



(10) **DE 10 2004 046 440 B4** 2018.05.24

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2004 046 440.5**
 (22) Anmeldetag: **24.09.2004**
 (43) Offenlegungstag: **06.04.2006**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **24.05.2018**

(51) Int Cl.: **H02K 1/28 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
**Martin, Jürgen, 93051 Regensburg, DE; Sopp,
 Helmut, 97650 Fladungen, DE**

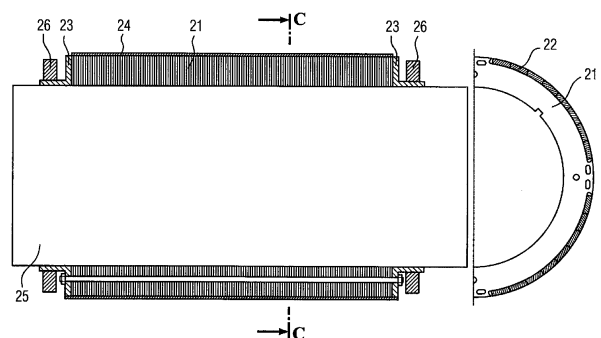
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	42 39 754	C2
DE	28 11 501	A1
DE	29 32 636	A1
DE	891 410	B

DE	647 315	A
DE	18 70 075	U
DE	569 457	A
DD	1 02 872	
GB	2 178 246	A
US	2002 / 0 190 583	A1
US	2 769 934	A
US	2 255 477	A

(54) Bezeichnung: **Rotor mit Klemmeinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Rotor für eine elektrische Maschine
 - mit einer hohlzylindrischen Magneteinrichtung (21,22,31, 32,51), die Permanentmagnete (22,32) oder Kurzschlussstäbe aufweist und die auf eine Welle (25,39,55) lösbar montierbar ist, und
 - mit mindestens einer ringförmigen Befestigungseinrichtung (23,26;35,37;53) zur drehfesten Befestigung an eine der Stirnseiten der Magneteinrichtung (21,22,31,32,51) und zum form- oder kraftschlüssigen Verbinden mit der Welle (25, 39, 55),
 - wobei die Befestigungseinrichtung (23,26;35,37;53) eine Klemmhülse (23,35) zur Befestigung an der Magneteinrichtung (21,22,31,32,51) und eine Klemmscheibe (26,37) zum Klemmen der Klemmhülse (23,35) auf die Welle (25,39,55) aufweist und
 - wobei die Klemmscheibe (26,37) zum Drücken des axial verlaufenden Abschnitts der Klemmhülse (23,35) auf die Welle (25,39,55) vorgesehen ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor für eine elektrische Maschine mit einer hohlzylindrischen Magneteinrichtung, die Permanentmagnete aufweist und die auf eine Welle wieder lösbar montierbar ist.

[0002] Hülsenlose Permanentmagnetrotoren werden zur spielfreien Drehmomentübertragung in der Regel mittels thermischen Fügens reibschlüssig auf eine Spindelwelle montiert. Durch den reib- bzw. kraftschlüssigen Verbund ist ein Lösen nicht bzw. nur unter der Störung des Läufers möglich. Lösbar Einheiten erfordern Hülsenausführungen, bei denen das Läuferblechpaket einschließlich der Permanentmagnete oder des Kurzschlusskäfigs auf eine Hülse montiert sind. Ein derartiger Rotor ist in **Fig. 1** wiedergegeben. Das Läuferblechpaket 1 einschließlich der Permanentmagnete ist radial über der Läuferhülse 2 angeordnet. Die Läuferhülse 2 ist als Ölpressverband ausgeführt, um mit Öldruck den Rotor wieder von der Spindelwelle lösen zu können. Hierzu weist die Hülse entsprechende Öleinfüllbohrungen 3 auf. Durch eine derartige Läuferhülse 2 wird der Achslochdurchmesser des Läuferblechpakets auf den Innendurchmesser D der Läuferhülse 2 reduziert. Damit verringert sich die statische und dynamische Steifigkeit der Motorspindel durch Begrenzung des Wellenaußendurchmessers und begrenzt den maximal erreichbaren Stangendurchlass. Weiterhin ist zur Drehmomentübertragung ein Mindestfugendruck erforderlich, denn es soll ein gewisses Mindestdrehmoment über die kraftschlüssige Verbindung zwischen Läuferhülse 2 und Spindelwelle übertragen werden. Das übertragbare Drehmoment ergibt sich aus der Fugenkraft multipliziert mit der Anpressfläche. Folglich kann der Fugendruck bei größerer Anpressfläche, d. h. bei größerem Achslochdurchmesser, reduziert werden bzw. der durch Fertigungstoleranzen maximale, resultierende Fugendruck durch einstellbare Klemmung reduziert werden.

