

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4462392号
(P4462392)

(45) 発行日 平成22年5月12日 (2010.5.12)

(24) 登録日 平成22年2月26日 (2010.2.26)

(51) Int. Cl.

F I

H02K 3/04 (2006.01)
B21F 11/00 (2006.01)
H02K 3/38 (2006.01)
H02K 15/04 (2006.01)

H02K 3/04 J
 B21F 11/00 G
 H02K 3/38 A
 H02K 15/04 D

請求項の数 10 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2000-46175 (P2000-46175)
 (22) 出願日 平成12年2月23日 (2000.2.23)
 (65) 公開番号 特開2001-238385 (P2001-238385A)
 (43) 公開日 平成13年8月31日 (2001.8.31)
 審査請求日 平成18年12月18日 (2006.12.18)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100110423
 弁理士 曾我 道治
 (74) 代理人 100071629
 弁理士 池谷 豊
 (74) 代理人 100084010
 弁理士 古川 秀利
 (74) 代理人 100094695
 弁理士 鈴木 憲七
 (74) 代理人 100081916
 弁理士 長谷 正久
 (74) 代理人 100087985
 弁理士 福井 宏司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 交流発電機の固定子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁被膜が扁平な断面を有する電気導体に被覆されてなる線材を所定長さに切断してコイルメンバーを形成する工程と、上記コイルメンバーを屈曲加工して所定形状のコイル素線を形成する工程と、所定数の上記コイル素線を固定子コアに装着する工程と、上記固定子コアに装着されたそれぞれの上記コイル素線の端部同士を溶接して所定ターン数の巻線群を形成する工程とを有する交流発電機の固定子の製造方法において、

上記線材の各切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって外形縮小部を形成する工程を備え、

上記外形縮小部を形成する工程は、上記電気導体の幅方向両端部を上記切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって上記絶縁被膜とともに除去して上記幅縮小部を形成する工程と、上記幅縮小部の厚さ方向両面の上記絶縁被膜を除去する工程とを備えており、

上記幅縮小部が、上記素線を圧延して上記切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって厚み縮小部を形成し、その後プレスカット工法を用いて上記厚み縮小部の上記電気導体の幅方向両端部を上記絶縁被膜とともに切断して形成されていることを特徴とする交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項 2】

上記幅縮小部は、断面積が長さ方向の両端から中央に向かって漸次減少する形状に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の交流発電機の固定子の製造方法。

10

20

【請求項 3】

上記外形縮小部における上記絶縁被膜を切削加工により除去するようにしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項 4】

上記外形縮小部における上記絶縁被膜を火炎燃焼させた後、生成された炭化物をブラッシング除去するようにしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項 5】

上記外形縮小部における上記絶縁被膜をレーザ照射により焼きとり除去するようにしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の交流発電機の固定子の製造方法。

10

【請求項 6】

上記外形縮小部における上記絶縁被膜を溶剤により溶解除去するようにしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項 7】

絶縁被膜が扁平な断面を有する電気導体に被覆されてなる線材を所定長さに切断してコイルメンバーを形成する工程と、上記コイルメンバーを屈曲加工して所定形状のコイル素線を形成する工程と、所定数の上記コイル素線を固定子コアに装着する工程と、上記固定子コアに装着されたそれぞれの上記コイル素線の端部同士を溶接して所定ターン数の巻線群を形成する工程とを有する交流発電機の固定子の製造方法において、

上記線材の各切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって外形縮小部を形成する工程を備え、

20

上記外形縮小部を形成する工程は、上記電気導体の幅方向両端部を上記切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって上記絶縁被膜とともに除去して上記幅縮小部を形成する工程と、上記幅縮小部の厚さ方向両面の上記絶縁被膜を除去する工程とを備えており、

上記幅縮小部を形成する工程では、上記切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって上記線材を円形断面の丸状に成形して上記幅縮小部を形成した後、該幅縮小部の上記絶縁被膜を機械剥離するようにし、

上記絶縁被膜が機械剥離された上記幅縮小部を扁平形状に成形する工程をさらに備えていることを特徴とする交流発電機の固定子の製造方法。

30

【請求項 8】

上記コイルメンバーもしくは上記コイル素線の両端部の角部を加熱溶融して消失させて滑らかな先端形状にする工程を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項 9】

上記コイル素線は、所定スロット数離れた一对の直線部間を略 V 字状のターン部で連結してなる略 U 字状に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれかに記載の交流発電機の固定子の製造方法。

【請求項 10】

上記コイル素線は、直線部が所定スロットピッチで配列され、隣り合う上記直線部の端部同士が略 V 字状のターン部で連結されて波状の連続線に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれかに記載の交流発電機の固定子の製造方法。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えば内燃機関により駆動される交流発電機の固定子およびその製造方法に関し、特に所定形状に成形された扁平断面を有するコイル素線を固定子コアに巻装し、コイル素線の端部同士を溶接して構成された固定子コイルを有する交流発電機の固定子の製造方法に関するものである。

【0002】

50

【従来の技術】

図 3 8 は一般的な交流発電機の構成を示す断面図である。

この交流発電機は、ランドル型の回転子 7 がアルミニウム製のフロントブラケット 1 およびリヤブラケット 2 から構成されたケース 3 内にシャフト 6 を介して回転自在に装着され、固定子 8 が回転子 7 の外周側を覆うようにケース 3 の内壁面に固着されて構成されている。

シャフト 6 は、フロントブラケット 1 およびリヤブラケット 2 に回転可能に支持されている。このシャフト 6 の一端にはプーリ 4 が固着され、エンジンの回転トルクをベルト(図示せず)を介してシャフト 6 に伝達できるようになっている。回転子 7 に電流を供給するスリップリング 9 がシャフト 6 の他端部に固着され、一对のブラシ 10 がこのスリップリング 9 に摺接するようにケース 3 内に配設されたブラシホルダ 11 に収納されている。固定子 8 で生じた交流電圧の大きさを調整するレギュレータ 18 がブラシホルダ 11 に嵌着されたヒートシク 17 に接着されている。固定子 8 に電氣的に接続され、固定子 8 で生じた交流を直流に整流する整流器 12 がケース 3 内に装着されている。

【0003】

回転子 7 は、電流を流して磁束を発生する回転子コイル 13 と、この回転子コイル 13 を覆うように設けられ、回転子コイル 13 で発生された磁束によって磁極が形成される一对のポールコア 20、21 とから構成される。一对のポールコア 20、21 は、鉄製で、それぞれ爪形状の爪状磁極 22、23 が外周縁に周方向に等角ピッチで複数突設され、爪状磁極 22、23 をかみ合わせるように対向してシャフト 6 に固着されている。さらに、ファン 5 が回転子 7 の軸方向の両端に固着されている。

固定子 8 は、固定子コア 15 と、この固定子コア 15 に導線を巻回してなり、固定子コア 15 の軸方向の両端に延在するコイルエンド群 16a、16b を有する固定子コイル 16 とから構成されている。

【0004】

このように構成された交流発電機では、電流がバッテリー(図示せず)からブラシ 10 およびスリップリング 9 を介して回転子コイル 13 に供給され、磁束が発生される。この磁束により、一方のポールコア 20 の爪状磁極 22 が N 極に着磁され、他方のポールコア 21 の爪状磁極 23 が S 極に着磁される。一方、エンジンの回転トルクがベルトおよびプーリ 4 を介してシャフト 6 に伝達され、回転子 7 が回転される。そこで、固定子コイル 16 に回転磁界が与えられ、固定子コイル 16 に起電力が発生する。この交流の起電力が整流器 12 を通って直流に整流されるとともに、その大きさがレギュレータ 18 により調整され、バッテリーに充電される。

【0005】

つぎに、従来の固定子 8 の構造について図 3 9 および図 4 0 を参照しつつ具体的に説明する。図 3 9 は従来の固定子コイルを構成するコイルセグメントを示す斜視図、図 4 0 は従来の固定子の要部をフロント側から見た斜視図である。

図 3 9 において、コイル素線としてのコイルセグメント 30 は、絶縁被覆された断面が扁平な銅線材を所定の長さに切断し、切断された短尺のコイルメンバーに曲げ加工を施して所定の形状に成形されている。つまり、コイルセグメント 30 は、断面の長手方向が略平行とされた直線状の一对の直線部 30a と、断面の長手方向が頂部で約 180°ねじられて直線部 30a 間を略 V 字状に連結するターン部 30b とからなり、全体として略 U 字状に成形されている。

【0006】

図 4 0 において、固定子コア 15 は円筒状に成形され、略長方形の断面形状を有するティース 15a が径方向内方に突出するように周方向に等角ピッチで複数設けられ、コイルを収容するスロット 15b がティース 15a 間に形成されている。各スロット 15b は溝方向が軸方向と平行で、かつ、内周側に開口している。また、絶縁紙 19 が各スロット 15b 内に収納されている。ここでは、回転子 7 が 12 極であり、固定子 8 は 36 個のスロット 15b を有しており、毎極毎相当りのスロット数が 1 となっている。

コイルセグメント 30 は、ターン部 30 b の高さをそろえて、3 スロット数離れた対をなす各組のスロット 15 b に 2 本ずつリヤ側から挿入されている。各スロット 15 b には、4 本の直線部 30 a が断面の長手方向を径方向に一致させて、径方向に 1 列に並んで収納されている。各スロット 15 b から延出したコイルセグメント 30 の開放端部側が固定子コア 15 の端部近傍で周方向に曲げられ、さらにその開放端部 30 c が断面の長手方向を径方向に一致させて軸方向と平行になるように曲げられている。そして、3 スロット数離れたスロット 15 b から延出したコイルセグメント 30 の開放端部 30 c 同士が径方向に重ねられて溶接され、各相 4 ターンの 3 相分の巻線群が構成されている。このように構成された 3 相分の巻線群が例えば Y 結線されて固定子コイル 16 が作製されている。

