

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004年11月11日 (11.11.2004)

PCT

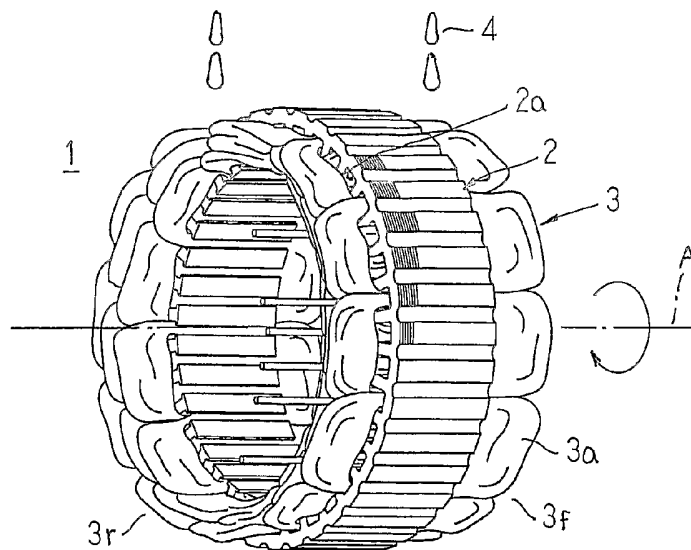
(10) 国際公開番号  
WO 2004/098028 A1

- |   |                         |  |
|---|-------------------------|--|
| (51) 国際特許分類:  | H02K 15/12              | 代田区 丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 藤井 雅之 (FUJII, Masayuki) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).          |
| (21) 国際出願番号:  | PCT/JP2003/005454       |  |
| (22) 国際出願日:   | 2003年4月28日 (28.04.2003) |  |
| (25) 国際出願の言語:   | 日本語                     | (74) 代理人: 曾我 道照, 外 (SOGA, Michiteru et al.); 〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 国際ビルディング 8階 曾我特許事務所 Tokyo (JP).                         |
| (26) 国際公開の言語:   | 日本語                     |  |
| (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP). |                         | (81) 指定国 (国内): CN, JP, US.   |
| (72) 発明者; および   |                         | (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR). |
| (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大橋 篤志 (OOHASHI, Atsushi) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千   |                         | 添付公開書類:<br>— 国際調査報告書   |

[ 続葉有 ]

(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING STATOR OF DYNAMO-ELECTRIC MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機の固定子の製造方法



(57) Abstract: A process for producing a stator of dynamo-electric machine, wherein a coil end can be impregnated with a varnish in a simple manner at a high filling factor by regulating the viscosity of varnish at stator preheating temperature so as to fall within a given range. In particular, the process comprises a varnish treating procedure comprising a preheating step wherein a stator is preheated; a varnish application step wherein while rotating the preheated stator round the shaft center thereof, a varnish whose viscosity at stator temperature at the time of varnish application has been regulated so as to fall within the range of 16 to 105 mPa-s is dropped to a coil end in the direction of stator diameter from outside; and a varnish heat hardening step wherein the stator having the varnish applied thereto is heated to thereby harden the varnish. Thus, the stator having its coil ends impregnated with the varnish at a high filling factor so as to enhance the insulation and electrolytic corrosion resistance of coil ends and having the rigidity of stator whole body increased can be obtained.

(57) 要約: 本発明は、固定子の予備加熱温度におけるワニス粘度を所定範囲に調整することにより、ワニスをコイルエンドに簡易に、かつ、高充填率で含浸させることができる

[ 続葉有 ]



WO 2004/098028 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

回転電機の固定子の製造方法を得るものである。その構成は、固定子を予備加熱する予備加熱工程と、予備加熱された固定子を軸心周りに回転させながら、ワニス塗布時の固定子温度での粘度が $16 \sim 105 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ に調整されたワニスを該固定子の径方向外側からコイルエンドに滴下するワニス塗布工程と、ワニスが塗布された固定子を加熱して該ワニスを硬化させるワニス加熱硬化工程とを有するワニス処理工程を備えている。これにより、ワニスがコイルエンド内に高充填率に含浸され、コイルエンドの絶縁性および耐電食性が高められ、さらに固定子全体の剛性が高められた固定子を製造できる。

## 明 細 書

### 回転電機の固定子の製造方法

#### 技術分野

この発明は、乗用車、トラック、電車等の車両に搭載される回転電機の固定子の製造方法に関し、特にワニスが固定子巻線のコイルエンドに高充填率で含浸される固定子の製造方法に関するものである。

#### 背景技術

従来の固定子のワニス処理方法は、例えば特開平07-213029号公報に記載されているように、所定温度に加熱された固定子を回転させながらワニスを径方向外側から固定子巻線のコイルエンドの表面に滴下し、ついでワニスの粘性が高くなる前に低圧のエアを径方向外側からコイルエンドに吹き付け、その後乾燥炉にてワニスを硬化させるようにしていた。そして、コイルエンドの表面に滴下されたワニスは、固定子巻線のコイル間の隙間の毛細管作用によりコイルエンド内に浸透するが、ワニスの滴下量が少ないと、ワニスの浸透スピードが落ち、コイルエンド全体に浸透されない。そこで、ワニス滴下後、低圧のエアをコイルエンドに吹き付けてワニスを強制的にコイルエンド内に浸透させている。これにより、ワニスの滴下量が少ない場合でも、ワニスをコイルエンド全体に浸透させることができるとしている。

しかしながら、従来の固定子のワニス処理方法では、エア発生装置が必要となり、ワニス処理工程が極めて大掛かりなものになってしまうという不具合があった。

#### 発明の開示

本出願人は、ワニス処理工程での予備加熱された固定子の温度におけるワニス粘度に着目し、ワニス塗布時の固定子の温度におけるワニス粘度を所定範囲に調整することにより、コイルエンド内に浸透したワニスがコイルエンドから垂れ落

ちることなくコイルエンド内に残留し、ワニス充填率を高めることができることを見出して本発明を發明するに至ったものである。

この發明は、ワニス塗布時の固定子温度におけるワニス粘度を所定範囲に調整することにより、ワニスをコイルエンドに簡易に、かつ、高充填率で含浸させることができる回転電機の固定子の製造方法を得ることを目的とする。

この發明による回転電機の固定子の製造方法では、固定子を予備加熱する予備加熱工程と、予備加熱された固定子を軸心周りに回転させながら、ワニス塗布時の固定子温度における粘度が  $16 \sim 105 \text{ mPa} \cdot \text{s}$  に調整されたワニスを固定子の径方向外側からコイルエンドに滴下するワニス塗布工程と、ワニス塗布された固定子を加熱して硬化させるワニス加熱硬化工程とを有するワニス処理工程を備えている。

