

(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2012-130245

(P2012-130245A)

(43) 公開日 平成24年7月5日(2012.7.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2K 1/27 (2006.01)	HO2K 1/27 501K	5H601
HO2K 21/14 (2006.01)	HO2K 1/27 501A	5H621
HO2K 1/22 (2006.01)	HO2K 1/27 501M	5H622
HO2K 1/16 (2006.01)	HO2K 21/14 M	
	HO2K 1/22 A	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L 外国語出願 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-273268 (P2011-273268)
 (22) 出願日 平成23年12月14日 (2011.12.14)
 (31) 優先権主張番号 10195055.8
 (32) 優先日 平成22年12月15日 (2010.12.15)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 511304350
 インフラノール・ホールディング・エスア
 ー
 スイス・1400・イヴェルドン・レー
 ーバインス・リュ・デ・ユタン・27
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100089037
 弁理士 渡邊 隆
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

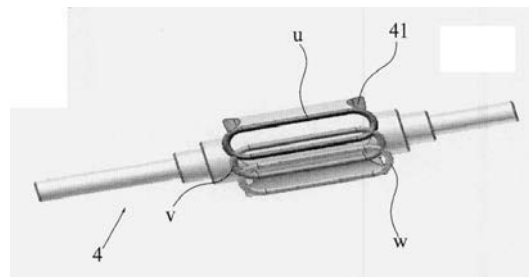
(54) 【発明の名称】 永久磁石を備えた同期モータ

(57) 【要約】

【課題】本発明は、新規な同期モータを提供するものである。

【解決手段】本発明は、巻き線 (U, V, W) が設けられた円筒形ステータの内側に配置された永久磁石 (3) を備えている円筒形ロータ (4) を具備した同期モータであり、ロータには巻き線に面した突起 (41) が設けられていることを特徴としている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

巻き線が設けられた円筒形ステータの内側に配置された永久磁石を備えている円筒形ロータを具備した同期モータにおいて、
前記ロータには前記巻き線に面した突起が設けられていることを特徴とする同期モータ。

【請求項 2】

前記永久磁石は前記ロータの側面全体にわたって配置され、前記ロータの側面の 2 つの軸方向端部には軸方向に延在した突起が設けられ、該突起は前記巻き線の端部に面していることを特徴とする請求項 1 に記載の同期モータ。

10

【請求項 3】

前記永久磁石は前記ロータの内側に配置され、前記ロータの側面には外側面の全ての活性部にわたってうねった突起群が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の同期モータ。

【請求項 4】

前記ステータはスロットの無いステータであることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の同期モータ。

【請求項 5】

前記ステータにはスロットが設けられ、該スロットの入口幅 E は最小化されて、式

$$(n+1)E \leq 0.05P$$

20

に従っており、前記式において、

P はコイルが巻かれた 2 つの前記スロットの間のピッチであり、

E は前記スロットの入口幅であり、

n は前記コイルの内側に配置されたスロットの数であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の同期モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、巻き線が設けられた円筒形ステータの内側に配置された永久磁石を備えている円筒形ロータを具備した同期モータに関する。

30

【背景技術】

【0002】

そのようなモータの、ステータに関するロータの位置は、通常はモータの電気的位相のインダクタンスの変化を確認する外側のセンサによって制御されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

欧州特許第 9 9 1 0 2 1 2 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

本発明は同期モータを提案しており、そのモータでは、ロータの幾何形状はロータの位置フィードバックとして役に立つ磁気センサを形成することを可能にし、且つ外側のセンサ装置を排除してモータの全長を減少することを可能にしている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明による同期モータは、請求項 1 の特徴部によって特徴付けられている。

