

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. Januar 2012 (26.01.2012)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/010446 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 15/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/061665

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Juli 2011 (08.07.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 031 552.4 20. Juli 2010 (20.07.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **EVANS, Steven, Andrew** [GB/DE]; Berliner Strasse 10, 77815 Buehl (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

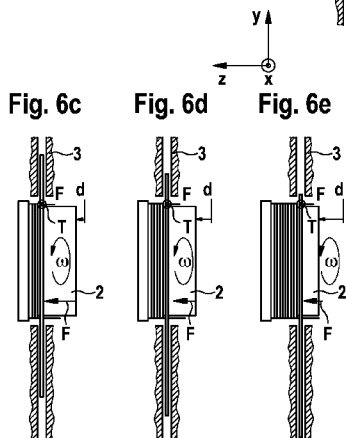
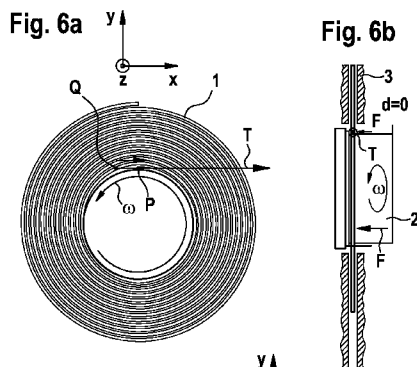
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING AN ANNULAR MACHINE ELEMENT, IN PARTICULAR FOR INSERTION INTO AN ELECTRIC MACHINE

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM HERSTELLEN EINES RINGFÖRMIGEN MASCHINENELEMENTS, INSBESONDERE ZUM EINSATZ IN EINER ELEKTRISCHEN MASCHINE



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for producing a cylindrical machine element, in particular for an electric machine. Said method consists of the following steps: a sheet metal element (1) which comprises a spiral-shaped metal strip extending on a sheet metal main plane and which has a thickness in the direction of thickness extending vertically to the sheet metal main plane, and has a width in the direction of the width which extends parallel to the sheet metal main plane; the metal strips are wound in several windings in a screw-like or spiral-like manner about a cylindrical, in particular round cylindrical form element (2) in the axial direction thereof such that the windings of the metal strips are on top of each other in the direction of thickness and the width of the metal strip extends in a direction which is vertical to the axial direction of the form element (2); the wound metal strip is detached from the shaping element (2) in order to maintain the machine element.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines zylinderförmigen Maschinenelements, insbesondere für eine elektrische Maschine, mit folgenden Schritten: Bereitstellen eines Blechelements (1), das einen sich spiralförmig in einer

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Blechhauptebene erstreckenden Blechstreifen mit einer Dicke in einer Dickenrichtung, die senkrecht zur Blechhauptebene verläuft, und einer Breite in Breitenrichtung, die parallel zur Blechhauptebene verläuft, aufweist; Wickeln des Blechstreifens in mehreren Windungen schraubenförmig bzw. wendelförmig um ein zylindrisches, insbesondere kreiszylindrisches Formelement (2) in dessen axialer Richtung, so dass die Windungen des Blechstreifens in Dickenrichtung aufeinander liegen und die Breitenrichtung des Blechstreifens in einer Richtung verläuft, die senkrecht ist zur axialen Richtung des Formelements (2); Lösen des gewickelten Blechstreifens von dem Formelement (2), um das Maschinenelement zu erhalten.

5 Beschreibung

Titel

Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen eines ringförmigen Maschinenelements, insbesondere zum Einsatz in einer elektrischen Maschine

10

Technisches Gebiet

15

Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen ein Herstellungsverfahren für ein Maschinenelement für eine elektrische Maschine, insbesondere ein Verfahren zur Herstellung eines ringförmigen Maschinenelements.

Stand der Technik

20

Hohlzylinderförmige Körper werden insbesondere in elektrischen Maschinen zur Herstellung von Statoren bzw. Statorhalterungen verwendet. Da in elektrischen Maschinen in der Regel magnetische Wechselfelder auftreten, ist es zur Vermeidung von Wirbelströmen häufig zweckmäßig, derartige ringförmige Körper laminiert, d.h. schichtenartig, insbesondere durch Stapelung von entsprechend geformten Blechen aufzubauen, um auftretende Wirbelströme in Richtung parallel zur Achse einer Richtung des zylinderförmigen Körpers zu unterbinden.

25

30

Zur Herstellung solcher zylinderförmiger Körper in geschichteter Aufbauweise sind aus dem Stand der Technik zwei Verfahren bekannt. Gemäß einem ersten Verfahren wird eine Anzahl von Ringlamellen aus einem Blech gestanzt und die einzelnen Ringlamellen aufeinander gestapelt, um den laminierten Ring herzustellen. Die einzelnen Ringlamellen können entweder durch gestanzte Zwischenverbindungen oder durch Schweißen miteinander verbunden werden. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass ein Stahlblech verwendet werden kann, das einen hohen Siliziumanteil aufweist, wodurch die Hysteres- und Wirbelstromverluste bei Anliegen eines magnetischen Wechselfelds minimiert werden

35

können. Nachteilig bei diesem Verfahren ist der hohe Verbrauch von Blechmaterial, insbesondere wenn der zylinderförmige Körper ein sehr geringes Verhältnis seiner radialen Dicke zum Außendurchmesser aufweist. Dieser hohe Anteil an Stanzabfall und die daraus resultierenden hohen Materialkosten machen dieses Verfahren unattraktiv.

Ein zweites Verfahren besteht darin, einen geradlinigen Blechstreifen herzustellen und den gestanzten Blechstreifen um seine Kante zu wickeln, um den laminierten Ring zu bilden. Der laminierte Ring ist dann schraubenförmig bzw. wendelförmig aufgewickelt. Da die Blechstreifen geradlinig gestanzt werden, können diese mit sehr geringem Stanzabfall hergestellt werden. Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass nur sehr duktiler Stahl als Material für den Blechstreifen verwendet werden kann, da der Streifen während des Wicklungsprozesses um die Kante stark deformiert wird, um die erforderliche ringförmige Geometrie zu erreichen. Da bei einem hohen Siliziumanteil in dem Material des Stanzblechs dessen Biegsamkeit stark reduziert ist, können für dieses Verfahren nur Stahlbleche mit einem niedrigen Siliziumanteil verwendet werden, um den zylinderförmigen Körper herzustellen. Durch die Verwendung von Stahlblechen mit einem niedrigen Siliziumanteil sind die Eisenverluste in dem ringförmigen Körper, wenn dieser einem magnetischen Wechselfeld ausgesetzt ist, höher als bei dem zuvor beschriebenen Verfahren, was dieses Verfahren ebenfalls unattraktiv macht.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zum Herstellen eines rotationssymmetrischen Körpers in laminierter Aufbauweise zur Verfügung zu stellen, bei dem der Stanzabfall reduziert ist und bei dem Stahlbleche mit hohem Siliziumanteil verwendet werden können.

