

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-159394

(P2007-159394A)

(43) 公開日 平成19年6月21日(2007.6.21)

(51) Int.C1.		F 1	テーマコード (参考)	
<b>HO2K</b>	<b>21/22</b>	(2006.01) HO2K 21/22	M	5H601
<b>HO2K</b>	<b>21/14</b>	(2006.01) HO2K 21/14	M	5H621
<b>HO2K</b>	<b>1/06</b>	(2006.01) HO2K 1/06	Z	5H622
<b>HO2K</b>	<b>1/04</b>	(2006.01) HO2K 1/04	Z	
<b>HO2K</b>	<b>1/27</b>	(2006.01) HO2K 1/27	501G	
審査請求 未請求 請求項の数		20	OL 外国語出願 (全 21 頁)	最終頁に続く
(21) 出願番号	特願2006-327039 (P2006-327039)	(71) 出願人	50117735 モトゥール・ルロワーソメ MOTEURS LEROY-SOMER フランス 16000 アングーレム、ブル ヴァール・マルセラン・ルロワ	
(22) 出願日	平成18年12月4日 (2006.12.4)	(74) 代理人	100101454 弁理士 山田 卓二	
(31) 優先権主張番号	0553707	(74) 代理人	100081422 弁理士 田中 光雄	
(32) 優先日	平成17年12月2日 (2005.12.2)	(74) 代理人	100125874 弁理士 川端 純市	
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(72) 発明者	アテフ・アブーアカール フランス 16340 リル・デスパニヤック 、リュ・デ・フォーヴェット 12 番	

最終頁に続く

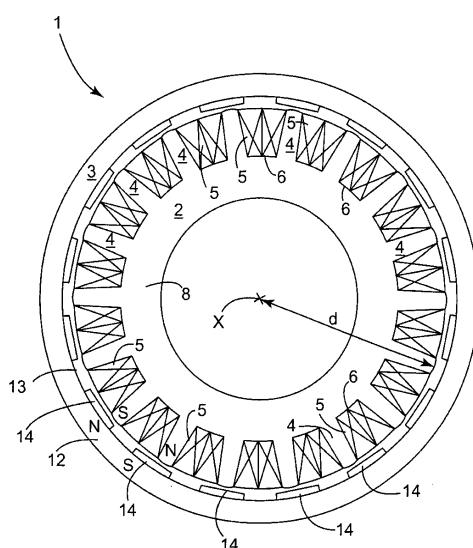
(54) 【発明の名称】トルクリップルを低減する回転電気機械

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】トルクリップルを低減した永久磁石回転電気機械を提供する。

【解決手段】ロータ側に凸状の端面を有するティース(4)及びティースに巻き付けられたコイル(5)を有する集中巻ステータ(2)と、円筒面を規定する電機子(12)並びに電機子の円筒面の形状に合致した円筒の一部を構成する内面及びステータに対向する平面の外面を備える永久磁石(14)を有するロータ(3)とを有し、またステータティースは軸端にたいして角度オフセットを有している。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ロータ側に凸状の端面(10)を有する、磁極片を持たないティース(4)と、前記ティースに巻き付けられたコイル(5)とを有する、集中巻ステータ(2)と、

円筒面(13)を規定する電機子(12)と、前記電機子(12)の円筒面(13)の形状に合致した円筒の一部を構成する内面(16)及び平面で前記ステータに対向する外面(17)を有する永久磁石(14)と、を有するロータ(3)と、

を有する回転電気機械。

## 【請求項 2】

前記ロータ(3)は、アウターロータであることを特徴とする請求項1に記載の回転電気機械。 10

## 【請求項 3】

前記ロータ(3)は、インナーロータであることを特徴とする請求項1に記載の回転電気機械。

## 【請求項 4】

前記永久磁石(14)は、単体であることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかの請求項に記載の回転電気機械。

## 【請求項 5】

前記ティースの端面(10)は、円筒部を形成することを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかの請求項に記載の回転電気機械。 20

## 【請求項 6】

前記円筒部は、前記ティースの先端と回転軸(X)との間の距離dより小さい曲率半径を有することを特徴とする請求項5に記載の回転電気機械。

## 【請求項 7】

前記曲率半径は、0.5dから0.7dの範囲内であることを特徴とする請求項6に記載の回転電気機械。

## 【請求項 8】

前記永久磁石の実質上平面の外面(17)は、回転軸を通り且つ前記永久磁石(14)の中間点で永久磁石と交差する半径に、実質的に垂直であることを特徴とする請求項1から請求項7のいずれかの請求項に記載の回転電気機械。 30

