



(10) **DE 20 2016 102 217 U1** 2016.09.01

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2016 102 217.7**

(22) Anmeldetag: **26.04.2016**

(47) Eintragungstag: **22.07.2016**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **01.09.2016**

(51) Int Cl.: **H02K 1/16 (2006.01)**  
**H02K 1/14 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

<b>201510233218.6</b>	<b>08.05.2015</b>	<b>CN</b>
<b>201510629630.X</b>	<b>28.09.2015</b>	<b>CN</b>

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

**KASTEL Patentanwälte, 81669 München, DE**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

**Johnson Electric S.A., Murten, CH**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Einphasiger Außenläufermotor und Ständer desselben**

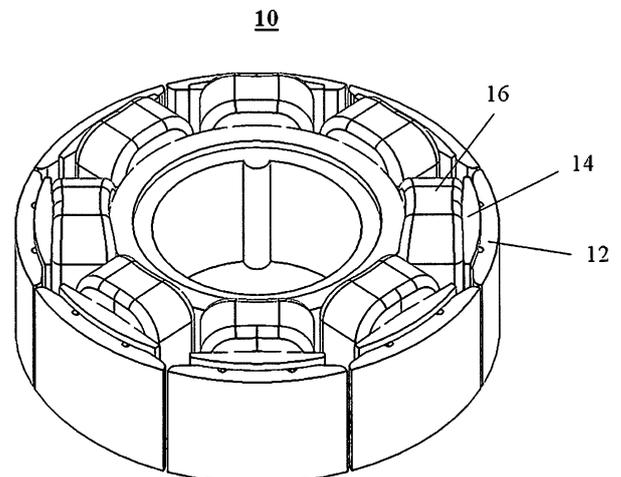
(57) Hauptanspruch: Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor, umfassend einen Ständerkern mit:

einem Joch; und mit

einer Mehrzahl von Zähnen, die sich von einer Außenkante des Jochs nach außen erstrecken, wobei jeder der Zähne umfasst:

einen Zahnkörper, der mit dem Joch verbunden ist, einen Wicklungsschlitz, der jeweils zwischen zwei benachbarten Zahnkörpern gebildet ist; und

eine Zahnspitze, die an einem distalen Ende des Zahnkörpers gebildet ist, und eine Schlitzöffnung, die zwischen zwei benachbarten Zahnspitzen gebildet ist, wobei die Zahnspitze in der Umfangsrichtung eine größere Breite als der Zahnkörper hat und daher in der Umfangsrichtung über den Zahnkörper hervorsteht, wobei die dem Ständer zugewandten Innenflächen zumindest eines Teils der Zahnspitzen mit Schneidnuten ausgebildet sind, so dass ein Bereich der Zahnspitze außerhalb der Schneidnut nach außen geneigt werden kann, um die Schlitzöffnung zu verbreitern, und nach innen verformt werden kann, um die Schlitzöffnung zu verengen.



**Beschreibung**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Vorliegende Erfindung betrifft einphasige Motoren und insbesondere einen einphasigen Außenläufermotor.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Einphasige Motoren werden häufig in Haushaltsgeräten mit einer geringen Anlaufast verwendet, zum Beispiel in Waschmaschinen, Geschirrspülmaschinen, Kühlschränken, Klimaanlage oder dergleichen. Nach der relativen Position von Ständer und Läufer werden einphasige Motoren in die Kategorie Innenläufermotor und Außenläufermotor unterteilt. Die Bezeichnung weist bereits darauf hin, dass der Ständer bei einem einphasigen Außenläufermotor innen angeordnet ist, der Läufer den Ständer umschließt und eine Last direkt in dem Läufer integriert sein kann. Da bei einem einphasigen Außenläufermotor der Ständer in dem Läufer angeordnet ist, ist die Größe des Ständers begrenzt. Um die Wicklung zu erleichtern, definieren die Zähne des Ständers zwischen sich Schlitzöffnungen mit großer Breite, so dass der Motor ein hohes Rastmoment aufweist, wodurch die Stabilität des Läufers während der Drehung beeinträchtigt wird und Geräusche verursacht werden.

## ÜBERSICHT

**[0003]** Aus diesem Grund werden ein Außenläufermotor und ein Ständer desselben gewünscht, womit das Rastmoment wirksam verringert werden kann.

**[0004]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein einphasiger Außenläufermotor angegeben, der einen Ständerkern aufweist. Der Ständerkern hat ein Joch und eine Mehrzahl von Zähnen, die sich von einer Außenkante des Joches radial nach außen erstrecken. Jeder Zahn hat einen Zahnkörper, der mit dem Joch verbunden ist, und eine Zahnschneidkante, die an einem distalen Ende jedes Zahnkörpers gebildet ist. Ein Wicklungsschlitz ist zwischen jeweils zwei benachbarten Zahnkörpern gebildet. Eine Schlitzöffnung ist jeweils zwischen zwei benachbarten Zahnschneidkanten gebildet. Die Zahnschneidkante hat in einer Umfangsrichtung eine Breite, die größer ist als die des Zahnkörpers, wodurch sie in der Umfangsrichtung über den Zahnkörper hinaus vorspringt. Dem Ständer zugewandte Innenflächen von zumindest einem Teil der Zahnschneidkanten sind mit Schneidnuten ausgebildet, so dass ein Bereich der Zahnschneidkante außerhalb der Schneidnut nach außen geneigt werden kann, um die Schlitzöffnung zu verbreitern, und nach innen geneigt werden kann, um die Schlitzöffnung zu verengen.

**[0005]** Vorzugsweise hat der Bereich der Zahnschneidkante außerhalb der Schneidnut einen Verformungswinkel von 15° bis 60°. Weiterhin vorzugsweise hat der Bereich der Zahnschneidkante außerhalb der Schneidnut einen Verformungswinkel von 20° bis 45°.

**[0006]** Vorzugsweise ist die Schneidnut in einem Verbindungsbereich zwischen der Zahnschneidkante und dem Zahnkörper gebildet.

**[0007]** Vorzugsweise ist die Schneidnut dem Zahnkörper benachbart und von dem Zahnkörper beabstandet angeordnet.

**[0008]** Vorzugsweise ist jede der Zahnschneidkanten mit der Schneidnut ausgebildet.

**[0009]** Vorzugsweise ist nur eine Schneidnut an der Zahnschneidkante gebildet, und es wird eine Seite der Zahnschneidkante nach außen geneigt, bevor die Zahnschneidkante zwangsgebogen wird, um den Ständerkern zu bilden.

**[0010]** Vorzugsweise sind die Zahnschneidkanten einer Hälfte der Mehrzahl von Zähnen mit Schneidnuten ausgebildet, die Zahnschneidkanten der anderen Hälfte der Mehrzahl von Zähnen sind nicht mit den Schneidnuten ausgebildet, und die Zahnschneidkanten mit den Schneidnuten und die Zahnschneidkanten ohne die Schneidnuten sind in der Umfangsrichtung voneinander beabstandet und alternierend angeordnet.

**[0011]** Vorzugsweise beträgt die Anzahl von Schneidnuten an der Zahnschneidkante zwei. Die beiden Schneidnuten befinden sich an den einander gegenüberliegenden Seiten des Zahnkörpers, und beide Seiten der Zahnschneidkante werden nach außen geneigt, bevor die Zahnschneidkante unter Zwang nach innen gebogen wird, um den Ständerkern zu bilden.

**[0012]** Vorzugsweise hat der Ständer ferner Wicklungen, die um den Ständerkern herumgeführt sind, und der Bereich der Zahnschneidkante, der außerhalb der Schneidnut liegt, wird nach außen geneigt, bevor die Wicklungen um den Ständerkern herumgeführt werden. Nachdem die Wicklungen um den Ständerkern herumgeführt wurden, verformt sich der geneigte Bereich der Zahnschneidkante und wird nach innen gebogen, um den Ständerkern zu bilden.

**[0013]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor angegeben, der einen Ständerkern hat und Wicklungen, die um den Ständerkern herumgeführt sind. Der Ständerkern hat ein Joch und eine Mehrzahl von Zähnen, die sich von einer Außenkante des Joches radial nach außen erstrecken. Jeder der Zähne hat einen Zahnkörper, der mit dem Joch verbunden ist, und eine Zahnschneidkante, die an einem distalen Ende des Zahnkörpers gebildet ist. Die Wicklungen sind um die Zahnkörper herumgeführt. Die Zahnschneidkante ist

breiter als der Zahnkörper. Zwei Umfangsseiten der Zahnschneidkante erstrecken sich über den Zahnkörper hinaus, um jeweils zwei Flügelbereiche zu bilden. Eine Schlitzöffnung ist zwischen den einander gegenüberliegenden Flügelbereichen von jeweils zwei benachbarten Zahnschneidkanten gebildet. Zumindest einer der beiden Flügelbereiche, die jeder Schlitzöffnung benachbart sind, wird nach außen geneigt, bevor die Wicklungen ausgeführt werden, und der geneigte Bereich verformt sich und wird nach innen gebogen, um den Ständerkern zu bilden, nachdem die Wicklungen ausgeführt wurden.

**[0014]** Vorzugsweise werden beide Flügelbereiche jeder der Zahnschneidkanten einer Hälfte der Mehrzahl von Zähnen nach außen geneigt. Keiner der Flügelbereiche der Zahnschneidkanten der anderen Hälfte der Mehrzahl von Zähnen wird nach außen geneigt, und die Zahnschneidkanten mit den geneigten Flügelbereichen und die Zahnschneidkanten ohne die geneigten Flügelbereiche sind in der Umfangsrichtung voneinander beabstandet und alternierend angeordnet. Vorzugsweise wird einer der Flügelbereiche jeder Zahnschneidkante nach außen geneigt. Der andere der Flügelbereiche jeder Zahnschneidkante wird nicht nach außen geneigt, und sämtliche geneigten Flügelbereiche liegen auf derselben Seite der Zahnkörper.

**[0015]** Vorzugsweise ist der geneigte Flügelbereich mit einer Schneidnut ausgebildet, und nach dem Ausführen der Wicklungen verformt sich der geneigte Flügelbereich und wird nach innen gebogen, um die Schneidnut zu verringern oder zu eliminieren.

**[0016]** Gemäß einem noch weiteren Aspekt der Erfindung wird ein einphasiger Außenläufermotor angegeben, der einen Ständer wie vorstehend beschrieben und einen den Ständer umschließenden Läufer hat. Mindestens ein Permanentmagnet ist in dem Gehäuse angeordnet, um eine Mehrzahl von Magnetpolen zu bilden. Die Innenflächen der Magnetpole liegen Außenflächen der Zahnschneidkanten gegenüber und sind von diesen radial beabstandet, um dazwischen einen Spalt zu bilden. Die Breite der Schlitzöffnung in der Umfangsrichtung ist kleiner oder gleich einer fünffachen Mindestbreite des Spalts.

**[0017]** Vorzugsweise ist die Breite der Schlitzöffnung in der Umfangsrichtung kleiner oder gleich einer dreifachen Mindestbreite des Spalts.

**[0018]** Vorzugsweise ist ein Verhältnis einer Maximalbreite zu einer Minimalbreite des Spalts größer als 2.

**[0019]** Vorzugsweise ist eine Mehrzahl von Permanentmagneten in Umfangsrichtung voneinander beabstandet und gleichmäßig angeordnet, und jeder der Permanentmagnete hat einen Polbogen-Koeffizient größer 0,7.

**[0020]** Anders als bei dem konventionellen Außenläufermotor wird die Zahnschneidkante des Ständers des erfindungsgemäßen Motors vor dem Bilden/Formen des Ständerkerns nach außen geneigt, wodurch der Abstand zwischen den Zahnschneidkanten verbreitert und das Wickeln erleichtert wird. Nach Fertigstellung der Wicklung verformt sich die Zahnschneidkante und wird nach innen gebogen, so dass die einander benachbarten Zahnschneidkanten zwischen sich eine schmale Schlitzöffnung bilden, die das Rastmoment wirksam verringern kann. Dies ermöglicht einen gleichmäßigen und geräuscharmen Betrieb des Motors.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0021]** Fig. 1 zeigt einen Ständer eines Außenläufermotors gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0022]** Fig. 2 zeigt Fig. 1 in Draufsicht;

**[0023]** Fig. 3 zeigt einen Ständerkern des Ständers von Fig. 1;

**[0024]** Fig. 4 zeigt Fig. 3 in Draufsicht;

**[0025]** Fig. 5 zeigt den Ständerkern von Fig. 3 vor seiner Bildung/Formung;

**[0026]** Fig. 6 zeigt Fig. 5 in Draufsicht;

**[0027]** Fig. 7 zeigt einen Ständerkern des Ständers gemäß einer zweiten Ausführungsform;

**[0028]** Fig. 8 zeigt den Ständerkern von Fig. 7 vor seiner Bildung/Formung;

**[0029]** Fig. 9 zeigt einen Ständerkern des Ständers gemäß einer dritten Ausführungsform;

**[0030]** Fig. 10 zeigt den Ständerkern von Fig. 9 vor seiner Bildung/Formung;

**[0031]** Fig. 11 zeigt einen Ständerkern des Ständers gemäß einer vierten Ausführungsform;

**[0032]** Fig. 12 zeigt den Ständerkern von Fig. 11 vor seiner Bildung/Formung;

**[0033]** Fig. 13 zeigt einen Ständerkern des Ständers gemäß einer fünften Ausführungsform;

**[0034]** Fig. 14 zeigt den Ständerkern von Fig. 13 vor seiner Bildung/Formung;

**[0035]** Fig. 15 zeigt einen Ständerkern des Ständers gemäß einer sechsten Ausführungsform;

**[0036]** Fig. 16 zeigt einen Ständerkern des Ständers gemäß einer siebten Ausführungsform;

[0037] Fig. 17 zeigt einen Ständerkern des Ständers gemäß einer achten Ausführungsform;

[0038] Fig. 18 zeigt einen Ständerkern des Ständers gemäß einer neunten Ausführungsform;

[0039] Fig. 19 zeigt einen Läufer eines Außenläufermotors gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0040] Fig. 20 zeigt einen Läufer gemäß einer zweiten Ausführungsform;

[0041] Fig. 21 zeigt einen Läufer gemäß einer dritten Ausführungsform;

[0042] Fig. 22 zeigt einen Läufer gemäß einer vierten Ausführungsform;

[0043] Fig. 23 zeigt einen Läufer gemäß einer fünften Ausführungsform;

[0044] Fig. 24 zeigt einen Motor, der durch den Ständer der Fig. 1 bis Fig. 4 und den Läufer von Fig. 18 gebildet wird;

[0045] Fig. 25 ist eine vergrößerte Ansicht des Bereichs X von Fig. 24, wobei die Magnetlinien aus Gründen der Übersichtlichkeit weggelassen wurden;

[0046] Fig. 26 zeigt ein Positionsverhältnis, wenn sich der Motor von Fig. 24 in einer Totpunktlage befindet;

[0047] Fig. 27 zeigt einen Motor, der durch den Ständer der Fig. 1 bis Fig. 4 und den Läufer von Fig. 21 gebildet wird;

[0048] Fig. 28 zeigt einen Motor, der durch den Ständer der Fig. 9 bis Fig. 10 und den Läufer von Fig. 20 gebildet wird;

[0049] Fig. 29 zeigt einen Motor, der durch den Ständer der Fig. 9 bis Fig. 10 und den Läufer von Fig. 23 gebildet wird;

[0050] Fig. 30 zeigt einen Motor, der durch den Ständer von Fig. 18 und den Läufer von Fig. 19 gebildet wird;

[0051] Fig. 31 zeigt einen Motor, der durch den Ständer von Fig. 17 und den Läufer von Fig. 18 gebildet wird;

[0052] Fig. 32 zeigt den erfindungsgemäßen Motor 1 in einem elektrischen Gerät.

## DETAILLBESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0053] Zur weiteren Erläuterung der technischen Lösungen und Ergebnisse der vorliegenden Erfindung wird diese nachstehend anhand einer bevorzugten Ausführungsform beschrieben, wobei auf die anliegenden Zeichnungen Bezug genommen wird.

[0054] Der einphasige Außenläufermotor hat einen Ständer und einen den Ständer umschließenden Läufer. Der Ständer und der Läufer können jeweils viele unterschiedliche Strukturen aufweisen, und es können unterschiedliche Ständer und Läufer kombiniert werden, um Motoren mit unterschiedlichen Charakteristiken zu erhalten. Fig. 1 bis einschließlich Fig. 16 zeigen mehrere Ausführungsformen des Ständers, Fig. 17 bis einschließlich Fig. 21 zeigen mehrere Ausführungsformen des Läufers, und Fig. 22 bis einschließlich Fig. 28 zeigen beispielhaft verschiedene Motoren, die durch die vorstehenden Ständer und Läufer gebildet werden. Es sollte beachtet werden, dass die Figuren lediglich Bezugs- und Darstellungszwecken dienen. Der Ständer und der Läufer gemäß vorliegender Erfindung sollen durch die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen nicht eingeschränkt werden. Das Gleiche gilt für die Motoren, die durch die in den Ausführungsformen gezeigten Ständer und Läufer gebildet werden.

[0055] Fig. 1 bis einschließlich Fig. 4 zeigen einen Ständer 10 gemäß einer ersten Ausführungsform. In dieser Ausführungsform hat der Ständer 10 einen Ständerkern 12, eine Isolierhalterung 14, die den Ständer 12 umgreift, und Wicklungen 16, die um die Isolierhalterung 14 herumgeführt sind.

[0056] Der Ständer 12 besteht aus geschichteten magnetisch leitenden Materialien wie Siliziumstahlblechen. Der Ständerkern 12 hat ein ringförmiges Joch 18 und eine Mehrzahl von Zähnen 20, die sich von einer Außenkante des Jochs 18 integral und radial nach außen erstrecken. Die Zähne 20 sind entlang einer Umfangsrichtung des Jochs 18 gleichmäßig angeordnet. Jeder Zahn 20 hat einen Zahnkörper 22, der mit dem Joch 18 verbunden ist, und eine Zahnschulter 24, die an einem distalen Ende des Zahnkörpers 22 gebildet ist. Der Zahnkörper 22 erstreckt sich entlang einer geraden Linie. Vorzugsweise erstreckt sich der Zahnkörper 22 entlang einer radialen Richtung des ringförmigen Jochs 18. Ein Wicklungsschlitz 26 ist zwischen jeweils zwei benachbarten Zahnkörpern 22 gebildet. Der Wicklungsschlitz 26 ist allgemein sektorförmig und hat eine Breite, die von dem Joch 18 in eine Richtung radial nach außen allmählich zunimmt. Die Zahnschulter 24 ist insgesamt bogenförmig, erstreckt sich allgemein entlang ihrer Umfangsrichtung und ist allgemein symmetrisch zu dem Zahnkörper 22. Vorzugsweise ist jede Zahnschulter 24 symmetrisch bezüglich eines Radius des Motors, der

durch eine Mitte des Zahnkörpers **22** des Zahns **20** verläuft. In der Umfangsrichtung hat die Zahnspitze **24** eine größere Breite als der Zahnkörper **22**, und zwei Umfangsseiten der Zahnspitze **24** erstrecken sich über den Zahnkörper **22** hinaus, um jeweils zwei Flügelbereiche **28** zu bilden. In dieser Ausführungsform sind zwischen den Flügelbereichen **28** von benachbarten Zahnspitzen **24** schmale Schlitzöffnungen **30** gebildet.

**[0057]** Jede Zahnspitze **24** hat eine Innenfläche **32**, die dem Zahnkörper **22** zugewandt ist, und eine Außenfläche **34**, die dem Läufer **50** zugewandt ist. Die Außenfläche **34** ist bevorzugt eine Bogenfläche. Die Außenflächen **34** der Zahnspitzen **24** wirken als eine Außenfläche des Ständers **10** und liegen allgemein an derselben zylindrischen Fläche, die koaxial zu dem Joch **18** des Ständers **10** ist. Schneidnuten **36** sind in der Innenfläche **32** der Zahnspitze **24** gebildet. In dieser Ausführungsform sind zwei Schneidnuten **36** vorgesehen, die in den beiden Flügelbereichen **28** nahe an und beabstandet von dem Zahnkörper **22** symmetrisch angeordnet sind. Jede Schneidnut **36** erstreckt sich entlang einer radialen Richtung, d. h. in einer Dickenrichtung jeder Zahnspitze **24**, in die Innenfläche **32** der Zahnspitze **24** hinein. Die Schneidnut **36** hat eine Tiefe, die allgemein die Hälfte der Dicke der Zahnspitze **24** an der Schneidnut **36** beträgt, so dass die Schneidnut **36** den Magnetweg nicht nennenswert beeinflusst.