Weiterhin ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Lamellenelement zum Aufbau eines rotationssymmetrischen Körpers in laminierter Aufbauweise zur Verfügung zu stellen.

Offenbarung der Erfindung

Diese Aufgabe wird durch das zum Herstellen eines hohlzylindrischen Körpers gemäß Anspruch 1 sowie durch das Stanzblech und die Verwendung eines solchen Stanzblechs gemäß den nebengeordneten Ansprüchen gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

5 Gemäß einem ersten Aspekt ist ein Verfahren zum Herstellen eines zylinderförmigen Maschinenelements vorgesehen, insbesondere für eine elektrische Maschine. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- 10 – Bereitstellen eines Blechelements, das einen sich spiralförmig in einer Blechhauptebene erstreckenden Blechstreifen mit einer Dicke in einer Dickenrichtung, die senkrecht zur Blechhauptebene verläuft, und einer Breite in Breitenrichtung, die parallel zur Blechhauptebene verläuft, aufweist;
- 15 – Wickeln des Blechstreifens in mehreren Windungen schraubenförmig bzw. wendelförmig um ein zylindrisches, insbesondere kreiszylindrisches Formelement in dessen axialer Richtung, so dass die Windungen des Blechstreifens in Dickenrichtung aufeinander liegen und die Breitenrichtung des Blechstreifens in einer Richtung verläuft, die senkrecht ist zur axialen Richtung des Formelements;
- Entfernen des Formelements, um das Maschinenelement zu erhalten.

20 Eine Idee des obigen Verfahrens besteht darin, aus einem spiralförmigen Blechelement, das z.B. durch Stanzen oder Laserschneiden hergestellt werden kann, durch schraubenförmiges bzw. wendelförmiges Wickeln um dessen schmale Kante einen hohlzylindrischen Körper in laminierter Aufbauweise herzustellen. Aufgrund der anfänglichen Spiralform des Blechstreifens des Blechelements
25 muss dieser nicht so stark deformiert werden wie ein geradliniger Blechstreifen, wie im Stand der Technik beschrieben. Dies bedeutet, dass auch ein weniger biegsamer Stahl als Material für das Blechelement verwendet werden kann, wie beispielsweise Stähle mit einem höheren Siliziumanteil, um die Eisenverluste in einem magnetischen Wechselfeld zu reduzieren. Weiterhin ist aufgrund der spiralförmigen Geometrie des Blechstreifens der Materialverbrauch erheblich geringer
30 als dies beim Stanzen von ringförmigen Blechelementen, wie aus dem Stand der Technik bekannt, der Fall wäre, wodurch geringere Kosten verursacht werden.

Gemäß einer Ausführungsform kann zumindest ein Teil der Windungen des spiralförmig gewickelten Blechstreifens durch Kleben, Schweißen oder Verkleben miteinander oder an einem Trägerelement fixiert werden.

5 Weiterhin kann das Blechelement mit einem Innenradius einer ersten Windung und einem Außenradius einer letzten Windung bereitgestellt werden, wobei ein Radius des Formelements zwischen dem Innenradius und dem Außenradius liegt.

10 Der Blechstreifen des Blechelements kann mit einem Ende an dem Formelement fixiert werden, wobei zum Wickeln des Blechstreifens das Formelement gedreht wird, so dass sich der spiralförmige Blechstreifen auf das Formelement wickelt und sich dabei an die Außenkontur des Formelements anlegt.

15 Gemäß einem weiteren Aspekt ist ein zylinderförmiges Maschinenelement vorgesehen, das durch das obige Verfahren hergestellt ist oder herstellbar ist.

Gemäß einem weiteren Aspekt ist eine Verwendung des obigen Maschinenelements als Stator oder Statorträger einer elektrischen Maschine vorgesehen.

20 Gemäß einem weiteren Aspekt ist eine Vorrichtung zum Herstellen eines zylinderförmigen Maschinenelements, insbesondere zur Verwendung in einer elektrischen Maschine, vorgesehen. Die Vorrichtung umfasst:

- ein zylindrisches, insbesondere kreiszylindrisches Formelement, um den
25 Blechstreifen in mehreren Windungen schraubenförmig bzw. wendelförmig in axialer Richtung des Körpers zu wickeln, so dass die Windungen des Blechstreifens in Dickenrichtung aufeinander liegen und die Breitenrichtung des Blechstreifens in einer Richtung verläuft, die senkrecht ist zur axialen Richtung des Formelements;
- ein Aufbringelement zum Aufwickeln eines Blechelements, das einen sich
30 spiralförmig in einer Blechhauptebene erstreckenden Blechstreifen mit einer Dicke in einer Dickenrichtung, die senkrecht zur Blechhauptebene verläuft, und einer Breite in Breitenrichtung, die parallel zur Blechhauptebene verläuft, aufweist,

wobei das Aufbringelement Stempel aufweist, die den Blechstreifen beim Wickeln auf das Formelement verdrehsicher halten und einen Schlupf in Erstreckungsrichtung des Blechstreifens zum Wickeln gewährleisten.

5 Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- 10 Figuren 1a und 1b verschiedene Ausführungsformen eines spiralförmigen Blechelements zur Herstellung eines zylinderförmigen Körpers mit lamellenartigem Aufbau;
- Figur 2 eine perspektivische Darstellung eines zylinderförmigen Körpers mit lamellenartigem Aufbau, der aus einem der
- 15 spiralförmigen Blechelemente der Figuren 1a oder 1b hergestellt ist;
- Figuren 3a bis 3c eine Anordnung des spiralförmigen Blechelements an einer Spindel, um diese zu bewickeln;
- Figuren 4a und 4b eine Darstellung der Spannvorrichtung zum Wickeln der
- 20 Spindel;
- Figur 5 eine Detailansicht der Stempel der Aufbringeinheit zum Aufwickeln des spiralförmigen Blechelements;
- Figuren 6a bis 6e eine detaillierte Darstellung des Verfahrens zum Wickeln des spiralförmigen Blechelements auf eine Spindel.

25 Beschreibung von Ausführungsformen

Nachfolgend wird ein Verfahren zur Herstellung eines zylinderförmigen Maschinenelements, wie z.B. eines Stators oder einer Statorhalterung, in Lamellenaufbauweise beschrieben.

