

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5268885号  
(P5268885)

(45) 発行日 平成25年8月21日(2013.8.21)

(24) 登録日 平成25年5月17日(2013.5.17)

(51) Int. Cl.	F I
HO2K 1/16 (2006.01)	HO2K 1/16 A
HO2K 3/02 (2006.01)	HO2K 3/02
HO2K 19/22 (2006.01)	HO2K 19/22
HO2K 9/06 (2006.01)	HO2K 9/06 C
HO2K 15/02 (2006.01)	HO2K 15/02 D

請求項の数 15 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-502112 (P2009-502112)  
 (86) (22) 出願日 平成19年3月30日(2007.3.30)  
 (65) 公表番号 特表2009-532009 (P2009-532009A)  
 (43) 公表日 平成21年9月3日(2009.9.3)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2007/053110  
 (87) 国際公開番号 W02007/113253  
 (87) 国際公開日 平成19年10月11日(2007.10.11)  
 審査請求日 平成22年3月30日(2010.3.30)  
 (31) 優先権主張番号 102006016249.8  
 (32) 優先日 平成18年3月31日(2006.3.31)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 390023711  
 ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト  
 ミット ベシユレンクテル ハフツング  
 ROBERT BOSCH GMBH  
 ドイツ連邦共和国 シュツツガルト ( 番地なし)  
 Stuttgart, Germany  
 (74) 復代理人 100165939  
 弁理士 山崎 孝博  
 (74) 代理人 100114890  
 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ  
 ンハルト  
 (74) 代理人 100061815  
 弁理士 矢野 敏雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多相の電気機械に用いられるステータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自動車に用いられるジェネレータとしての多相の電気機械に用いられるステータ(16)であって、ロータ(20)が設けられており、該ロータ(20)が、2つのクローポールボード(22, 23)を有しており、両クローポールボード(22, 23)の外周面に、それぞれ軸方向に延びるクローフィンガ(24, 25)が配置されており、コアボディ(17)が設けられており、該コアボディ(17)が、電気機械の回転軸線に対して半径方向で、コアボディ(17)の一方の側に、該コアボディ(17)の長手方向軸線に対して平行に配置された、スロット幅(b n 1, b n 2)を備えたスロット(114)を備えていて、反対の側にステータヨーク(122)を備えており、それぞれ2つのスロット(114)が、歯幅(b z 1, b z 2)を備えた1つの歯(116)によって互いに分離されていて、スロット底(120)から歯頭(118)にまで延びており、スロット(114)が、電氣的に直列に接続された複数のコイルを備えた少なくとも1つのコイル巻線を収容するために設けられており、該コイル巻線が、一貫して延びる少なくとも1つの線材(124)から中断なしに製作されている形式のものにおいて、ヨーク高さ(h j)に対する歯頭(118)における歯幅(b z 2)の比(b z 2 / h j)が、0.3 ~ 0.8の間であり、かつ歯頭(118)におけるスロット幅(b n 2)に対する歯頭(118)における歯幅(b z 2)の比(b z 2 / b n 2)が、0.3 ~ 3の間であり、かつ線材(124)の全銅質量に対するスロット(114)における線材(124)の銅質量の比(m C u ( N u t ) / m C u ( g e s a m t ))が、0.43 ~ 0.55の間にあることを特

徴とする、自動車に用いられるジェネレータとしての多相の電気機械に用いられるステータ。

【請求項 2】

ヨーク高さ ( h j ) に対する歯頭 ( 1 1 8 ) における歯幅 ( b z 2 ) の比 ( b z 2 / h j ) が、0.4 ~ 0.6 の間にある、請求項 1 記載のステータ。

【請求項 3】

ヨーク高さ ( h j ) に対する歯頭 ( 1 1 8 ) における歯幅 ( b z 2 ) の比 ( b z 2 / h j ) が、0.4 ~ 0.5 の間にある、請求項 1 または 2 記載のステータ。

【請求項 4】

歯頭 ( 1 1 8 ) におけるスロット幅 ( b n 2 ) に対する歯頭 ( 1 1 8 ) における歯幅 ( b z 2 ) の比 ( b z 2 / b n 2 ) が、0.5 ~ 2.5 の間にある、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載のステータ。 10

【請求項 5】

歯頭 ( 1 1 8 ) におけるスロット幅 ( b n 2 ) に対する歯頭 ( 1 1 8 ) における歯幅 ( b z 2 ) の比 ( b z 2 / b n 2 ) が、0.7 ~ 1.6 の間にある、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載のステータ。

【請求項 6】

当該ステータ ( 1 6 ) における線材 ( 1 2 4 ) の全銅質量 ( m C u ( g e s a m t ) ) に対するスロット ( 1 1 4 ) における線材 ( 1 2 4 ) の銅質量 ( m C u ( N u t ) ) の比 ( m C u ( N u t ) / m C u ( g e s a m t ) ) が、0.45 ~ 0.53 の間にある、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載のステータ。 20