【0006】

本発明は特徴的なロータ形状を形成することを可能にしており、この形状は通常のセンサ制御ユニット無しにロータの位置を与えている。

50

【0007】

まったくスロットの無いステータを備えることで、モータのリラクタンスはロータが有する形状に依存することは明らかである。

【0008】

ステータにスロットが設けられた場合、スロット入口の寸法が最小化されてリラクタンス変化が減少されることが重要である。

【0009】

磁石が円筒形ロータの側面全体にわたって配置された場合、レアアース磁石の比透磁率は空気に近接するので、リラクタンス変化が発生しない。このことはコギングトルク (cogging torque ; 特許文献1において詳細に説明されている。) においてだけでなく、一定を維持する各々の位相の巻き線のインダクタンス値にも影響を与える。センサを備えていないいくつかの制御器は、モータの移送において電流を発するのための電子駆動部への信号として、モータのインダクタンス値の数値変化を基にしている。このことは、スロットを備えたモータにおいては極めて一般的であるが、スロットを備えていないモータにおいては明確ではない。

10

【0010】

本発明および他のクレームされた特徴は添付図に関係付けられて詳細に記載されている。

【図面の簡単な説明】

【0011】

20

【図1】軸方向に延在した突起を備えたロータの斜視図を示している。

【図2】異なった電氣的位相に各々が対応した3つのコイルを備えた、図1のロータを示した図である。

【図3】径方向に延在した突起が存在するロータが設けられたモータの側面を示した図である。

【図4】径方向に延在した突起が存在する別のロータが設けられたモータの側面を示した図である。

【図5】スロットを備えたステータの側面を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

30

図1において、永久磁石3は円筒のロータ4の側面全体にわたって配置されている。ロータにはその側面の両端部において軸方向に延在した突起41が設けられている。突起41は、コイルの巻きが納まる(図2)位置の正面の領域に配置されている。コイルは、コイル近傍のロータ4の鋼または鉄の有無に対して敏感であり、ロータが回転したときのインダクタンス値の変化に敏感である。ロータの極の組と同数の突起41を備えることが必要であり、もちろん、突起はロータの中心に関して対称に配置されていなければならない。その一方で、突起の影響は他に対して一側から補正される。これらの突起は、代替的な形状、三角形、正弦曲線でなければならない。突起は、ロータの1つの位相、例えばU(図2)の位置において、インダクタンスの最大値を備え、別の位相、例えば位相Wにおいてインダクタンスの最小値を備え、2番目に、例えば位相Vにおいて、インダクタンスの中間値を備えるようにデザインされている。

40

【0013】

電子部品の敏感さに依存して、ロータの突起の寸法は変化してもよい。突起はロータの材料とは異なった材料から形成されて、ロータの接着またはネジによって固定されることも可能である。その材料は例えばμメタルのような高透磁率の材料であってもよい。

【0014】

突起は、モータの制御が通常の外部センサを必要としないために、モータの長さを減少させることが可能である。

【0015】

磁石が、表面の代わりにロータの径方向内側に配置された場合、突起のうねりがロータ

50

の側面の活性部において形成されなければならない、その様子は図 3 に示されている。

【 0 0 1 6 】

ロータ 4 に配置されたステータ 1、巻き線 2、永久磁石 3 が図 2 において模式的に図示されている。ロータ 4 の側面には、その面の活性部において軸方向に延在するうねった突起群 4 2 が設けられている。側面の活動部は、巻き線 2 に面した面を意味している。ロータの位置に依存して、すでに説明したように、インダクタンス値は各々の電氣的位相に関して変化する。

【 0 0 1 7 】

図 4 において、ロータ 4 内部における永久磁石 3 の別の配列が図示されている。うねった突起群 4 2 もロータ 4 の側面の活性部において軸方向に延在している。

10

【 0 0 1 8 】

図 5 において、ステータにスロットが設けられていた場合、スロットの入口幅 E を最小化することがモータリラクタンス (motor reluctance) においてエアギャップへの影響を最小化できることが重要である。

【 0 0 1 9 】

我々は、スロットの入口に依存した単一または複数のエアギャップの影響を限定し、リラクタンス値が 5 % よりも大きく変動しないようにすることを提案している。インダクタンスの標準測定は正確に 5 % の変動を特徴付ける。5 % 以下のインダクタンスの変動は、ロータの突起の有無として解釈されないだろう。