【0007】

この固定子コイル 16 のリヤ側のコイルエンド部 16 b は、コイルセグメント 30 のターン部 30 b が固定子コア 15 のリヤ側で径方向に 2 列となって周方向に並んで配列されて構成されている。一方、フロント側のコイルエンド部 16 a は、3 スロット数離れた一方のスロット 15 b の内周側から 1 番目の位置（以下、1 番地という）から延出するコイルセグメント 30 の開放端部 30 c と、他方のスロット 15 b の内周側から 2 番目の位置（以下、2 番地という）から延出するコイルセグメント 30 の開放端部 30 c とが径方向に重ねられて溶接されてなる内周側接合部 31 と、3 スロット数離れた一方のスロット 15 b の内周側から 3 番目の位置（以下、3 番地という）から延出するコイルセグメント 30 の開放端部 30 c と、他方のスロット 15 b の内周側から 4 番目の位置（以下、4 番地という）から延出するコイルセグメント 30 の開放端部 30 c とが径方向に重ねられて溶接されてなる外周側接合部 32 とが、径方向に 2 列となって、周方向に並んで配列されて構成されている。

【0008】

ここで、従来の固定子 8 の製造方法について図 4 1 乃至図 4 8 を参照しつつ説明する。まず、図 4 1 に示されるように、絶縁被覆された扁平な銅線材をニッパ等で所定の長さに切断し、コイルメンバー 29 を得る。ついで、このコイルメンバー 29 を曲げ加工により U 字状に成形して図 4 2 に示されるコイル素線としてのコイルセグメント 30 を得る。

【0009】

そして、ターン部 30 b の高さをそろえて、3 スロット数離れた対をなす各組のスロット 15 b にコイルセグメント 30 を 2 本ずつリヤ側から挿入する。この時、各スロット 15 b には、4 本の直線部 30 a が断面の長手方向を径方向に一致させて、径方向に 1 列に並んで収納される。その後、各スロット 15 b から延出したコイルセグメント 30 の開放端部側を固定子コア 15 の端部近傍で周方向に曲げ、さらにその開放端部 30 c を断面の長手方向を径方向に一致させて軸方向と平行になるように曲げる。これにより、3 スロット数離れた一方のスロット 15 b の 1 番地と 3 番地から延出した 2 本のコイルセグメント 30 の開放端部 30 c と、他方のスロット 15 b の 2 番地と 4 番地から延出した 2 本のコイルセグメント 30 の開放端部 30 c とが、図 4 3 および図 4 4 に示されるように、径方向に 1 列に並ぶ。

【0010】

ついで、図 4 5 および図 4 6 に示されるように、挟み込み治具 27 を一直線に並べ、治具 27 の先端同士を突き合わせて 4 本のコイルセグメント 30 の端部側を保持する。そして、内周側の 2 本のコイルセグメント 30 の開放端部 30 c 同士をアークを使用したティグ溶接により溶融接合する。同様に、外周側の 2 本のコイルセグメント 30 の開放端部 30 c 同士をアークを使用したティグ溶接により溶融接合する。これにより、図 4 7 および図 4 8 に示されるように、内周側溶接部 31 と外周側溶接部 32 とが得られる。そして、各開放端部 30 c 同士を溶接することにより、各相 4 ターンの 3 相分の巻線群が得られる。なお、溶接時の発熱は挟み込み治具 27 を介して放熱用治具 28 に伝達して放熱され、コイルセグメント 30 の被膜焼けが防止される。

さらに、このように作製された 3 相分の巻線群が例えば Y 結線されて固定子コイル 16 が

10

20

30

40

50

作製される。

【 0 0 1 1 】

【発明が解決しようとする課題】

この従来の交流発電機の固定子においては、線材をニッパ等で切断して得られた短尺のコイルメンバー 2 9 を曲げ加工して U 字状のコイルセグメント 3 0 を成形している。このコイルメンバー 2 9 の切断面のサイド部には、図 4 1 に示されるように、切断に起因する膨れ A とエッジ B が生じている。そして、膨れ A とエッジ B はコイルメンバー 2 9 の外形形状より大きいので、コイルセグメント 3 0 をスロット 1 5 b に挿入する際に、膨れ A が干渉してスロットへのコイル挿入性が低下してしまうとともに、エッジ B が絶縁紙 1 9 を傷つけて、絶縁不良を発生してしまう。そこで、生産性および信頼性を低下させてしまうという問題があった。

10

また、コイルセグメント 3 0 の開放端部 3 0 c に被覆されている絶縁被膜が除去されていないので、溶接性が悪化して、エンジンの振動などにより接合部分の外れが発生し、信頼性を低下させる原因になっていた。

また、コイルセグメント 3 0 の開放端部 3 0 c の外形が縮小されていないので、コイルエンド群 1 6 a では、接合する開放端部 3 0 c 同士が径方向に 1 列に並んで密接して配置され、溶接スペースが少ない状態となってしまう。その結果、例えば内周側の 2 本のコイルセグメント 3 0 の開放端部 3 0 c を溶接する際に、溶接時の熱が外周側のコイルセグメント 3 0 の開放端部 3 0 c に伝わり、外周側の開放端部 3 0 c を巻き込んで溶接してしまう恐れがあり、生産性を低下させてしまうことになる。さらに、アークが溶接する 2 本のコイルセグメント 3 0 の開放端部 3 0 c の境界面に集中しにくくなり、溶融面積が少なくなってしまうので、十分な溶接強度が得られず、エンジンの振動などにより接合部分の外れが発生し、信頼性を低下させる原因になっていた。また、接合部の電気抵抗が大きくなり、発電時の出力電流による発熱量が多くなり、温度上昇による出力低下の原因になっていた。

20

また、溶融面積を確保するために溶接時間を長くすると、接合部にできる溶接玉が大きくなりすぎ、振動によりレヤショートを発生させる原因となり、信頼性を低下させることになる。

【 0 0 1 2 】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、線材に外形縮小部を形成した後、線材を外形縮小部で切断してコイルメンバーを形成するようにし、生産性および信頼性を向上させることができる交流発電機の固定子の製造方法を得ることを目的とする。

30

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る交流発電機の固定子の製造方法は、絶縁被膜が扁平な断面を有する電気導体に被覆されてなる線材を所定長さに切断してコイルメンバーを形成する工程と、上記コイルメンバーを屈曲加工して所定形状のコイル素線を形成する工程と、所定数の上記コイル素線を固定子コアに装着する工程と、上記固定子コアに装着されたそれぞれの上記コイル素線の端部同士を溶接して所定ターン数の巻線群を形成する工程とを有する交流発電機の固定子の製造方法において、上記線材の各切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって外形縮小部を形成する工程を備えたものである。そして、本交流発電機の固定子の製造方法では、上記外形縮小部を形成する工程は、上記電気導体の幅方向両端部を上記切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって上記絶縁被膜とともに除去して上記幅縮小部を形成する工程と、上記幅縮小部の厚さ方向両面の上記絶縁被膜を除去する工程とを備えており、上記幅縮小部が、上記素線を圧延して上記切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって厚み縮小部を形成し、その後プレスカット工法を用いて上記厚み縮小部の上記電気導体の幅方向両端部を上記絶縁被膜とともに切断して形成されているものである。

40

【 0 0 1 9 】

50

また、上記幅縮小部は、断面積が長さ方向の両端から中央に向かって漸次減少する形状に形成されているものである。

【 0 0 2 1 】

また、上記外形縮小部における上記絶縁被膜を切削加工により除去するようにしたものである。

【 0 0 2 2 】

また、上記外形縮小部における上記絶縁被膜を火炎燃焼させた後、生成された炭化物をブラッシング除去するようにしたものである。

【 0 0 2 3 】

また、上記外形縮小部における上記絶縁被膜をレーザ照射により焼きとり除去するようにしたものである。

【 0 0 2 4 】

また、上記外形縮小部における上記絶縁被膜を溶剤により溶解除去するようにしたものである。

【 0 0 2 5 】

この発明に係る交流発電機の固定子の製造方法は、絶縁被膜が扁平な断面を有する電気導体に被覆されてなる線材を所定長さに切断してコイルメンバーを形成する工程と、上記コイルメンバーを屈曲加工して所定形状のコイル素線を形成する工程と、所定数の上記コイル素線を固定子コアに装着する工程と、上記固定子コアに装着されたそれぞれの上記コイル素線の端部同士を溶接して所定ターン数の巻線群を形成する工程とを有する交流発電機の固定子の製造方法において、上記線材の各切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって外形縮小部を形成する工程を備えたものである。そして、本交流発電機の固定子の製造方法では、上記外形縮小部を形成する工程は、上記電気導体の幅方向両端部を上記切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって上記絶縁被膜とともに除去して上記幅縮小部を形成する工程と、上記幅縮小部の厚さ方向両面の上記絶縁被膜を除去する工程とを備えており、上記幅縮小部を形成する工程では、上記切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって上記線材を円形断面の丸状に成形して上記幅縮小部を形成した後、該幅縮小部の上記絶縁被膜を機械剥離するようにし、上記絶縁被膜が機械剥離された上記幅縮小部を扁平形状に成形する工程をさらに備えているものである。

【 0 0 2 6 】

また、上記コイルメンバーもしくは上記コイル素線の両端部の角部を加熱溶融して消失させて滑らかな先端形状にする工程を備えたものである。

【 0 0 2 7 】

また、上記コイル素線は、所定スロット数離れた一对の直線部間を略V字状のターン部で連結してなる略U字状に形成されているものである。

【 0 0 2 8 】

また、上記コイル素線は、直線部が所定スロットピッチで配列され、隣り合う上記直線部の端部同士が略V字状のターン部で連結されて波状の連続線に形成されているものである。

【 0 0 3 2 】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を図について説明する。
実施の形態 1 .