[0003] Durch die Pressung bzw. den Fugendruck kann es zu einer Verformung der Welle bzw. Arbeitspindel kommen, die mit einer aufwändigen Bearbeitung egalisiert werden muss. Aus fertigungstechnischen Gründen ergibt sich der Istfugendruck aus dem Mindestfugendruck und dem Druck, der zusätzlich durch die Bearbeitungstoleranz der Welle und die Bearbeitungstoleranz der Hülse entsteht. Somit ist der Fugendruck sehr groß und folglich die Verformung der Welle nur mit hohem Aufwand beherrschbaren Schwankungen unterworfen.

[0004] Um die Verformungen der Welle besser beherrschen zu können sowie den Fertigungs- und Montageaufwand zu reduzieren, wird häufig zwischen Läuferhülse 2 und Welle eine Stufenpressung verwendet, wie sie in **Fig. 1** durch die Formgebung

des Innenmantels der Läuferhülse 2 angedeutet ist. Dabei ist in beiden axialen Endbereichen jeweils ein Pressbereich 4, 5 vorgesehen, der die strengen Maßtoleranzen für die Pressung aufweisen muss. Es ist ohne weiteres zu erkennen, dass ein derartiger von der Welle lösbarer Rotor nur mit einem sehr hohen Herstellungsaufwand gefertigt werden kann und die Hülse den Wellenaußendurchmesser begrenzt.

[0005] Die US 2002/0190583 A1, die US 2 769 934 A sowie die GB 2 178 246 A zeigen Elektromotoren, bei denen eine Hülse (Endplatte) durch einen Ring (Klemmscheibe), der von innen wirkt, festgequetscht wird.

[0006] Die DE 42 39 754 C2 betrifft einen Läufer für eine elektrische Maschine, mit einem Rotor- bzw. Wicklungspaket und einer konischen Passung einer Welle mit Schraubring.

[0007] Aus der DE 28 11 501 A1 ist eine Wellensicherung zum Begrenzen der Axialbeweglichkeit der Welle eines Elektromotors bekannt mit einer Druckplatte für einen Rotor, wobei auch die DE 891 410 B, die DE 647 315 A sowie die DE 569 457 A jeweils eine Druckplatte für einen Rotor zeigen.

[0008] Die DE 29 32 636 A1 offenbart eine Druckplatte mit Sprengring bei einem Elektromotor, die DE 1 870 075 U eine konische Buchse zur Passung einer Welle, die DD 102 872 eine Presspassung einer Welle.

[0009] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, einen Permanentmagnetrotor oder Asynchronrotor vorzuschlagen, der auf eine Welle lösbar montiert werden kann und dessen Herstellungskosten verringert sind und der im Bereich des Paketsitzes einen größtmöglichen Wellenaußendurchmesser und/oder Welleninnendurchmesser zulässt, sowie durch minimierte Fugendrucke die Rundlaufgüte der Welle verbessert.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch einen Rotor mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

[0011] Der Rotor umfasst eine hohlzylindrische Magneteinrichtung, die Permanentmagnete oder Kurzschlussstäbe aufweist und die auf eine Welle lösbar montierbar ist, sowie mindestens eine ringförmige Befestigungseinrichtung zur drehfesten Befestigung an eine der Stirnseiten der Magneteinrichtung bzw. des Rotors und zum form- oder kraftschlüssigen Verbinden mit der Welle. Diese an den Stirnseiten der Magneteinrichtung bzw. des Rotors zur Momentenübertragung anbringbare Befestigungseinrichtung ermöglicht einen größeren Achslochdurchmesser und somit einen verminderten Mindestfugendruck. Dadurch kann nicht nur eine Spindel mit größerer sta-

tischer und dynamischer Steifigkeit verwendet werden, sondern die Verformung der Spindelwelle ist durch den verminderten Fugendruck auch stark reduziert.

[0012] Vorzugsweise umfasst die Befestigungseinrichtung mindestens eine Schraube, mit der eine Klemmkraft aufgebracht wird. Dies bedeutet, dass die Klemmkraft nicht mit aufwändig herzustellenden Passungen realisiert werden muss.

