

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 731 766 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.12.2006 Patentblatt 2006/50

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06009899.3**

(22) Anmeldetag: **13.05.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum GmbH**
35614 Asslar (DE)

(72) Erfinder: **Stoll, Tobias**
35719 Angelburg-Gönnern (DE)

(30) Priorität: **11.06.2005 DE 102005027097**

(54) **Statorscheibe für Turbomolekularpumpe**

(57) Die Erfindung betrifft eine Statorscheibe für eine Turbomolekularpumpe, bei der die Schaufeln der Statorscheibe aus der Scheibenebene herausgestellt sind, wobei die Statorscheibe einen Innenring, einen Außenring und Verbindungsstellen zwischen Schaufel und Ringen

aufweist. Um Spannungen im Material zu vermeiden, die zusätzliche Bearbeitungsschritte erfordern und die erreichbaren Maßgenauigkeiten verschlechtern, wird vorgeschlagen, zwischen den Schaufeln und den Ringen einen Steg vorzusehen.

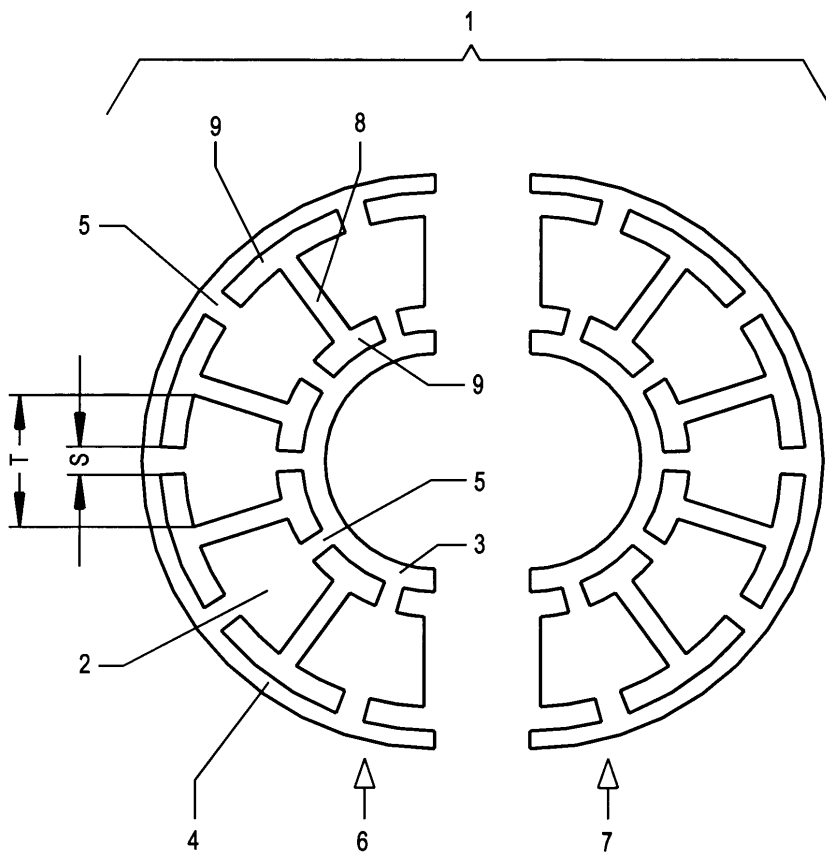


Fig. 2

EP 1 731 766 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Statorscheibe zur Verwendung mit einer Turbomolekularpumpe nach dem Obergriff des ersten Anspruchs.