図 1 はこの発明の実施の形態 1 に係る交流発電機の固定子の固定子コイルに適用される線材を示す斜視図、図 2 は図 1 の I I - I I 矢視断面図、図 3 はこの発明の実施の形態 1 に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材に外形縮小部を形成した状態を示す斜視図、図 4 は図 3 の I V - I V 矢視断面図、図 5 は図 4 の A 部拡大図、図 6 はこの発明の実施の形態 1 に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材を切断してコイルメンバーを形成した状態を示す斜視図、図 7 はこの発明の実施の形態 1 に係る交流発電機の固定子の製造方法におけるコイルメンバーに曲げ加工を施して形成されたコイルセグメントを

10

20

30

40

50

示す斜視図、図 8 および図 9 はそれぞれこの発明の実施の形態 1 に係る交流発電機の固定子の製造方法における固定子コアに挿入されたコイルセグメントの開放端部の配列状態を説明する上面図および側面図、図 10 および図 11 はそれぞれこの発明の実施の形態 1 に係る交流発電機の固定子の製造方法におけるコイルセグメントの開放端部の溶接工程を説明する上面図および側面図、図 12 および図 13 はそれぞれこの発明の実施の形態 1 に係る交流発電機の固定子の製造方法におけるコイルセグメントの開放端部の溶接状態を説明する上面図および側面図、図 14 はこの発明の実施の形態 1 に係る交流発電機の固定子の製造方法で製造された固定子のフロント側要部を示す斜視図である。

【0033】

ここで、この実施の形態 1 による固定子の製造方法を図 1 乃至図 13 を参照しつつ説明する。

10

まず、図 1 および図 2 に示されるように、矩形断面を有する扁平な銅等の電気導体 39 に絶縁被膜 41 を被覆して形成された線材 40 が用意される。この線材 40 は、例えば電気導体 39 の幅および厚みが 2.5 mm および 1.5 mm、絶縁被膜 41 の厚みが 0.04 mm、角部の曲率半径 (R) が 0.4 mm のものを用いている。

そして、切削加工により、この線材 40 の所定長さ毎に線材 40 の幅方向の両面および厚み方向の両面を長さ方向の所定範囲にわたって切削寸法 (D) 分だけ切削除去する。これにより、線材 40 の幅方向および厚み方向のそれぞれの両端部の電気導体 39 の一部が絶縁被膜 41 とともに除去され、図 3 および図 4 に示されるように、外形縮小部 42 が得られる。この切削寸法 (D) は、図 5 に示されるように、角部の絶縁被膜 41 が除去される最小寸法であり、被膜厚み () および角部の曲率半径 (D) の大きさによって決まり、 $D = R - (R -) / 2^{1/2}$ で与えられる。この例では、切削寸法 (D) は、0.145 mm である。

20

ついで、線材 40 を各外形縮小部 42 の長さ方向の真ん中で切断し、所定長さのコイルメンバー 44 を得る。このコイルメンバー 44 は、図 6 に示されるように、両端部の幅が狭く、かつ、厚みが薄い外形形状をなし、両端部の絶縁被膜 41 が除去されて溶接部 45 を構成している。

さらに、コイルメンバー 44 にねじりを加えた曲げ加工を施し、コイル素線としてのコイルセグメント 50 を得る。このコイルセグメント 50 は、図 7 に示されるように、一対の直線部 50a を略 V 字状のターン部 50b で連結する略 U 字状に成形されている。そして、コイルメンバー 44 の溶接部 45 がコイルセグメント 50 の開放端部 50c を構成している。なお、コイルセグメント 50 は、開放端部 50c (溶接部 45) の幅が狭く、かつ、厚みが薄く形成されている点を除いて、図 39 に示されるコイルセグメント 30 と同様に構成されている。

30

【0034】

そして、ターン部 50b の高さをそろえて、3 スロット数離れた対をなす各組のスロット 15b にコイルセグメント 50 を 2 本ずつリヤ側から挿入する。この時、各スロット 15b には、4 本の直線部 50a が断面の長手方向を径方向に一致させて、径方向に 1 列に並んで収納される。その後、各スロット 15b から延出したコイルセグメント 50 の開放端部側を固定子コア 15 の端部近傍で周方向に曲げ、さらにその開放端部 50c を断面の長手方向を径方向に一致させて軸方向と平行になるように曲げる。これにより、3 スロット数離れた一方のスロット 15b の 1 番地と 3 番地から延出した 2 本のコイルセグメント 50 の開放端部 50c と、他方のスロット 15b の 2 番地と 4 番地から延出した 2 本のコイルセグメント 50 の開放端部 50c とが、図 8 および図 9 に示されるように、径方向に 1 列に並ぶ。

40

【0035】

ついで、図 10 および図 11 に示されるように、挟み込み治具 27 を一直線に並べ、治具 27 の先端同士を突き合わせて 4 本のコイルセグメント 50 の端部側を保持する。そして、内周側の 2 本のコイルセグメント 50 の開放端部 50c 同士をアークを使用したティグ溶接により溶融接合する。同様に、外周側の 2 本のコイルセグメント 50 の開放端部 50

50

c 同士をアークを使用したティグ溶接により溶融接合する。これにより、図 1 2 および図 1 3 に示されるように、内周側溶接部 5 1 と外周側溶接部 5 2 とが得られる。そして、各開放端部 5 0 c 同士を溶接することにより、各相 4 ターンの 3 相分の巻線群が得られる。さらに、3 相分の巻線群が例えば Y 結線されて固定子コイル 6 1 となる。これにより、図 1 4 に示されるように、固定子コイル 6 1 が固定子コア 1 5 に巻装された固定子 6 0 が得られる。

【 0 0 3 6 】

このように構成された固定子コイル 6 1 は、多数本のコイルセグメント 5 0 が開放端部 5 0 c 同士を接合されて、3 スロット毎にスロット 1 5 b 内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように波状に固定子コア 1 5 に巻装されている。そして、固定子コイル 6 1 のリヤ側のコイルエンド群は、図示されていないが、コイルセグメント 5 0 のターン部 5 0 b が固定子コア 1 5 のリヤ側で径方向に 2 列となって周方向に並んで配列されて構成されている。一方、フロント側のコイルエンド群 6 1 a は、3 スロット数離れた一方のスロット 1 5 b の 1 番地から延出するコイルセグメント 5 0 の開放端部 5 0 c と、他方のスロット 1 5 b の 2 番地から延出するコイルセグメント 5 0 の開放端部 5 0 c とが径方向に重ねられて溶接されてなる内周側接合部 5 1 と、3 スロット数離れた一方のスロット 1 5 b の 3 番地から延出するコイルセグメント 5 0 の開放端部 5 0 c と、他方のスロット 1 5 b の 4 番地から延出するコイルセグメント 5 0 の開放端部 5 0 c とが径方向に重ねられて溶接されてなる外周側接合部 5 2 とが、径方向に 2 列となって、周方向に並んで配列されて構成されている。

このように作製された固定子 6 0 は、固定子 8 に代えて交流発電機に搭載され、同様に動作する。

【 0 0 3 7 】

この実施の形態 1 によれば、線材 4 0 に外形縮小部 4 2 を形成した後、線材 4 0 を外形縮小部 4 2 で切断してコイルメンバー 4 4 を得るようにしているので、外形縮小部 4 2 の切断面のサイド部に生じる膨れやエッジは線材 4 0 の外形寸法より小さくなる。そこで、コイルセグメント 5 0 をスロット 1 5 b に挿入する際に、膨れやエッジがスロット 1 5 b に干渉したり、絶縁紙 1 9 を傷付けたりすることが防止される。これにより、スロットへのコイル挿入性が向上し、かつ、絶縁不良の発生が抑えられるようになり、生産性および信頼性を向上させることができる。

また、切削加工により線材 4 0 の幅方向両端部の電気導体 3 9 が絶縁被膜 4 1 とともに切削除去されて幅縮小部を形成しているので、絶縁被膜 4 1 を除去すべき面積が減少され、絶縁被膜 4 1 の除去工程の時間が短縮される。

また、幅縮小部の上下面（厚み方向の両面）に切削加工を施して絶縁被膜 4 1 を除去しているので、幅縮小部の形成と絶縁被膜 4 1 の除去とを同一の加工方法で連続して行うことができ、加工時間の短縮が図られる。

また、切削寸法 (D) が $D = R - (R -) / 2^{1/2}$ を満足するように設定されているので、角部の絶縁被膜 4 1 を確実に除去できるとともに、削りすぎによる溶接不良の発生を抑えることができる。

【 0 0 3 8 】

また、コイルエンド群 1 6 a において、コイルセグメント 5 0 の開放端部 5 0 c がその断面の長手方向（幅方向）を径方向に一致させて、径方向に 1 列に並んで配置され、U 字状のコイルセグメント 5 0 の開放端部 5 0 c（溶接部 4 5）が幅を狭められて成形されているので、コイルセグメント 5 0 の開放端部 5 0 c 間に所定の間隙が形成され、溶接スペースが確保される。

そこで、例えば内周側の 2 本のコイルセグメント 5 0 の開放端部 5 0 c を溶接する際に、溶接時の熱が外周側のコイルセグメント 5 0 の開放端部 5 0 c に伝わりにくくなり、外周側の開放端部 5 0 c を巻き込んで溶接することが抑えられ、生産性が向上される。

また、接合される開放端部 5 0 c が十分に溶融されるので、溶接面積が確保される。さらに、接合される開放端部 5 0 c の絶縁被膜 4 1 が除去されているので、被膜残りに起因す

10

20

30

40

50

る溶接性の悪化がない。そこで、十分な溶接強度が得られ、エンジンの振動などにより接合部分の外れを防止することができ、信頼性が向上される。また、接合部の電気抵抗が小さくなり、発電時の出力電流による発熱量を抑えることができ、温度上昇による出力低下を防止できる。

さらに、溶接時に熱を与える部分の容積が小さくなるので、溶接時間が短くなり、溶接部にできる溶接玉を小さくできる。その結果、内周側接合部 5 1 と外周側接合部 5 2 との隙間が確保されるので、振動によるレヤショートの発生が抑制され、信頼性が向上される。

【 0 0 3 9 】

なお、上記実施の形態 1 では、径方向に並ぶ 4 本の開放端部 5 0 c を挟み込み治具 2 7 で一括して挟み込み、内周側の 2 本の開放端部 5 0 c を溶接し、さらに外周側の 2 本の開放端部 5 0 c を溶接するものとしているが、径方向に並ぶ 4 本の開放端部 5 0 c を 2 本ずつ挟み込み治具 2 7 で挟み込んで溶接するようにしてもよい。即ち、内周側の 2 本の開放端部 5 0 c を挟み込み治具 2 7 で挟み込んで溶接し、ついで外周側の 2 本の開放端部 5 0 c を挟み込み治具 2 7 で挟み込んで溶接するようにしてもよい。

【 0 0 4 0 】

実施の形態 2 .

