

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-528811

(P2009-528811A)

(43) 公表日 平成21年8月6日(2009.8.6)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H02K 1/14 (2006.01)	H02K 1/14 Z	5H601
H02K 3/493 (2006.01)	H02K 3/493	5H604

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2008-557229 (P2008-557229)
 (86) (22) 出願日 平成19年2月8日 (2007.2.8)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年10月23日 (2008.10.23)
 (86) 国際出願番号 PCT/N02007/000041
 (87) 国際公開番号 W02007/100255
 (87) 国際公開日 平成19年9月7日 (2007.9.7)
 (31) 優先権主張番号 20060966
 (32) 優先日 平成18年2月28日 (2006.2.28)
 (33) 優先権主張国 ノルウェー (N0)

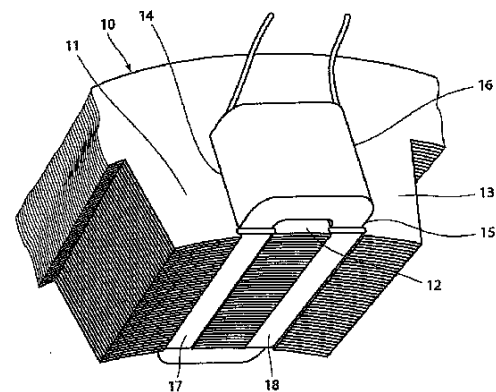
(71) 出願人 508260832
 スマートモーター アーエス
 ノルウェー王国 7415 トロンハイム
 ヤーレベイエン 8
 (74) 代理人 100079049
 弁理士 中島 淳
 (74) 代理人 100084995
 弁理士 加藤 和詳
 (74) 代理人 100085279
 弁理士 西元 勝一
 (72) 発明者 イドラン、フレデリク
 ノルウェー王国 エヌー7052 トロン
 ハイム ストリンドベイエン 48

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気機械における配置、及び配置に関するコイルの製造方法

(57) 【要約】

特に1層の集中巻コイル(15)を担持する歯(11、12)付きのステータを有する電気機械、特にモータ、発電機、またはアクチュエータの配置。永久磁石ロータがステータ(11、12)に対して相対的に移動可能である。ステータの歯は、一般に長方形の開口を有するコイル(15)を受け入れるように配置される。溝(14、16)を閉鎖する一般に全く同一のコイル(15)を受け入れるようにステータ歯(11、12)が備えられる場合に長所が実現される。コイル(15)を入れる平行な側面を有する溝(14、16)を備えるために、歯(11、12)は歯先に向かって長方形の歯と集束/発散する歯とが交互に繰り返されてもよい。集束する歯(22)は好ましくは短縮された歯先(23)を有する。溝は、好ましくは隣接する歯の間に半磁性溝ウェッジ(17、18)用のスペースをあけて備えられる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

特に 1 層の集中巻コイル (1 5) を担持する歯 (1 1 、 1 2) 付きのステータ、および前記ステータ (1 1 、 1 2) に対して相対的に移動される可動、特に回転式の、永久磁石ロータまたはアーマチャを有する電気機械、特にモータ、発電機、またはアクチュエータの配置であって、前記ステータの歯は一般に長方形の開口を有するコイル (1 5) を受け入れるように配置され、前記ステータ歯 (1 1 、 1 2) は溝 (1 4 、 1 6) を閉鎖する一般に全く同一のコイル (1 5) を受け入れるように備えられることを特徴とする、配置。

【請求項 2】

前記溝 (1 4 、 1 6) を備えるために、前記歯 (1 1 、 1 2) は歯先に向かって長方形の歯と集束 / 発散する歯とが交互に繰り返されることを特徴とする、請求項 1 に記載の配置。

10

【請求項 3】

前記集束する歯 (2 2) は短縮された歯先 (2 3) を有することを特徴とする、外側ステータに関する、請求項 2 に記載の配置。

【請求項 4】

前記歯 (1 1 、 1 2) は実質的に等しい歯先幅を有することを特徴とする、請求項 3 に記載の配置。

【請求項 5】

前記溝は隣接する歯の間に半磁性の溝ウェッジ (3 9) 用のスペースをあけて備えられることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の配置。

20

【請求項 6】

1 . 0 以上の透磁率を有する前記溝ウェッジ (3 9) が前記歯 (3 1 、 3 2) の間に配置されることを特徴とする、請求項 5 に記載の配置。

【請求項 7】

前記溝は前記溝ウェッジ (3 9) を案内するために側壁内に溝 (3 7 、 3 8) を有することを特徴とする、請求項 6 に記載の配置。

【請求項 8】

前記コイルは前記溝の形状に対応する形状に加圧成形されることを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の配置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項 1 の導入部に記述されるような電気機械の配置に関する。電気機械は、直線径路または弓形径路を移動するアーマチャを有する電動機または発電機またはアクチュエータであってもよい。このような機械は、実例に記述されるような様々な目的で種々の大きさで製造されてもよい。

【背景技術】

【0002】

電気機械は、伝統的に界磁巻線を有する同期機および非同期機に基づいている。過去 1 0 年間に、永久磁石同期機 (P M S M) の使用が増加している。こうした機械の研究開発が活発化するにつれて永久磁石のコストが低下している。現在、製紙業、ならびに沖合いおよび海洋構造物部門など、多くの分野で P M S M 機械が利用されている。P M S M 機械は、電気機械を使用する他の領域においても多く見られるようになっている。

40

【0003】

最初の P M S M 機械の一部は、非同期機の標準ステータと永久磁石のロータとの利用に基づくものであった。このようなステータは、Assessment of torque components in brushless permanent magnet machines through numerical analysis of the magnetic field, of Ionel, D. M.; Popescu, M.; McGilp, M. I.; Miller T. J. E.; Dellinger, S. J.; Industry Applications, IEEE Transactions on Volume 41, Issue 5, Sept-Oct 2005,

50

Page 1149-1158に示される。

【0004】

このような機械のステータでは、伝統的に分布巻と部分的に閉鎖されたスロット (partly closed slot) とが採用されている。開発は集中巻を採用する方向にある。集中巻を採用すると、分割 (sectioning)、極数の増加、低速化、直接牽引など、いくつかの新規で興味深い機械設計が提供される。このような巻線の機械は、設計が簡単であることに加え、分布巻の機械よりもコイル端が短い。コイル端は同じ軸方向長さを占有しないため、機械の小型化が可能になる。集中巻を有する多くの機械に共通なのは、部分的に閉鎖されたスロットが採用されることである。この溝設計の欠点は、フェッドイン巻線 (fed-in winding) ととも呼ばれるワンアンドワン導体 (one and one conductor) をスロットの中に供給する必要があることである。部分的に閉鎖されたスロットは、磁気抵抗とコギングトルクの差を減らすために採用されている。

