはめ込まれて装着される。カセットコイル１４は、絶縁皮膜付き導線を後述する方法で形成されたままの単体コイルで、例えば、ボビン等を用いない。

【００２７】

カセットコイル１４の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を用いることができる。素線としては、略矩形の断面形状を有する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。

【００２８】

カセットコイル１４は、ステータコア１２の各ティース２２にそれぞれ１つずつ装着される。図１の例では、ステータコア１２は、Ｕ相用のティース２２が５つ、Ｖ相用のティース２２が５つ、Ｗ相用のティース２２が５つであり、この１５のティース２２のそれぞれに１つずつカセットコイル１４が装着される。カセットコイル１４が装着されたティース２２について、図１では、Ｕ相に用いられるＵ１～Ｕ５、Ｖ相に用いられるＶ１～Ｖ５、Ｗ相に用いられるＷ１～Ｗ５と示した。

【００２９】
三相同期型回転電機では、ステータコア１２の周方向に沿って、Ｕ相コイルとＶ相コイルとＷ相コイルとが１組となって順次配置される。例えば、５つのＵ相のカセットコイル１４は、ステータコア１２の周方向に沿って互いに３ティースの間隔を離して配置される。同様に、５つのＶ相のカセットコイル１４もステータコア１２の周方向に沿って互いに３ティースの間隔を離して配置され、Ｗ相のカセットコイル１４もステータコア１２の周方向に沿って互いに３ティースの間隔を離して配置される。
【００３０】
各カセットコイル１４は、巻線の巻始め端と巻終り端を有する。ステータコア１２の周方向に沿って配置される５つの同相のカセットコイル１４において、１つ目のカセットコイル１４の巻始め端は動力線１８に接続される。その１つ目のカセットコイル１４の巻終り端は、３ティースの間隔で離れた２つ目のカセットコイル１４の巻始め端に渡り線２６で接続される。２つ目のカセットコイル１４の巻終り端は、３ティースの間隔で離れた３つ目のカセットコイル１４の巻始め端に渡り線２６で接続される。これを繰り返し、最後の５つ目のカセットコイル１４の巻終り端は、他の２つの相のそれぞれの５つ目のカセットコイル１４の巻終り端と相互接続されて中性点Ｎとなる。図１では、各相用の渡り線２６を区別して、Ｕ相用の渡り線２６Ｕ、Ｖ相用の渡り線２６Ｖ、Ｗ相用の渡り線２６Ｗと示す。
【００３１】
例えば、Ｕ相巻線コイルの場合、３本の動力線１８のＵ端子は、Ｕ１のカセットコイル１４の巻始め端に接続される。その巻終り端とＵ２のカセットコイル１４の巻始め端との間は、渡り線２６Ｕで接続される。Ｕ２のカセットコイル１４の巻終り端とＵ３のカセットコイル１４の巻始め端の間は、別の渡り線２６Ｕで接続される。これを繰り返し、Ｕ５のカセットコイル１４に至ると、その巻終り端が中性点Ｎとなる。Ｖ相巻線コイル、Ｗ相巻線コイルも同様である。このようにして、カセットコイル１４のそれぞれの巻端子である巻始め端と巻終り端を所定の接続方法で互いに接続して、回転電機における三相巻線コイルを形成する。これによって、Ｕ１～Ｕ５に対応する５つのＵ相磁極、Ｖ１～Ｖ５に対応する５つのＶ相磁極、Ｗ１～Ｗ５に対応する５つのＷ相磁極が形成される。
【００３２】
インシュレータ１６は、カセットコイル１４の内周側面とこれに向かい合うティース２２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１６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。かかるインシュレータ１６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。インシュレータ１６の詳細については後述する。なお、カセットコイル１４の絶縁被膜の電気絶縁性能が十分ある場合等のときは、インシュレータ１６を省略してもよい。以下では、特に断らない限り、インシュレータ１６を用いる。
【００３３】
集中巻のコイルは、導線を曲げながら所定の円環状に巻回するので、導線の剛性によってはコイルばねのように、元の導線形状に戻ろうとする弾性的反力が周方向と径方向とに働く。本実施形態では、このコイルばねとしての弾性的反力を積極的に利用して、ステータコア１２に対してカセットコイル１４を固定する。
【００３４】
図２は、図１においてＵ４に対応する磁極３０を抜き出し、巻回方法を示すために、軸方向を上下逆にしてリード側を紙面の下側として示す図である。
【００３５】
ティース２２は、ステータヨーク２０から内周側に突出し、周方向に沿った面に平行な断面形状は矩形である。ステータヨーク２０とティース２２とは、同じ形状の磁性体薄板２８を用いて積層されるので、軸方向に沿った高さ寸法は、ステータヨーク２０とティース２２は同じである。ステータ１０の仕様によっては、ステータヨーク２０とティース２

