

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5554383号  
(P5554383)

(45) 発行日 平成26年7月23日(2014.7.23)

(24) 登録日 平成26年6月6日(2014.6.6)

(51) Int.Cl. F I  
 HO2K 3/04 (2006.01) HO2K 3/04 ZHVJ  
 HO2K 15/04 (2006.01) HO2K 15/04 F

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-199645 (P2012-199645)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成24年9月11日(2012.9.11)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2014-57403 (P2014-57403A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成26年3月27日(2014.3.27)	(74) 代理人	100110423
審査請求日	平成24年9月11日(2012.9.11)		弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100094695
			弁理士 鈴木 憲七
		(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順
		(74) 代理人	100122437
			弁理士 大宅 一宏
		(74) 代理人	100147566
			弁理士 上田 俊一
		(74) 代理人	100161171
			弁理士 吉田 潤一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機の固定子、及びその固定子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内径側に先端部が突出した複数の歯部により周方向に沿って複数のスロットが形成された中空筒状の固定子コアと、

この固定子コアに巻装され、各前記歯部に導線が巻回されて構成された複数のコイル部同士が、固定子コアの端面の外径側に配置された端子部材を介して電氣的に接続された固定子巻線と、を備えた回転電機の固定子であって、

前記コイル部は、コイル本体部と、このコイル本体部の最外径部から引き出された第1の渡り線と、前記コイル本体部の最内径部から引き出された第2の渡り線と、を有し、

前記第1の渡り線は、前記端子部材の一方の端子部材端部と接続された第1の渡り線端部を有し、

前記第2の渡り線は、前記固定子コアの径方向外側に折曲された第1の曲げ部と、前記端子部材の他方の端子部材端部と接続された第2の渡り線端部と、を有し、

前記第2の渡り線は、前記固定子の径方向の距離(  $r$  但し、径外側方向を+方向とする。)に対する固定子の軸線方向の距離(  $z$  但し、軸線外側方向を+方向とする。)の微分値が  $\frac{z}{r} > 0$  である

ことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項2】

同相の前記コイル部同士は、前記端子部材を介して並列に接続され、かつ前記コイル部は、前記導線が螺旋状に一層で前記歯部に巻回して構成されていることを特徴とする請求

10

20

項 1 に記載の回転電機の固定子。

【請求項 3】

前記導線は、断面形状が矩形状であり、導線断面の一方の短辺を内側とし、一对の長辺を巻き軸線に対して垂直になるように巻回されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の回転電機の固定子。

【請求項 4】

前記第 2 の渡り線の前記第 1 の曲げ部は、前記コイル本体部の最外周面から径方向に離れた部位に形成され、かつ前記第 2 の渡り線の前記第 2 の渡り線端部と前記端子部材の前記端子部材端部とが接合された第 2 の接合部よりも、前記固定子コアの端面を基準として低い部位に形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の回転電機の固定子。

10

【請求項 5】

前記第 1 の渡り線は、前記固定子コアの軸線方向外側に沿って延びているとともに、その形状は、中間部に形成された第 1 の曲げ部及び第 2 の曲げ部によりクランク状であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の回転電機の固定子。

【請求項 6】

前記第 1 の渡り線端部及び前記第 2 の渡り線端部、及び前記端子部材の両前記端子部材端部は、ともに前記固定子コアの軸線方向に沿って延びていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の回転電機の固定子。

【請求項 7】

20

前記第 1 の渡り線の前記第 1 の渡り線端部と前記端子部材の前記端子部材端部とが接合された第 1 の接合部、及び前記第 2 の渡り線の前記第 2 の渡り線端部と前記端子部材の前記端子部材端部とが接合された第 2 の接合部は、円周上に配置されていることを特徴とする請求項 1 ~ 6 の何れか 1 項に記載の回転電機の固定子。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の回転電機の固定子の製造方法であって、  
前記導線を折曲して前記第 2 の渡り線の前記第 1 の曲げ部を形成する折曲工程と、  
この後前記導線を巻回して前記コイル本体部を形成する工程と、  
引き続き前記コイル本体部を前記歯部に挿入する工程と、を有することを特徴とする回転電機の固定子の製造方法。

30

【請求項 9】

請求項 3 に記載の回転電機の固定子の製造方法であって、  
前記導線を折曲して前記第 2 の渡り線の前記第 1 の曲げ部を形成する折曲工程と、  
この後前記導線を巻回して前記コイル本体部を形成する工程と、  
引き続き前記コイル本体部を前記歯部に挿入する工程と、を有することを特徴とする回転電機の固定子の製造方法。

【請求項 10】

前記第 1 の曲げ部は、前記折曲工程では、90°以下の鋭角角度に折曲され、折曲工程後にはスプリングバックにより、曲げ角度が略90°に形成されることを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の回転電機の固定子の製造方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、固定子コアと、この固定子コアに巻装され、各歯部に導線が巻回されて構成された複数のコイル部同士が、コイル部の渡り線を通じて端子部材と接続されることで電氣的に接続された固定子巻線と、を備えた回転電機の固定子、及びその固定子の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電気自動車やハイブリッド自動車の駆動源等として使用される回転電機は、通常、内径

50

方向に突出する複数の歯部が周方向に一定の間隔をあけて設けられたリング状の固定子コアを有している。固定子コアの各歯部には、導線が巻回されて構成されたコイル部が装着されている（例えば、特許文献1参照）。

このような固定子は、組み立てが容易になるように、各歯部の形状に合わせて予めコイル部をユニット化しておき、この各コイル部を、各歯部にそれぞれ挿入して製造される。

【0003】

この場合、各歯部に対して各コイル部をそれぞれ挿入した後に、所定のコイル部同士を電氣的に接続する必要がある。

そして、コイル部同士の接続は、固定子コアの外径側に配置された端子部材と内径側のコイル部の両渡り線とを接続して行なわれるが、両渡り線のうちコイル部のコイル本体部の最内径部から引き出された渡り線は、固定子コアの端面に近づく方向に窪んだ凹状の曲げ部を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4340740号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、この特許文献1の回転電機の固定子は、渡り線が固定子コアの端面に近づく方向に窪んだ凹状の曲げ部を有しているが、固定子コアの内径側では軸線方向外側に膨らむため、固定子コアの端面上では、そのためのスペースを確保しなければならないという問題点があった。