10

【0005】

長方形歯を有する開放溝は、既製の巻線を施すために使用されている。米国特許出願公開第2005036580号および米国特許出願公開第2002047425号には、各歯に最終巻線が施されるモータが記載される。この設計の欠点は、役に立たない空隙が各溝にあることである。さらに、ステータ薄板 (stator laminate) と磁石では脈動磁界が発生する。

【0006】

20

特開2002-112484号において、歯の片側が台形で、他の側が長方形であるように巻線を形成することによって完全な溝が利用される。これは巻線の形状が複雑であるという欠点を有する。別の巻線設計は、欧州特許第1376830号明細書に記載されたように溝を完全に埋めている。巻線の断面は真っ直ぐな歯に対して対称である。この設計では、部分的に閉鎖された溝が使用される。巻線を歯に設置した後でステータヨークが取り付けられるので、予め完成された巻線が使用される。また、巻線の設計が特殊であることに加えて、このような機械の組立は複雑である。

【0007】

欧州特許第0627805号明細書の機械は小さい構成単位で組み立てられる。ステータはアレイ積層構成単位 (array laminated units) からなり、その各々は集中巻の2つのスロットを有する。この構想の欠点は多数の部品を組み立てる必要があることである。

30

【0008】

すべてのPM機械において、ロータとステータの誘導電流に起因する損失を抑制することが望ましい。ステータの損失は、伝統的に積層板を使用して抑制されている。その場合でも、磁気特性はスロットに起因して様にならない。ステータのスロットはステータとロータの磁気結合を増すことになり、それによって、磁石、ロータヨーク、およびステータヨーク内の磁界強度を変動させる。このような変動を抑制する伝統的な手段は、ステータスロットを部分的に閉鎖することである。Ishak D., Zhu Z. Q., and Howe D: Comparison of PM Brushless Motors, Having either all Teeth or Alternate Teeth Wound IEE E Transactions on Energy Conversion, volume PP, Issue 99, 2005, Page(s): 1-1など、多くの出版物が種々の設計のステータ薄板によるこの条件の改良を扱っている。

40

【0009】

他の従来技術では、分割磁石または変形磁石 (distorted magnet) 付きのロータを使用している。通常、極に付属する3分割の磁石が使用される。これらの磁石は、スキューロータの効果を得るためにより小さい角変位で接着して取り付けられる。これら両手段の欠点は機械の製造コストが複雑になり嵩むことである。

【0010】

米国特許第6,661,137号 (Leroy-Somer 2003) には、長方形歯を有するステータ薄板が記載される。これらの長方形歯では、同一のコイルを取り付け

50

ると、コイル間に空隙が残ることになる。

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2 0 0 5 0 3 6 5 8 0 号

【特許文献 2】米国特許出願公開第 2 0 0 2 0 4 7 4 2 5 号

【特許文献 3】特開 2 0 0 2 - 1 1 2 4 8 4 号

【特許文献 4】欧州特許第 1 3 7 6 8 3 0 号

【特許文献 5】欧州特許第 0 6 2 7 8 0 5 号

【特許文献 6】米国特許第 6 , 6 6 1 , 1 3 7 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

10

本発明の主目的は、PMSM 技術に基づいて改良された簡単で低コストの電気機械を提供することである。この機械は、量産に適しており、小型で高効率でもあるべきである。この構想は、種々の電気機械および種々の目的の機械に適しているべきである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

本発明は請求項 1 に記載される。

【 0 0 1 3 】

平行四辺形スロットを有するステータ設計が採用され、既製の小型化されたコイルが直接取り付けられうる。溝は、機械的保護を有するスロットウェッジを用いて閉鎖される。巻線は、集中巻の部分的な 1 層巻線であってもよい。機械は 1 5 0 H z の動作周波数用に設計されてもよく、コイルは効率を高めるためにリッツ線 (L i t z - w i r e) (登録商標) が巻かれてもよい。

20

【 0 0 1 4 】

本発明は、外側ステータまたは内側ステータを有する回転機械に使用されうる。最小のコギングトルクと最適な誘導電圧波形が得られるよう平行歯と集束する歯 (c o n v e r g i n g t e e t h) が設計される。内側ステータでは、台形歯はスロットの内部において最も狭くなる。平行歯を有する内側ステータに比べると、本発明のこの実施形態では全く同一のコイルを使用することができ円錐コイルは不要となる。

【 0 0 1 5 】

本発明の好ましい特徴は請求項 2 に記述される。請求項 3 ~ 7 にはさらなる特徴が記載される。

30

【 0 0 1 6 】

この構想の背景にある意図は、長方形コイルは空隙を残さずにステータ内に取り付けるように製造されて得ることである。これを最適に実現するために、ステータ設計は変更されなければならない。新規な構想において、ステータに形の異なる歯が使用されなければならない。新規な設計の歯は 1 つおきにそれぞれ長方形と円錐形となる。隣接する歯の幅は、電圧曲線とコギングトルクが最適になるように設計される。

【 0 0 1 7 】

この設計の長所は、主としてコイルの製造が比較的簡単なことである。すべてのコイルを等しくするためにすべての長方形歯は等しくなっている。コイルを巻く際にコイル金型が 1 つだけで済み、銅充填率が大きくなるようにコイルを予め構成して小型にすることができる。ステータの設計によって、機械が量産しやすくなる。

40

【 0 0 1 8 】

次のステップはコイルの取付けを容易にすることになる。溝の充填率は電気機械の設計において重要である。本発明を採用することによって、コイルは量産される可能性がある。

【 0 0 1 9 】

上記ステップの結果として、コイルの取付けが容易になる。溝の充填率は電気機械のすべての設計にとって重要である。本発明を採用することによって、取付け前のコイルを小型化することが容易である。一部の機械は基本周波数が高く設計される。このような機械

50

は、銅損を減らすために、たとえば、「リッツ線 (L i t z - w i r e)」(登録商標)の特別な断面積の巻線を有してもよい。新規な構想では、平角線をそのまま使用することができる。本発明は、特に、大きい導体断面積を有する他の機械にも適しており、たとえば、断面形状化ワイヤー (p r o f i l e d w i r e) が使用されてもよい。