[0002] In Turbomolekularpumpen sind Rotor- und Statorscheiben abwechselnd angeordnet, wobei die Rotor-scheiben auf einer schnelldrehenden Welle sitzen. Die Statorscheiben sind ortsfest in einem Gehäuse montiert. Beide Sorten von Scheiben weisen Schaufeln auf, wodurch im Zusammenspiel mit der schnellen Drehung die Pumpwirkung erzeugt wird. Es ist bekannt, die Schaufeln von beiden Sorten von Scheiben durch Fräsen aus einer Vollscheibe herzustellen. Dies ist zeitaufwändig und teuer, weshalb man für die Statorscheiben gestanzte Scheiben verwendet. Solche Scheiben sind beispielsweise aus der deutschen Offenlegungsschrift DE-OS 37 22 164 bekannt. Hier werden zunächst Vollscheiben aus einem Blech gestanzt. Anschließend werden radiale Schlitzte in diese Scheibe eingestanzt und im letzten Arbeitsgang der Bereich zwischen den Schlitzten geschränkt, so dass Scheibenmaterial aus der Scheibenebene herausgestellt wird und Schaufeln entstehen. Die nicht geschränkten Bereiche im Inneren und Äußeren verbleiben als Ringe.

Nachteilig an diesem Stand der Technik ist, dass an den Verbindungsstellen zwischen Innenring und Schaufel, bzw. Schaufel und Außenring, ein hoher Grad von Umformung auftritt. Außerdem sind die Kräfte sehr groß, mit denen der notwendige Umformungsgrad erreicht werden kann. Diese Umformproblematik führt zu hohen Spannungen im Material, welche den Verzug der Scheiben und dadurch den notwendigen Arbeitsgang des Richtens nach sich zieht. Dies wirkt sich insgesamt ungünstig auf die erreichbaren Genauigkeiten der Statorscheibenform aus. Diese Genauigkeit ist aber wichtig, wenn kleine Spaltmaße zwischen Rotor-, Stator- und Gehäusekomponenten erreicht werden sollen. Von den Spaltmaßen hängt die Güte der Pumpleistung der Turbomolekularpumpe ab.

[0003] Ein weiterer Nachteil ist, dass für dieses Fertigungsverfahren aufwändige und damit auch sehr teure Werkzeuge notwendig sind. Damit sind solche Scheiben nur bei großen Stückzahlen kostengünstig herstellbar. Eine flexible Dimensionierung der Scheiben, die optimal auf den Einsatzbereich einer Pumpe angepasst sind, d.h. auf die vakuumtechnischen Erfordernisse, ist so bei geringeren Stückzahlen nicht mit einem vertretbaren Kostenaufwand zu realisieren.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden, insbesondere, kostengünstigere Fertigstellungswerkzeuge zu erlauben und eine höhere Genauigkeit der Statorscheibe zu erzielen. Hohe Umformungsgrade sollen vermieden werden.

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Statorscheibe, die gemäß den Merkmalen des ersten Anspruches gestaltet ist. Weiterhin wird sie gelöst durch ein Herstellungsverfahren mit den Merkmalen des Anspruches

sechs.

[0006] Die erfindungsgemäße Statorscheibe weist einen Innenring, einen Außenring und dazwischen angeordnete Schaufeln auf. Zwischen den Schaufeln und den Ringen sind jeweils Stege in radialer Richtung ausgebildet, dessen Tiefe in Umfangsrichtung kleiner als die Schaufeltiefe ist. Eine solche Statorscheibe besitzt im Vergleich zum Stand der Technik weniger umzuformende Materialbereiche, die überdies einen geringeren Umformungsgrad aufweisen. Daher werden die Spannungen im Bauteil deutlich reduziert und der Richtaufwand entfällt. Hieraus resultiert eine höhere erreichbare Genauigkeit der Bauteilmaße. Da geringere Kräfte zum Umformen und weniger Arbeitsschritte nötig sind, können preiswertere Werkzeuge eingesetzt werden. Der Anteil des Werkzeugkosten an den Bauteilkosten sinkt, die Anpassung der Statorscheibe an die vakuumtechnischen Erfordernisse wird somit wirtschaftlicher.

[0007] Da die Bauteilmaße besser als im Stand der Technik eingehalten werden können, führt die Verwendung der erfindungsgemäßen Statorscheibe in einer Turbomolekularpumpe zu einer Verringerung der Spalte innerhalb der Pumpe und damit zu einer Verbesserung der Pumpwirkung.