**[0058]** Die Wicklung **16** ist um den Zahnkörper **22** herumgeführt und liegt an einer Innenseite der Zahnspitze **24**. Die Wicklung **16**, der Zahnkörper **22** und die Innenfläche **32** der Zahnspitze **24** sind durch die Isolierhalterung **14** voneinander getrennt. Die Isolierhalterung **14** besteht normalerweise aus einem Kunststoffmaterial, um einen Kurzschluss der Wicklung **16** zu vermeiden. Wie **Fig. 5** und **Fig. 6** zeigen, wird vor dem Herumführen der Wicklungen um den Ständerkern **12** ein Bereich der Zahnspitze **24** außerhalb der Schneidnut **36** nach außen geneigt, um einen Abstand zwischen benachbarten Zahnspitzen **24** zu verbreitern, so dass die Wicklungen **16** bequem um die Zahnkörper **22** herumgeführt werden können. Nach Fertigstellung der Wicklung wird die Außenfläche **34** der Zahnspitze **24** nach innen gedrückt, so dass sich die Zahnspitze **24** verformt und nach innen in Richtung auf den Zahnkörper **22** gebogen wird, um auf diese Weise die Bogenaußenfläche **34** zu bilden. Während dieses Vorgangs verkleinert sich der Abstand zwischen den Zahnspitzen **24**, um die Schlitzöffnung **30** zu verengen, so dass die schmale Schlitzöffnung **30** gebildet wird, und die Schneidnut **36** wird schmaler und sogar schlitzförmig. Vorzugsweise liegt ein Winkel zwischen dem Bereich der Zahnspitze **24** außerhalb der Schneidnut **36** vor der Verformung und dem Bereich nach der Verformung, d. h. ein Verformungswinkel, in dem Bereich von  $15^\circ$  bis  $60^\circ$ . Weiterhin vorzugsweise liegt der Ver-

formungswinkel des Bereichs der Zahnspitze **24** außerhalb der Schneidnut **36** in dem Bereich von  $20^\circ$  bis  $45^\circ$ .

**[0059]** Bei Ständern gleicher Größe wird die Zahnspitze **24** des Ständerkerns **12** des Ständers **10** vor dem Ausführen der Wicklungen nach außen geneigt, wodurch das Wickeln erleichtert wird. Nach Abschluss des Wickelvorgangs wird die Zahnspitze **24** verformt und nach innen gebogen. Verglichen mit der konventionellen Konstruktion des Ständerkerns durch geschichtete Siliziumstahlbleche, die in einem Schritt gestanzt werden, hat die Zahnspitze **24** in der Umfangsrichtung eine größere Breite, und die Breite der Schlitzöffnung **30** zwischen den Zahnspitzen **24** ist deutlich verringert, vorzugsweise auf die Hälfte oder sogar weniger als die Hälfte der Breite der Schlitzöffnung **30** der üblichen Ständerkernkonstruktion, wodurch das Rastmoment wirksam verringert wird. Es versteht sich, dass die Schneidnut **36** gebildet wird, um die Biegeverformung der Zahnspitze **24** nach innen zu erleichtern, wobei in manchen Ausführungsformen die Schneidnut **36** entfallen kann, wenn das Material der Zahnspitze **24** selbst über einen gewissen Grad einer Verformungsfähigkeit verfügt.

**[0060]** **Fig. 7** zeigt einen Ständerkern **12** des Ständers **10** gemäß einer zweiten Ausführungsform, die sich von dem vorstehenden Ständerkern insofern unterscheidet, als bei jeder Zahnspitze **24** der vorliegenden Ausführungsform die Schneidnut **36** an nur einem Flügelbereich **28** gebildet ist. Wenn man die in den Figuren gezeigte Orientierung als Beispiel nimmt, ist die jeweilige Schneidnut **36** in dem Flügelbereich **28** auf der in Gegenuhrzeigerrichtung liegenden Seite des entsprechenden Zahnkörpers **22** gebildet. Wie in **Fig. 8** dargestellt ist, wird vor der Bildung/Formung des Ständerkerns **12** nur der Flügelbereich **28** der Zahnspitze **24** auf der in der Gegenuhrzeigerrichtung liegenden Seite des Zahnkörpers **22** nach außen geneigt. Da alle Flügelbereiche **28** auf derselben Seite der Zahnspitzen **24** nach außen geneigt werden, sind der jeweilige geneigte Flügelbereich **28** und der nicht geneigte Flügelbereich **28** einer benachbarten Zahnspitze **24** in der Umfangsrichtung zueinander versetzt, so dass zwischen den benachbarten Flügelbereichen **28** ein immer noch größerer Abstand gebildet werden kann, der das Wickeln erleichtert. Nach Beendigung des Wickelvorgangs werden die geneigten Flügelbereiche **28** nach innen gebogen, wodurch sich der Abstand zwischen den benachbarten Flügelbereichen **28** verringert und so die schmale Schlitzöffnung **30** gebildet wird, wodurch das Rastmoment verringert wird.

**[0061]** **Fig. 9** zeigt einen Ständerkern **12** des Ständers **10** gemäß einer dritten Ausführungsform. Im Vergleich zu der vorhergehenden Ausführungsform unterscheidet sich der Ständerkern **12** der dritten Ausführungsform durch die Schneidnut **36**, die an

dem Verbindungsbereich des Flügelbereichs **28** und des Zahnkörpers **22** gebildet ist, und dadurch, dass nur einer der beiden Flügelbereiche **28** vor dem Wickeln nach außen geneigt wird, wie in **Fig. 10** gezeigt. Dadurch kann die Schneidnut **36** tiefer sein, der Neigungswinkel der Zahnspitze **24** kann größer sein, und der Abstand zwischen den Zahnspitzen **24** vor der Bildung/Formung des Ständerkerns kann größer sein, so dass sich die Wicklung bequemer ausführen lässt. Es versteht sich ferner, dass in den Verbindungsbereichen beider Wicklungsbereiche **28** und des Zahnkörpers **22** die Schneidnuten **36** gebildet sein können und dass beide Flügelbereiche **28** vor dem Wickeln nach außen geneigt werden.

**[0062]** **Fig. 11** bis einschließlich **Fig. 14** zeigen den Ständerkern **12** des Ständers **10** gemäß zwei weiteren Ausführungsformen, die sich dadurch unterscheiden, dass in einigen Zahnspitzen **24** die Schneidnuten **36** gebildet sind, während in einigen anderen Zahnspitzen die Schneidnuten **36** nicht gebildet sind. Die Zahnspitzen **24** mit den Schneidnuten sind abwechselnd mit den Zahnspitzen **24** ohne die Schneidnuten angeordnet. Vorzugsweise sind die Schneidnuten **36** der Zahnspitze **24** mit den Schneidnuten **36** jeweils in den beiden Flügelbereichen **28** gebildet. Vor dem Bilden/Formen des Ständerkerns werden beide Flügelbereiche **28** nach außen geneigt, wodurch zu den Zahnspitzen ohne Schneidnuten **36** jeweils größere Abstände gebildet werden, um das Wickeln zu erleichtern. Wie in **Fig. 11** und **Fig. 12** gezeigt ist, können die Schneidnuten **36** jeweils an den Verbindungsbereichen der Flügelbereiche **28** und des Körperbereichs **22** gebildet sein. Alternativ können die Schneidnuten **36** auch an den Mitten der Flügelbereiche **28** gebildet und von dem Zahnkörper **22** beabstandet sein, wie in **Fig. 13** und **Fig. 14** dargestellt.

**[0063]** In der vorstehenden Ausführungsform wird der Flügelbereich **28** der Zahnspitze **24** des Ständerkerns **12** vor dem Wickeln nach außen geneigt und verformt sich nach dem Wickeln durch ein Biegen nach innen. Das Herstellen der Wicklungen **16** wird dadurch erleichtert, und nach der abschließenden Bildung/Formung des Ständerkerns kann die Zahnspitze in der Umfangsrichtung eine größere Breite aufweisen, um die schmalere Schlitzöffnung **30** zu bilden und um dadurch das Rastmoment zu verringern. Solange einer der Flügelbereiche **28** auf gegenüberliegenden Seiten jeder Schlitzöffnung **30** nach außen geneigt wird, kann tatsächlich nur einer oder können beide der Flügel jeder Zahnspitze **24** desselben Ständerkerns **12** nach außen geneigt werden, oder es werden beide Flügel nicht nach außen geneigt. Das vorstehende Ziel lässt sich erreichen, in dem die geneigten Flügel und die nicht geneigten Flügel in verschiedenen zweckmäßigen Mustern kombiniert werden, die nicht auf die Ausführungsformen in den Zeichnungen beschränkt sind. In den vorstehend be-

schriebenen verschiedenen Ausführungsformen sind die Zahnspitzen **24** des Ständerkerns **12**, die zwischen sich schmale Schlitzöffnungen **30** bilden, entlang der Umfangsrichtung diskontinuierlich. In einigen anderen Ausführungsformen können die Zahnspitzen **24** entlang der Umfangsrichtung miteinander verbunden sein, wodurch das Rastmoment minimiert wird.

**[0064]** **Fig. 15** und **Fig. 16** zeigen den Ständerkern **12** des Ständers **10** gemäß zwei weiteren Ausführungsformen. In diesen beiden Ausführungsformen sind zwischen den benachbarten Zahnspitzen **24** Magnetbrücken gebildet. Die Magnetbrücken **38** verbinden die Zahnspitzen **24** zu einer Einheit, damit diese zusammen eine geschlossene Ringkante bilden. Vorzugsweise hat die geschlossene Ringkante an einer Position der Magnetbrücke **38** eine minimale radiale Dicke. Weiter vorzugsweise sind eine oder mehrere sich axial erstreckende Nuten **40** in einer Innenfläche der Magnetbrücke **38** gebildet. Wie dargestellt ist, bildet jede Magnetbrücke **38** eine Mehrzahl der Nuten **40**, die entlang der Umfangsrichtung gleichmäßig angeordnet sind. Damit die Wicklung ausgeführt werden kann, kann die Zahnspitze von dem Zahnkörper **22** an einem Verbindungsbereich zwischen denselben (wie in **Fig. 15** gezeigt) getrennt sein. Dadurch wird die durch die Zahnspitzen **24** kollektiv gebildete Ringkante nach dem Wickelvorgang rund um die Zahnkörper **22** entlang einer axialen Richtung erneut verbunden, um den Ständerkern **12** zu bilden. In der in **Fig. 16** dargestellten Ausführungsform sind die Zahnkörper **22** von dem Joch **18** an Verbindungsbereichen zwischen denselben getrennt, und nach dem Ausführen der Wicklung wird das Joch **18** in den Zahnkörpern **22** montiert, um den Ständerkern **12** zu bilden.

**[0065]** **Fig. 17** und **Fig. 18** zeigen den Ständerkern **12** gemäß zwei weiteren Ausführungsformen. Die Konstruktionen des Ständerkerns **12** dieser beiden weiteren Ausführungsformen sind im Prinzip jeweils die gleichen wie die der Ausführungsformen von **Fig. 15** und **Fig. 16**, mit der Ausnahme, dass eine äußere Umfangsfläche **34** der Zahnspitze **24** mit einer Positionierungsnut **42** versehen ist, die in dem Flügelbereich **28** angeordnet ist und von einer Mitte der Zahnspitze **24** abweicht, so dass die Zahnspitze **25** bezüglich eines Radius des Motors, der durch eine Mitte des Zahnkörpers **22** des Zahns **20** verläuft, asymmetrisch ist.

**[0066]** **Fig. 19** bis einschließlich **Fig. 23** zeigen den Läufer **50** gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Der Läufer **50** ist ein Außenläufer mit einem Gehäuse **52** und einem oder mehreren Permanentmagneten **54**, die an einer Innenseite des Gehäuses **52** befestigt sind. An dem Gehäuse **52** ist eine Außenwandfläche des Permanentmagnets **54** befestigt, die mit Hilfe von Klebstoff positioniert sein kann oder durch Umspritzen integral

mit dem Gehäuse verbunden sein kann. Eine Innenfläche **56** des Permanentmagnets **54** definiert einen Raum zur dortigen Befestigung des Ständers **10**. Der Raum ist geringfügig größer als der Ständer **10**, so dass der Ständer **10** und der Läufer **50** zwischen sich einen Spalt definieren.

**[0067]** Fig. 19 zeigt den Läufer **50** gemäß einer ersten Ausführungsform. In dieser Ausführungsform hat der Permanentmagnet **54** mehrere geteilte Magnete, die entlang der Umfangsrichtung des Gehäuses **52** gleichmäßig angeordnet sind, und zwischen jeweils zwei benachbarten Permanentmagneten **54** ist ein Spalt gebildet. Jeder Permanentmagnet **54** wirkt als ein Permanentmagnetpol des Läufers **50**, und benachbarte Permanentmagnete **54** haben entgegengesetzte Polarität. In dieser Ausführungsform ist jeder Permanentmagnet **54** Teil eines Kreisrings, und die dem Ständer **10** zugewandte Innenfläche **56** des Permanentmagnets **54** ist eine Bogenfläche. Die Innenflächen **56** sämtlicher Permanentmagnete **54**, die koaxial zu dem Läufer **50** an derselben zylindrischen Fläche liegen, bilden die Innenfläche des Läufers **50**. Wenn einer der vorstehend beschriebenen Ständer in dem Läufer **50** montiert ist, ist ein radialer Abstand zwischen der Außenfläche der Zahnspitze **24** des Ständers **10** und der Innenfläche **56** des Permanentmagnets **54** des Läufers **50** entlang der Umfangsrichtung konstant, weshalb der Ständer und der Rotor **10**, **50** zwischen sich einen im Wesentlichen gleichmäßigen Spalt bilden.

**[0068]** Vorzugsweise ist ein Polbogenkoeffizient jedes Permanentmagnets **54**, d. h. ein Verhältnis des aufgespannten Winkels  $\alpha$  des Permanentmagnetpols **54** zu einem Quotient von 360 Grad durch die Rotorpolzahl  $N$ , d. h.  $\alpha:360/N$ , größer als 0,7, wodurch die Drehmomentcharakteristiken des Motors verbessert und die Leistung des Motors gesteigert werden kann. In verschiedenen Ausführungsformen des Ständers **10** und Läufers **50** des Motors ist die Anzahl der Permanentmagnete **54** die gleiche wie die Anzahl der Zähne **20**, d. h. die Magnetpole des Ständers **10** und des Läufers **50** sind gleich. Wie dargestellt ist, sind acht Permanentmagnete **54** und acht Zähne **20** vorhanden, wobei diese acht Magnete **54** acht Magnetpole des Läufers **50** bilden und die acht Zähne **20** zwischen sich acht Wicklungsschlitze **26** definieren, so dass zusammenwirkend ein Motor mit acht Polen und acht Schlitzen gebildet wird. In anderen Ausführungsformen kann die Anzahl der Zähne **20** des Ständers **10** ein Mehrfaches der Anzahl von Permanentmagneten **54** des Läufers **50** sein. Zum Beispiel kann die Anzahl der Zähne **20** das Zwei- oder Dreifache der Anzahl von Permanentmagnetpolen **54** betragen. Vorzugsweise sind die Wicklungen **16** des Ständers **10** durch einen einphasigen bürstenlosen Gleichstrommotortreiber an einphasigen Gleichstrom angeschlossen und werden mit diesem versorgt, wodurch ein einphasiger bürstenloser Gleichstrommo-

tor gebildet wird. In einer weiteren Ausführungsform ist die Konstruktion der vorliegenden Erfindung gleichermaßen als einphasiger Permanentmagnet-Synchronmotor anwendbar.

**[0069]** Fig. 20 bis einschließlich Fig. 23 zeigen Läufer **50** gemäß verschiedenen weiteren Ausführungsformen. In diesen Ausführungsformen ist die Innenwandfläche **56** des Magnets **54** keine zylindrische Bogenfläche, und nach der Montage des Ständers **10** definieren der Ständer **10** und der Läufer **50** zwischen sich einen ungleichmäßigen Spalt. Diese Ausführungsformen werden nachstehend näher erläutert.

**[0070]** Fig. 20 zeigt den Läufer **50** gemäß einer zweiten Ausführungsform. In der zweiten Ausführungsform ist der Permanentmagnet **54** symmetrisch um seine Mittellinie, die sich entlang der Dickenrichtung des Magnets **54** erstreckt. Der Permanentmagnet **54** hat eine Dicke, die von einer Umfangsmitte zu zwei Umfangsseiten des Permanentmagnets fortschreitend kleiner wird. Die Innenfläche **56** jedes Permanentmagnets **54**, die dem Ständer **10** zugewandt ist, ist eine ebene Fläche, die sich parallel zu einer Tangentialrichtung einer radialen Außenfläche des Ständers erstreckt. Jeder Permanentmagnet **54** bildet einen Permanentmagnetpol. In einem radialen Querschnitt, wie in Fig. 20 gezeigt, liegen die Innenflächen des Permanentmagnets **54** jeweils an Seiten eines regelmäßigen Vielecks. Dadurch ist der zwischen den Permanentmagnetpolen **54** und dem Ständer **10** gebildete Spalt ein symmetrischer ungleichmäßiger Spalt. Die Größe des Spalts hat an einer der Umfangsmitte des Permanentmagnets **54** entsprechenden Position einen minimalen Wert und nimmt von der Position des minimalen Werts in Richtung auf die beiden Umfangsseiten des Permanentmagnets **54** fortschreitend zu. Durch den vorgesehenen symmetrischen ungleichmäßigen Spalt wird die Positionierung des Läufers **50** an einer Position, die bei abgeschaltetem Motor von einer Totpunktposition abweicht, derart erleichtert, dass der Läufer beim Anschalten des Motors erfolgreich anlaufen kann.

**[0071]** Fig. 21 zeigt den Läufer **50** gemäß einer dritten Ausführungsform, die sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 20 hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass der Permanentmagnet **54** eine integrale Struktur in Form eines in der Umfangsrichtung geschlossenen Rings hat. Der ringförmige Permanentmagnet **54** hat eine Mehrzahl von Abschnitten in der Umfangsrichtung. Jeder Abschnitt wirkt als ein Magnetpol des Läufers **50**, und einander benachbarte Abschnitte haben unterschiedliche Polarität. Ähnlich wie jeder Permanentmagnet **54** des Läufers **50** von Fig. 20 hat jeder Abschnitt des Permanentmagnets **54** eine Dicke, die von einer Umfangsmitte hin zu zwei Umfangsseiten fortschreitend kleiner wird. Die dem Ständer **10** zugewandte Innenfläche **56** je-

des Abschnitts ist eine ebene Fläche. In einem radialen Querschnitt, wie in **Fig. 21** gezeigt, bilden sämtliche Abschnitte des Permanentmagnets **54** zusammenwirkend eine regelmäßig vieleckige Innenfläche des Läufers **50**. Ähnlich wie die Ausführungsform von **Fig. 20** ist der zwischen jedem Magnetpol des Permanentmagnets **54** und der Außenfläche des Ständers **10** gebildete Spalt ein symmetrischer ungleicher Spalt.

**[0072]** **Fig. 22** zeigt den Läufer **50** gemäß einer vierten Ausführungsform, die ähnlich ist wie die Ausführungsform von **Fig. 20**, wobei der Läufer **50** eine Mehrzahl von Permanentmagneten **54** aufweist, die in Umfangsrichtung voneinander beabstandet sind, und jeder Permanentmagnet **54** hat eine ebene Innenwandfläche **56**. In dieser Ausführungsform hat der Permanentmagnet **54** im Unterschied eine asymmetrische Struktur mit einer Dicke, die von einer Umfangsseite in Richtung auf die andere Umfangsseite fortschreitend größer wird und von einer der anderen Umfangsseite benachbarten Seite fortschreitend kleiner wird. Der Permanentmagnet **54** hat eine maximale Dicke an einer von einer Umfangsmitte des Permanentmagnets **54** abweichenden Position, und die beiden Umfangsseiten des Permanentmagnets **54** haben eine unterschiedliche Dicke. Verbindungslinien zwischen zwei Endseiten der Innenfläche **56** des Permanentmagnets **54** und einer Mitte des Läufers **50** bilden ein ungleichschenkeliges Dreieck. Dadurch definieren der Ständer **10** und der Läufer **50** nach dem Zusammenbau mit dem Ständer **10** zwischen sich einen ungleichen asymmetrischen Spalt. Das Vorsehen des asymmetrischen ungleichen Spalts erleichtert die Positionierung des Läufers **50** an einer Position, die bei abgeschaltetem Motor von einer Totpunktposition abweicht, so dass der Läufer **50** beim Anschalten des Motors erfolgreich anlaufen kann.