２とで異なる電磁鋼板として、互いに異なる高さ寸法としてもよい。

【００３６】

図２に示すカセットコイル１４は、インシュレータ１６の外側側面に嵌めこまれた状態であるので、装着前の単体コイルとしてのカセットコイル６０（図３Ｃ参照）と区別するときは、カセットコイル１４を装着後のカセットコイル１４と呼ぶ。カセットコイル１４は、幅W_0、厚さt_0の平角線を用い、厚さ方向を径方向として、巻方向の軸周りに所定の巻数で巻回された状態である。平角線の各巻の巻線形状は、４隅が丸みを有する矩形環状である。巻方向の軸は、径方向に平行な軸で、各巻の巻線形状である矩形環状の中心を通る軸である。平角線の（幅W_0／厚さt_0）は、１を超え、約３程度までの範囲である。ステータ１０の仕様によってはこれ以外の値でもよい。

【００３７】

装着後のカセットコイル１４の巻始め端３２は、ティース２２において、リード側端部と外径側端部との交点付近にある。平角線は、巻始め端３２から巻方向の軸周りに反時計方向に巻数＝７で巻回される。巻方向の軸は、径方向に平行な軸である。７巻した後の巻終り端３４は、ティース２２において、リード側端部と内径側端部との交点付近にある。各巻の巻線形状である矩形環状の４辺のうち２辺は軸方向に平行で、他の２辺は周方向に平行である。なお、径方向に沿って、ティース２２の内径側端部と、インシュレータ１６の内径側端部は、カセットコイル１４の内径側端部よりもさらに内径側に突出する。

【００３８】

図３Ａ～図３Ｄは、ティース２２、インシュレータ１６、インシュレータ１６に装着後のカセットコイル１４、装着前のカセットコイル６０の関係を示す図である。

【００３９】

図３Ａは、図２からステータヨーク２０の図示を省略した磁極３０を示す図で、ティース２２にインシュレータ１６とカセットコイル１４を組み上げた図に相当する。図３Ｂは、図３Ａを分解してインシュレータ１６を示す斜視図である。図３Ｃは、装着前のカセットコイル６０の斜視図である。図３Ｄは、図３Ａを分解して装着後のカセットコイル１４を示す斜視図である。図３Ａ～図３Ｃにおいて、インシュレータ１６の対応する位置を二点鎖線で結んで示し、図３Ｃ、図３Ｄにおいて、巻始め端３２、巻終り端３４の対応する位置を二点鎖線で結んで示す。

【００４０】

図３Ｂに示すインシュレータ１６は、カセットコイル１４とステータヨーク２０との間を電気的に絶縁するための背面板部４０を有する。さらに、インシュレータ１６は、背面板部４０に接続され、カセットコイル１４の内周側面とこれに向かい合うティース２２の外周側面との間を絶縁するための側壁板部４２とを有する。背面板部４０はティース２２を通す開口部を有し、その開口部の縁部に接続して側壁板部４２が設けられる。側壁板部４２は、ティース２２の外周側面に沿って一周する筒状部材である。

【００４１】

ティース２２は、径方向に垂直な断面形状が矩形である突出部である。矩形の断面形状は、カセットコイル１４が装着される範囲において、ステータヨーク２０側の根元部における周方向に沿った辺の長さよりも、ティース２２の先端部における周方向に沿った辺の長さが短い。つまり、カセットコイル１４が装着される範囲において、ティースは先細り形状を有する。径方向において、カセットコイル１４が装着される範囲よりも内径側に突出する部分においては、ティース２２の周方向に沿った長さは一定である。このティース２２の形状に対応し、インシュレータ１６の側壁板部４２は、カセットコイル１４が装着される範囲において先端側に向かって先細りとなる形状を有する。カセットコイル１４が装着される範囲よりも先端側に突出す部分において、インシュレータ１６の周方向に沿った長さは一定である。