【請求項 7】

当該ステータ ( 1 6 ) における線材 ( 1 2 4 ) の全銅質量 ( m C u ( g e s a m t ) ) に対するスロット ( 1 1 4 ) における線材 ( 1 2 4 ) の銅質量 ( m C u ( N u t ) ) の比 ( m C u ( N u t ) / m C u ( g e s a m t ) ) が、0.47 ~ 0.51 の間にある、請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項記載のステータ。

【請求項 8】

スロット ( 1 1 4 ) が、平行側面で形成されている、請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項記載のステータ。

【請求項 9】

歯 ( 1 1 6 ) が、歯頭 ( 1 1 8 ) の領域にかつスロット底 ( 1 2 0 ) の領域に、同じ大きさの幅を有している、請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項記載のステータ。 30

【請求項 10】

線材 ( 1 2 4 ) が、巻線オーバハングを有しており、該巻線オーバハングが、スロット ( 1 1 4 ) を越えて軸方向に突出しており、巻線オーバハングが、含浸されており、該巻線オーバハングにおける 1 つの相の 1 つの線材 ( 1 2 4 ) の含浸が、別の全ての相による含浸によって少なくとも 1 つの接触箇所を有しており、該接触箇所が、含浸によって補強されている、請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項記載のステータ。

【請求項 11】

スロットスリット幅 ( s n ) が、歯頭 ( 1 1 8 ) におけるスロット幅 ( b n 2 ) に等しい、請求項 1 から 10 までのいずれか 1 項記載のステータ。 40

【請求項 12】

スロットスリット幅 ( s n ) が、線材 ( 1 2 4 ) の幅よりも大きい、請求項 1 から 11 までのいずれか 1 項記載のステータ。

【請求項 13】

巻線オーバハング ( 4 5 , 4 6 ) が、ファン ( 3 0 ) の半径方向の冷却空気流内に位置している、請求項 10 から 12 までのいずれか 1 項記載のステータ。

【請求項 14】

冷却空気流が、2 つのファン ( 3 0 ) によって発生させられるようになっており、両ファン ( 3 0 ) が、ロータ ( 2 0 ) の両端面に軸方向で続いていて、それぞれクローポール 50

ボード(22, 23)と共に共通の当付け面を有している、請求項13記載のステータ。

【請求項15】

冷却空気流が、ステータとロータとを分離するエアギャップを通流するようになっていて、これによって、スロット(114)内に位置する線材(124)を冷却するようになっている、請求項13または14記載のステータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

背景技術

本発明は、多相の電気機械に用いられるステータであって、コアボディが設けられており、該コアボディが、電気機械の回転軸線に対して半径方向で、コアボディの一方の側に、該コアボディの長手方向軸線に対して平行に配置された、スロット幅を備えたスロットを備えていて、反対の側にステータヨークを備えており、それぞれ2つのスロットが、歯幅を備えた1つの歯によって互いに分離されていて、スロット底から歯頭にまで延びており、スロットが、電氣的に直列に接続された複数のコイルを備えた少なくとも1つのコイル巻線を収容するために設けられており、該コイル巻線が、一貫して延びる少なくとも1つの線材から中断なしに製作されている形式のものに関する。

10

【0002】

さらに、本発明は、前述した形式のステータを備えた多相の電気機械、特に自動車に用いられる多相のジェネレータに関する。

20

【0003】

さらに、本発明は、多相の電気機械に用いられる前述した形式のステータを製作するための方法に関する。

【0004】

すでに、スロットの60%よりも多くが銅線材で占められたジェネレータにおける高いスロット占積率を達成するための種々異なる方法およびアセンブリが、たとえばドイツ連邦共和国特許出願公開第10302947号明細書、ドイツ連邦共和国特許出願公開第10306147号明細書または欧州特許出願公開第1372242号明細書に基づき提案されている。U字形の結合片が一方の端面から軸方向でステータスロットに差し通され、反対の面で曲げ加工され、互いに溶接され得る。この方法は極めて手間を要し、高い数の溶接スポットによって高価となる。巻線が、扁平な金属薄板積層体の、開放したスロット内に嵌め込まれ、次いで、金属薄板積層体が巻線を含めて円形に曲げ加工され得る。この方法も手間を要し、さらに、誤差問題を招く。

30

【0005】

本解決手段によって、ステータの適切な構成により、前述した欠点を取り除くものの、少なくとも著しく減少させることが目標とされる。

【0006】

発明の利点

本発明のステータの構成によれば、ヨーク高さに対する歯頭における歯幅の比が、0.3~0.8の間にあり、かつ/または歯頭におけるスロット幅に対する歯頭における歯幅の比が、0.3~3の間にあり、かつ/または線材の全銅質量に対するスロットにおける線材の銅質量の比が、0.43~0.55の間にある。