【 0 0 2 0 】

溝設計の別の案では、ステータ内に台形断面の溝を備えていてもよい。側面 (上部と下部) は長方形歯の設計を有する金型に直角にならないので、この場合のコイルの製造はもう少し複雑になる。この機械の取付けはそれでも簡単になる。台形溝は径の小さい粗溝の場合に適している可能性がある。この場合、長方形歯と円錐形歯の長さの差が重要になる。このような機械に長方形溝を採用することによって、溝は1対の溝の側部で深くなり、ステータヨークの厚さの増加を必要とする。

10

【 0 0 2 1 】

本発明を採用することによって、溝の中に空隙を有する米国特許出願第 2 0 0 5 0 3 5 6 8 0 号および米国特許出願第 2 0 0 2 0 4 7 4 2 5 号の機械に比べると、ステータ巻線とステータコアの間に良好な熱伝導が実現される。

【 0 0 2 2 】

欧州特許第 0 6 2 7 8 0 5 号に比べると、本発明は実質的に少数の部品によって安価な機械を提供することになる。

【 0 0 2 3 】

本発明では、リラクタンストルク (r e l u c t a n c e m o m e n t) に起因するトルクリプル (m o m e n t r i p p l e) 相殺するための歯と極の数の好ましい選択が可能になる。こうして、伝統的な機械におけるように溝を完全に閉鎖する必要がなくなる。同様に、電圧変動が最適になされ、ステータ設計と溝および極の選定によって信号の不要な高調波成分が最小になるようにすべきである。

20

【 0 0 2 4 】

本発明は特に1層巻線に適している。溝と極の数の特定の組合せで、部分的な1層巻線 (f r a c t i o n a l o n e - l a y e r w i n d i n g s) が実現される。部分的な巻線 (f r a c t i o n a l w i n d i n g s) は機械設計の周知の従来技術であり、これは巻線のヘッドを減らして誘導電圧の余分な高調波成分を抑制することになる。溝と極数の種々の組合せによって種々のコギングトルクを生成してもよい。

30

【 0 0 2 5 】

電気機械の通常の故障は、たとえば、変圧器からの高い dV/dt の結果としての高電圧と絶縁損傷である。局所的な高電圧と故障絶縁を背景として、本発明に集中コイルを組み合わせると利益が得られる。ステータの各溝は1相のみを備えることになるため、絶縁電圧は相 - 接地間に限定される。同じ長所は巻線のヘッドにおいて実現され、すべてのコイルは隣接する溝から延びてコイルに重なりがない。また、本発明では、コイル端は低いオーバーヘッドを有しているので巻線のヘッドからステータコアまで距離が比較的遠く、これは絶縁破壊の危険性を緩和する常套手段である。さらに、開放溝によって、予め成形された溝絶縁物の取付けが容易になる。これは、ステータコアに対してコイルを遮蔽する場合にも当てはまる。

40

【 0 0 2 6 】

集中コイルの1層巻線では、電氣的にも物理的にも巻線の分割が可能である。これによって、機械は障害に対する耐性を増し低減された出力でも運転されうる。障害に対する耐性の程度は、一端が固定された相とケーブル (t h e c a n t i l e v e r o f t h e p h a s e s a n d t h e c a b l e s) の両方が影響を及ぼすのでコネクタ構成によって調整される。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 7 】

巻線の分割によって個々のコイルまたはコイル群の個別調整が可能になり、これによってステータ内のロータの位置決めが可能になる。ステータ内のロータの位置を読み取るこ

50

とが可能になり、巻線は位置センサとして使用される。

【0028】

さらに、分割巻線では、輸送と取扱いが制限要因となる大型機械にとって重要なステータ全体の分割が可能になる。ステータの損傷時には、個々の部分を交換して障害による混乱を緩和することが可能となる。それゆえ、機械は局部修理が可能である。

【0029】

本発明は、あらゆる種類の電気機械、非同期、標準同期、DC、BLDC、およびあらゆる種類のPMSM機械のステータに適用される可能性がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

本発明は、図面を参照してさらに詳しく説明される。

【0031】

図1は、コイル16を取り付けるスロット14、15を備える歯11、12、13を有するステータ薄板10の束を示す。1つおきの歯12は平行であり、一様な開口と一様な巻線を有するコイル16が取り付けられうる。この例のスロットは、図3を参照して説明されるように、スロットウェッジ17、18を用いて閉鎖される。

【0032】

図2は、外側ステータ(external stator)を予め構成するステータ積層20の他の実施形態を示す。この電気機械のロータは、従来技術による設計を有してもよく、図示されていない。ステータ積層20は、平行な歯21と、歯先23を有する外側に集束する台形歯22とを交互に有する。したがって、従来技術による長方形コイルを挿入する複数対の平行スロット24が設けられる。隣接する歯の幅は、電圧曲線とコギングトルクを最適にするように決定されるべきである。この例において、歯は一様な歯先幅で示される。しかし、これは異なってもよく、たとえば、0.9~1.1対1の関係を有してもよい。歯22の集束は極数とスロット幅によって決定される。コイル25は歯21に配置される。

【0033】

コイルを担持する歯の側面に垂直でないスロットフロア(slot floor)でスロット充填をさらに最適化するために、コイル断面を平行四辺形とすることも可能である。

【0034】

図3は、2つのスロット34、35を規定する歯31、32、33を有するステータ積層30の断面を示す。各歯先36において、突出部はスロットウェッジ39の斜側端部と嵌合するV字溝37、38を有する。スロットウェッジ39を横方向に挿入した後、これは固定されてスロットからコイル(図示せず)に加わる力を阻止することになる。スロットウェッジは、鉄粉、グラスファイバ、および接着剤とすることができる。側部は他の形状の溝を有してもよい。

【0035】

スロットウェッジを使用することは、本発明の特に有益な特徴である。スロットウェッジの材料は透磁率に関して選択されるべきで、結合されるウェッジの設計は一様な磁気抵抗を備えるべきである。通常、透磁率は真空中の透磁率の5~10倍であり、通常の積層の場合に比べて1/100~1/1000と低い。スロットウェッジは単純な長方形でもよく、状況に応じて適合されうる。種々の材料における種々の磁気飽和点のようなメカニズムを利用することは、最適化の重要な部分である。

【0036】

スロットウェッジの材料と設計は、渦電流による不当な損失を回避するために検討されるべきである。さもなければ、ウェッジの近くに重大なホットスポットが生じることがある。