#### 図面の簡単な説明

図1はこの發明の実施の形態1に係る回転電機の固定子の製造方法を説明する工程図である。

図2はこの發明の実施の形態1に係る回転電機の固定子の製造方法におけるワニス塗布工程を説明する斜視図である。

図3はこの發明の実施の形態1に係る回転電機の固定子の製造方法により製造された固定子を示す斜視図である。

図4はこの發明の実施の形態1に係る回転電機の固定子の製造方法におけるコイルエンドのワニス含浸率と電磁音ピーク値との関係を示す図である。

図5はこの發明の実施の形態2に係る回転電機の固定子の製造方法により製造された固定子を示す斜視図である。

図6はこの發明の実施の形態2に係る回転電機の固定子の製造方法における固定子組立体の固定子巻線構造を説明する斜視図である。

図7はこの發明の実施の形態2に係る回転電機の固定子の製造方法における固定子組立体を示す斜視図である。

図8はこの發明の実施の形態3に係る回転電機の固定子の製造方法における巻線アセンブリを示す平面図である。

図 9 は図 8 に示される巻線アッセンブリを構成する連続導体線の要部を示す斜視図である。

図 10 は図 8 に示される巻線アッセンブリを構成する連続導体線の配列状態を説明する図である。

図 11 はこの発明の実施の形態 3 に係る回転電機の固定子の製造方法における仕切り板が装着された固定子組立体の要部を外径側から見た平面図である。

図 12 はこの発明の実施の形態 3 に係る回転電機の固定子の製造方法における仕切り板が装着された固定子組立体の要部を示す断面図である。

図 13 はこの発明の実施の形態 3 に係る回転電機の固定子の製造方法におけるワニス塗布工程を説明する斜視図である。

図 14 はこの発明の実施の形態 3 に係る回転電機の固定子の製造方法により製造された固定子の要部を示す断面図である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、この発明の好適な実施の形態について図面を参照して説明する。

実施の形態 1.

図 1 はこの発明の実施の形態 1 に係る回転電機の固定子の製造方法を説明する工程図、図 2 はこの発明の実施の形態 1 に係る回転電機の固定子の製造方法におけるワニス塗布工程を説明する斜視図、図 3 はこの発明の実施の形態 1 に係る回転電機の固定子の製造方法により製造された固定子を示す斜視図、図 4 はこの発明の実施の形態 1 に係る回転電機の固定子の製造方法におけるコイルエンドのワニス含浸率と電磁音ピーク値との関係を示す図である。

まず、固定子組立工程 100 について説明する。

この固定子組立工程 100 では、まず磁性鋼板を積層して円筒状の固定子鉄心 2 を作製する。この固定子鉄心 2 には、溝方向を軸方向とする 36 個のスロット 2a が径方向内方に開口するように周方向に所定ピッチで配列されている。そして、絶縁被覆された銅細線からなる導体線を所定回巻回して環状巻線ユニット (図示せず) を作製し、この環状巻線ユニットを星形に成形して星形巻線ユニット 3a を作製する。ついで、複数個の星形巻線ユニット 3a を固定子鉄心 2 に装

着して、図2に示される固定子組立体1を得る。

なお、固定子巻線3は、固定子鉄心2に装着された複数個の星形巻線ユニット3aにより構成されている。そして、導体線は、1つのスロット2aから固定子鉄心2の軸方向一端側に延出し、固定子鉄心2の軸方向一端側で折り返されて3スロット離れた次のスロット2aに入り、ついで固定子鉄心2の軸方向他端側に延出し、固定子鉄心2の軸方向他端側で折り返されて3スロット離れたさらに次のスロット2aに入るように、3スロット毎のスロット2aに波巻きに巻装されている。また、固定子鉄心2の軸方向の各端面側において、3スロット離れたスロット2a間で折り返された導体線の部位がコイルエンド3f、3rとなる。

ついで、ワニス処理工程101について説明する。

このように組み立てられた固定子組立体1を乾燥炉（図示せず）内に配置し、所定温度に予備加熱する（予備加熱工程102）。

そして、所定温度まで加熱された固定子組立体1を乾燥炉から取り出し、図2に示されるように、固定子組立体1を軸心A周りに回転させつつ、ワニス供給装置（図示せず）から送り出されたワニス4を径方向外方からコイルエンド3f、3rに滴下する（ワニス塗布工程103）。

ついで、ワニス4が所定量塗布された固定子組立体1を乾燥炉内に配置し、乾燥炉内の温度をワニス4の加熱硬化温度まで上昇させ、その後ワニス硬化温度で所定時間保持してワニス4を硬化させる（ワニス加熱硬化工程104）。そして、固定子組立体1を室温まで冷却した後、乾燥炉から取り出し、図3に示される固定子5を得る。

なお、このワニス加熱硬化工程104では、ワニス4がゲル化する間、即ち乾燥炉内の温度上昇過程の数分間、固定子組立体1を軸心周りに回転させ、その後固定子組立体1の軸心周りの回転を停止している。

ここで、ワニス4には、不飽和ポリエステル樹脂を主成分とし、セイク（耐熱向上剤）、HOMA（反応性希釈剤）等を添加したセイク変性ポリエステルを用いている。そして、ワニス4は、室温での粘度が9000 mPa・sであったものを、100℃での粘度が22 mPa・sとなるように、HOMAの添加量を調整している。なお、セイク（THEIC）は、トリヒドロキシエチルイソシアヌ

レートであり、HOMAは2ヒドロキシエチルメタアクリレートである。また、予備加熱工程102では、固定子組立体1を150℃に予備加熱している。そして、ワニス塗布工程103では、乾燥炉から取り出された固定子組立体1に速やかにワニスの塗布を開始し、固定子組立体1の温度が約80℃まで下がるまでにワニス4の塗布を完了させている。このワニス塗布工程103では、固定子組立体1を36 r/minで回転させている。さらに、ワニス加熱硬化工程104では、固定子組立体1を160℃、30分加熱硬化している。

この実施の形態1によれば、ワニス塗布工程103において、100℃でのワニス粘度が22 mPa・sとなるようにワニス4を調整している。ワニス4はコイルエンド3f、3rの表面に塗布されるとコイルエンド3f、3rの温度まで上昇して適度な流動性を有するようになる。そして、ワニス塗布中、固定子組立体1を軸心周りに回転させているので、適度な流動性を有するワニス4は、コイルエンド3f、3rから垂れることなく、コイルエンド3f、3rを構成するコイル間の隙間の毛細管作用によりコイルエンド3f、3r内に浸透し、コイルエンド3f、3r内に充填される。従って、エア発生装置等を用いることなく、ワニス4をコイルエンド3f、3rに高充填率に充填させることができる。

また、ワニス加熱硬化工程104の温度上昇過程では、コイルエンド3f、3r内に充填されているワニス4の粘度が下がり、流動性を増すことになる。そこで、ワニス加熱硬化工程104の初期の数分間、固定子組立体1を軸心A周りに回転させている。これにより、流動性が増したワニス4は、コイルエンド3f、3rから垂れることなくコイルエンド3f、3r内に留まり、ゲル化する。そこで、ワニス4の垂れを防止するための治具が不要となるとともに、気泡の発生が抑えられ、高密度に充填できる。