【 0 0 2 0 】

20

図 5 において、連続した 2 つのスロットのスロット内部または歯 T の周りに巻かれた第 1 コイル C が図示されている。このコイルのピッチは P であり、入口幅は E である。別の実施例が同じ図 5 において示されているが、同じロータに関してではない。我々は、連続していない 2 つのスロット内部にまかれたコイル C 1 を有している。コイル C 1 のピッチは P 1 であり、スロット幅は上述の通り E である。それらはコイル C 1 内の 4 つのスロットである。

【 0 0 2 1 】

スロット入口においてエアギャップまたは磁性材料の欠乏を最小化するために、以下の式に従っている。

$$(n + 1) E \leq 0.05 P$$

30

ここで、P はコイルが巻かれた 2 つのスロット間のピッチであり、E はスロットの入口幅であり、n はコイル内に配置されたスロットの数である。

【 0 0 2 2 】

第 1 実施例において、コイル C に関しては $n = 0$ 、 $E \leq 0.05 P$ である。第 2 実施例において、コイル C 1 に関しては、 $n = 4$ であり、関係は $4 E \leq 0.05 P$ である。すべての形態において、巻き線に面したロータ材料のパリエーションは、各々の電氣的位相のために 5 % よりも大きいインダクタンス値の変化を可能にしており、特別なセンサ装置を使用することなくロータ位置を検出することを可能にしている。