## 【請求項 9】

前記ロータの磁極数は、8~32の範囲内である請求項1から請求項8のいずれかの請求項に記載の回転電気機械。

## 【請求項 10】

前記ステータのティースの数は、12~48の範囲内である請求項1から請求項8のいずれかの請求項に記載の回転電気機械。

## 【請求項 11】

前記ステータのティースは、第1の軸端(4a)と、前記第1の軸端に対して角度オフセットを持つ第2の軸端(4b)とを有することを特徴とする請求項1から請求項10のいずれかの請求項に記載の回転電気機械。 40

## 【請求項 12】

前記角度オフセットは、 $0.9 \times 2 / 3P$  (Pはロータの磁極数)以上であることを特徴とする請求項11に記載の回転電気機械。

## 【請求項 13】

前記角度オフセットは、 $2 / 3P$ であることを特徴とする請求項11に記載の回転電気機械。

## 【請求項 14】

前記角度オフセットは、 $0.9 \times / S$  (Sは、ステータのスロット数)以上であり、 $/ S$ は $2 / 3P$  (Pはロータの磁極数)より大きいことを特徴とする請求項11に記載の回転電気機械。 50

**【請求項 15】**

前記角度オフセットは、 $1/5$ であることを特徴とする請求項14に記載の回転電気機械。

**【請求項 16】**

前記永久磁石の内面は、接着剤により前記電機子(12)の円筒面(13)に接着されることを特徴とする請求項1から請求項15のいずれかの請求項に記載の回転電気機械。

**【請求項 17】**

請求項1から請求項16のいずれかに記載の回転電気機械を用いた、エレベータキャビンの駆動方法。

**【請求項 18】**

前記回転電気機械は、歯車装置を用いずに使用されることを特徴とする請求項17に記載の駆動方法。

**【請求項 19】**

前記回転電気機械は、4以下の減少ギア比を用いて使用されることを特徴とする請求項17に記載の駆動方法。

**【請求項 20】**

請求項1から請求項16のいずれかに記載の回転電気機械により駆動されるキャビンを有するエレベータ。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は回転電気機械に関し、特に限定するわけではないがエレベータキャビンを駆動するために使用される回転電気機械に関する。

**【背景技術】****【0002】**

仏国特許F R 2 8 0 2 7 2 4によれば、ステータ側に凸状の面を有する永久磁石を備えるインナーロータと、インナーロータ側に凹状の端面を有するティースを備えるステータとを製造することが知られている。

**【0003】**

その従来の特許が開示している回転機械において、ティースの端面はロータ側に凸状であり、永久磁石のステータ側の端面は回転軸を中心とする円筒形状である。

**【0004】**

欧洲特許出願E P 1 3 4 9 2 6 1は、エレベータ用のモータを開示しており、そのモータにおいて、ステータは磁極増大部材(pole enlargements)(すなわち「磁極片」)を備えるティースを有し、ロータは永久磁石を有する。

**【特許文献1】**仏国特許出願公開第2802724号明細書**【特許文献2】**欧洲特許出願公開第1349261号明細書**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

振動はエレベータキャビンに伝わりやすく、エレベータに乗っている人の快適さを阻害するため、エレベータキャビンを駆動するために使用される電気モータにとって、振動ができるだけ小さくすることが望ましい。

**【0006】**

例えば、エレベータを取り付けやすくするために、モータの外形寸法を小さくすることが要求される。

**【0007】**

その目的を達成するための解決策は、第一に、歯車装置なしで又は比較的小さい減少率でモータを使用することにあり、第二に、ロータをより早く回転させることにある。

**【0008】**

10

20

30

40

50

あいにく、公称速度が増加すると、公称速度での動作時と起動中及び減速段階との両方で、共振周波数に直面するリスクが増加する。

【0009】

その結果、比較的小さい外形寸法で、ノイズと振動を低減しながら比較的早い速度で回転が可能な回転電気機械の実現が要求される。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の1つの態様において、ロータ側にある凸状の端面を有するティース及びティースに巻き付けられたコイルを有するステータと、ステータに対向する平面を有する永久磁石を含むロータと、を備えた回転電気機械を提供する。