【００４２】

インシュレータ１６の側壁板部４２のうち、周方向における時計方向側の側壁板４４の外側側面と反時計方向側の側壁板４６の外側側面には、装着状態のカセットコイル１４の

各巻の平角線の内周側面が接触する。カセットコイル１４が装着される範囲ではインシュレータ１６は先端側に向かって先細りとなるので、断面形状が略矩形の平角線を先細りのインシュレータ１６の外側側面に接触させると、平角線の内周側面とインシュレータ１６の外側側面に隙間が生じる。この隙間を生じさせないように、平角線の各巻の内周側面に沿う形状の階段状の段差４８が設けられる。これにより、カセットコイル１４を装着させたとき、カセットコイル１４の各巻の平角線は、インシュレータ１６の側壁板４４，４６の外側側面の段差４８に沿って、無駄な隙間を生ずることなく整列して配置される。

【００４３】

インシュレータ１６の側壁板部４２のうち、軸方向のリード側に張り出す張出部５０と、反リード側に張り出す張出部５２は、平角線を矩形環状に曲げるときの曲げ半径の確保のために設けられる。張出部５０，５２の張り出した外側側面には、カセットコイル１４の各巻の平角線の内周側面が接触する。

【００４４】

図３Ｃに示す装着前のカセットコイル６０において、平角線は、巻始め端３２から巻方向の軸周りに反時計方向に巻数＝７で巻回されることは装着後のカセットコイル１４と同じである。（Ｅ－Ｅ）は巻方向の軸で、径方向に平行で、各巻の平角線の巻線形状の中心を通る軸である。巻方向の軸（Ｅ－Ｅ）は、ティース２２において、径方向に垂直な断面形状の中心を通り径方向に平行な軸でもある。装着前のカセットコイル６０では、巻方向の軸（Ｅ－Ｅ）周りに巻数＝７で巻回するときに、各巻の巻線形状を巻方向の軸（Ｅ－Ｅ）周りに所定の捩り角Δθで捩る。捩り角Δθとは、カセットコイル６０をコイルばねとして見たときに、巻方向の軸（Ｅ－Ｅ）周りに小さな角度で捩るときの角度である。捩り角Δθは、数度程度の角度であるので、１周３６０度の角度を単位とする回転角とは異なる。捩り角Δθは、各巻の巻線形状は変更せずに巻線形状全体を巻方向の軸（Ｅ－Ｅ）周りに捩るときの角度である。捩り角Δθは、７巻の各巻ごとに異なる。

【００４５】

装着後のカセットコイル１４では、捩り角Δθ＝０度となる。したがって、装着後のカセットコイル１４における各巻の巻線形状と、装着前のカセットコイル６０における各巻の巻線形状との間における巻方向の軸（Ｅ－Ｅ）周りの角度差が捩り角Δθに相当する。

【００４６】

そこで、装着前のカセットコイル６０と装着後のカセットコイル１４とを比較しながら捩り角Δθを説明する。図３Ｄは、磁極３０に装着された状態のカセットコイル１４を抜き出した図である。磁極３０からカセットコイル１４を取り外すと、図３Ｃの装着前のカセットコイル６０の形態に戻る。あくまでも、図３Ｄは、磁極３０に装着された状態のカセットコイル１４である。

【００４７】

図３Ｄにおいて、７巻の中で、径方向において最も内径側の１巻における平角線の巻線形状３６について、その一部に斜線を付して示した。巻線形状３６は、巻終り端３４を有する周方向に平行な辺と、その手前の軸方向に平行な辺３８とを含む。この２つの辺の間の角度は、９０度である。

【００４８】

図３Ｃにおいて二点鎖線で示すのは、図３Ｄにおける巻線形状３６、巻終り端３４を有する周方向に平行な辺、その手前の軸方向に平行な辺３８に対応する部分である。磁極３０に装着前のカセットコイル６０の７巻の中で、径方向において最も内径側の１巻における平角線の巻線形状６２は、巻終り端６４を有する周方向に平行な辺と、その手前の軸方向に平行な辺６６を含む。

【００４９】

ここで、７巻の中で、径方向において最も内径側の１巻における平角線の巻線形状に関する捩り角Δθは、軸方向に平行な辺について、装着後のカセットコイル１４の辺３８と、装着前のカセットコイル６０の辺６６とを重ねたときに生じる角度差である。周方向に平行な辺については、装着後のカセットコイル１４の巻き終り端３４を含む辺と、装着前