このようにして作製された固定子5では、コイルエンド3f、3rを構成するコイルはワニス4により覆われている。そこで、固定子5のハンドリング時に、コイルエンド3f、3rを構成するコイル同士が接触して絶縁被膜を損傷させることが防止でき、さらに、固定子5を車両用交流発電機に組み込んだ際に、コイルエンド3f、3rがブラケットに接触して絶縁被膜を損傷させることが防止できるので、絶縁性を著しく向上させることができる。また、固定子5を搭載した

車両用交流発電機において、外部から侵入した塩水などのコイルエンド3 f、3 r への付着に起因するコイルの電食も防止できる。さらに、ワニス4がコイルエンド3 f、3 r 内に高充填率で充填されているので、固定子5全体の剛性が大きくなる。そこで、固定子5を搭載した車両用交流発電機を動作させた際に、電磁音の発生が大幅に低減される。

さらに、ワニス4がコイルエンド3 f、3 r 内に高充填率で充填されているので、ワニス4内での空気溜まりの発生が抑えられている。そこで、コイルエンド3 f、3 r で発生する熱はワニス4を介してコイルエンド3 f、3 r の外周面に伝達され、冷却風により効果的に冷却される。これにより、コイルエンド3 f、3 r の過度の温度上昇が抑えられ、固定子5の高出力化が図られる。

ここで、コイルエンドワニス含浸率を変えた作製した固定子を車両用交流発電機に組み込み、回転数を3000 r/minまで上げたときの電磁音ピーク値を測定した結果を図4に示す。なお、コイルエンドワニス含浸率とは、コイルエンドの断面積に対するワニスおよび導体線の割合である。即ち、気泡が発生していると含浸率が低下することになる。

図4から、電磁音ピーク値は、ワニス含浸率に依存することが分かる。つまり、ワニス含浸率が高くなると、固定子自体の剛性が大きくなり、電磁音の発生が抑制されることになる。そして、ワニス含浸率が90%を超えると、電磁音ピーク値が63 dB以下に安定しており、ワニス含浸率を90%以上とすることが望ましい。

そして、ワニス塗布時の固定子組立体温度でのワニス粘度が16 mPa·s未満の領域では、流動性が大きくなりすぎ、コイルエンド3 f、3 r の表面に塗布されたワニス4は、コイルエンド3 f、3 r 内に容易に浸透するが、コイルエンド3 f、3 r 内に残留することなく、スロット2 a 内に浸透したり、コイルエンド3 f、3 r から垂れ落ちてしまう。その結果、ワニス4の充填率を90%以上とする固定子は得られなかった。一方、ワニス塗布時の固定子組立体温度でのワニス粘度が105 mPa·sを超える領域では、流動性が小さくなりすぎ、コイルエンド3 f、3 r の表面に塗布されたワニス4は、コイルエンド3 f、3 r 内に浸透しにくく、コイルエンド3 f、3 r 内に十分充填されない。その結果、ワ



ニス4の充填率を90%以上とする固定子は得られなかった。従って、ワニス塗布時の固定子組立体温度でのワニス粘度を $16\text{ mPa}\cdot\text{s}\sim 105\text{ mPa}\cdot\text{s}$ の範囲内に調整することが望ましい。

つぎに、ワニス塗布工程103での固定子組立体1の回転速度について検討する。

粘度の低いワニスを用いる場合には、固定子組立体1の回転速度は速め、粘度の高いワニスを用いる場合には、固定子組立体1の回転速度を遅くすることが望ましい。そして、粘度が $16\text{ mPa}\cdot\text{s}$ に調整されたワニスを塗布する場合、固定子組立体1の回転速度が $50\text{ r}/\text{min}$ を超えるあたりから、コイルエンド3f、3rの表面に塗布されたワニスの径方向外方への飛散が開始され、回転速度が速くにつれ、ワニスの飛散量が多くなる。その結果、所望のワニス含浸率が確保されなくなる。また、粘度が $105\text{ mPa}\cdot\text{s}$ に調整されたワニスを塗布する場合、固定子組立体1の回転速度が $5\text{ r}/\text{min}$ 未満では、コイルエンド3f、3rの表面に塗布されたワニスの垂れが発生する。その結果、所望のワニス含浸率が確保されなくなる。従って、ワニス塗布工程での固定子組立体1の回転速度は、 $5\sim 50\text{ r}/\text{min}$ の範囲内に設定することが望ましい。

なお、上記実施の形態1では、ワニス4として、不飽和ポリエステル樹脂を主成分とし、セイク、HOMA等を添加したセイク変性ポリエステルを用いるものとしているが、ワニスとして、不飽和ポリエステル樹脂およびエポキシ樹脂を主成分とし、スチレンモノマー（反応性希釈剤）、BDMA（ベンジルジメチルアミン）等を添加したエポキシ・イミド変性ポリエステルを用いても同様の効果が得られる。

また、上記実施の形態1では、ワニス加熱硬化工程の初期の数分間、固定子組立体1を回転させるものとしているが、固定子組立体1の回転時間は特に限定されないが、ワニス4がゲル化し、その流動性がほぼ失われればよい。さらに、ワニス加熱硬化工程中固定子組立体1を回転させるようにしてもよい。

実施の形態2.

図5はこの発明の実施の形態2に係る回転電機の固定子の製造方法により製造された固定子を示す斜視図、図6はこの発明の実施の形態2に係る回転電機の固

定子の製造方法における固定子組立体の固定子巻線を説明する斜視図、図7はこの発明の実施の形態2に係る回転電機の固定子の製造方法における固定子組立体を示す斜視図である。

この実施の形態2では、絶縁被覆された短尺の銅材からなる導体セグメント13を用いて固定子巻線12を作製している。この導体セグメント13は、図6に示されるように、一对のスロット収納部13aをU字状のターン部13bで連結してなるU字状に成形されている。また、固定子鉄心11は、磁性鋼板を積層して円筒状に作製されている。そして、固定子鉄心11には、図7に示されるように、溝方向を軸方向とする96個のスロット11aが径方向内方に開口するように周方向に所定ピッチで配列されている。なお、説明の便宜上、スロット11a内におけるスロット収納部13aの収納位置をスロット深さ方向の最浅位置（最内周位置）から1番地、2番地・・・6番地とする。

まず、固定子組立工程では、導体セグメント13を固定子鉄心11の軸方向一端側から6スロット離れた各スロット11a対に3本ずつ挿入する。そして、固定子鉄心11の軸方向他端側から延出する導体セグメント13の開放端部13c同士を重ね合わせ、溶接により接合一体化して、図7に示される固定子組立体10を得る。なお、導体セグメント13の開放端部13c同士の溶接部が接合部14となる。