図 1 5 はこの発明の実施の形態 2 に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材に幅縮小部を形成した状態を示す斜視図、図 1 6 は図 1 5 の X V I - X V I 矢視断面図、図 1 7 はこの発明の実施の形態 2 に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材の幅縮小部の絶縁被膜を除去した状態を示す斜視図である。なお、この実施の形態 2 では、切削加工に代えてプレスカット工法を用いて線材 4 0 に幅縮小部 4 3 A を形成している点を除いて、上記実施の形態 1 と同様に構成されている。

【 0 0 4 1 】

この実施の形態 2 では、プレスカット工法を用いて、線材 4 0 の所定長さ毎に幅方向両端部の電気導体 3 9 を絶縁被膜 4 1 とともに長さ方向の所定範囲にわたって切断し、図 1 5 および図 1 6 に示されるように、幅縮小部 4 3 A を形成する。

ついで、線材 4 0 の幅縮小部 4 3 A の上下面（厚み方向の両面）に切削加工を施して、絶縁被膜 4 1 を除去する。

これにより、図 1 7 に示されるように、絶縁被膜 4 1 が除去された外形縮小部 4 2 A を有する線材 4 0 が得られる。

このように作製された線材 4 0 を各外形縮小部 4 2 A の長さ方向の真ん中で切断し、上記実施の形態 1 と同様に、両端部の幅が狭く、かつ、厚みの薄い外形形状をなし、両端部の絶縁被膜 4 1 が除去された溶接部を有するコイルメンバーを得る。そして、上記実施の形態 1 と同様に、コイルメンバーを曲げ加工して作製された略 U 字状のコイルセグメントを固定子コアに組み込み、固定子が製造される。

【 0 0 4 2 】

このように、この実施の形態 2 では、プレスカット工法により線材 4 0 に幅縮小部 4 3 A を形成している点を除いて上記実施の形態 1 と同様に構成されているので、上記実施の形態 1 と同様の効果が得られる。

また、この実施の形態 2 によれば、幅縮小部 4 3 A を形成するに当たり、切削加工に比べて加工が容易なプレスカット工法を用いているので、実施の形態 1 に比べてより生産性が高められる。

【 0 0 4 3 】

実施の形態 3 .

上記実施の形態 1、2 では、線材 4 0 の所定長さ毎に形成された幅縮小部の上下面に切削加工を施して絶縁被膜 4 1 を除去するものとしているが、この実施の形態 3 では、線材 4 0 の幅縮小部に火炎を照射して絶縁被膜 4 1 を燃焼させ、その後絶縁被膜 4 1 が燃焼されて生成される炭化物をブラッシングにより除去するものとしている。

この実施の形態 3 によれば、火炎により絶縁被膜 4 1 を燃焼させているので、絶縁被膜 4 1 を非接触で、簡易に、かつ、確実に除去できる。そこで、溶接部の被膜残りがなくなり

10

20

30

40

50

、被膜残りに起因する溶接性の悪化を未然に防止できる。

【 0 0 4 4 】

実施の形態 4 .

上記実施の形態 3 では、線材 4 0 の幅縮小部に火炎を照射して絶縁被膜 4 1 を燃焼させ、その後絶縁被膜 4 1 が燃焼されて生成される炭化物をブラッシングにより除去するものとしているが、この実施の形態 4 では、線材 4 0 の幅縮小部にレーザを照射して絶縁被膜 4 1 を焼きとり除去するものとしている。

この実施の形態 4 によれば、レーザの照射により絶縁被膜 4 1 を除去しているので、上記実施の形態 3 のように絶縁被膜 4 1 の炭化物がレーザ照射部に残らない。そこで、ブラッシングによる炭化物除去工程が不要となり、工程の短縮が図られる。

10

【 0 0 4 5 】

実施の形態 5 .

上記実施の形態 3 では、線材 4 0 の幅縮小部に火炎を照射して絶縁被膜 4 1 を燃焼させ、その後絶縁被膜 4 1 が燃焼されて生成される炭化物をブラッシングにより除去するものとしているが、この実施の形態 5 では、幅縮小部が露出するように線材 4 0 にマスキングを施し、線材 4 0 を苛性ソーダあるいは苛性カリなどの溶剤に浸漬して絶縁被膜 4 1 を溶解除去するものとしている。

この実施の形態 5 によれば、線材 4 0 の幅縮小部を溶剤に浸漬させて絶縁被膜 4 1 を溶解除去しているので、幅縮小部の絶縁被膜 4 1 を確実に除去できる。

【 0 0 4 6 】

ここで、幅縮小部が形成された線材 4 0 を所定長さに切断してコイルメンバーを作製した後、多数本のコイルメンバーを束ね、それらの幅縮小部を溶剤に浸漬させて幅縮小部の絶縁被膜 4 1 を溶解除去するようにしてもよい。この場合、多数本のコイルメンバーの幅縮小部の絶縁被膜が一括して除去されるので、絶縁被膜の除去工程を短縮することができる。

20

【 0 0 4 7 】

実施の形態 6 .

この実施の形態 6 では、プレスカット工法により線材 4 0 の幅方向両端部の電気導体 3 9 を切断除去する前に、線材 4 0 の幅縮小部の形成部位を圧延するようにしたものである。なお、この実施の形態 6 は、幅縮小部の形成工程の前に、圧延工程を実施している点を除いて、上記実施の形態 2 と同様である。

30

【 0 0 4 8 】

ここで、この実施の形態 6 による特徴部分を図 1 8 乃至図 2 1 を参照しつつ説明する。

まず、図 1 8 および図 1 9 に示されるように、線材 4 0 の所定長さ毎に線材 4 0 を長さ方向の所定範囲にわたって圧延して厚み縮小部 4 6 を形成する。

ついで、プレスカット工法を用いて、この線材 4 0 の所定長さ毎に線材 4 0 の幅方向両端部の電気導体 3 9 を絶縁被膜 4 1 とともに長さ方向の所定範囲にわたって切断除去し、図 2 0 および図 2 1 に示されるように、幅縮小部 4 3 B を形成する。

このように作製された線材 4 0 は、上記実施の形態 2 と同様に、幅縮小部 4 3 B の絶縁被膜 4 1 を除去して外形縮小部を形成し、線材 4 0 を該外形縮小部の長さ方向の中央部で切断してコイルメンバーが得られる。そして、コイルメンバーを屈曲して略 U 字状のコイルセグメントに形成し、該コイルセグメントが固定子コアに組み込まれて、固定子が製造される。

40

【 0 0 4 9 】

この実施の形態 6 によれば、幅縮小部 4 3 B の形成工程前に線材 4 0 の圧延工程を導入しているので、プレスカット工法による幅縮小部形成工程において、カットする方向のコイル面積が大きくなり、線材 4 0 を確実にプレスカットすることができる。また、コイルセグメントの開放端部の厚みが薄くなっているので、スロット 1 5 b へのコイル挿入性が向上される。

【 0 0 5 0 】

50

実施の形態 7 .

この実施の形態 7 では、図 2 2 に示されるように、プレスカット工法により線材 4 0 の厚み縮小部を長さ方向の中央部が細くなるように切断除去して幅縮小部 4 3 C を形成している。そして、幅縮小部 4 3 C の絶縁被膜 4 1 を除去して外形縮小部を形成し、線材 4 0 を該外形縮小部の長さ方向の中央部で切断してコイルメンバーを作製している。

なお、この実施の形態 7 は、厚み縮小部の長さ方向の中央部を細くするようにプレスカットしている点を除いて、上記実施の形態 6 と同様である。

【 0 0 5 1 】

この実施の形態 7 によれば、線材 4 0 が厚み縮小部の長さ方向の中央部を細くするように切断除去されて幅縮小部 4 3 C を形成しているので、線材 4 0 を外形縮小部の長さ方向の中央部で切断して作製されたコイルメンバーの両端部の溶接部は、先細り形状を有している。そこで、スロット 1 5 b へのコイル挿入性が向上されるとともに、溶接時にアークを溶接部の先端に集中させることができ、溶接性をさらに高めることができる。

【 0 0 5 2 】

実施の形態 8 .

この実施の形態 8 では、図 2 3 および図 2 4 に示されるように、プレスにより線材 4 0 の所定長さ毎に線材 4 0 を長さ方向の所定範囲にわたって絞って円形断面の幅縮小部 4 3 D を形成する。ついで、図 2 5 に示されるように、3 台の機械ツール 5 5 を幅縮小部 4 3 D を取り囲むように配置し、各機械ツール 5 5 を回転させるとともに、3 台の機械ツール 5 5 を一体として幅縮小部 4 3 D 周りに回転させることにより、この線材 4 0 の幅縮小部 4 3 D の絶縁被膜 4 1 を除去して外形縮小部を形成している。

【 0 0 5 3 】

この実施の形態 8 によれば、幅縮小部 4 3 D が円形断面に成形されているので、機械ツール 5 5 を用いても、絶縁被膜 4 1 を完全に除去でき、被膜残りに起因する溶接性の悪化を防止することができる。

【 0 0 5 4 】

実施の形態 9 .