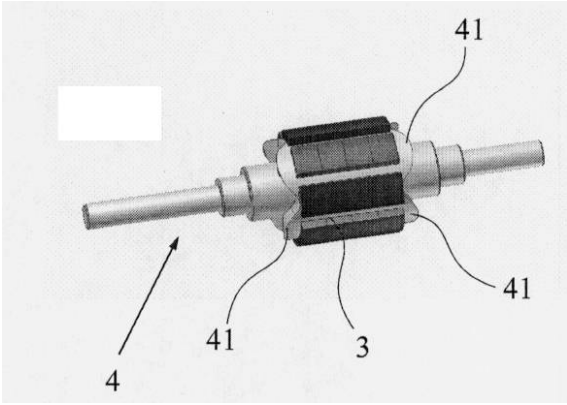
【 符号の説明 】

【 0 0 2 3 】

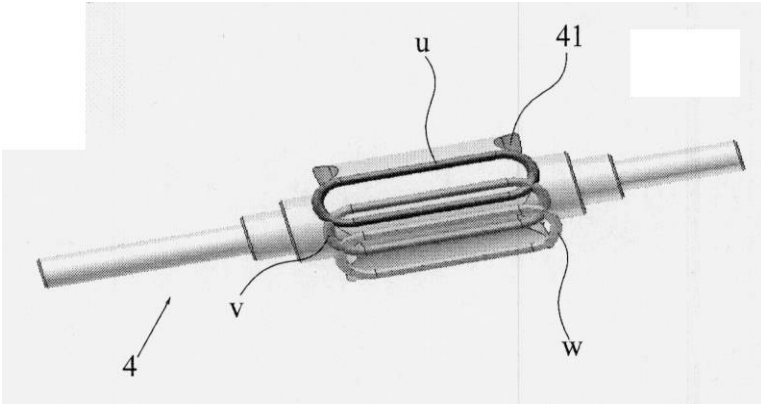
40

1 … ステータ、 2 … 巻き線、 3 … 永久磁石、 4 … ロータ、 4 1 … 突起、 4 2 … うねった突起群

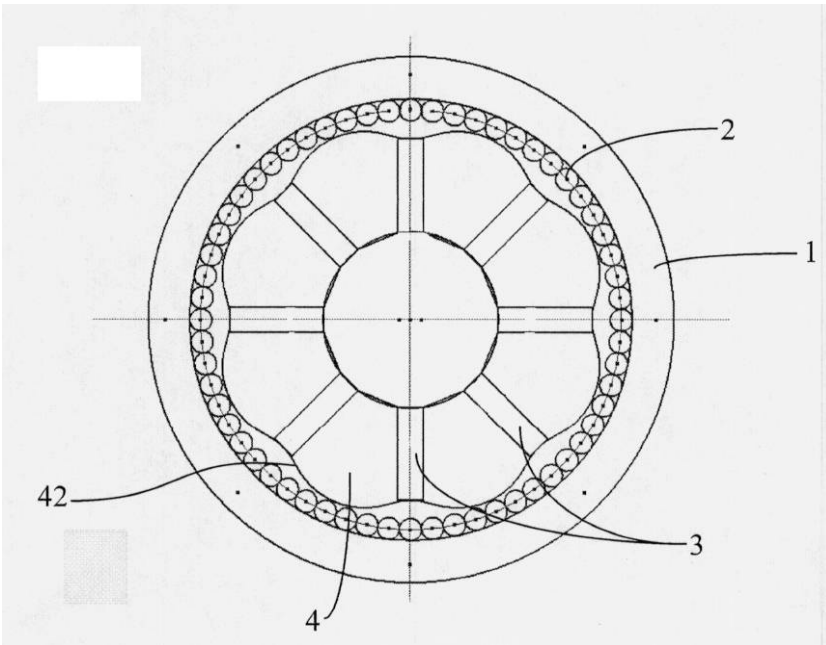
【 図 1 】



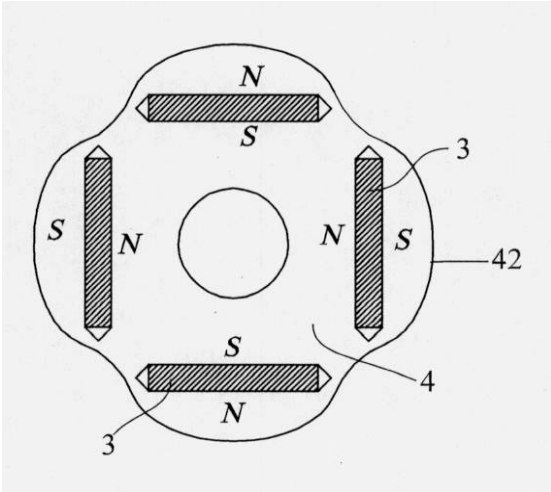
【 図 2 】



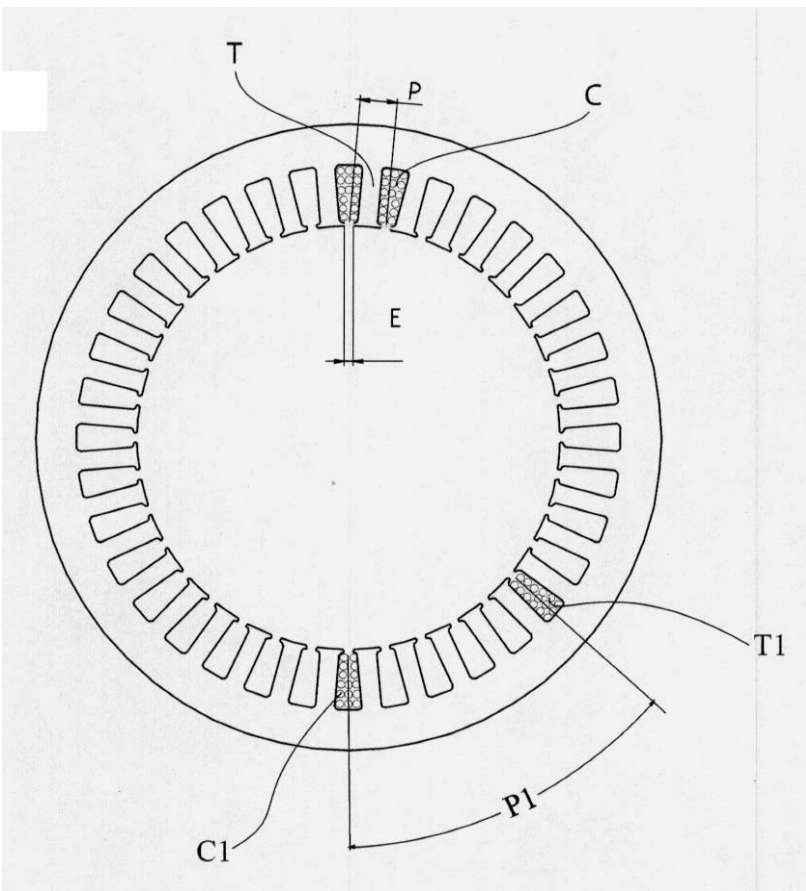
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