【0037】

変動磁束による損失

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

鉄の中：

【 0 0 3 9 】

$P_{Fe} \sim k_1 B^2 f + k_2 B^2 f^2 + k_3 B^{3/2} f^{3/2}$ は、鉄損を磁束密度（ B ）と周波数（ f ）の関数として表わす式の例である。定数 k_1 、 k_2 、 k_3 は、材料の特性と薄板の設計によって決定される。この式は正弦波磁束における薄板の損失を表わす。言及された磁束密度は、開放溝と永久磁石とに起因する磁束の変動に関係している可能性がある。半磁性溝ウェッジ（semi magnetic groove wedge）の導入によって、磁束変動と損失の実質的減少は磁束密度の変化の2乗に逆比例する。

【 0 0 4 0 】

磁石の中：

【 0 0 4 1 】

式 $P_{PM} \sim k_4 B^2$ は、永久磁石の一般的な損失を磁束密度（ B ）の関数として表す。この損失は、伝導率、厚さ、幅、磁束密度、および周波数の関数である。開放溝を有する PMSM 機械において、磁石の磁束は磁石の中で変動することになり、渦電流損が磁石内で発生することになる。

【 0 0 4 2 】

言及された磁束密度は、開放溝と永久磁石との採用に起因する磁束の変動に関係している可能性がある。半磁性溝ウェッジの導入によって、損失は磁束密度の変化の2乗に逆比例するので磁束変動の実質的減少が実現される。

【 0 0 4 3 】

また、機械の磁束密度は、この機械のコギングトルク（cogging moment）に関係している可能性がある。集中巻の採用とともに半磁性溝ウェッジの導入によって、損失は微々たる大きさまで減少する。従来技術による機械は実質的なコギングトルクを有する。

【 0 0 4 4 】

ウェッジの配置と取付けでは、電圧の波形とコギングトルクを考慮する必要がある。空隙との近さに応じて、コギングトルクと高調波の抑制に対するウェッジの寄与は異なる。ウェッジが摩擦を頼りに取り付けられる場合、各ウェッジに対して空隙との近さを確認すべきである。機械的結合が必要かどうかは銅からウェッジ表面への圧力排出（pressure excrete）に依存しており、内側ステータリングなどが配置される場合にウェッジは空隙側からも圧力を受ける可能性がある。機械的強度の増強を実現するための解決法としては、より丈夫な材料の半磁性材料を取り入れてもよいが、2つの溝ウェッジ、つまり、機械的強度に関して1つと磁気抵抗の変動の平滑化に関して1つの溝ウェッジを配置してもよい。

【 0 0 4 5 】

本発明は、種々の目的の電気機械、特に回転機械に利用されうる。本発明は、たとえば、船舶、乗用車、および特定車両などの陸上用および海上用の推進システムに使用されうる。海上では、本発明は制御システムおよびウインチに使用されうる。本発明は、水力および風力発電設備用、ならびにその他のタービンで使用されうる。また、本発明は様々な工業用途に使用されてもよい。

【 0 0 4 6 】

1層集中巻の採用は、機械に冗長性を組み入れる様々な機会を提供する。開放溝の採用は、簡単で安価な製造および取付けを提供する。半磁性の溝ウェッジの採用は、機械の損失を実質的に減少させる。

【 0 0 4 7 】

本発明によって、機械の効率、信頼性、およびコストを最適にすることができる。開放溝と従来技術による溝ウェッジを有する機械では、ロータ位置によって磁気抵抗が異なる結果、鉄および磁石内に脈動磁界が発生することになる。磁気抵抗の変動はステータの不連続な構成によるものである。従来技術による機械において、部分的に閉鎖された溝はこ

10

20

30

40

50

の効果を制限するために使用されている。本発明では、様々な磁気特性を有する溝ウェッジが歯に関連する溝の磁気特性間の差を一様にするために使用される。この溝ウェッジは半磁性と呼ばれる。この溝ウェッジは、1を超える透磁率を有する材料が部分的に完備していることを特徴とする。

【0048】

半磁性の溝ウェッジが結合された開放溝は、電圧波形とコギングを最適にするのに特に適していると同時に取付けが実質的にさほど複雑でない。溝ウェッジの材料は、通常、磁気抵抗の望ましい均一化のために透磁率とウェッジ設計を併せ持つように選定されるべきである。ウェッジが開放溝に対して比較的高い透磁率を必要とする場合は、別のウェッジ設計が採用されてもよい。

10

【0049】

本発明では、リラクタンストルクに起因するトルクリプルを相殺するために歯および極数の好ましい選択を利用する。したがって、従来技術による機械に関して溝を極限まで閉鎖する必要がなくなる。それに対応して、電圧波形は最適化され、ステータ設計と溝および極の数の選定では出力の不要な高調波成分を最小化する要望を検討すべきである。

【0050】

本発明は種々のロータと結合されうる。PMモータの場合、方形波または正弦波の逆起電圧を有する機械が提供されうる。この機械はブラシレスDC機械および永久磁石同期機と呼ばれる。このような機械の磁石は表面に取り付けられる場合もあるが、覆い隠される場合もある。ロータヨークは積層構造であってもよく、一体構造であってもよい。効率に対する要求が高い機械では、損失を減少させるために磁石は積層構造とされる。

20

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明の第1の実施形態の外側ステータの切断面を示す。

【図2】本発明の実施形態による外側ステータのステータ積層を示す。

【図3】スロットウェッジを有する2つの歯先の端面図を示す。

【図 1】

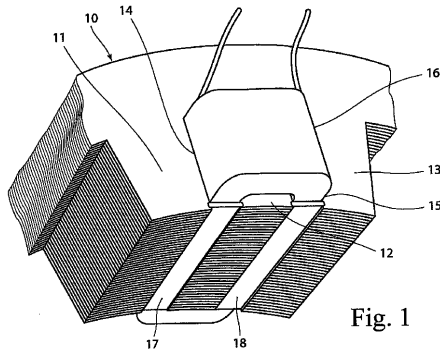


Fig. 1

【図 2】

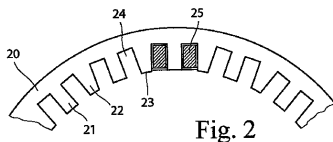


Fig. 2

【図 3】

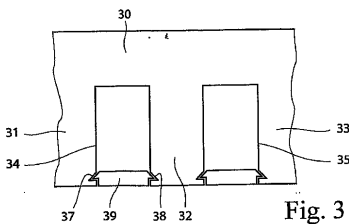


Fig. 3

【手続補正書】

【提出日】平成20年10月29日(2008.10.29)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

