

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4019951号
(P4019951)

(45) 発行日 平成19年12月12日(2007.12.12)

(24) 登録日 平成19年10月5日(2007.10.5)

(51) Int. Cl.	F I				
HO2K 3/50	(2006.01)	HO2K 3/50	A		
HO2K 3/04	(2006.01)	HO2K 3/04	E		
HO2K 3/38	(2006.01)	HO2K 3/38	A		
HO2K 15/04	(2006.01)	HO2K 15/04	E		
HO2K 19/22	(2006.01)	HO2K 19/22			

請求項の数 15 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2003-11912 (P2003-11912)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成15年1月21日(2003.1.21)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2003-324885 (P2003-324885A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成15年11月14日(2003.11.14)	(74) 代理人	100103171
審査請求日	平成17年3月28日(2005.3.28)		弁理士 雨貝 正彦
(31) 優先権主張番号	特願2002-55781 (P2002-55781)	(72) 発明者	加藤 充
(32) 優先日	平成14年3月1日(2002.3.1)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		社デンソー内
		(72) 発明者	中村 義典
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	北角 泰典
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機の巻線の製造方法および巻線凹部の加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ほぼ矩形断面の電気導体の一部を所定方向に加圧して加圧方向の寸法を減少させる加圧工程と、

前記加圧工程によって部分的に変形された前記電気導体を、固定子鉄心に形成されたスロットに径方向に複数本が重複するように挿入する挿入工程と、

前記スロットに挿入された前記電気導体を、前記加圧工程によって部分的に変形された部分が径方向に隣接する他の前記電気導体と接近するように折り曲げる折り曲げ工程と、

前記折り曲げ工程によって折り曲げられた隣接する前記電気導体の端部同士を接合する接合工程と、

を有する回転電機の巻線の製造方法において、

前記加圧工程は、反加圧方向の前記電気導体の角部の変形を抑制する所定形状を有する第1の治具に前記電気導体をセットした状態で、第2の治具で前記電気導体を加圧することにより行い、

前記第1の治具の前記電気導体の角部の変形を抑制する形状は円弧形状であり、

前記円弧形状は、前記スロット内周の角部の半径と、前記スロット内周であって前記電気導体との間に配置される電気絶縁部材の厚みとを考慮した半径を有することを特徴とする回転電機の巻線の製造方法。

【請求項2】

ほぼ矩形断面の電気導体の一部を所定方向に加圧して加圧方向の寸法を減少させる加圧

工程と、

前記加圧工程によって部分的に変形された前記電気導体を、固定子鉄心に形成されたスロットに径方向に複数本が重複するように挿入する挿入工程と、

前記スロットに挿入された前記電気導体を、前記加圧工程によって部分的に変形された部分が径方向に隣接する他の前記電気導体と接近するように折り曲げる折り曲げ工程と、

前記折り曲げ工程によって折り曲げられた隣接する前記電気導体の端部同士を接合する接合工程と、

を有する回転電機の巻線の製造方法において、

前記加圧工程は、反加圧方向の前記電気導体の角部の変形を抑制する所定形状を有する第1の治具に前記電気導体をセットした状態で、第2の治具で前記電気導体を加圧することにより行い、

10

前記第1の治具の前記電気導体の角部の変形を抑制する形状は、前記スロット内周の角部の半径に対応する半径を有する円弧形状であることを特徴とする回転電機の巻線の製造方法。

【請求項3】

請求項1または2において、

前記加圧工程による前記電気導体の角部の成形は、前記スロットの最外周および最内周に配置される前記電気導体に対して少なくとも行われることを特徴とする回転電機の巻線の製造方法。

【請求項4】

20

請求項1～3のいずれかにおいて、

前記電気導体は、セグメント導体であることを特徴とする回転電機の巻線の製造方法。

【請求項5】

請求項4において、

前記セグメント導体からなる巻線は、前記スロットに前記セグメント導体の一部が収容されており、

前記固定子鉄心の壁面と前記スロット内に挿入される絶縁部材との間に形成される隙間と、前記加圧工程によって加圧された後の前記セグメント導体と前記絶縁部材との間の隙間との総和が80 μm以下である箇所が、前記セグメント導体を挟んで互いに対向する位置に少なくとも2箇所存在することを特徴とする回転電機の巻線の製造方法。

30

【請求項6】

電気導体の一部を所定方向に加圧して加圧方向の寸法を減少させる加圧工程を有する回転電機の巻線の製造方法であって、

前記加圧工程は、反加圧方向の前記電気導体の角部の変形を抑制する所定形状を有する第1の治具に前記電気導体をセットした状態で、第2の治具で前記電気導体を加圧することにより行い、

前記第1の治具の前記電気導体の角部の変形を抑制する形状は円弧形状であり、

固定子鉄心に形成されたスロットに、スロット幅方向に複数本が整列するように前記電気導体が収容されており、

前記加圧工程によって加圧された後に前記スロットに収容される前記複数本の電気導体の加圧箇所の幅の総和は、前記スロット内に挿入される絶縁部材の厚みを除いた前記スロット幅よりも大きく、前記複数本の中の一部の電気導体の加圧箇所の幅と残りの電気導体の非加圧箇所の幅との総和は、前記スロット内に挿入される絶縁部材の厚みを除いた前記スロット幅よりも小さいことを特徴とする回転電機の巻線の製造方法。

40

【請求項7】

電気導体の一部を所定方向に加圧して加圧方向の寸法を減少させる加圧工程を有する回転電機の巻線の製造方法であって、

前記加圧工程は、反加圧方向の前記電気導体の角部の変形を抑制する所定形状を有する第1の治具に前記電気導体をセットした状態で、第2の治具で前記電気導体を加圧することにより行い、

50

前記第 1 の治具の前記電気導体の角部の変形を抑制する形状は円弧形状であり、固定子鉄心に形成されたスロットに前記電気導体の一部が収容されており、前記加圧工程によって加圧された後に所定の配列で前記スロットに収容される前記導体の幅は、前記スロット内に挿入される絶縁部材の厚みを除いたスロット幅よりも大きく、前記スロットへの前記電気導体の収容は、前記加圧方向が前記スロット幅に一致するように前記電気導体の向きを設定して前記スロットへ挿入した後に、前記電気導体を回転させることにより行うことを特徴とする回転電機の巻線の製造方法。

【請求項 8】

請求項 7 において、

固定子鉄心に形成されたスロットに、スロット幅方向に複数本が整列するように前記電気導体が収容されており、

前記加圧工程によって加圧された後に前記スロットに収容される前記複数本の電気導体の加圧箇所幅の総和は、前記スロット内に挿入される絶縁部材の厚みを除いた前記スロット幅よりも大きく、前記複数本の中の一部の電気導体の加圧箇所幅と残りの電気導体の非加圧箇所幅との総和は、前記スロット内に挿入される絶縁部材の厚みを除いた前記スロット幅よりも小さいことを特徴とする回転電機の巻線の製造方法。