30

Ein wesentliches Element für das Herstellungsverfahren besteht in einem Blechelement 1, das einen Blechstreifen mit einer spiralförmigen Geometrie in einer Blechhauptebene aufweist. Zwei Ausführungsformen derartiger Blechelemente 1 sind in den Figuren 1a und 1b gezeigt. Die spiralförmigen Blechelemente der Figuren 1a und 1b unterscheiden sich in ihrer Herstellungsweise. Das spiralförmige

35

Blechelement 1 der Figur 1a wird durch Stanzen hergestellt, wobei zwischen den einzelnen Bahnen des spiralförmigen Blechelements 1 ein Abstand aufgrund der Breite der Stanzschneide auftritt. Der radiale Abstand beträgt beispielsweise bei Verwendung eines Stanzprozesses zur Herstellung des spiralförmigen Blechelements 1 etwa 1mm und entspricht der Dicke des Stanzwerkzeugs.

Dagegen wird das spiralförmige Blechelement der Figur 1b mit Hilfe eines Laserschneidverfahrens hergestellt, mit dem viel schmalere und exaktere Schneidkanten hergestellt werden können. In diesem Fall ist der radiale Abstand zwischen den Bahnen des spiralförmigen Blechelements in radialer Richtung vernachlässigbar und beträgt bei Verwendung eines Laserschneidprozesses lediglich etwa 0,05 mm. Mit anderen Worten, der Unterschied zwischen den beiden Geometrien, die in den Figuren 1a und 1b gezeigt sind, besteht lediglich darin, dass der radiale Abstand zwischen zwei benachbarten Windungen des spiralförmigen Blechelements 1 unterschiedlich ist.

Das spiralförmige Blechelement 1 wird nun über dessen Innenkante, d.h. die zum Mittelpunkt der spiralförmigen Geometrie gerichtete Kante, auf eine vorzugsweise kreiszylindrische Spindel 2 als Formelement gewickelt, wobei die Wicklung schraubenförmig bzw. wendelförmig erfolgt. Die Schraubenform bzw. die Wendelform der Wicklung weist einen Versatz zwischen benachbarten Windungen in axialer Richtung der Spindel auf und nicht in radialer Richtung. Der Versatz entspricht vorzugsweise der Dicke des Blechelements 1, damit die einzelnen Lagen der Windungen des Blechelements 1 aneinander anliegen.

Aufgrund der spiralförmigen Ausbildung des Blechelements 1 ist die Verformung beim Wickeln des Blechelements 1 auf die Spindel 2 erheblich geringer als beim Wickeln eines geradlinigen Blechelements bzw. eines geradlinigen Blechstreifens, wie eingangs erwähnt. Dies liegt daran, dass das spiralförmige Blechelement bereits eine gekrümmte Kontur aufweist. Aus diesem Grunde ist es nicht notwendig, dass das Material des Blechelements 1 so biegsam ist wie das Material des geradlinigen Blechstreifens gemäß dem Stand der Technik. Aus diesem Grunde kann als Material für das Blechelement 1 Stahl mit einem höheren Siliziumanteil verwendet werden, um die Eisenverluste, wie beispielsweise Hystereseverluste und Wirbelstromverluste, zu minimieren, die sich in einem magneti-

schen Wechselfeld ausbilden können. Dies kann für viele Anwendungen vorteilhaft sein, beispielsweise für elektronisch kommutierte elektrische Maschinen.

Ein weiterer Vorteil der spiralförmigen Geometrie der spiralförmigen Blechelemente der Figuren 1a und 1b besteht darin, dass bei ihrer Herstellung weniger Materialverschnitt entsteht, wodurch der Materialverbrauch verringert werden kann und geringere Kosten entstehen.

In Figur 2 ist ein aus den spiralförmigen Blechelementen der Figuren 1a oder 1b hergestellter zylinderförmiger Körper in laminierter Aufbauweise dargestellt, der durch Umwickeln einer kreiszylindrischen Spindel 2 mit der Innenkante des spiralförmigen Blechelements 1 hergestellt worden ist.

Beim Aufbau des zylinderförmigen Körpers mit lamellenartiger Aufbauweise gemäß Figur 2 können zum Verlängern des zylinderförmigen Körpers in axialer Richtung mehrere derartige Körper aus mehreren spiralförmigen Blechelementen aufeinander gesetzt werden. Es ist bekannt, dass selbst Stahlbleche, die als Non-Grain-Oriented klassifiziert sind, eine leichte magnetische Vorzugsrichtung aufweisen. In dieser Vorzugsrichtung ist das Stahlblech in geringem Maß einfacher bzw. schneller zu magnetisieren als im Vergleich dazu der rechtwinkligen Richtung. Um diese magnetische Vorzugsrichtung (Anisotropie) in einem zylinderförmigen Körper, der aus mehreren spiralförmigen Blechelementen hergestellt worden ist, zu eliminieren, können die einzelnen aus jeweils einem spiralförmigen Blechelement hergestellten zylinderförmigen Körper um einen bestimmten Winkel zueinander rotiert werden, bevor diese aufeinander aufgesetzt werden. Dadurch wird auch die magnetische Vorzugsrichtung verdreht, so dass in dem fertig gestellten zylinderförmigen Körper keine magnetische Vorzugsrichtung mehr vorliegt.

Bei Verwendung des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens wird weiterhin während des Bewickelns der Spindel mit dem spiralförmigen Blechelement automatisch die magnetische Vorzugsrichtung mit jeder Windung versetzt, da der Radius jeder Windung des spiralförmigen Blechelements variiert. Somit hat das Bewickeln der Spindel mit dem spiralförmigen Blechelement den weiteren Vorteil, dass der zylinderförmige Körper einstückig, d.h. aus einem einzigen spiralförmigen

gen Blechelement, aufgebaut werden kann, ohne dass eine magnetische Anisotropie in Kauf genommen werden muss.

Die Figuren 3a bis 3c, 4a und 4b sowie 5 stellen schematisch Verfahren und Vorrichtungen zum Durchführen des Verfahrens zum Herstellen eines zylinderförmigen Körpers in laminierter Aufbauweise dar.