**[0073]** **Fig. 23** zeigt den Läufer **50** gemäß einer fünften Ausführungsform. In dieser Ausführungsform hat der Läufer **50** ein Gehäuse **52** und eine Mehrzahl von Permanentmagneten **54** und Magnetelementen **58**, die an einer Innenseite des Gehäuses **52** befestigt sind. Die Magnetelemente **58** können aus einem hartmagnetischen Material wie ferromagnetischem Material oder seltenen Erden und aus weichmagnetischem Material wie Eisen bestehen. Die Permanentmagnete **54** und die Magnetelemente **58** sind alternierend und voneinander beabstandet in der Umfangsrichtung angeordnet, wobei ein Magnetelement **58** jeweils zwischen zwei benachbarte Permanentmagnete **54** geschaltet ist. In dieser Ausführungsform ist der Permanentmagnet **54** säulenförmig mit einem allgemein viereckigen Querschnitt. Jeweils zwei benachbarte Permanentmagnete **54** definieren zwischen sich einen großen Zwischenraum, dessen Umfangsbreite weit größer ist als die des Permanentmagnets **54**. Dadurch hat das Magnetelement **58** eine größere Umfangsbreite als der Permanentmagnet

**54**, wobei diese Breite einem Mehrfachen der Breite des Permanentmagnets **54** entsprechen kann.

**[0074]** Das Magnetelement **58** ist symmetrisch um den Radius des Läufers, der durch eine Mitte des Magnetelements **58** verläuft. Das Magnetelement **58** hat eine Dicke, die von einer Umfangsmitte zu beiden Umfangsseiten fortlaufend kleiner wird. Eine minimale Dicke des Magnetelements **58**, d. h. die Dicken an seinen Umfangsseiten, ist im Wesentlichen die gleiche wie die des Permanentmagnets **54**. Die innere Umfangsfläche **60** des Magnetelements **58**, die dem Ständer **10** zugewandt ist, ist eine ebene Fläche, die sich parallel zu einer Tangentialrichtung einer Außenfläche des Ständers **10** erstreckt. Dadurch bilden die inneren Umfangsflächen **56** der Permanentmagnete **54** und die inneren Umfangsflächen **60** der Magnetelemente **58** zusammen die Innenfläche des Läufers **50**, die in einem radialen Querschnitt des Läufers **50** ein symmetrisches Vieleck ist. Nach dem Zusammensetzen des Läufers **50** mit dem Ständer **10** ist ein zwischen dem Ständer **10** und dem Läufer **50** gebildeter Spalt ein symmetrischer ungleicher Spalt. Vorzugsweise ist der Permanentmagnet **54** entlang der Umfangsrichtung magnetisiert, d. h. die umfangsseitigen Wandflächen der Permanentmagnete **54** sind so polarisiert, dass sie korrespondierende Polaritäten aufweisen. Zwei benachbarte Permanentmagnete **54** haben eine einander entgegengesetzte Polarisierungsrichtung. Das heißt, zwei einander gegenüberliegende Flächen der beiden einander benachbarten Permanentmagnete **54** haben gleiche Polarität. Dadurch sind die Magnetelemente **58** zwischen zwei benachbarten Permanentmagneten **54** zu den entsprechenden Magnetpolen polarisiert, und die beiden benachbarten Magnetelemente **58** haben entgegengesetzte Polarität.

**[0075]** Motoren mit unterschiedlichen Charakteristiken lassen sich mit verschiedenen Kombinationen der vorstehenden Ständer **10** und Läufer **50** erzielen, wovon einige nachstehend beschrieben werden.

**[0076]** **Fig. 24** zeigt einen Motor, der durch den in **Fig. 1** bis einschließlich **Fig. 4** dargestellten Ständer **10** der ersten Ausführungsform und den in **Fig. 20** dargestellten Läufer **50** gebildet wird. Die Zahnspitzen **24** des Ständers **10** sind in der Umfangsrichtung voneinander beabstandet, so dass die Schlitzöffnungen **30** gebildet werden, und die Außenflächen **34** der Zahnspitzen **24** liegen an derselben zylindrischen Fläche, so dass die gesamte Außenfläche des Ständers **10** kreisförmig ist. Die Permanentmagnetpole **54** des Läufers **50** sind in der Umfangsrichtung voneinander beabstandet, und die Innenfläche **56** des Permanentmagnetpols **54**, die dem Ständer **10** zugewandt ist, ist eine ebene Fläche, so dass die gesamte Fläche des Läufers **50** die Form eines regelmäßigen Vielecks hat. Die Außenfläche **34** des Ständers **10** und die Innenfläche **56** des Rotors **50** sind radial von-

einander beabstandet, so dass ein Spalt **62** gebildet wird. Der Spalt **62** hat eine radiale Breite, die entlang der Umfangsrichtung des Permanentmagnetpols **54** variiert, wobei der Spalt ein symmetrischer ungleicher Spalt **62** ist, der um die Mittellinie des Permanentmagnetpols **54** symmetrisch ist. Die radiale Breite des Spalts **62** nimmt von der Umfangsmitte zu den beiden Umfangsseiten der Innenfläche **56** des Permanentmagnets **54** fortschreitend zu.

**[0077]** Es wird auch auf **Fig. 25** Bezug genommen. Der radiale Abstand zwischen der Umfangsmitte der Innenfläche **56** des Permanentmagnets **54** und der Außenfläche **34** der Zahnspitze **24** ist die minimale Breite  $G_{min}$  des Spalts **62**, und der radiale Abstand zwischen den Umfangsseiten der Innenfläche **56** des Permanentmagnets **54** und der Außenfläche **34** der Zahnspitze **24** ist die maximale Breite  $G_{max}$  des Spalts **62**. Vorzugsweise ist ein Verhältnis der maximalen Breite  $G_{max}$  zu der minimalen Breite  $G_{min}$  des Spalts größer als 1,5, d. h.  $G_{max} : G_{min} > 1,5$ . Weiter bevorzugt ist  $G_{max} : G_{min} > 2$ . Vorzugsweise ist die Breite  $D$  der Schlitzöffnung **30** nicht größer als das Fünffache der minimalen Breite  $G_{min}$  des Spalts **62**, d. h.  $D \leq 5 G_{min}$ . Vorzugsweise ist die Breite  $D$  der Schlitzöffnung **30** gleich der oder größer als die minimale Breite  $G_{min}$  des Spalts **62**, jedoch kleiner als das oder gleich dem Dreifachen der minimalen Breite  $G_{min}$  des Spalts **62**, d. h.  $G_{min} \leq D \leq 3 G_{min}$ .

**[0078]** Es wird auf **Fig. 24** und **Fig. 26** Bezug genommen. Wenn der Motor nicht angeschaltet ist, erzeugen die Permanentmagnete **54** des Läufers **50** eine Anziehungskraft, die die Zähne **20** des Ständers **10** anzieht. **Fig. 24** und **Fig. 26** zeigen den Läufer **50** in verschiedenen Positionen. Insbesondere zeigt **Fig. 26** den Läufer **50** in einer Totpunktposition (d. h. eine Mitte des Magnetpols des Läufers **50** ist auf eine Mitte der Zahnspitze **24** des Ständers **19** ausgerichtet). **Fig. 24** zeigt den Läufer **50** in einer Ausgangsposition (d. h. in der Stoppposition des Läufers **50**, wenn der Motor nicht mit Strom versorgt wird oder abgeschaltet ist). Wie in **Fig. 24** und **Fig. 26** gezeigt ist, beträgt der Magnetfluss des Magnetfeldes, das durch den Magnetpol des Läufers **50** erzeugt wird, der durch den Ständer **10** verläuft,  $\Phi_1$ , wenn sich der Läufer **50** in der Totpunktposition befindet. Der Magnetfluss des Magnetfeldes, das durch den Magnetpol des Läufers **50** erzeugt wird, der durch den Ständer **10** verläuft, beträgt  $\Phi_2$ , wenn sich der Läufer **50** in der Ausgangsposition befindet. Da  $\Phi_1 > \Phi_2$  ist und da der Weg von  $\Phi_2$  kürzer ist als der von  $\Phi_1$  und da der Magnetwiderstand von  $\Phi_2$  kleiner ist als der von  $\Phi_1$ , kann der Läufer **50** in einer Ausgangsposition positioniert werden, wenn der Motor nicht mit Strom versorgt wird, wodurch ein Anhalten an der Totpunktposition, die in **Fig. 24** gezeigt ist, und daher ein Versagen beim Anlaufend des Läufers **50** verhindert wird, wenn der Motor angeschaltet wird.

**[0079]** Es wird auf **Fig. 24** Bezug genommen. In dieser Ausgangsposition liegt die Mittellinie der Zahnspitze des Ständers näher zur Mittellinie des neutralen Bereichs zwischen zwei benachbarten Magnetpolen **54** als Mittellinien der beiden benachbarten Magnetpole **54**. Vorzugsweise ist eine Mittellinie der Zahnspitze **24** des Zahns **20** des Ständers **10** auf die Mittellinie des neutralen Bereichs zwischen zwei benachbarten Permanentmagnetpolen **54** ausgerichtet. Diese Position weicht am weitesten von der Totpunktposition ab, wodurch sich wirksam verhindern lässt, dass der Läufer nicht anläuft, wenn der Motor angeschaltet wird. Bedingt durch andere Faktoren in der Praxis, wie zum Beispiel Reibung, kann die Mittellinie der Zahnspitze **24** in der Ausgangsposition von der Mittellinie des Neutralbereichs zwischen zwei benachbarten Permanentmagnetpolen **54** um einen Winkel von beispielsweise 0 bis 30 Grad abweichen, dennoch ist die Ausgangsposition von der Totpunktposition weit entfernt. In den vorstehenden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung kann der Läufer durch das Streumagnetfeld, das durch die Permanentmagnete **54** des Läufers **50** erzeugt wird, der mit den Zahnspitzen **24** des Ständers wirkt, in der Ausgangslage positioniert werden, die von der Totpunktlage abweicht. Der durch die Permanentmagnete **54** erzeugte Streumagnetfluss verläuft nicht durch die Zahnkörper **22** und die Wicklungen **16**. Das Rastmoment des einphasigen bürstenlosen Permanentmagnetmotors, der in dieser Weise ausgebildet ist, lässt sich wirksam verringern, so dass der Motor über einen besseren Wirkungsgrad und eine bessere Leistung verfügt. Experimente haben gezeigt, dass die Spitze des Rastmoments eines wie vorstehend beschriebenen ausgebildeten einphasigen bürstenlosen Außenläufermotors (mit einem Nenndrehmoment von 1 Nm, einer Nenndrehzahl von 1000 U/min und einer Stapelhöhe des Ständerkerns von 30 mm) weniger als 80 mNm beträgt.

**[0080]** **Fig. 27** zeigt einen Motor, der durch den Ständer **10** der in **Fig. 1** bis einschließlich **Fig. 4** dargestellten ersten Ausführungsform und den Läufer **50** der in **Fig. 21** dargestellten dritten Ausführungsform gebildet wird. Die Zahnspitzen **24** des Ständers **10** sind in der Umfangsrichtung voneinander beabstandet, um die Schlitzöffnungen **30** zu bilden, und die Außenflächen **34** der Zahnspitzen **24** liegen an derselben zylindrischen Fläche. Der Permanentmagnet **54** des Läufers **50** hat mehrere Abschnitte, die in der Umfangsrichtung miteinander verbunden sind, wobei jeder Abschnitt als ein Magnetpol des Läufers **50** wirkt, und die Innenwandfläche **56** des Magnetpols ist eine ebene Fläche, so dass die Innenfläche des gesamten Läufers **50** die Form eines regelmäßigen Vielecks hat. Der Ständer **10** und der Läufer **50** bilden zwischen sich den symmetrischen ungleichen Spalt **62**, wobei die Breite des Spalts **62** von zwei Umfangsseiten in Richtung auf die Umfangsmitte jedes Magnetpols zunehmend größer wird, wobei die maxi-

male Breite  $G_{max}$  in der Umfangsmittle des Magnetpols und die minimale Breite  $G_{min}$  an den Umfangsseiten liegt. Wenn der Läufer **50** stillsteht, ist die Mitte jeder Zahnspitze **24** auf eine Verbindungsstelle zwischen zwei entsprechenden Abschnitten des Permanentmagnets **54** ausgerichtet, wodurch die Totpunktposition vermieden und das Wiederanlaufen des Läufers **50** erleichtert wird.

**[0081]** Fig. 28 zeigt einen Motor, der durch den Ständer **10** der in Fig. 9 und Fig. 10 dargestellten dritten Ausführungsform und den Läufer **50** der in Fig. 22 dargestellten vierten Ausführungsform gebildet wird. Die Zahnspitzen **24** des Ständers **10** sind in der Umfangsrichtung voneinander beabstandet, um die Schlitzöffnungen **30** zu bilden, und die Außenwandflächen **34** der Zahnspitzen **24** liegen an derselben zylindrischen Fläche. Der Permanentmagnet des Läufers **50** hat eine asymmetrische Struktur mit ungleicher Dicke entlang der Umfangsrichtung. Die Innenwandfläche **56** des Permanentmagnets **54** des Läufers **50** ist unter einem Winkel relativ zu einer Tangentialrichtung der Außenwandfläche **34** der Zahnspitze **24** geneigt, wobei die Innenwandfläche **56** des Permanentmagnets **54** und die Außenwandfläche **34** der Zahnspitze **24** zwischen sich einen ungleichmäßigen asymmetrischen Spalt **62** definieren. Die Breite des Spalts **62** nimmt von einer Umfangsseite in Richtung auf die andere Umfangsseite des Permanentmagnets **54** zunächst fortschreitend ab und danach fortschreitend zu. Nimmt man die in den Zeichnungen angegebene Orientierung als Beispiel, so hat der Spalt **62** die maximale Breite  $G_{max}$  auf der in Uhrzeigerichtung liegenden Seite des Permanentmagnets **54** und hat die minimale Breite  $G_{min}$  an einer Position, die zwar der in Uhrzeigerichtung liegenden Seite des Permanentmagnets **54** benachbart ist, jedoch von dieser abweicht.

**[0082]** Fig. 29 zeigt einen Motor, der durch den Ständer **10** der in Fig. 9 und Fig. 10 dargestellten dritten Ausführungsform und den Läufer **50** der in Fig. 23 dargestellten fünften Ausführungsform gebildet wird. Die Zahnspitzen **24** des Ständers **10** sind in der Umfangsrichtung voneinander beabstandet, um die Schlitzöffnungen **30** zu bilden, und die Außenflächen **34** der Zahnspitzen **24** liegen an derselben zylindrischen Fläche. Der Läufer **50** enthält die Permanentmagnete **54** und die Magnetelemente **58**, die in der Umfangsrichtung alternierend und voneinander beabstandet angeordnet sind. Die Innenflächen **56** der Permanentmagnete **54** und die Innenflächen **60** der Magnetelemente **58** bilden zusammen die vieleckige Innenfläche des Läufers **50**. Der Ständer **10** und der Läufer **50** bilden zwischen sich einen symmetrischen ungleichen Spalt **62**, dessen Größe von einer Umfangsmittle zu zwei Umfangsseiten des Magnetelements **58** fortlaufend abnimmt und die maximale Breite  $G_{max}$  an der mit dem Permanentmagnet **54** korrespondierenden Position erreicht. Durch die Streuma-

gnetflusskreise, deren jeder durch einen Permanentmagnetpol **54**, zwei benachbarte Magnetelemente **58** und eine korrespondierende Zahnspitze **24** verläuft, lässt sich der Läufer **50** in der Ausgangsposition positionieren. In der Ausgangsposition ist eine Mitte des Permanentmagnets **54** radial auf eine Mitte der Zahnspitze **24** ausgerichtet, so dass der Permanentmagnet **54** eine Umfangskraft auf den Ständer **10** ausübt, um das Anlaufen des Läufers **50** zu erleichtern.

**[0083]** Fig. 30 zeigt einen Motor, der durch den in Fig. 17 dargestellten Ständer **10** und den in Fig. 19 dargestellten Läufer **50** gebildet wird. Die Zahnspitzen **24** des Ständers **10** sind in der Umfangsrichtung miteinander verbunden, und die gesamte Außenfläche des Ständers **10**, d. h. die Außenwandfläche **34** der Zahnspitze **24**, ist eine zylindrische Fläche. Die Innenfläche des Läufers **50**, d. h. die Innenwandflächen **56** der Permanentmagnete **54**, liegen koaxial zur Außenwandfläche **34** des Ständers **10** an einer zylindrischen Fläche. Die Außenwandfläche **34** des Ständers **10** und die Innenwandfläche **56** des Läufers **50** definieren einen gleichmäßigen Spalt **62**. Die Außenwandfläche **34** der Zahnspitze **24** ist mit Positionierungsnuten **42** versehen, wodurch der Zahnspitze **24** eine asymmetrische Struktur verliehen wird und sichergestellt wird, dass bei stillstehendem Läufer **50** eine Mittellinie des Bereichs zwischen zwei benachbarten Permanentmagneten **54** unter einem Winkel relativ zu einer Mittellinie der Zahnspitze **24** des Zahns **20** des Ständers **10** abweicht. Vorzugsweise ist bei stillstehendem Läufer der Positionierungsschlitz **42** des Ständers **10** auf die Mittellinie der beiden benachbarten Permanentmagnete **54** des Läufers **50** ausgerichtet, wodurch der Läufer **50** bei jedem Start des Motors erfolgreich anlaufen kann.

**[0084]** Fig. 31 zeigt einen Motor, der durch den Stator **10** der in Fig. 15 gezeigten Ausführungsform und den Läufer **50** der in Fig. 20 gezeigten Ausführungsform gebildet wird. Die Zahnspitzen **24** des Ständers **10** sind in der Umfangsrichtung miteinander verbunden, und die gesamte Außenfläche des Ständers **10** ist eine zylindrische Fläche. Die Innenwandfläche **56** des Permanentmagnets **54** des Läufers **50** ist eine ebene Fläche, die sich parallel zu einer Tangentialrichtung einer Außenfläche des Ständers **10** erstreckt. Die Innenwandfläche **56** des Permanentmagnets **54** und die Außenwandfläche **34** der Zahnspitze **24** bilden zwischen sich einen symmetrischen ungleichen Spalt **62**. Die Breite des Spalts **62** nimmt von einer Umfangsmittle zu zwei Umfangsseiten des Permanentmagnets **54** fortschreitend ab, wobei eine minimale Breite  $G_{min}$  an der Umfangsmittle des Permanentmagnets **54** und eine maximale Breite  $G_{max}$  an den beiden Umfangsseiten liegt.

**[0085]** Fig. 32 zeigt den in einem Elektrogerät **4** verwendeten erfindungsgemäßen Motor gemäß einer weiteren Ausführungsform. Das Elektrogerät **4** kann

eine Dunstabzugshaube, ein Lüftungsgebläse oder eine Klimaanlage mit einem durch die Läuferwelle **21** des Motors angetriebenen Antriebsrad **3** sein. Das Elektrogerät **4** kann auch eine Waschmaschine oder eine Trockenmaschine sein, die eine durch den Läufer **50** des Motors angetriebene Geschwindigkeitsreduziervorrichtung **3** umfasst.

**[0086]** Es sollte beachtet werden, dass die Ständer **10** der **Fig. 1** bis einschließlich **11** im Wesentlichen bau- und merkmalsgleich sind, bei denen schmale Schlitzöffnungen oder sogar keine Schlitzöffnungen gebildet sind und die untereinander austauschbar sind, um in Kombination mit dem Läufer **50** die gleiche Funktion zu erfüllen. Außerdem können abhängig von den verschiedenen Spalten, die zwischen dem Ständer und dem Läufer gebildet sind, und abhängig von der Symmetrie und Asymmetrie der Ständer- und Läuferausbildungen geeignete Schaltkreise gebildet werden, um ein erfolgreiches Anlaufen des Läufers **50** zu ermöglichen, wenn der Motor angeschaltet wird. Es versteht sich, dass die Kombinationen des Ständers **10** und des Läufers **50** nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt sind. Vielmehr sind innerhalb des Rahmens der vorliegenden Erfindung verschiedene Modifikationen möglich, weshalb der Schutzzumfang der Erfindung durch die anliegenden Ansprüche bestimmt wird.

