

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6049566号
(P6049566)

(45) 発行日 平成28年12月21日 (2016.12.21)

(24) 登録日 平成28年12月2日 (2016.12.2)

(51) Int. Cl. F I
H O 2 K 3/34 (2006.01) H O 2 K 3/34 B

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-165181 (P2013-165181)	(73) 特許権者	509186579
(22) 出願日	平成25年8月8日 (2013.8.8)		日立オートモティブシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2015-35876 (P2015-35876A)		茨城県ひたちなか市高場2 5 2 0番地
(43) 公開日	平成27年2月19日 (2015.2.19)	(74) 代理人	100084412
審査請求日	平成27年12月10日 (2015.12.10)		弁理士 永井 冬紀
		(72) 発明者	岩城 源三
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
			式会社日立製作所 日立研究所内
		(72) 発明者	萩原 修哉
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
			式会社日立製作所 日立研究所内
		審査官	柿崎 拓
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸方向に連通するスロットが設けられたコアと、前記スロット内に設けられた巻線と、前記スロットと前記巻線との間に設けられた絶縁部材とを備える回転電機において、

前記絶縁部材は、前記スロットへの挿入側に設けた第1の錐面、および、前記巻線の挿入側に設けた第2の錐面が前記コアの軸方向の端部に設けられており、

前記絶縁部材は、シート状の絶縁物が筒状に曲げられ、前記第1および前記第2の錐面が設けられた部材であり、

前記絶縁部材の前記スロットへの挿入を容易化するための前記第1の錐面と、前記絶縁部材の内周面とのなす角度は、前記巻線の前記絶縁部材への挿入を容易化するための前記第2の錐面と、前記絶縁部材の内周面とのなす角度と異なることを特徴とする回転電機。

【請求項 2】

請求項1に記載の回転電機において、

前記絶縁部材の前記スロットへの挿入を容易化するための前記第1の錐面は、前記スロット側に向かって傾斜しており、

前記巻線の前記絶縁部材への挿入を容易化するための前記第2の錐面は、前記巻線側に向かって傾斜していることを特徴とする回転電機。

【請求項 3】

請求項2に記載の回転電機において、

前記巻線は、接続部と折返し部とを有する複数のセグメント導体が前記接続部で接続さ

10

20

れた巻線であり、

前記絶縁部材の前記スロットへの挿入を容易化するための前記第1の錐面は、前記コアの軸方向の前記接続部側に配設され、

前記巻線の前記絶縁部材への挿入を容易化するための前記第2の錐面は、前記コアの軸方向の前記折返し部側に配設される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、回転電機に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年普及しつつあるハイブリッド自動車や電気自動車においては、動力源のモータの小型、軽量化の要求が強い。小型化の一手段として、回転電機ステータコイルのスロット内の導体占積率を上げて出力密度を上げる考え方がある。これを実現するために、従来行われていた連続したエナメル絶縁線をスロットに組込む構造に変えて、コイル導体を多数の所定形状に曲げ成型されたセグメントコイルに分割してスロットに組込み、その後各セグメント導体を電氣的に接続する、いわゆるセグメント巻線方式が用いられている。

【0003】

一方、ハイブリッド自動車、電気自動車では、インバータによるモータ駆動が前提となり、モータ駆動インバータの高電圧化に伴い、セグメント巻線方式のステータコイルでは、ステータコアおよびコイル相間の電気絶縁を確保するために、スロット内のセグメント巻線には、絶縁紙（スロットライナ）がセグメントコイル/ステータコア間および異相コイル間に挿入される（特許文献1参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2002-165421号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

しかし、スロットライナの介在により、ステータコイル組立においては、スロット内へのスロットライナの挿入、およびスロットライナ内へのセグメントコイルの挿入時にスロットライナが損傷し絶縁不良を起こしやすくなるおそれがある。また、挿入ギャップを設ける必要があるため、コイル占積率（スロット内におけるコイル導体断面積とスロット断面積の比）を向上させ難かった。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明による回転電機は、軸方向に連通するスロットが設けられたコアと、前記スロット内に設けられた巻線と、前記スロットと前記巻線との間に設けられた絶縁部材とを備える回転電機において、前記絶縁部材は、前記スロットへの挿入側に設けた第1の錐面、および、前記巻線の挿入側に設けた第2の錐面が前記コアの軸方向の端部に設けられており、前記絶縁部材は、シート状の絶縁物が筒状に曲げられ、前記第1および前記第2の錐面が設けられた部材であり、前記絶縁部材の前記スロットへの挿入を容易化するための前記第1の錐面と、前記絶縁部材の内周面とのなす角度は、前記巻線の前記絶縁部材への挿入を容易化するための前記第2の錐面と、前記絶縁部材の内周面とのなす角度と異なることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0007】

50

本発明によれば、コイル占積率が向上するので、回転電機の小型化、軽量化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明を適用したハイブリッド自動車駆動モータのステータコアにおけるスロット内構成を示す図である。

【図2】スロットライナの製造工程の一例を示す図である。

【図3】第1の製造方法で形成された角筒状スロットライナの全体の斜視図と、凸状端部および凹状端部の近傍の斜視図と、凸状端部および凹状端部における断面図とを併記した図である。