【請求項 9】

表面に絶縁皮膜が形成されるほぼ矩形断面の電気導体の角部の半径 R_0 よりも小さい半径 R_1 の角部を有する治具の空間に前記電気導体をセットした状態で、前記電気導体の角部が前記治具の角部をかたどるように変形させて、前記電気導体の長手方向と直角方向の寸法が減少した凹部を形成することを特徴とする巻線凹部の加工方法。

【請求項 10】

請求項 9 において、

前記治具は、底面部とこの底面部に対して脱着可能な側面部とを有し、

前記治具の空間は、前記底面部および前記側面部により形成されることを特徴とする巻線凹部の加工方法。

【請求項 11】

請求項 10 において、

前記治具の半径 R_1 を有する角部は前記底面部に形成されていることを特徴とする巻線凹部の加工方法。

【請求項 12】

電気導体の角部の半径 R_0 よりも小さい半径 R_1 の角部を有する治具の空間に、表面に絶縁皮膜が形成されたほぼ矩形断面の前記電気導体をセットした状態で、前記電気導体の角部が前記治具の角部をかたどるように変形させて、前記電気導体の長手方向と直角方向の寸法が減少した凹部を形成するとともに、前記凹部が形成された位置で前記電気導体と交差するように巻く回転電機の巻線の製造方法であって、

前記電気導体は、絶縁皮膜が剥離された接合部を先端に設けた複数のセグメントが接合されてなり、

前記治具は、底面部とこの底面部に対して脱着可能な側面部とを有し、

前記治具の空間は、前記底面部および前記側面部により形成されることを特徴とする回転電機の巻線の製造方法。

【請求項 13】

請求項 12 において、

前記治具の半径 R_1 を有する角部は前記底面部に形成されていることを特徴とする回転電機の巻線の製造方法。

【請求項 14】

表面に絶縁皮膜が形成される電気導体の角部の半径 R_0 よりも小さい半径 R_1 の角部を有し、底面部とこの底面部に対して脱着可能な側面部とで形成される治具の空間に前記電気導体をセットした状態で、前記電気導体の角部の半径が減少するように変形させて前記電気導体の長手方向と直角方向の寸法が減少した凹部を形成し、前記底面部と前記側面部

のうちいずれか一方を他方に対し離した後に、他方から前記凹部が形成された前記電気導体を取り外すことを特徴とする巻線凹部の加工方法。

【請求項 15】

請求項 14 において、

前記治具の半径 R1 を有する角部は前記底面部に形成されていることを特徴とする巻線凹部の加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車やトラックに搭載される車両用交流発電機等の回転電機の巻線を製造する回転電機の巻線の製造方法および巻線凹部の加工方法に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

近年、安全制御機器等の電気負荷の増加に伴って、車両用交流発電機にはますます発電能力の向上が求められている。このような発電能力向上の要請に応えるものとして、U字状の電気導体を規則的に並べて固定子のスロット内の電気導体を高占積率化することにより高出力化を図る車両用交流発電機が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。この車両用交流発電機では、U字状の電気導体の一部を傾斜させる際に隣接する電気導体の電気的絶縁を確保するために、電気導体の一部を加圧変形させて隙間を形成する工夫がなされている。

20

【0003】

【特許文献 1】

特開 2000 - 166148 号公報（第 4 - 7 頁、図 1 - 7）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した特許文献 1 に開示された従来の車両用交流発電機の固定子に用いられている電気導体のように部分的に加圧変形させる際に、単純に一方向から加圧しただけでは、電気導体の反加圧方向の角部が自由変形するため、加圧方向に垂直な向きに電気導体の角部が潰れて変形する場合があります、この電気導体を固定子のスロットに挿入する際に、スロットの最内周の角部あるいは最外周の角部において、電気絶縁を目的として挿入されているインシュレータの破損が発生し、固定子鉄心と電気導体との間で十分な電気絶縁が確保できないおそれがある。

30

【0005】

図 12 は、電気導体の加圧変形の概略を示す図である。図 12 に示すように、ダイ 200 にセットされた電気導体 210 を一方向からパンチ 202 で加圧することにより、この加圧方向の寸法を減少させることができるが、この加圧の際に電気導体の反加圧方向の角部が加圧方向と垂直な向きに変形してしまう。一般に、固定子鉄心に設けられた各スロットはプレス加工等で形成されるため、角部は所定の円弧形状に形成されており、この内周側の表面にインシュレータが配置された状態でこのような電気導体をスロット内に挿入すると、電気導体の変形した角部がインシュレータを突き破るおそれがある。

40

【0006】

本発明は、このような点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、固定子鉄心と電気導体の電気絶縁を確保することができる回転電機の巻線の製造方法および巻線凹部の加工方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決するために、本発明の回転電機の巻線の製造方法は、ほぼ矩形断面の電気導体の一部を所定方向に加圧して加圧方向の寸法を減少させる加圧工程と、加圧工程によって部分的に変形された前記電気導体を、固定子鉄心に形成されたスロットに径方向に複数本が重複するように挿入する挿入工程と、スロットに挿入された電気導体を、加圧

50

工程によって部分的に変形された部分が径方向に隣接する他の電気導体と接近するように折り曲げる折り曲げ工程と、折り曲げ工程によって折り曲げられた隣接する電気導体の端部同士を接合する接合工程とを有しており、この中で加圧工程は、反加圧方向の電気導体の角部の変形を抑制する所定形状を有する第1の治具に電気導体をセットした状態で、第2の治具で電気導体を加圧することにより行っている。

【0008】

また、本発明の回転電機の巻線の製造方法は、電気導体の一部を所定方向に加圧して加圧方向の寸法を減少させる加圧工程を有しており、この加圧工程は、反加圧方向の電気導体の角部の変形を抑制する所定形状を有する第1の治具に電気導体をセットした状態で、第2の治具で電気導体を加圧することにより行っている。

10

【0009】

隣接する電気導体同士の間隙を形成するために電気導体の一部を加圧する際に、反加圧方向の電気導体の角部の変形が抑制されるため、この角部が加圧方向と垂直な向きに必要以上に変形することがなく、固定子鉄心と電気導体との間に配置される絶縁部材の破損を防止することができ、固定子鉄心と電気導体の電気絶縁を確保することが可能になる。

【0010】

また、上述した第1の治具の電気導体の角部の変形を抑制する形状は円弧形状であることが望ましい。これにより、電気導体の角部の変形後の形状を円弧形状にすることができるため、電気導体を固定子鉄心のスロットに挿入した際の絶縁部材の破損を確実に防止することができる。

20

【0011】

また、上述した円弧形状は、スロット内周の角部の半径に対応する半径を有することが望ましい。これにより、電気導体から絶縁部材に加わる圧力がほぼ均等になるため、電気導体によって絶縁部材を突き破ることを防止することができる。