この実施の形態 9 では、上記実施の形態 8 で示したように機械ツール 5 5 で幅縮小部 4 3 D の絶縁被膜 4 1 を除去した後、幅縮小部 4 3 D を圧延して矩形断面の外形縮小部 4 2 E を形成する圧延工程を追加している。

この実施の形態 9 によれば、図 2 6 および図 2 7 に示されるように、矩形断面の外形縮小部 4 2 E が得られるので、上記実施の形態 8 に比べて、接合される溶接部同士の接触面積が増大し、接合強度を大きくすることができる。そこで、車両やエンジンの振動による接合部の外れが防止される。

【 0 0 5 5 】

実施の形態 1 0 .

この実施の形態 1 0 では、図 2 8 に示されるように、線材 4 0 を外形縮小部の長さ方向の中央部で切断してコイルメンバー 4 4 A を形成した後、コイルメンバー 4 4 A の両端の溶接部 4 5 A を加熱溶融するようにしている。

なお、この実施の形態 1 0 は、コイルメンバー 4 4 A の両端の溶接部 4 5 A を加熱溶融している点を除いて、上記実施の形態 2 と同様に構成されている。

【 0 0 5 6 】

この実施の形態 1 0 によれば、コイルメンバー 4 4 A の両端の溶接部 4 5 A を加熱溶融しているので、溶接部 4 5 A の角部が溶融し、滑らかな外形形状となる。そこで、線材を外形縮小部の長さ方向中央部で切断してコイルメンバー 4 4 A を作製したときに、外形縮小部の切断面のサイド部に生じた膨れやエッジが消失し、スロットへのコイル挿入性がさらに向上される。

ここで、コイルメンバーからコイルセグメントを成形した後、コイルセグメントの両端の開放端部を加熱溶融しても、同様の効果が得られる。

【 0 0 5 7 】

実施の形態 1 1 .

上記実施の形態 1 ~ 1 0 では、短尺のコイルメンバーを U 字状に屈曲加工して得られたコイルセグメント 5 0 を用いて作製した固定子コイルに適用するものとしているが、この実施の形態 1 1 では、長尺のコイルメンバーを波形に屈曲加工して得られたコイル素線を用いて作製した固定子コイルに適用するものである。

【 0 0 5 8 】

まず、1 相分の固定子巻線群の巻線構造について図 2 9 を参照して具体的に説明する。なお、図 2 9 中、固定子コアの一端側の配線を実線で、他端側の配線を点線で示している。また、固定子コア 6 2 は円筒状に成形され、略長方形の断面形状を有するティース 6 2 a が径方向内方に突出するように周方向に等角ピッチで複数設けられ、コイルを収容するスロット 6 2 b がティース 6 2 a 間に形成されている。各スロット 6 2 b は溝方向が軸方向と平行で、かつ、内周側に開口している。ここでは、固定子コア 6 2 には、回転子の磁極数 (1 6) に対応して、後述する 3 相固定子巻線 6 4 を 2 組収容するように、9 6 本のスロット 6 2 b が形成されており、毎極毎相当たりスロット数が 2 となっている。

【 0 0 5 9 】

1 相分の固定子巻線群 6 5 は、それぞれ 1 本のコイルメンバー 7 0 を波状に成形されたコイル素線としての第 1 乃至第 4 巻線 7 1 ~ 7 4 から構成されている。そして、第 1 巻線 7 1 は、1 本のコイルメンバー 7 0 を、スロット番号の 1 番から 9 1 番まで 6 スロットおきに、スロット 6 2 b 内の内周側から 1 番目の位置 (1 番地) と内周側から 2 番目の位置 (2 番地) とを交互に採るように波巻きして構成されている。第 2 巻線 7 2 は、コイルメンバー 7 0 を、スロット番号の 1 番から 9 1 番まで 6 スロットおきに、スロット 6 2 b 内の 2 番地と 1 番地とを交互に採るように波巻きして構成されている。第 3 巻線 7 3 は、コイルメンバー 7 0 を、スロット番号の 1 番から 9 1 番まで 6 スロットおきに、スロット 6 2 b 内の内周側から 3 番目の位置 (3 番地) と内周側から 4 番目の位置 (4 番地) とを交互に採るように波巻きして構成されている。第 4 巻線 7 4 は、コイルメンバー 7 0 を、スロット番号の 1 番から 9 1 番まで 6 スロットおきに、スロット 6 2 b 内の 4 番地と 3 番地とを交互に採るように波巻きして構成されている。

【 0 0 6 0 】

そして、固定子コア 6 2 の一端側において、スロット番号の 1 番の 2 番地から延出する第 2 巻線 7 2 の端部 7 2 a と、スロット番号の 9 1 番の 1 番地から延出する第 2 巻線 7 2 の端部 7 2 b とが接合されて 1 ターンの巻線が形成され、さらにスロット番号の 1 番の 4 番地から延出する第 4 巻線 7 4 の端部 7 4 a と、スロット番号の 9 1 番の 3 番地から延出する第 4 巻線 7 4 の端部 7 4 b とが接合されて、1 ターンの巻線が形成されている。

また、固定子コア 6 2 の他端側において、スロット番号の 1 番の 1 番地から延出する第 1 巻線 7 1 の端部 7 1 a と、スロット番号の 9 1 番の 2 番地から延出する第 1 巻線 7 1 の端部 7 1 b とが接合されて 1 ターンの巻線が形成され、さらにスロット番号の 1 番の 3 番地から延出する第 3 巻線 7 3 の端部 7 3 a と、スロット番号の 9 1 番の 4 番地から延出する第 3 巻線 7 3 の端部 7 3 b とが接合されて 1 ターンの巻線が形成されている。

これにより、第 1 乃至第 4 巻線 7 1 ~ 7 4 は、それぞれ、1 本のコイルメンバー 7 0 を 6 スロット毎にスロット 6 2 b 内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装されてなる 1 ターンの巻線を構成している。そして、各スロット 6 2 b 内には、コイルメンバー 7 0 が扁平な断面 (長方形断面) の長手方向を径方向に揃えて径方向に 1 列に 4 本並んで配列されている。

【 0 0 6 1 】

ついで、スロット番号の 6 1 番の 1 番地と 6 7 番の 2 番地とから固定子コア 6 2 の一端側に延出する第 1 巻線 7 1 のコイルメンバー 7 0 の部分が切断され、スロット番号の 6 1 番の 3 番地と 6 7 番の 4 番地とから固定子コア 6 2 の一端側に延出する第 3 巻線 7 3 のコイルメンバー 7 0 の部分が切断される。さらに、スロット番号の 6 7 番の 1 番地と 7 3 番の 2 番地とから固定子コア 6 2 の一端側に延出する第 2 巻線 7 2 のコイルメンバー 7 0 の部分が切断され、スロット番号の 6 7 番の 3 番地と 7 3 番の 4 番地とから固定子コア 6 2 の

一端側に延出する第4巻線74のコイルメンバー70の部分が切断される。

そして、第1巻線71の切断端71cと第2巻線72の切断端72cとが接合され、第3巻線73の切断端73cと第1巻線71の切断端71dとが接合され、第4巻線74の切断端74cと第2巻線72の切断端72dとが接合されて、第1乃至第4巻線71~74を直列接続してなる4ターンの1相分の固定子巻線群65が形成されている。

なお、第1巻線71の切断端71cと第2巻線72の切断端72cとの接合部、第3巻線73の切断端73cと第1巻線71の切断端71dとの接合部、第4巻線74の切断端74cと第2巻線72の切断端72dとの接合部が渡り結線接続部となり、第3巻線73の切断端73dと第4巻線74の切断端74dとがそれぞれ中性点(N)および口出し線(O)となる。

【0062】

同様にして、第1乃至第4巻線71~74が巻装されるスロット62bを1つずつずらして6相分の固定子巻線群65が形成されている。そして、図30に示されるように、固定子巻線群65が3相分ずつY結線されて2組の3相固定子巻線64からなる固定子コイル63を形成し、各3相固定子巻線64がそれぞれ整流器12に接続されている。各整流器12の直流出力は並列に接続されて合成される。

【0063】

ここで、第1乃至第4巻線71~74を構成するそれぞれのコイルメンバー70は、1つのスロット62bから固定子コア62の端面側に延出し、折り返されて6スロット離れたスロット62bに入るように波巻きに巻装されている。そして、それぞれのコイルメンバー70は、6スロット毎に、スロット深さ方向(径方向)に関して、内層と外層とを交互に採るように巻装されている。そして、第1巻線71と第2巻線72とは電気角で180°ずれて反転巻装されている。同様に、第3巻線73と第4巻線74とは電気角で180°ずれて反転巻装されている。

固定子コア62の端面側に延出して折り返されたコイルメンバー70のターン部がコイルエンドを形成している。そこで、固定子コア62の両端において、ほぼ同一形状に形成されたターン部が周方向に、かつ、径方向に互いに離間して、2列となって周方向に整然と配列されてフロント側およびリヤ側のコイルエンド群を形成している。

【0064】

ついで、固定子60Aの組立方法について図1乃至図4および図31乃至図37を参照しつつ具体的に説明する。

まず、図1および図2に示されるように、矩形断面を有する扁平な銅等の電気導体39に絶縁被膜41を被覆して形成された線材40が用意される。そして、切削加工により、この線材40の所定長さ毎に線材40の幅方向の両面および厚み方向の両面を長さ方向の所定範囲にわたって切削寸法分だけ切削除去する。これにより、線材40の幅方向および厚み方向のそれぞれの両端部の電気導体39の一部が絶縁被膜41とともに除去され、図3および図4に示されるように、外形縮小部42が得られる。ついで、外形縮小部42の長さ方向の中央部で線材40を切断し、長尺のコイルメンバー70を作製する。この時、コイルメンバー70の両端部は、図31に示されるように、幅が狭く、厚みが薄く形成されている。

このようにして作製された12本のコイルメンバー70を、図31に示されるように、同時に同一平面上で雷状に折り曲げ形成する。ついで、図32に矢印で示されるように、直角方向に治具にて折り畳んでゆき、図33に示される巻線アセンブリ80を作製する。