【図4】シャー切断を用いた本発明スロットライナの第2の製造方法を示す図である。

10

【図5】第2の製造方法で形成された角筒状スロットライナの全体の斜視図と、凹状端部および後述する平坦端部の近傍の斜視図とを併記した図である。

【図6】定尺切断された絶縁紙の折り曲げ加工方法の一例を模式的に示した図である。

【図7】実施例2で組み立てられたステータのスロット内縦断面構成を示す図である。

【図8】本発明を適用したハイブリッド自動車用モータのステータの斜視図、および、ステータコアへ挿入する前のセグメントコイルの斜視図を併記した図である。

【図9】スロットライナの変形例を示す図である。

【図10】スロットライナの加工方法を示す図である。

【図11】スロットライナの加工方法を示す図である。

【図12】スロットライナの加工方法を示す図である。

20

【図13】スロットライナの加工方法を示す図である。

【図14】B字状スロットライナおよびS字状スロットライナの横断面を示す図である。

【図15】凹状端部142の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明による回転電機の一実施の形態を説明する。以下、定格運転電圧300Vdc-電流400 Armsのセグメント巻線方式適用の3相12極ハイブリッド自動車駆動モータの、外径245mm、内径200mm、スロット数72の35A300相当の打ち抜き電磁鋼板による積厚90mmの積層コアで構成されるステータコアを対象とした一実施の形態、および、比較例により、本発明を説明する。

30

【0010】

本実施の形態、および、比較例に用いたハイブリッド自動車駆動モータのステータコアにおけるスロット内構成を図1に示す。ステータコイル（巻線）には、平角エナメル絶縁線によるセグメントコイル3が用いられる。スロット4は、平角セグメントコイル3を密に収納させるために、幅一定の略矩形形状となり、ステータコイルを形成するセグメントコイル3が4本挿入される。

【0011】

スロットライナ2は、対ステータコア1との絶縁に加え、異相コイル間の絶縁に用いられる絶縁部材であり、図1の紙面奥行き方向であるステータコア1のコア軸方向に延在するようにスロット4内に配設される。スロットライナ端部が平坦な従来のスロットライナを用いることを前提に、短辺2.4mm、長辺3.3mm、コーナー面取り半径0.3mmの平角導体上に、厚さ0.05mmのポリアミドイミド絶縁層が被覆された平角絶縁線が用いられ、スロットライナには、アラミド/PET/アラミドの3層構造の厚さ0.17mmの絶縁紙を四角筒状に成形したものが用いられる。スロットの幅、平行部深さおよびスロット内断面積は、それぞれ4.14mm、12.0mm、52.0mm²であり、この構成におけるコイル占積率は60.3%となる。

40

【0012】

このステータコアに対し、本発明を適用し、高コイル占積率のステータコアが製造可能か検証した。検証試作では、短辺2.53mm、長辺3.6mm、コーナー面取り半径0.3mmの平角導体上に、厚さ0.05mmのポリアミドイミド絶縁層が被覆された平角絶縁線も用いた。スロットライナの配置は図1と同様とし、同一構成、厚さの絶縁紙からスロットライナを成形し

50

た。このスロット内構成でのコイル占積率は、69.5%と従来構成に対し、約10%コイル占積率がアップする。

【0013】

検証試作では、試作適用ステータコアサイズの変更なしに、自動組立ラインにおいて、上記平角絶縁導体によるセグメントコイルと本発明によるスロットライナで構成されるステータコアの組立性を比較検討した。具体的には、スロットライナのスロットへの挿入、セグメントコイルのスロットライナへの挿入における挿入不良発生回数を比較することでステータコア製造可能性を評価した。

【0014】

スロットライナ長は96mmとし、ステータコアとセグメントコイル間の沿面放電防止層を設けるために、コアスロット両端面から3mmスロットライナがはみ出す構成とした。

【0015】

図2は、スロットライナ14の製造工程の一例を示す図である。図2に示すように、スロットライナ14の製造工程では、所定幅に裁断されたフープ状の絶縁紙原反10からシート状の絶縁紙を引き出し、ロータリーカッター110により所定長さの絶縁紙12を切断、曲げ成形することでスロットライナ14が製作されている。ロータリーカッター110を絶縁紙の定尺切断に用いることで、切断面は絶縁紙の送り出し方向に対し傾斜する。定尺切断後の絶縁紙12は、折り曲げ加工を経て角筒状のスロットライナ14に成形される。折り曲げ加工される絶縁紙13に示される破線は、折り目を表している。

【0016】

図3は、図2に示した第1の製造方法で形成された角筒状スロットライナ14の全体の斜視図と、後述する凸状端部141および凹状端部142の近傍の斜視図と、凸状端部141および凹状端部142における断面図とを併記した図である。なお、図3の角筒状スロットライナ14の全体の斜視図は、角筒状スロットライナ14をスロットライナ14のステータコア1への挿入方向から見た斜視図である。

【0017】

スロットライナ14のステータコア1への挿入側の端部（ステータコア挿入側端部）14aには、凸状端部141が形成されている。スロットライナ14のステータコア挿入側端部14aとは反対側の端部（セグメントコイル挿入側端部）14bには凹状端部142が形成されている。凸状端部141の近傍に図示される矢印Aは、スロットライナ14のステータコア1への挿入方向を示している。凹状端部142の近傍に図示される矢印Bは、セグメントコイル3のスロットライナ14への挿入方向を示している。

【0018】

凸状端部141は、角筒状スロットライナ14のステータコア1への挿入を容易化するための錐面141aを有する。錐面141aは、錐面の頂点がステータコア1への挿入方向を向いた斜面である。そのため、凸状端部141における角筒状スロットライナの14の外周長は、セグメントコイル挿入側端部14bからステータコア挿入側端部14aに向かうにつれて小さくなる。このように、ステータコア1への挿入方向に向かって凸状端部141が窄まるように錐面141aが傾斜しているので、角筒状スロットライナ14のスロット4への挿入が容易となる。これにより、角筒状スロットライナ14をスロット4へ挿入する際の角筒状スロットライナ14の破損が防止できる。したがって、たとえば角筒状スロットライナ14の厚さを薄くすることによってコイル占積率を向上できるので、回転電機の小型化、軽量化が図れる。