ここで、各スロット11aには、6本のスロット収納部13aがスロット深さ方向に1列に配列されている。固定子鉄心11の軸方向一端側では、スロット対の一方のスロット11a内の1番地、3番地、5番地のスロット収納部13aと他方のスロット11a内の2番地、4番地、6番地のスロット収納部13aとが、それぞれターン部13bにより連結されている。そして、固定子鉄心11の軸方向一端側において、ターン部13bが3列となって周方向に1スロットピッチで配列してコイルエンド12rを構成している。一方、固定子鉄心11の軸方向他端側では、スロット対の一方のスロット11a内の2番地、4番地、6番地のスロット収納部13aと他方のスロット11a内の1番地、3番地、5番地のスロット収納部13aとが、それぞれ接合部14により連結されている。そして、固定子鉄心11の軸方向他端側において、接合部14が3列となって周方向に1ス

ロットピッチで配列されてコイルエンド12fを構成している。また、固定子巻線12は、6スロット毎のスロット11aに挿入されているスロット収納部13aをターン部13bおよび接合部14で交互に連結して構成された複数の波巻き巻線から構成されている。

ついで、ワニス処理工程では、上記実施の形態1と同様に、まず固定子組立体10を乾燥炉内で150℃に予備加熱する。そして、150℃に加熱された固定子組立体10を乾燥炉から取り出し、100℃での粘度が22mPa・sとなるように調整されたワニス4を固定子組立体10を軸心周りに36r/minで回転させつつ径方向外方からコイルエンド12f、12rに滴下・塗布する。ついで、ワニス4が塗布された固定子組立体10を乾燥炉内に配置し、160℃まで加熱する。この時、初期の数分間、固定子組立体10を軸心周りに36r/minで回転させる。その後、固定子組立体10を160℃、30分保持してワニス4を硬化させ、図5に示される固定子15を得る。

この実施の形態2においても、ワニス塗布工程において、100℃でのワニス粘度が22mPa・sとなるように調整され、固定子組立体10が軸心周りに回転されているので、上記実施の形態1と同様に、ワニス4がコイルエンド12f、12rに高充填率で充填される固定子15を製造できる。

そこで、この固定子組立体10においては、3列となって周方向に1スロットピッチで配列されている接合部14は溶接により銅材を露出しているが、このワニス処理工程を実施することにより、それらの接合部14はワニス4に確実に覆われ、絶縁性および耐電食性が向上される。

また、固定子巻線12がU字状の導体セグメント13により構成されているので、コイルエンド12f、12rはターン部13bおよび接合部14を周方向に整列させて構成される。そこで、ワニス4はターン部13b間の隙間、あるいは接合部14間の隙間からコイルエンド12f、12r内にスムーズに浸透し、空気溜まりの発生を低減できる。そこで、ターン部12bや接合部14で発生する熱はワニス4を介してコイルエンド12f、12rの外周面に伝達され、冷却風により効果的に冷却される。これにより、コイルエンド12f、12rの過度の温度上昇が抑えられ、固定子15の高出力化が図られる。

実施の形態 3.

図 8 はこの発明の実施の形態 3 に係る回転電機の固定子の製造方法における巻線アッセンブリを示す平面図、図 9 は図 8 に示される巻線アッセンブリを構成する連続導体線の要部を示す斜視図、図 10 は図 8 に示される巻線アッセンブリを構成する連続導体線の配列状態を説明する図、図 11 はこの発明の実施の形態 3 に係る回転電機の固定子の製造方法における仕切り板が装着された固定子組立体の要部を外径側から見た平面図、図 12 はこの発明の実施の形態 3 に係る回転電機の固定子の製造方法における仕切り板が装着された固定子組立体の要部を示す断面図、図 13 はこの発明の実施の形態 3 に係る回転電機の固定子の製造方法におけるワニス塗布工程を説明する斜視図、図 14 はこの発明の実施の形態 3 に係る回転電機の固定子の製造方法により製造された固定子の要部を示す断面図である。

この実施の形態 3 では、図 8 に示される巻線アッセンブリ 30 を用いて固定子巻線 22 を構成している。この巻線アッセンブリ 30 は、絶縁被覆された銅線からなる 12 本の連続導体線 31 を同一平面上に 1 スロットピッチに配列させ、一括して折り畳んで作製されている。各連続導体線 31 は、図 9 に示されるように、ターン部 31b で連結された直線部 31a が 6 スロットピッチ (6P) で配列された平面状パターンに折り曲げ形成されている。そして、隣り合う直線部 31a が、ターン部 31b により、連続導体線 31 の幅 (W) 分ずらされている。巻線アッセンブリ 30 は、このようなパターンに形成された 2 本の連続導体線 31 を 6 スロットピッチずらして直線部 31a を重ねて配列された導体線対 (図 10 に示される) が 1 スロットピッチずつずらされて 6 対配列されて構成されている。そして、連続導体線 31 の端部が巻線アッセンブリ 30 の両端の両側に 6 本ずつ延出されている。また、ターン部 31b が巻線アッセンブリ 30 の両側部に整列されて配列されている。

まず、固定子組立工程では、3つの巻線アッセンブリ 30 を直方体の鉄心 (図示せず) に重ねて装着し、その後直方体の鉄心を丸め、丸められた鉄心の両端面を突き合わせて溶接一体化する。この曲げられた鉄心の両端部を溶接一体化して上記実施の形態 2 における固定子鉄心 11 と同等に構成された固定子鉄心 21 が

得られる。そして、巻線アセンブリ 30 の両端の両側に延出している連続導体線 31 の端部同士を接合して、固定子巻線 22 が固定子鉄心 21 に巻装された固定子組立体 20 を得る。

ここで、各スロット 21 a には、6本の直線部 31 a がスロット深さ方向に 1 列に配列されている。固定子鉄心 21 の軸方向一端側では、スロット対の一方のスロット 21 a 内の 1 番地、3 番地、5 番地のスロット収納部 31 a と他方のスロット 21 a 内の 2 番地、4 番地、6 番地のスロット収納部 31 a とが、それぞれターン部 31 b により連結されている。そして、固定子鉄心の軸方向一端側において、ターン部 31 b が 3 列となって周方向に 1 スロットピッチで配列してコイルエンド 22 r を構成している。同様に、固定子鉄心 21 の軸方向他端側では、スロット対の一方のスロット 21 a 内の 2 番地、4 番地、6 番地のスロット収納部 31 a と他方のスロット 21 a 内の 1 番地、3 番地、5 番地のスロット収納部 31 a とが、それぞれターン部 31 b により連結されている。そして、固定子鉄心 21 の軸方向他端側において、ターン部 31 b が 3 列となって周方向に 1 スロットピッチで配列されてコイルエンド 22 f を構成している。また、連続導体線 31 の端部同士の接合部 23 がコイルエンド 22 f、22 r 上に延出している。

ついで、図 11 および図 12 に示されるように、仕切り板 24 が固定子組立体 20 のコイルエンド 22 f、22 r に装着される。この仕切り板 24 は、絶縁性樹脂製であり、コイルエンド 22 f、22 r の内周壁面および頂部を覆う断面 J 状の環状体に成形されている。また、接合部 23 は仕切り板 24 に形成されたキャップ部 24 a 内に収納されている。