【0006】

また、コイル部は、固定子コアの外径側の部位が固定子コアの内径側の部位と比較して高くなっており、しかも渡り線の凹状の曲げ部は、固定子コアの外径側に形成されている。

従って、渡り線とコイル部との絶縁性を確保するためには、電位の高い固定子コア外径側で絶縁距離を確保しなければならないと、必然的に軸線方向外側に膨らむ渡り線の固定子コアの内径側では、必要以上の絶縁距離を有することになり、固定子コアの端面上では渡り線を配置するスペースをより大きくしなければならないという問題点があった。

【0007】

この発明は、かかる問題点を解決することを課題とするものであって、電位差に対応した絶縁距離を保つことで、固定子コアの内径側の端面上のスペースを縮小でき、軸線方向の寸法を縮小して小型化することができる等の回転電機の固定子、及びその固定子の製造方法を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明に係る回転電機の固定子は、内径側に先端部が突出した複数の歯部により周方向に沿って複数のスロットが形成された中空筒状の固定子コアと、

この固定子コアに巻装され、各前記歯部に導線が巻回されて構成された複数のコイル部同士が、固定子コアの端面の外径側に配置された端子部材を介して電氣的に接続された固定子巻線と、を備えた回転電機の固定子であって、

前記コイル部は、コイル本体部と、このコイル本体部の最外径部から引き出された第1の渡り線と、前記コイル本体部の最内径部から引き出された第2の渡り線と、を有し、

前記第1の渡り線は、前記端子部材の一方の端子部材端部と接続された第1の渡り線端部を有し、

前記第2の渡り線は、前記固定子コアの径方向外側に折曲された第1の曲げ部と、前記端子部材の他方の端子部材端部と接続された第2の渡り線端部と、を有し、

10

20

30

40

50

前記第2の渡り線は、前記固定子の径方向の距離（ $r$  但し、径外側方向を+方向とする。）に対する固定子の軸線方向の距離（ $z$  但し、軸線外側方向を+方向とする。）の微分値が  $\frac{z}{r} > 0$  である。

【発明の効果】

【0009】

この発明に係る回転電機の固定子によれば、コイル本体部の最内径部から引き出された第2の渡り線と、コイル本体部との間で、電位差に応じた絶縁距離を確保することで、固定子コアの内径側の端面上のスペースを縮小でき、軸線方向の寸法を縮小して小型化することができる等の効果がある。

【図面の簡単な説明】

10

【0010】

【図1】この発明の実施の形態1に係る電動機の固定子を示す部分平面図である。

【図2】図1の固定子を矢印Aの方向に視たときの部分正面図である。

【図3】図1のIII-III線に沿った矢視断面図である。

【図4】図1のIV-IV線に沿った矢視断面図である。

【図5】従来例の第2の渡り線とコイル本体部のコイルエンドCEとの間における電位差、電界強度と、固定子の径方向位置（R方向位置）との関係を示す関係図である。

【図6】図3の第2の渡り線とコイル本体部のコイルエンドCEとの間における電位差、電界強度と、固定子の径方向位置（R方向位置）との関係を示す関係図である。

【図7】図1のコイル部の製造途中を示す側面図である。

20

【図8】図7の正面図である。

【図9】図1のコイル部が歯部に挿入される際の側面図である。

【図10】図9の正面図である。

【図11】この発明の実施の形態2に係る電動機の固定子を示す要部側断面図である。

【図12】この発明の実施の形態2の第2の渡り線とコイル本体部のコイルエンドCEとの間における電位差、電界強度と、固定子の径方向位置（R方向位置）との関係を示す図である。

【図13】図12のコイル部の製造途中を示す側面図である。

【図14】この発明の実施の形態3に係る電動機の固定子を示す要部側断面図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0011】

以下、この発明の各実施の形態の電動機の固定子を図に基づいて説明するが、各図において、同一または相当部材、部位については同一符号を付して説明する。

【0012】

図1はこの発明の実施の形態1に係る、回転電機である電動機の固定子10を示す部分平面図、図2は図1の固定子10を矢印Aの方向に視たときの部分正面図、図3は図1のIII-III線に沿った矢視断面図、図4は図1のIV-IV線に沿った矢視断面図である。

固定子10は、複数の磁性鋼板を積層して形成された中空円筒形状の固定子コア11と、この固定子コア11に巻装された固定子巻線20と、を備えている。

40

【0013】

固定子コア11は、周方向に複数個に分割された固定子コア片11Aで構成されており、ヨーク部12と、ヨーク部12から周方向に沿って等分間隔で先端部が内径側に突出してスロット14を形成した複数の歯部13と、を備えている。

固定子コア11は、隣接した固定子コア片11A同士を溶接接合して形成される。

【0014】

固定子巻線20は、各歯部13に導線が巻回されて構成された各相のコイル部と、固定子コア11の片側端面であって外径側に設けられコイル部同士を電氣的に接続した結線板30と、を備えている。

各相のコイル部は、コイル本体部21と、固定子10の外径側のコイル本体部21から

50

引き出された第1の渡り線22と、固定子10の内径側から引き出された第2の渡り線23と、を備えている。

導線は、図3及び図4から分かるように、断面矩形状である。

コイル部は、矩形状の導線断面の一方の短辺を内側とし、一对の長辺を巻き軸線（固定子コア11の径方向）に対して垂直になるように導線を螺旋状に巻回して形成された、所謂エッジワイズコイルである。