Die Figuren 3a bis 3c zeigen die Anfangsposition und die Anordnung des spiralförmigen Blechelements 1 auf einer Spindel, bevor der Streifen des spiralförmigen Blechelements um die Spindel 2 gewickelt ist. Der Außendurchmesser der Spindel entspricht beispielsweise dem Innendurchmesser des gewünschten zylinderförmigen Körpers. Zunächst wird das spiralförmige Blechelement 1 auf der Spindel 2 an einem Punkt P fixiert und in der vertikalen Position durch Führungen 3, die in Figur 3b gezeigt sind, gehalten. Das spiralförmige Blechelement 1 wird dann an dem Punkt Q auf einer nachfolgenden Windung des spiralförmigen Blechelements gehalten und mit einer Kraft T unter Spannung gesetzt, die tangential zur Mantelfläche der Spindel 2 angreift. Unter dieser Spannung wird der Punkt Q auf eine Position unmittelbar hinter dem Punkt P bewegt, während eine vollständige Umdrehung der zylinderförmigen Spindel 2 durchgeführt wird.

Eine Seitenkraft F wird während dieser ersten Windung des zylinderförmigen Körpers ausgeübt, verteilt über einen Bereich A um ihren Umfang, wie in Figur 3c durch den schraffierten Bereich dargestellt ist. Diese verteilte Seitenkraft F hält das spiralförmige Blechelement auf seiner Kante, wenn es um die Kante unter der Spannung T um die Spindel gewickelt wird. Ohne diese Seitenkraft F würde der Streifen des spiralförmigen Blechelements sich natürlich umbiegen und flach auf die Oberfläche der Spindel legen.

Die Figuren 4a und 4b zeigen ausführlicher, wie das spiralförmige Blechelement gehalten und unter Spannung gesetzt werden kann. Figur 4b zeigt eine Draufsicht auf Figur 4a. In dieser Draufsicht kann man Punkt Q hinter dem Punkt P sehen. Der Streifen wird an dem Punkt Q durch eine Aufbringeinheit 4 mit zwei Stempeln 5 gehalten, die zwei Kräfte F_T auf den Streifen ausüben. Diese zwei Kräfte F_T sind groß genug, um den Streifen 1 fest in der korrekten Position zu halten, aber ausreichend niedrig, um dem Blechstreifen des spiralförmigen

Blechelements 1 zu ermöglichen, zwischen den beiden Stempeln 5 zu gleiten, wenn dieser auf die Spindel 2 gewickelt wird.

Figur 5 zeigt einen Querschnitt der zwei Stempel 5 der Aufbringeinheit 4 und des Blechstreifens. Einer der Stempel 5 (in diesem Fall der linke Stempel) ist mit einer Führung 6 geformt, um zu vermeiden, dass sich der Blechstreifen des spiralförmigen Blechelements 1 in seitlicher Richtung bewegt, wenn dieser gewickelt wird. Die beiden Stempel 5 werden durch einen Spannarm positioniert, der die Stempel 5 zusammendrückt und die Spannung T auf den Blechstreifen des spiralförmigen Blechelements 1 ausübt, wenn dieser gewickelt wird.

Figur 6 zeigt den Wicklungsprozess in fünf Stufen. Figur 6a zeigt die Anfangsposition des spiralförmigen Blechelements 1, bevor der Wicklungsprozess startet. Während des Wicklungsprozesses wird die Spindel 2 mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit ω um ihre Z-Achse gedreht, während gleichzeitig das Blechelement mit einer konstanten Lineargeschwindigkeit s in Z-Richtung bewegt wird. Der gesamte lineare Versatz d der Spindel in Z-Richtung ist gleich der erforderlichen Höhe des zylinderförmigen Körpers abzüglich der Dicke des spiralförmigen Blechelements.

Die Figuren 6b bis 6d zeigen das spiralförmige Blechelement im Wicklungsprozess. Während dieses Prozesses befindet sich der nicht gewickelte Teil des spiralförmigen Blechelements 1 innerhalb von Führungen. Das um die Spindel 2 gewickelte Blechelement 1 wird dann entweder durch Schweißen des Körpers entlang der Außenfläche an vorbestimmten Stellen oder durch eine Art von Klemmvorrichtung zusammen gehalten. Der zylinderförmige Körper wird dann von der Spindel 2 abgezogen. Um mechanischen Stress in dem Körper zu reduzieren, kann der Körper thermisch bei einer hohen Temperatur behandelt werden. Dies kann auch die Hystereseverluste reduzieren, die in dem so aufgebauten zylinderförmigen Körper in einem magnetischen Wechselfeld erzeugt werden.

5 Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines zylinderförmigen Maschinenelements, insbesondere für eine elektrische Maschine, mit folgenden Schritten:
 - Bereitstellen eines Blechelements (1), das einen sich spiralförmig in einer Blechhauptebene erstreckenden Blechstreifen mit einer Dicke in einer Dickenrichtung, die senkrecht zur Blechhauptebene verläuft, und einer Breite in Breitenrichtung, die parallel zur Blechhauptebene verläuft, aufweist;
 - Wickeln des Blechstreifens in mehreren Windungen schraubenförmig bzw. wendelförmig um ein zylindrisches, insbesondere kreiszylindrisches Formelement in dessen axialer Richtung, so dass die Windungen des Blechstreifens in Dickenrichtung aufeinander liegen und die Breitenrichtung des Blechstreifens in einer Richtung verläuft, die senkrecht ist zur axialen Richtung des Formelements (2);
 - Entfernen des gewickelten Blechstreifens von dem Formelement (2), um das Maschinenelement zu erhalten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Blechelement (1) aus einer Blechplatte gestanzt oder durch Laserschneiden ausgeschnitten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei zumindest ein Teil der Windungen des schraubenförmig bzw. wendelförmig gewickelten Blechstreifens durch Kleben, Schweißen oder Verklemmen miteinander oder an einem Trägerelement fixiert werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Blechelement (1) mit einem Innenradius einer ersten Windung und einem Außenradius einer letzten Windung bereitgestellt wird, wobei ein Radius des Formelements (2) zwischen dem Innenradius und dem Außenradius liegt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Blechstreifen des Blechelements (1) mit einem Ende an dem Formelement (2) fixiert wird, wo-

bei zum Wickeln des Blechstreifens das Formelement (2) gedreht wird, so dass sich der spiralförmige Blechstreifen auf das Formelement (2) schraubenförmig bzw. wendelförmig wickelt und sich dabei an die Außenkontur des Formelements (2) anlegt.