[0008] Im Herstellungsverfahren für eine Statorscheibe werden zunächst halbkreisförmige Scheiben mit im wesentlichen radialen Schlitzten durch Stanzen oder Laserschneiden erzeugt. Anschließend wird das Material zwischen den radialen Schlitzten so gebogen, dass es aus der Ebene der Scheibe herausgedreht wird, so dass Schaufeln entstehen. Gekennzeichnet ist das Verfahren dadurch, dass in einem der Schritte vor dem Biegen an den Enden der radialen Schlitzte weitere Schlitzte in Umfangsrichtung erzeugt werden. Durch diese Maßnahme werden die oben beschriebenen Vorteile in Bezug auf Umformungsaufwand und Materialspannungen erreicht.

[0009] Weitere Vorteile können erreicht werden, indem die Statorscheibe nach den kennzeichnenden Merkmalen der Unteransprüche 2 bis 4 gestaltet werden und das Verfahren nach den kennzeichnenden Merkmalen der Unteransprüche 7 angepasst wird.

[0010] Die Anordnung des Steges auf halber Strecke zwischen den Schaufelkanten führt zu einer gleichmäßigen Belastung des Steges. Diese Belastung rührt von dem Druckunterschied des Gases vor und hinter der Statorscheibe her. Durch die symmetrische Anordnung treten am Steg nur Drehmomente gleicher Stärke aber mit entgegengesetztem Vorzeichen auf, so dass in der Addition kein resultierendes Drehmoment um die radiale Achse der Schaufel und des Steges auftritt. Daher wird die Materialbelastung verringert.

[0011] Die Tiefe des Steges in Umfangsrichtung wird im Maximum dadurch begrenzt, dass die Umformung und Materialspannung mit zunehmender Tiefe steigt. Im Minimum wird sie begrenzt durch die Festigkeit und den Wärmetransport. Die Festigkeit muss mechanische Belastungen des Steges zulassen, beispielsweise durch ein starkes Druckgefälle über der Scheibe. Außerdem muss

der Steg einen ausreichenden Querschnitt aufweisen, der einen hinreichenden Wärmetransport zulässt. Vorteilhaft ist es, die Stegbreite im Verhältnis zur Schaufelbreite im Bereich von eins zu zehn bis eins zu zwei zu wählen.

[0012] Weitere Vorteile lassen sich im Hinblick auf die Fertigung dadurch gewinnen, dass die Statorscheibe aus einer Mehrzahl identischer Scheiben zusammengesetzt werden. Damit wird nur eine einzige Bauform des Scheibenabschnittes benötigt. Dies vereinfacht die Montage, da die Scheibenabschnitte nicht verwechselt und/oder falsch kombiniert werden können.

[0013] Vorteile im Herstellungsverfahren lassen sich dadurch erzielen, dass die Schaufeln in einem Schritt gemeinsam aus der Scheibenebene herausgedreht werden. Hierdurch wird wertvolle Bearbeitungszeit gespart.

[0014] Im folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Dazu zeigen die Figuren:

Fig. 1: Schnitt durch eine Turbomolekularpumpe mit erfindungsgemäßen Statorscheiben.

Fig. 2: Draufsicht auf eine erfindungsgemäß gestaltete Statorscheibe

Fig. 3: Perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäß gestalteten Statorscheibe. Als Ausschnitt ist der Steg zwischen Schaufel und Außenring gezeigt.

[0015] Figur 1 zeigt eine Turbomolekularpumpe 10 mit einem Gehäuse 11. Dieses besitzt einen Flansch 12 zur Verbindung mit einem auszupumpenden Rezipienten. In dem Flansch befindet sich der Ansaugbereich 13. Weiterhin besitzt die Turbomolekularpumpe 10 einen Gasauslass 14, aus dem das verdichtete Gas ausgestoßen wird. Eine Rotorwelle 15 wird drehbar von Lagern 17 gestützt und von einem Antrieb 18 in schnelle Rotation versetzt. Die Rotorwelle trägt eine Mehrzahl von Scheiben 16, welche jeweils mit Schaufeln versehen sind. Zwischen den Rotorscheiben sind feststehende Statorscheiben 1 angeordnet, welche ebenfalls Schaufeln besitzen. Die Statorscheiben werden durch Distanzringe 19 auf axialem Abstand gehalten. Durch die schnelle Rotation und der Zusammenwirkung der Rotor- mit den Statorscheiben ergibt sich die Pumpwirkung.