各コイル部は、先端部に沿って先細の歯部13の形状に合わせて、外径側から内径側に沿って徐々に径が小さくなるように導線が巻回されて形成されている。

また、各コイル部のコイル本体部21は、歯部13上に導線が1層で巻回されて構成されている。

10

なお、各コイル部の固定子コア11への組付けは、各固定子コア片11Aの段階で組付けてもよいし、隣接した固定子コア片11A同士を溶接接合してリング状に形成した後、各コイル部を固定子コア11の内径側から各歯部13に組付けてもよい。

#### 【0015】

結線板30は、固定子コア11の片側端面の全周に沿ってリング状に形成され、U相用、V相用、W相用及び中性点用の溝部を有する絶縁ケース31と、各溝部に挿入される、U相用の端子部材32A、V相用の端子部材32B、W相用の端子部材32C及び中性点用の端子部材32Dと、を備えている。各端子部材32A、32B、32C及び32Dは、導電性の長板材によって構成されている。

#### 【0016】

各端子部材32A、32B、32C及び32Dは、絶縁ケース31の溝部に挿入されている端子部材本体部33A、33B、33C及び33Dと、両端部にそれぞれ形成された端子部材端部34A、34B、34C及び34Dと、端子部材端部34A、34B、34C及び34Dと端子部材本体部33A、33B、33C及び33Dとを繋ぐつなぎ部35A、35B、35C及び35Dと、を有する。

20

それぞれの端子部材端部34A、34B、34C及び34Dは、コイル部の第1の渡り線22の第1の渡り線端部22A及び第2の渡り線23の第2の渡り線端部23Aと電氣的に接続され、また図3及び図4から分かるように絶縁ケース31より内径側に配置されている。

また、各相のコイル部は、並列で、かつY結線で電氣的に接続されている。

30

#### 【0017】

固定子コア11の内径側から引き出された第2の渡り線23は、図3に示すように、コイル本体部21の内径側端部から固定子コア11の軸線方向外側に突出し、第1の曲げ部24で固定子コア11の外径側に曲げられ、引き続き固定子コア11の径方向斜め外側に延び、さらに第2の曲げ部25で固定子コア11の軸線方向外側に曲げられている。ここで、第1の曲げ部24、第2の曲げ部25は導線断面の長辺側が曲げられている。

#### 【0018】

ここで、曲げ部24、25で導線断面の長辺側で曲げるため、曲げる時の力が少なくてもすむため生産性がよい。

また、導線に加わる応力も小さくて済むため、信頼性が高い。

40

また、曲げ部24、25の内側と外側との間での湾曲率の差が小さいため、導線の絶縁皮膜の剥がれが少なく、信頼性が高い。

また、端面矩形状の導線であるため、同一巻数の丸線形状の導線に対して、導線断面積が大きくでき、かつ導線間及び導線と歯部13との隙間を小さくできるため、同一電流に対する導線の発熱量を低減し、固定子コア11への放熱性もよくすることができるため、電動機の冷却性が向上する。

#### 【0019】

第2の渡り線23の第2の渡り線端部23Aは、固定子コア11の端面から軸線方向において離れる方向に延びた状態で、端子部材32A、32B、32C、32Dの、第2の渡り線端部23Aと同方向に延びた端子部材端部34A、34B、34C、34Dと面接

50

触して重ねられ、第2の接合部51で溶接により接続されている。

このように、固定子コア11の内径側から引き出された第2の渡り線23の第2の渡り線端部23Aと端子部材32A, 32B, 32C, 32Dの一方の端子部材端部34A, 34B, 34C, 34Dとが面接触しており、接続が容易になるため生産性が向上するとともに、第2の渡り線23と端子部材32A, 32B, 32C, 32Dとは第2の接合部51で溶接により接合することが可能となる。

【0020】

また、固定子コア11の内径側から引き出された第2の渡り線23は、第1の曲げ部24及び第2の曲げ部25が形成され、この第2の渡り線23は、端子部材32A, 32B, 32C, 32Dと接続されているため、振動・熱衝撃などで、端子部材端部34A, 34B, 34C, 34Dとコイル部の第2の渡り線23の第2の渡り線端部23Aとの第2の接合部51に生じる応力を低減することが可能となり、電動機の信頼性、耐久性が向上する。

10

【0021】

また、第2の渡り線23は、固定子コア11の外径側に向かうに従って、コイル本体部21のコイルエンドCEとの隙間Tが大きくなるように構成されている。

即ち、第2の渡り線23の固定子10の径方向に位置する距離( $r$ )に対する固定子10の軸線方向に位置する距離( $z$ )の微分値が  $z / r >$  となるように構成されている。

なお、ここで、固定子コア11の径方向をR軸、固定子コア11の軸線方向をZ軸とした場合、固定子コア11の径方向外径側を+R方向、固定子コア11の軸線方向において固定子コア11の端面から離れる方向を+Z方向と定義している。

20

【0022】

図5は従来例の第2の渡り線123とコイル本体部21のコイルエンドCEとの間における電位差、電界強度と、固定子10の径方向位置(R方向位置)との関係を示す図である。

図6はこの実施の形態の第2の渡り線23とコイル本体部21のコイルエンドCEとの間における電位差、電界強度と、固定子10の径方向位置(R方向位置)との関係を示す図である。

ここで、電界強度は、R方向の位置が同じ点での、電位差を第2の渡り線123とコイル本体部21とのZ方向の距離で割った値である。

30

図6の第2の渡り線23の場合には、コイル本体部21の領域では、電界強度は、径方向の外側に向かって比例関係にある。

【0023】

従来の第2の渡り線123の電位は、コイル本体部21の最内径部位と略同電位であるが、第2の渡り線123とコイル本体部21との間の電位差は、第2の渡り線123が外径側(+R方向)に向かうに従って、大きくなる。