[0013] Die Befestigungseinrichtung weist außerdem eine Klemmhülse zur Befestigung an der Magneteinrichtung und eine Klemmscheibe zum Klemmen der Klemmhülse auf die Welle auf. Damit sind sehr einfache Komponenten für die Klemmung gegeben, so dass der jeweilige Rotor auch durch einen Endkunden auf die jeweilige Spindel montiert werden kann und dies nicht durch den Hersteller erfolgen muss.

[0014] Des Weiteren kann die Klemmhülse als Winkelscheibe realisiert sein. Eine derartige Scheibe ist sehr kostengünstig herzustellen.

[0015] Bei einer speziellen Ausführungsform kann die Klemmhülse ferner fest mit der Magneteinrichtung verbunden sein. In diesem Fall muss der Anwender lediglich die Klemmscheibe auf der Klemmhülse anbringen, um den Rotor auf der Welle zu fixieren.

[0016] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass die Klemmhülse geschlitzt ausgeführt ist. Dies hat den Vorteil, dass die Klemmkraft durch die Klemmscheibe verringert werden kann, da die Komponenten der Hülse leichter an der Welle anliegen.

[0017] Bei einer alternativen Ausführungsform umfasst die Befestigungseinrichtung lediglich einen am Umfang in axialer Richtung geschlitzten Ring ähnlich der Klemmscheibe, die jedoch fest an das Läuferblechpaket montiert oder montierbar ist. Somit kann auf ein weiteres Teil, nämlich Klemmhülse bzw. Klemmscheibe, verzichtet werden.

[0018] Entsprechend einer weiteren Ausführungsform kann die Befestigungseinrichtung eine Klemmhülse umfassen, die einen konusförmigen Abschnitt aufweist, der zwischen die Magneteinrichtung und die Welle eindrückbar ist, so dass sich die kraftschlüssige Verbindung zwischen beiden Komponenten ergibt. Hierdurch kann insbesondere axialer Bauraum gewonnen werden.

[0019] Die Klemmhülse kann ferner die Funktion einer Tarierscheibe zum Ausgleich von Unwuchten besitzen. Somit kann auch auf eine spezielle Tarierscheibe verzichtet werden.

[0020] Die vorliegende Erfindung ist anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

Fig. 1 einen lösbaren Rotor mit Lagerhülse gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 2 einen erfindungsgemäßen, hülsenlosen und lösbaren Rotor mit fest angebrachter Klemmhülse;

Fig. 3 einen erfindungsgemäßen Permanentmagnetrotor mit montierbarer Klemmhülse;

Fig. 4 eine Seitenansicht einer geschlitzten Klemmhülse;

Fig. 5 einen erfindungsgemäßen Permanentmagnetrotor mit konusförmiger Klemmhülse; und

Fig. 6 die konusförmige Klemmhülse von **Fig. 5** in Seitenansicht.

[0021] Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

[0022] Der allgemeine Gedanke der Erfindung liegt darin, die Magneteinrichtung eines Läufers, d.h. das Läuferblechpaket einschließlich der Permanentmagnete, mit einer Befestigungseinrichtung ohne Hülse an einer Welle form- oder kraftschlüssig zu montieren. Somit kann mittels einfacher Anbauflansche eine spielfreie Momentenübertragung sowie ohne Sonderwerkzeuge bei Raumtemperatur eine montierbare und demontierbare Läuferereinheit realisiert werden.

[0023] Entsprechend einer ersten Ausführungsform gemäß **Fig. 2** ist an dem Läuferblechpaket **21**, das entsprechend der Schnittzeichnung C-C an seinem Umfang Permanentmagnete **22** trägt, an den jeweiligen Stirnseiten eine als Blechteil ausgebildete Klemmhülse **23** in Form einer Winkelscheibe angebracht. Diese Klemmhülse erfüllt, wie **Fig. 2** in der unteren Hälfte darstellt, auch die Funktion einer Läuferendscheibe.

[0024] Eine Außenbandage **24**, die die Permanentmagnete **22** umgibt, ist der Einfachheit halber in der Schnittzeichnung C-C nicht dargestellt.