のカセットコイル６０の巻き終り端６４を含む辺とを重ねたときに生じる角度差である。振り角Δθを与えても、巻線形状６２は巻線形状３６から変化しない。巻線形状６２＝巻線形状３６のままで、周方向に沿った面内で微小な角度である振り角Δθで回転するのみである。

【００５０】

振り角Δθは、平角線の７巻の各巻によって異なる。平角線の７巻を区別して、巻始め端３２を含む１巻目を（Ｎ＝１）とし、巻き終り端６４を含む７巻目を（Ｎ＝７）とすると、振り角Δθは、（Ｎ＝１）巻目が最も小さく、（Ｎ＝７）巻目が最も大きい。図３Ｃの例では、１巻目の振り角Δθ（Ｎ＝１）は０度で、７巻目の振り角Δθ（Ｎ＝７）は約１０度である。２巻目から６巻目の間は、０度から１０度の範囲で、次第に振り角が大きくなる。

【００５１】

装着前のカセットコイル６０は、平角線の各巻の巻線形状についてそれぞれ所定の振り角Δθが与えられた状態で巻方向の軸（Ｅ－Ｅ）周りに巻回され、その形状で固定されて形成される。形状の固定方法としては、適当な加圧成形法を用いることができる。装着前のカセットコイル６０は、図３Ｂのインシュレータ１６を介してティース２２に装着される。そのときに、平角線の各巻は、インシュレータ１６の段差４８に合わせるように装着される。

【００５２】

カセットコイル６０は、コイルばねとしての弾性を有するので、装着によって各巻の巻線の振り角が戻される。例えば、７巻目の場合、振り角Δθが与えられた巻線形状６２を有する巻線部分がインシュレータ１６を介したティース２２に装着されることで、巻線形状３６を有する巻線部分として弾性的に戻される。このときの弾性的反力がインシュレータ１６の段差４８に与えられる。これによって、特別な固定部材を用いることなく、カセットコイル１４がインシュレータ１６を介してステータコア１２に固定される。

【００５３】

以下に、上記構成のステータ１０の製造方法について、図４以下を用いて詳細に説明する。図４は、ステータ１０の製造方法の各手順を示すフローチャートである。ここでは、ステータコア１２の形成が行われる（Ｓ１０）。ステータコア１２は、所定の形状に成形された円環状の磁性体薄板２８を所定の枚数で積層することで形成される。磁性体薄板２８には、両面が電気的絶縁処理された電磁鋼板が用いられる。

【００５４】

次に、ステータコア１２の各ティース２２に、図３Ｂで述べた段差４８付きのインシュレータ１６が配置される（Ｓ１２）。Ｓ１２は、各ティース２２の先端側からインシュレータ１６をそれぞれ嵌め込むことで行われる。

【００５５】

Ｓ１０，Ｓ１２と並行して、あるいはこれに先立って、装着前のカセットコイル６０が形成される（Ｓ１４）。Ｓ１４における装着前のカセットコイル６０の形成は、図３Ｃで述べたように、平角線を用い、ティース２２に巻回されるときの巻方向の軸（Ｅ－Ｅ）に対し、各巻の巻線の振り角Δθを互いにずらしながら各巻を巻回して行われる。

【００５６】

図５Ａ、図５Ｂは、装着前のカセットコイルの形成法を従来技術と比較して示す図である。これらの図では、ティースが径方向に沿って同じ断面を有するものとする。

【００５７】

図５Ａは、従来技術における集中巻のカセットコイル１５の製造方法の一例を示す図である。従来技術では、巻回用に予め定めた断面形状を有する巻型７０を用いる。巻型７０は、巻方向の軸７２の回りに回転可能である。ここで平角線の巻始め端３２を巻型７０の適当な個所に固定し、巻型７０の外周に沿わせる。そして、平角線を矢印で示す送り方向７４に沿って送りながら、巻型７０を巻方向の軸周りに図５Ａの矢印の向きに回転させる。送り方向７４の送りは、巻きの進みに合わせた径方向の送りと、周方向の送りとを含む

。これにより、平角線は巻型７０の外周に沿ってらせん状に巻回される。巻型７０にらせん状の巻ガイド溝を設けてもよい。

【００５８】

図３Ｃで述べた装着前のカセットコイル６０を形成する方法としては、各巻に対する捩り角Δθを有する捩り形成用の巻型を準備する。その捩り形成用巻型を用いて、図５Ａと同様な方法で平角線の各巻を巻回することで、図３Ｃで述べた装着前のカセットコイル６０を形成できる。