この第2の渡り線123は、固定子コア11の端面に近づく方向に窪んだ凹状の曲げ部124を有しており、第2の渡り線123とコイル本体部21の最外径側の部位との間の電位差が最大となり、かつ曲げ部124でコイル本体部21との距離が最接近する。

40

そのため、第2の渡り線123とコイル本体部21の最外径側の部位との間の許容絶縁破壊強度を確保するために、第2の渡り線123の曲げ部124とコイルエンドCEとの距離を所定以上確保する必要がある。

従って、第2の渡り線123とコイル本体部21の内径側の部位との間には、許容絶縁破壊強度に余裕があるにも拘わらず、固定子10の軸線方向外側に膨らんでしまう。

【0024】

一方、この実施の形態の固定子10では、第2の渡り線23は、固定子10の径方向に位置する距離( $r$ )に対する固定子10の軸線方向に位置する距離( $z$ )の微分値が  $z / r >$  となるように構成している。

従って、第2の渡り線23と、コイル本体部21の最外径部位との電位差が最大となる

50

が、許容絶縁破壊強度を満たすように、第2の渡り線23の第2の曲げ部25とコイル本体部21との距離を確保しておけば、コイル本体部21の内径側に従って第2の渡り線23とコイル本体部21との間の電界強度が小さくなることから、第2の曲げ部25と第1の曲げ部24との間でも許容絶縁破壊強度が確保される。

即ち、従来のもものと比較して、第2の渡り線23をコイル本体部21に接近して配置することができ、第2の渡り線23が、例えば固定子10の径方向の外側(図3の空間S)に配置された磁極位置検出センサ等の部品と干渉するのを防ぐことができる。

【0025】

また、第2の渡り線23は、コイル本体部21の最内径部位から固定子コア11の端面に対して垂直方向に離れた部位に第1の曲げ部24が形成されているので、コイルエンドCEの端面とコイル本体部21の内径面とが交差するコーナ部26との干渉を避けることができる。

10

【0026】

また、コイル部の最外径部位から固定子コア11の軸線方向外側に直線状に引き出された第1の渡り線22は、先端部の第1の渡り線端部22Aが同方向に延びた他方の端子部材端部34A, 34B, 34C, 34Dと重ねられ、第1の接合部50で溶接により接続されている。

また、第1の渡り線22の第1の渡り線端部22Aと一方の端子部材端部34A, 34B, 34C, 34Dとの第1の接合部50、及び第2の渡り線23の第2の渡り線端部23Aと他方の端子部材端部34A, 34B, 34C, 34Dとの第2の接合部51は、図1から分かるように、略同一円周上に配置されている。

20

【0027】

このように、接合部50, 51を略同一円周上に配置することで、固定子10の軸線を中心として固定子10を回転させることで、第1の渡り線22、第2の渡り線23と、端子部材端部34A, 34B, 34C, 34Dとを接合することができ、生産性が向上する。

【0028】

ところで、電動機を大出力・高速回転の仕様に設定する場合、通常、導線の巻数を少なくし、数百アンペアの大電流を通電することが必要となるため、各歯部に挿入された各コイル部を直列に接続した場合、導線の断面積の大きい太線で固定子巻線を構成する必要があり、巻線の加工がしにくい。

30

これに対して、この実施の形態では、各相のコイル部は、並列で電氣的に接続されているので、導線の断面積を小さくすることができ、コイル部の加工性がよい。

また、導線を太線で多層で巻回した場合、各層間の隙間が大きくなり、コイル部の放熱性が悪い。

これに対して、この実施の形態では、導線が一層で螺旋状に歯部13に巻回しているので、層間の隙間はなく、コイル部から周囲への放熱性が向上し、電動機の冷却性が向上する。

また、各歯部13に挿入されたコイル部が並列接続され、さらに各歯部13に一層で導線が巻回されているので、コイル部の内径側と外径側との間で電位差が大きくなる。

40

このため、固定子10の径方向に位置する距離( $r$ )に対する固定子10の軸線方向に位置する距離( $z$ )の微分値が  $z/r >$  となるように構成することによる、電位差に対応した絶縁距離を保ちながらコイルエンドCEの内径側であって軸線方向外側の空間を確保することができる効果が大きくなり、好適である。

以上から分かるように、この実施の形態の固定子10を有する電動機は、大出力・高速回転の仕様に対応することができる。

【0029】

次に、上記構成のコイル部の製造方法について説明する。

図7は、コイル部の製造途中の側面図、図8は図7のコイル部の正面図、図9は歯部13にコイル部が挿入されるときのコイル部の側面図、図10は図9のコイル部の正面図で

50

ある。

先ず、断面矩形状の導線の端部を折曲して第1の曲げ部24及び第2の曲げ部25を有する第2の渡り線23を形成する。

この後、導線を一方の短辺を内側として螺旋状に巻回してコイル本体部21を形成する。

最後に、導線の一方の短辺を内側として図10の矢印イの方向に塑性変形させることで、第2の渡り線23がコイル本体部21に軸線方向に重なって伸び、また第1の渡り線22の第1の渡り線端部22Aと第2の渡り線23の第2の渡り線端部23Aとが同じ方向に伸びた、歯部13に挿入されるコイル部が形成される。

なお、第2の曲げ部25は、コイル本体部21を形成した後に形成してもよい。

#### 【0030】

この実施の形態では、コイル部が固定子コア11の歯部13に挿入される前に、コイル部を径方向から視てコイル本体部21と第2の渡り線23とが重なるように折曲されている。

従って、コイル本体部21が固定子コア11の歯部13に挿入された後に、固定子コア11の内径側から引き出された第2の渡り線23を外径側に折曲する工程が不要となり、第2の渡り線23を外径側に曲げるためのツールを設置する空間が必要とせず、また生産性が向上する。

また、端子部材端部34A, 34B, 34C, 34Dと接続する、第2の渡り線23の端部23Aを所定の位置に配置することが容易となる。

また、第2の渡り線23の端部23Aと端子部材端部34A, 34B, 34C, 34Dとを溶接により接合した際に、第2の渡り線23のスプリングバックによる応力が端子部材端部34A, 34B, 34C, 34Dに加わることがなく、第2の接合部51では所定の強度が確保され、電動機の信頼性、耐久性が向上する。

また、コイル部が固定子コア11の歯部13に挿入される前に、第2の渡り線23では予め第1の曲げ部24及び第2の曲げ部25が形成されており、第2の渡り線23は、第1の曲げ部24及び第2の曲げ部25の工程時に、第1の渡り線22と干渉することなく、コイル部の製造が容易である。

#### 【0031】

実施の形態2.