40

【0007】

本発明のステータの有利な構成によれば、ヨーク高さに対する歯頭における歯幅の比が、0.4~0.6の間にある。

【0008】

本発明のステータの有利な構成によれば、ヨーク高さに対する歯頭における歯幅の比が、0.4~0.5の間にある。

【0009】

本発明のステータの有利な構成によれば、歯頭におけるスロット幅に対する歯頭にお

50

る歯幅の比が、0.5 ~ 2.5の間にある。

【0010】

本発明のステータの有利な構成によれば、歯頭におけるスロット幅に対する歯頭における歯幅の比が、0.7 ~ 1.6の間にある。

【0011】

本発明のステータの有利な構成によれば、当該ステータにおける線材の全銅質量に対するスロットにおける線材の銅質量の比が、0.45 ~ 0.53の間にある。

【0012】

本発明のステータの有利な構成によれば、当該ステータにおける線材の全銅質量に対するスロットにおける線材の銅質量の比が、0.47 ~ 0.51の間にある。

10

【0013】

本発明のステータの有利な構成によれば、スロットが、平行側面で形成されている。

【0014】

本発明のステータの有利な構成によれば、歯が、歯頭の領域にかつスロット底の領域に、ほぼ同じ大きさの比較可能な幅を有している。

【0015】

本発明のステータの有利な構成によれば、線材が、巻線オーバハングを有しており、該巻線オーバハングが、スロットを越えて軸方向に突出しており、巻線オーバハングが、含浸されており、該巻線オーバハングにおける1つの相の1つの線材の含浸が、別の全ての相による含浸によって少なくとも1つの接触箇所を有しており、該接触箇所が、含浸によって補強されている。

20

【0016】

本発明のステータの有利な構成によれば、スロットスリット幅が、歯頭におけるスロット幅にほぼ等しい。

【0017】

本発明のステータの有利な構成によれば、スロットスリット幅が、線材の幅よりも大きい。

【0018】

本発明の多相の電気機械の構成によれば、当該電気機械が、クローポールジェネレータであり、ロータが、2つのクローポールボードから成っており、両クローポールボードが、ポールコアによって軸方向に間隔を置いて配置されている。

30

【0019】

本発明の多相の電気機械の有利な構成によれば、巻線オーバハングが、主として、ファンの半径方向の冷却空気流内に位置している。

【0020】

本発明の多相の電気機械の有利な構成によれば、冷却空気流が、主として、2つのファンによって発生させられるようになっており、両ファンが、ロータの両端面に軸方向で続いていて、それぞれクローポールボードと共に共通の当付け面を有している。

【0021】

本発明の多相の電気機械の有利な構成によれば、冷却空気流が、ステータとロータとを分離するエアギャップを通流するようになっていて、これによって、スロット内に位置する線材を冷却するようになっている。

40

【0022】

本発明の方法によれば、線材をほぼ半径方向でスロット内に嵌め込む。

【0023】

本発明の方法の有利な実施態様によれば、線材をその巻線オーバハングの含浸によってスロット内に位置固定する。

【0024】

本発明の方法の有利な実施態様によれば、線材が円形線材であり、該線材を型内に据え込み、次いで、ステータのスロット内に挿入する。

50

## 【0025】

巻線が円形の金属薄板積層体のスロット内に巻線心棒によって嵌め込まれることから発される。この場合、1つの巻線が1つの心棒によって収容され、その後、金属薄板積層体の、開放したスロット内に半径方向で嵌め込まれる。この場合、線材幅は、スロット絶縁体を除くスロット幅にほぼ相当している。

## 【0026】

本発明によるステータは、ヨーク高さに対する歯頭における歯幅の比 $0.3 \sim 0.8$ および/または歯頭におけるスロット幅に対する歯頭における歯幅の比 $0.3 \sim 3$ および/または線材の全銅質量に対するスロットにおける線材の銅質量の比 $0.43 \sim 0.55$ を有している。この場合、スロットスリット幅は、歯頭におけるスロット幅にほぼ等しい。全銅質量は接続線材も一緒に含む。これによって、その都度選択的にまたは組み合わせて、ヨーク高さに対する歯幅の最適化された設計および/またはスロット幅に対する歯幅の最適化された設計および/またはステータの冷却作用の最適化された設計が達成されている。ステータの金属薄板積層体が、目立つ歯頭を有しておらず、各巻線が、一貫して延びる線材から成っており、スロット幅が、線材幅にほぼ相当していると有利である。有利には、ステータの設計時にスロットが平行側面で形成されている。ヨーク高さに対する前記歯幅の $0.3$ 未満のより小さな値もしくはスロット幅に対する前記歯幅の $0.3$ 未満のより小さな値の場合には、通電時に、多相の電気機械の最高出力が放出され得る前に、ステータの磁気回路が飽和するほど弱まってしまう。(ヨーク高さに対する歯幅の) $0.8$ よりも大きい値もしくは(スロット幅に対する歯幅の) $3$ よりも大きい値の場合には、確かに、磁気回路が良好に寸法設定されているが、しかし、巻線抵抗が、ますます小さくなるスロット面に基づき増加してしまう。本発明による範囲から、ステータにおける $60 \sim 120$ の間の有利なスロット数が生ぜしめられる。より少ないスロットが設けられている場合には、線材直径が、拡大されるスロット面に基づき増加し、線材における強い表皮効果に繋がる。スロット面が平行側面のスロットに基づき台形のスロットに比べて縮小されていて、したがって、より少ない銅がスロット内に挿入され得る場合でも、銅質量の本発明による前記比によって、ステータの有利な冷却が可能となる。ステータにおける銅の全質量は、電磁的にアクティブな部分を成すスロットにおける銅の質量と、冷却のために働くものの、同時に巻線抵抗ひいては銅損失に対しても共に重要となる所属の巻線オーバハングにおける銅の質量とから成っている。十分な冷却を、減少させられた銅質量にもかかわらず達成することができる。ロータのより僅かな鉄芯長さを備えたジェネレータに対して、質量状況の最適性がより高い値にシフトされ、より大きな鉄芯長さを備えたジェネレータに対して、より僅かな値にシフトされる。