[0016] Die Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße, in der Turbomolekularpumpe 10 verwendeten Statorscheibe 1 in einer Draufsicht. Die Statorscheibe besteht aus zwei Halbscheiben 6 und 7, die bei der Montage in der Turbomolekularpumpe jeweils von einer Seite um die Welle des Rotors gelegt werden. Die Statorscheibe weist einen Außenring 4, an dem sie im Gehäuse der Turbomolekularpumpe gehalten wird, und einen Innenring 3 auf. Zwischen den Ringen ist eine Mehrzahl von Schaufeln 2 angeordnet. Die Schaufeln entstehen, indem im Vollmaterial im wesentlichen radiale Schlitz 8 und Schlitz 9 in Umfangsrichtung erzeugt werden. Dies kann durch Stanzen oder auch durch Schneiden geschehen. Durch

Erzeugung der Schlitz 8, 9 entstehen an den Verbindungsstellen zwischen den Ringen und den Schaufeln Stege 5. Die Stegtiefe in Umfangsrichtung ist mit S gekennzeichnet, die Schaufeltiefe mit T. Dabei ist die Schaufeltiefe T größer als die Stegtiefe S.

[0017] In der Figur 3 ist in einer perspektivischen Ansicht ein Ausschnitt aus der Statorscheibe 1 gezeigt, der die Verformung durch das Ausstellen der Schaufeln aus der Scheibenebene verdeutlicht. An der Verbindungsstelle zwischen Außenring 4 und Schaufel 2, deren Ebene gegen die Schaufelebene geneigt ist, ist der Steg 5 angeordnet. Durch diesen Steg, dessen Tiefe in Umfangsrichtung S kleiner ist als die Schaufeltiefe T, wird die Menge des zu verformenden Materials reduziert. Der Steg weist zudem eine radiale Ausdehnung R auf. Im Stand der Technik ist das Verformungsgebiet entlang des Umfangs so groß wie die Tiefe T. Gerade bei einer starken Neigung der Schaufel gegen die Scheibenebene kommt es zu einer sehr hohen Verformung des Materials mit den oben beschriebenen Nachteilen. Durch den Steg 5 ist dies nicht mehr nötig, die Verformung wird auf den wesentlich kürzeren Bereich S reduziert, wodurch oben beschriebene Vorteile erreicht werden. Die Größen S und R können nicht beliebig klein gewählt werden. Die geometrische Abmessung des Steges bedingen die mechanische Belastbarkeit und der maximal mögliche Wärmetransport. Innerhalb der Pumpe entsteht insbesondere auf dem Rotor Wärme durch die Verdichtung und Reibung des zu verdichtenden Gases. Eine weitere Wärmequelle ist der nicht verlustfrei arbeitende Antrieb. Diese Wärme wird von dem Rotor weitgehend per Strahlung auf die Statorscheiben abgegeben und muss über die Stege abgeführt werden können. Ein Verhältnis S zu T von eins zu zehn bis eins zu zwei erweist sich als günstig und sinnvoll. Vorteile lassen sich erzielen, wenn der Steg 5 auf halber Strecke zwischen den Schaufelkante 20 und 21 angeordnet ist.

[0018] Im ersten Schritt des Verfahren zur Herstellung der Statorscheibe 1 werden zunächst halbkreisförmige Scheiben mit im wesentlichen radialen Schlitz 8 durch Stanzen oder Laserschneiden erzeugt. Die Bearbeitung erfolgt so, dass an den Enden der radialen Schlitz weitere Schlitz 9 in Umfangsrichtung erzeugt werden, so dass ein Steg 5 zwischen der Schaufel 2 und mindestens Innenring 3 oder Außenring 4 entsteht. Anschließend wird das Material zwischen den radialen Schlitz 8 so gebogen, dass es aus der Ebene der Scheibe herausgedreht wird, so dass Schaufeln 2 entstehen. Für dieses Herausdrehen wird die Scheibe beispielsweise zwischen ein oberes und ein unteres Formteil gelegt und beide Formteile gegeneinander gepresst.