6. Zylinderförmiges Maschinenelement, das durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 hergestellt ist oder herstellbar ist.
7. Verwendung des Maschinenelements nach Anspruch 6 als Stator oder Statorträger einer elektrischen Maschine.
8. Vorrichtung zum Herstellen eines zylinderförmigen Maschinenelements, insbesondere zur Verwendung in einer elektrischen Maschine, umfassend:
 - ein zylindrisches, insbesondere kreiszylindrisches Formelement (2), um einen Blechstreifen in mehreren Windungen schraubenförmig bzw. wendelförmig in axialer Richtung des Formelements (2) zu wickeln, so dass die Windungen des Blechstreifens in Dickenrichtung aufeinander liegen und die Breitenrichtung des Blechstreifens in einer Richtung verläuft, die senkrecht ist zur axialen Richtung des Formelements (2);
 - ein Aufbringelement (4) zum Aufwickeln eines Blechelements (1), das einen sich spiralförmig in einer Blechhauptebene erstreckenden Blechstreifen mit einer Dicke in einer Dickenrichtung, die senkrecht zur Blechhauptebene verläuft, und einer Breite in Breitenrichtung, die parallel zur Blechhauptebene verläuft, aufweist, wobei das Aufbringelement (4) Stempel (5) aufweist, die den Blechstreifen beim Wickeln auf das Formelement (2) verdrehsicher halten und einen Schlupf in Erstreckungsrichtung des Blechstreifens zum Wickeln gewährleisten.