【0019】

凹状端部142は、セグメントコイル3の角筒状スロットライナ14への挿入を容易化するための錐面142aを有する。錐面142aは、錐面の頂点がステータコア1への挿入方向を向いた斜面である。そのため、凹状端部142における角筒状スロットライナの14の内周長は、ステータコア挿入側端部14aからセグメントコイル挿入側端部14bに向かうにつれて大きくなる。このように、セグメントコイル3の挿入方向とは反対の方向に向かうにつれて凹状端部142における角筒状スロットライナの14の内径が大きく

なるように錐面 1 4 2 a が傾斜しているので、セグメントコイル 3 の角筒状スロットライナ 1 4 への挿入が容易となる。これにより、セグメントコイル 3 を角筒状スロットライナ 1 4 へ挿入する際の角筒状スロットライナ 1 4 の破損が防止できる。したがって、たとえばセグメントコイル 3 の断面積を増やすことによってコイル占積率を向上できるので、回転電機の小型化、軽量化が図れる。

【 0 0 2 0 】

なお、錐面 1 4 1 a および錐面 1 4 2 a は、ロータリーカッター 1 1 0 による切断によって形成された切断面である。凸状端部 1 4 1 は、図 2 における定尺切断絶縁紙 1 2 のロールカッター側切断面に、凹状端部 1 4 2 は、その反対切断面にそれぞれ相当し、スロットライナ挿入方向に対し勾配角を有する。ここで、角筒状スロットライナ 1 4 の凸状端部 1 4 1 の勾配角 1 3 3 を第 1 勾配角と定義し、凹状端部 1 4 2 の勾配 1 3 4 を第 2 勾配角と定義する。

10

【 0 0 2 1 】

なお、第 1 勾配角 1 3 3 は、錐面 1 4 1 a と、角筒状スロットライナ 1 4 の内周面とのなす角度であって、図 3 に示すように、角筒状スロットライナ 1 4 をスロットライナ挿入方向と平行に切断したときの凸状端部 1 4 1 の断面の角度である。また、第 2 勾配角 1 3 4 は、錐面 1 4 2 a と、角筒状スロットライナ 1 4 の内周面とのなす角度であって、図 3 に示すように、角筒状スロットライナ 1 4 をスロットライナ挿入方向と平行に切断したときの凹状端部 1 4 2 の断面の角度である。

【 0 0 2 2 】

20

上述したように、錐面 1 4 1 a は、角筒状スロットライナ 1 4 のステータコア 1 への挿入を容易化するための錐面である。そのため、第 1 勾配角 1 3 3 は、鋭角となる。同様に、錐面 1 4 2 a は、セグメントコイル 3 の角筒状スロットライナ 1 4 への挿入を容易化するための錐面である。そのため、第 2 勾配角 1 3 4 は、鈍角となる。このように第 1 勾配角 1 3 3 と第 2 勾配角とは異なる角度となる。

【 0 0 2 3 】

すなわち、第 1 勾配角 1 3 3 を鋭角とし、角筒状に成形した際に、錐面 1 4 1 a が角筒状スロットライナ 1 4 の外側（スロット 4 の内側）を向くように構成することで、角筒状スロットライナ 1 4 のステータコア 1 への挿入が容易となる。これにより、上述したようにコイル占積率を向上できるので、回転電機の小型化、軽量化が図れる。

30

【 0 0 2 4 】

また、第 2 勾配角 1 3 4 を鈍角とし、角筒状に成形した際に、錐面 1 4 2 a が角筒状スロットライナ 1 4 の内側（セグメントコイル 3 側）を向くように構成することで、セグメントコイル 3 の角筒状スロットライナ 1 4 への挿入が容易となる。これにより、上述したようにコイル占積率を向上できるので、回転電機の小型化、軽量化が図れる。

【 0 0 2 5 】

なお、ロータリーカッター 1 1 0 のように、一度の切断で錐面 1 4 1 a および錐面 1 4 2 a が形成される場合、第 1 勾配角 1 3 3 と第 2 勾配角とは、補角の関係となる。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、シャー切断を用いた本発明スロットライナの第 2 の製造方法を示す図である。図 4 に示す第 2 の製造方法では、絶縁紙原反 1 0 から送り出される絶縁紙が、絶縁紙送り出し方向に対し垂直に移動する切断刃 1 1 1 により定尺切断される。この場合、定尺切断された後の絶縁紙（定尺絶縁紙）1 5 の両端の切断面は、絶縁紙送り出し方向に対し垂直となる。そこで、定尺切断後に、たとえば切断刃 1 1 1 から遠い方の切断面のみを、絶縁紙送り出し方向に対し傾斜したスライドカッター 1 1 2 を用いてトリミングすることで、絶縁紙送り出し方向に対して傾斜した切断面を形成する。トリミングが終了した定尺絶縁紙 1 5 は、図 2 で示した第 1 の製造方法と同様に折り曲げ加工を経て角筒状スロットライナ 1 7 に成形される。

40

【 0 0 2 7 】

図 5 は、図 4 に示した第 2 の製造方法で形成された角筒状スロットライナ 1 7 の全体の

50

斜視図と、凹状端部 1 4 2 および後述する平坦端部 1 4 0 の近傍の斜視図とを併記した図である。角筒状スロットライナ 1 7 のステータコア挿入側端部 1 7 a には、ステータコア 1 への挿入方向に対して垂直な平坦端部 1 4 0 が形成されている。角筒状スロットライナ 1 7 のセグメントコイル挿入側端部 1 7 b には凹状端部 1 4 2 が形成されている。なお、角筒状スロットライナ 1 7 では、平坦端部 1 4 0 における第 1 勾配は 90° である。