10

【0011】

いくつかの典型的な実施の形態において、本発明の回転電気機械は、トルクを比較的高くしつつ、トルクリップルを比較的低くすることができる。

【0012】

ロータは、アウターロータであっても良い。これにより、永久磁石が分離されるというリスクを制限しながら、ロータを比較的早い速度で回転することを可能にし、また、エレベータケーブルを駆動しやすくする。変形例として、ロータはインナーロータであっても良い。

【0013】

永久磁石は、単体で構成されても良い。

20

【0014】

永久磁石の平面は、回転軸を通り且つ永久磁石の中間で交差する半径に垂直に、有利に配置される。

【0015】

一例として、ティースの端面は、ティースの先端と回転軸との間の距離より小さい曲率半径を持つ円筒部分である。

【0016】

ロータの磁極数  $P$  は、例えば 8 ~ 32 の範囲内であり、ステータのティースの数  $S$  は、例えば、12 ~ 48 の範囲内である。ロータの磁極数とステータのティースの数との関係は、例えば下記の関係の1つを満たしても良い。

30

- ・  $S / P = 3 / 2$  又は  $S / P = 3 / 4$
- ・  $S = 6n$   $P = 6n \pm 2$   $n$  は 1 以上の整数
- ・  $S = 3(2n + 1)$  且つ  $P = 2(4n + 3)$   $n$  は 1 以上の整数
- ・  $S = 3n$  且つ  $P = (3 \pm 1)n$   $n$  は 1 以上の整数
- ・  $S = 2n$  且つ  $P = 2(2n \pm 1)$   $n$  は 2 以上の整数
- ・  $S = 10n$  且つ  $P = 2(5n \pm 1)$
- ・  $S = 6n$  且つ  $P = 2(3n \pm 3)$

【0017】

ステータのティースは、第1の軸端と、第1の軸端に対して角度オフセットを持つ第2の軸端とを有しても良い。

40

【0018】

このようなオフセットにより、集中巻ステータのように、ティースが磁極片を備えなくてもトルクリップルを低減できる。

【0019】

角度オフセットは、 $0.9 \times 2 / 3P$  以上であっても良い。好ましくは、 $2 / 3P$  である。ここで、 $P$  は、ロータの磁極数を示す。

【0020】

角度オフセットは、 $0.9 \times / S$  以上であっても良い。好ましくは、 $/ S$  である。ここで、 $S$  は、ステータのスロット数を示す。 $/ S$  は  $2 / 3P$  より大きい。

【0021】

50

本発明の他の態様において、エレベータキャビンの駆動方法を提供する。その方法は、歯車装置を用いずに又は4以下の減少ギア比で、上述した回転電気機械を使用する。

【0022】

また、本発明は、エレベータキャビンを駆動するために、上述した回転電気機械を含むエレベータを提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

本発明は、実施形態に限定されない下記の詳細な説明を読み、添付の図を見ることにより、よりよく理解できるであろう。

【0024】

図1に示す回転電気機械1は、インナーステータ2と回転軸Xを中心に回転可能なアウターロータ3とを有する。

【0025】

ステータ2は、コイル5が巻き付けられた複数のティース4、例えば18個のティース4を備える。ステータ2は、例えば集中巻タイプである。

【0026】

ティース4は、磁極片を持たない。

【0027】

一例として、コイル5は、別々に作られた後、ティース4に取り付けられる。

【0028】

ステータ2は、コイル5を収容するスロット6を閉じるためのシム(図示せず)を含んでも良い。

【0029】

上述した例では、ティース4は環状のヨーク8に接続される。

【0030】

一例として、ティース4とヨーク8は、ニス塗りの磁石の薄板の積層を含む。各薄板は、例えば、ステータと同数のスロットとティースを含む。変形例として、ティース4は、ともに組み立てられる扇形部材("sectors")上で支持される。

【0031】

ティース4は、図5及び図6に示されるように、好ましくは傾斜している。

【0032】

ティース4において、第1の軸端4aは、反対側にある第2の軸端4bに対して、回転軸Xに対して角度オフセットを有する。

【0033】

一例として、角度オフセットは、 $2 / 3 P$ である。ここで、Pは、ロータの磁極数である。

【0034】

必要に応じて、例えば、正確な同心から幾何学的に離れた形状の影響を軽減するために、この値は $/S$ まで増やすことができる。ここで、Sはステータのスロット数を示し、 $/S$ は $2 / 3 P$ より大きい。