 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 1/16 Z

(72)発明者 ジャンピエロ・タッシナリオ
 イタリア・5 0 1 2 9・フィレンツェ・ヴィア・クリメア・2

(72)発明者 イヴァン・フロタツ
 スペイン・0 8 0 2 5・バルセロナ・パッサジェ・ヌゲス・4 7

(72)発明者 フランセスク・クルエリヤス
 スペイン・0 8 3 9 1・ティアナ・パッセージ・ガルフェス・1 8

Fターム(参考) 5H601 AA22 CC01 CC20 DD01 DD10 DD11 EE11 FF02 FF15 GA02
 GA24 GA43 GB05 GB12 GB22 GB33 JJ05
 5H621 AA02 BB06 GA15 GA16 HH01
 5H622 AA02 CA02 CA05 CA10 CB05 PP19

【外国語明細書】

Synchronous motor with permanent magnets

The present invention relates to a synchronous motor comprising a cylindrical rotor provided with permanent magnets located inside a cylindrical stator provided with a winding.

The positioning of the rotor of such a synchronous motor in relation to the stator is usually controlled by an outside sensor device checking the inductance variation of the motor electrical phases.

The present invention proposes a synchronous motor in which the geometry of the rotor allows to create a magnetic sensor useful as a position feedback of the rotor and allowing to eliminate the outside sensor device and to decrease the overall length of the motor.

The synchronous motor according to the present invention is characterized by the characterizing portion of claim 1.

So the invention allows to make specific rotor shape that gives positioning of the rotor without a usual sensor control unit.

It is clear that having a stator without any slot, the reluctance of the motor will be depending on the shape the rotor may have.

If the stator is provided with slots, it is important that the dimensions of the slots entrances are minimized to decrease the reluctance variation.

If magnets are placed over the lateral surface of cylindrical rotor, as the relative permeability of rare earth magnets is close to air, no reluctance variation will exist. This has an influence not only in the cogging torque (explained deeply in EP 9910212.3) but also in the values of the inductance of the winding of each phase that will remain constant. Some sensorless controls are based on the value change of the inductance of the motor as a signal to the electronic drive to inject the current in the phases of the motor. This is quite common in slotted motors but with the slotless design becomes not so obvious.

The invention and other claimed features will be described in detail in relation to the attached drawings

Fig 1 is a perspective view of a rotor with axial extending protuberances;

Figure 2 is the rotor of figure 1 with three coils each corresponding to a different electrical phase;

Figure 3 is a side view of a motor provided with a rotor presenting radial extending protuberances;

Figure 4 is a side view of another rotor presenting radial extending protuberances;

Figure 5 is a side view of a stator with slots.

In figure 1 permanent magnets 3 are placed over the lateral surface of a cylindrical rotor 4. The rotor is provided at both ends of its lateral surface with axial extended protuberances 41. The protuberances 41 are located in the area in front of the place where the turns of the coils are fitted (figure 2). So the coils will be sensitive to the presence or not of the steel or the iron of the rotor 4 close to them and so, sensitive to the change of the inductance value when rotating the rotor. It is necessary to have the same number of protuberances 41 like the rotor pole pairs, and of course must be placed symmetrical in respect the center of the rotor. Otherwise the influence of the protuberances will be compensated from one side versus the other. These protuberances must have an alternative shape, triangular, sinusoidal... The protuberances are designed so as

in a position of the rotor one phase, for example U (figure 2), will have the maximum value of inductance, another one, for example phase W, will have the minimum value of inductance and the third, for example phase V, will have an intermediate value of inductance.