【 0 0 2 8 】

図 6 は、定尺切断された絶縁紙の折り曲げ加工方法の一例を模式的に示した図である。図 6 におけるローマ数字は、加工順序を示す数字である。定尺切断絶縁紙 2 0 は、底部曲げ治具 2 2 a , 2 2 b 上に搬送され、押付治具 2 1 により押し曲げられて底部曲げ治具 2 2 a , 2 2 b 内に装填される (I)。その後、底部曲げ治具 2 2 a , 2 2 b の中心軸方向への移動によってオーバーベンドされることで、所定の曲げ角度 (この場合は 90°) に成形される (I I)。

10

【 0 0 2 9 】

底部形成終了後、上部曲げマンドレル 2 3 が挿入され (I I I)、上部両肩部曲げ治具 2 4 a , 2 4 b により上部肩部のオーバーベンド加工がなされる (I V)。上部肩部の曲げ加工終了後、オーバーベンドされた上部両肩部がスプリングバックして、角筒形状のスロットライナが成形される。上部形成曲げマンドレル 2 3 は、スロットライナの成形後に回収され、繰返し使用される。

【 0 0 3 0 】

- - - 検証試作結果について - - -

20

以下に示す表 1 を参照して、種々のスロットライナを用いたステータコアの検証試作結果について説明する。検証試作では、各実施例、比較例ともステータコア組立台数は、1 台とした。本発明を適用した実施例には、上述した第 1 および第 2 の製造方法で製作したスロットライナをそれぞれ 3 種、合計 6 種のスロットライナを用いた。本発明を適用した実施例 1 ~ 3 では、第 1 の製造方法で制作したスロットライナを用い、第 1 勾配角 1 3 3 をそれぞれ 20°、45°、70° とし、第 2 勾配角 1 3 4 をそれぞれ 160°、135°、110° とした。なお、第 2 勾配角 1 3 4 は第 1 勾配角 1 3 3 の補角となっている。

【 0 0 3 1 】

本発明を適用した実施例 4 ~ 6 では、第 2 の製造方法で製作したスロットライナを用い、第 1 勾配角が全て 90° であるが、セグメントコイル挿入側の第 2 勾配を実施例 1 ~ 3 と同様にそれぞれ 20°、45°、70° とした。

30

【 0 0 3 2 】

なお、実施例 1 ~ 3 に用いるスロットライナでは、図 2 のロータリーカッター 1 1 0 の刃先角度を調整することで勾配角を設定した。また、実施例 4 ~ 6 に用いるスロットライナでは、図 4 のスライドカッター 1 1 2 の傾斜角を調整することで勾配角を設定した。

【 0 0 3 3 】

比較例には、第 1、第 2 勾配角度がともに 90° である従来のスロットライナを用いた。比較例に用いたスロットライナは、スライドカッター 1 1 2 によるトリミング工程を除いた第 2 の製造方法により製作した。

【 0 0 3 4 】

40

表 1 における、スロットライナ挿入不良回数とは、スロット 4 へ各実施例および比較例のスロットライナを挿入する際に発生した挿入不良の回数である。また、セグメントコイル挿入不良回数とは、スロット 4 に挿入されている各実施例および比較例のスロットライナへセグメントコイル 3 を挿入する際に発生した挿入不良の回数である。

【 0 0 3 5 】

表 1 に示すように、本発明を適用した全ての実施例 1 ~ 6 では、スロットライナおよびセグメントコイルの挿入不良が発生せず、本発明を適用することで高コイル占積率のステータコアを組立可能であることが判明した。これに対し、比較例では、スロット 4 へスロットライナを挿入する場合には、挿入不良が発生しなかったが、スロットライナへセグメントコイル 3 を挿入する場合には、セグメントコイルの挿入本数の増大に伴いスロットラ

50

イナの圧潰が発生し、多回のセグメントコイル挿入不良が発生した。このことより、従来の切断端面が平坦な（第 1、第 2 勾配角度が 90°である）スロットライナでは、高コイル占積率ステータコイルの製造が困難であることが明らかとなった。

【表 1】

【表 1】

項目	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	比較例
スロットライナ 第 1 勾配角	20°	45°	70°	90°	90°	90°	90°
スロットライナ 第 2 勾配角	160°	135°	110°	160°	135°	110°	90°
スロットライナ 挿入不良回数	0	0	0	0	0	0	0
セグメントコイル 挿入不良回数	0	0	0	0	0	0	65

10

【 0 0 3 6 】

図 7 は、上述した実施例 2 で組み立てられたステータのスロット内縦断面構成を示す図であり、ステータコア最内面 3 1 を図示上方として示したものある。セグメントコイル 3 の接続部 3 a（図 8 参照）は、スロットライナの第 1 勾配 1 3 3 を有する凸状端部 1 4 1 側に、折返し部 3 b（図 8 参照）は、スロットライナの第 2 勾配 1 3 4 を有する凹状端部 1 4 2 側にそれぞれ配置される。

20

【 0 0 3 7 】

図 8 は、本発明を適用したハイブリッド自動車用モータのステータ 4 1 の斜視図、および、ステータコア 1 へ挿入する前のセグメントコイル 3 の斜視図を併記した図である。図 8 に示したステータ 4 1 は、本発明を適用した高コイル占積率を有するセグメント巻線方式で製作されたステータであり、ハウジング 4 4 に嵌合されている。