ついで、ワニス処理工程では、上記実施の形態 1 と同様に、固定子組立体 20 を乾燥炉内で 150℃ に予備加熱する。そして、予備加熱された固定子組立体 20 を乾燥炉から取り出し、図 13 に示されるように、100℃ での粘度が 22 mPa・s となるように調整されたワニス 4 を、固定子組立体 20 を軸心 A 周りに 36 r/min で回転させつつ径方向外方からコイルエンド 22 f、22 r に滴下・塗布する。さらに、固定子組立体 20 を乾燥炉内に配置し、160℃ まで加熱する。この時、初期の数分間、固定子組立体 20 を軸心 A 周りに 36 r/min で回転させる。その後、固定子組立体 20 の回転を止め、160℃、30 分加

熱してワニス4を硬化させて、固定子25を得る。この固定子25は、図14に示されるように、ワニス4がコイルエンド22f、22r内に十分に含浸されている。

この実施の形態3においても、100℃でのワニス粘度が22mPa・sとなるように調整されているので、上記実施の形態1と同様に、ワニス4がコイルエンド22f、22rに高充填率で充填される固定子25を製造できる。

そこで、この固定子組立体20においては、接合部23は溶接により銅材を露出しているが、本ワニス処理工程を施すことにより、それらの接合部23はワニス4に確実に覆われ、絶縁性および耐電食性が向上される。

さらに、この実施の形態3によれば、ワニス処理工程に先立って、断面J状の仕切り板24を固定子組立体20に装着しているので、ワニス塗布工程において、ワニス4の垂れが確実に防止される。そこで、ワニス4の内径側へのはみ出しがないので、固定子25を車両用交流発電機に搭載した際に、ワニス4が回転子やファンと干渉することがない。また、コイルエンド22f、22rの径方向内周面および軸方向外周面が仕切り板24の平滑面で構成されるので、固定子25を車両用交流発電機に搭載した際に、ファンによる冷却風がコイルエンド22f、22rの内壁面に衝突して発生する風騒音を低減できる。

また、固定子巻線22が巻線アッセンブリ30により構成されているので、コイルエンド22f、22rはターン部31bを周方向に整列させて構成される。そこで、ワニス4はターン部31b間の隙間からコイルエンド22f、22r内にスムーズに浸透し、空気溜まりの発生を低減できる。そこで、ターン部31bで発生する熱はワニス4を介してコイルエンド22f、22rの外周面に伝達され、冷却風により効果的に冷却される。これにより、コイルエンド22f、22rの過度の温度上昇が抑えられ、固定子25の高出力化が図られる。

なお、仕切り板24は、電気絶縁性および耐熱性を有していればよく、例えばガラスエポキシ樹脂やナイロンを用いることができる。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明に係る回転電機の固定子の製造方法は、ワニス4がコイル

エンド内に高充填率で含浸されるので、固定子巻線の絶縁性および耐電食性が高められ、さらに固定子全体の剛性が高められ、使用環境が厳しい自動車等の車両に搭載される車両用交流発電機等の回転電機の固定子の製造方法として有用である。

## 請 求 の 範 囲

1. スロットが内径側に開口するようにして周方向に配列してなる円筒状の固定子鉄心と、上記固定子鉄心に装着された固定子巻線とを備え、ワニスが上記固定子巻線のコイルエンドに含浸されている回転電機の固定子の製造方法であつて、

上記固定子を予備加熱する予備加熱工程と、予備加熱された上記固定子を軸心周りに回転させながら、ワニス塗布時の固定子温度における粘度が $16 \sim 105 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ に調整された上記ワニスを該固定子の径方向外側から上記コイルエンドに滴下するワニス塗布工程と、上記ワニス塗布された上記固定子を加熱して硬化させるワニス加熱硬化工程とを有するワニス処理工程を備えていることを特徴とする回転電機の固定子の製造方法。

2. 上記ワニス処理工程に先立って、少なくとも上記コイルエンドの径方向内周面を覆うように絶縁樹脂製の環状の仕切り板を上記固定子に装着する工程を備えたことを特徴とする請求項1記載の回転電機の固定子の製造方法。

3. 上記仕切り板が、上記コイルエンドの径方向内周面および軸方向外周面を覆う断面J状に成形されていることを特徴とする請求項2記載の回転電機の固定子の製造方法。

4. 上記ワニス塗布工程において、上記固定子の回転速度が $5 \sim 50 \text{ r/min}$ に設定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の製造方法。

5. 上記ワニス加熱硬化工程において、少なくとも初期の所定時間、上記固定子を軸心周りに回転させるようにしたことを特徴とする請求項1記載の回転電機の固定子の製造方法。