Fig. 1a

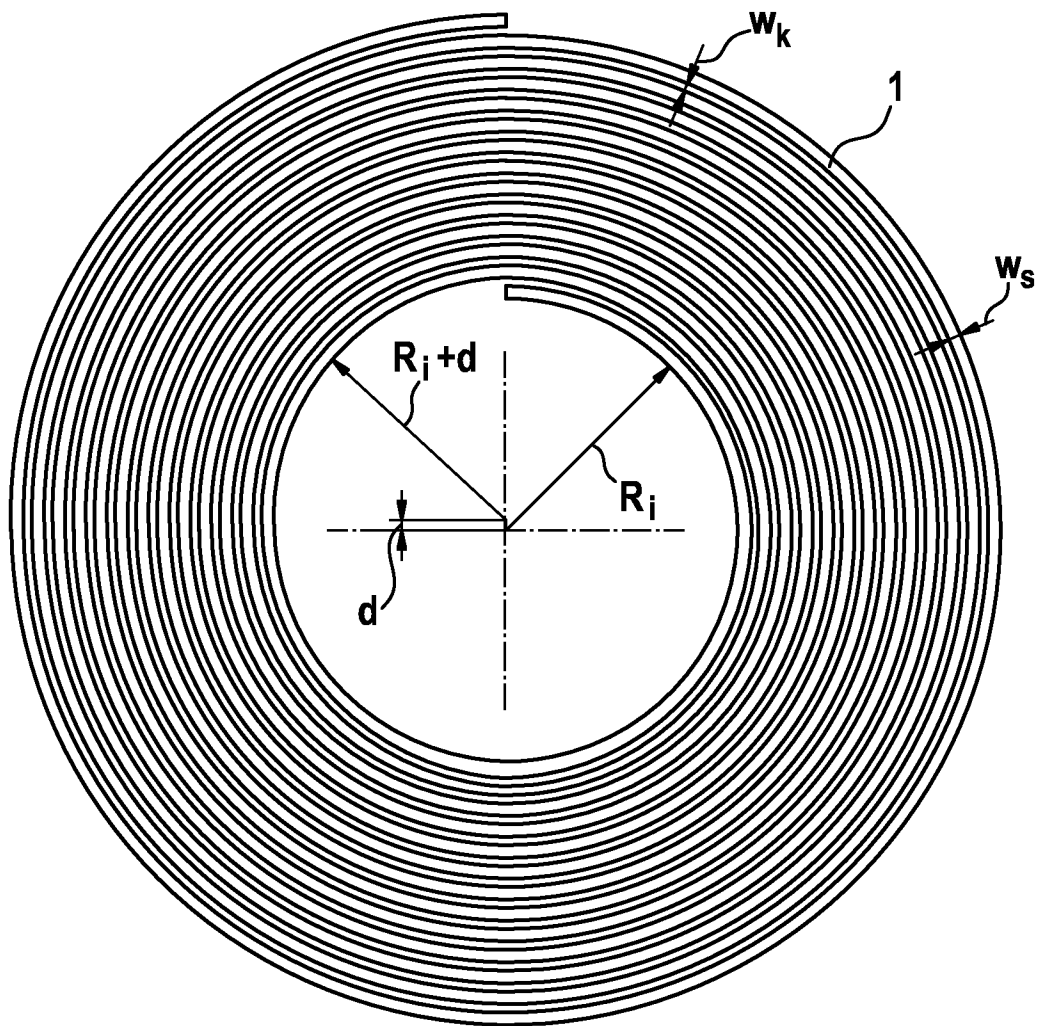


Fig. 1b

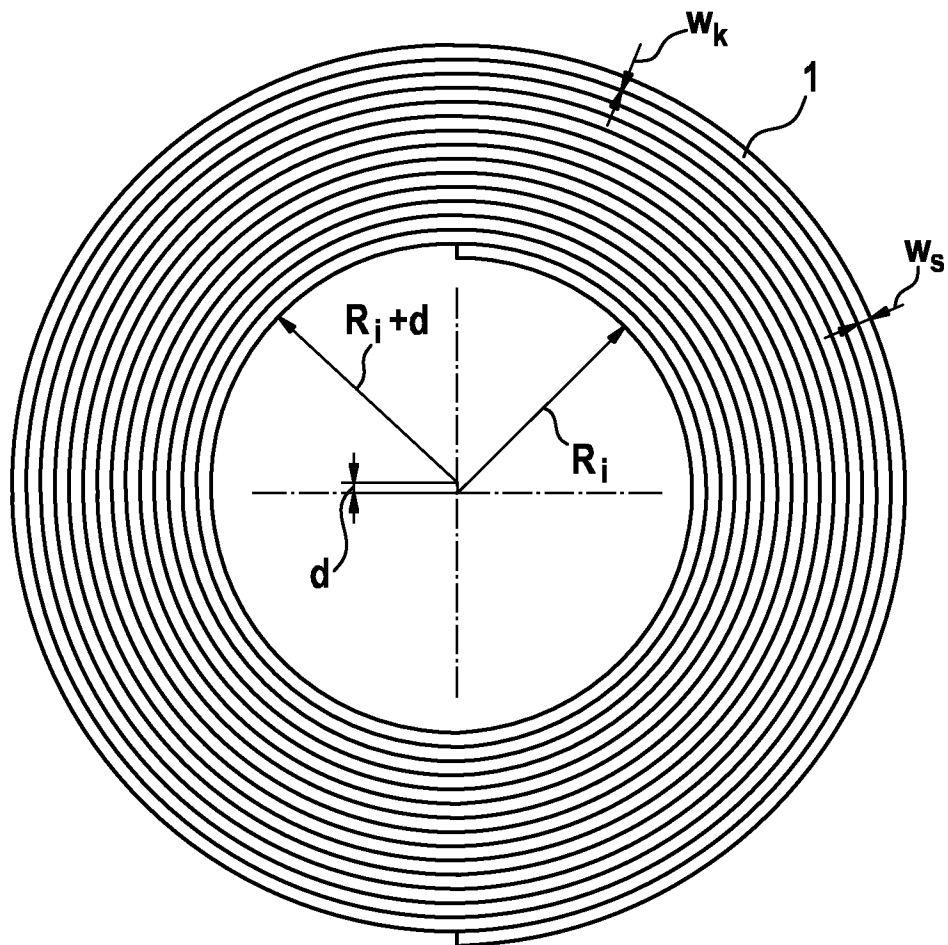


Fig. 2

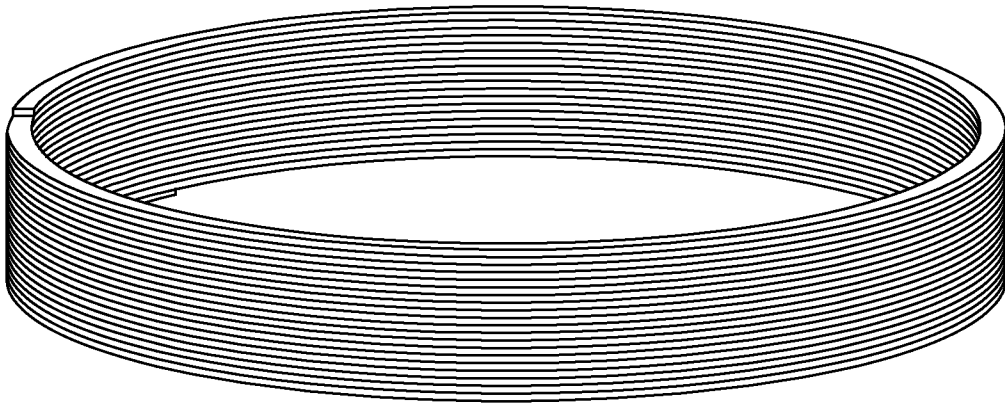
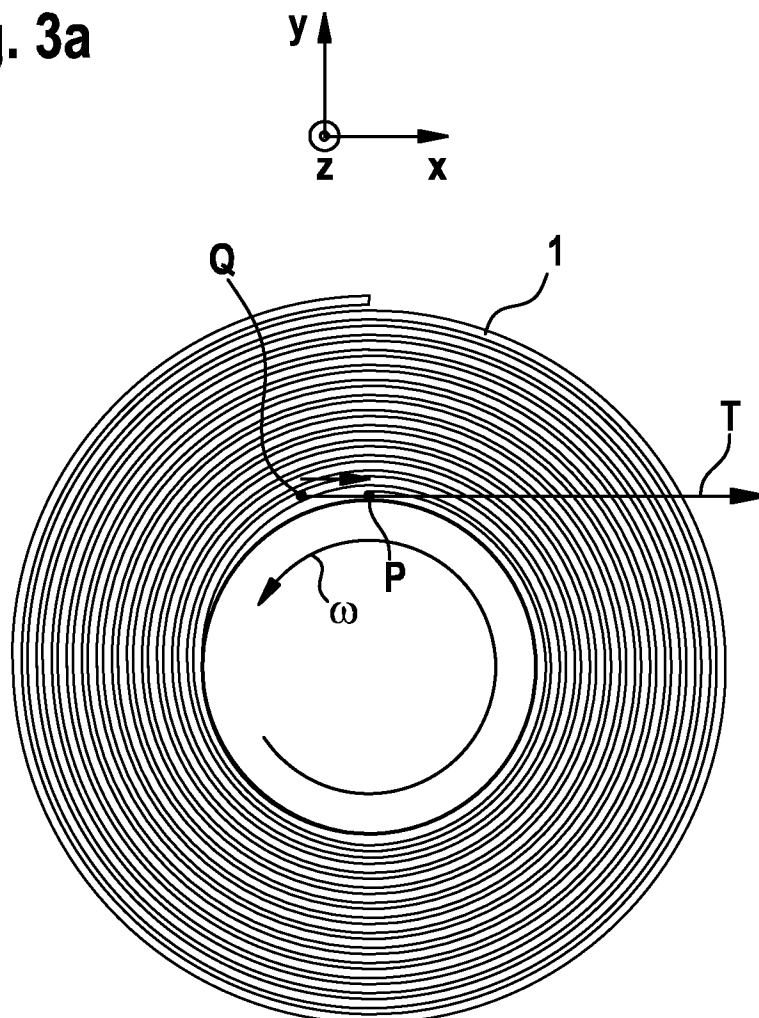