### Schutzansprüche

1. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor, umfassend einen Ständerkern mit: einem Joch; und mit einer Mehrzahl von Zähnen, die sich von einer Außenkante des Jochs nach außen erstrecken, wobei jeder der Zähne umfasst: einen Zahnkörper, der mit dem Joch verbunden ist, einen Wicklungsschlitz, der jeweils zwischen zwei benachbarten Zahnkörpern gebildet ist; und eine Zahnspitze, die an einem distalen Ende des Zahnkörpers gebildet ist, und eine Schlitzöffnung, die zwischen zwei benachbarten Zahnspitzen gebildet ist, wobei die Zahnspitze in der Umfangsrichtung eine größere Breite als der Zahnkörper hat und daher in der Umfangsrichtung über den Zahnkörper hervorsteht, wobei die dem Ständer zugewandten Innenflächen zumindest eines Teils der Zahnspitzen mit Schneidnuten ausgebildet sind, so dass ein Bereich der Zahnspitze außerhalb der Schneidnut nach außen geneigt werden kann, um die Schlitzöffnung zu verbreitern, und nach innen verformt werden kann, um die Schlitzöffnung zu verengen.
2. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor nach Anspruch 1, wobei der Bereich der Zahnspitze außerhalb der Schneidnut einen Verformungswinkel von  $15^\circ$  bis  $60^\circ$  aufweist.
3. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor nach Anspruch 1, wobei der Bereich der Zahnspitze außerhalb der Schneidnut einen Verformungswinkel von  $20^\circ$  bis  $45^\circ$  aufweist.
4. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Schneidnut in einem Verbindungsbereich zwischen der Zahnspitze und dem Zahnkörper gebildet ist.
5. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Schneidnut dem Zahnkörper benachbart ist und von dem Zahnkörper beabstandet ist.
6. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei jede der Zahnspitzen mit der Schneidnut ausgebildet ist.
7. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei nur eine Schneidnut an der Zahnspitze gebildet ist und wobei eine Seite der Zahnspitze nach außen geneigt wird, bevor die Zahnspitze zwangsgebogen wird, um den Ständerkern zu bilden/formen.
8. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Zahnspitzen einer Hälfte der Mehrzahl von Zähnen mit den Schneidnuten ausgebildet sind, die Zahnspitzen der anderen Hälfte der Mehrzahl von Zähnen nicht mit den Schneidnuten ausgebildet sind und die Zahnspitzen mit den Schneidnuten und die Zahnspitzen ohne die Schneidnuten in Umfangsrichtung alternierend und voneinander beabstandet angeordnet sind.
9. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Anzahl von Schneidnuten an der Zahnspitze zwei beträgt, wobei sich die beiden Schneidnuten auf einander gegenüberliegenden Seiten des Zahnkörpers befinden und wobei beide Seiten der Zahnspitze nach außen geneigt werden, bevor die Zahnspitze nach innen zwangsgebogen wird, um den Ständerkern zu bilden/formen.
10. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Ständer ferner Wicklungen hat, die um den Ständerkern herumgeführt sind, wobei der Bereich der Zahnspitze außerhalb der Schneidnut nach außen geneigt wird, bevor die Wicklungen um den Ständerkern herumgeführt werden; und wobei sich der geneigte Bereich der Zahnspitze nach Ausführung der Wicklungen um den Ständerkern verformt und nach innen biegt, um den Ständerkern zu bilden/formen.
11. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor, umfassend:

einen Ständerkern mit:  
 einem Joch; und  
 einer Mehrzahl von Zähnen, die sich von einer Außenkante des Jochs nach außen erstrecken, wobei jeder der Zähne einen Zahnkörper hat, der mit dem Joch verbunden ist, und eine Zahnspitze, die an einem distalen Ende des Zahnkörpers gebildet ist, wobei die Zahnspitze eine größere Breite als der Zahnkörper hat, wobei sich zwei Umfangsseiten der Zahnspitze über den Zahnkörper hinaus erstrecken, um jeweils zwei Flügelbereiche zu bilden, wobei zwischen benachbarten Flügelbereichen von jeweils zwei benachbarten Zahnspitzen eine Schlitzöffnung gebildet ist; und  
 wobei Wicklungen um die Zahnkörper herumgeführt sind;  
 wobei mindestens einer von zwei jeder Schlitzöffnung benachbarten Flügelbereiche vor dem Ausführen der Wicklungen nach außen geneigt wird und wobei der geneigte Flügelbereich nach dem Ausführen der Wicklungen verformt und nach innen gebogen wird, um den Ständerkern zu bilden/formen.

12. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor nach Anspruch 11, wobei beide Flügelbereiche jeder der Zahnspitzen einer Hälfte der Mehrzahl von Zähnen nach außen geneigt werden, wobei keiner der Flügelbereiche der Zahnspitzen der anderen Hälfte der Mehrzahl von Zähnen nach außen geneigt wird und wobei die Zahnspitzen mit den geneigten Flügelbereichen und die Zahnspitzen ohne die geneigten Flügelbereiche in der Umfangsrichtung alternierend und voneinander beabstandet angeordnet sind.

13. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor nach Anspruch 11, wobei vor dem Ausführen der Wicklungen einer der Flügelbereiche jeder Zahnspitze nach außen geneigt wird, der andere der Flügelbereiche jeder Zahnspitze nicht nach außen geneigt wird und sämtliche geneigten Flügelbereiche auf derselben Seite der Zahnkörper liegen.

14. Ständer für einen einphasigen Außenläufermotor nach Anspruch 11, wobei der geneigte Flügelbereich mit einer Schneidnut ausgebildet ist und wobei sich der geneigte Flügelbereich nach dem Ausführen der Wicklungen verformt und nach innen biegt, um die Schneidnut zu verringern oder zu eliminieren.

15. Einphasiger Außenläufermotor, umfassend:  
 einen Ständer mit einem Ständerkern und Wicklungen, die an dem Ständerkern ausgeführt sind, wobei der Ständerkern ein Joch und eine Mehrzahl von Zähnen hat, die sich von einer Außenkante des Jochs nach außen erstrecken und die jeweils umfassen:  
 einen Zahnkörper, der mit dem Joch verbunden ist,  
 einen Wicklungsschlitz, der zwischen jeweils zwei benachbarten Zahnkörpern gebildet ist; und

eine Zahnspitze, die an einem distalen Ende des Zahnkörpers gebildet ist, und eine Schlitzöffnung, die zwischen jeweils zwei benachbarten Zahnspitzen gebildet ist, wobei die Zahnspitze in einer Umfangsrichtung eine größere Breite als der Zahnkörper hat und daher in der Umfangsrichtung über den Zahnkörper hinausragt, um jeweils zwei Flügelbereiche zu bilden, wobei zwischen zwei benachbarten Flügelbereichen von jeweils zwei benachbarten Zahnspitzen eine Schlitzöffnung gebildet ist, wobei eine dem Ständer zugewandte Innenfläche zumindest eines von zwei benachbarten Flügelbereichen auf einander gegenüberliegenden Seiten jeder Schlitzöffnung mit einer Schneidnut ausgebildet ist, so dass vor dem Ausführen der Wicklungen ein Bereich der Zahnspitze außerhalb der Schneidnut nach außen geneigt werden kann, um die Schlitzöffnung zu verbreitern, und nach dem Ausführen der Wicklungen der geneigte Bereich der Zahnspitze verformt und nach innen gebogen werden kann, um die Schlitzöffnung zu verengen; und

einen Läufer, der den Ständer umschließt, wobei der Läufer ein Gehäuse hat und mindestens ein Permanentmagnet in dem Gehäuse angeordnet ist, um eine Mehrzahl von Magnetpolen zu bilden, wobei Innenflächen der Magnetpole Außenflächen der Zahnspitzen gegenüberliegen und von diesen radial beabstandet sind, um auf diese Weise dazwischen einen Spalt zu bilden, und wobei die Breite der Schlitzöffnung in der Umfangsrichtung kleiner oder gleich dem Fünffachen einer minimalen Breite des Spalts entspricht.

16. Einphasiger Außenläufermotor nach Anspruch 15, wobei die Breite der Schlitzöffnung in der Umfangsrichtung kleiner oder gleich dem Dreifachen der minimalen Breite des Spalts entspricht.

17. Einphasiger Außenläufermotor nach Anspruch 15 oder 16, wobei ein Verhältnis einer maximalen Breite zu einer minimalen Breite des Spalts größer als zwei ist.

18. Einphasiger Außenläufermotor nach einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei eine Mehrzahl von Permanentmagneten in der Umfangsrichtung voneinander beabstandet und gleichmäßig angeordnet ist und jeder der Permanentmagnete einen Polbogenkoeffizienten größer als 0,7 aufweist.

19. Einphasiger Außenläufermotor nach einem der Ansprüche 15 bis 18, wobei eine jedem Magnetpol entsprechende radiale Breite des Spalts von einem mittleren Bereich in Richtung auf die Umfangsenden des Magnetpols fortschreitend zunimmt.

20. Elektrogerät mit einem Einphasenmotor, wobei der Motor umfasst:  
 einen Ständer mit:  
 einem Ständerkern mit einer Mehrzahl von Zähnen und Wicklungen, die um die Zähne herumgeführt

sind, wobei jeder der Zähne einen Zahnkörper hat und eine Zahnspitze, die sich in einer Umfangsrichtung von einem distalen Ende des Zahnkörpers erstreckt, wobei sich zwei Umfangsseiten der Zahnspitze über den Zahnkörper hinaus erstrecken, um jeweils zwei Flügelbereiche zu bilden, wobei zwischen benachbarten Enden von benachbarten Flügelbereichen von jeweils zwei benachbarten Zahnspitzen eine Schlitzöffnung gebildet ist; und wobei Wicklungen um die Zahnkörper herumgeführt sind; und einem Läufer mit einem den Ständer umschließenden Joch und mindestens einem Permanentmagnet, der in dem Gehäuse angeordnet ist, um eine Mehrzahl von Magnetpolen zu bilden, wobei Innenflächen der Magnetpole Außenflächen der Zahnspitzen zugewandt sind und dazwischen ein Spalt gebildet ist; wobei mindestens einer von zwei jeder Schlitzöffnung benachbarten Flügelbereichen nach außen geneigt werden kann, um vor dem Ausführen der Wicklungen die Schlitzöffnung zu weiten und einen geneigten Flügelbereich zu bilden, und wobei der geneigte Flügelbereich nach innen verformbar ist, um nach dem Ausführen der Wicklungen die Schlitzöffnung zu verengen.

21. Elektrogerät nach Anspruch 20, wobei der Läufer, wenn der Motor abgeschaltet wird, durch ein Streumagnetfeld, das durch die Magnetpole erzeugt wird, die mit den Zahnspitzen des Ständers wirken, in einer Ausgangslage positioniert werden kann.

22. Elektrogerät nach Anspruch 20 oder Anspruch 21, wobei eine Breite des verengten Schlitzes in der Umfangsrichtung kleiner oder gleich der fünffachen minimalen radialen Breite des Spalts entspricht.

23. Elektrogerät nach Anspruch 20, welches eine Dunstabzugshaube, eine Klimaanlage oder ein Lüftungsgebläse ist und ferner ein durch den Läufer angetriebenes Antriebsrad enthält.

24. Elektrogerät nach Anspruch 20, welches eine Waschmaschine oder eine Trockenmaschine ist und ferner eine durch den Läufer angetriebene Geschwindigkeitsreduziervorrichtung enthält.