なお、各コイルメンバー70は折り曲げられて、図34に示されるように、ターン部81aで連結された直線部81bが6スロットピッチ(6P)で配列された波状パターンのコイル素線81に成形されている。そして、隣り合う直線部81bが、ターン部81aにより、コイルメンバー70の幅(W)分ずらされている。素線アセンブリ80は、このような波状パターンに形成された2本のコイル素線81を図35に示されるように6スロットピッチずらして直線部81bを重ねて配列された素線対が1スロットピッチずつずら

10

20

30

40

50

して6対配列されて構成されている。そして、コイル素線81の端部が素線アッセンブリ80の両端の両側に6本ずつ延出されている。また、コイルエンドを構成するターン部81aが素線アッセンブリ80の両側部に整列されて配列されている。ここで、各コイル素線81が、図38で示した第1乃至第4巻線71~74に相当している。

また、台形状のスロット83aが所定のピッチ(電気角で30°)で形成された磁性材料のSPCC材を所定枚数積層し、その外周部をレーザ溶接して、図36に示されるように、直方体の積層鉄心83を作製する。

【0065】

そして、図37の(a)に示されるように、インシュレータ19が積層鉄心83のスロット83aに装着され、2つの素線アッセンブリ80の各直線部81bを各スロット83a内に重ねて押し入れる。これにより、図37の(b)に示されるように、2つの素線アッセンブリ80が積層鉄心83に装着される。コイル素線81の直線部81bは、インシュレータ19により積層鉄心83と絶縁されてスロット83a内に径方向に4本並んで収納されている。そして、2つの素線アッセンブリ80は、重なって積層鉄心83に装着されている。

ついで、積層鉄心83を丸め、その端面同士を当接させて溶接し、図37の(c)に示されるように、円筒状の固定子コア62を得る。

そして、図38に示される結線方法に基づいて、各コイル素線81の端部同士を結線して固定子巻線群65を形成する。

ここで、渡り結線、口出し線および中性点用のコイル素線81の切断端における絶縁被膜41の除去には、レーザ照射による絶縁被膜41の焼きとりが適している。

【0066】

このように、この実施の形態11によれば、線材40に外形縮小部42を形成した後、線材40を外形縮小部42で切断してコイルメンバー70を得るようにしているので、コイルメンバー70を波状に折り曲げて成形されたコイル素線81の端部は、絶縁被膜41が除去され、その幅が狭く、かつ、厚みが薄く形成されている。

また、1相分の固定子巻線群65を構成する第1乃至第4巻線71~74はそれぞれ端部同士を溶接して1ターンの巻線に形成されている。この時、第1および第3巻線71、73の端部71a、71b、73a、73bは、固定子コア62の他端側で、その断面の長手方向(幅方向)を径方向に一致させて、径方向に1列に並んで配置され、第2および第4巻線72、74の端部72a、72b、74a、74bは、固定子コア62の一端側で、その断面の長手方向(幅方向)を径方向に一致させて、径方向に1列に並んで配置されている。そして、コイル素線81、即ち第1乃至第4巻線の各端部が幅を狭められて成形されているので、端部71a、71bと端部73a、73bとの間、同様に端部72a、72bと端部74a、74bとの間に所定の間隙が形成され、溶接スペースが確保される。

従って、この実施の形態11においても、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。

【0067】

また、この実施の形態11では、1本のコイル素線81から1ターンの巻線を形成しているので、多数本のU字状のコイルセグメント50を直列に接続して1ターンの巻線を形成している上記実施の形態1~10に比べて、接合箇所が著しく削減され、固定子の生産性を向上させることができるとともに、溶接による電気導体の軟化がなく、固定子としての剛性が高くなり、磁気騒音を低減させることができる。

また、コイル素線81のターン部81aによりコイルエンド群を構成しているので、コイルセグメント50の開放端部50c同士を接合してコイルエンド群を構成している上記実施の形態1~10に比べて、コイルエンドの高さを低くすることができる。これにより、コイルエンド群における通風抵抗が小さくなり、回転子の回転に起因する風音を低減でき、さらにコイルの漏れリアクタンスが減少し、出力・効率が向上される。

さらに、12本のコイル素線81から巻線アッセンブリ80を形成しているので、2組の巻線アッセンブリ80を固定子コア62に2列に巻装することで6相分の固定子巻線群6

10

20

30

40

50

5 が巻装されることになり、組立性を著しく向上させることができる。

【0068】

なお、上記各実施の形態では、切削加工やプレスカット工法により線材40の幅方向両端部の電気導体39を絶縁被膜41とともに除去して幅縮小部を形成した後、幅縮小部の絶縁被膜41を除去して外形縮小部を形成するものとしているが、線材40の切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって絶縁被膜41を除去して外形縮小部を形成するようにしてもよい。この場合、外形縮小部の外形は絶縁被膜41の厚み分縮小されており、外形縮小部の切断面のサイド部に生じた膨れやエッジに起因する不具合を低減できる。そして、この線材から形成されたセグメントコイルやコイル素線を固定子コアに装着した際に、セグメントコイルやコイル素線の端部間が径方向で離間し、溶接スペースが確保される。なお、絶縁被膜41を除去する際には、例えば上記実施の形態3～5で述べた火災による絶縁被膜の燃焼除去方法、レーザー照射による絶縁被膜の燃焼除去方法、溶剤による絶縁被膜の溶解除去方法などを用いることができる。

10

また、上記各実施の形態では、コイルセグメント50やコイル素線81の直線部50a、81aをスロット15b、62b内に径方向に1列に4本ずつ配列するものとしているが、スロット内に配列される直線部の本数はこれに限定されるものではない。

【0069】

【発明の効果】

この発明は、以上のように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

【0070】

20

この発明によれば、絶縁被膜が扁平な断面を有する電気導体に被覆されてなる線材を所定長さに切断してコイルメンバーを形成する工程と、上記コイルメンバーを屈曲加工して所定形状のコイル素線を形成する工程と、所定数の上記コイル素線を固定子コアに装着する工程と、上記固定子コアに装着されたそれぞれの上記コイル素線の端部同士を溶接して所定ターン数の巻線群を形成する工程とを有する交流発電機の固定子の製造方法において、上記線材の各切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって外形縮小部を形成する工程を備えたので、生産性および信頼性を向上させることができる交流発電機の固定子の製造方法が得られる。

【0072】

また、上記外形縮小部を形成する工程は、上記電気導体の幅方向両端部を上記切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって上記絶縁被膜とともに除去して上記幅縮小部を形成する工程と、上記幅縮小部の厚さ方向両面の上記絶縁被膜を除去する工程とを備えているので、コイル素線の端部同士を溶接する際の溶接スペースが確保されるとともに、幅縮小部の絶縁被膜の除去面積が減少され、絶縁被膜の除去工程の時間が短縮される。

30

【0075】

また、上記幅縮小部が、上記素線を圧延して上記切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって厚み縮小部を形成し、その後プレスカット工法を用いて上記厚み縮小部の上記電気導体の幅方向両端部を上記絶縁被膜とともに切断して形成されているので、スロットへの挿入性が向上される。

【0076】

40

また、上記幅縮小部は、断面積が長さ方向の両端から中央に向かって漸次減少する形状に形成されているので、溶接時にアークを溶接部に集中でき、溶接性が高められるとともに、溶接強度が向上される。

【0077】

また、上記切断部位を略中心として長さ方向の所定範囲にわたって上記線材を円形断面の丸状に成形して上記幅縮小部を形成した後、該幅縮小部の上記絶縁被膜を機械剥離するようにしたので、機械ツールを用いても絶縁被膜を確実に除去でき、被膜残りに起因する溶接性の悪化が防止される。

【0078】

また、上記絶縁被膜が機械剥離された上記幅縮小部を扁平形状に成形する工程を備えたの

50

で、スロットへの挿入性が向上される。

【0079】

また、上記外形縮小部における上記絶縁被膜を切削加工により除去するようにしたので、絶縁被膜を確実に除去でき、被膜残りに起因する溶接性の悪化が防止される。

【0080】

また、上記外形縮小部における上記絶縁被膜を火炎燃焼させた後、生成された炭化物をブラッシング除去するようにしたので、絶縁被膜の除去工程が短縮される。

【0081】

また、上記外形縮小部における上記絶縁被膜をレーザー照射により焼きとり除去するようにしたので、ブラッシング工程が不要となり、絶縁被膜の除去工程がさらに短縮される。

10

【0082】

また、上記外形縮小部における上記絶縁被膜を溶剤により溶解除去するようにしたので、絶縁被膜を確実に除去でき、被膜残りに起因する溶接性の悪化が防止される。

【0083】

また、上記コイルメンバーもしくは上記コイル素線の両端部の角部を加熱溶融して消失させて滑らかな先端形状にする工程を備えたので、スロットへのコイル挿入性が向上される。

【0084】

また、上記コイル素線は、所定スロット数離れた一対の直線部間を略V字状のターン部で連結してなる略U字状に形成されているので、円筒状の固定子コアを作製した後、コイル素線を固定子コアに挿入して固定子コイルを作製でき、固定子の製造が容易となる。

20

【0085】

また、上記コイル素線は、直線部が所定スロットピッチで配列され、隣り合う上記直線部の端部同士が略V字状のターン部で連結されて波状の連続線に形成されているので、接合箇所が大幅に削減され、かつ、コイル素線の固定子コアへの装着工程が簡易となり、生産性が向上されるとともに、コイルエンドが連続線のターン部となり、コイルエンド群の軸方向高さを低くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係る交流発電機の固定子の固定子コイルに適用される線材を示す斜視図である。

30

【図2】 図1のII-II矢視断面図である。

【図3】 この発明の実施の形態1に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材に外形縮小部を形成した状態を示す斜視図である。

【図4】 図3のIV-IV矢視断面図である。

【図5】 図4のA部を拡大した図である。

【図6】 この発明の実施の形態1に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材を切断してコイルメンバーを形成した状態を示す斜視図である。