Fig. 3a



4 / 8

Fig. 3b

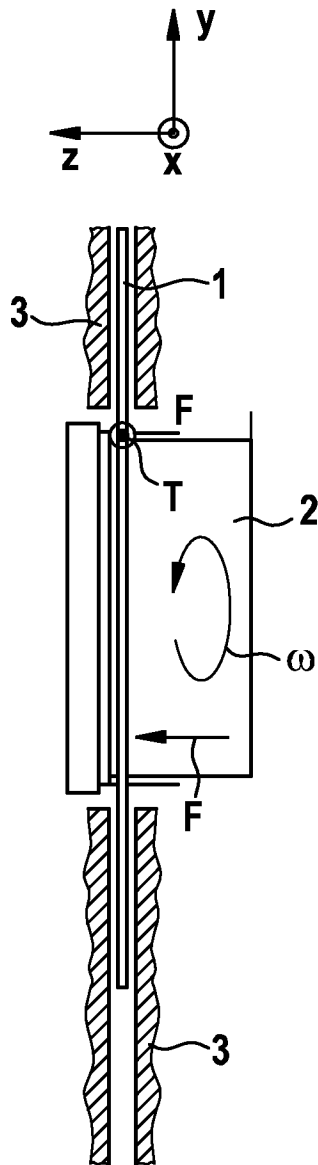


Fig. 3c

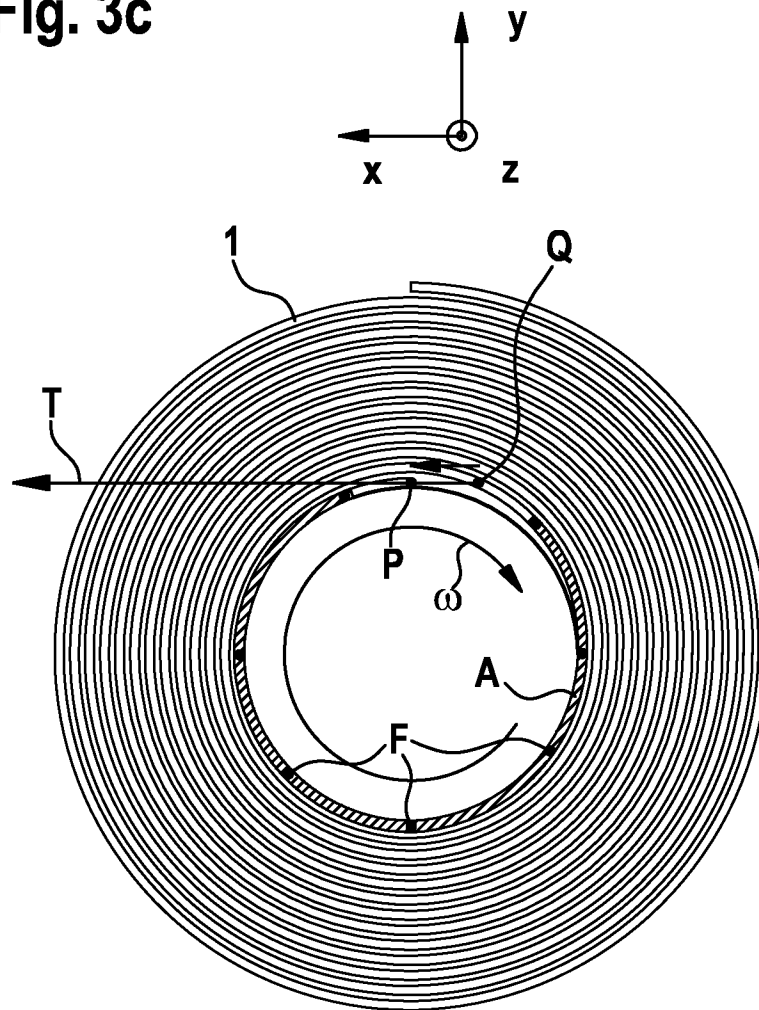


Fig. 4a

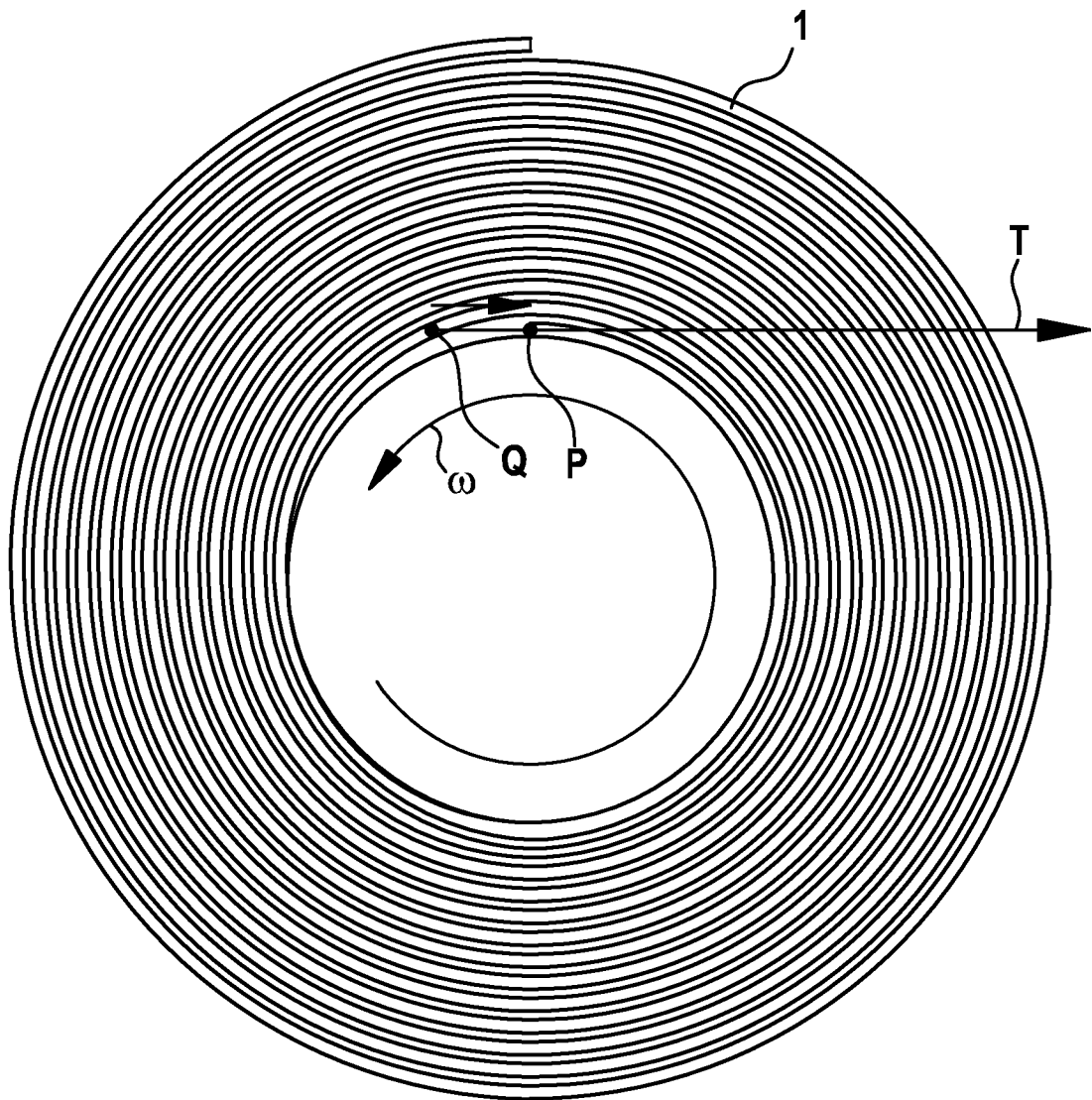


Fig. 4b

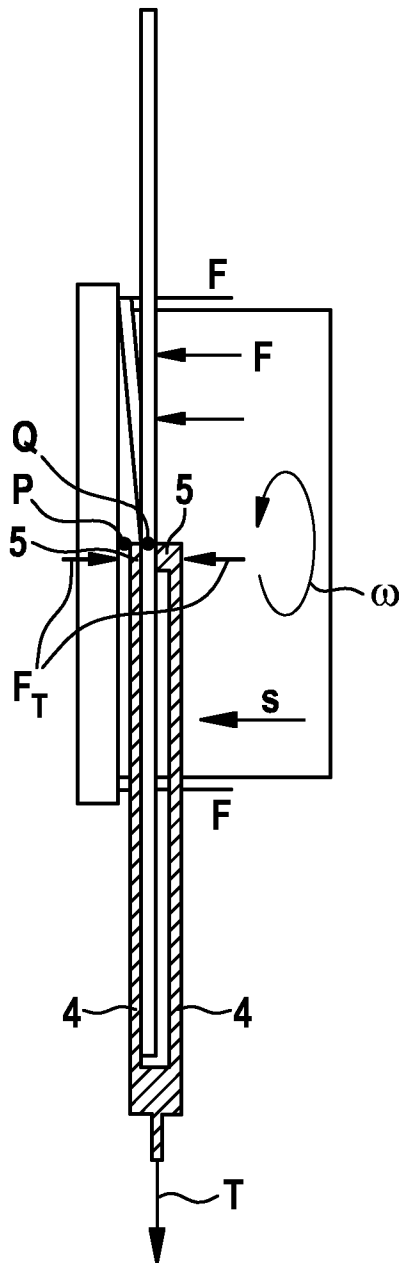


Fig. 5

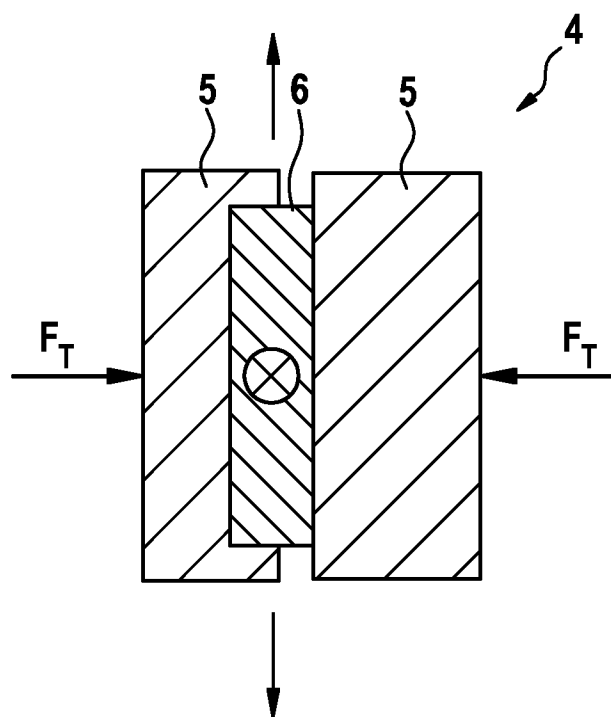