【0035】

ステータのティース4の傾斜は、磁極片がない場合のトルク振動をさらに減少する。

【0036】

本発明の一つの態様において、ティース4は、ロータ3側に凸状の端面10を有する。一例として、これらの端面は、円柱の一部の形状を有し、軸Xと平行の発電線と、軸Xとティース4の先端との間の距離 $d$ より小さい曲率半径とを持っている。曲率半径は、例えば、この距離 $d$ の0.5~0.7倍である。

【0037】

ロータ3は、図示されていない軸受の中で回転する。

【0038】

10

20

30

40

50

ロータ3は、半径方向内側に、永久磁石14、例えば16個の永久磁石が取り付けられた面13を持つ環状の電機子12を備える。

## 【0039】

一例として、電機子12は、ニス塗りの磁石の薄板の積層で構成されている。

## 【0040】

一例として、電機子12の半径方向内側の面13は、軸Xを中心とする円筒であり、永久磁石14の内面16は、その電機子12の半径方向内側の面13の形状に実質的に適合する形状を持つ円筒の一部である。一例として、永久磁石は、接着手段により、それらの面16が電機子12に接着される。

## 【0041】

永久磁石の円筒面16により、比較的大きな接着領域が得られ、良好な機械的強度が得られる。

## 【0042】

図示された例では、各永久磁石14は、ステータに対向する平面の外面17を有する。永久磁石14の外面17は、軸Xを通って、永久磁石14の中間点で永久磁石14に交差する半径に垂直である。

## 【0043】

示された例では、永久磁石14は単体であるが、例えば、誘導電流による損失を低減するために、永久磁石14が断片化されても、本発明の範囲を超えない。

## 【0044】

永久磁石14は、実質的に半径方向に磁化され、永久磁石14の極性は、円周方向に交互に変化する。永久磁石の長手方向Lは、例えば、ティース4の幅1の1.5~2.5倍の範囲内である。

## 【0045】

端面10と外面17との間のエアギャップの幅を変化させることで、トルクのリップルを低減しながら、比較的高いトルクを実現することができる。

## 【0046】

その結果、機械により発生するノイズと振動は、比較的低いレベルになる。

## 【0047】

例えば、少なくとも1つの滑車溝がアウターロータに形成され、すなわち、ロータが滑車に連結されれば、1以上のエレベータケーブルは、歯車装置なしで駆動できる。変形例として、ロータは、例えば1~4の比較的小さい減少率の減速装置を介して、滑車を駆動しても良い。

## 【0048】

エレベータキャビンを駆動するために、回転の公称速度は、例えば回転毎分48~355(rpm)の範囲内である。

## 【0049】

また、ロータ3は、図4に示すようにインナーロータであっても良い。この場合、各永久磁石14のステータ側の外面17は、実質的に平面で、且つロータの回転軸を通り、永久磁石の中間点で永久磁石に交差する半径に垂直である。永久磁石14のステータから遠い側の内面16は、回転電機子12の形状に合致した凹状を有する。

## 【0050】

本発明は、上述した例に限らず、例えば、ロータが他の数の磁極を持っても良いし、同様にステータが他の数のティースを備えても良い。

## 【0051】

回転電気機械は、モータとしてだけでなく、例えばエネルギーの回収を目的とする発電機として使用することもできる。回転電気機械は、エレベータキャビンの駆動以外に応用されても良い。

## 【0052】

「有する("comprising a")」という用語は、それと反対のことに特定されない限りは

10

20

30

40

50

、「少なくとも 1 つを有する ("comprising at least one")」と同じことを表していることは、理解されるべきである。

【0053】

本発明は、ここで特定の実施形態を参照して記述されたけれども、当然のことながら、これらの実施形態は、本発明の原理と応用の単なる例である。従って、多数の変形が可能であり、添付の特許請求の範囲に記載の本発明の精神と範囲から逸脱することなく、他の処理が考案されることとは、理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図 1】本発明の回転電気機械の概略図