【 0 0 3 8 】

ステータコア 1 へセグメントコイル 3 を挿入する際には、ステータコア 1（スロット 4）へ挿入済みの角筒状スロットライナ 1 4 のセグメントコイル挿入側端部 1 4 b へセグメントコイルの接続部 3 a を挿入する。そのため、上述したように、ステータコア 1 へ挿入後のセグメントコイル 3 は、接続部 3 a がステータコア挿入側端部 1 4 a よりも外側に突出し、折返し部 3 b がセグメントコイル挿入側端部 1 4 b よりも外側に突出する。

30

【 0 0 3 9 】

ステータコア 1 へ挿入後のセグメントコイル 3 は、セグメントコイル同士の接続のために、接続部 3 a が所定形状に曲げ加工される。図 8 に示すステータ 4 1 は、接続部 3 a が所定形状に曲げ加工された状態のものである。なお、図 8 に示すステータ 4 1 は、この後、セグメントコイル同士が接続部 3 a で溶接されて、電氣的に接続される。

40

【 0 0 4 0 】

上述した実施例の角筒状スロットライナ 1 7 では、セグメントコイル 3 のスロットライナ 1 7 のへ挿入をスロットライナ 1 7 のステータコア 1 への挿入よりも優先させたため、セグメントコイル挿入側端部 1 7 b に凹状端部 1 4 2 を設け、ステータコア挿入側端部 1 7 a には凸状端部 1 4 1 を設けていない。しかし、本発明はこれに限定されない。たとえば、図 9 に示すスロットライナ 1 8 のように、ステータコア 1 への挿入作業の容易化を優先させて、セグメントコイル挿入側端部 1 8 b に凹状端部 1 4 2 を設けずに、ステータコア挿入側端部 1 8 a へ凸状端部 1 4 1 を設けてもよい。この場合、ステータコア挿入側端部 1 8 a は、第 1 勾配を有する凸状端部 1 4 1 となり、セグメントコイル挿入側端部 1 8 b は、平坦端部 1 4 0 となる。

50

【 0 0 4 1 】

本発明で用いるスロットライナ加工方法としては、図 1 0 に示すように、ロータリーカッター 1 1 0 の代わりにスライドカッター 1 1 3 を定尺切断に用いる方法が適用可能である。この場合、定尺切断された絶縁紙 1 2 a の切断面は、切断によって生じた送り出し方向の両端面とも送り出し方向に対し傾斜する。このように、切断によって生じた送り出し方向の両端面とも送り出し方向に対し傾斜するように切断する手法には、レーザー切断も適用可能である。

【 0 0 4 2 】

一般的なシャー切断で切断する場合、上述した実施例では図 4 に示すようにスライドカッター 1 1 2 により絶縁紙切断面に傾斜を付けたが、図 1 1 に示すように平フライス刃 1 1 4 を送り出し方向の一方の端面あるいは両端面に当てることで送り出し方向に対し傾斜した切断面を形成することが可能である。

【 0 0 4 3 】

また、上述した実施例では、角筒状スロットライナ 1 4 , 1 7 , 1 8 を絶縁紙原反 1 0 の定尺切断後に曲げ加工により成形した。しかし、角筒状スロットライナの成形方法としてはこれに限定されず、フープ状の絶縁紙原反 1 0 から送り出される絶縁紙をロールフォーミングにより角筒状スロットライナの形状に成形後に定尺切断し、スロット 4 に挿入する手法が考えられる。角筒状に成形されたスロットライナの定尺切断には、ディスクソーあるいはメタルソーが用いられるが、いずれにしても切断されたスロットライナは平坦端部 1 4 0 を有することになる。

【 0 0 4 4 】

この手法で製作されるスロットライナ 1 9 に本発明を適用するには、平坦端部の加工が必要になる。図 1 2 は、ステータコア挿入側端部 1 9 a に凸状端部 1 4 1 を形成する手法を示す図である。ロールフォーミングにより角筒状スロットライナの形状に成形後に定尺切断されたスロットライナ 1 9 の中間品をスロットライナ・ホルダ 5 1 で把持し、所定長さで端部が突出されたステータコア挿入側端部 1 9 a に平フライス刃 5 2 を斜行させることでスロットライナ端部の一辺に傾斜を形成する。多辺を傾斜加工する場合は、スロットライナ・ホルダ 5 1 を回転させ、この動作を繰り返せば良い。

【 0 0 4 5 】

セグメントコイル挿入側端部 1 9 b の凹状化加工には、図 1 3 に示す手法が適用可能である。角筒状スロットライナ 1 9 の中間品は、スロットライナ周長より若干短い円周の円形内面を有するスロットライナ・ホルダ 5 3 に挿入されることで、円筒状に広がり固定される。ホルダ 5 3 端面から所定長さで突出された円筒状に広がったスロットライナ 1 9 のセグメントコイル挿入側端部 1 9 b に、ロータリーバー 5 4 を当てることで、セグメントコイル挿入側端部 1 9 b を凹状に加工する。

【 0 0 4 6 】

上述の説明では、スロットライナの延在方向に垂直な面で切断した断面（横断面）が矩形のスロットライナを用いたが、図 1 4 に示す横断面が B 字状である B 字状スロットライナ 6 1、あるいは、横断面が S 字状である S 字状スロットライナ 6 2 を用いることができる。B 字状スロットライナ 6 1 および S 字状スロットライナ 6 2 では、矩形状に囲まれた空間が図示上下の 2 箇所が存在し、この空間に図示紙面の手前または奥行き方向にセグメントコイル 3 が挿入される。