Es folgen 32 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

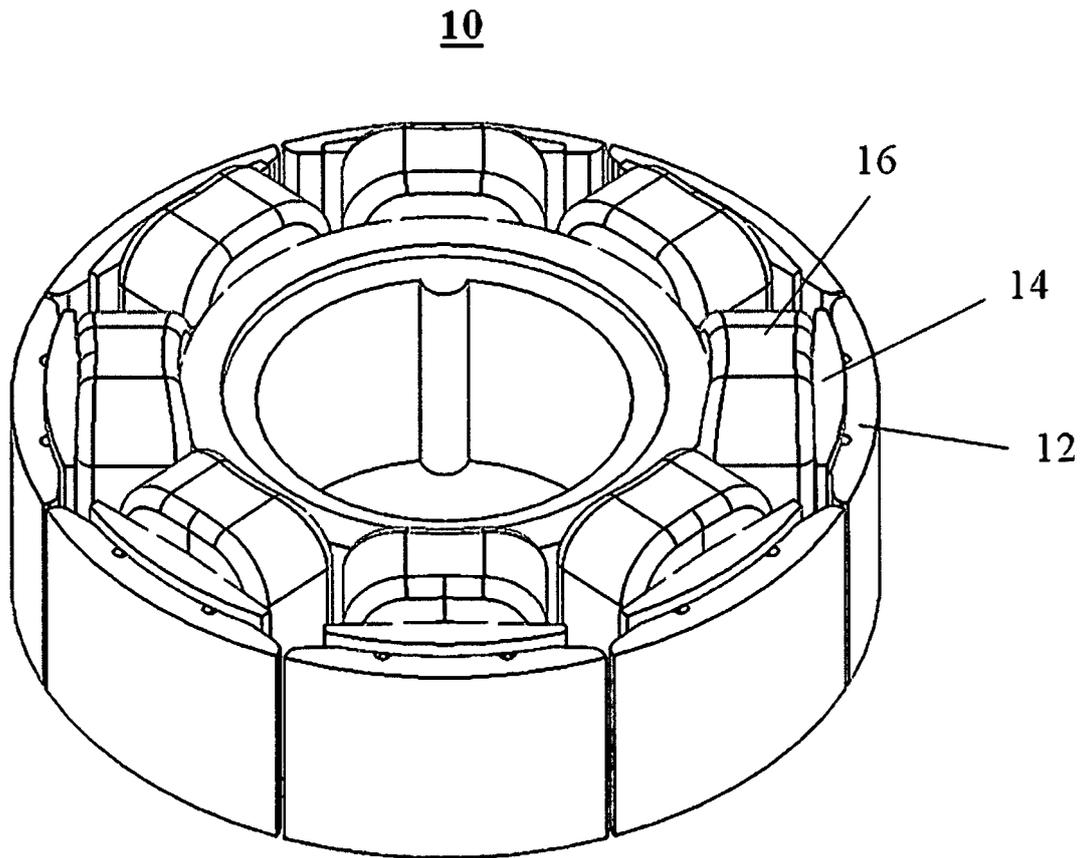


FIG. 1

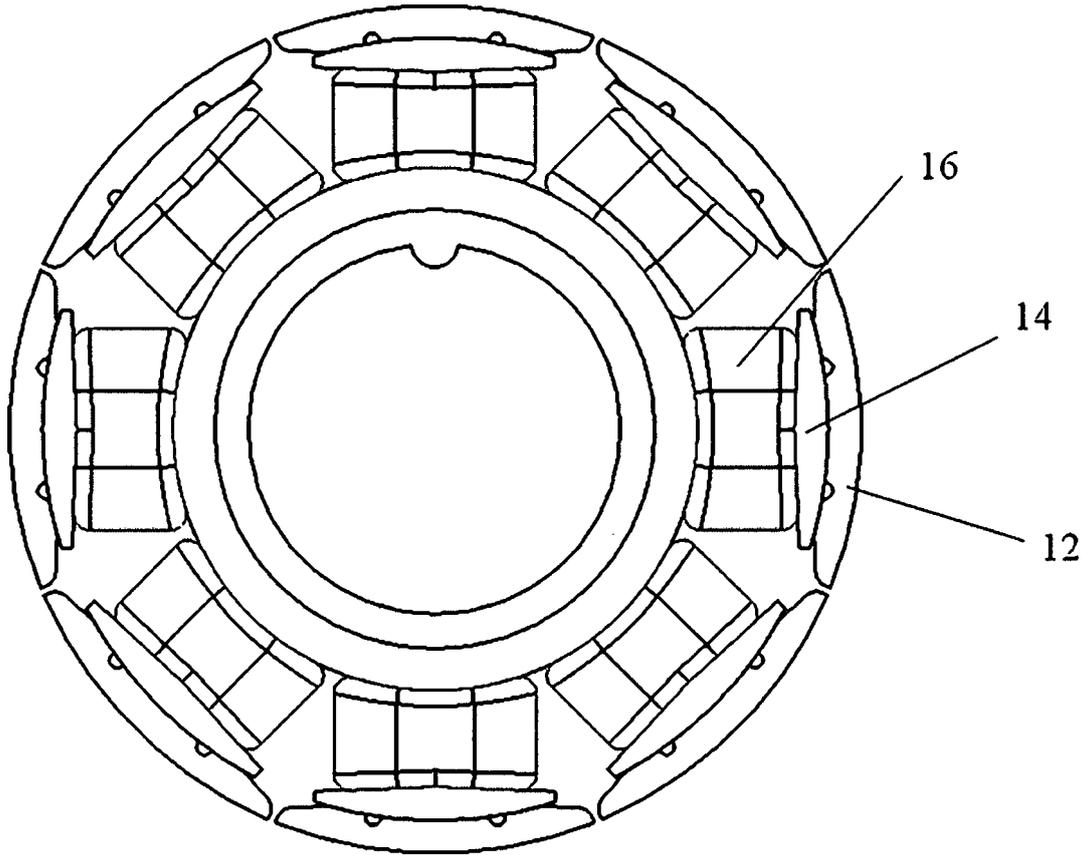


FIG. 2

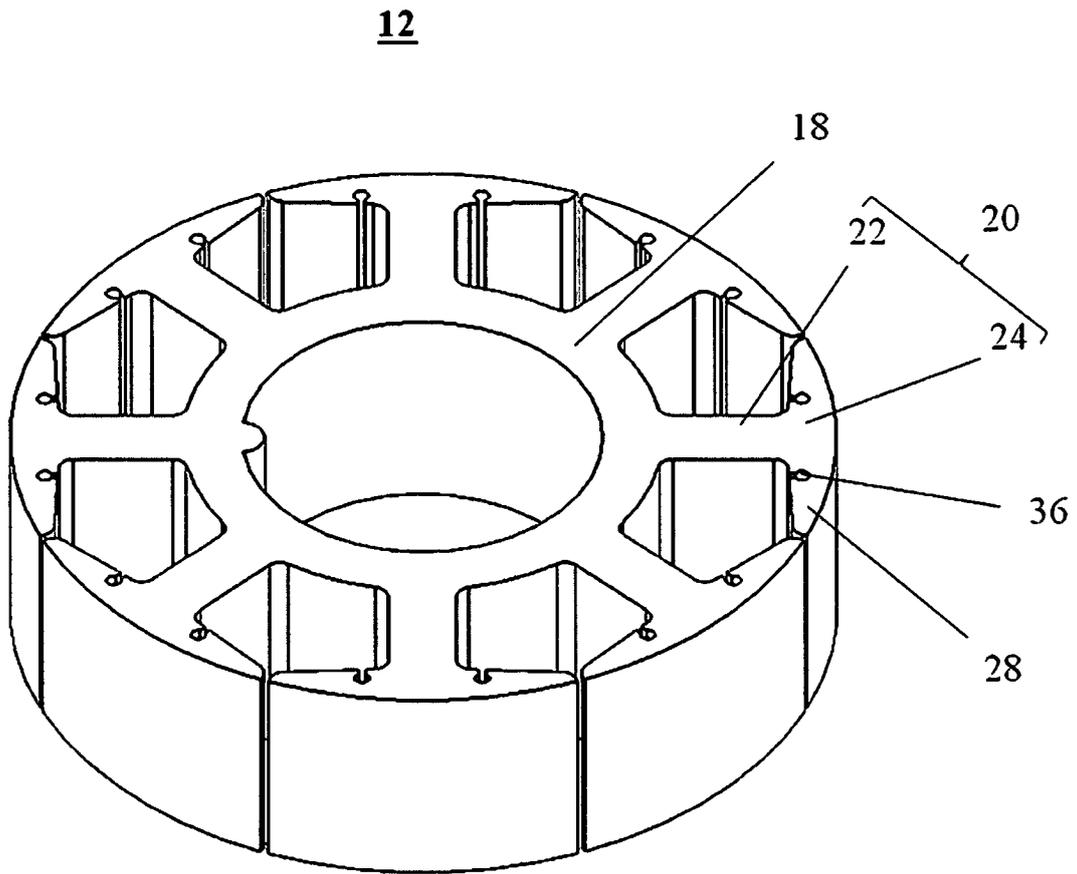


FIG. 3

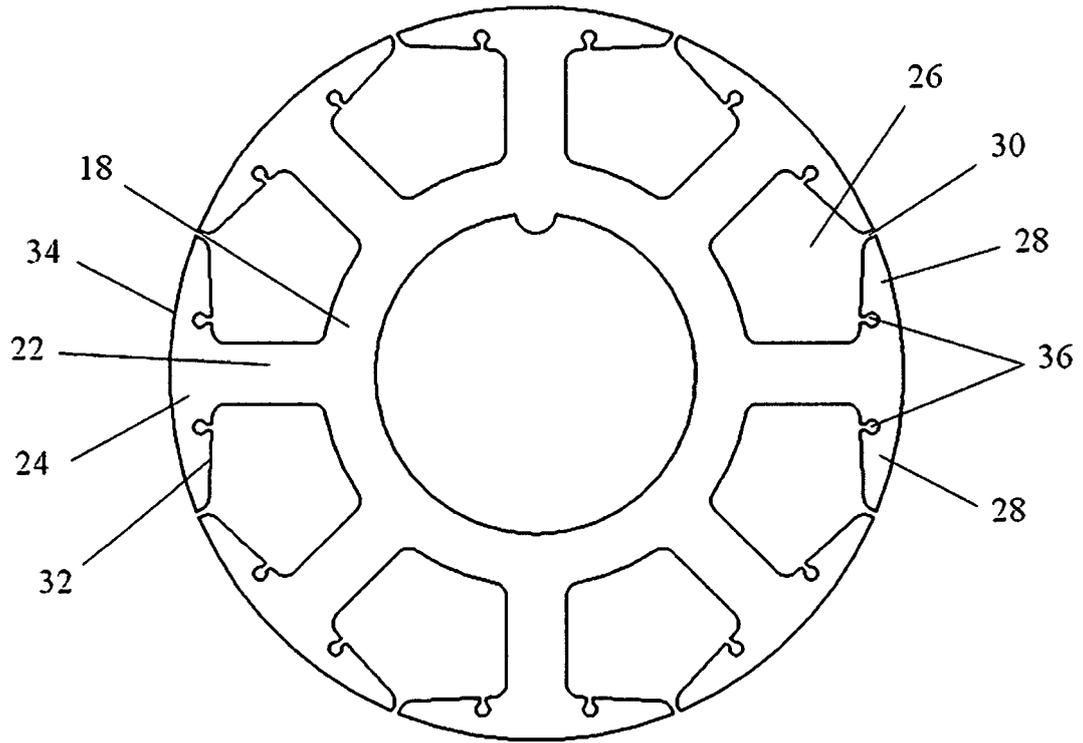


FIG. 4

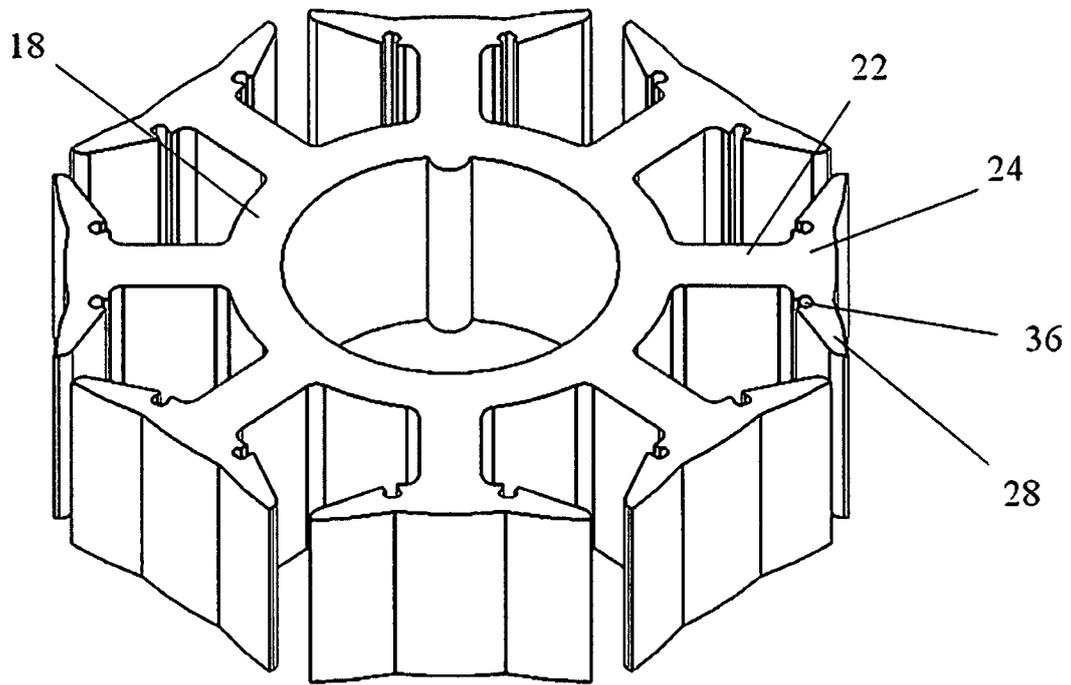


FIG. 5

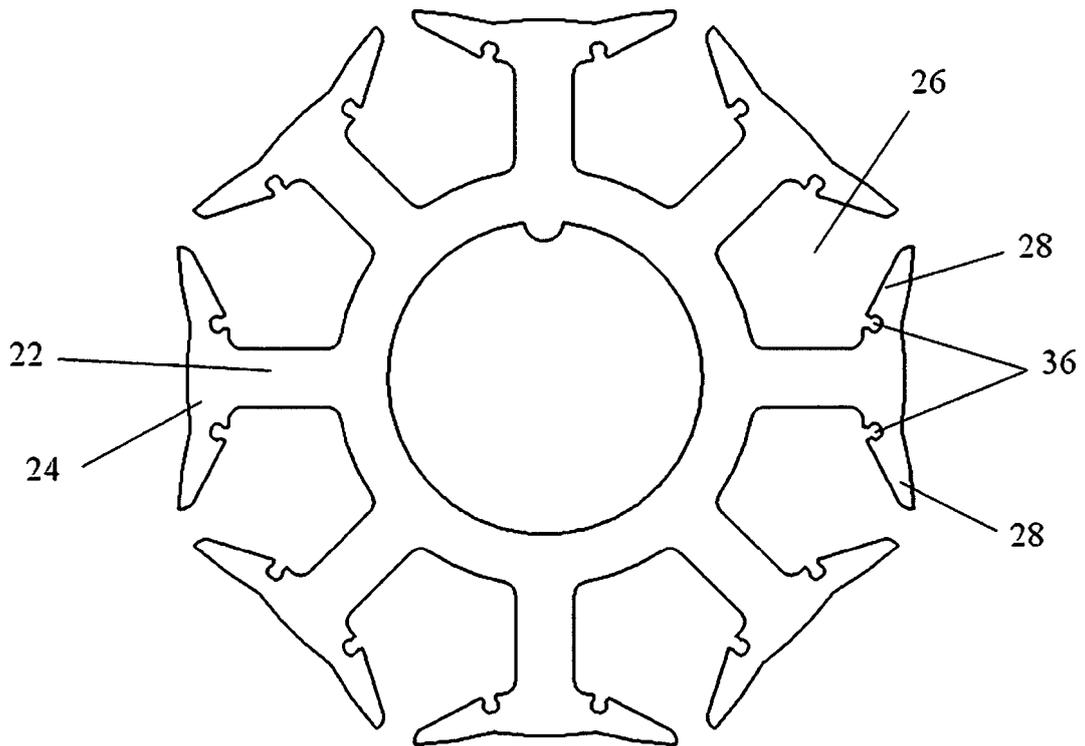


FIG. 6

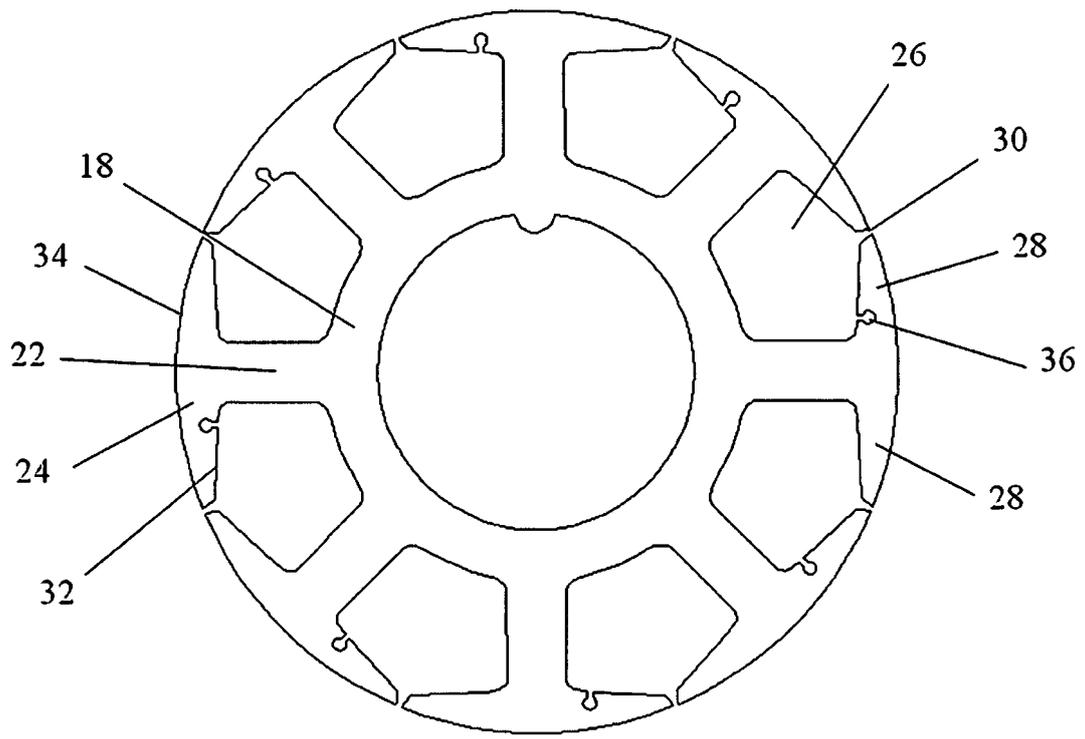


FIG. 7