【0012】

また、上述した円弧形状は、スロット内周の角部の半径と、スロット内周であって電気導体との間に配置される電気絶縁部材の厚みとを考慮した半径を有することが望ましい。これにより、電気導体から絶縁部材に加わる圧力をさらに確実に均一にすることができる。

【0013】

また、上述した加圧工程による電気導体の角部の成形は、スロットの最外周および最内周に配置される電気導体に対して少なくとも行われることが望ましい。スロット内のこれらの部位において電気導体と絶縁部材が接触するため、この部分に対応する電気導体の角部形状を工夫することにより、固定子鉄心と電気導体との間の確実な電気絶縁を確保することができる。

30

【0014】

また、上述した電気導体は、セグメント導体であることが望ましい。セグメント導体の角部を膨らますことなくくぼみを形成することができ、高占積率巻線のようなスロット幅いっぱいにはセグメント導体を配置する場合に、セグメント導体とスロット側壁との間の干渉を防止することができる。また、スロットに沿ってセグメント導体を挿入する際に生じるスロット壁面との間の干渉を防止することができることから、セグメント導体の表面に絶縁皮膜が形成されている場合であってもこの絶縁皮膜の損傷を回避することができる。

40

【0015】

また、上述したセグメント導体からなる巻線は、スロットにセグメント導体の一部が収容されており、固定子鉄心の壁面とスロット内に挿入される絶縁部材との間に形成される隙間と、加圧工程によって加圧された後のセグメント導体と絶縁部材との間の隙間との総和が $80\mu\text{m}$ 以下である箇所が、セグメント導体を挟んで互いに対向する位置に少なくとも2箇所存在することが望ましい。セグメント導体の角部の膨らみを防止することができるため、スロット幅いっぱいの幅を有するセグメント導体をスロットに挿入しても、これらの間に干渉が生じない。加圧工程においてセグメント導体の角部やその他の部分の幅が変動する量を考慮すると、セグメント導体の加圧箇所における隙間が $80\mu\text{m}$ 程度必要であ

50

り、この値を確保することにより、製造の容易化とセグメント導体のスロット内での高占積率化を実現することが可能になる。

【0016】

また、固定子鉄心に形成されたスロットに電気導体の一部が収容されている場合に、上述した加圧工程によって加圧された後に所定の配列でスロットに収容される導体の幅は、スロット内に挿入される絶縁部材の厚みを除いたスロット幅よりも大きく、スロットへの電気導体の収容は、加圧方向が前記スロット幅に一致するように電気導体の向きを設定してスロットへ挿入した後に、電気導体を回転させることにより行うことが望ましい。加圧工程での加圧によって電気導体の幅が増大し、この箇所での幅がスロット幅よりも大きくなるような場合であっても、スロットに電気導体を挿入することができ、巻線を形成することが可能になる。

10

【0017】

また、固定子鉄心に形成されたスロットに、スロット幅方向に複数本が整列するように前記電気導体が収容されている場合に、加圧工程によって加圧された後にスロットに収容される複数本の電気導体の加圧箇所の幅の総和は、スロット内に挿入される絶縁部材の厚みを除いたスロット幅よりも大きく、複数本の中の一部の電気導体の加圧箇所の幅と残りの電気導体の非加圧箇所の幅との総和は、スロット内に挿入される絶縁部材の厚みを除いたスロット幅よりも小さいことが望ましい。一のスロット内に収容される電気導体の本数が多く、周方向に沿って複数本が配置されるような場合であっても、これら周方向に配置される複数本の電気導体を分割して挿入することにより、加圧工程での加圧によって幅が増大した各電気導体を容易にスロットに挿入することができ、巻線を形成することが可能になる。

20

【0018】

また、本発明の巻線凹部の加工方法は、表面に絶縁皮膜が形成されるほぼ矩形断面の電気導体の角部の半径 R_0 よりも小さい半径 R_1 の角部を有する治具の空間に電気導体をセットした状態で、電気導体の角部が治具の角部をかたどるように変形させて、電気導体の長手方向と直角方向の寸法が減少した凹部を形成している。

【0019】

また、本発明の回転電機の巻線の製造方法は、電気導体の角部の半径 R_0 よりも小さい半径 R_1 の角部を有する治具の空間に、表面に絶縁皮膜が形成されたほぼ矩形断面の電気導体をセットした状態で、電気導体の角部が治具の角部をかたどるように変形させて、電気導体の長手方向と直角方向の寸法が減少した凹部を形成するとともに、凹部が形成された位置で電気導体は交差するように巻いている。また、この電気導体は、絶縁皮膜が剥離された接合部を先端に設けた複数のセグメントが接合されていることが望ましい。

30

【0020】

また、本発明の巻線凹部の形成方法は、表面に絶縁皮膜が形成される電気導体の角部の半径 R_0 よりも小さい半径 R_1 の角部を有し、底面部とこの底面部に対して脱着可能な側面部とで形成される治具の空間に電気導体をセットした状態で、電気導体の角部の半径が減少するように変形させて電気導体の長手方向と直角方向の寸法が減少した凹部を形成し、底面部と側面部のうちいずれか一方を他方に対し離れた後に、他方から凹部が形成された電気導体を取り外している。

40

【0021】

電気導体の角部が治具の角部をかたどるように変形させることにより、電気導体の角部の変形程度を抑えることができるので、表面の絶縁皮膜を保護しつつ電気導体の長手方向と直角方向の寸法が減少した凹部を容易に形成することができる。

【0022】

また、断面がほぼ矩形形状の電気導体を用いることにより、表面に沿って容易に先端の絶縁皮膜を剥離でき、しかも、絶縁皮膜が剥離された先端部同士を接合することで回転電機の巻線を容易に製造することができる。さらに、断面の角部半径が小さくても、凹部形成の変形時に絶縁皮膜の破れて損傷することを防ぐことができる。

50

【0023】

また、断面がほぼ矩形形状の電気導体の角部の半径(=R0)に対しそれより小さい半径(=R1)の角部を有する第1の治具に電気導体をセットして、第2の治具で変形させて凹部を形成するため、変形時の肉の移動が抑えられ、電気導体の絶縁皮膜が変形によって破れることを抑えることができる。

【0024】

また、上述した治具は、底面部とこの底面部に対して脱着可能な側面部とを有し、治具の空間は、底面部および側面部により形成されることが望ましい。これにより、電気導体を変形させることにより肉が底面部または側面部に食いついたとしても、側面部と底面部のうち、一方を他方に対し脱離させることで、その後電気導体を他方から取り外しやすくすることができる。すなわち、食いつきの面積を小さくすることにより、小さい力で治具から電気導体を脱離、取り外すことが可能になる。しかも、凹部形成工程、脱離工程、取り外し工程の後に、固定子鉄心のスロット内に電気導体を挿入し、電気導体の先端同士を接合して巻線を形成することが可能になり、製造が容易になる。