Patentansprüche

1. Statorscheibe (1) zur Verwendung in einer Turbomolekularpumpe (10), bei der eine Mehrzahl von Schaufeln (2) der Statorscheibe aus der Scheiben-

ebene herausgestellt sind, die Statorscheibe einen Innenring (3), einen Außenring (4) und Verbindungsstellen zwischen Schaufel und Ringen aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Schaufeln (2) an den Verbindungsstellen jeweils einen radialen Steg (5) aufweisen, dessen Tiefe S entlang des Umfangs kleiner ist als die Schaufeltiefe T.

2. Statorscheibe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der radiale Steg (5) auf halber Strecke zwischen den Schaufelkanten (20, 21) angeordnet ist. 10
3. Statorscheibe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tiefe S des Steges kleiner als die Hälfte und größer als ein Zehntel der Schaufeltiefe T ist. 15
4. Statorscheibe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in mindestens zwei identische Scheibenabschnitte (6, 7) geteilt ist. 20
5. Mit mindestens einer Statorscheibe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgerüstete Turbomolekularpumpe (10). 25
6. Verfahren zur Herstellung einer Statorscheibe (1) für eine Turbomolekularpumpe (10), in dem zunächst halbkreisförmige Scheiben mit im wesentlichen radialen Schlitz (8) durch Stanzen oder Laserschneiden erzeugt werden und anschließend das Material zwischen den radialen Schlitz so gebogen wird, dass es aus der Ebene der Scheibe herausgedreht wird, so dass Schaufeln (2) entstehen, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem der Schritte vor dem Biegen an den Enden der radialen Schlitz weitere Schlitz in Umfangsrichtung (9) erzeugt werden, so dass ein Steg zwischen der Schaufel und mindestens Innen- oder Außenring entsteht. 30 35 40
7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle Schaufeln (2) in einem Schritt aus der Scheibenebene herausgedreht werden. 45