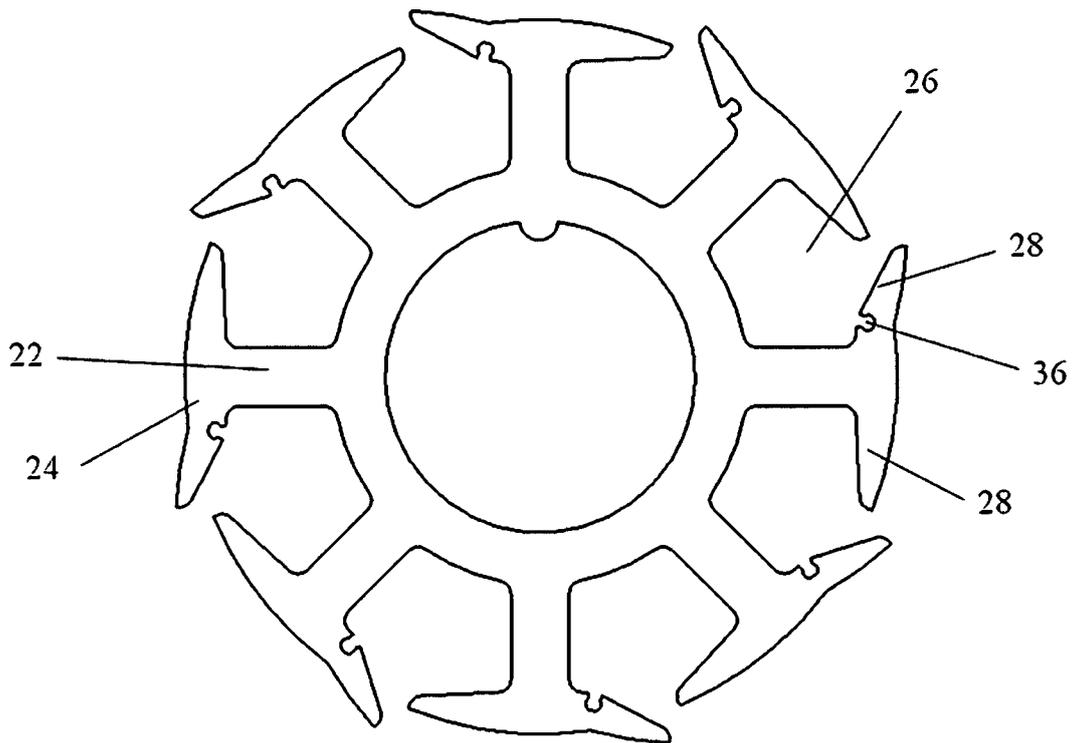


FIG. 8

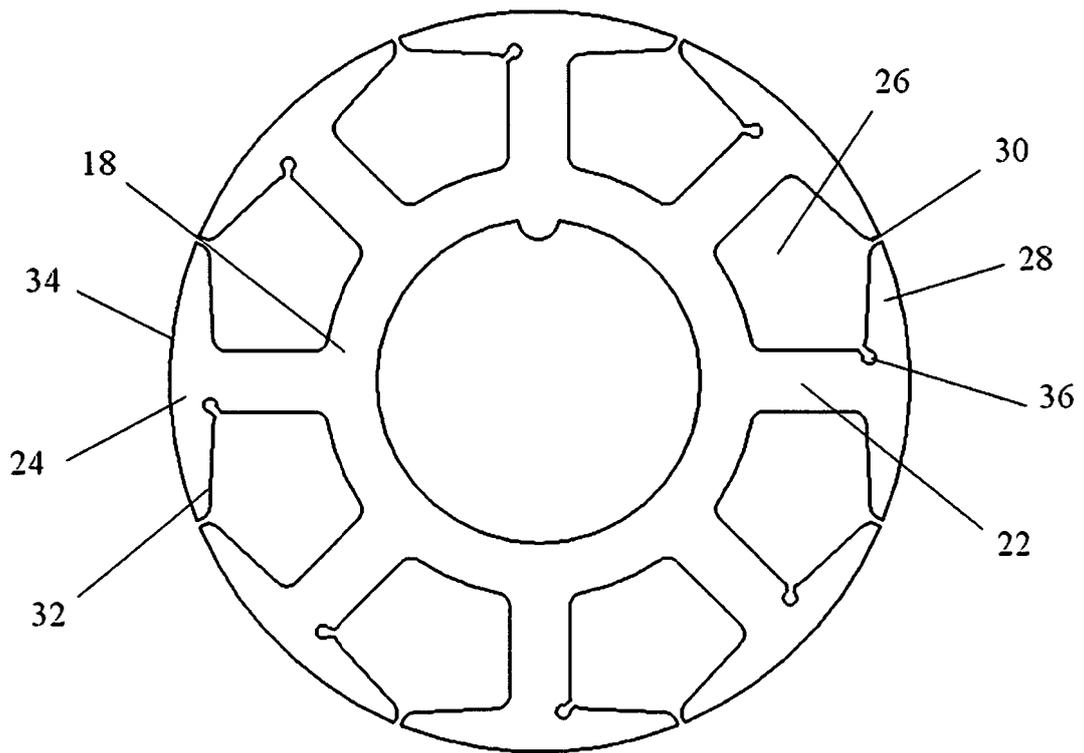


FIG. 9

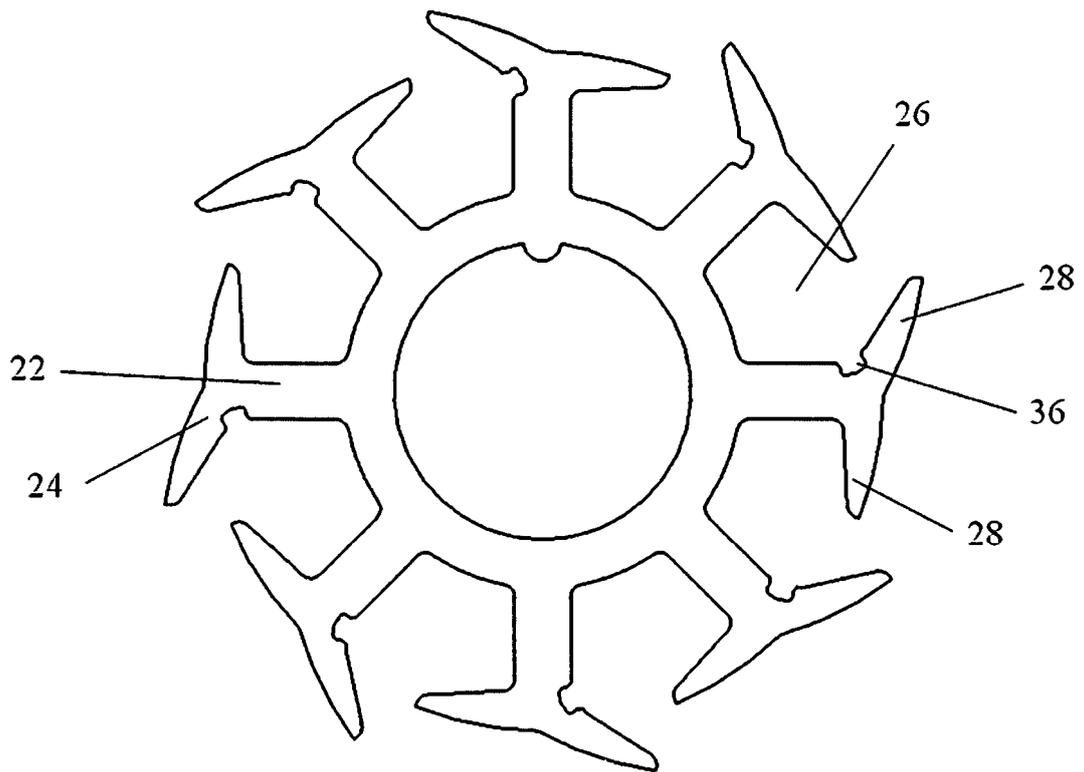


FIG. 10

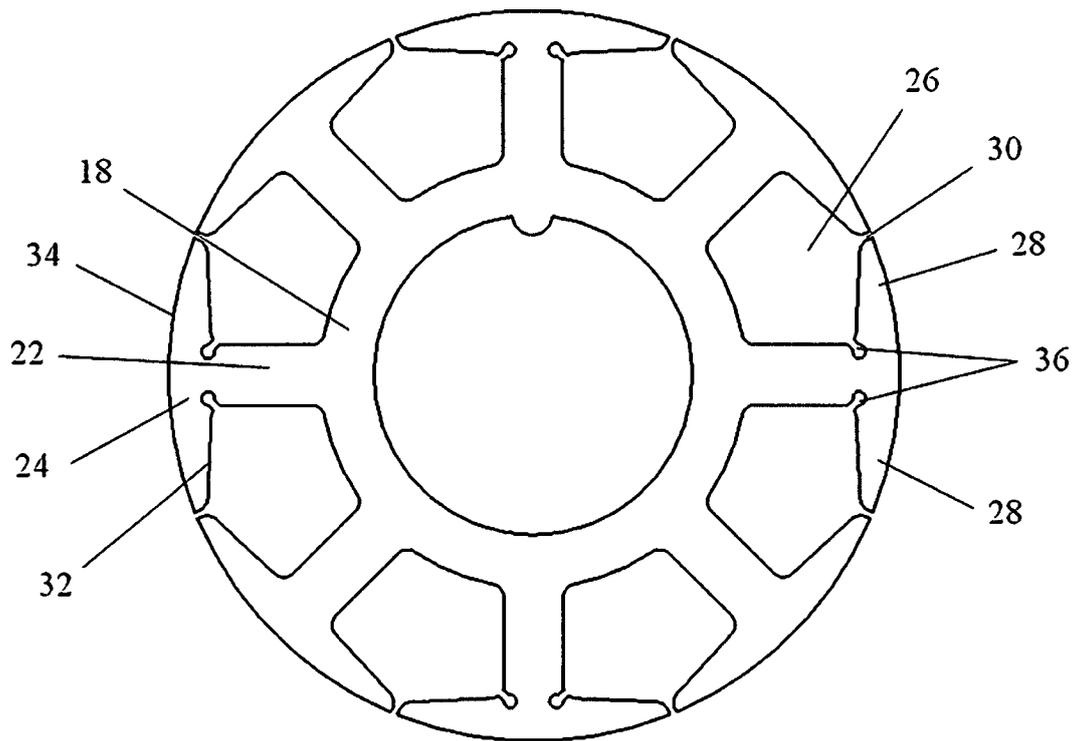


FIG. 11

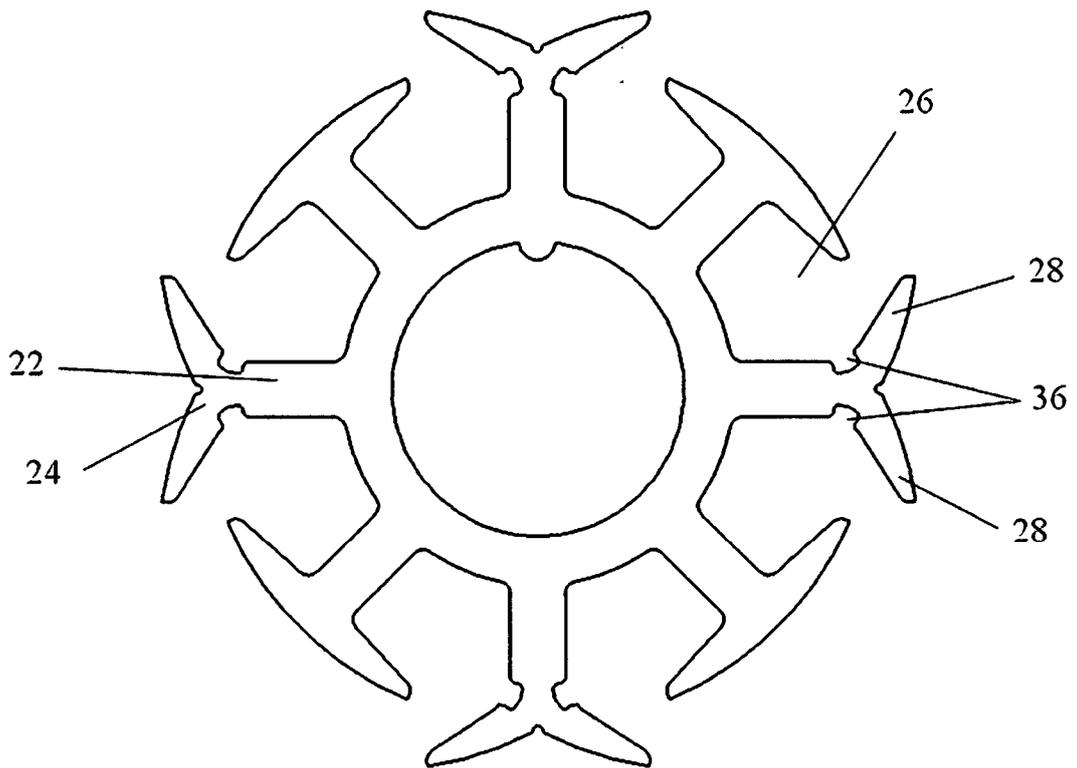


FIG. 12

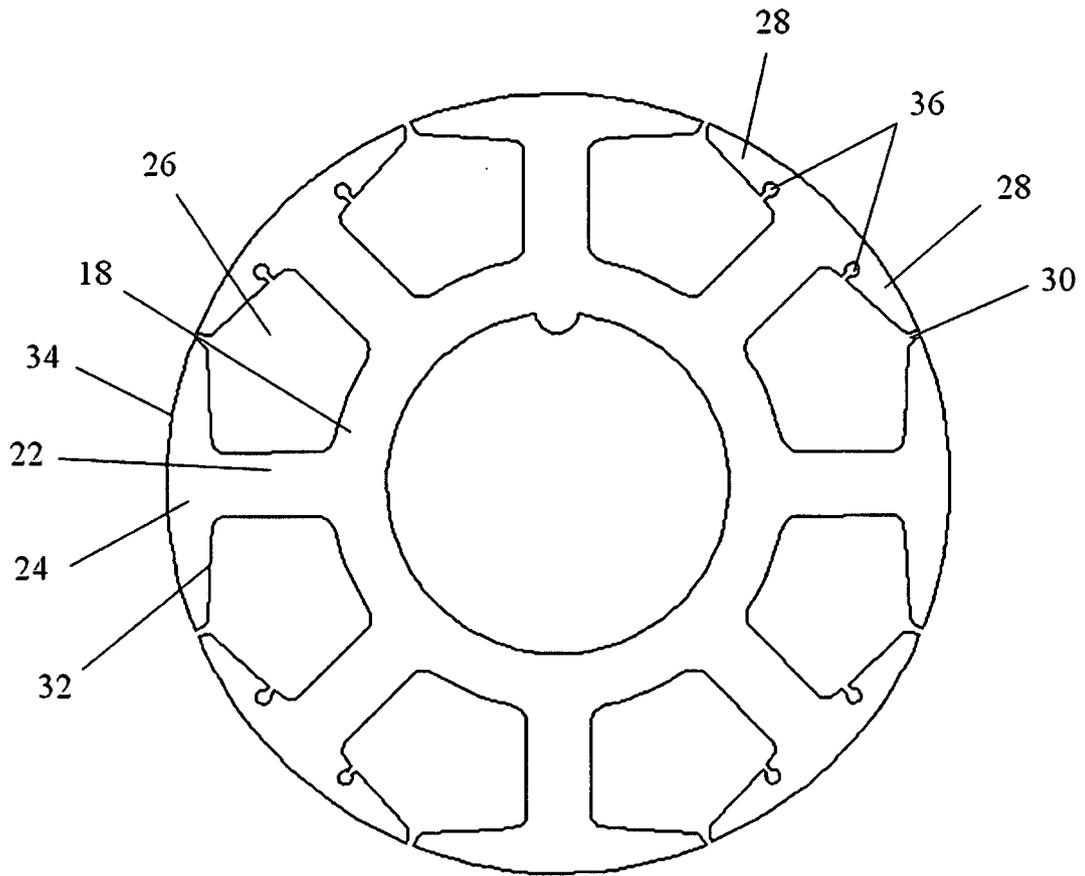


FIG. 13

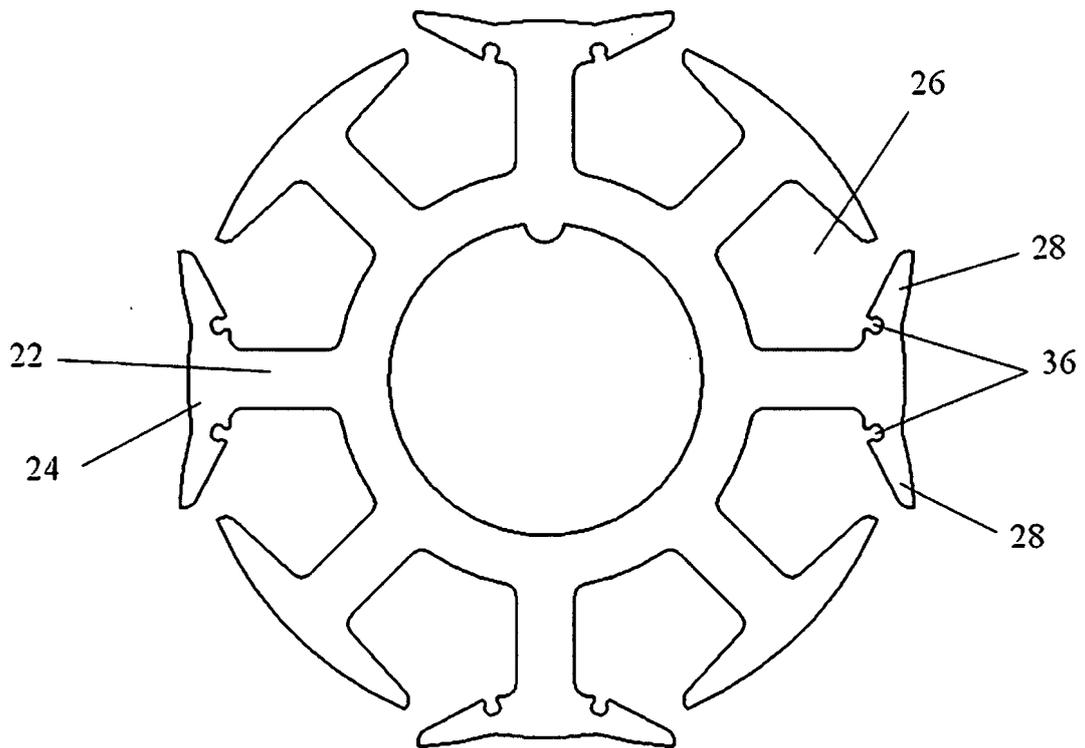


FIG. 14

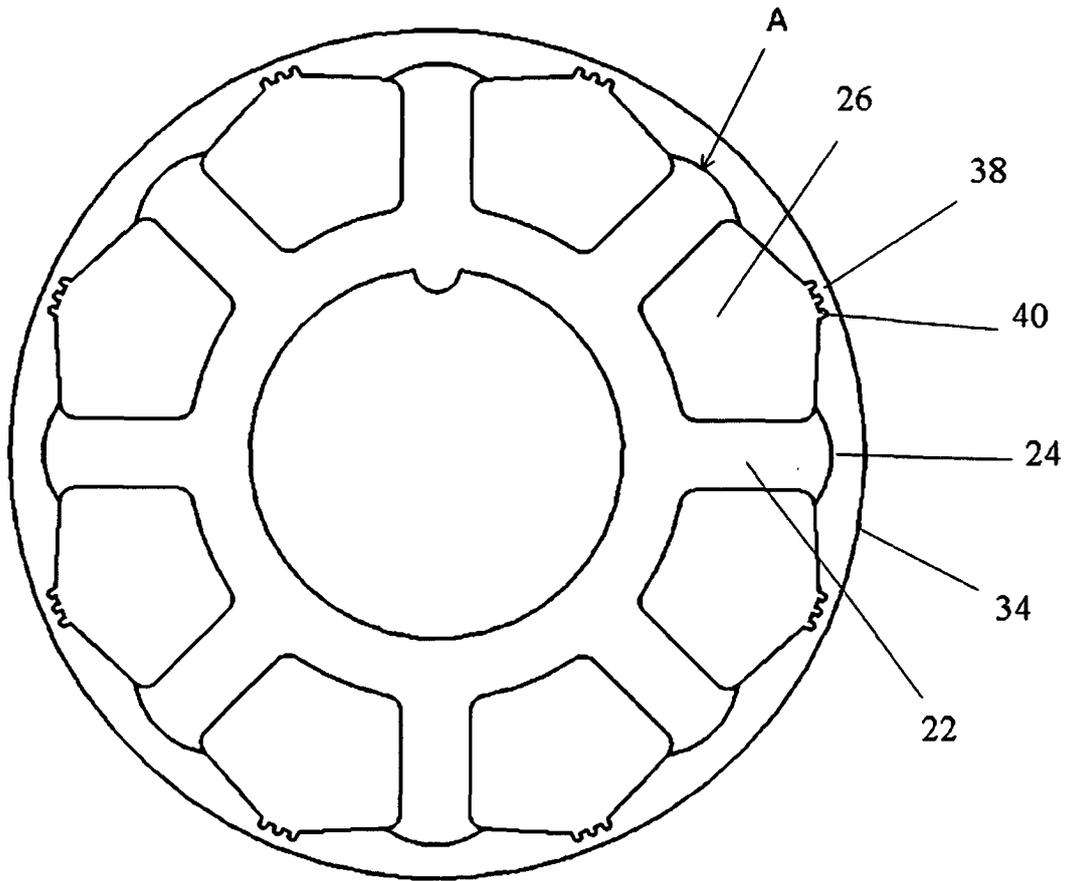


FIG. 15