10

【0025】

また、上述した治具の半径R1を有する角部は底面部に形成されていることが望ましい。これにより、治具から側面部のみを脱離させることが容易となる。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を適用した一実施形態の回転電機の巻線の製造方法について、図面を参照しながら詳細に説明する。

20

図1は本実施形態の車両用交流発電機の全体構成を示す断面図である。図1に示すように、本実施形態の車両用交流発電機1は、固定子2、回転子3、ハウジング4、整流器5等を含んで構成されている。

【0027】

回転子3は、界磁として作用し、シャフト6と一体になって回転しており、ランデル型ポールコア7、界磁コイル8、スリップリング9、10、送風装置としての斜流ファン11および遠心ファン12を備えている。シャフト6は、プーリ20に連結されており、車両に搭載された走行用のエンジン(図示せず)により回転駆動される。

【0028】

ランデル型ポールコア7は、一組のポールコアを組合わせて構成されている。このランデル型ポールコア7は、シャフト6に組付られたボス部71と、ボス部71の両端より径方向に延びるディスク部72と、12個の爪状磁極部73により構成されている。

30

【0029】

プーリ側の斜流ファン11は、ポールコア7の端面に溶接などによって固着されたベース板111に対して鋭角の傾斜を持つブレードと直角のブレードとを有し、回転子3と一体になって回転する。反プーリ側の遠心ファン12は、ポールコア7の端面に溶接などによって固着されたベース板121に対して直角のブレードのみを有する。

【0030】

ハウジング4は、フロントハウジング4aとリアハウジング4bからなっており、その軸方向端面には吸入孔41が、外周両肩部には、固定子2の第1コイルエンド群31aと第2コイルエンド群31bのそれぞれの径方向外側に対応して冷却風の排出孔42が設けられている。

40

【0031】

整流器5は、固定子2から出力される交流電圧を直流に変換する整流作用を行っており、車両用交流発電機1の反プーリ側の端部に設けられている。

次に、固定子2の詳細について説明する。図2は、固定子2の部分的な断面図である。図3は、固定子鉄心32に装着されるセグメント導体33の模式的形状を示す斜視図である。

【0032】

50

固定子 2 は、電機子として作用し、固定子鉄心 3 2 と、固定子鉄心 3 2 に形成された複数のスロット 3 5 内に配置された複数の電気導体としてのセグメント導体 3 3 によって構成された固定子巻線 3 1 と、固定子鉄心 3 2 と固定子巻線 3 1 との間を電気絶縁するインシュレータ 3 4 とを備えている。

【 0 0 3 3 】

図 2 に示すように、固定子鉄心 3 2 には、多相の固定子巻線 3 1 を収容できるように、内径側に開口を有する複数のスロット 3 5 が形成されている。本実施形態では、回転子 3 の磁極数に対応して、三相の固定子巻線 3 1 を収容するために、3 6 個のスロット 3 5 が、等間隔に配置されている。

【 0 0 3 4 】

固定子鉄心 3 2 のスロット 3 5 に装備された固定子巻線 3 1 は、1 本 1 本の電気導体として把握することができ、複数のスロット 3 5 のそれぞれの中には、偶数本（本実施形態では 4 本）の電気導体が収容されている。また、一のスロット 3 5 内の 4 本の電気導体は、固定子鉄心 3 2 の径方向に関して内側から内端層、内中層、外中層、外端層の順で一列に配列されている。これらの電気導体には、絶縁被膜 3 7 として、ポリアミドイミド等の被膜材が塗布されている。

【 0 0 3 5 】

これら電気導体が所定のパターンで接続されることにより、固定子巻線 3 1 が形成される。なお、本実施形態では、スロット 3 5 内の電気導体は、第 1 コイルエンド群 3 1 a 側においては、連続線を配置することにより一端が接続され、また、第 2 コイルエンド群 3 1 b 側においては、他端を接合することにより接続される。

【 0 0 3 6 】

各スロット 3 5 内の 1 本の電気導体は、所定の磁極ピッチ離れた他のスロット 3 5 内の 1 本の他の電気導体と対をなしている。特に、コイルエンド部における複数の電気導体間の隙間を確保し、整列して配置するために、一のスロット 3 5 内の所定の層の電気導体は、所定の磁極ピッチ離れた他のスロット 3 5 内の他の層の電気導体と対をなしている。

【 0 0 3 7 】

例えば、一のスロット内の内端層の電気導体 3 3 1 a は、固定子鉄心 3 2 の時計回り方向に向けて 1 磁極ピッチ離れた他のスロット内の外端層の電気導体 3 3 1 b と対をなしている。同様に、一のスロット内の内中層の電気導体 3 3 2 a は固定子鉄心 3 2 の時計回り方向に向けて 1 磁極ピッチ離れた他のスロット内の外中層の電気導体 3 3 2 b と対をなしている。そして、これらの対をなす電気導体は、固定子鉄心 3 2 の軸方向の一方の端部において連続線を用いることにより、ターン部 3 3 1 c、3 3 2 c を経由することで接続される。したがって、固定子鉄心 3 2 の一方の端部においては、外中層の電気導体と内中層の電気導体とを接続する連続線を、外端層の電気導体と内端層の電気導体とを接続する連続線が囲むこととなる。このように、固定子鉄心 3 2 の一方の端部においては、対をなす電気導体の接続部が、同じスロット内に収容された他の対をなす電気導体の接続部により囲まれる。外中層の電気導体と内中層の電気導体との接続により中層コイルエンドが形成され、外端層の電気導体と内端層の電気導体との接続により端層コイルエンドが形成される。

【 0 0 3 8 】

一方、一のスロット 3 5 内の内中層の電気導体 3 3 2 a は、固定子鉄心 3 2 の時計回り方向に向けて 1 磁極ピッチ離れた他のスロット 3 5 内の内端層の電気導体 3 3 1 a' と対をなしている。同様に、一のスロット 3 5 内の外端層の電気導体 3 3 1 b' は、固定子鉄心 3 2 の時計回り方向に向けて 1 磁極ピッチ離れた他のスロット 3 5 内の外中層の電気導体 3 3 2 b と対をなしている。そして、これらの電気導体は固定子鉄心 3 2 の軸方向の他方の端部において接合により接続される。

【 0 0 3 9 】

したがって、固定子鉄心 3 2 の他方の端部においては、外端層の電気導体と外中層の電気導体とを接続する接合部と、内端層の電気導体と内中層の電気導体とを接続する接合部と

10

20

30

40

50

が、径方向に並んでいる。外端層の電気導体と外中層の電気導体との接続、および内端層の電気導体と内中層の電気導体との接続により隣接層コイルエンドが形成される。このように固定子鉄心 3 2 の他方の端部においては、対をなす電気導体の接続部が、重複することなく並べて配置される。