[0025] Zur Befestigung der beiden Klemmhülsen **23** auf einer Welle **25** sind Klemmscheiben **26** vorgesehen. Diese drücken den axial verlaufenden Abschnitt jeder Klemmhülse **23** auf die Welle **25** und sorgen somit für die notwendige Fugenkraft. Alternativ kann die Klemmhülse **23** auch direkt z. B. mittels Schrauben mit der Welle verbunden werden (kraftschlüssige radiale Verschraubung).

[0026] Optional kann die Klemmhülse geschlitzt sein. Dies bedeutet, dass die in axialer Richtung des Läuferblechpakets **21** bzw. der Welle **25** verlaufen-

den Abschnitte an ihrem Umfang einmal oder mehrmals in axialer Richtung geschlitzt sind. Damit lassen sich die einzelnen Abschnitte der Klemmhülse **23** leichter auf die Welle **25** drücken, so dass die Spannkraft der Klemmscheibe **26** geringer sein kann.

[0027] Nachdem somit auf eine Läuferhülse verzichtet werden kann, ist der nutzbare Achslochdurchmesser vergrößert. Weitere Vorteile dieser Konstruktion bestehen darin, dass der Läufer ohne Geometrieänderungen auf die Welle montier- und demontierbar ist. Ferner erfolgt die Kraftübertragung spielfrei.

[0028] Durch die minimierte Klemmwirkung ergibt sich ein günstigeres Verformungsverhältnis, was die Rundlaufgüte der Spindelwelle deutlich verbessert.

[0029] Die Klemmscheibe **26** kann offen oder geschlossen ausgeführt sein. Eine offene Klemmscheibe ist geschlitzt, und ihre Spannkraft wird beispielsweise durch eine Schraube erzeugt. Für höhere Drehzahlen ist es jedoch vorteilhaft, wenn die Klemmscheibe geschlossen gestaltet ist.

[0030] In **Fig. 3** ist eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Hier ist das Läuferblechpaket **31**, das die Permanentmagnete **32** am Umfang trägt, an den Stirnseiten durch Läuferendscheiben **33** abgeschlossen. Wiederum ist in der Schnittzeichnung C-C auf die Darstellung der Außenbandage **34** verzichtet. Eine Klemmhülse **35**, wie sie in **Fig. 4** im Detail dargestellt ist, wird mit Hilfe von Schrauben **36** an den Läuferendscheiben **33** montiert.

[0031] Entsprechend **Fig. 4** ist die Klemmhülse **35**, deren Orientierung der der rechten Klemmhülse **35** von **Fig. 3** entspricht, geschlitzt ausgeführt. D. h. ihr axialer Abschnitt **351** besitzt mindestens einen Schlitz **352** in axialer Richtung. Dieser Schlitz **352** ist in der oberen Hälfte von **Fig. 3** auch zu erkennen, während er in der unteren Hälfte nicht sichtbar ist. Auf den geschlitzten Teil **351** der Klemmhülse **35** wird wie bei der ersten Ausführungsform jeweils eine Klemmscheibe **37** aufgebracht. Diese Klemmscheiben **37** lassen sich jeweils durch Schrauben **38** spannen. Dabei drücken sie die geschlitzten Teile **351** auf die Spindelwelle **39**.

[0032] Die Innenfläche der Klemmhülsen **35** ist fertig bearbeitet. Der Läufer kann vom Werk aus mit diesen Klemmhülsen **35** ausgerüstet werden, oder nachträglich vom Kunden angebracht werden. Die zentrische Lage des Läufers wird durch die Maß- und Formtoleranz der Klemmhülse **35** und der Achslochbohrung sichergestellt. Die Momentenübertragung im Läuferblechpaket **31** erfolgt wie im vorhergehenden Beispiel über Klebung der Bleche (z. B. Backlack), über Zuganker, über formschlüssige Elemente oder über eine Außenbandage und dergleichen.