図11は、この発明の実施の形態2の固定子10を示す要部側断面図、図12は、図11の第2の渡り線23とコイル本体部21のコイルエンドCEとの間における電位差、電界強度と、固定子10の径方向位置(R方向位置)との関係を示す図である。

この実施の形態では、第2の渡り線23において、第1の曲げ部24と第2の曲げ部25との間に第3の曲げ部27が形成されている。

第1の曲げ部24は、第1の曲げ部24と第3の曲げ部27との間の第2の渡り線23の部位で、固定子コア11の端面を基準として略同一の高さになるように折曲されている。

第3の曲げ部27は、第3の曲げ部27と第2の曲げ部25との間の第2の渡り線23の部位で、コイル本体部21のコイルエンドCEとの隙間Tが大きくなるように構成されている。

他の構成は、実施の形態1の固定子10と同じである。

#### 【0032】

この実施の形態では、第2の渡り線23は、第1の曲げ部24と第3の曲げ部27との間の部位では、固定子10の径方向に位置する距離(r)に対する固定子10の軸線方向に位置する距離(z)の微分値が  $z/r = 0$  となるように構成されており、第3の曲げ部27と第2の曲げ部25との間の部位では、微分値が  $z/r > 0$  となるように構成されている。

$z/r = 0$  の場合、固定子10の外径側に向かうに従って、コイル本体部21と第2の渡り線23との電位差は大きくなるため、第2の渡り線23とコイル本体部21のコ

10

20

30

40

50



イルエンドC Eとの隙間Tを十分にとっておかなければ、図12の二点差線で示すように、コイル本体部21の外径側では電界強度が許容絶縁破壊強度を超えてしまう。

第1の曲げ部24と第3の曲げ部27との間の第2の渡り線23の部位と、コイル本体部21との電界強度は、コイル本体部21と第2の渡り線23の電位差に伴って増加していく。

【0033】

一方、第3の曲げ部27と第2の曲げ部25の間の第2の渡り線23の部位と、第2の渡り線23とコイル本体部21のコイルエンドC Eとの隙間Tが大きくなるように構成されているため、第3の曲げ部27と第2の曲げ部25との間の第2の渡り線23の部位と、コイル本体部21との間の電界強度は、電界強度の増加する傾きは、第1の曲げ部24と第3の曲げ部27との間に比べて小さくなる。

10

【0034】

この実施の形態では、第2の渡り線23と、コイル本体部21の外径側との間の電界強度が、許容絶縁破壊強度を満たすように、第2の渡り線23とコイル本体部21のコイルエンドC Eとの間の距離が確保されており、第2の渡り線23線は、第3の曲げ部27が、第2の曲げ部25より固定子コア11の端面を基準として低い位置に配設されている。

また、第1の曲げ部24と第3の曲げ部27との間の第2の渡り線23の部位は、固定子コア11の端面を基準として略同一の高さになるように構成されており、第2の渡り線23の内径側であって径方向の外側の空間が実施の形態1の固定子10と比較して増大する。

20

【0035】

図13は、コイル部の製造途中を示す側面図である。

この実施の形態では、第1の曲げ部24と第3の曲げ部27との間の第2の渡り線23の部位は、固定子コア11の端面を基準として略同一の高さになるように第1の曲げ部24で折曲されている。即ち、第1の曲げ部24が略90°折曲されている。

第1の曲げ部24を略90°折曲する場合、第2の渡り線23がコイル本体部21の方向に折曲された第1の曲げ部24は、曲げ加工時(曲げ加工用のツール60が第2の渡り線23に当接している間)の曲げ角度が90°以下の鋭角に曲げられ、曲げ加工完了時(曲げ加工用のツール60がコイルから離れた後)は第1の曲げ部24のスプリングバックにより、曲げ角度が略90°に形成されるように製造される。

30

【0036】

第1の曲げ部24の曲げ角度を90°として構成する場合は、第2の渡り線23のスプリングバックがあるため(特に断面積の大きい第2の渡り線23を曲げる場合)、曲げ加工用のツール60が第2の渡り線23に当接している間は第2の渡り線23の曲げ角度を90°以下の鋭角になるようにして第2の渡り線23を折曲する必要がある。

【0037】

固定子コア11の歯部13にコイル部を挿入してから第1の曲げ部24の曲げ角度を90°にしようとした場合、第2の渡り線23がコイルエンドC Eから、90°以下の鋭角に曲げられるだけの距離をとる必要があるため、第2の渡り線23を配設するためのコイルエンドC Eの内径側軸線方向外側の空間を確保しておく必要がある。

40

しかし、この実施の形態では、コイル部の製造途中で第2の渡り線23を、コイル本体部21の方向に曲げるため、第2の渡り線23の第1の曲げ部24は、曲げ加工時(曲げ加工用のツール60が第2の渡り線23に当接している間)の曲げ角度を90°以下の鋭角としても、コイルエンドC Eとの干渉がないため、第2の渡り線24は、コイルエンドC Eからの距離をとる必要がない。

従って、コイルイルエンドC Eの内径側であって軸線方向外側の空間を確保しておく必要がなく、固定子コア11の端面を基準とした固定子コア11の内径側であってコイルエンドC Eの軸線方向外側に存在する第2の渡り線23の高さを低くすることができる。

【0038】

実施の形態3 .