【 0 0 4 0 】

さらに、複数の電気導体は、ほぼ矩形断面（平角断面）をもった一定の太さの電気導体を所定形状に成形した U 字状のセグメント導体により提供される。図 3 に示すように、内端層の電気導体と外端層の電気導体とが、一連の電気導体をほぼ U 字状に成形してなる大セグメント 3 3 1 により提供される。また、内中層の電気導体と外中層の電気導体とが一連の電気導体をほぼ U 字状に成形してなる小セグメント 3 3 2 により提供される。

10

【 0 0 4 1 】

大セグメント 3 3 1 と小セグメント 3 3 2 とは基本セグメント導体 3 3 を形成する。そして、基本セグメント導体 3 3 を規則的にスロット 3 5 に配置して、固定子鉄心 3 2 の周りを 2 周するコイルが形成される。しかし、固定子巻線の引出線を構成するセグメント導体および 1 周めと 2 周めとを接続するターン部は基本セグメント導体 3 3 とは形状の異なる異形セグメント導体で構成される。本実施形態の場合、異形セグメント導体の本数は 3 本となる。1 周めと 2 周めとの接続は、端層と中層の接続となるが、この接続により異形コイルエンドが形成される。

【 0 0 4 2 】

固定子巻線 3 1 の製造工程を以下に説明する。

20

（挿入工程）基本セグメント導体 3 3 は、U 字状の小セグメント 3 3 2 のターン部 3 3 2 c を U 字状の大セグメント 3 3 1 のターン部 3 3 1 c が囲むように揃えられ、固定子鉄心 3 2 の軸方向側面の一方側から挿入される。その際、大セグメント 3 3 1 の一方の電気導体 3 3 1 a は固定子鉄心 3 2 の一のスロット 3 5 の内端層に、小セグメント 3 3 2 の一方の電気導体 3 3 2 a は一のスロット 3 5 の内中層に、そして、大セグメント 3 3 1 の他方の電気導体 3 3 1 b は固定子鉄心 3 2 の一のスロット 3 5 から時計方向に 1 磁極ピッチ離れた他のスロット 3 5 の外端層に、小セグメント 3 3 2 の他方の電気導体 3 3 2 b も他のスロット 3 5 の外中層に挿入される。

【 0 0 4 3 】

図 4 は、挿入工程において挿入直前に重ねられた 2 種類の基本セグメント導体 3 3 を示す図である。図 4 に示すように、小セグメント 3 3 2 を覆うように大セグメント 3 3 1 が配置された状態で、固定子鉄心 3 2 の各スロット 3 5 に挿入される。また、小セグメント 3 3 2 の反ターン部先端近傍および大セグメント 3 3 1 の反ターン部先端近傍には、所定方向に加圧して加圧方向の寸法を減少させた凹部としての加圧部 3 3 2 g、3 3 1 g が形成されている。これらの加圧部 3 3 2 g、3 3 1 g は、固定子巻線 3 1 を完成させた際に、隣接する小セグメント 3 3 2 および大セグメント 3 3 1 の対向面の間に隙間を形成するためのものである。加圧部 3 3 2 g、3 3 1 g は、上述した挿入工程の前に実施される加圧工程において形成されており、その詳細については後述する。

30

【 0 0 4 4 】

その結果、図 2 に示すように一のスロット 3 5 には内端層側から、上述した電気導体として直線部 3 3 1 a、3 3 2 a、3 3 2 b'、3 3 1 b' が一列に配置される。ここで、直線部 3 3 2 b'、3 3 1 b' は、1 磁極ピッチ離れた他のスロット 3 5 内の電気導体と対をなしている大小のセグメントの直線部である。

40

【 0 0 4 5 】

（折り曲げ工程）挿入後、第 2 コイルエンド群 3 1 b において、端層側に位置している直線部 3 3 1 a、3 3 1 b は、大セグメント 3 3 1 が開く方向に接合部 3 3 1 d、3 3 1 e が半磁極ピッチ分（本実施形態では 1.5 スロット分）捻られて折り曲げられる。そして、中層に位置している直線部 3 3 2 a、3 3 2 b は、小セグメント 3 3 2 が閉じる方向に接合部 3 3 2 d、3 3 2 e が半磁極ピッチ分捻られて折り曲げられる。その結果、第 2 コイルエンド群 3 1 b においては、径方向に隣接する電気導体は周方向の逆向きに傾斜して

50

いる。以上の構成を、全てのスロット35のセグメント導体33について繰り返す。

【0046】

(接合工程)そして、第2コイルエンド群31bにおいて、外端層の接合部331e'と外中層の接合部332e、並びに内中層の接合部332dと内端層の接合部331d'とが、溶接、超音波溶着、アーク溶接、ろう付け等の手段によって電氣的導通を得るように接合され、図5に示すような固定子2が得られる。

【0047】

図6は、挿入工程の前に行われる加圧工程の具体的な手順を示す図である。図において、ダイ(第1の治具)100は、大セグメント331の加圧部331gを収容しており、この加圧部331gをパンチ(第2の治具)102を用いて一方向から加圧する。これにより、加圧部331gは、パンチ102が当接する部分が加圧方向に変形して、この方向に沿った寸法が減少する。

10

【0048】

ところで、本実施形態の加圧工程で用いられるダイ100は、角部100aが加圧部331gの角部331hの変形を抑制する形状、具体的には円弧形状に形成されている。加圧工程では、加圧部331g全体に肉厚移動が生じるため、反加圧方向の加圧部331gの角部331hも加圧方向と垂直な向きに変形しようとするが、円弧形状を有するダイ100の角部100aによってこの変形が抑制されるため、加圧後の角部331hもこの角部100aと同じ円弧形状になる。なお、小セグメント332の加圧部332gについても同様である。

20

【0049】

このような加圧部331g、332gを有する大セグメント331および小セグメント332を用いることにより、図7にハッチングを付して示したような隣接する大セグメント331と小セグメント332の間に隙間が形成される。

この結果、車両の振動時等に、第2コイルエンド群31bにおいて径方向に隣接する電気導体同士が接触することが防止されるとともに、接触によって生じる絶縁被膜37の破損も低減することが可能となる。そして、絶縁被膜37の破損箇所同士の接触による短絡を防止できる。

【0050】

このように、本実施形態では、セグメント導体33を固定子鉄心32に挿入する前に、セグメント導体33の一部を所定方向に加圧する加圧工程が設けられており、しかもこの加圧工程で用いられるダイ100の角部100aが円弧形状に形成されている。このため、この角部100aに対応して形成されるセグメント導体33の断面形状も円弧形状になるため、図2に示すスロット35の角部35a、35b、35c、35dにおいてセグメント導体33の角部がインシュレータ34を傷つけたり突き破ることがなく、セグメント導体33と固定子鉄心32との間の電気絶縁を確保することができる。