10

【図 2】図 1 に示す回転電気機械の断片的及び概略的な図

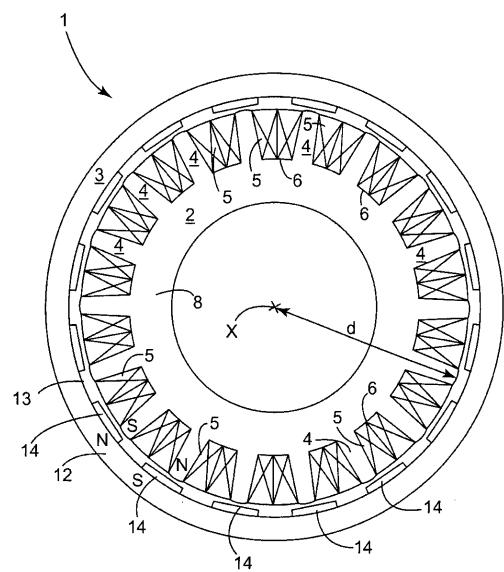
【図 3】図 1 に示す回転電気機械の断片的及び概略的な図

【図 4】本発明の変形の実施形態を示す、図 2 に類似の図

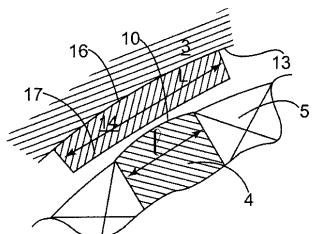
【図 5】ステータを示す斜視図

【図 6】ステータを示す平面図

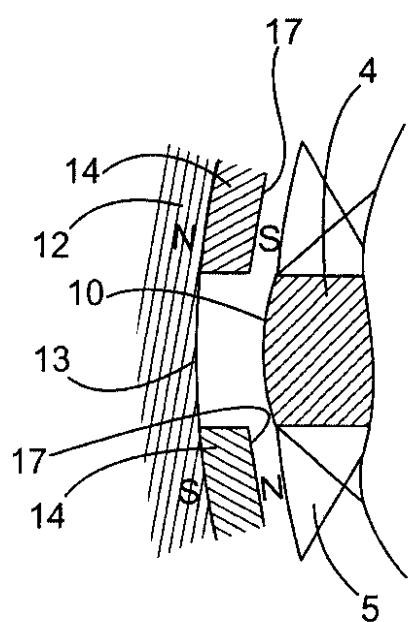
【図 1】



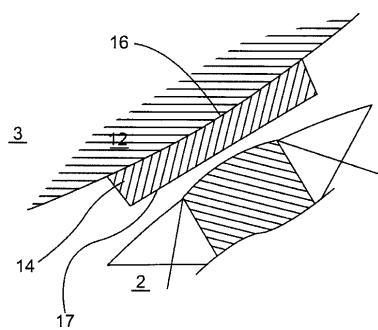
【図 2】



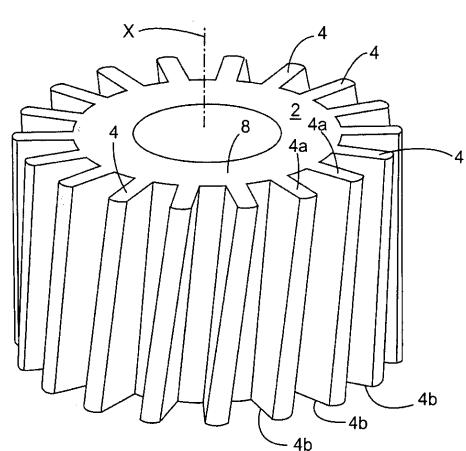
【図3】



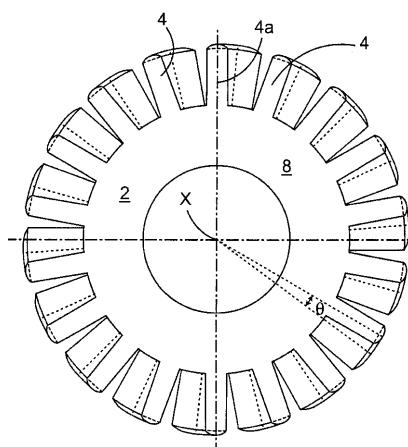
【図4】



【図5】



【図6】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 2 K 1/27 5 0 2 G

(72)発明者 エリック・クーパール

フランス 16000 アングーレム、リュ・アミラル・ルノダン 18 番

F ターム(参考) 5H601 AA08 AA22 AA23 BB10 CC01 CC15 DD01 DD02 DD09 DD10  
DD11 DD18 EE03 EE15 EE18 FF01 FF05 FF06 FF17 GA02  
GA15 GB05 GB13 GB22 GB34 GB48 GC02 GC12 GC23  
5H621 AA02 GA04 GA12 HH01 JK01  
5H622 AA02 CA01 CA05 CA10 PP01 PP19

## 【外国語明細書】

A ROTARY ELECTRIC MACHINE WITH REDUCED TORQUE RIPPLE

The present invention relates to rotary electric machines, and more particularly but not exclusively to those used for driving elevator cabins.