50

図14はこの発明の実施の形態3の固定子10を示す要部断面図である。

この実施の形態では、固定子コア11の外径側から引き出された第1の渡り線22は、コイル本体部21の外径側端部から固定子コア11の軸線方向外側に突出し、第1の曲げ部28で固定子コア11の外径側に曲げられ、その後固定子コア11の径方向外側に延び、再び第2の曲げ部29で固定子コア11の軸線方向外側に曲げられている。

他の構成は、実施の形態1の固定子10と同じである。

【0039】

この実施の形態では、第1の渡り線22にも第1の曲げ部28、第2の曲げ部29を形成し、第1の渡り線22をクランク状にしたことにより、振動・熱衝撃による、第1の渡り線22の第1の渡り線端部22Aと端子部材端部34A, 34B, 34C及び34Dとの第1の接合部50に生じる応力を低減することができ、電動機の信頼性、耐久性がさらに向上する。

10

【0040】

なお、上記の各実施の形態では、回転電機として電動機について説明したが、回転電機である発電機にもこの発明は適用できる。

また、固定子巻線20を構成する各相のコイル部は、導線による集中巻で構成されているが、分布巻でもよい。

また、各相のコイル部は、Y結線で互いに電氣的に接続されたが、各相のコイル部を結線で互いに電氣的に接続した固定子巻線であってもよい。

さらに、導線の断面形状は矩形状に限定されない。

20

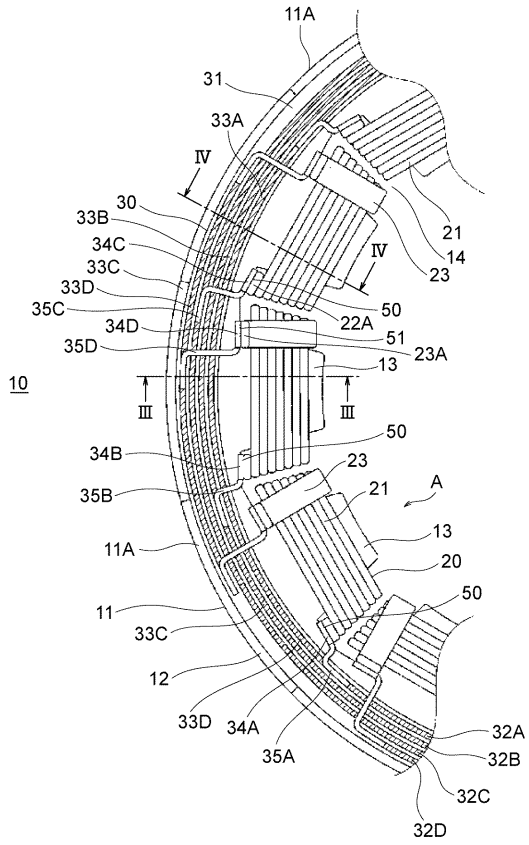
【符号の説明】

【0041】

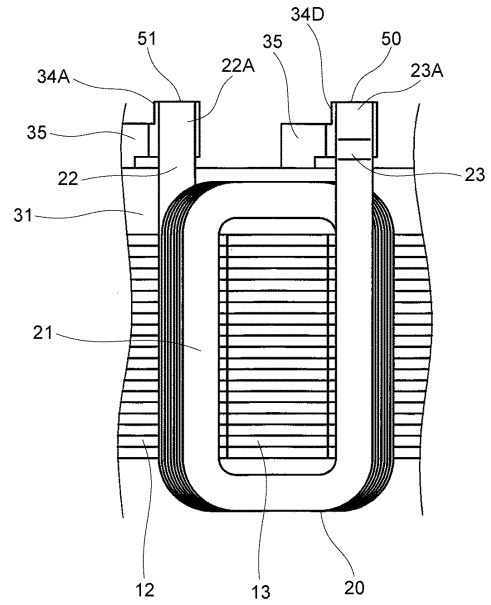
10 固定子、11 固定子コア、11A 固定子コア片、12 ヨーク部、13 歯部、14 スロット部、20 固定子巻線、21 コイル本体部、22 第1の渡り線、22A 第1の渡り線端部、23 第2の渡り線、23A 第2の渡り線端部、24 第1の曲げ部、25 第2の曲げ部、26 コーナ部、27 第3の曲げ部、28 第1の曲げ部、29 第2の曲げ部、30 結線板、31 絶縁ケース、32A, 32B, 32C, 32D 端子部材、33A, 33B, 33C, 33D 端子部材本体部、34A, 34B, 34C, 34D 端子部材端部、35A, 35B, 35C, 35D つなぎ部、50 第1の接合部、51 第2の接合部、60 ツール。