30

【0051】

また、ダイ100の角部100aの形状を、スロット35の角部35a、35b、35c、35dの半径に対応した半径を有する円弧形状とすることにより、セグメント導体33からインシュレータ34に加わる圧力をほぼ均等にすることができるため、インシュレータ34の破損を防止することができる。特に、インシュレータ34の厚みも考慮に入れてダイ100の角部100aの円弧形状の半径を設定することにより、インシュレータ34に加わる圧力をさらに均一化してインシュレータ34の破損をさらに低減することができるため、固定子鉄心32とセグメント導体33との間の電気絶縁をさらに確実に達成することが可能になる。

40

【0052】

また、本実施形態では、固定子鉄心32の壁面とスロット35内に挿入される絶縁部材としてのインシュレータ34の間に形成される隙間と、セグメント導体33の加圧部(大セグメント331の加圧部331g、小セグメント332の加圧部332g)との間の隙間との総和が80μm以下である箇所が、セグメント導体33を挟んで互いに対向する位置

50

に少なくとも2箇所存在することが望ましい。セグメント導体33の角部の膨らみを防止することができるため、スロット幅いっぱいの幅を有する加圧部が形成されたセグメント導体33をスロット35に挿入しても、これらの間に干渉が生じない。加圧工程においてセグメント導体33の加圧部の幅が変動する量を考慮すると、セグメント導体33の加圧部における隙間が80 μ m程度必要であり、この値を確保することにより、製造の容易化とセグメント導体33のスロット35内での高占積率化を実現することが可能になる。

【0053】

(他の実施形態)

ところで、図6に示したダイ100は、コの字形状に形成したが、各辺毎に3分割するようにしてもよい。図8は、3分割したダイを用いて挿入工程の前に行われる加工工程の変形例の具体的な手順を示す図である。

10

【0054】

図8に示すように、ダイ110は、側面部110-1、110-2と底面部110-3とを有しており、側面部110-1、110-2は底面部110-3に対して固定でき、かつ、脱離が可能である。

また、各セグメント導体33を構成する電気導体は、予めその先端部の電気絶縁皮膜が剥離されるが、これらの電気導体は断面がほぼ矩形形状であるので容易に接合面の絶縁皮膜を剥離することができる。

【0055】

底面部110-3は、板状底面110-3aとその端部から厚み方向に突出する突出部110-3b、110-3cとを有し、板状底面110-3aと各突出部110-3b、110-3cとで角部110aを形成している。この角部110aの半径R1は、電気導体の角部(331h、332h)の半径R0よりも大きく形成されている。

20

【0056】

側面部110-1、110-2と底面部110-3とを組み合わせて固定してダイ110をコの字状に形成した状態で、これら側面部110-1、110-2と底面部110-3とによって形成される空間に電気導体を収容し、後の折り曲げ工程で径方向に隣接する電気導体と交差する位置に凹部(加圧部331g、332g)を形成するべくパンチ102で加圧する(凹部形成工程)。加圧された電気導体は、肉が角部に移動し、ダイ110に形成された角部110aをかたどるように新しい角部が形成される。

30

【0057】

ダイ110で電気導体の辺を拘束して、パンチ102で電気導体に変形を与える際、ダイ110に形成された電気導体をセットする空間に角部110aがないと、電気導体の角部が小さくなりつつ、凹部の容積が次第に大きくなる。そして、所望の深さおよび長さの凹部が形成される時には、電気導体の角部の半径が小さくなるので表面の絶縁皮膜は、変形により内部から破れることになる。この実施形態においては、ダイ110に半径R1の角部110aが形成されているため、電気導体表面の絶縁皮膜を維持できる程度に変形の程度が抑えられる。

【0058】

このとき、底面部110-3に形成された角部110aの角部表面と電気導体の角部表面とで形成される空間は小さいので、ダイ110の底面部110-3ならびに側面部110-1、110-2のいずれか一方または両方の表面には電気導体の肉が食いつくことがある。そこで、凹部の形成が完了した後に、側面部110-1、110-2と底面部110-3との固定を解除し、2つの側面部110-1、110-2をパンチ102の加圧方向とは直角方向に底面部110-3から脱離する(脱離工程)。側面部110-1、110-2には肉の食いつきがないかまたは食いつきの面積が少ない。しかも、電気導体の側面部に接する表面が加圧により移動する方向と同じ方向に側面部110-1、110-2を移動するので、容易に側面部110-1、110-2を電気導体から引き離すことができる。

40

【0059】

50

その後、電気導体を底面部 110 - 3 から取り外す（取り外し工程）。電気導体の底面部に接する表面が加圧により移動する方向と同じ方向に電気導体を移動するので、容易に電気導体を底面部 110 - 3 から引き離すことができる。

次に、電気導体を固定子鉄心 32 の各スロット 35 内に収容し、折り曲げ工程を経て、先端部の絶縁皮膜が剥離された接合面同士を接合する。

【0060】

このように、半径 R0 の角部を有するほぼ矩形断面の素線（電気導体）を使用するため、容易に先端の接合部の絶縁皮膜を剥離することができ、製造が容易となる。しかも、そのような角部の半径が小さい電気導体でも、ダイ 110 に形成された半径 R1（ $R1 < R0$ ）の角部 110 a に電気導体が当接してそれ以上の変形が抑えられることで変形の程度が大きくなることを抑制することができる。したがって、変形が大きいことにより電気導体表面の絶縁皮膜が破れる損傷を低減でき、固定子鉄心 32 との間の電気絶縁を確保することができる。また、変形が抑えられるので、スロット 35 内に容易に収容することができる。さらに、変形を抑えるために形成されるダイ 110 の角部 110 a と電気導体の角部との間の空間が狭く、たとえ凹部変形時の加圧により、電気導体の肉がダイ 110 に食いつくことがあったとしても、側面部 110 - 1、110 - 2 を底面部 110 - 3 から脱離させてから底面部 110 - 3 から電気導体を取り外すことで、電気導体をダイ 110 から容易に取り外すことができる。

10

【0061】

なお、凹部形成後に先に底面部 110 - 3 を側面部 110 - 1、110 - 2 から脱離させ、その後電気導体を側面部 110 - 1、110 - 2 から取り外してもよい。また、各側面部 110 - 1、110 - 2 が、側面およびパンチ 102 の加圧方向と直角方向に突出する突出部を有し、ダイ 110 に形成される角部 110 a がこれらの側面と突出部とで形成されるようにしてもよい。この場合、側面部、底面部のうち一方、他方をそれぞれ側面部、底面部としてもよい。逆に一方、他方をそれぞれ底面部、側面部としてもよい。

20

【0062】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内において種々の変形実施が可能である。例えば、上述した実施形態では、小セグメント 332 にも加圧部 332 g を形成するようにしたが、これを省略し、大セグメント 331 の加圧部 331 g のみを形成するようにしてもよい。