【図7】 この発明の実施の形態1に係る交流発電機の固定子の製造方法におけるコイルメンバーに曲げ加工を施して形成されたコイルセグメントを示す斜視図である。

【図8】 この発明の実施の形態1に係る交流発電機の固定子の製造方法における固定子コアに挿入されたコイルセグメントの開放端部の配列状態を説明する上面図である。

40

【図9】 この発明の実施の形態1に係る交流発電機の固定子の製造方法における固定子コアに挿入されたコイルセグメントの開放端部の配列状態を説明する側面図である。

【図10】 この発明の実施の形態1に係る交流発電機の固定子の製造方法におけるコイルセグメントの開放端部の溶接工程を説明する上面図である。

【図11】 この発明の実施の形態1に係る交流発電機の固定子の製造方法におけるコイルセグメントの開放端部の溶接工程を説明する側面図である。

【図12】 この発明の実施の形態1に係る交流発電機の固定子の製造方法におけるコイルセグメントの開放端部の溶接状態を説明する上面図である。

【図13】 この発明の実施の形態1に係る交流発電機の固定子の製造方法におけるコイ

50

ルセグメントの開放端部の溶接状態を説明する側面図である。

【図 1 4】 この発明の実施の形態 1 に係る交流発電機の固定子の製造方法で製造された固定子のフロント側要部を示す斜視図である。

【図 1 5】 この発明の実施の形態 2 に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材に幅縮小部を形成した状態を示す斜視図である。

【図 1 6】 図 1 5 の X V I - X V I 矢視断面図である。

【図 1 7】 この発明の実施の形態 2 に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材の幅縮小部の絶縁被膜を除去した状態を示す斜視図である。

【図 1 8】 この発明の実施の形態 6 に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材に厚み縮小部を形成した状態を示す斜視図である。

10

【図 1 9】 図 1 8 の X I X - X I X 矢視断面図である。

【図 2 0】 この発明の実施の形態 6 に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材に幅縮小部を形成した状態を示す斜視図である。

【図 2 1】 図 2 0 の X X I - X X I 矢視断面図である。

【図 2 2】 この発明の実施の形態 7 に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材に幅縮小部を形成した状態を示す斜視図である。

【図 2 3】 この発明の実施の形態 8 に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材に幅縮小部を形成した状態を示す斜視図である。

【図 2 4】 図 2 3 の X X I V - X X I V 矢視断面図である。

【図 2 5】 この発明の実施の形態 8 に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材の幅縮小部の絶縁被膜の除去工程を説明する図である。

20

【図 2 6】 この発明の実施の形態 9 に係る交流発電機の固定子の製造方法における線材に外形縮小部を形成した状態を示す斜視図である。

【図 2 7】 図 2 6 の X X V I I - X X V I I 矢視断面図である。

【図 2 8】 この発明の実施の形態 1 0 に係る交流発電機の固定子の製造方法におけるコイルメンバーの要部を示す斜視図である。

【図 2 9】 この発明の実施の形態 1 1 に係る交流発電機の固定子における固定子コイルの 1 相分の結線状態を説明する平面図である。

【図 3 0】 この発明の実施の形態 1 1 に係る交流発電機の固定子の回路図である。

【図 3 1】 この発明の実施の形態 1 1 に係る交流発電機の固定子における固定子コイルを構成する巻線群の製造工程を説明する図である。

30

【図 3 2】 この発明の実施の形態 1 1 に係る交流発電機の固定子における固定子コイルを構成する巻線群の製造工程を説明する図である。

【図 3 3】 この発明の実施の形態 1 1 に係る交流発電機の固定子における固定子コイルを構成する巻線アッセンブリを示す図である。

【図 3 4】 この発明の実施の形態 1 1 に係る交流発電機の固定子における固定子コイルを構成するコイル素線の要部を示す斜視図である。

【図 3 5】 この発明の実施の形態 1 1 に係る交流発電機の固定子における固定子コイルを構成するコイル素線の配列を説明する図である。

【図 3 6】 この発明の実施の形態 1 1 に係る交流発電機の固定子における固定子コアを構成する積層鉄心を示す斜視図である。

40

【図 3 7】 この発明の実施の形態 1 1 に係る交流発電機の固定子の製造工程を説明する工程断面図である。

【図 3 8】 一般的な交流発電機を示す断面図である。

【図 3 9】 従来の固定子におけるコイルセグメントを示す平面図である。

【図 4 0】 従来の固定子の要部をフロント側から見た斜視図である。

【図 4 1】 従来の交流発電機の固定子の製造方法における線材を切断してコイルメンバーを形成した状態を示す斜視図である。

【図 4 2】 従来の交流発電機の固定子の製造方法におけるコイルメンバーに曲げ加工を施して形成されたコイルセグメントを示す平面図である。

50

【図４３】 従来の交流発電機の固定子の製造方法における固定子コアに挿入されたコイルセグメントの開放端部の配列状態を説明する上面図である。

【図４４】 従来の交流発電機の固定子の製造方法における固定子コアに挿入されたコイルセグメントの開放端部の配列状態を説明する側面図である。

【図４５】 従来の交流発電機の固定子の製造方法におけるコイルセグメントの開放端部の溶接工程を説明する上面図である。

【図４６】 従来の交流発電機の固定子の製造方法におけるコイルセグメントの開放端部の溶接工程を説明する側面図である。

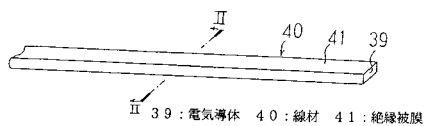
【図４７】 従来の交流発電機の固定子の製造方法におけるコイルセグメントの開放端部の溶接状態を説明する上面図である。

【図４８】 従来の交流発電機の固定子の製造方法におけるコイルセグメントの開放端部の溶接状態を説明する側面図である。

【符号の説明】

１５、６２ 固定子コア、１５ｂ、６２ｂ スロット、１６、６３ 固定子コイル、３９ 電気導体、４０ 線材、４１ 絶縁被膜、４２、４２Ａ、４２Ｅ 外形縮小部、４３Ａ、４３Ｂ、４３Ｃ、４３Ｄ 幅縮小部、４４、４４Ａ、７０ コイルメンバー、４６ 厚み縮小部、５０ コイルセグメント（コイル素線）、５０ａ 直線部、５０ｂ ターン部、６０、６０Ａ 固定子、６４ ３相固定子巻線、６５ 固定子巻線群、７１ 第１巻線、７２ 第２巻線、７３ 第３巻線、７４ 第４巻線、８１ コイル素線、８１ａ ターン部、８１ｂ 直線部。