Fig. 6a

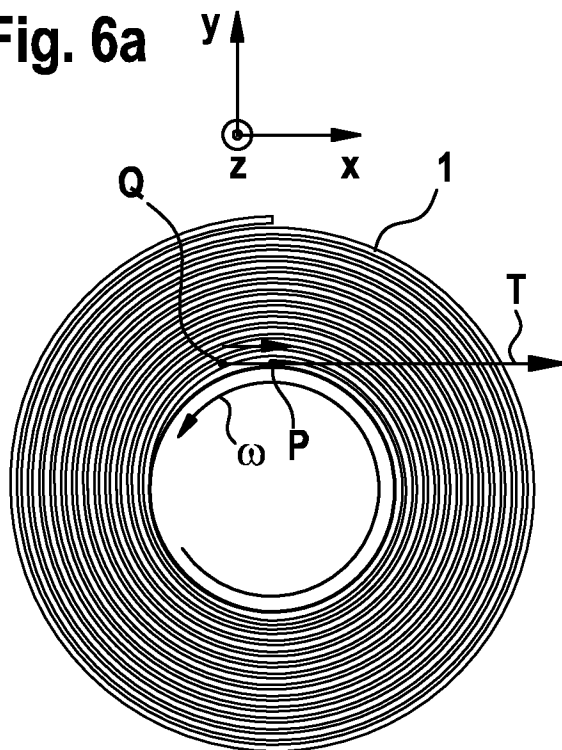


Fig. 6b

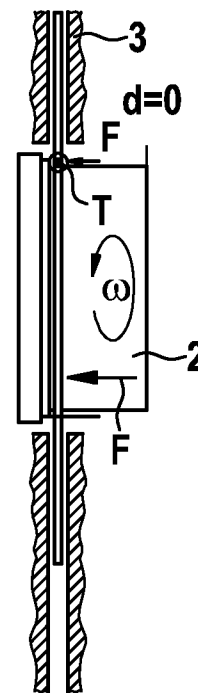


Fig. 6c

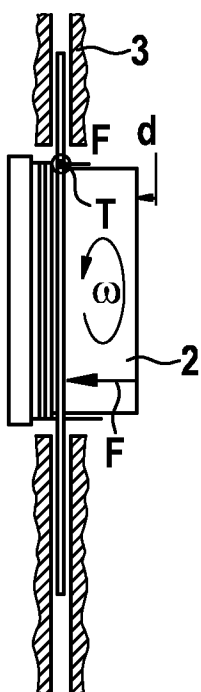


Fig. 6d

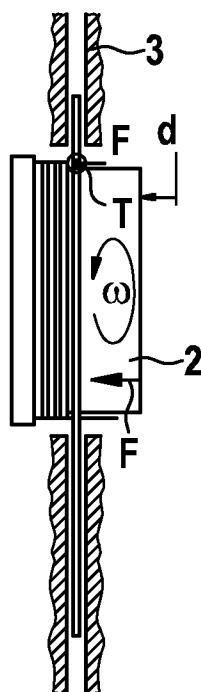


Fig. 6e

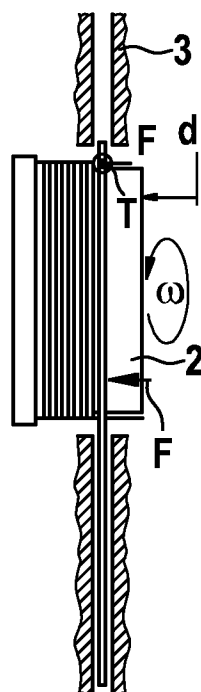


Fig. 6f