図 1

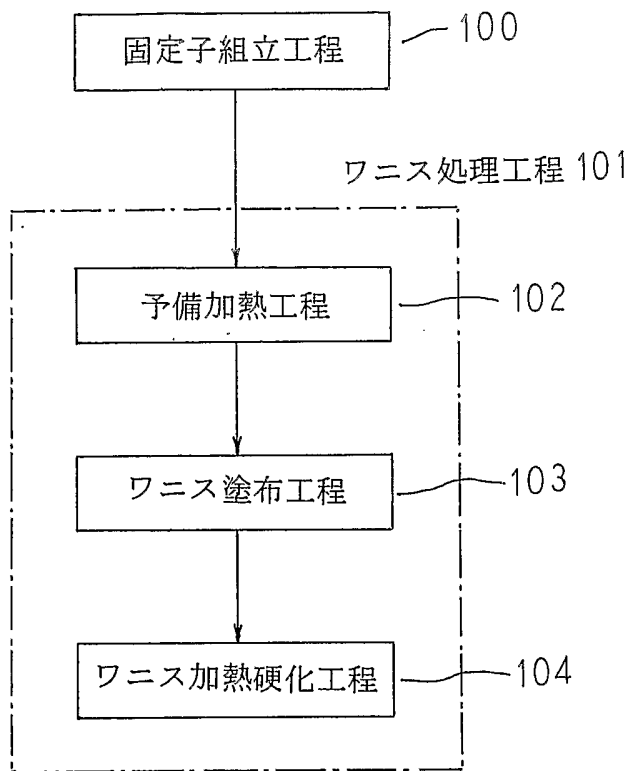


図 2

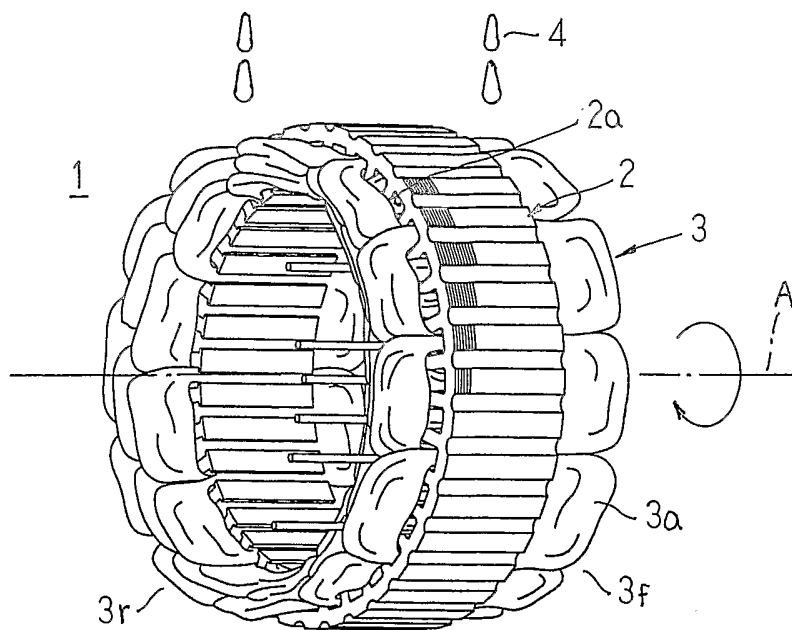


図 3

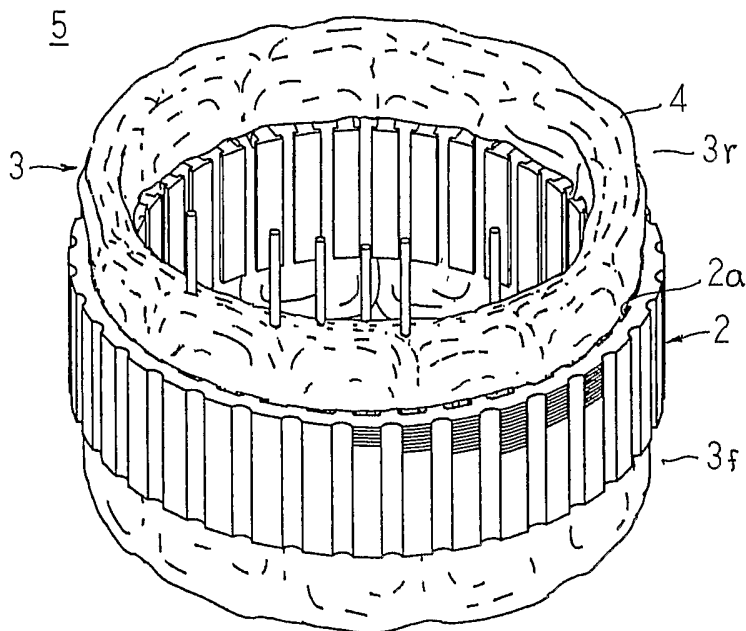


図 4

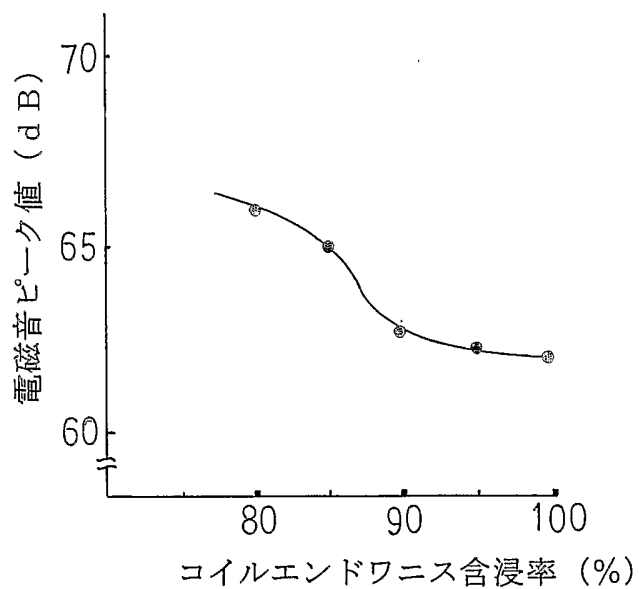


図 5

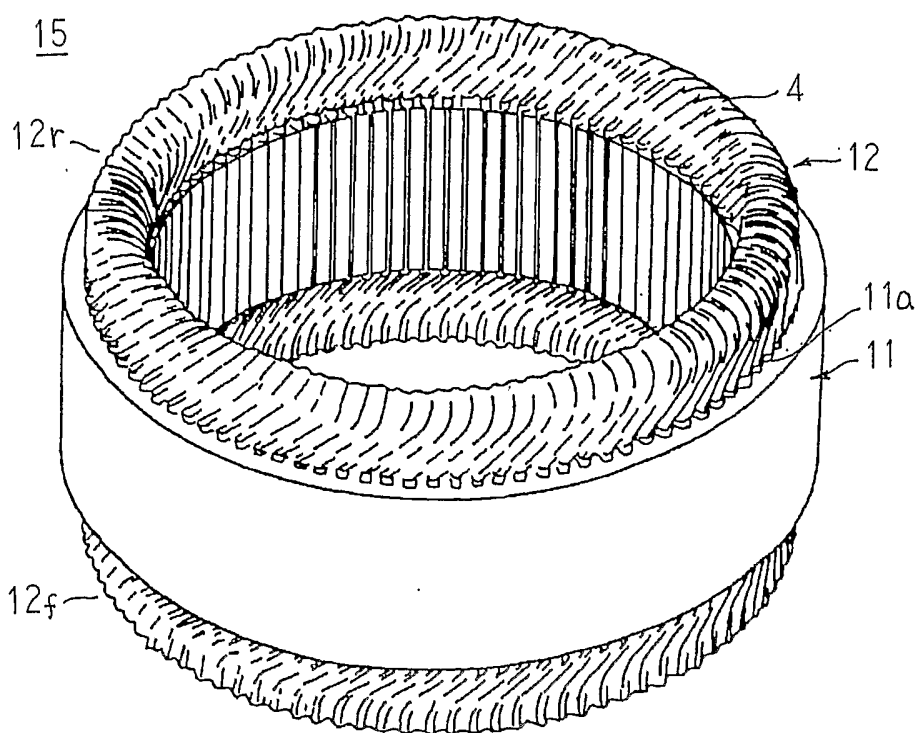


図 6

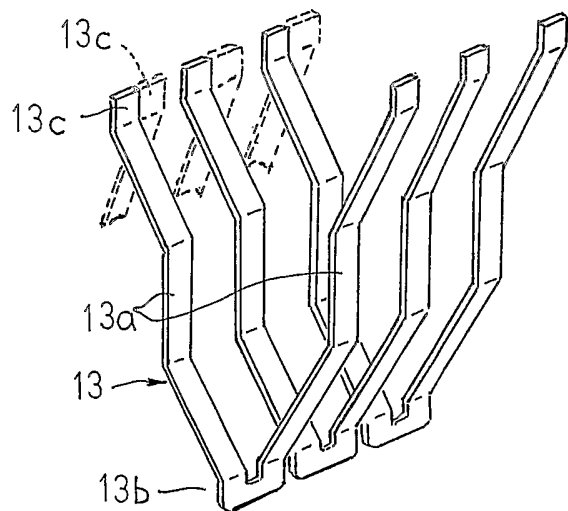
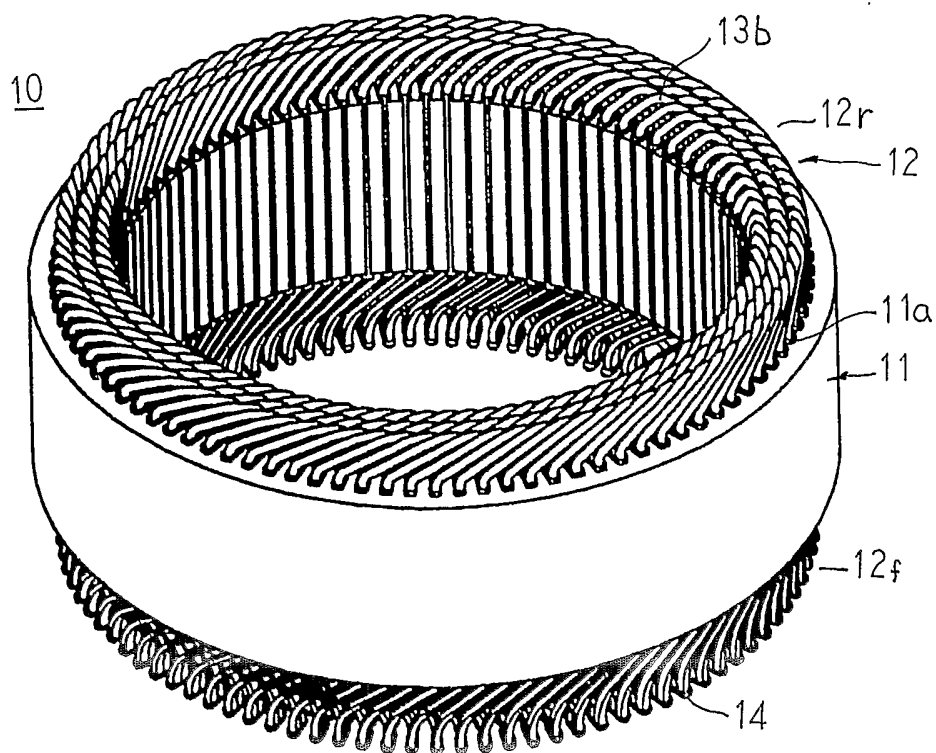