集中巻コイル(15)を担持する歯(11、12)付きのステータ、および可動の永久磁石ロータを有する電気機械における配置であって、前記ステータの歯は一般に長方形断面の開口を有するコイル(15)を受け入れるように配置されており、平行な側面を有するスロット(14、16)を備えるために、前記歯(11、12)は歯先に向かって長方形の歯と集束/発散する歯とが交互に繰り返され、前記スロット(14、16)の底部は実質的に非平行四辺形の断面となるように傾いていることを特徴とする、配置。

【請求項 2】

前記コイル(15)の巻線は前記スロット(14、16)を閉鎖している断面を有することを特徴とする、請求項 1 に記載の配置。

【請求項 3】

前記歯(11、12)は実質的に等しい歯先幅を有することを特徴とする、外側ステータに関する、請求項 1 または 2 に記載の配置。

【請求項 4】

1.0 以上の透磁率を有するスロットウェッジ(39)が、前記歯(31、32)の間に配置されることを特徴とし、前記スロットは隣接する歯の間にスロットウェッジ(39)を保持するために前記側壁内に溝(37、38)が備えられる、請求項 1 ~ 3 のいずれ

か 1 項に記載の配置。

【請求項 5】

前記コイルの巻線が長方形断面として巻かれ、前記電気機械に取り付ける前に非平行四辺形に加圧成形されることを特徴とする、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の配置に関するコイルの製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項 1 の導入部に記述されるような電気機械の配置に関する。電気機械は、直線径路または弓形径路を移動するアーマチャを有する電動機または発電機またはアクチュエータであってもよい。このような機械は、実例に記述されるような様々な目的で種々の大きさで製造されてもよい。

【背景技術】

【0002】

電気機械は、伝統的に界磁巻線を有する同期機および非同期機に基づいている。過去 10 年間に、永久磁石同期機 (PMSM) の使用が増加している。こうした機械の研究開発が活発化するにつれて永久磁石のコストが低下している。現在、製紙業、ならびに沖合いおよび海洋構造物部門など、多くの分野で PMSM 機械が利用されている。PMSM 機械は、電気機械を使用する他の領域においても多く見られるようになっている。

【0003】

最初の PMSM 機械の一部は、非同期機の標準ステータと永久磁石のロータとの利用に基づくものであった。このようなステータは、Assessment of torque components in brushless permanent magnet machines through numerical analysis of the magnetic field, of Ionel, D. M.; Popescu, M.; McGilp, M. I.; Miller T. J. E.; Dellinger, S. J.; Industry Applications, IEEE Transactions on Volume 41, Issue 5, Sept-Oct 2005, Page 1149-1158 に示される。

【0004】

このような機械のステータでは、伝統的に分布巻と部分的に閉鎖されたスロット (partly closed slot) とが採用されている。開発は集中巻を採用する方向にある。集中巻を採用すると、分割 (sectioning)、極数の増加、低速化、直接牽引など、いくつかの新規で興味深い機械設計が提供される。このような巻線の機械は、設計が簡単であることに加え、分布巻の機械よりもコイル端が短い。コイル端は同じ軸方向長さを占有しないため、機械の小型化が可能になる。集中巻を有する多くの機械に共通なのは、部分的に閉鎖されたスロットが採用されることである。この溝設計の欠点は、フェッドイン巻線 (feed-in winding) とも呼ばれるワンアンドワン導体 (one and one conductor) をスロットの中に供給する必要があることである。部分的に閉鎖されたスロットは、磁気抵抗とコギングトルクの差を減らすために採用されている。

【0005】

長方形歯を有する開放溝は、既製の巻線を施すために使用されている。米国特許出願公開第 2005036580 号および米国特許出願公開第 2002047425 号には、各歯に最終巻線が施されるモータが記載される。この設計の欠点は、役に立たない空隙が各溝にあることである。さらに、ステータ薄板 (stator laminate) と磁石では脈動磁界が発生する。

【0006】

特開 2002-112484 号において、歯の片側が台形で、他の側が長方形であるように巻線を形成することによって完全な溝が利用される。これは巻線の形状が複雑であるという欠点を有する。別の巻線設計は、欧州特許第 1376830 号明細書に記載されたように溝を完全に埋めている。巻線の断面は真っ直ぐな歯に対して対称である。この設計では、部分的に閉鎖された溝が使用される。巻線を歯に設置した後でステータヨークが取り付けられるので、予め完成された巻線が使用されうる。また、巻線の設計が特殊であることに加えて、このような機械の組立は複雑である。

【0007】

欧州特許第 0627805 号明細書の機械は小さい構成単位で組み立てられる。ステータはアレイ積層構成単位 (array laminated units) からなり、その各々は集中巻の 2 つのスロットを有する。この構想の欠点は多数の部品を組み立てる必要があることである。

【0008】

すべての PM 機械において、ロータとステータの誘導電流に起因する損失を抑制することが望ましい。ステータの損失は、伝統的に積層板を使用して抑制されている。その場合でも、磁気特性はスロットに起因して一様にならない。ステータのスロットはステータとロータの磁気結合を増すことになり、それによって、磁石、ロータヨーク、およびステータヨーク内の磁界強度を変動させる。このような変動を抑制する伝統的な手段は、ステータスロットを部分的に閉鎖することである。Ishak D., Zhu Z. Q., and Howe D: Comparison of PM Brushless Motors, Having either all Teeth or Alternate Teeth Wound IEE E Transactions on Energy Conversion, volume PP, Issue 99, 2005, Page(s): 1-1 など、多くの出版物が種々の設計のステータ薄板によるこの条件の改良を扱っている。

【0009】

他の従来技術では、分割磁石または変形磁石 (distorted magnet) 付きのロータを使用している。通常、極に付属する 3 分割の磁石が使用される。これらの磁石は、スキューロータの効果を得るためにより小さい角変位で接着して取り付けられる。これら両手段の欠点は機械の製造コストが複雑になり嵩むことである。

【0010】

米国特許第 6,661,137 号 (Leroy-Somer 2003) には、長方形歯を有するステータ薄板が記載される。これらの長方形歯では、同一のコイルを取り付けると、コイル間に空隙が残ることになる。