Depending on the sensibility of the electronics the dimensions of the protuberances of the rotor may vary. It is also possible the protuberances are made different material from that of the rotor which is glued or fixed by screws. The said material may present a higher permeability like for example μ metal.

The protuberances allow to reduce the length of the motor as the control of the motor does not need the usual external sensor.

If the magnets are placed radially inside the rotor instead of the surface, the undulation of the protuberances must be made in the active part of the lateral surface of the rotor as shown in figure 3.

In figure 3 they are schematically represented: a stator 1, a winding 2, permanent magnets 3 radially located inside the rotor 4. The lateral surface of the rotor 4 is provided with undulated protuberances 42 axially extended in the active

part of the said surface. Active part of the lateral surface means the surface facing the winding 2. Depending of the position of the rotor the value of the inductance will vary for each electrical phase as previously explained.

In figure 4 another disposition of the permanent magnets 3 inside a rotor 4 is shown. The undulated protuberances 42 are also axially extended in the active part of lateral surface of the rotor 4.

If the stator is provided with slots as shown in figure 5 it is important to minimize the width E of the entrance of the slots allowing to minimize the air gap influence in the motor reluctance.

We propose to limit the influence of air gap or air gaps due to the entrances of the slots so as the reluctance value does not fluctuate more than 5%. Standard measurement of inductance may distinguish 5% fluctuation correctly. We mean that a fluctuation of the inductance equal or less 5% will not interpreted as the presence or absence of rotor protuberance.

In figure 5 is shown a first coil C wound inside the slots of two consecutive slots or around a tooth T. The pitch of this coil is P and the width of the entrance is E. Another example is shown in the same figure 5 but not for a same motor. We

have a coil C1 wound inside two slots which are not consecutives. The pitch of the coil C1 is P1 and the width of each slot is E as previously. They are four slots inside the coil C1.

In order to minimize the air gap or absence of magnetic material at the entrances of the slots according to the following relation:

$(n+1)E \leq 0.05 P$, P being the pitch between two slots in which a coil is wound, E the width of the entrances of the slots and n the number of slots located inside the coil.

In the first example relating to the coil C, $n = 0$ so $E \leq 0.05P$. In the second example relating to the coil C1, $n=4$ so the relation is $4E \leq 0.05 P1$.

In all configurations the variation of the rotor material facing the winding allows to vary the value of the inductance more than 5 % for each electrical phase and make possible to detect the rotor position without using a special sensor device.

1. A synchronous motor comprising a cylindrical rotor provided with permanent magnets located inside a cylindrical stator provided with a winding, **characterized in that** the rotor is provided with protuberances facing the said winding.

2. A synchronous motor according to claim 1, **characterized in that** the permanent magnets are placed over the lateral surface of the rotor and the two axial ends of the lateral surface of the rotor are provided with axial extending protuberances facing the ends of the said winding.

3. A synchronous motor according to claim 1 **characterized in that** the permanent magnets are disposed inside the rotor and that the lateral surface of the rotor is provided with radial undulated protuberances all along its active surface.

4. A synchronous rotor according to one of claims 1 to 3, **characterized in that** the stator is a slotless stator.

5. A synchronous rotor according to one of claims 1 to 3, **characterized in that** the stator is provided with slots and in that the width E of entrances of

the slots are minimized to decrease the reluctance variation according to the follow relation :

$(n+1)E \leq 0.05 P$, P being the pitch between two slots in which a coil is wound, E being the width of the entrances of the slots and n the number of the slots located inside the said coil.

1 Abstract

The present invention relates to synchronous motor comprising a cylindrical rotor (4) provided with permanent magnets (3) located inside a cylindrical stator provided with a winding (U, V, W), characterized in that the rotor is provided with protuberances (41) facing the said winding.