## 【0027】

ヨーク高さに対する歯頭における歯幅の比に対する特に有利な範囲は、 $0.4 \sim 0.6$ 、有利には $0.4 \sim 0.5$ の間にある。

## 【0028】

歯頭におけるスロット幅に対する歯頭における歯幅の比に対する特に有利な範囲は、 $0.5 \sim 2.5$ 、有利には $0.7 \sim 1.6$ の間にある。

## 【0029】

ステータにおける線材の全銅質量に対するスロットにおける線材の銅質量の比に対する特に有利な範囲は、 $0.45 \sim 0.53$ 、有利には $0.47 \sim 0.51$ の間にある。

## 【0030】

有利には、スロットが、歯頭の領域にかつスロット底の領域に、ほぼ同じ大きさの比較可能な幅を有している。

## 【0031】

有利な構成では、巻線の線材が、巻線オーバハングを有しており、この巻線オーバハングが、スロットを越えて軸方向に突出しており、巻線オーバハングが、含浸されており、この巻線オーバハングにおける1つの相の1つの線材の含浸が、別の全ての相による含浸によって少なくとも1つの接触箇所を有しており、この接触箇所が、含浸によって補強さ

10

20

30

40

50

れていると、巻線の良好な位置固定を、目立つ歯頭の欠落にもかかわらず達成することができる。

【0032】

多相の電気機械に用いられるステータを製作するための本発明による方法は、コアボディを金属薄板積層体から形成することを提案する。この金属薄板積層体は、スロットと歯とを有するストリップから成形される。この場合、このストリップは、歯列を備えて平行にかつ内外に配置されて、対を成して1つの金属薄板帯材から切断される。ほとんど廃物が生ぜしめられず、これによって、コスト有利な製造が可能となる。

【0033】

このようなストリップもしくはストリップ状の薄板に基づき、歯列を備えて平行なストリップが、予め規定された長さに切り離され、この場合に得られたストリップ薄板が互いに成層されるかもしくは積層されることによって、扁平なコアボディを、歯列を備えて平行なストリップの1つから一緒に形成することができる。これに続く方法ステップでは、扁平な金属薄板積層体が曲げ加工され、これによって、円形のステータが形成され得る。

10

【0034】

択一的には、円形もしくは中空円筒状のコアボディが、歯列を備えた平行なストリップの1つから一緒に螺旋状に巻成され、その後、巻線が円形の金属薄板積層体内に嵌め込まれてもよい。この場合、円筒軸線を中心としたストリップの各巻成によって、金属薄板積層体の層が、先行する層に形成される。