50

55

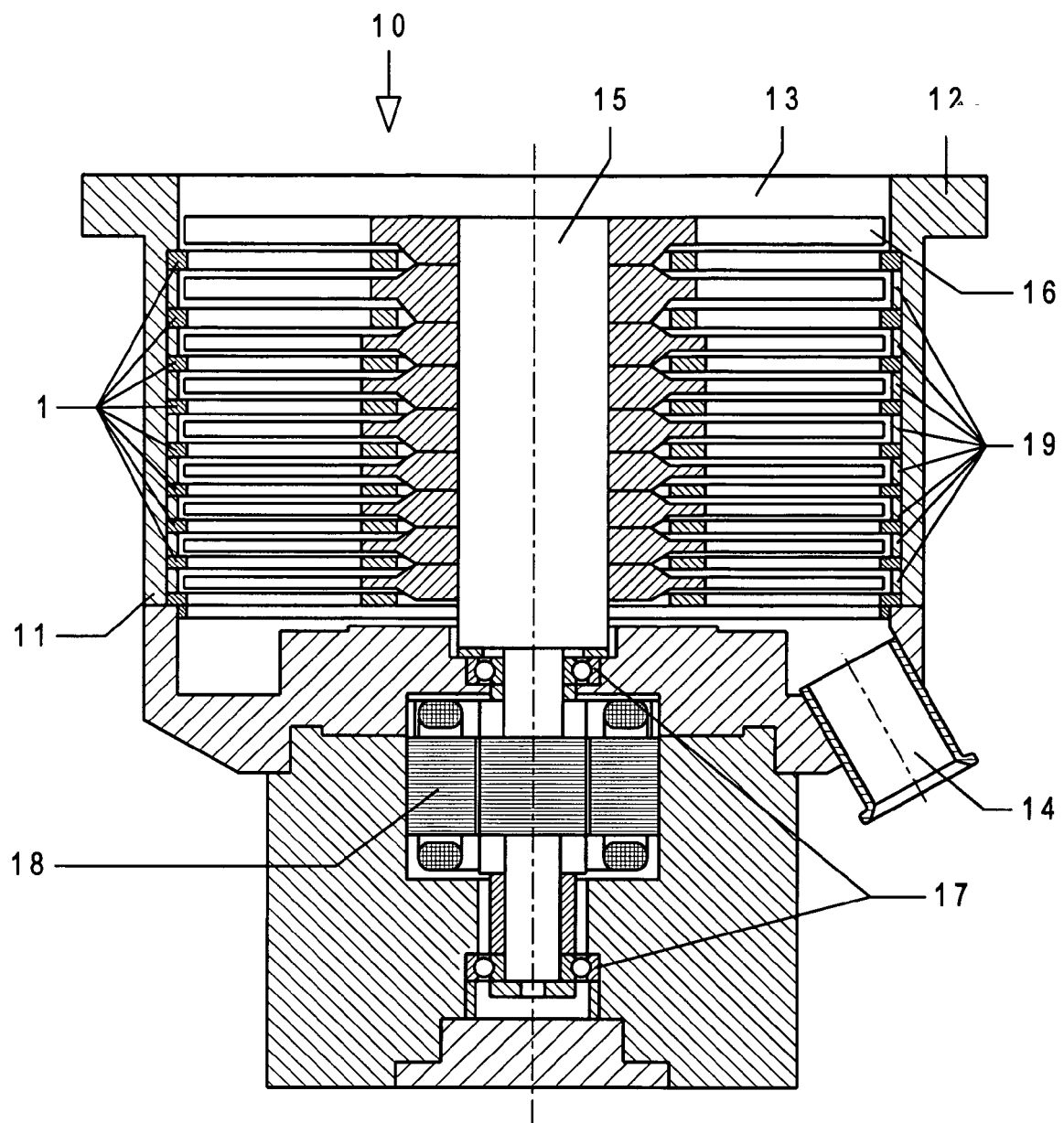


Fig. 1

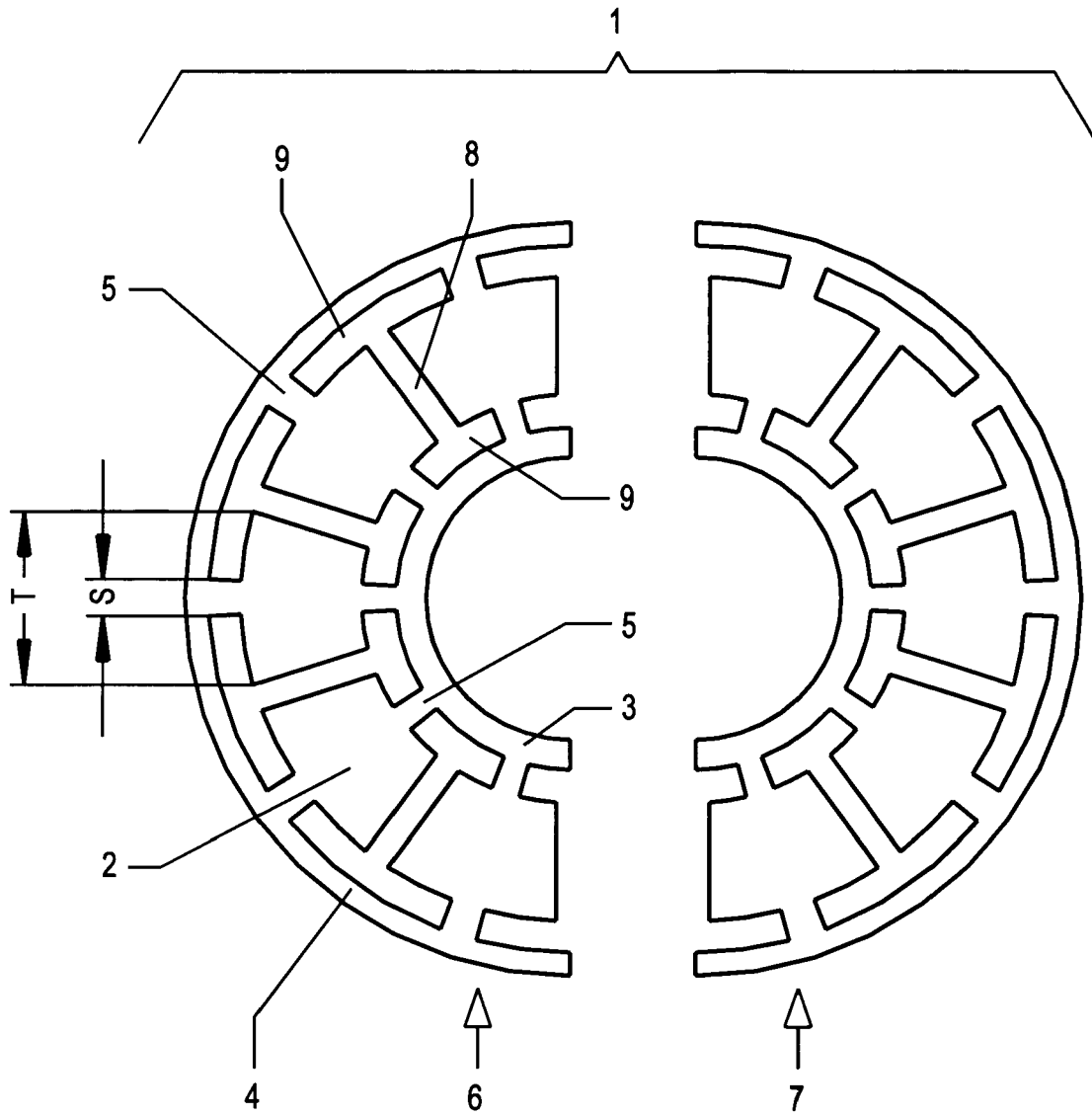