30

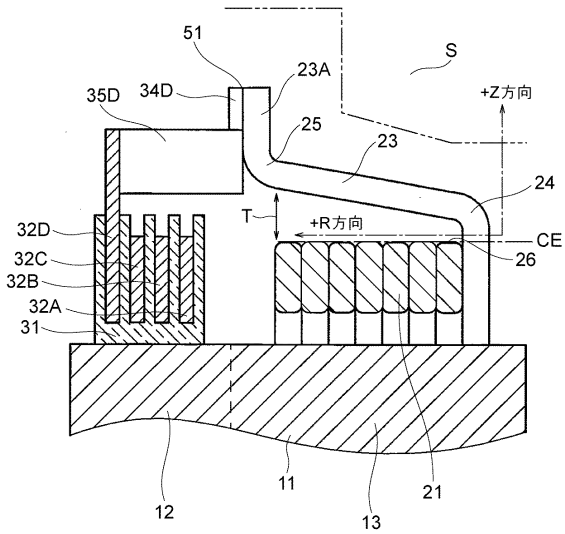
【図1】



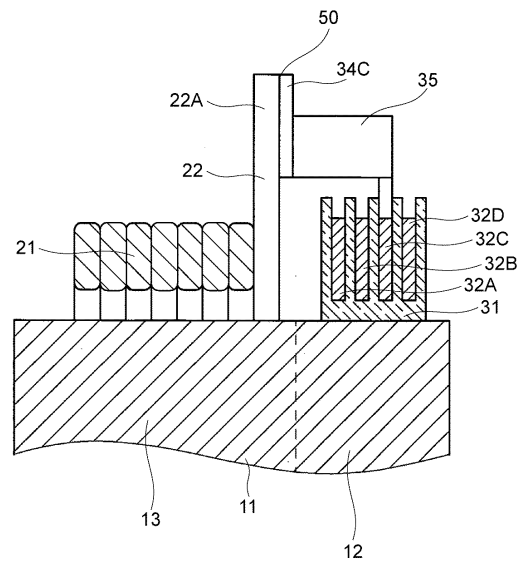
【図2】



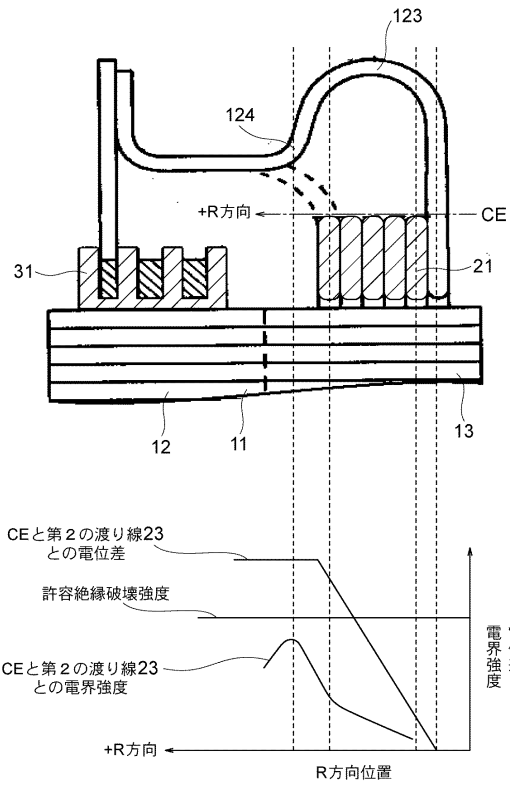
【図3】



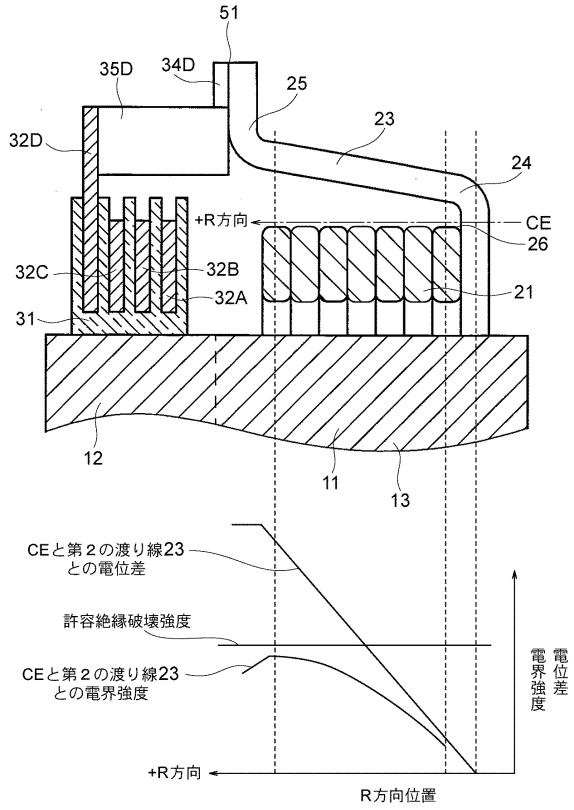
【図4】



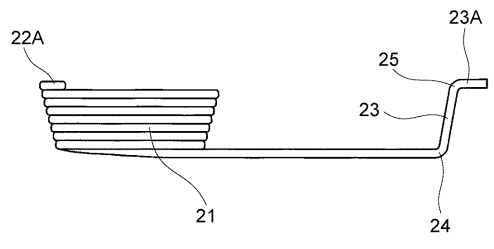
【図5】



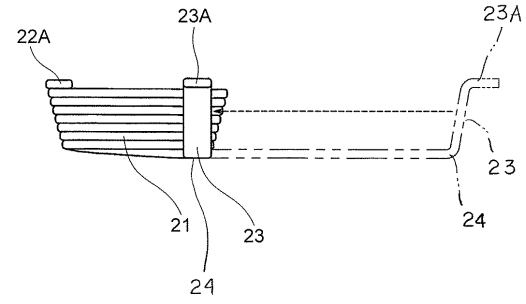
【図6】



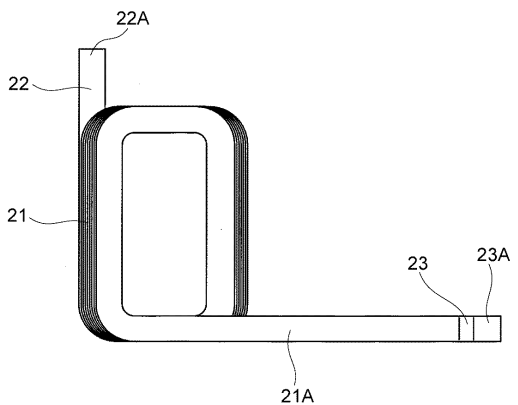
【図7】



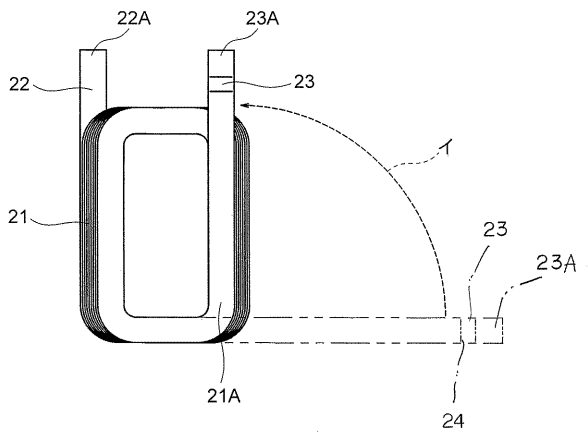
【図9】



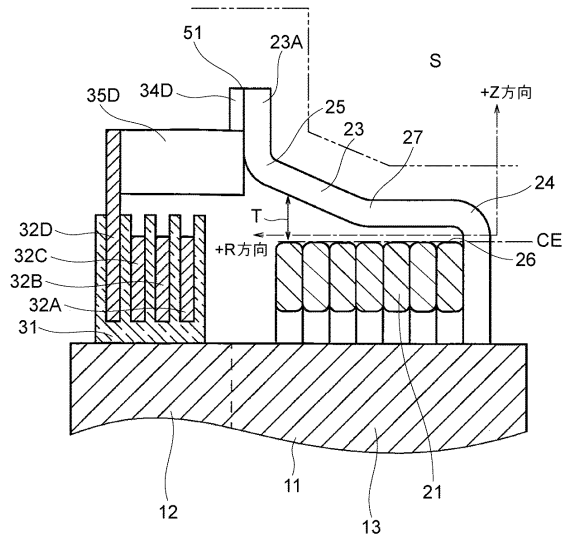
【図8】



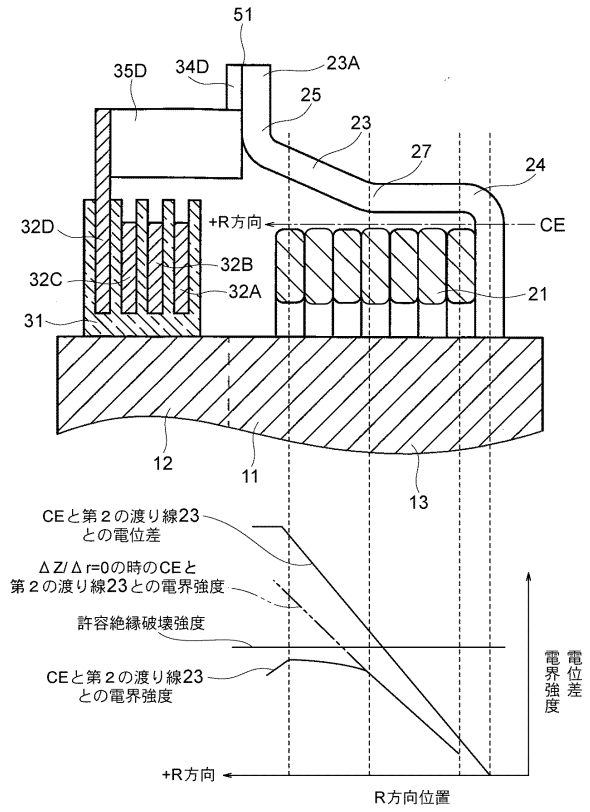
【図10】



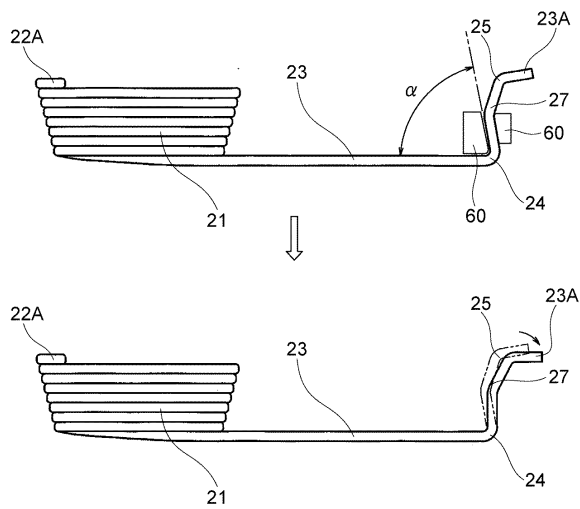