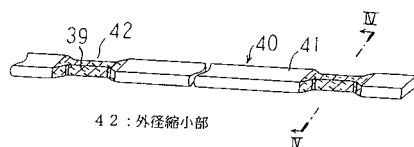
【図１】



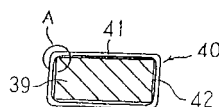
【図２】



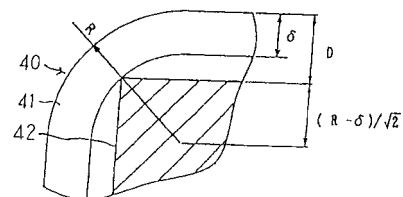
【図３】



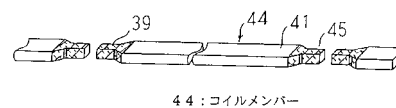
【図４】



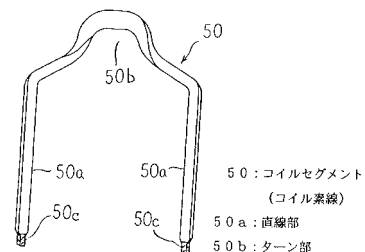
【図５】



【図６】



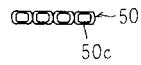
【図７】



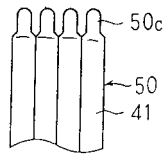
10

20

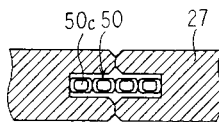
【図 8】



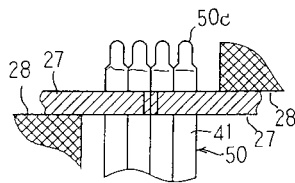
【図 9】



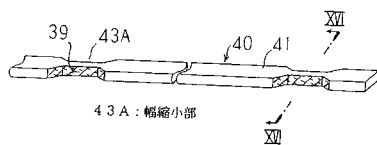
【図 10】



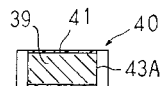
【図 11】



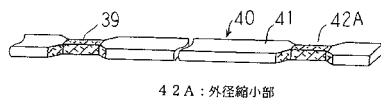
【図 15】



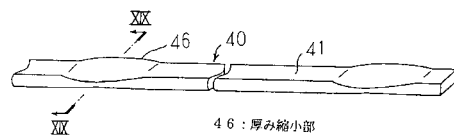
【図 16】



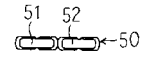
【図 17】



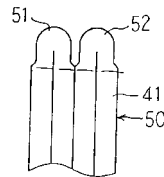
【図 18】



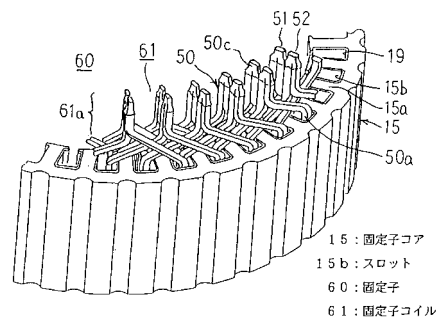
【図 12】



【図 13】



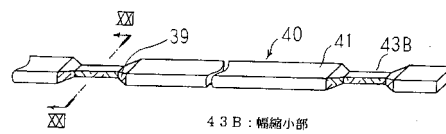
【図 14】



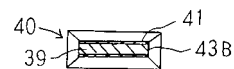
【図 19】



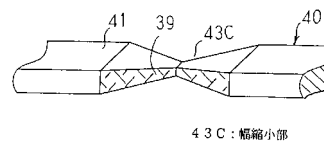
【図 20】



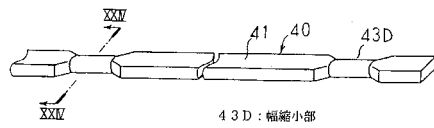
【図 21】



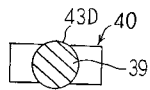
【図 22】



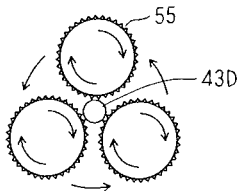
【図 23】



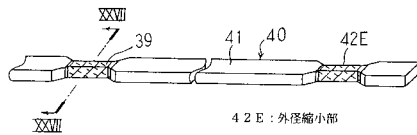
【図 24】



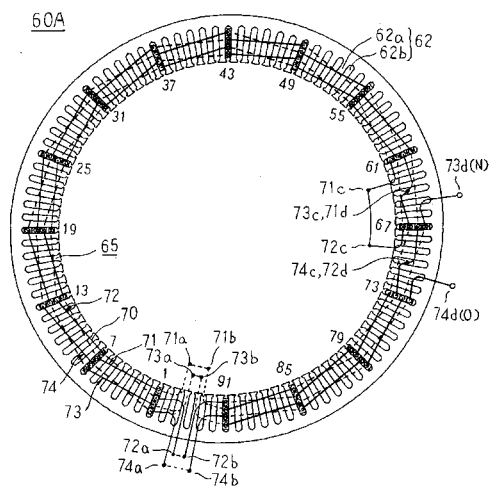
【図 25】



【図 26】

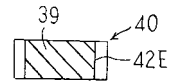


【図 29】

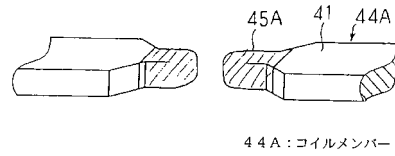


- | | |
|--------------|-----------|
| 60A : 固定子 | 71 : 第1巻線 |
| 62 : 固定子コア | 72 : 第2巻線 |
| 62b : スロット | 73 : 第3巻線 |
| 65 : 固定子巻線群 | 74 : 第4巻線 |
| 70 : コイルメンバー | |

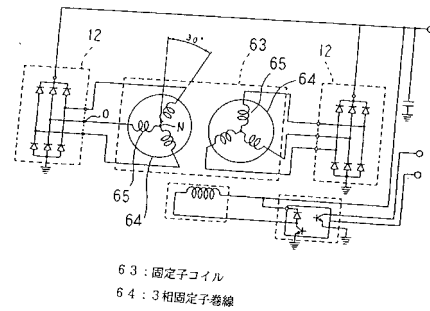
【図 27】



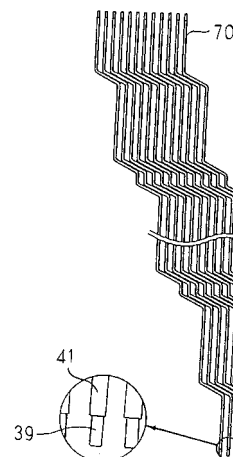
【図 28】



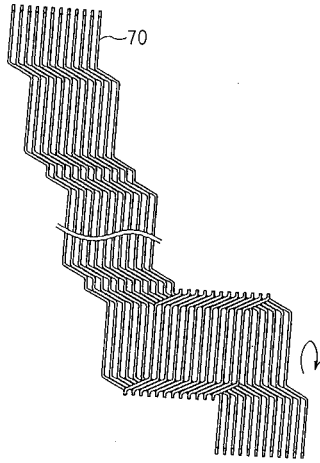
【図 30】



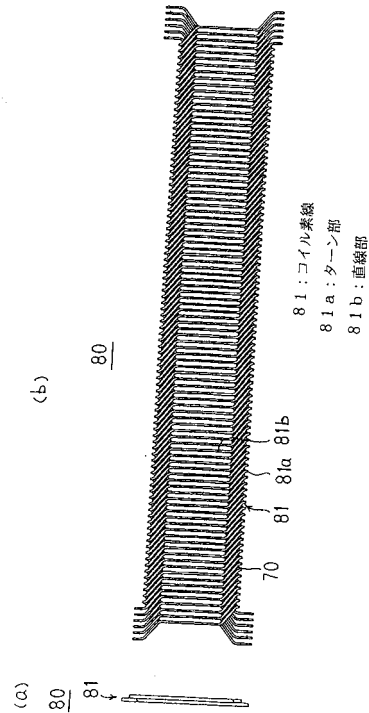
【図 31】



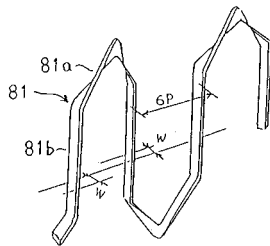
【図 3 2】



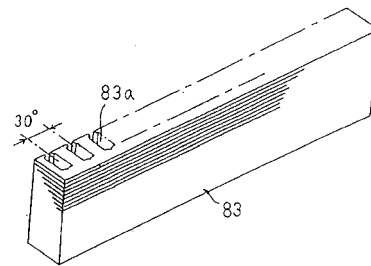
【図 3 3】



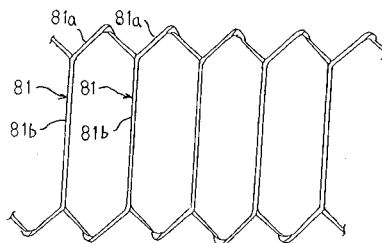
【図 3 4】



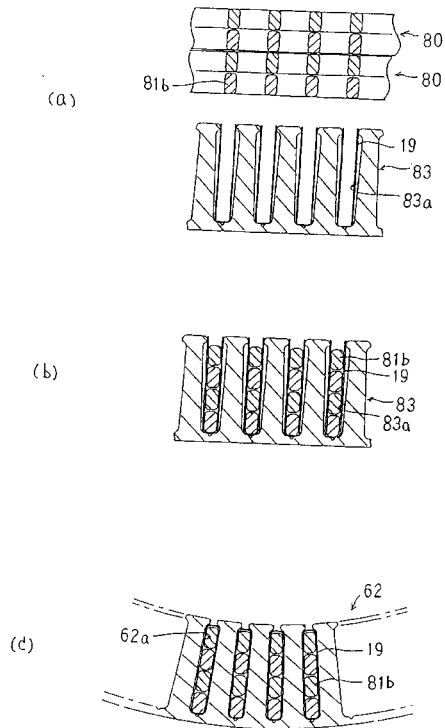
【図 3 6】



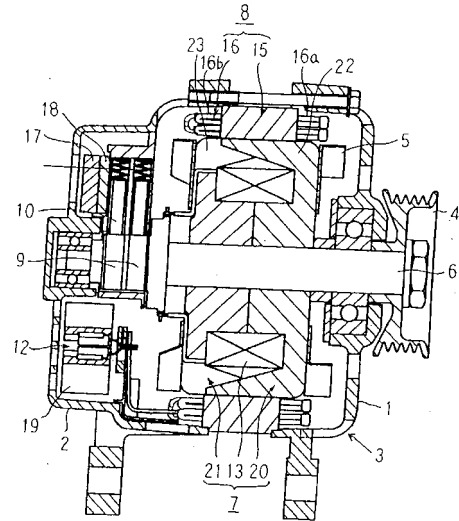
【図 3 5】



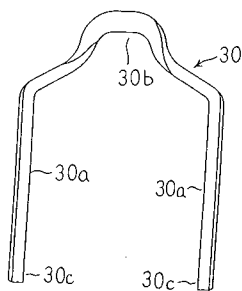
【図 37】



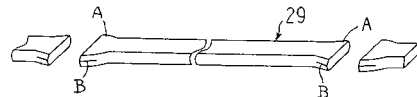
【図 38】



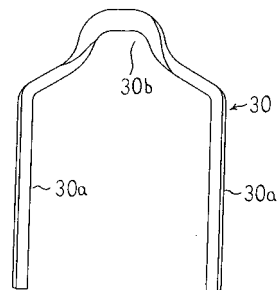
【図 39】



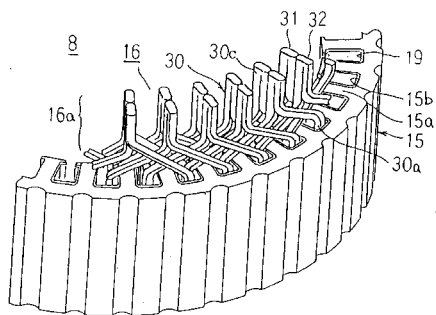
【図 41】



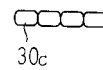
【図 42】



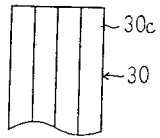
【図 40】



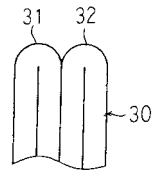
【図 43】



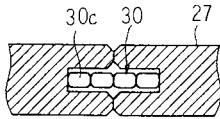
【図 4 4】



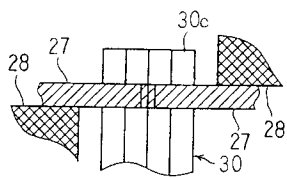
【図 4 8】



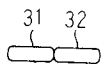
【図 4 5】



【図 4 6】



【図 4 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 大橋 篤志
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
- (72)発明者 浅尾 淑人
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
- (72)発明者 足立 克己
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
- (72)発明者 滝澤 拓志
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

審査官 松本 泰典

- (56)参考文献 特開平11-098788(JP,A)
特開平09-182337(JP,A)
特開平05-111731(JP,A)
特開平06-141496(JP,A)
特開平05-056609(JP,A)
登録実用新案第3012225(JP,U)
実開平02-038144(JP,U)
特開2000-158074(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 3/04
B21F 11/00
H02K 3/38
H02K 15/04