【００５９】

図５Ｂは、各巻の巻線形状について捩り角Δθを与える別の方法を示す図である。図５Ｂにおけるカセットコイル６１は、図５Ａの方法で形成したカセットコイル１５を追加工して形成される。追加工としては、カセットコイル１５の隅部の丸みの１つに捩り用の支軸７６を宛がい、その捩り用の支軸７６の回りに各巻の巻線形状を所定の捩り角Δθで捩る。ここで「捩る」とは、図３Ｃで述べたように、微小な角度で回転させてそこで止めることを示す。図３Ｃの例では、７巻目で捩り角Δθが約１０度程度である。捩った形状の固定方法としては、適当な加圧成形法を用いることができる。

【００６０】

上記の装着前のカセットコイル６０，６１は、各巻の巻線形状について捩り角Δθを与えて形成されるが、これ以外の方法でも、各巻の巻線形状について巻方向の軸に対して所定のずらし量の初期ひずみを与える方法で装着前のカセットコイルを形成してもよい。図６におけるカセットコイル６３は、図５Ａの方法で形成したカセットコイル１５を用い、各巻の巻線形状について、所定のずらし量として周方向に所定の変位量ΔＰを与える。変位量ΔＰは各巻で異なり、巻始め端３２から数えて（Ｎ＝１）巻目が最も小さく、巻数目を示すＮが増すほど変位量ΔＰが大きくなり、（Ｎ＝７）巻目が最も大きい変位量ΔＰとなる。変位量を与えた形状の固定方法としては、適当な加圧成形法を用いることができる。

【００６１】

上記では捩り角Δθをカセットコイル６０，６１の径方向における内径側から見て時計回り方向の角度としたが、これを反時計回り方向の角度としてもよい。また、カセットコイル６３の変位量ΔＰを周方向に沿って時計方向の変位量としたが、これを周方向に沿って反時計方向の変位量としてもよい。さらに、捩り角Δθと変位量ΔＰを組み合わせてもよい。上記では、捩り角Δθ、変位量ΔＰを各巻によって異なるとしたが、各巻の一部について捩り角Δθ、変位量ΔＰを異ならせてもよい。捩り角Δθ、変位量ΔＰは、少なくとも１巻の巻線形状に対して与える。例えば、径方向において最も内径側の７巻目についてのみ捩り角Δθまたは変位量ΔＰを与えてもよい。なお、上記では、巻数を７巻として説明したが、７巻以外の巻数でもよい。

【００６２】

図４に戻り、次に、Ｓ１４で形成されたカセットコイル６０がステータコア１２に装着される（Ｓ１６）。ここでは、Ｓ１２においてステータコア１２に配置されたインシュレータ１６にカセットコイル６０が装着される。カセットコイル６０に代えて、図５Ｂのカセットコイル６１または図６のカセットコイル６３を用いてもよい。Ｓ１２で形成されたままのカセットコイル６０は、各巻線の巻線形状に所定のずらし量が与えられていて初期ひずみを有している。カセットコイル６０の装着は、ティース２２およびインシュレータ１６の先端側から嵌めこみ、各巻の巻線形状のずれを戻しながら、平角線の各巻の内周側面をインシュレータ１６の外側側面の段差４８に合わせて互いに面接触させることで行われる。

【００６３】

図７Ａは、各巻の巻線形状についてのずらし量である捩り角Δθを戻しながらカセットコイル６０がインシュレータ１６の外側側面に装着されるときの作用を示す図である。装着前のカセットコイル６０について、捩り角Δθの状態から（－Δθ）の捩り角戻しが行われることによって、カセットコイル６０は、装着後のカセットコイル１４となる。カセ

ットコイル６０はコイルばねとしての性質を有するので、（－Δθ）の捩り角戻しによって、カセットコイル６０が弾性変形し、その弾性的反力がインシュレータ１６の段差４８に与えられる。その弾性的反力によってカセットコイル１４がインシュレータ１６に固定され、ステータコア１２に固定される。カセットコイル６１でも同様である。