【 0 0 4 7 】

B 字状スロットライナ 6 1 では、B 字状に成形前の絶縁紙の両面のうち、一方の面 6 1 a は、B 字状に成形した際に B 字状の外周に現れて、スロット 4 と接触する。また、B 字状に成形前の絶縁紙の両面のうち、他方の面 6 1 b は、B 字状に成形した際に B 字状の内周に現れて、セグメントコイル 3 と接触する。そのため、上述した各実施例に用いた凸状端部 1 4 1 および凹状端部 1 4 2 の形成方法によって、凸状端部 1 4 1 および凹状端部 1 4 2 を形成できる。

【 0 0 4 8 】

S字状スロットライナ62では、S字状に成形前の絶縁紙の両面のうち、一方の面62aは、S字状に成形した際に矩形状に囲まれた2つの空間のうち、上側の空間を囲む内側の面に現れるとともに、下側の空間を囲む外側の面に現れる。また、S字状に成形前の絶縁紙の両面のうち、他方の面62bは、S字状に成形した際に矩形状に囲まれた2つの空間のうち、上側の空間を囲む外側の面に現れるとともに、下側の空間を囲む内側の面に現れる。そのため、絶縁紙を定尺切断後にS字状の形状にスロットライナを成形する場合は、スロット4およびセグメントコイル3との接触面に対応して傾斜面を設ける必要があり、スロットライナ成形、定尺切断後に端部を凸状、凹状に加工する手法の適用が望ましい。

【0049】

10

上述した各実施例では、図15(a)に示すように、凹状端部142の錐面142aは、矩形状に成形後のスロットライナ14の内周面から外周面まで、傾斜角度が一樣であるが、本発明はこれに限定されない。たとえば、図15(b)~(f)に示すように、錐面142aの形状には様々な変形例が挙げられる。なお、図15(a)~(f)は、スロットライナの延在方向と平行面で切断した断面(縦断面)をセグメントコイル挿入側端部の近傍について示す図である。

【0050】

たとえば、図15(b)に示すように、錐面142aを矩形状に成形後のスロットライナ151の内周側に部分的に設けてもよく、図15(c)に示すように、矩形状に成形後のスロットライナ152の内周側に錐面142aを部分的に設け、錐面142aの図示左側端部から錐面142aとは異なる傾斜角度の錐面142bを設けるなど、異なる傾斜角度の錐面を複数設けてもよい。また、図15(d)に示すように、スロットライナ153の外周側端部を面取りした面142cを設けてもよい。また、図15(e)や図15(f)に示すように、各スロットライナ154, 155の錐面142d, 142eを曲面で構成してもよい。また、これらの各錐面142a~142eを適宜組み合わせることで凹状端部142を形成してもよい。

20

【0051】

なお、図15では、これらの各錐面142a~142eにおける第2勾配角134を図示のように定義を示している。すなわち、第2勾配角134は、各錐面142a, 142d, 142eとスロットライナ内面との交点における各錐面の接線と、スロットライナ内面となす角度で定義される。また、本発明において、凹状端部142近傍の外周の形状は、図15(d)に示した面142cの形状に限らず、異なる傾斜角度の複数の平面で構成された形状でもよく、曲面で構成された形状でもよい。

30

【0052】

また、上述の説明では、スロットライナとして、アラミド/PET/アラミドの3層構造の絶縁紙を用いたが、本発明はこれに限定されず、他の材料で構成されるシート状の絶縁部材を適宜用いてもよい。なお、上述した各実施例および変形例は、それぞれ組み合わせてもよい。

【0053】

なお、本発明は、上述した実施の形態のものに何ら限定されず、軸方向に連通するスロットが設けられたコアと、スロット内に設けられた巻線と、スロットと巻線との間に設けられた絶縁部材とを備える回転電機において、絶縁部材は、スロットへの挿入側に設けた第1の錐面、および/または、巻線の挿入側に設けた第2の錐面がコア軸方向の端部に設けられていることを特徴とする各種構造の回転電機を含むものである。

40

【符号の説明】

【0054】

1 ステータコア、2, 14, 17, 18 スロットライナ、3 ステータコイル(セグメントコイル)、4 スロット、14a ステータコア挿入側端部、14b セグメントコイル挿入側端部、41 ステータ、133 勾配角(第1勾配角)、134 勾配角(第2勾配角)、140 平坦端部、141 凸状端部、141a 錐面、142 凹状端