5 French patent FR 2 802 724 recalls that it is known to make an inner rotor having permanent magnets presenting faces that face towards the stator that are convex, and a stator having teeth presenting end faces that are concave towards the rotor.

10 That prior patent describes a rotary machine in which the end faces of the teeth are convex towards the rotor and the magnets present faces facing towards the stator that are cylindrical about the axis of rotation.

15 European patent application EP 1 349 261 discloses a motor for an elevator in which a stator has teeth provided with pole enlargements (or "pole shoes") and a rotor having permanent magnets.

20 It is desirable for the electric motors used for driving elevator cabins to generate as little vibration as possible, since the vibration is likely to be transmitted to the cabin, where it can disturb the comfort of passengers.

25 There exists a demand for reducing the overall size of motors, e.g. in order to make elevators easier to install.

A solution for achieving that object consists firstly in using motors without gearing or with a relatively small stepdown ratio, and secondly in causing the rotor to rotate more quickly.

30 Unfortunately, increasing the nominal speed increases the risk of encountering resonant frequencies both when operating at nominal speed and during starting and deceleration stages.

35 Consequently, there exists a need to benefit from rotary electric machines presenting relatively small overall size, and that are capable of rotating at

relatively high speed, while reducing noise and vibration.

In one of its aspects, the invention provides a rotary electric machine comprising:

5 · a stator having teeth and coils disposed on the teeth, the teeth having convex end faces facing towards the rotor; and

· a rotor including permanent magnets, the permanent magnets having plane faces facing towards the stator.

10 In some exemplary embodiments, the invention makes it possible to benefit from a machine in which torque ripple is relatively low while torque is relatively high.

15 The rotor may be an outer rotor, thus enabling it to rotate at a relatively high speed while limiting any risk of the magnets becoming detached, and also making it easier to drive elevator cables. In a variant, the rotor could be an inner rotor.

The magnets may optionally be constituted by single pieces.

20 The plane faces of the magnets are advantageously placed perpendicularly to radii passing through the axis of rotation and intersecting the magnets halfway along.

25 By way of example, the end faces of the teeth are cylindrical portions, having a radius of curvature that is smaller than the distance between the tips of the teeth and the axis of rotation.

30 The number of poles  $P$  of the rotor lies, for example, in the range 8 to 32 and the number of teeth  $S$  of the stator lies, for example, in the range 12 to 48. The relationship between the number of rotor poles and stator teeth may, for example, satisfy one of the following relationships:

·  $S/P = 3/2$  or  $S/P = 3/4$ ;

35 ·  $S=6n$   $P=6n+2$  where  $n$  is an integer greater than or equal to 1;

·  $S=3(2n+1)$  and  $P=2(4n+3)$  where  $n$  is an integer greater than or equal to 1;

- $S=3n$  and  $P=(3\pm 1)n$  where  $n$  is an integer greater than or equal to 1;
- $S=2n$  and  $P=2(2n\pm 1)$  where  $n$  is an integer greater than or equal to 2;
- 5       •  $S=10n$  and  $P=2(5n\pm 1)$ ;
- $S=6n$  and  $P=2(3n\pm 3)$ .

The stator teeth may have first axial ends and second axial ends that are angularly offset relative to the first ends.

10       Such an offset contributes to reducing torque ripple when the teeth do not have pole shoes, as is the case for a stator with concentrated winding.

15       The angular offset may be greater than or equal to  $0.9 \times 2\pi/3P$ , better equal to  $2\pi/3P$ , where  $P$  designates the number of rotor poles.

19       The angular offset may be greater than or equal to  $0.9 \times \pi/S$ , better equal to  $\pi/S$ , where  $S$  designates the number of stator slots, and providing  $\pi/S$  is greater than  $2\pi/3P$ .

20       In another of its aspects, the invention also provides a method of driving an elevator cabin, the method comprising using a machine as defined above, without gearing or with a stepdown gear ratio less than or equal to 4.