[0033] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in den **Fig. 5** und **Fig. 6** dargestellt. Die dort wiedergegebenen Komponenten entsprechen im Wesentlichen denen von den vorhergehenden Ausführungsbeispielen. Daher werden im Folgenden lediglich die unterschiedlich ausgebildeten Komponenten näher beschrieben. Das Läuferblechpaket **51** ist an seinen beiden Stirnseiten einschließlich der Läuferendscheiben **52** konisch ausgebildet. Ebenfalls konisch ausgebildet sind die axial verlaufenden Abschnitte **531** der Klemmhülsen **53**. In diesem Ausführungsbeispiel werden diese axial verlaufenden Abschnitte **531** unter das Läuferblechpaket **51** geschoben. Die entsprechende Kraft wird durch Schrauben **54** aufgebracht, die durch die Klemmhülse **53** in die Läuferendscheiben **52** eingeschraubt werden. Je weiter die Klemmhülsen **53** in die Läuferendscheiben **52** eingeschraubt werden, desto mehr pressen sie sich gegen die Welle **55**. Auch in diesem Fall ist es günstig, wenn die Klemmhülse **53** geschlitzt ausgeführt ist und entsprechende Schlitze **532** aufweist. Die Klemmhülsen bei den genannten Ausführungsbeispielen können ferner mit Innen- und/oder Außengewinden ausgeführt sein.

[0034] Die Klemmhülse kann mit oder ohne Spiel bzw. ohne oder mit Zwang auf die Spindel ffügbar sein. Alternativ kann als Befestigungseinrichtung anstelle der Klemmhülse auch eine Mitnehmerhülse verwendet werden, die formschlüssig, z. B. durch Einsickungen, PF-Nabennut usw., mit der Spindel verbunden wird.

[0035] Des Weiteren können die Klemmhülsen beispielsweise zur leichteren Montage im Verbund mit dem Läuferpaket mit Stufensitzen ausgeführt werden, d. h. Innendurchmesser der ersten Klemmhülse < Innendurchmesser der Läuferbohrung < Innendurchmesser der zweiten Klemmhülse. Der Verbund kann aber auch mit der Geometrie Innendurchmesser der ersten Klemmhülse = Innendurchmesser der Läuferbohrung = Innendurchmesser der zweiten Klemmhülse ausgeführt werden.

[0036] Der Kraftfluss vom Stator bis zur Spindel bzw. Welle verläuft über die folgenden Komponenten: Stator, Rotorpaket, ggf. Läuferendscheiben, Klemmhülsen und Spindel. Im Läuferpaket erfolgt der Kraftfluss in Reihe über das Paket mit Zuganker oder über eine Faserverbundhülse auf die Klemmhülsen. Er kann aber auch parallel über die Zuganker und die Faserverbundhülse oder mittels anderer Paketverfestigungen (z. B. geschweißtes, geklebtes oder ähnlich geformtes Paket) auf die Klemmhülsen weitergeleitet werden. Der Kraftfluss kann weiterhin beispielsweise durch leichten Festsitz des Pakets, z. B. durch Passungsübermaß oder elastische Formelemente wie O-Ringe unter dem Paketsitz, unterstützt werden.

Patentansprüche

10. Elektrische Maschine mit einem Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

1. Rotor für eine elektrische Maschine
 - mit einer hohlzylindrischen Magneteinrichtung (21, 22,31,32,51), die Permanentmagnete (22,32) oder Kurzschlussstäbe aufweist und die auf eine Welle (25,39,55) lösbar montierbar ist, und
 - mit mindestens einer ringförmigen Befestigungseinrichtung (23,26;35,37;53) zur drehfesten Befestigung an eine der Stirnseiten der Magneteinrichtung (21,22, 31,32,51) und zum form- oder kraftschlüssigen Verbinden mit der Welle (25, 39, 55),
 - wobei die Befestigungseinrichtung (23,26;35,37;53) eine Klemmhülse (23,35) zur Befestigung an der Magneteinrichtung (21,22,31,32,51) und eine Klemmscheibe (26,37) zum Klemmen der Klemmhülse (23, 35) auf die Welle (25,39,55) aufweist und
 - wobei die Klemmscheibe (26,37) zum Drücken des axial verlaufenden Abschnitts der Klemmhülse (23, 35) auf die Welle (25,39,55) vorgesehen ist.
2. Rotor nach Anspruch 1, wobei die Befestigungseinrichtung (23,26;35,37;53) mindestens eine Schraube umfasst, mit der die Klemmkraft aufgebracht wird.
3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Klemmhülse eine Winkelscheibe (23) ist.
4. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Klemmhülse (23) fest mit der Magneteinrichtung (21) verbunden ist.
5. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Befestigungseinrichtung eine Klemmhülse (53) mit einem konusförmigen Abschnitt (531) aufweist, der zwischen die Magneteinrichtung (51) und die Welle (55) eindrückbar ist, so dass sich die kraftschlüssige Verbindung zwischen beiden Komponenten ergibt.
6. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Klemmhülse (23,35) die Funktion einer Tarsierscheibe zum Ausgleich von Unwuchten besitzt.
7. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Klemmhülse (35,53) geschlitzt ist.
8. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Befestigungseinrichtung einen Klemmring umfasst, der in axialer Richtung geschlitzt ist und der direkt an die Magneteinrichtung montierbar oder montiert ist.
9. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Rotor ein Permanentmagnetrotor oder ein Asynchronrotor ist.