50

部、 1 4 2 a 錐面

【 図 1 】

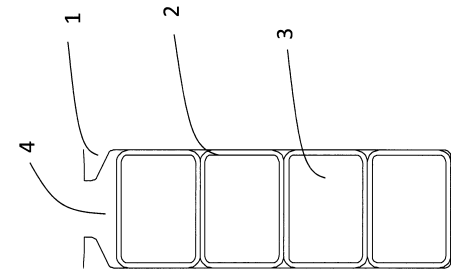


図 1

【 図 2 】

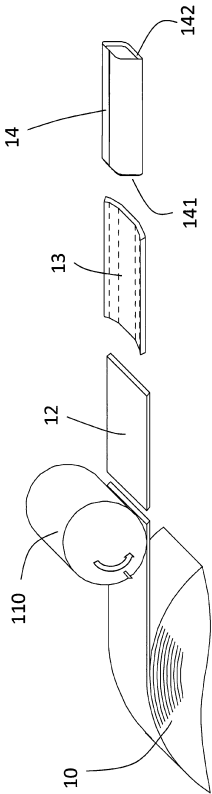


図 2

【図 3】

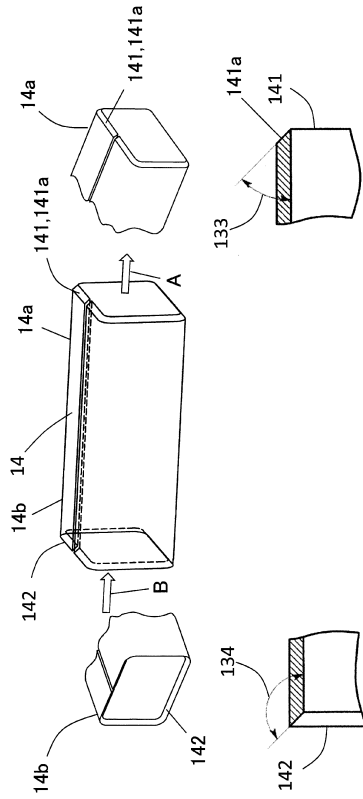


図 3

【図 4】

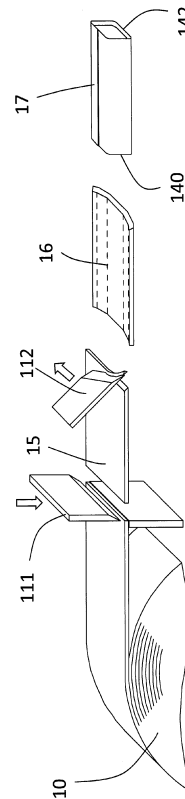


図 4

【図 5】

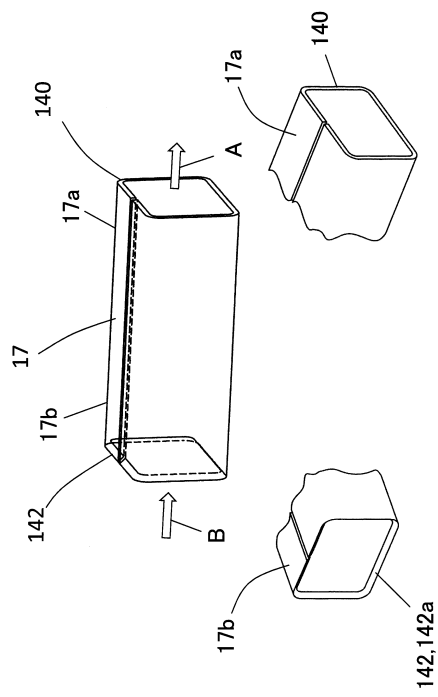


図 5

【図 6】

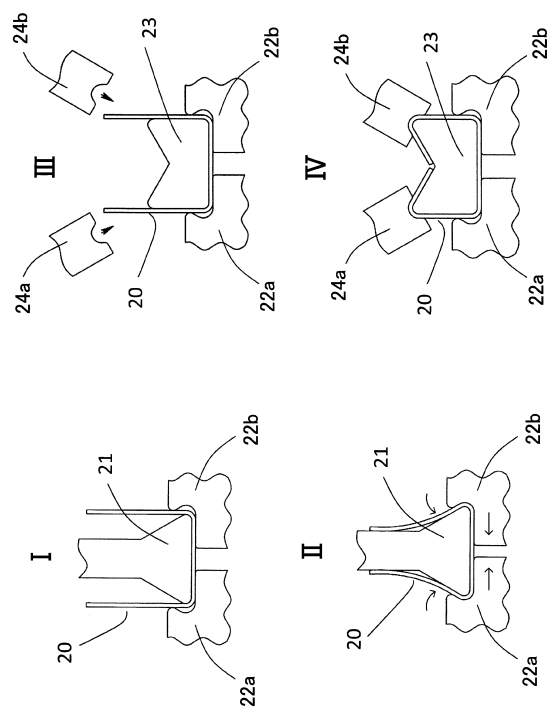


図 6

【図 7】

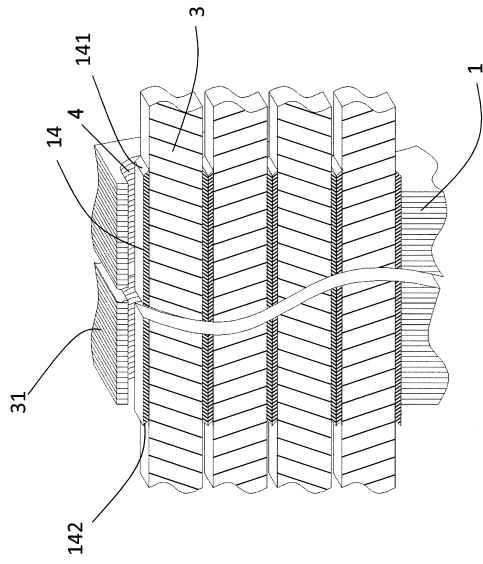


図 7

【図 8】

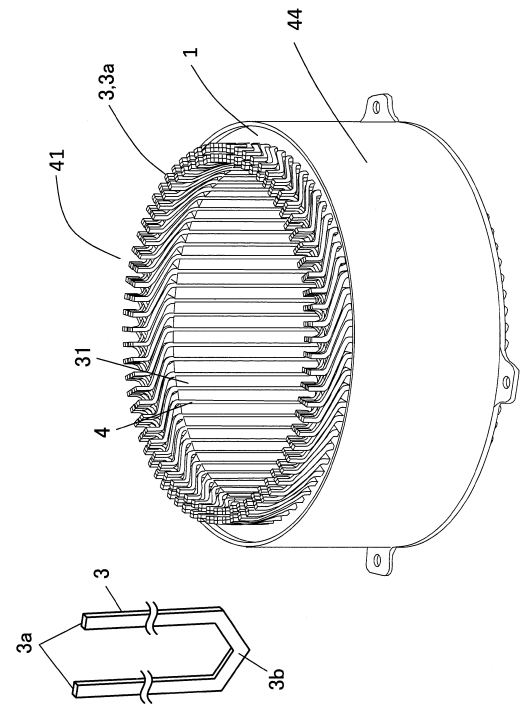


図 8

【図 9】

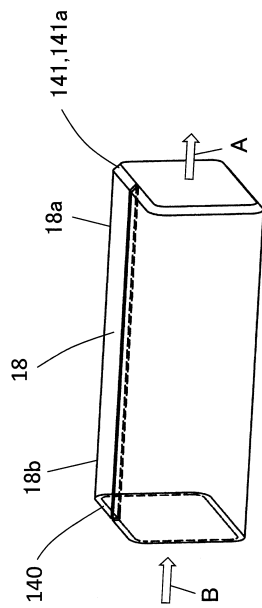


図 9

【図 10】