25       The invention also provides an elevator including a machine as defined above for driving the cabin.

26       The invention can be better understood on reading the following detailed description of non-limiting embodiments thereof, and on examining the accompanying drawings, in which:

- Figure 1 is a diagrammatic view of a rotary machine of the invention;
- Figures 2 and 3 are fragmentary and diagrammatic sections of the Figure 1 machine;
- 35       • Figure 4 is a view analogous to Figure 2 showing a variant embodiment of the invention; and

• Figures 5 and 6 are diagrams showing the stator in isolation, respectively in perspective and in plan view.

The rotary electric machine 1 shown in Figure 1 comprises an inner stator 2 and an outer rotor 3 capable of rotating about an axis of rotation X.

The stator 2 has a plurality of teeth 4, e.g. eighteen teeth, with respective coils 5 placed thereon, the stator 2 being of the concentrated winding type, for example.

10 The teeth 4 do not have any pole shoes.

By way of example, the coils 5 are fabricated separated and are engaged on the teeth 4 after they have been fabricated.

15 The stator 2 may include pieces of shim (not shown) to close the slots 6 that receive the coils 5.

In the example described, the teeth 4 are connected to an annular yoke 8.

20 By way of example, the teeth 4 and the yoke 8 comprise a stack of varnished magnetic laminations. Each lamination has as many slots and teeth as the stator, for example. In a variant, the teeth 4 are carried on assembled-together sectors.

The teeth 4 are preferably inclined as shown in Figures 5 and 6.

25 The teeth present first axial ends 4a that are angularly offset relative to opposite second axial ends 4b about the axis of rotation X.

By way of example, the offset  $\theta$  is equal to  $2\pi/3P$  where P designates the number of poles of the rotor.

30 Where appropriate, for example in order to mitigate the effects of shapes that depart geometrically from being accurately concentric, this value could be increased up to  $\pi/S$ , where S designates the number of slots in the stator, and providing that  $\pi/S$  is greater than  $2\pi/3P$ .

The inclination of the teeth 4 of the stator further improves the reduction in torque oscillations in the absence of pole shoes.

In an aspect of the invention, the teeth 4 present 5 end faces 10 that are convex towards the rotor 3. By way of example, these end faces are in the shape of a portion of a cylinder, having generator lines parallel to the axis X and having a radius of curvature that is smaller than the distance d between the axis X and the tips of 10 the teeth 4. By way of example, the radius of curvature is equal to 0.5 to 0.7 times this distance d.

The rotor 3 revolves in bearings that are not shown.

The rotor 3 comprises an annular armature 12 having 15 a radially inner surface 13 with permanent magnets 14 secured thereto, e.g. sixteen permanent magnets.

By way of example, the armature 12 is made up of a stack of varnished magnetic laminations.

By way of example, the radially inner surface 13 is 20 a circular cylinder about the axis X and the magnets 14 present inside faces 16 that are portions of a cylinder, being shaped to match substantially the shape of the radially inner surface 13 of the armature 12. By way of example, the magnets are bonded to the armature 12 by means of adhesive on their faces 16.

25 The cylindrical surfaces 16 of the magnets enable a relatively large bonding area to be obtained, and thus provide good mechanical strength.

In the example shown, each magnet 14 presents an outside face 17 facing towards the stator that is plane.

30 The outside faces 17 of the magnets 14 are perpendicular to radii passing through the axis X and intersecting the magnets 14 halfway along.

In the example shown, the magnets 14 are single pieces, but it would not go beyond the ambit of the 35 invention for the magnets 14 to be fragmented, e.g. for the purpose of reducing losses by induced currents.

The magnets 14 are magnetized in a substantially radial direction, and the polarities of the magnets 14 alternate in the circumferential direction.

5 The longitudinal direction L of the magnets lies in the range 1.5 to 2.5 times the width  $\ell$  of the teeth 4, for example.

10 The variation in the width of the airgap between the end faces 10 and the outside faces 17 makes it possible to benefit from torque that is relatively high, while reducing ripple in the torque.

As a result, the noise and vibration generated by the machine are of relatively low level.

15 One or more elevator cables can be driven without gearing, at least one pulley groove being formed on the outer rotor or the rotor being coupled to a pulley, for example. In a variant, the rotor may drive the pulley via a stepdown gearbox with a relatively small stepdown ratio, e.g. 1 to 4.

20 In order to drive an elevator cabin, the nominal speed of rotation lies for example in the range 48 revolutions per minute (rpm) to 355 rpm.