【0035】

有利な方法ステップでは、線材がその巻線オーバハングの含浸によってスロット内に位置固定される。

20

【0036】

有利な方法ステップでは、巻線の円形線材が円形のステータのスロット型に据え込まれ、次いで、ステータ内に挿入される。

【0037】

本発明の更なる構成、態様および利点は、以下に図面につき示した本発明の実施例から明らかである。

【0038】

実施例の説明

30

図5には、ジェネレータとして形成された多相の電気機械10が示してある。この電気機械10は、たとえば自動車に使用される。電気機械10は、コアボディ17と巻線アセンブリ18とを備えたステータ16を有している。このステータ16は2つのエンドシールド、つまり、プリー6に近い方の駆動装置側エンドシールド13.1と、スリップリング側エンドシールド13.2とによって支持される。この場合、ステータ16は、軸27に配置されたロータ20を半径方向で取り囲んでいる。このロータ20はクローポールロータとして形成されている。ロータ20は2つのクローポールボード22, 23を有している。両クローポールボード22, 23の外周面には、それぞれ軸方向に延びる、ほぼ台形に形成されたクローフィンガ24, 25が配置されている。軸27は、逆の極性を備えた両クローポールボードを支持している。この両クローポールボードは、軸方向に延びるクローフィンガが互いに噛み合っていて、周方向で互いにN極およびS極として交番しているようにロータに配置されている。これによって、磁氣的に必要となるクローポール中間室が、周方向で向かい合って位置する逆に磁化されたクローフィンガの間に生ぜしめられる。周方向で向かい合って位置するクローフィンガ24, 25のクローフィンガ先端は互いに軸方向の間隔を有している。ロータ20はほぼ円筒状に形成されていて、ポールコア26を有している。このポールコア26は両クローポールボード22, 23を間隔を置いて保持していて、励磁巻線21によって取り囲まれている。この励磁巻線は、ポール対を備えたただ1つの環状コイルから成っている。クローポールボード22, 23と、ポールコア26と、励磁巻線21とは、ロータ20の、磁氣的なアクティブな部分を一緒に形成している。軸27は両側でそれぞれ1つの転がり軸受け28に支承されている。この

40

50

転がり軸受け 28 は、それぞれ両エンドシールド 13.1, 13.2 の一方に配置されている。スリップリング側エンドシールド 13.2 の背後（エンドシールドの外側）には、この実施例では、6パルス式（6相式）のブリッジ回路（図示せず）と、ロータ 20 の電磁的な励起を調整する電氣的な界磁調整器とが位置している。この界磁調整器は励磁巻線 21 にコンタクティングしている。この場合、択一的には、6パルス式のブリッジ回路も界磁調整器もスリップリング側エンドシールド 13.2 の内部に配置されていてよい。この場合、6パルス式のブリッジ回路はブリッジ整流器 19 として形成されている。ロータ 20 の両端面には、軸方向でそれぞれ 1 つのファン 30 が続いている。このファン 30 は、電気機械 10、特にステータ 16 をその巻線オーバハング 45, 46 を介して冷却するために働く。このためには、新空気が軸方向で空気入口開口 40 を通して吸い込まれ、半径方向に変向させられ、巻線オーバハング 45, 46 の少なくとも一部に案内され、これによって、新空気が電気機械 10 を冷却する。ファン 30 は、有利にはラジアルファンとして形成されているものの、片方がまたは両方が少なくとも 1 つの軸方向成分を有しているように形成されていてよい。

10

#### 【0039】

ジェネレータとして形成された電気機械 10 の以下の機能が得られる。軸 27 が駆動装置、たとえば自動車の内燃機関によってプーリ 6 を介して回転駆動されると、ロータ 20 が回転し、ステータ 16 の巻線アッセンブリ 18 に励磁巻線 21 の通電時に多相の交流電圧を生ぜしめる。この交流電圧は、ステータ 16 の巻線アッセンブリ 18 に接続されたブリッジ整流器 19 を介して整流される。択一的には、巻線アッセンブリ 18 が巻線オーバハングの近傍で接続されていてよい。励磁電流調整によって、出発電圧の量が、回転数および負荷と無関係のコンスタントな電圧に調整される。直流が消費器に供給し、電気システムに設けられたバッテリーを充電する。

20

#### 【0040】

図 1 a には、有利なステータ 16 の平面図が示してある。この平面図には、図面を見やすくする理由に基づき、巻線アッセンブリ 18 は示していない。図 1 b には、多相の電気機械 10 に用いられる有利なステータ 16 の一部が部分図として示してある。ステータ 16 はコアボディ 17 を有している。このコアボディ 17 は、電気機械の回転軸線から半径方向で見て、一方の側に、コアボディ 17 の、回転軸線（図示せず）に合致する長手方向軸線に対して平行に配置された、部分図には 1 つしか見ることができないスロット 114 を備えていて、反対の側にステータヨーク 122 を備えている。スロット 114 は、スロット底 120 における第 1 のスロット幅  $b_{n1}$  と、歯頭 118 の領域における第 2 のスロット幅  $b_{n2}$  とを有している。それぞれ 2 つのスロット 114 は、1 つの歯 116 によって互いに分離されている。この歯 116 はスロット底 120 から歯頭 118 にまで延びている。

30

#### 【0041】

歯 116 は、スロット底における第 1 の歯幅  $b_{z1}$  と、歯頭 118 における第 2 の歯幅  $b_{z2}$  とを有していて、歯頭 118 におけるスロットスリット幅  $s_n$  を備えて間隔を置いて配置されている。「スロット底における歯幅  $b_{z1}$ 」は、場合により歯の側面の仮想延長線がスロット底の仮想延長線と交差するところの間隔である。歯幅  $b_{z1}$  のこのような確認は、たとえば側面とスロット底との間の移行部が R 加工されている場合に指示されている。ステータ 16 は、アウトロータまたはインロータに対して形成することができる。アウトロータの場合には、スロット 114 が半径方向外向きに突出していて、ヨーク 122 が内向きに突出しており、インロータでは、スロット 114 が半径方向内向きに突出していて、ヨークが外向きに突出している。歯 116 は歯頭 118 の領域にかつスロット底 120 の領域に、比較可能な幅を有している。すなわち、歯頭 118 は目立って形成されておらず、したがって、主として、スロットを越えて突出していない。スロットスリット幅  $s_n$  は、歯頭 118 におけるスロット幅  $b_{n2}$  にほぼ等しい。そういう意味では、図 1 b は原理的ではない。