米国特許出願公開第 20050099086 号 (シーメンス 2005) は、同一のコイルのための更なる電気機械を開示する。台形のスロットは、最大充填係数を持つコイルには適していない。

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2005036580 号

【特許文献 2】米国特許出願公開第 2002047425 号

【特許文献 3】特開 2002-112484 号

【特許文献 4】欧州特許第 1376830 号

【特許文献 5】欧州特許第 0627805 号

【特許文献 6】米国特許第 6,661,137 号

【特許文献 7】米国特許出願公開第 20050099086 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明の主目的は、PMSM 技術に基づいて改良された簡単で低コストの電気機械を提供することである。この機械は、量産に適しており、小型で高効率でもあるべきである。この構想は、種々の電気機械および種々の目的の機械に適しているべきである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は請求項 1 に記載される。本発明にしたがって、コイルを担持する歯の側面に垂

直でないスロットフロア (slot floor) でスロット充填を最適化するために、コイル断面を平行四辺形とすることが好ましい。

【 0 0 1 3 】

平行四辺形スロットを有するステータ設計が採用され、既製の小型化されたコイルが直接取り付けられうる。溝は、機械的保護を有するスロットウェッジを用いて閉鎖される。巻線は、集中巻の部分的な 1 層巻線であってもよい。機械は 1 5 0 H z の動作周波数用に設計されてもよく、コイルは効率を高めるためにリッツ線 (L i t z - w i r e) (登録商標) が巻かれてもよい。

【 0 0 1 4 】

本発明は、外側ステータまたは内側ステータを有する回転機械に使用されうる。最小のコギングトルクと最適な誘導電圧波形が得られるよう平行歯と集束する歯 (c o n v e r g i n g t e e t h) が設計される。内側ステータでは、台形歯はスロットの内部において最も狭くなる。平行歯を有する内側ステータに比べると、本発明のこの実施形態では全く同一のコイルを使用することができ円錐コイルは不要となる。

【 0 0 1 5 】

本発明の好ましい特徴は請求項 2 に記述される。請求項 3 ~ 5 にはさらなる特徴が記載される。

【 0 0 1 6 】

この構想の背景にある意図は、コイルは空隙を残さずに本発明のスロット内に取り付けるように容易に製造されて得ることである。これを最適に実現するために、ステータ設計は変更されなければならない。新規な構想において、ステータに形の異なる歯が使用されなければならない。新規な設計の歯は 1 つおきにそれぞれ長方形と円錐形となる。隣接する歯の幅は、電圧曲線とコギングトルクが最適になるように設計される。

【 0 0 1 7 】

この設計の長所は、主としてコイルの製造が比較的簡単なことである。すべてのコイルを等しくするためにすべての長方形歯は等しくなっている。コイルを巻く際にコイル金型が 1 つだけで済み、銅充填率が大きくなるようにコイルを予め構成して小型にすることができる。ステータの設計によって、機械が量産しやすくなる。

【 0 0 1 8 】

次のステップはコイルの取付けを容易にすることになる。溝の充填率は電気機械の設計において重要である。本発明を採用することによって、コイルは量産される可能性がある。

【 0 0 1 9 】

上記ステップの結果として、コイルの取付けが容易になる。溝の充填率は電気機械のすべての設計にとって重要である。本発明を採用することによって、取付け前のコイルを小型化することが容易である。一部の機械は基本周波数が高く設計される。このような機械は、銅損を減らすために、たとえば、「リッツ線 (L i t z - w i r e) 」 (登録商標) の特別な断面積の巻線を有してもよい。新規な構想では、平角線をそのまま使用することができる。本発明は、特に、大きい導体断面積を有する他の機械にも適しており、たとえば、断面形状化ワイヤー (p r o f i l e d w i r e) が使用されてもよい。

【 0 0 2 0 】

本発明を採用することによって、溝の中に空隙を有する米国特許出願第 2 0 0 5 0 3 5 6 8 0 号および米国特許出願第 2 0 0 2 0 4 7 4 2 5 号の機械に比べると、ステータ巻線とステータコアの間に良好な熱伝導が実現される。

【 0 0 2 1 】

欧州特許第 0 6 2 7 8 0 5 号に比べると、本発明は実質的に少数の部品によって安価な機械を提供することになる。

【 0 0 2 2 】

本発明では、リラクタンストルク (r e l u c t a n c e m o m e n t) に起因するトルクリプル (m o m e n t r i p p l e) 相殺するための歯と極の数の好ましい選

択が可能になる。こうして、伝統的な機械におけるように溝を完全に閉鎖する必要がなくなる。同様に、電圧変動が最適になされ、ステータ設計と溝および極の選定によって信号の不要な高調波成分が最小になるようにすべきである。

【0023】

本発明は特に1層巻線に適している。溝と極の数の特定の組合せで、部分的な1層巻線(fractional one-layer windings)が実現される。部分的な巻線(fractional windings)は機械設計の周知の従来技術であり、これは巻線のヘッドを減らして誘導電圧の余分な高調波成分を抑制することになる。溝と極数の種々の組合せによって種々のコギングトルクを生成してもよい。

【0024】

電気機械の通常の故障は、たとえば、変圧器からの高い dV/dt の結果としての高電圧と絶縁損傷である。局所的な高電圧と故障絶縁を背景として、本発明に集中コイルを組み合わせると利益が得られる。ステータの各溝は1相のみを備えることになるため、絶縁電圧は相-接地間に限定される。同じ長所は巻線のヘッドにおいて実現され、すべてのコイルは隣接する溝から延びてコイルに重なりがない。また、本発明では、コイル端は低いオーバーヘッドを有しているので巻線のヘッドからステータコアまで距離が比較的遠く、これは絶縁破壊の危険性を緩和する常套手段である。さらに、開放溝によって、予め成形された溝絶縁物の取付けが容易になる。これは、ステータコアに対してコイルを遮蔽する場合にも当てはまる。

【0025】

集中コイルの1層巻線では、電気的にも物理的にも巻線の分割が可能である。これによって、機械は障害に対する耐性を増し低減された出力でも運転されうる。障害に対する耐性の程度は、一端が固定された相とケーブル(the cantilever of the phases and the cables)の両方が影響を及ぼすのでコネクタ構成によって調整される。

【発明の効果】

【0026】

巻線の分割によって個々のコイルまたはコイル群の個別調整が可能になり、これによってステータ内のロータの位置決めが可能になる。ステータ内のロータの位置を読み取ることが可能になり、巻線は位置センサとして使用される。