25 The rotor 3 could also be an inner rotor, as shown in Figure 4. Under such circumstances, each magnet 14 presents an outside face 17 facing towards the stator that is substantially plane and perpendicular to a radius passing through the axis of the rotor and intersecting the magnet halfway along.

30 The magnets 14 may present respective inside faces 16 facing away from the stator that are concave, matching the shape of the rotor armature 12.

The invention is not limited to the examples described above and, for example, the rotor may have some other number of poles, and likewise the stator may have some other number of teeth.

35 The machine can be used not only as a motor, but also as a generator, e.g. for the purpose of recovering energy.

The machine can find applications other than driving an elevator cabin.

The term "comprising a" should be understood as being synonymous with "comprising at least one", unless 5 specified to the contrary.

Although the present invention herein has been described with reference to particular embodiments, it is to be understood that these embodiments are merely 10 illustrative of the principles and applications of the present invention. It is therefore to be understood that numerous modifications may be made to the illustrative embodiments and that other arrangements may be devised without departing from the spirit and scope of the present invention as defined by the appended claims.

## CLAIMS

1. A rotary electric machine comprising:
  - a stator (2) with a concentrated winding, comprising teeth (4) having no pole shoes and coils (5) placed on the teeth, the teeth having end faces (10) that are convex towards the rotor; and
    - a rotor (3) comprising an armature (12) defining a cylindrical surface (13) and permanent magnets (14) having inside faces (16) constituting portions of cylinders matching the shape of the cylindrical surface (13) of the armature (12) and having outside faces (17) that are plane and that face towards the stator.
2. An electric machine according to the preceding claim, characterized in that the rotor (3) is an outer rotor.
3. An electric machine according to claim 1, characterized in that the rotor (3) is an inner rotor.
4. An electric machine according to any preceding claim, characterized in that the magnets (14) are single pieces.
5. An electric machine according to any preceding claim, characterized in that the end faces (10) of the teeth form cylinder portions.
6. An electric machine according to the preceding claim, characterized in that the cylinder portions present a radius of curvature that is smaller than the distance d between the tips of the teeth and the axis of rotation (X).
7. A machine according to claim 6, characterized in that the radius of curvature lies in the range 0.5 d to 0.7 d.
8. A machine according to any preceding claim, characterized in that the substantially plane faces (17)

of the magnets are substantially perpendicular to radii passing through the axis of rotation and intersecting the magnets (14) halfway along.

5 9. A machine according to any one of claims 1 to 8, having a number of rotor poles lying in the range 8 to 32.

10 10. A machine according to any one of claims 1 to 8, having a number of stator teeth lying in the range 12 to 48.

15 11. A machine according to any preceding claim, characterized in that the stator teeth have axial first ends (4a) and axial second ends (4b) that are angularly offset from the first ends.

20 12. A machine according to claim 11, characterized in that the angular offset is greater than or equal 0.9 $\times$ 2 $\pi$ /3P where P designates the number of poles of the rotor.

25 13. A machine according to claim 11, characterized in that the angular offset is 2 $\pi$ /3P.

14. A machine according to claim 11, characterized in that the angular offset is greater than or equal to 0.9 $\times$  $\pi$ /S, where S designates the number of stator slots, providing  $\pi$ /S is greater than 2 $\pi$ /3P, where P designates 30 the number of rotor poles.

15. A machine according to claim 14, characterized in that the angular offset is equal to  $\pi$ /S.

35 16. A machine according to any preceding claim, characterized in that the magnets have their inside faces

bonded to the cylindrical surface (13) of the armature (12) by adhesive.

17. A method of driving an elevator cabin, consisting in  
5 using a machine as defined above in any one of claims 1  
to 16.

18. A method according to claim 17, characterized in that  
the machine is used without gearing.

10 19. A method according to claim 17, characterized in that  
the machine is used with a stepdown gear ratio less than  
or equal to 4.

15 20. An elevator including a cabin driven by a machine as  
defined in any one of claims 1 to 16.

## A B S T R A C T

The present invention relates to a rotary electric machine comprising:

- 5       · a concentrated winding stator (2) having teeth (4) and coils (5) placed on the teeth, the teeth having end faces that are convex towards the rotor; and
- 10      · a rotor (3) comprising an armature (12) defining a cylindrical surface and permanent magnets (14), the permanent magnets having inside faces that are cylinder portions matching the shape of the cylindrical surface of the armature, and outside faces that are plane and that face towards the stator.