30

【0063】

また、上述した実施形態では、ダイ 100 の角部 100 a を円弧形状に形成したが、セグメント導体 33 の加圧方向と垂直な向きへの変形を抑制する形状であれば他の形状を採用するようにしてもよい。例えば、ダイ 100 の底辺に対して 45° の傾斜を有する面取り形状や多角形状に形成してもよい。

【0064】

また、上述した実施形態では、車両用交流発電機について説明したが、それ以外の回転電機の固定子巻線を製造する場合に本発明を適用することができる。また、U字状のセグメント導体 33 を用いたが、直線状のセグメント導体を用いて、固定子鉄心 32 の両側で接合作業を行うようにしてもよい。

40

【0065】

また、上述した実施形態は、車両用交流発電機の固定子巻線を形成する場合について説明したが、車両用交流発電機以外の回転電機の固定子巻線や、固定子巻線以外の巻線を製造する場合にも本発明を適用することができる。

また、上述した実施形態では、図 6 に加圧工程の詳細を示したように、加圧前後で加圧部の幅がほとんど変化しない場合について説明したが、図 9 に示すように、角部の変形を抑制しながら幅を増大させるようにしてもよい。

【0066】

ところで、固定子巻線のスロット内での占積率を高く設定した場合であってセグメント導体の加圧前の幅がスロット幅に近いような場合には、図 10 に示すように、セグメント導

50

体の加圧部の幅が、スロット内に挿入されるインシュレータを除いたスロット幅よりも大きくなる場合が生じる。このような場合には、スロットへのセグメント導体の収容は、加圧方向がスロット幅に一致するようにセグメント導体の向きを設定して（図10に示す向きを基準としてセグメント導体を90°回転させた向き）スロットへ挿入した後に、セグメント導体を回転させることにより行うことが望ましい。これにより、加圧工程での加圧によってセグメント導体の加圧部の幅が増大し、この加圧部での幅がスロット幅よりも大きくなるような場合であっても、スロットにセグメント導体を挿入することができ、固定子巻線を形成することが可能になる。

【0067】

また、スロット内のセグメント導体の本数が多い場合であって、図11に示すように、スロット幅方向に複数本のセグメント導体が配置されるような場合であって、これらの周方向に配置された複数本のセグメント導体の各加圧部の幅の総和が、スロット内に挿入されるインシュレータの厚みを除いたスロット幅よりも大きい場合には、複数本の中の一部のセグメント導体の加圧部の幅と残りのセグメント導体の非加圧部の幅との総和が、スロット内に挿入されるインシュレータの厚みを除いたスロット幅よりも小さいことが望ましい。これにより、一のスロット内に収容されるセグメント導体の本数が多く、周方向に沿って複数本が配置されるような場合であっても、これら周方向に配置される複数本のセグメント導体を分割して挿入することにより、加圧工程での加圧によって幅が増大した各セグメント導体を容易にスロットに挿入することができ、固定子巻線を形成することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一本実施形態の車両用交流発電機の全体構成を示す断面図である。