40

#### 【0042】

50

スロット 114 は、電氣的に直列に接続された複数のコイルを備えた少なくとも 1 つのコイル巻線を収容するために設けられている。このコイル巻線は、一貫して延びる少なくとも 1 つの線材 124 から中断なしに製作されている。

【0043】

コアボディ 17 におけるスロット底 120 と、コアボディ 17 の、反対の側に位置する外径との間の半径方向の間隔であるヨーク高さ  $h_j$  に対する歯頭 118 における歯幅  $b_z$  の比  $b_z / h_j$  は、本発明によれば、0.3 ~ 0.8、有利には 0.4 ~ 0.6、特に有利には 0.4 ~ 0.5 の間にある。外径が位置する箇所と同じく外歯が位置する事例では、この外歯の半径方向の延在長さが、一貫して延びる円弧状のヨーク部分から考慮されない。歯頭 118 におけるスロット幅  $b_n$  に対する歯頭 118 における歯幅  $b_z$  の比  $b_z / b_n$  は、本発明によれば、0.3 ~ 3、有利には 0.5 ~ 2.5、特に有利には 0.7 ~ 1.6 の間にある。

10

【0044】

多相の電気機械のジェネレータハウジング（図示せず）内へのステータ 16 の組付け時には、このステータ 16 をジェネレータ慣用のエンドシールド 13.1, 13.2 の間に緊締することが有利である。この場合、このエンドシールド 13.1, 13.2 に対する組付け面としての緊締面は、環状にステータ 16 の端面に互いに平行に形成されているだけでなく、互いに規定された組付け間隔を置いて形成されていて、ステータヨーク 122 の、磁氣的に必要となる部分を越えて半径方向に延びている。なぜならば、巻線が半径方向外向きでほんの僅かにスロット底 120 を越えて嵩張るからである。さらに、付加的に 3 ~ 4 つの箇所でスロット（図示せず）をステータ 16 の外周面に配置することが有利である。これらのスロットによって、ハウジングねじを一層小さな半径でジェネレータを取り囲んで、たとえば、ステータ 16 の外周面に設けられたスロットのスロット底に取り付けることが可能となる。

20

【0045】

図 2 には、歯列を備えた 2 つの平行なストリップ 126, 128 の平面図が示してある。この場合、スロットと歯とを有するストリップは、対を成して低廃物で 1 つの金属薄板帯材から切断されるために、互いに平行であると同時に互いに噛み合うように配置されている（国際公開第 01/54254 号パンフレット参照）。

【0046】

ステータ 16 を製作するためには、コアボディ 17 が金属薄板積層体から形成される。この金属薄板積層体は、歯列を備えた平行なストリップ 126, 128 から成形される。これは、歯頭 118 が目立たない、すなわち、周方向で歯に対して張り出していないことによって可能になる。ストリップ 126, 128 が、予め規定された長さに切り離されて、ストリップ薄板として互いに積層され、これによって、1 つの扁平な金属薄板積層体 108 を形成し、この金属薄板積層体の積層方向に対して平行な軸線を中心として曲げ変形加工によってローリングされ、これによって、円形の金属薄板積層体 112 を形成し、こうして、コアボディ 17 を形成する。次いで、巻線の線材 124 が導入され得る。

30

【0047】

択一的には、線材 124 を備えた巻線が 1 つの扁平な金属薄板積層体 108 に嵌め込まれ、次いで、曲げ加工され、これによって、ステータ 16 が形成されてよい。1 つの金属薄板積層体では、スロット 114 が、扁平な状態で円形の状態よりも広幅に開放されている。これによって、巻線をより簡単に金属薄板積層体に組み付けることができる。

40

【0048】

図 6 には、コアボディ 17 に対する 1 つの例が示してある。このコアボディ 17 は扁平な金属薄板積層体 108 として形成されている。この金属薄板積層体 108 は 2 つの積層体端部 109, 110 を有している。金属薄板積層体 108 の円形曲げ加工と、これに続く、互いに接触する両積層体端部 109, 110 の結合とによって、突合せ箇所 111 を備えた、図 7 に示した円形の金属薄板積層体 112 が形成される。本発明による方法の 1 つでは、巻線アセンブリ 18 が円形曲げ加工前に扁平な金属薄板積層体 108 に挿入さ