2 Representative Drawing

Fig. 2

Fig.1

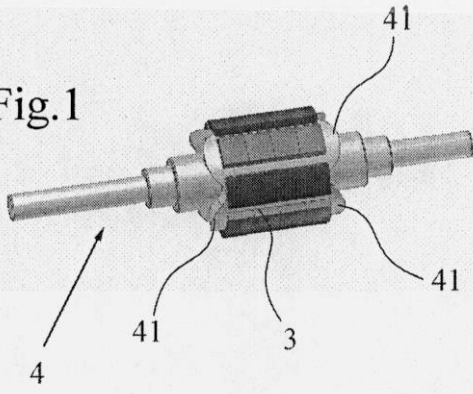


Fig.2

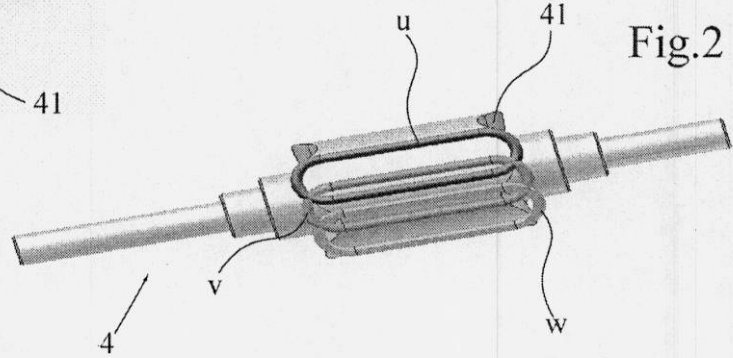


Fig.3

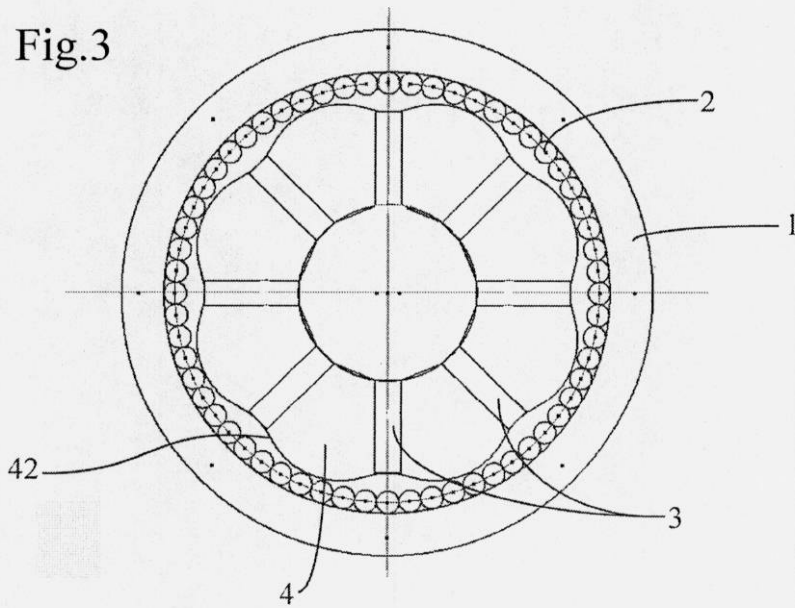


Fig.4

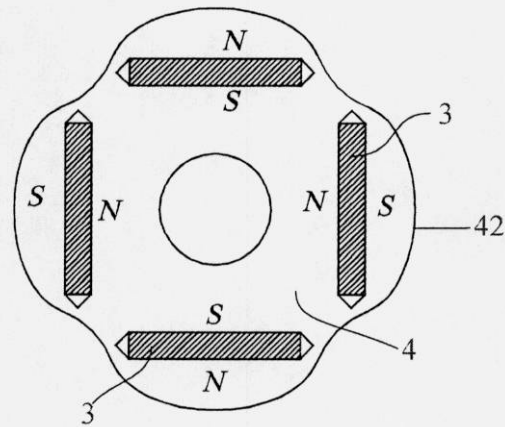


Fig.5