【図11】



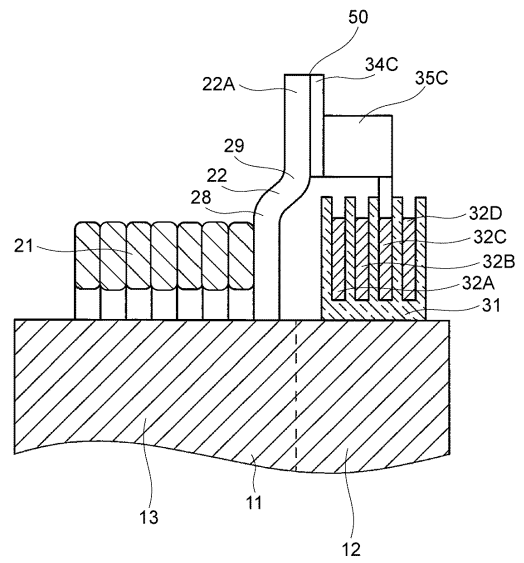
【図12】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

- (74)代理人 100161115  
弁理士 飯野 智史
- (72)発明者 磯田 仁志  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 中村 成志  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 西村 慎二  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 服部 俊樹

- (56)参考文献 特開2009-089456(JP,A)  
特開2009-100626(JP,A)  
特開2009-106008(JP,A)  
特開2009-247061(JP,A)  
特開2011-205877(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| H02K | 3/04  |
| H02K | 15/04 |