FIG 1
(Stand der Technik)

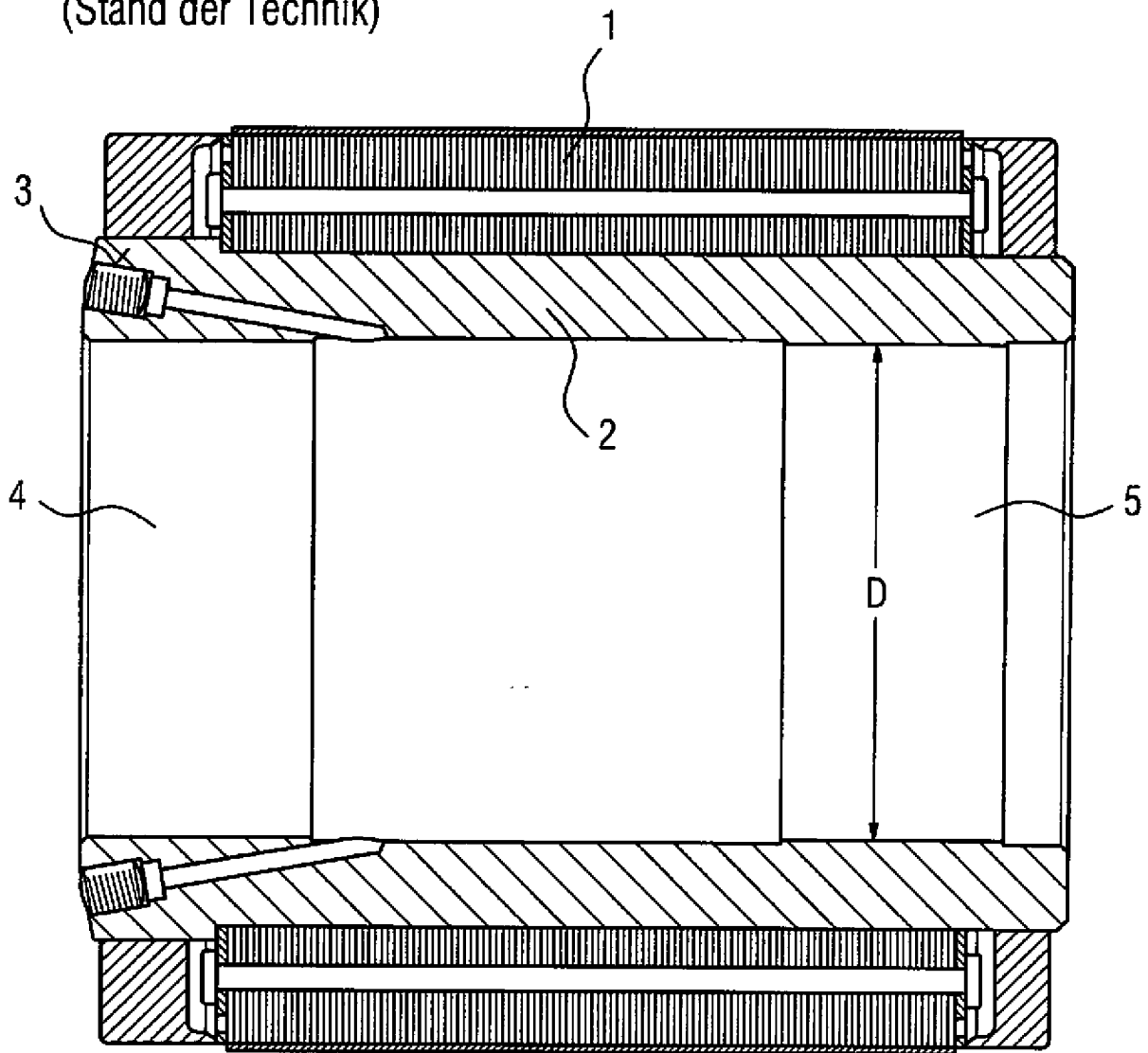


FIG 2