図 7



8  
X

30

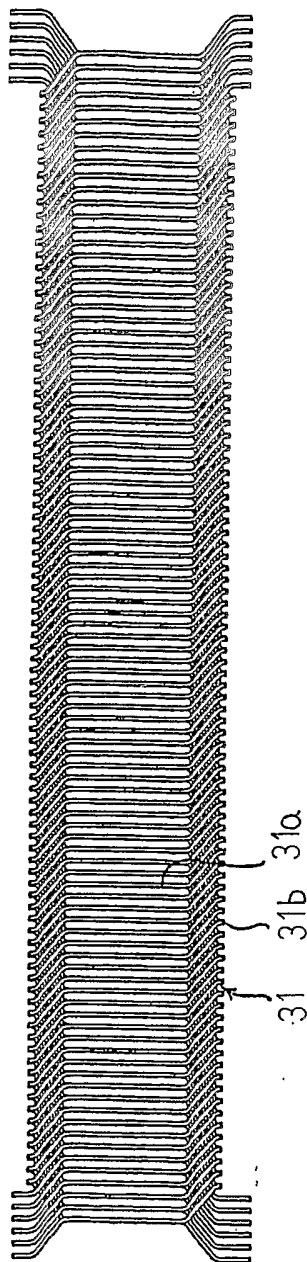


図 9

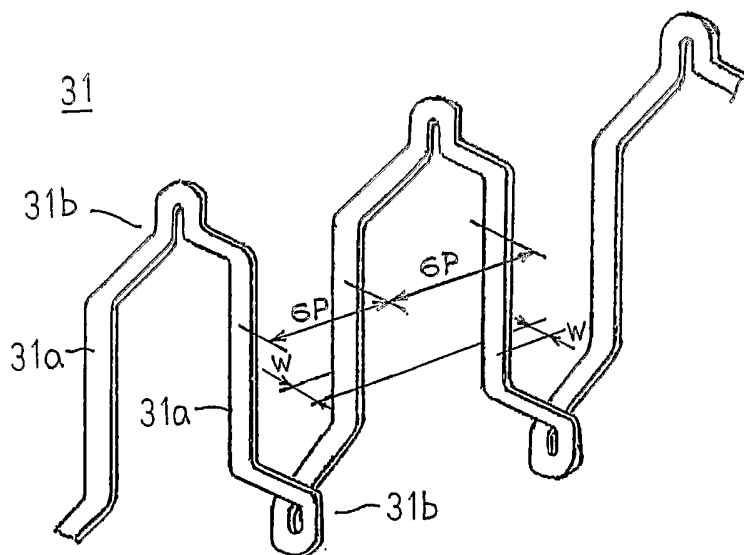


図 10

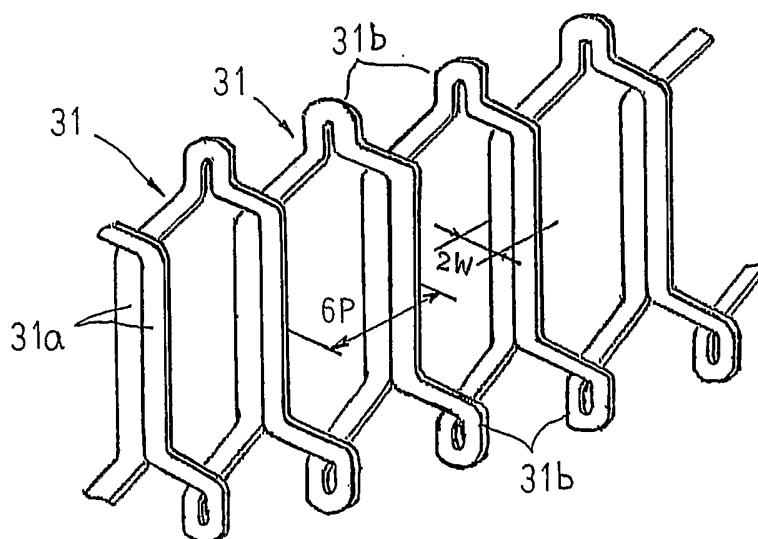


図 11

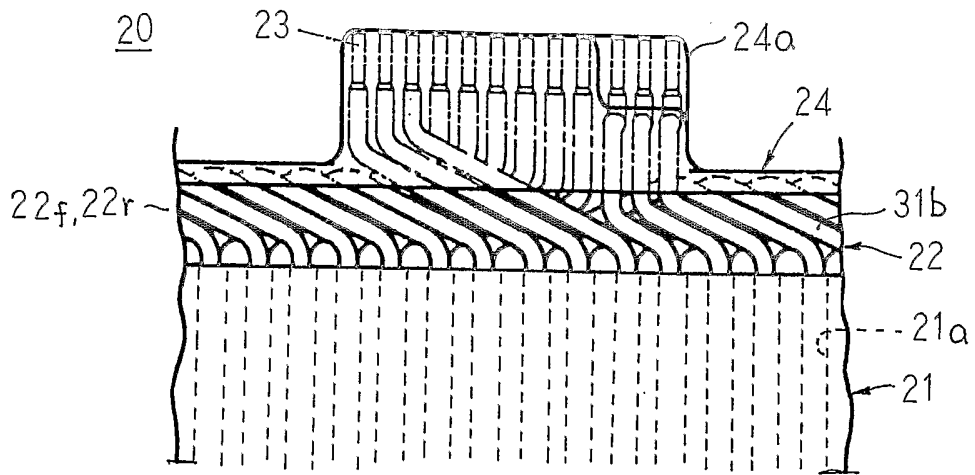


図 12

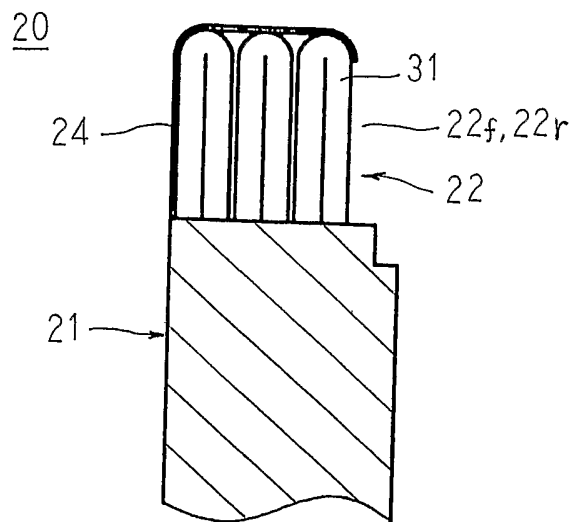


図 13

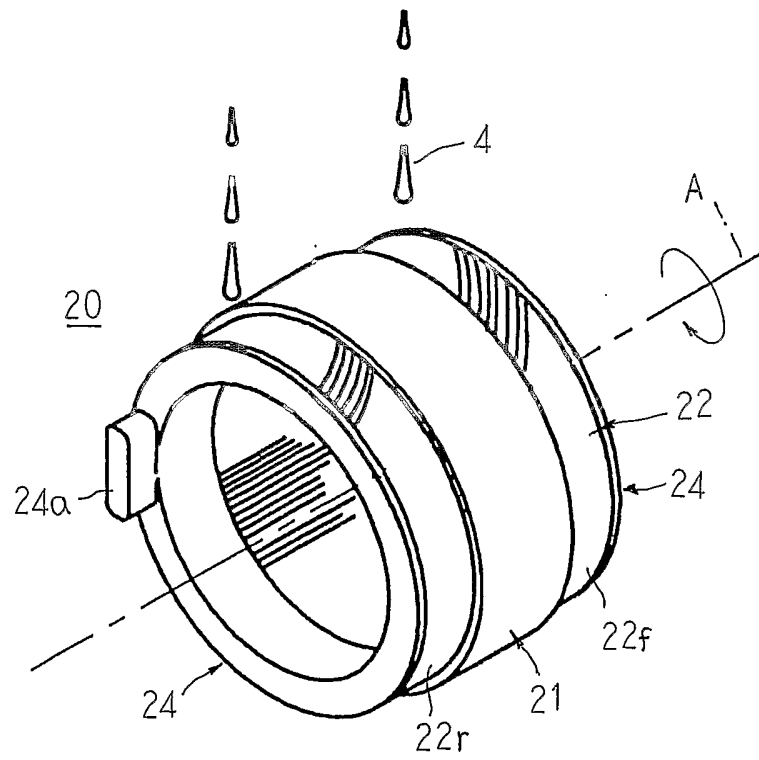
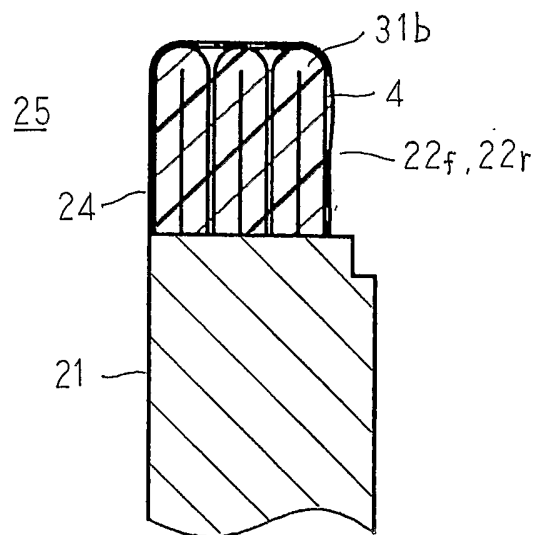


図 14





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05454

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl <sup>7</sup> H02K15/12		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> H02K15/12		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho                      1926-1996      Toroku Jitsuyo Shinan Koho      1994-2003 Kokai Jitsuyo Shinan Koho              1971-2003      Jitsuyo Shinan Toroku Koho      1996-2003		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-67301 A (Toshiba Corp.), 10 March, 1995 (10.03.95), Par. No. [0014]; Figs. 4 to 6 (Family: none)	1-4
Y	JP 6-14503 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 January, 1994 (21.01.94), Par. No. [0004]; Fig. 3 (Family: none)	1-4
Y	JP 58-39253 A (Nitto Electric Industrial Co., Ltd.), 07 March, 1983 (07.03.83), Page 2, lower right column, lines 4 to 10 (Family: none)	1-4
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 29 July, 2003 (29.07.03)	Date of mailing of the international search report 12 August, 2003 (12.08.03)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05454