【図2】固定子の部分的な断面図である。

【図3】固定子鉄心に装着されるセグメント導体の模式的形状を示す斜視図である。

【図4】挿入工程において挿入直前に重ねられた2種類の基本セグメント導体を示す図である。

【図5】固定子巻線の接合部を示す固定子の部分的な斜視図である。

【図6】挿入工程の前に行われる加圧工程の具体的な手順を示す図である。

【図7】固定子の部分的な側面図である。

【図8】別実施形態の加圧工程の具体的な手順を示す図である。

【図9】加圧工程の変形例を示す図である。

【図10】固定子の変形例を示す斜視図である。

【図11】固定子の他の変形例を示す斜視図である。

【図12】従来の加圧工程を示す図である。

【符号の説明】

2 固定子

3 1 固定子巻線

3 2 固定子鉄心

3 3 セグメント導体

3 4 インシュレータ

3 5 スロット

1 0 0、1 1 0 ダイ

1 0 0 a、1 1 0 a 角部

1 0 2 パンチ

1 1 0 - 1、1 1 0 - 2 側面部

1 1 0 - 3 底面部

3 3 1 g、3 3 2 g 加圧部

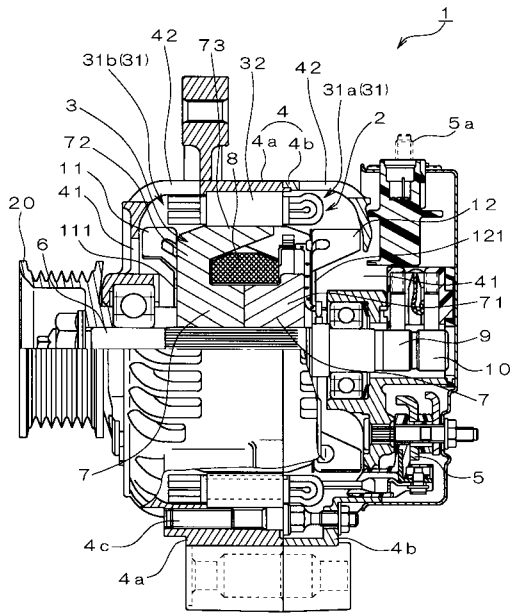
10

20

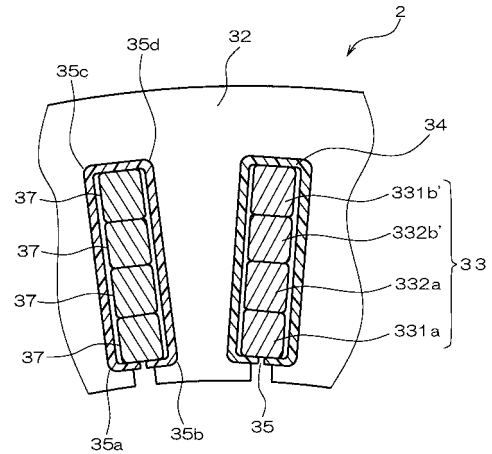
30

40

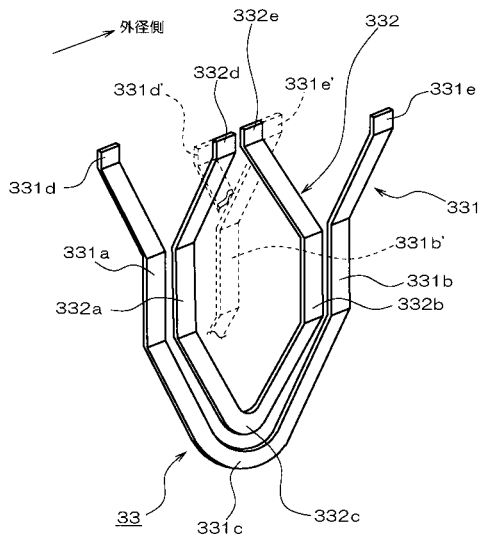
【 図 1 】



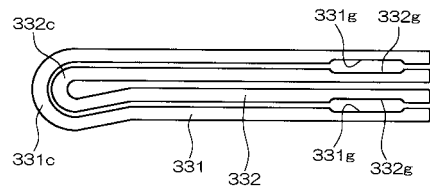
【 図 2 】



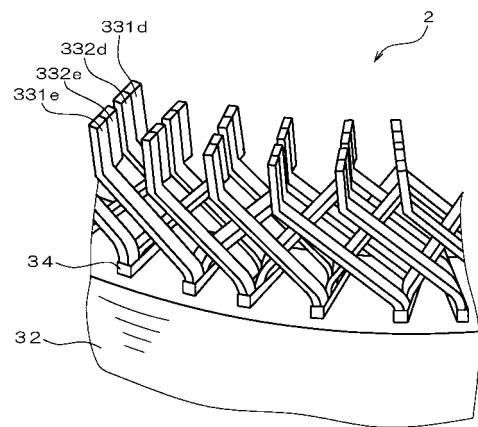
【 図 3 】



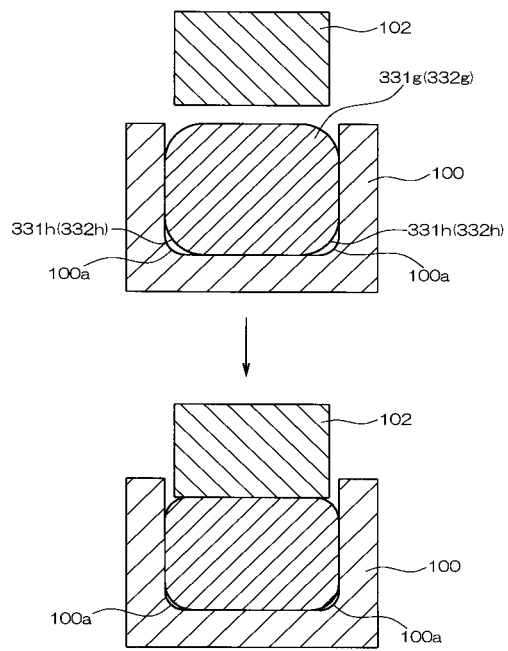
【 図 4 】



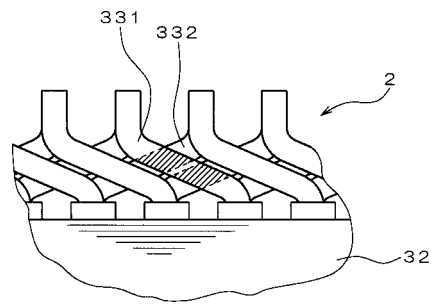
【 図 5 】



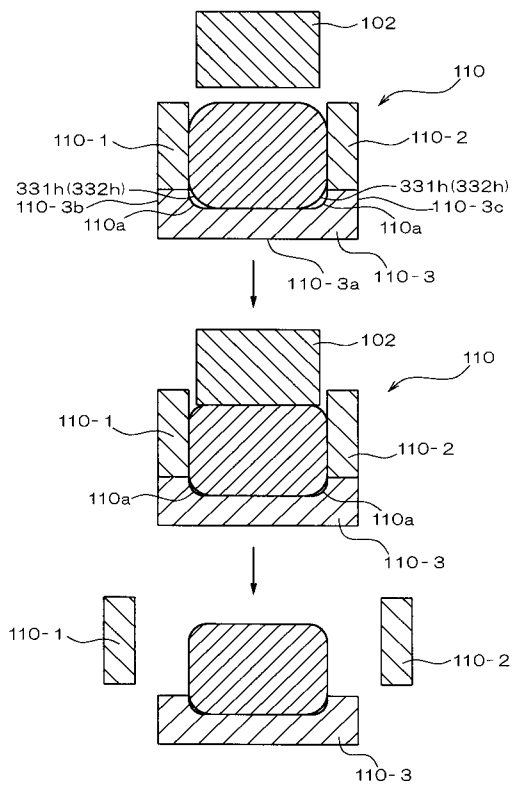
【 図 6 】



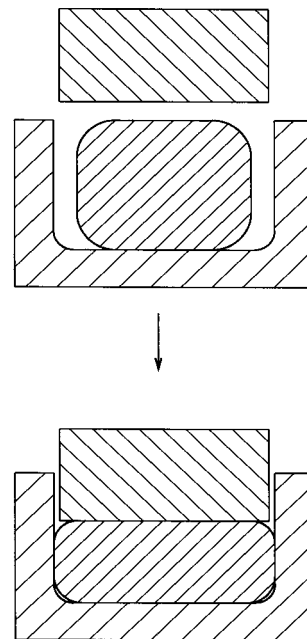
【 図 7 】



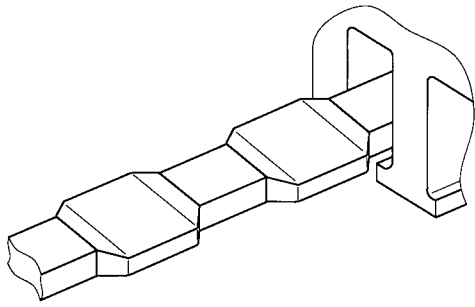
【 図 8 】



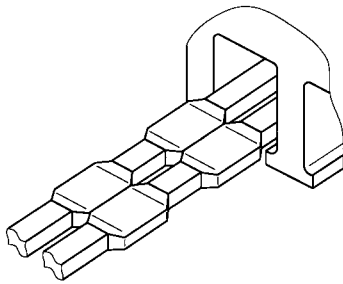
【 図 9 】



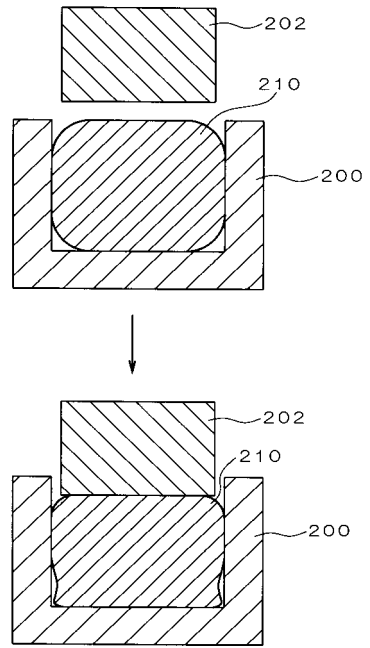
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 村橋 元博
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 鴫沢 隆
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 天坂 康種

- (56)参考文献 特開2000-166148(JP,A)
特開昭61-240832(JP,A)
実開平03-026249(JP,U)
特開2000-299949(JP,A)
特表平09-502767(JP,A)
特開平03-026249(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 3/00 - 3/28

H02K 3/30 - 3/52