【0027】

さらに、分割巻線では、輸送と取扱いが制限要因となる大型機械にとって重要なステータ全体の分割が可能になる。ステータの損傷時には、個々の部分を交換して障害による混乱を緩和することが可能となる。それゆえ、機械は局部修理が可能である。

【0028】

本発明は、あらゆる種類の電気機械、非同期、標準同期、DC、BLDC、およびあらゆる種類のPMSM機械のステータに適用される可能性がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

本発明は、図面を参照してさらに詳しく説明される。

【0030】

図1は、コイル16を取り付けるスロット14、15を備える歯11、12、13を有するステータ薄板10の束を示す。1つおきの歯12は平行であり、一様な開口と一様な巻線を有するコイル16が取り付けられうる。この例のスロットは、図3を参照して説明されるように、スロットウェッジ17、18を用いて閉鎖される。

【0031】

図2は、外側ステータ(external stator)を予め構成するステータ積層20の他の実施形態を示す。この電気機械のロータは、従来技術による設計を有してもよく、図示されていない。ステータ積層20は、平行な歯21と、歯先23を有する外側に集束する台形歯22とを交互に有する。したがって、同一のコイルを挿入する複数対の

平行スロット 24 が設けられる。隣接する歯の幅は、電圧曲線とコギングトルクを最適にするように決定されるべきである。この例において、歯は一樣な歯先幅で示される。しかし、これは異なってもよく、たとえば、0.9 ~ 1.1 対 1 の関係を有してもよい。歯 22 の集束は極数とスロット幅によって決定される。コイル 25 は歯 21 に配置される。

【0032】

図 3 は、2つのスロット 34、35 を規定する歯 31、32、33 を有するステータ積層 30 の断面を示す。各歯先 36 において、突出部はスロットウェッジ 39 の斜側端部と嵌合する V 字溝 37、38 を有する。スロットウェッジ 39 を横方向に挿入した後、これは固定されてスロットからコイル（図示せず）に加わる力を阻止することになる。スロットウェッジは、鉄粉、グラスファイバ、および接着剤とすることができる。側部は他の形状の溝を有してもよい。

【0033】

図 4 は、図 2 における参照番号を付した、本発明に係るスロットの詳細を示す。

スロットウェッジを使用することは、本発明の特に有益な特徴である。スロットウェッジの材料は透磁率に関して選択されるべきで、結合されるウェッジの設計は一樣な磁気抵抗を備えるべきである。通常、透磁率は真空中の透磁率の 5 ~ 10 倍であり、通常の積層の場合に比べて $1/100 \sim 1/1000$ と低い。スロットウェッジは単純な長方形でもよく、状況に応じて適合されうる。種々の材料における種々の磁気飽和点のようなメカニズムを利用することは、最適化の重要な部分である。

【0034】

スロットウェッジの材料と設計は、渦電流による不当な損失を回避するために検討されるべきである。さもなければ、ウェッジの近くに重大なホットスポットが生じることがある。

【0035】

変動磁束による損失

【0036】

鉄の中：

【0037】

$P_{Fe} \sim k_1 B^2 f + k_2 B^2 f^2 + k_3 B^{3/2} f^{3/2}$ は、鉄損を磁束密度 (B) と周波数 (f) の関数として表わす式の例である。定数 k_1 、 k_2 、 k_3 は、材料の特性と薄板の設計によって決定される。この式は正弦波磁束における薄板の損失を表わす。言及された磁束密度は、開放溝と永久磁石とに起因する磁束の変動に関係している可能性がある。半磁性溝ウェッジ (semi magnetic groove wedge) の導入によって、磁束変動と損失の実質的減少は磁束密度の変化の 2 乗に逆比例する。

【0038】

磁石の中：

【0039】

式 $P_{PM} \sim k_4 B^2$ は、永久磁石の一般的な損失を磁束密度 (B) の関数として表す。この損失は、伝導率、厚さ、幅、磁束密度、および周波数の関数である。開放溝を有する PMSM 機械において、磁石の磁束は磁石の中で変動することになり、渦電流損が磁石内で発生することになる。

【0040】

言及された磁束密度は、開放溝と永久磁石との採用に起因する磁束の変動に関係している可能性がある。半磁性溝ウェッジの導入によって、損失は磁束密度の変化の 2 乗に逆比例するので磁束変動の実質的減少が実現される。

【0041】

また、機械の磁束密度は、この機械のコギングトルク (cogging moment) に関係している可能性がある。集中巻の採用とともに半磁性溝ウェッジの導入によって、損失は微々たる大きさまで減少する。従来技術による機械は実質的なコギングトルクを

有する。

【0042】

ウェッジの配置と取付けでは、電圧の波形とコギングトルクを考慮する必要がある。空隙との近さに応じて、コギングトルクと高調波の抑制に対するウェッジの寄与は異なる。ウェッジが摩擦を頼りに取り付けられる場合、各ウェッジに対して空隙との近さを確認するべきである。機械的結合が必要かどうかは銅からウェッジ表面への圧力排出 (pressure excrete) に依存しており、内側ステータリングなどが配置される場合にウェッジは空隙側からも圧力を受ける可能性がある。機械的強度の増強を実現するための解決法としては、より丈夫な材料の半磁性材料を取り入れてもよいが、2つの溝ウェッジ、つまり、機械的強度に関して1つと磁気抵抗の変動の平滑化に関して1つの溝ウェッジを配置してもよい。

【0043】

本発明は、種々の目的の電気機械、特に回転機械に利用されうる。本発明は、たとえば、船舶、乗用車、および特定車両などの陸上用および海上用の推進システムに使用されうる。海上では、本発明は制御システムおよびウインチに使用されうる。本発明は、水力および風力発電設備用、ならびにその他のタービンで使用されうる。また、本発明は様々な工業用途に使用されてもよい。

【0044】

1層集中巻の採用は、機械に冗長性を組み入れる様々な機会を提供する。開放溝の採用は、簡単で安価な製造および取付けを提供する。半磁性の溝ウェッジの採用は、機械の損失を実質的に減少させる。

【0045】

本発明によって、機械の効率、信頼性、およびコストを最適にすることができる。開放溝と従来技術による溝ウェッジを有する機械では、ロータ位置によって磁気抵抗が異なる結果、鉄および磁石内に脈動磁界が発生することになる。磁気抵抗の変動はステータの不連続な構成によるものである。従来技術による機械において、部分的に閉鎖された溝はこの効果を制限するために使用されている。本発明では、様々な磁気特性を有する溝ウェッジが歯に関連する溝の磁気特性間の差を一様にするために使用される。この溝ウェッジは半磁性と呼ばれる。この溝ウェッジは、1を超える透磁率を有する材料が部分的に完備していることを特徴とする。