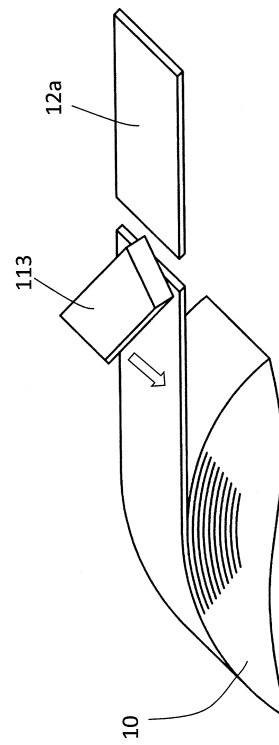


図 10

【図 1 1】

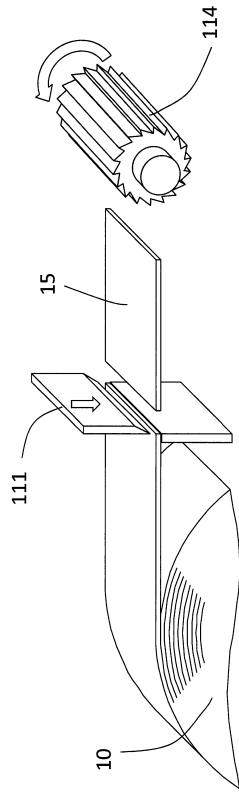


図 11

【図 1 2】

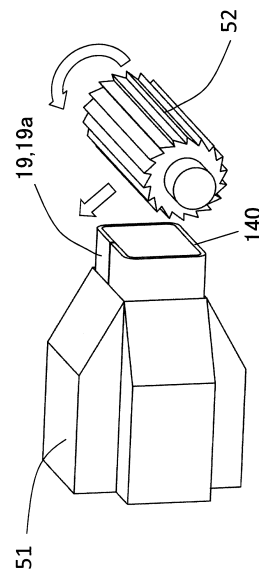


図 12

【図 1 3】

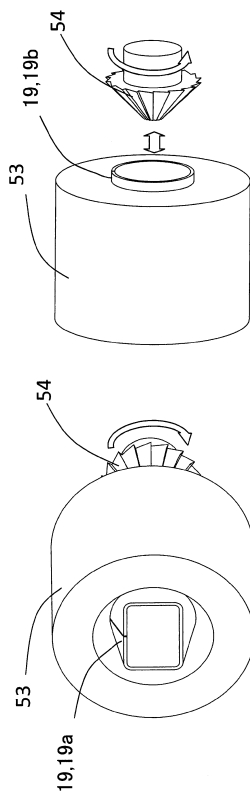


図 13

【図 1 4】

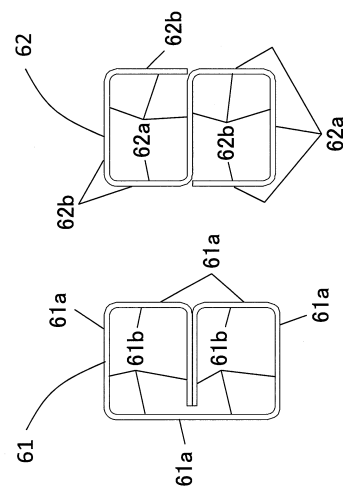


図 14

【図 15】

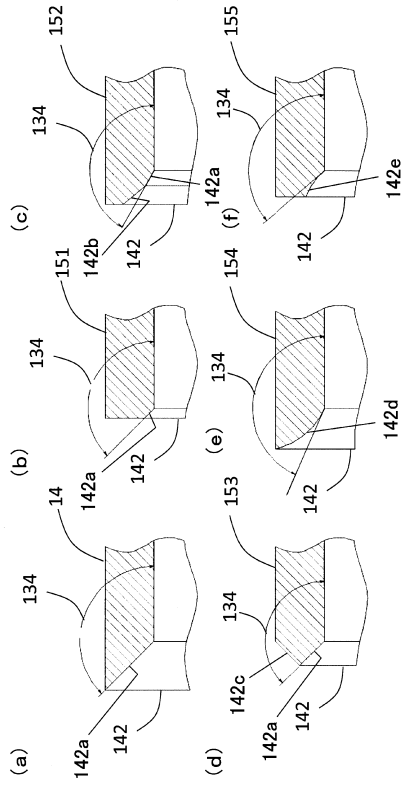


図 15

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-165421(JP,A)
特開2013-009566(JP,A)
特開2003-070201(JP,A)
特開2003-088028(JP,A)
実開昭62-054551(JP,U)
実開昭63-033347(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 3/00 - 3/52