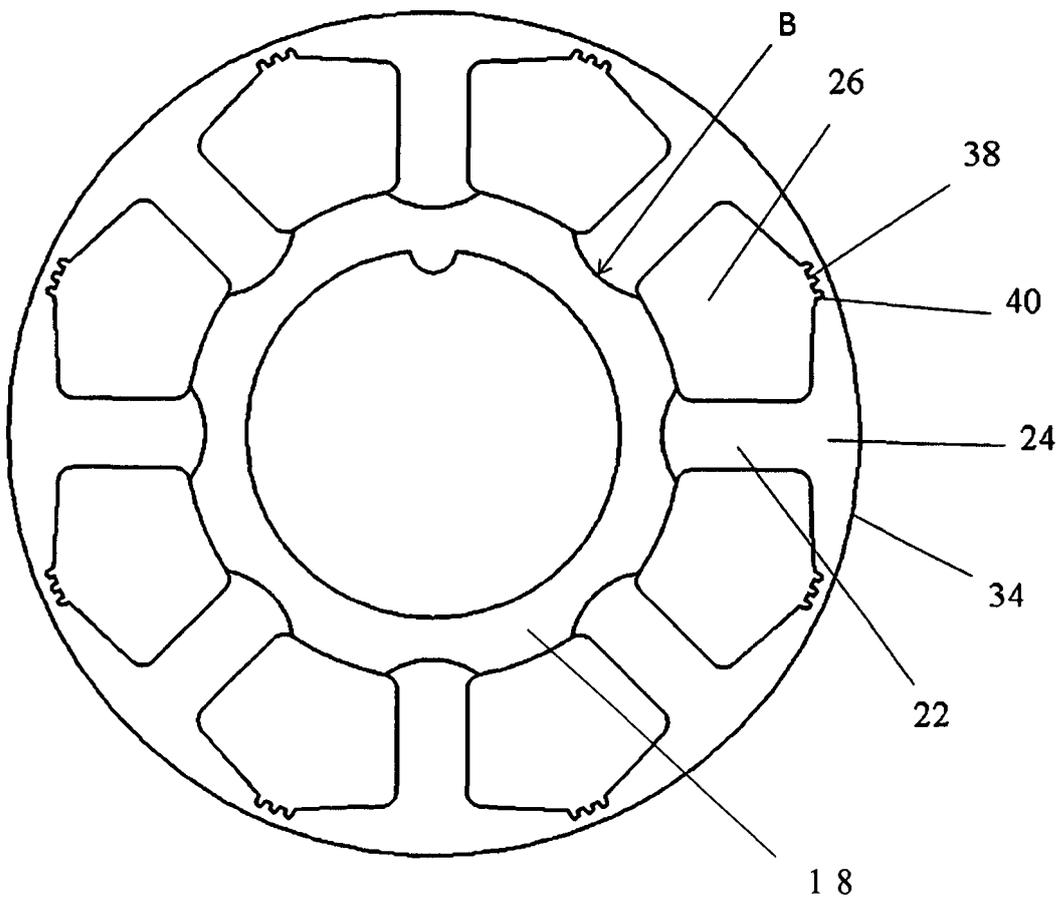


FIG. 16

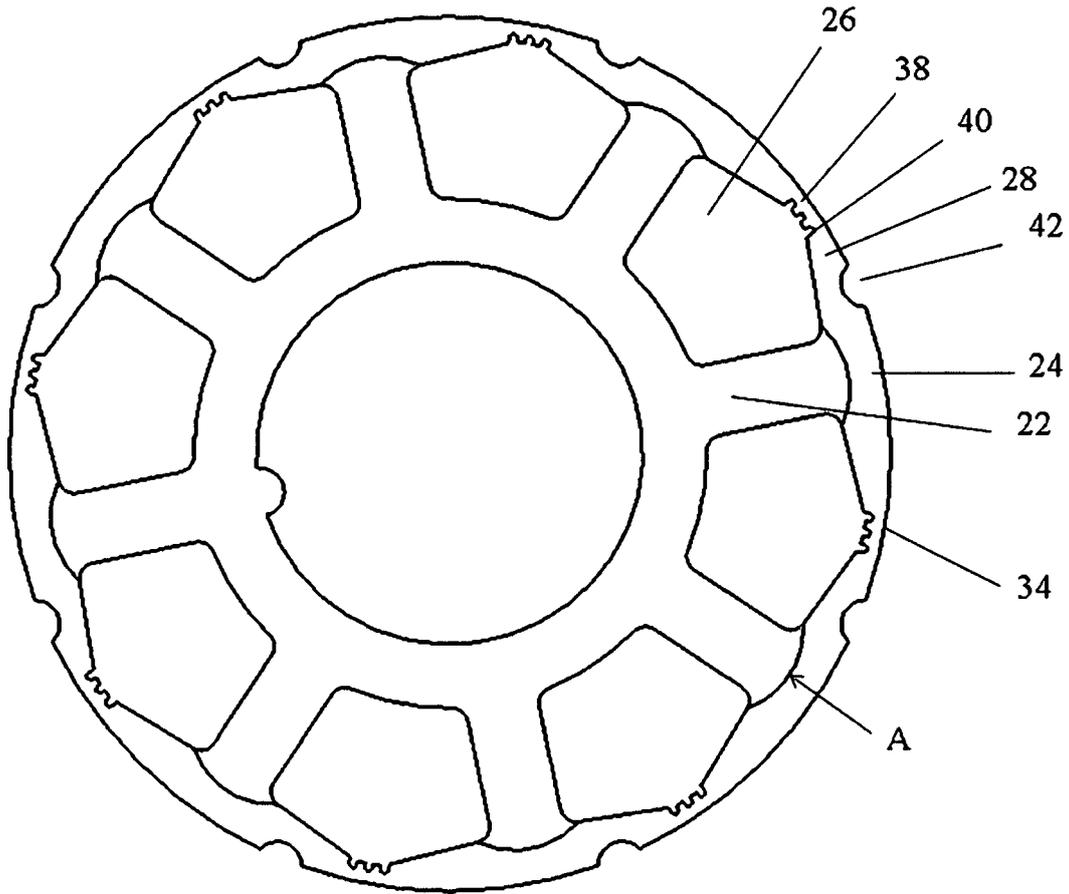


FIG. 17

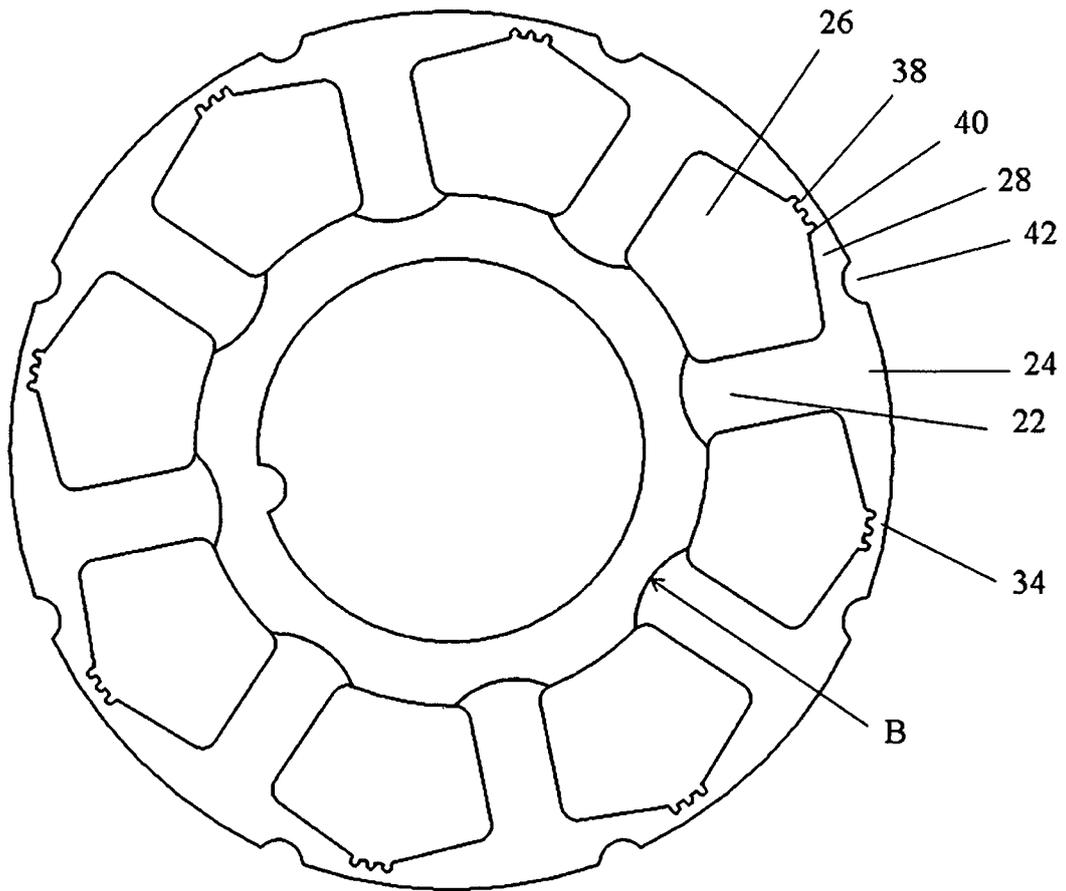


FIG. 18

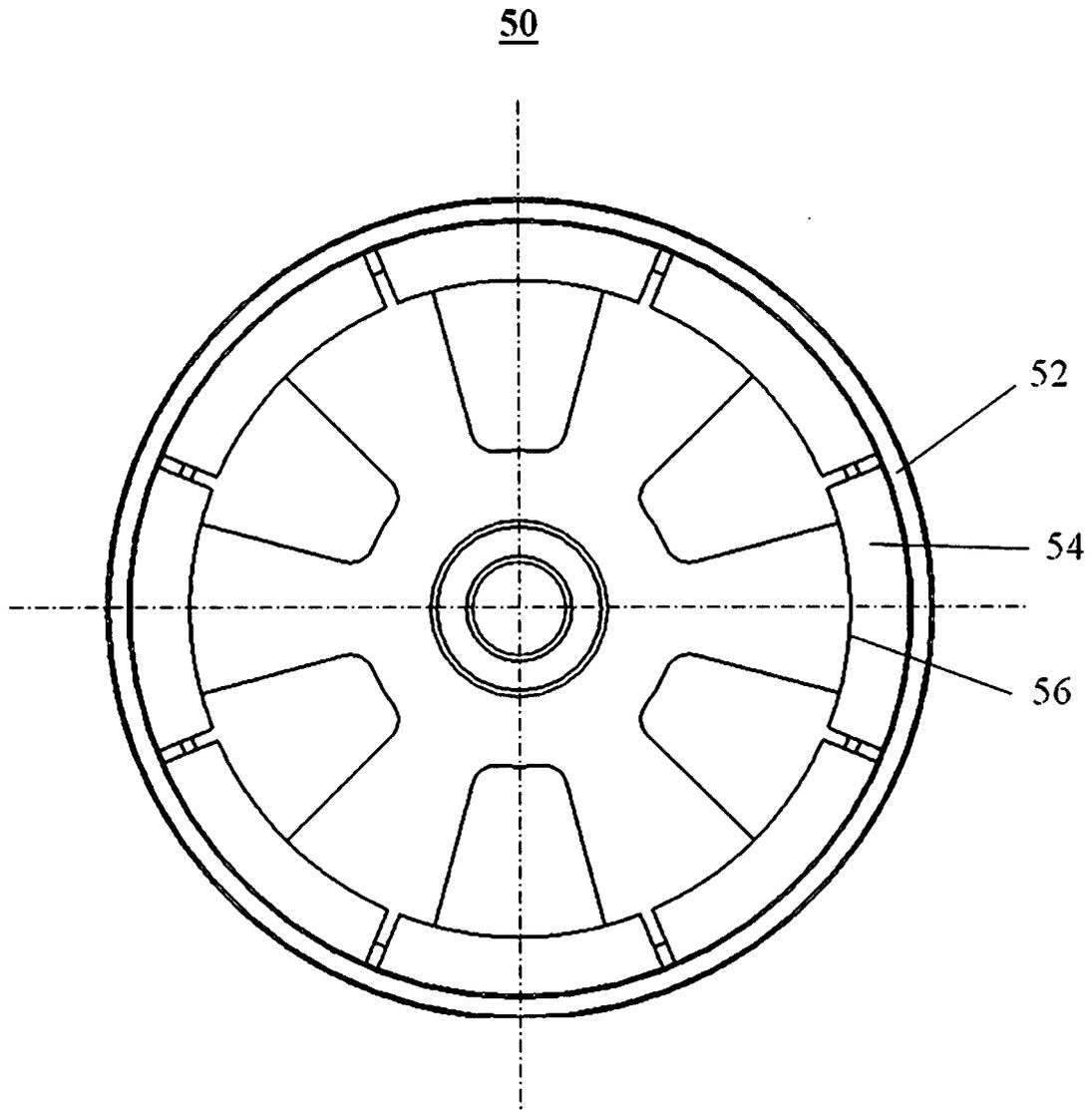


FIG. 19

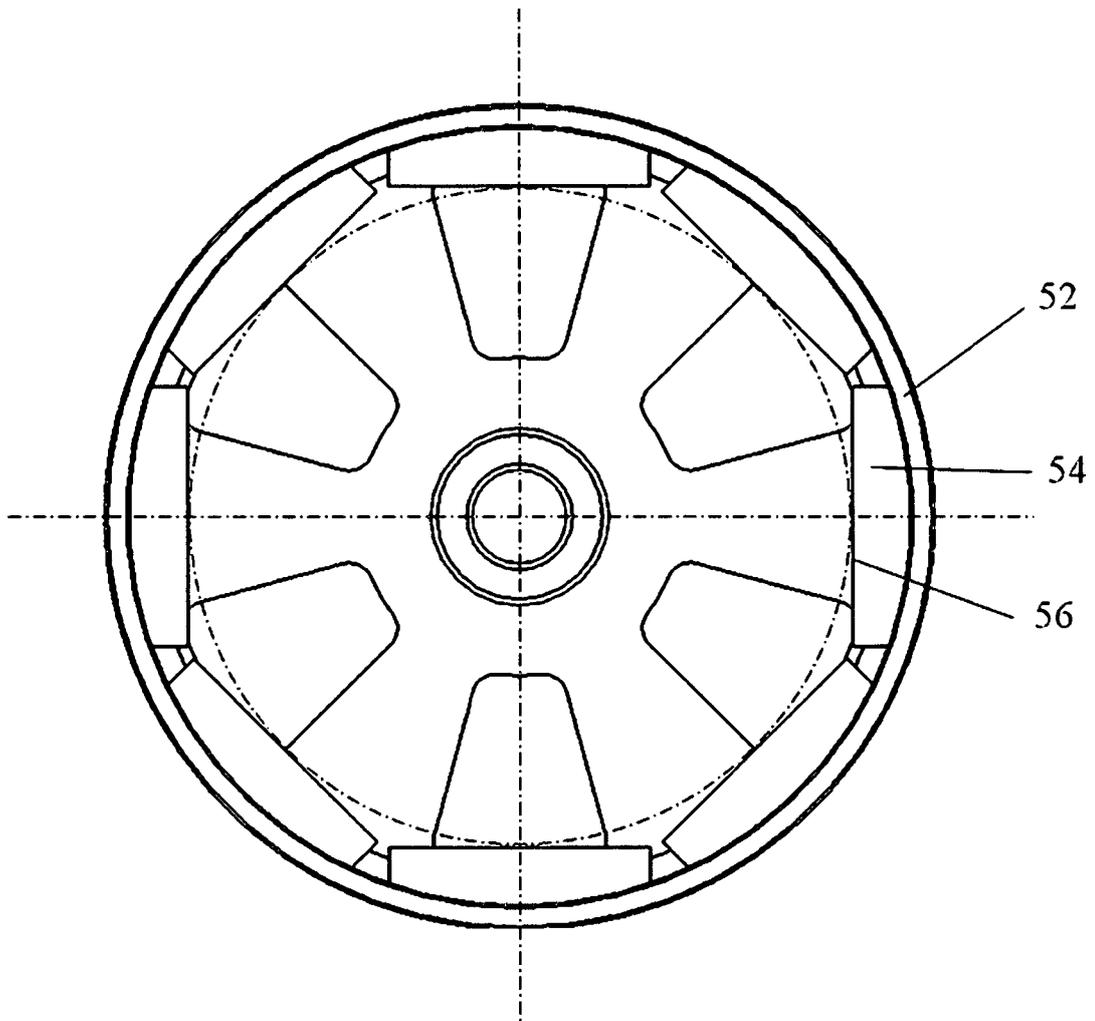


FIG. 20

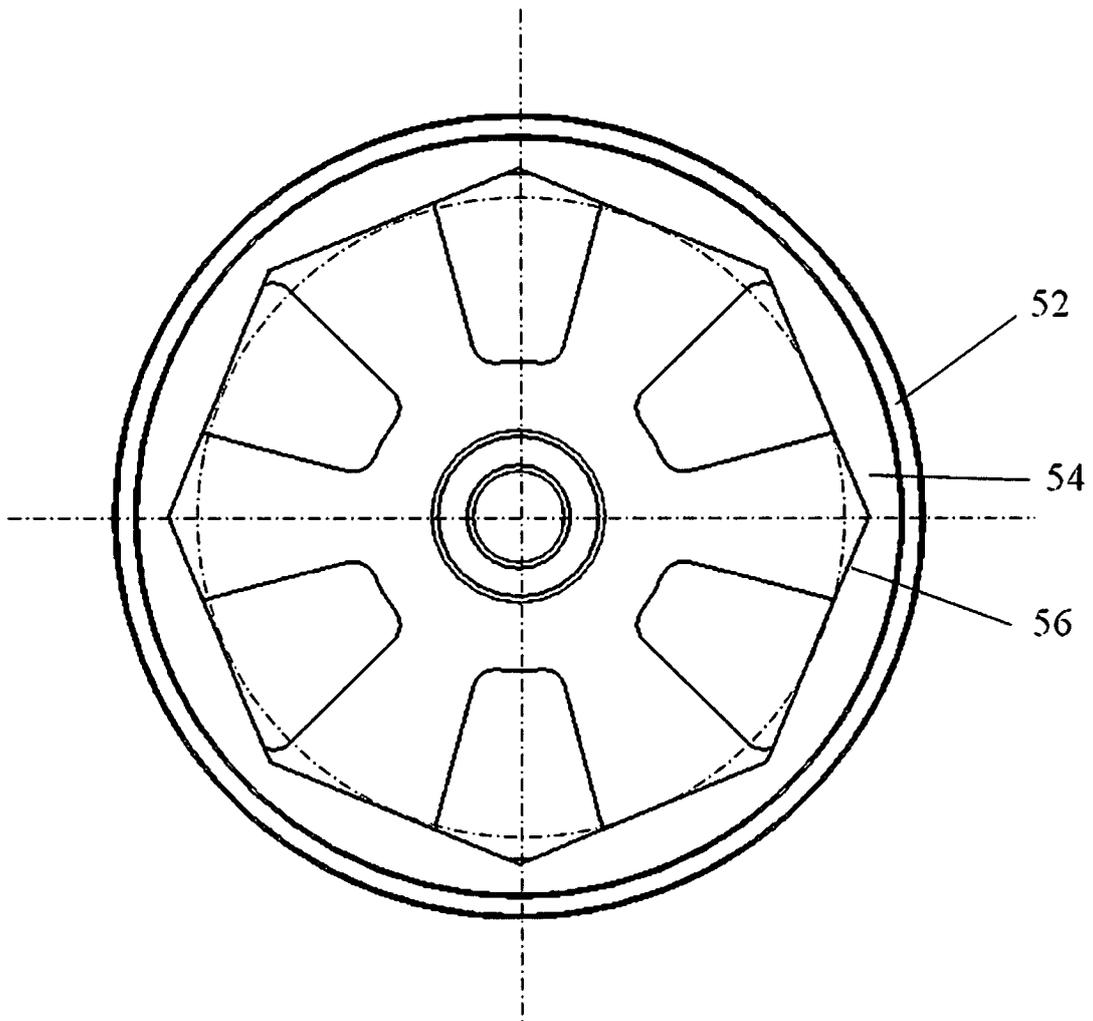


FIG. 21

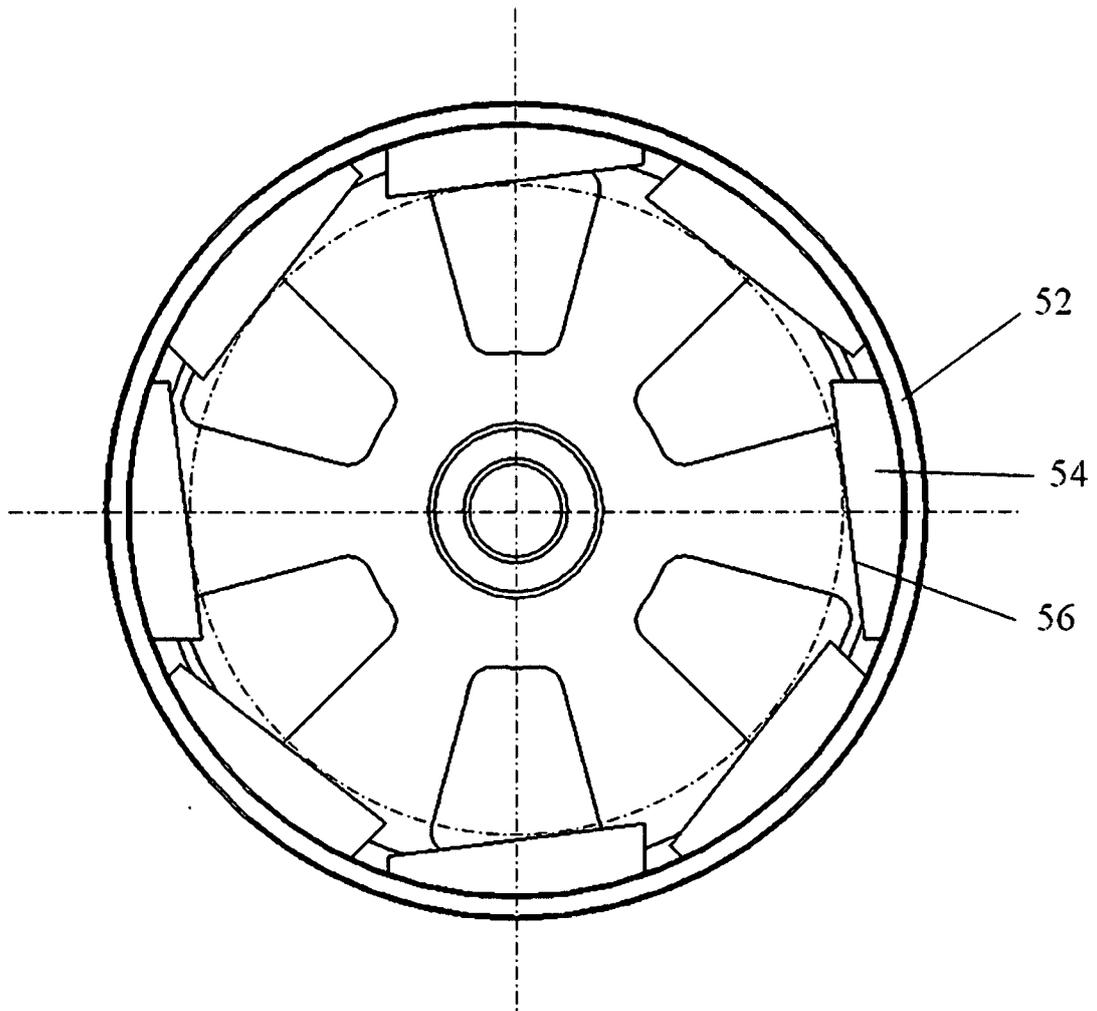


FIG. 22

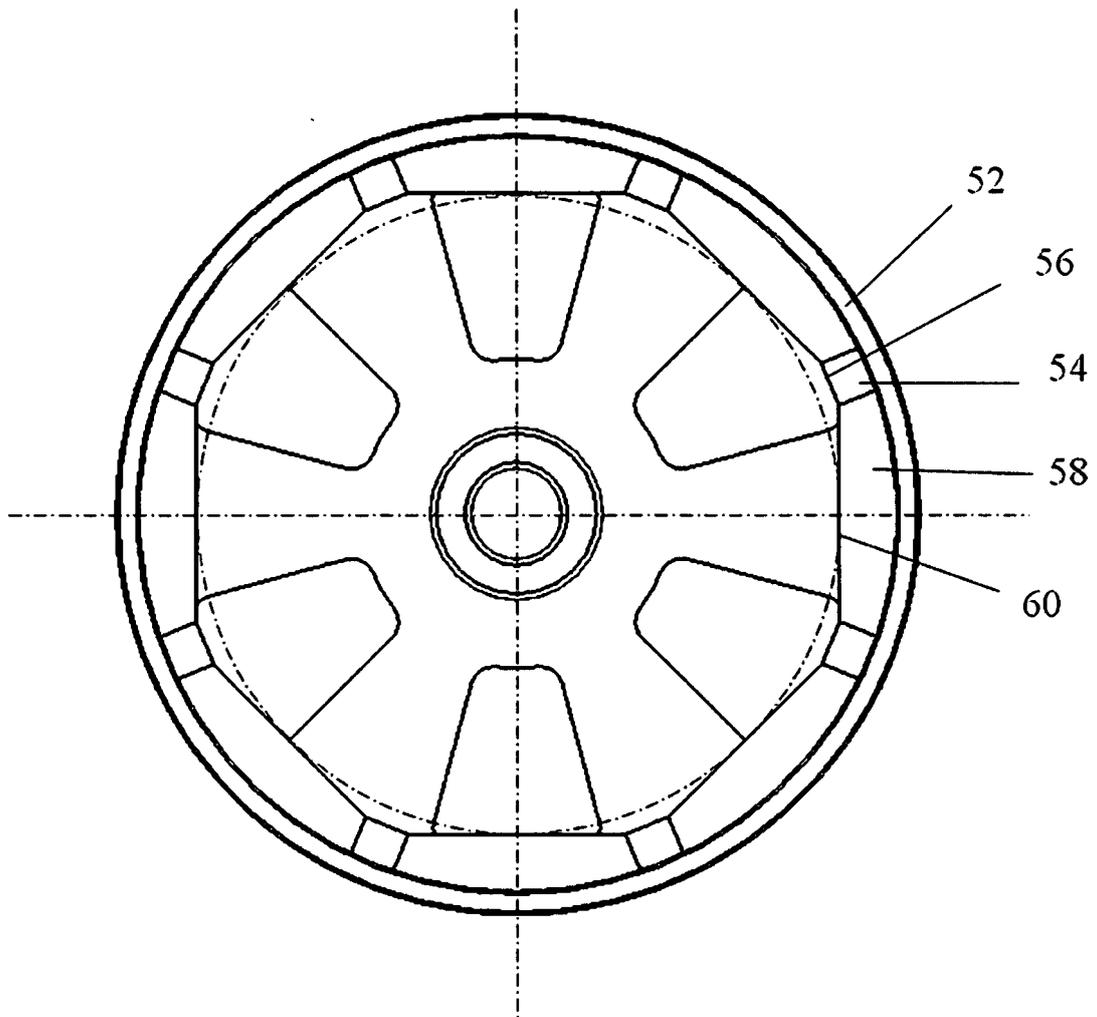


FIG. 23

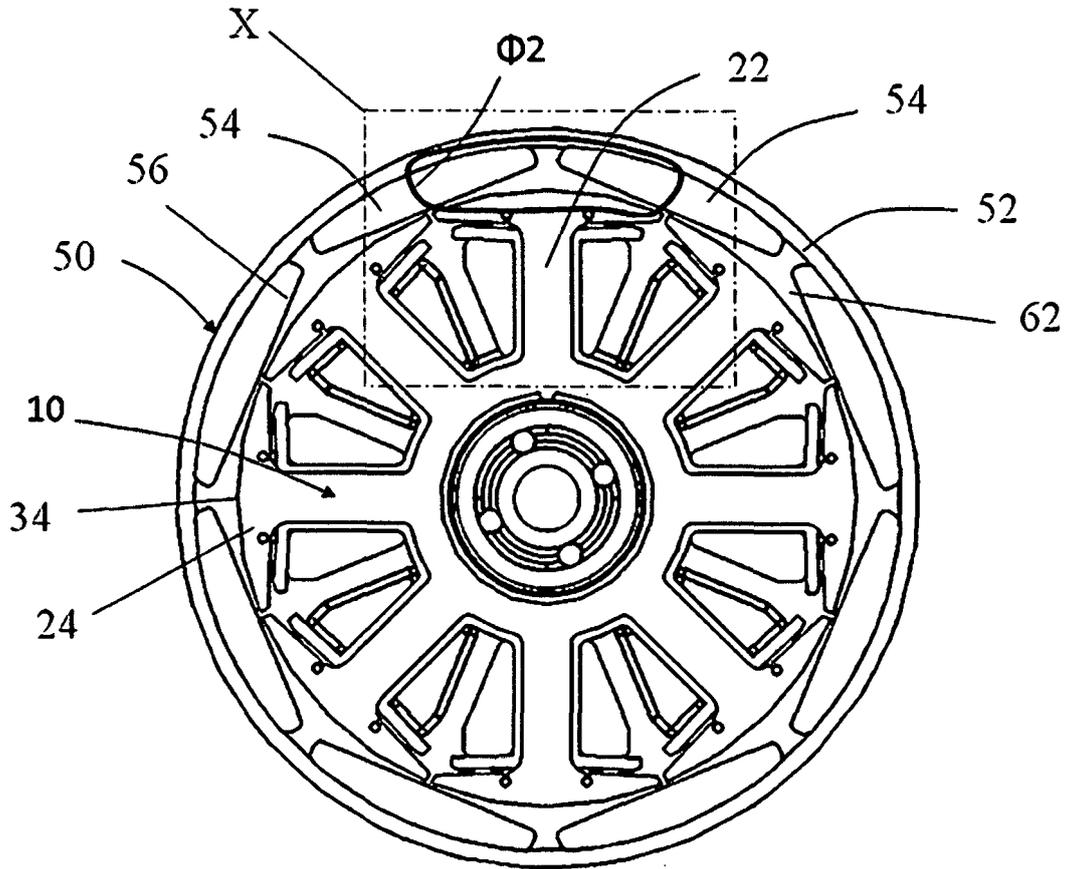