【００６４】

図７Ｂは、カセットコイル６３がインシュレータ１６の外側側面に装着されるときの作用を示す図である。装着前のカセットコイル６３について、変位量ΔＰの状態から（－ΔＰ）の変位量戻しが行われることによって、カセットコイル６３は、装着後のカセットコイル１４となる。カセットコイル６３はコイルばねとしての性質を有するので、（－ΔＰ）の変位量戻しによって、カセットコイル６３が弾性変形し、その弾性的反力がインシュレータ１６の段差４８に与えられる。その弾性的反力によってカセットコイル１４がインシュレータ１６に固定され、ステータコア１２に固定される。

【００６５】

弾性的反力は、所定のずらし量を戻したことによる弾性変形を元に戻そうとする力である。図７Ａの場合も図７Ｂの場合も、所定のずらし量の方向は周方向についての反時計方向であるので、ずらし量を戻す弾性変形の方向は周方向についての時計方向である。したがって、その弾性変形を元に戻そうとする方向である弾性的反力の方向は周方向についての反時計方向である。この周方向についての反時計方向への弾性的反力は、カセットコイル１４の巻線形状における軸方向に平行な２辺のうち、周方向についての時計方向側の辺によって、インシュレータ１６に与えられる。図７Ａに弾性的反力８０を示し、図７Ｂに弾性的反力８２を示す。これらの弾性的反力８０，８２によって、カセットコイル１４は、インシュレータ１６に固定され、ステータコア１２に固定される。

【００６６】

ステータコア１２にカセットコイル１４を固定するために必要な弾性的反力８０，８２の大きさは、回転電機の動作環境等の仕様で定められる。定められた弾性的反力８０，８２の大きさを発生させるために、平角線の幅W_0、厚さt_0、平角線の材料の剛性、巻線形状、巻数、捩り角Δθ、変位量ΔＰ等が設定される。

【００６７】

図４に戻り、Ｓ１６の手順は、ステータコア１２の各ティース２２に嵌め込まれたインシュレータ１６のそれぞれについて行われる。すべてのティース２２に関してＳ１６の手順が終了すると、図１で説明したように、各カセットコイル１４のそれぞれの巻端子を所定の接続方法で互いに接続して回転電機における所定の巻線コイルを形成する（Ｓ１８）。

【００６８】

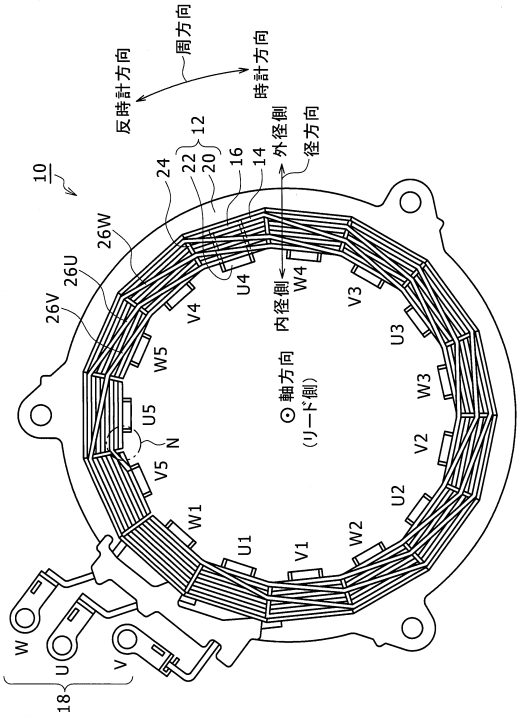
上記では、インシュレータ１６を用いるものとしたが、カセットコイル１４の電気絶縁性能が十分でインシュレータ１６を用いなくても済む場合には、Ｓ１２の工程が省略される。Ｓ１６では装着前のカセットコイル６０等がティース２２の外周面に直接的に装着される。この場合には、所定のずらし量を戻すことによる弾性的反力は、カセットコイル１４からティース２２に直接与えられる。これにより、カセットコイル１４は、ステータコア１２のティース２２に固定される。