【0046】

半磁性の溝ウェッジが結合された開放溝は、電圧波形とコギングを最適にするのに特に適していると同時に取付けが実質的にさほど複雑でない。溝ウェッジの材料は、通常、磁気抵抗の望ましい均一化のために透磁率とウェッジ設計を併せ持つように選定されるべきである。ウェッジが開放溝に対して比較的高い透磁率を必要とする場合は、別のウェッジ設計が採用されてもよい。

【0047】

本発明では、リラクタンストルクに起因するトルクリップルを相殺するために歯および極数の好ましい選択を利用する。したがって、従来技術による機械に関して溝を極限まで閉鎖する必要がなくなる。それに対応して、電圧波形は最適化され、ステータ設計と溝および極の数の選定では出力の不要な高調波成分を最小化する要望を検討すべきである。

【0048】

本発明は種々のロータと結合されうる。PMモータの場合、方形波または正弦波の逆起電圧を有する機械が提供されうる。この機械はブラシレスDC機械および永久磁石同期機と呼ばれる。このような機械の磁石は表面に取り付けられる場合もあるが、覆い隠される場合もある。ロータヨークは積層構造であってもよく、一体構造であってもよい。効率に対する要求が高い機械では、損失を減少させるために磁石は積層構造とされる。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明の第1の実施形態の外側ステータの切断面を示す。

【図 2】本発明の実施形態による外側ステータのステータ積層を示す。

【図 3】スロットウェッジを有する 2 つの歯先の端面図を示す。

【図 4】本発明に係る一対のスロットを詳細に示す。

【手続補正 3】

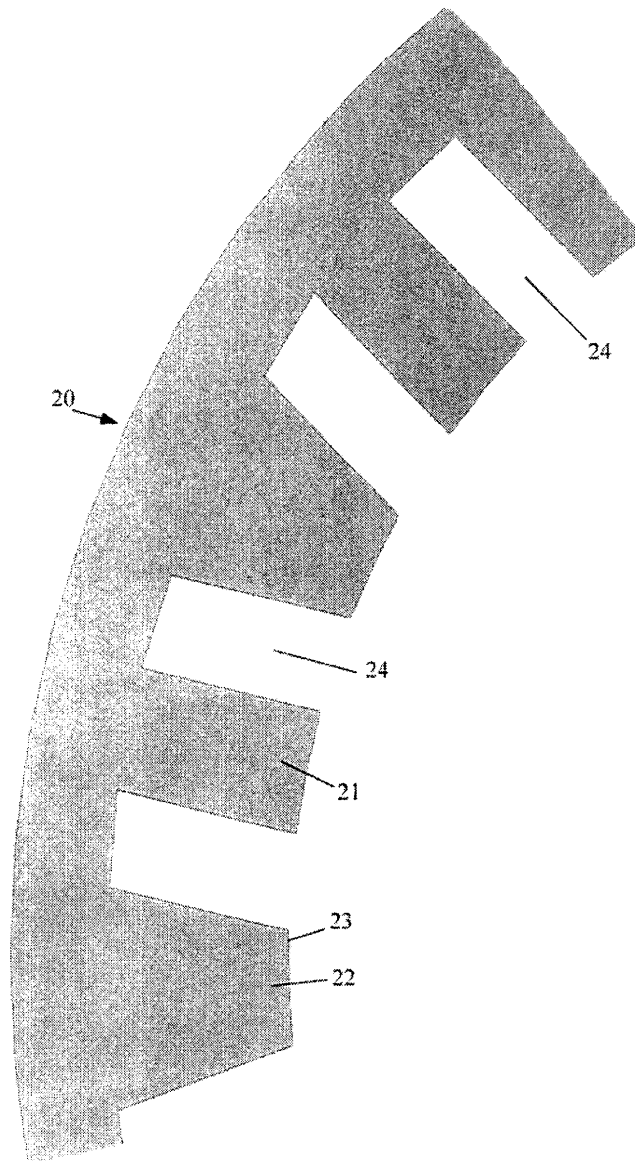
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 4】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/NO2007/000041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC: see extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SE,DK,FI,NO classes as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-INTERNAL, WPI DATA, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 20050099086 A1 (HOLGER SCHUNK ET AL), 12 May 2005 (12.05.2005), figures 1,2 --	1-8
X	DE 1090750 A (CONTINENTAL ELEKTROINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT), 5 Sept 1958 (05.09.1958), figure 1 --	1-8
A	DE 847035 A (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AKTIENGESELLSCHAFT), 21 August 1952 (21.08.1952), figure 1 -- -----	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"B" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 May 2007

Date of mailing of the international search report

15 -05- 2007

Name and mailing address of the ISA/
Swedish Patent Office
Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM
Facsimile No. +46 8 666 02 86

Authorized officer

Tomas Erlandsson/MN
Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/NO2007/000041

International patent classification (IPC)

H02K 1/16 (2006.01)

Download your patent documents at www.prv.se

The cited patent documents can be downloaded at www.prv.se by following the links:

- In English/Searches and advisory services/Cited documents (service in English) or
- e-tjänster/anförda dokument (service in Swedish).

Use the application number as username.

The password is **XUZBFTWCCI**.

Paper copies can be ordered at a cost of 50 SEK per copy from PRV InterPat (telephone number 08-782 28 85).

Cited literature, if any, will be enclosed in paper form.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

31/03/2007

International application No.
PCT/NO2007/000041

US	20050099086	A1	12/05/2005	DE	10352814 A	30/06/2005
DE	1090750	A	05/09/1958	NONE		
DE	847035	A	21/08/1952	DE	1743267 U	18/04/1957

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 レーブリ、エドガー

ノルウェー王国 エヌ - 7 0 4 0 トロンハイム ファーゲルハイム アレ 3 6

(72)発明者 エブレベ、シグル

ノルウェー王国 エヌ - 7 6 0 0 レバンゲル アローサベージェン 8

Fターム(参考) 5H601 AA05 AA09 AA29 CC15 DD01 DD11 EE03 EE19 GA02 GB05
GB13 GB22 GB34 GB42 GB48 GC02 GC12 GC22 JJ06 JJ09
5H604 BB10 BB14 CC01 CC05 CC14 QC09