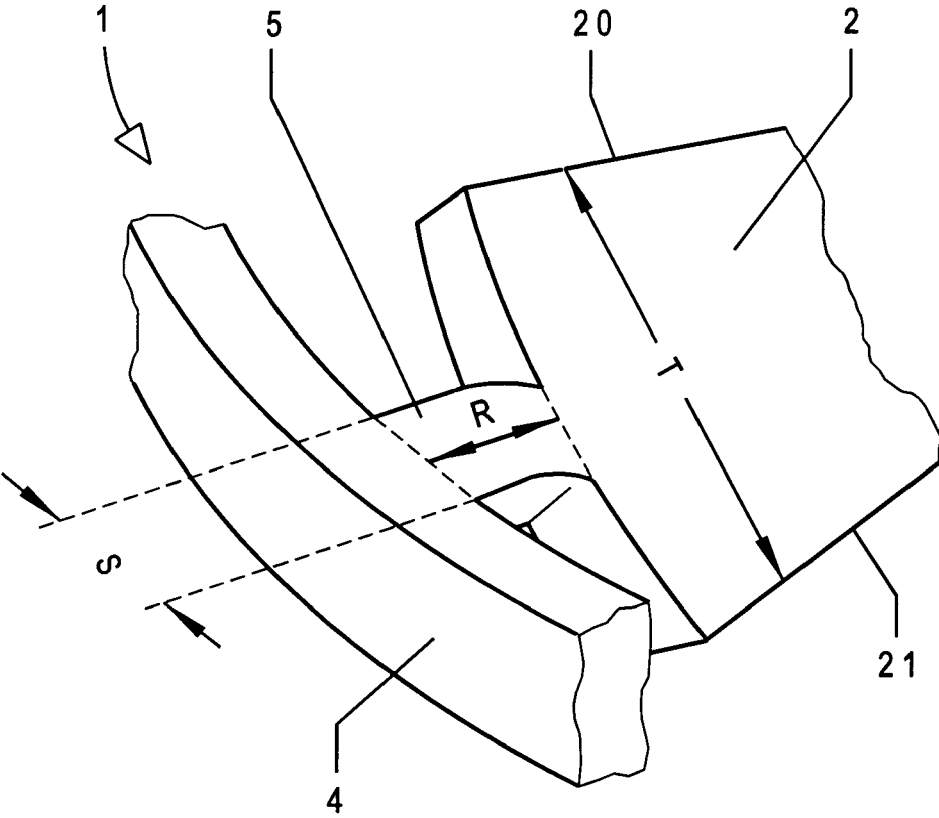


Fig. 2



Fi g . 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3722164 A [0002]