【符号の説明】

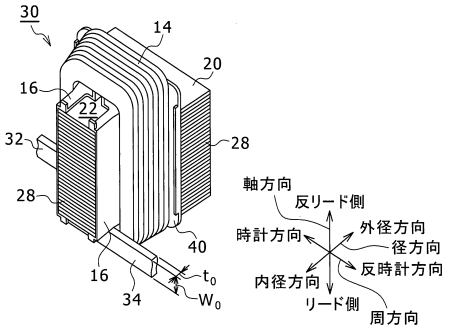
【００６９】

１０　（回転電機）ステータ、１２　ステータコア、１４　（装着後の）カセットコイル、１５　（従来技術の）カセットコイル、１６　インシュレータ、１８　動力線、２０　ステータヨーク、２２　ティース、２４　スロット、２６，２６Ｕ，２６Ｖ，２６Ｗ　渡り線、２８　磁性体薄板、３０　磁極、３２　巻始め端、３４，６４　巻終り端、３６，６２　巻線形状、３８，６６　（軸方向に平行な）辺、４０　背面板部、４２　側壁板部、４４，４６　側壁板、４８　段差、５０，５２　張出部、６０，６１，６３　（装着前の）カセットコイル、７０　巻型、７２　巻方向の軸（Ｅ－Ｅ）、７４　送り方向、７６　捩り用の支軸、８０，８２　弾性的反力。

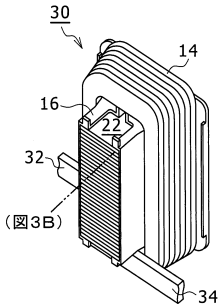
【図１】



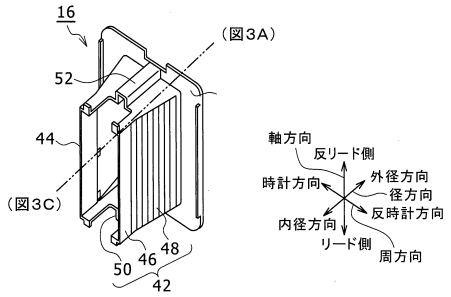
【図２】



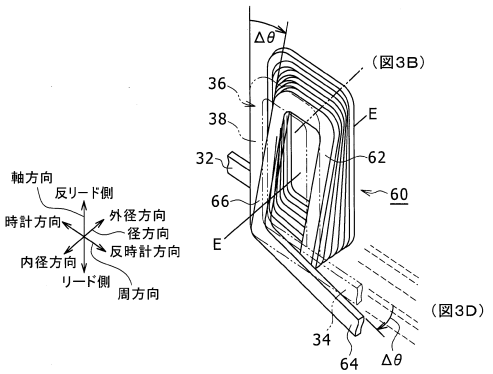
【図３Ａ】



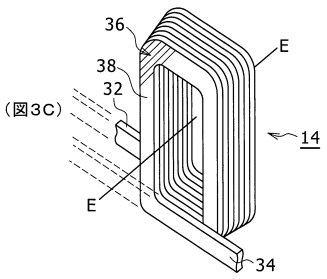
【図３Ｂ】



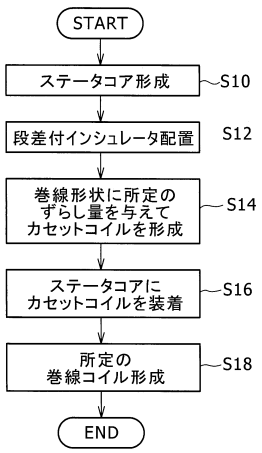
【図３Ｃ】



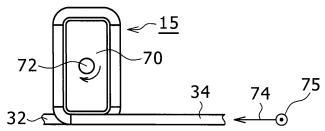
【図３Ｄ】



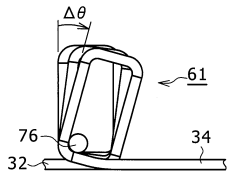
【図４】



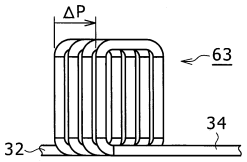
【図５Ａ】



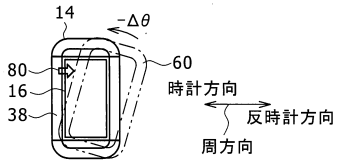
【図５Ｂ】



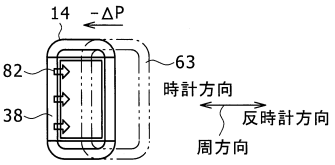
【図６】



【図７Ａ】



【図７Ｂ】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００８－２５９３６７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１５／１１０８９２（WO，Ａ１）
特開２０１５－０３５９２９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－０６２４８８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｋ １５／０８５
Ｈ０２Ｋ ３／３４
Ｈ０２Ｋ ３／４８