50

れる。この巻線アッセンブリ 18 は図 7 に示していない。

【0049】

線材 124 はその巻線オーバハングの含浸によってスロット 114 内に位置固定することができる。これは、スロット 114 内への巻線組付けのためには、スロットスリットの幅が線材の幅よりも大きくなければならないので、目立たない、すなわち、周方向で歯に対して主として張り出していない歯頭 118 を備えた歯 116 の場合に有利である。このためには、巻線オーバハングにおける 1 つの線材 124 の含浸が、別の全ての相による含浸によって少なくとも 1 つの接触箇所を有していると有利である。この接触箇所は含浸によって補強されている。

【0050】

巻線を円形の線材 124 から製作し、その後、円形のステータ 16 のスロット型に据え込むことが有利である。このためには、1 つのスロット 114 を占める全ての線材と一緒に据え込まれ得る。各線材を個々を据え込むことも可能である。図 3 a には、線材 124 の据込み前の、円形のステータ 16 のスロット形状を有する型 130 内の円形の線材 124 が示してある。矢印は、据込み時の線材 124 に対する力作用を示している。図 3 b には、型 130 内の据込み後の線材 124 が示してある。僅かに台形の型 130 によって、線材 124 の離型が容易となる。据込みによって、僅かなコストでのスロット 114 内の巻線もしくは線材 124 のより高い占積率が可能となる。巻線を据え込むための工具の幅および/または型 130 の内側の端輪郭が、当初の線材直径の 1 ~ 1.49 倍の間にあると特に有利である。この場合、線材交差を大部分で回避することができる。個々の線材 124 の据込みも、全ての線材 124 の同時の据込みも可能である。

【0051】

図 4 には、ステータ 16 の温度  $T_s$  の経過が、線材 124 の全銅質量  $m_{Cu}(gesamt)$  (もしくは全金属質量) に対するスロット 114 内の線材 124 の銅質量  $m_{Cu}(Nut)$  (もしくは金属質量) の比  $m_{Cu}(Nut)/m_{Cu}(gesamt)$  の関数として示してある。線材 124 は、有利には銅から成っている。比  $m_{Cu}(Nut)/m_{Cu}(gesamt)$  は、本発明によれば、0.43 ~ 0.55, 有利には 0.45 ~ 0.53、特に有利には 0.47 ~ 0.51 の間にある。より小さな質量比の場合には、温度  $T_s$  が高く、たとえば約 170 であり、たとえば 150 の最小値に低下するのに対して、その後、温度  $T_s$  はより高い質量比に対して再び上昇する。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図 1 a】有利なステータの平面図である。

【図 1 b】有利なステータの平面図の一部を示す図である。

【図 2】ステータを製作するための、歯列を備えたストリップの製造時の有利な方法ステップを示す図である。

【図 3 a】据込み前のステータ内への挿入前の線材の据込み時の有利な方法ステップを示す図である。

【図 3 b】据込み後を示す図である。

【図 4】スロット内のかつステータ全体内の導体質量の質量比に関するステータの温度経過を示す図である。

【図 5】クローポールジェネレータとして形成された多相の電気機械の断面図である。

【図 6】扁平な直方体状の金属薄板積層体を示す図である(原理的)。

【図 7】円形曲げ加工された以前扁平な金属薄板積層体から成る円筒状の金属薄板積層体を示す図である(原理的)。

【符号の説明】

【0053】

6 プーリ、 10 電気機械、 13.1 エンドシールド、 13.2 エンドシールド、 16 ステータ、 17 コアボディ、 18 巻線アッセンブリ、 19 ブリッジ整流器、 20 ロータ、 21 励磁巻線、 22 クローポールボード、

10

20

30

40

50

23 クローポールボード、 24 クローフィンガ、 25 クローフィンガ、 26  
 ポールコア、 27 軸、 28 転がり軸受け、 30 ファン、 40 空気入口  
 開口、 45 巻線オーバハング、 46 巻線オーバハング、 108 金属薄板積層  
 体、 109 積層体端部、 110 積層体端部、 111 突合せ箇所、 112  
 金属薄板積層体、 114 スロット、 116 歯、 118 歯頭、 120 スロ  
 ット底、 122 ステータヨーク、 124 線材、 126 ストリップ、 128  
 ストリップ、 130 型、 bn1 第1のスロット幅、 bn2 第2のスロット  
 幅、 bz1 第1の歯幅、 bz2 第2の歯幅、 sn スロットスリット幅