FIG. 24

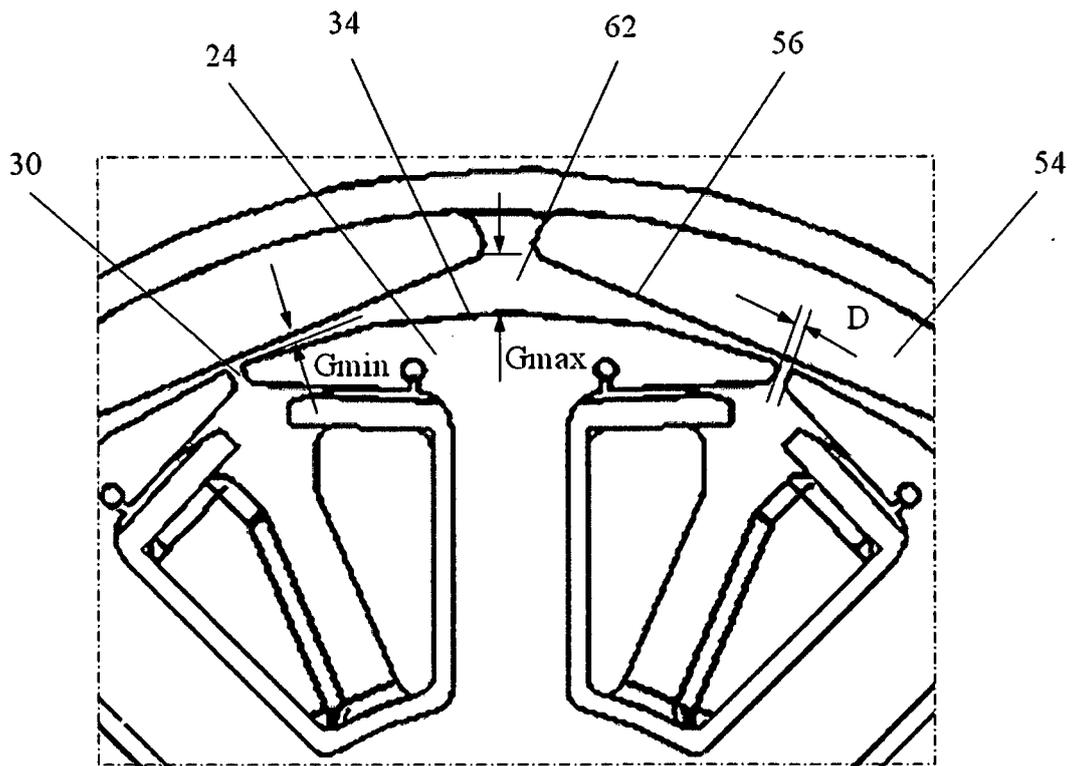


FIG. 25

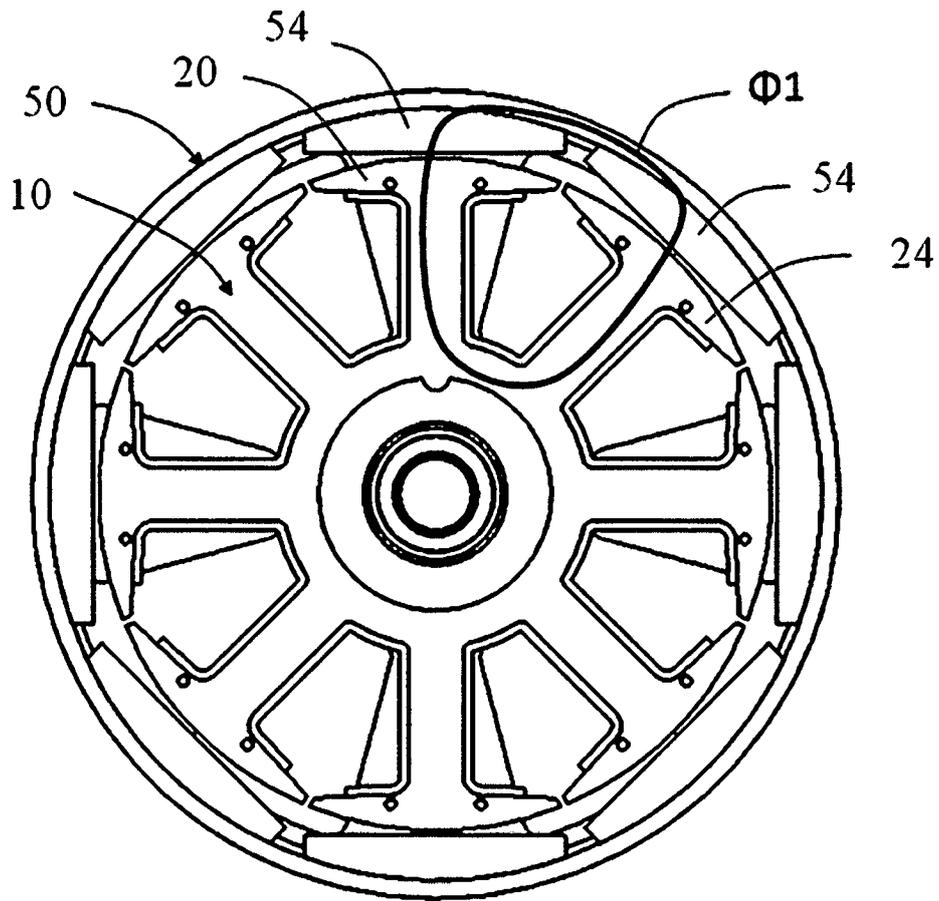


FIG. 26

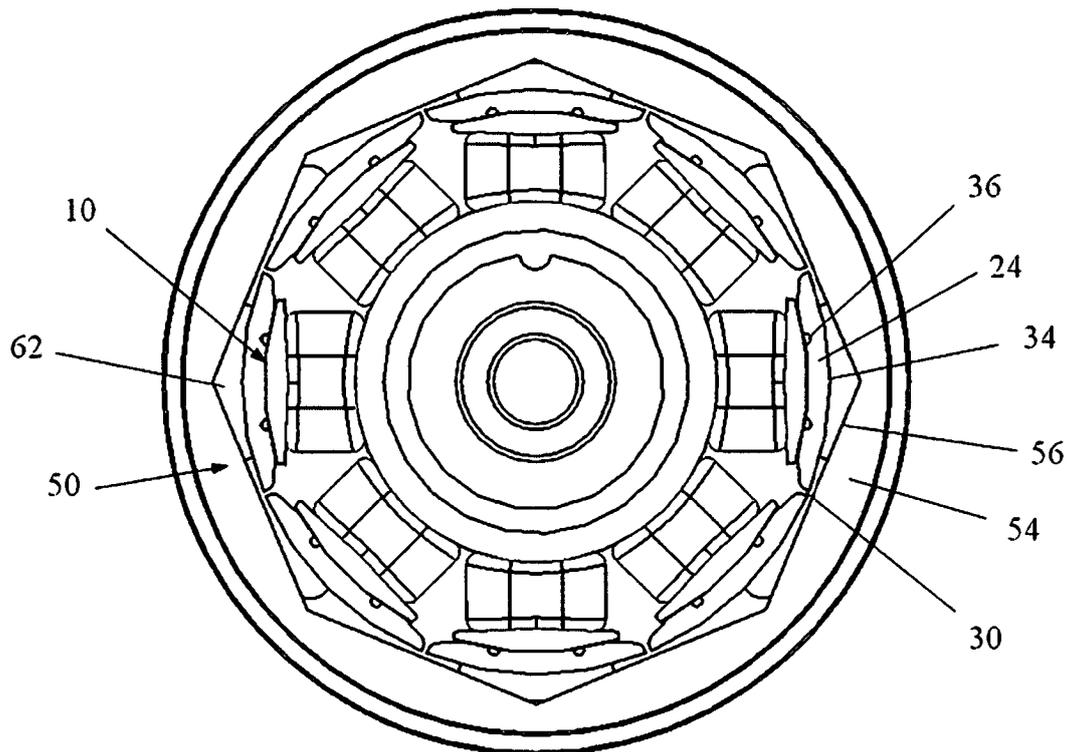


FIG. 27

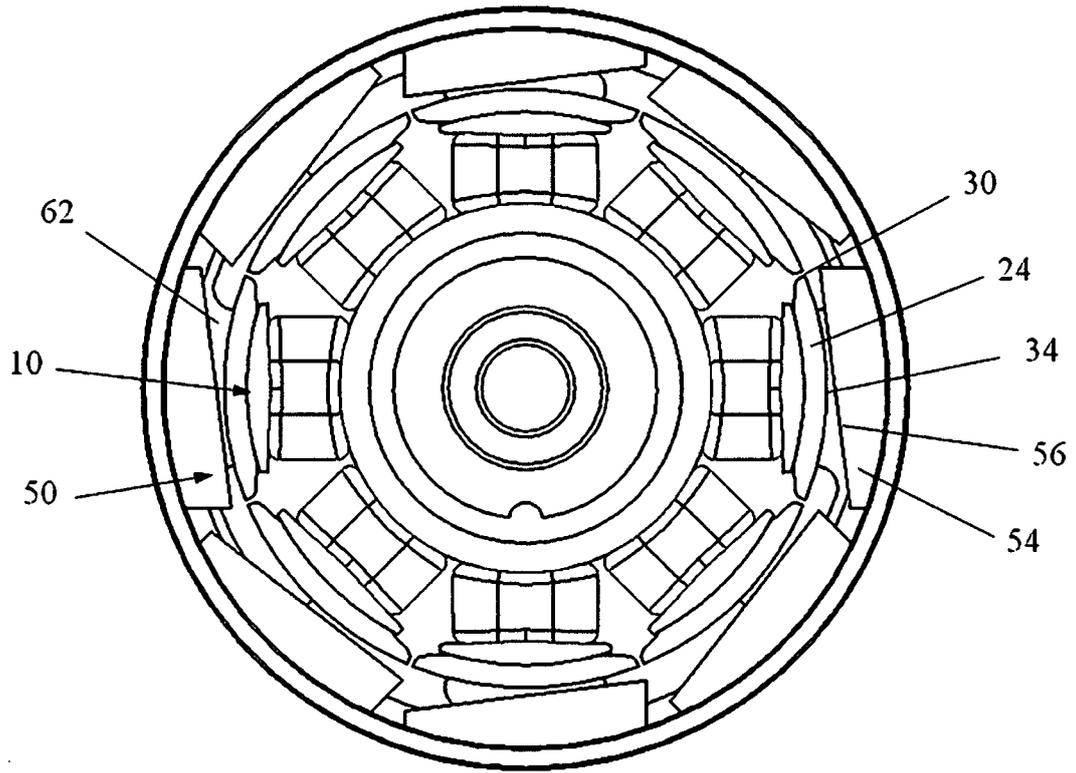


FIG. 28

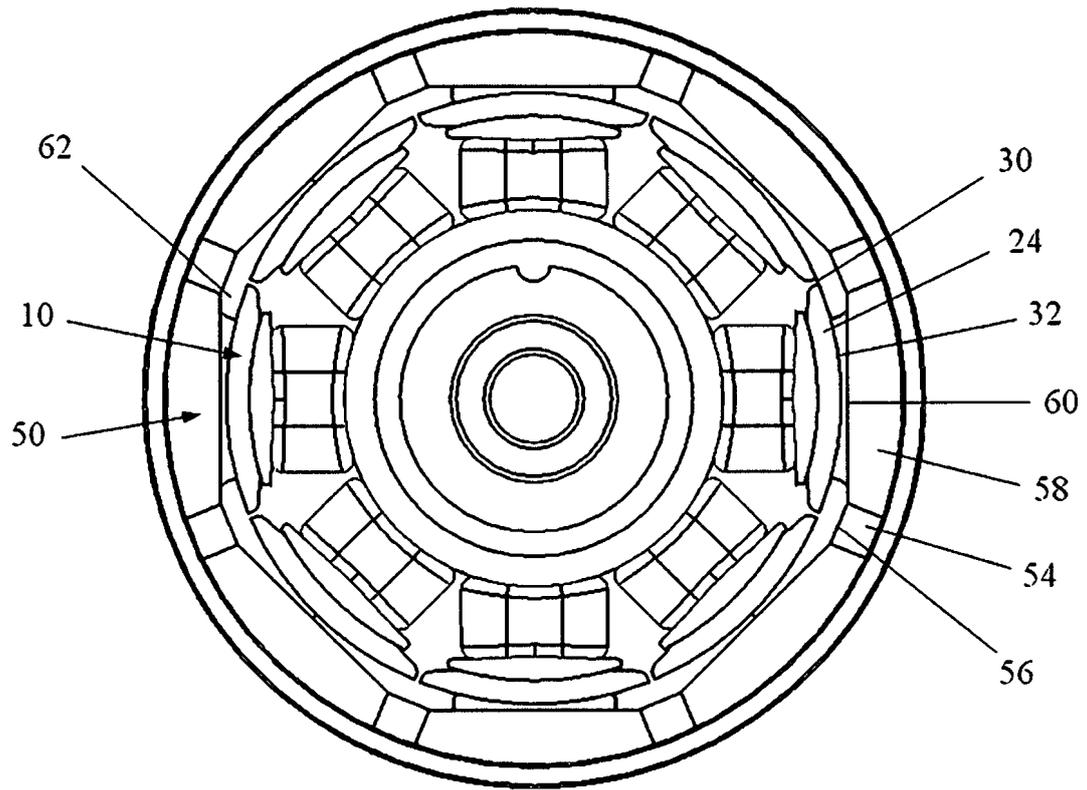


FIG. 29

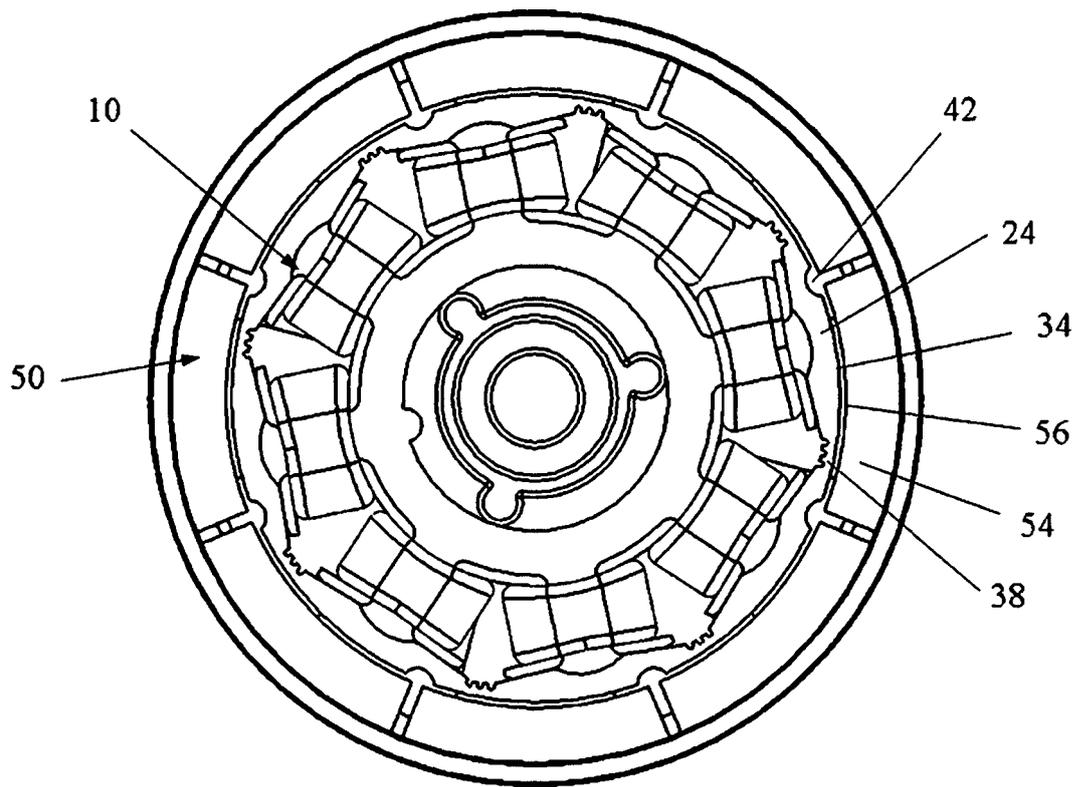


FIG. 30

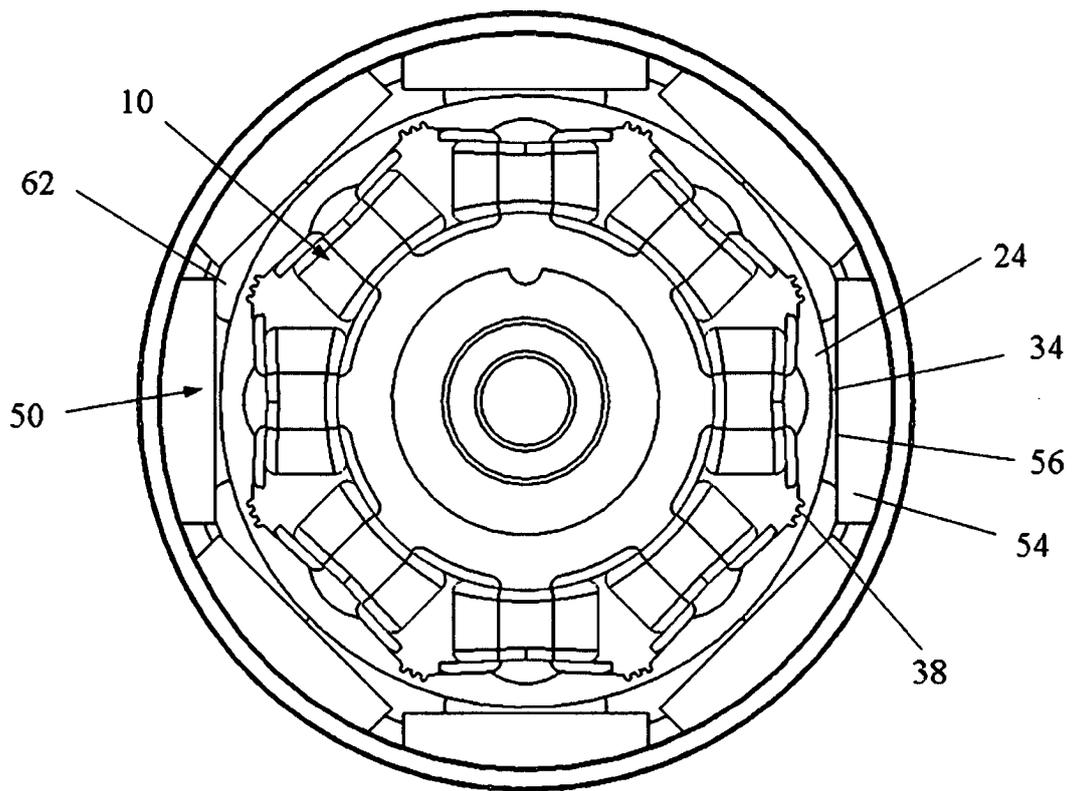


FIG. 31

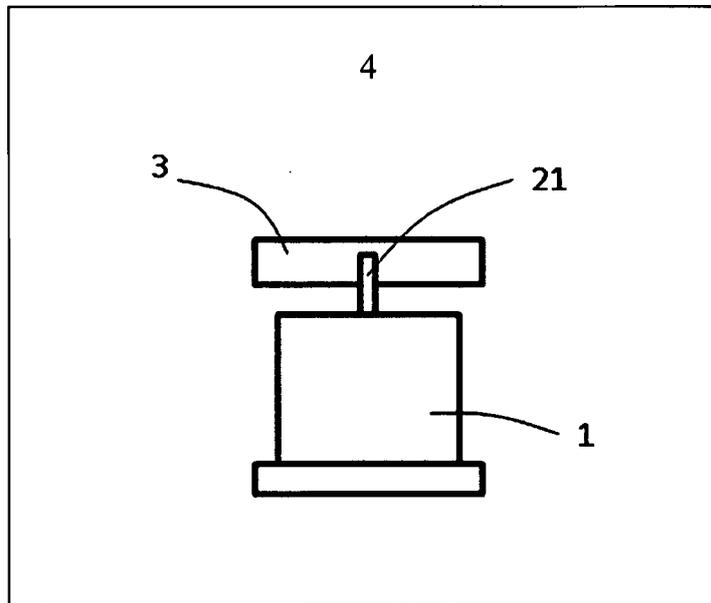


FIG. 32