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-22908 A (Kokusan Denki Kabushiki Kaisha), 29 January, 1993 (29.01.93), Par. Nos. [0027] to [0049] Figs. 1 to 7 (Family: none)	2, 3
Y	JP 60-98852 A (Toshiba Chemical Corp.), 01 June, 1985 (01.06.85), Page 2, upper right column, line 15 to page 3, upper left column, line 17; Figs. 1, 2 (Family: none)	2, 3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H02K15/12

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H02K15/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 7-67301 A (株式会社東芝) 1995.03.10, 段落【0014】, 図4-6 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 6-14503 A (松下電器産業株式会社) 1994.01.21, 段落【0004】, 図3 (ファミリーなし)	1-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願


の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
29.07.03

国際調査報告の発送日  
12.08.03

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
 米山 毅  3V 9324  
 電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 58-39253 A (日東電気工業株式会社) 1983. 03. 07, 2ページ右下欄4-10行 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 5-22908 A (国産電機株式会社) 1993. 01. 29, 段落【0027】-【0049】 図1-7, (ファミリーなし)	2, 3
Y	JP 60-98852 A (東芝ケミカル株式会社) 1985. 06. 01, 2ページ右上欄15行-3ページ左上欄17行 第1, 2図, (ファミリーなし)	2, 3