【図1a】

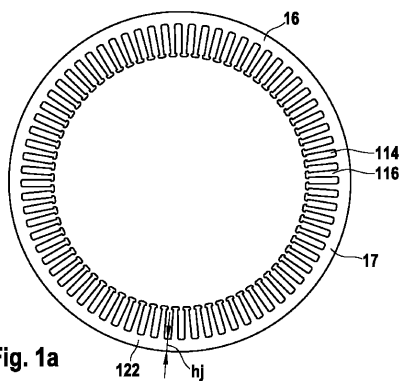


Fig. 1a

【図1b】

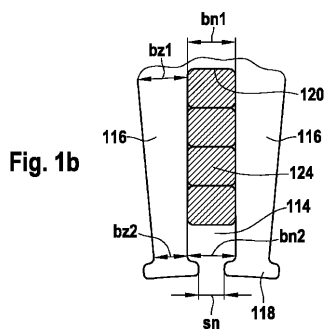


Fig. 1b

【図2】

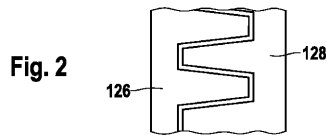


Fig. 2

【図3a】

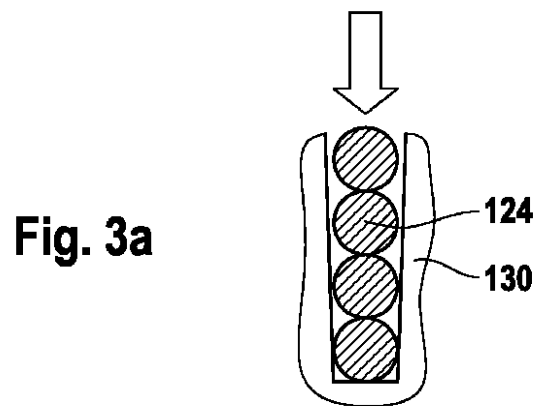
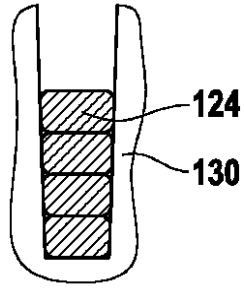


Fig. 3a

【 図 3 b 】

Fig. 3b



【 図 4 】

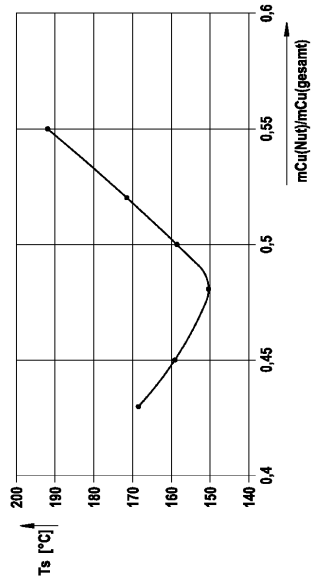


Fig. 4

【 図 5 】

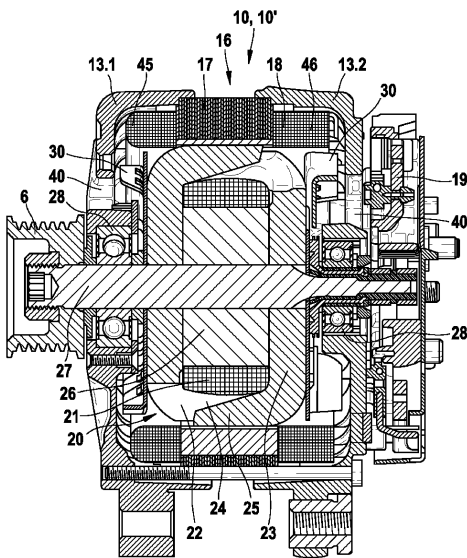


Fig. 5

【 図 7 】

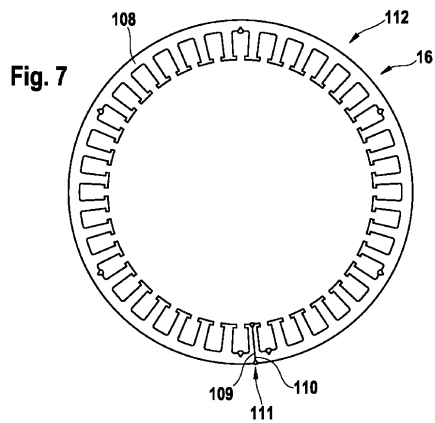


Fig. 7

【 図 6 】

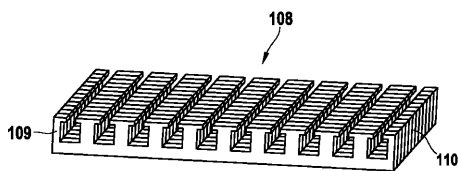


Fig. 6

## フロントページの続き

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(72)発明者 エバーハルト ラウ

ドイツ連邦共和国 コルンタール - ミュンヒンゲン シュテッティナー シュトラーセ 27

(72)発明者 アレクサンダー シェンディ

ドイツ連邦共和国 アスペルク イン ドルンヘッケン 2

審査官 大山 広人

(56)参考文献 特開平10-080077(JP,A)

実開昭57-006373(JP,U)

特表平10-511837(JP,A)

特開2001-268837(JP,A)

特開2000-102215(JP,A)

国際公開第2004/062065(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1/16

H02K 3/02

H02K 9/06

H02K 15/02

H02K 19/22