



(10) **DE 10 2015 220 952 A1** 2016.05.04

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 220 952.0**

(22) Anmeldetag: **27.10.2015**

(43) Offenlegungstag: **04.05.2016**

(51) Int Cl.: **H02K 1/27 (2006.01)**

H02K 1/28 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2014-220212 29.10.2014 JP

(71) Anmelder:
**Kabushiki Kaisha Toyota Jidoshokki, Kariya-shi,
Aichi, JP**

(74) Vertreter:
**HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte
PartmbB, 81925 München, DE**

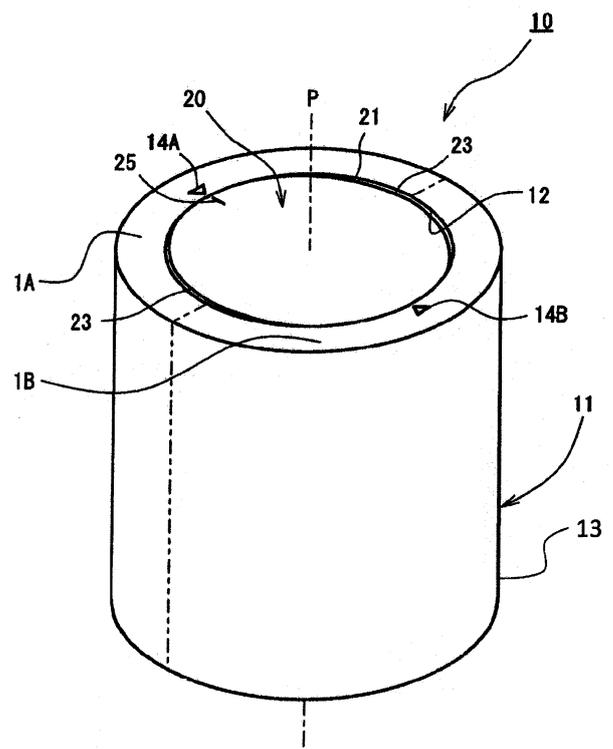
(72) Erfinder:
**Adaniya, Taku, Kariya-shi, Aichi, JP; Kusakabe,
Toru, Kariya-shi, Aichi, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Rotor einer elektrischen Drehmaschine**

(57) Zusammenfassung: Ein Rotor einer elektrischen Drehmaschine weist eine Welle, die eine Drehachse hat, und einen zylindrischen Magneten auf, der an einer Außenumfangsfläche der Welle fixiert ist. Der Magnet weist Magnetpolabschnitte in einer Umfangsrichtung auf, wobei in der Umfangsrichtung benachbarte Magnetpolabschnitte unterschiedliche Polaritäten relativ zueinander aufweisen. Jeder Magnetpolabschnitt weist zwei Endabschnitte und einen mittleren Abschnitt zwischen den Endabschnitten auf. Ein Zwischenraum zwischen der Außenumfangsfläche der Welle und einer Innenumfangsfläche des Magneten ist an den Endabschnitten der Magnetpolabschnitte größer als an den mittleren Abschnitten der Magnetpolabschnitte, und wobei die Welle und der Magnet an dem mittleren Abschnitt jedes Magnetpolabschnitts mittels eines Festsitzes oder eines Haftvermittlers aneinander fixiert sind.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor einer elektrischen Drehmaschine.

[0002] Es ist ein Rotor **50** einer elektrischen Drehmaschine bekannt, wie er in **Fig. 6** gezeigt ist. Der Rotor **50** weist einen zylindrischen Magneten **52** und eine zylindrische Welle **51** auf, die in den Magneten **52** eingebracht ist, um relativ zu diesem konzentrisch fixiert zu sein. Im Fall eines solchen Rotors sind die Welle **51** und der Magnet **52** mittels eines Festsitzes fixiert, wie beispielsweise einer Presspassung oder einer Kombination aus einer Spielpassung und einem Haftvermittler. Die Innenumfangsform des zylindrischen Magneten **52** und die Außenumfangsform der Welle **51** sind im Querschnitt des Magneten **52** und der Welle **51** echt kreisförmig. Wenn der zylindrische Magnet **52** ein anisotroper Magnet ist, gibt es bei diesem Magneten **52** eine Richtung der einfachen Magnetisierung bzw. eine Richtung, in der das magnetische Moment einfach auszurichten ist, und eine Richtung der schweren Magnetisierung bzw. eine Richtung, in der das magnetische Moment schwer auszurichten ist. Der Magnet **52**, der in **Fig. 6** gezeigt ist, ist ein parallel anisotroper Magnet, der Magnetpolflächen **53A** und **53B** aufweist, die verschiedene Polaritäten entlang der Umfangsrichtung des Magneten **52** haben. Die Richtung der einfachen Magnetisierung ist durch einen gepunkteten Pfeil **F** in **Fig. 6** gekennzeichnet. Der parallel anisotrope Magnet dehnt sich in der Richtung der einfachen Magnetisierung aus und zieht sich in der Richtung der schweren Magnetisierung zusammen, wenn sich dieser thermisch verformt. Die Richtungen der Ausdehnung und des Zusammenziehens sind durch Pfeile mit durchgezogenen Linien in **Fig. 6** gekennzeichnet.

[0003] Die japanische Patentanmeldung Veröffentlichungsnummer 2008-199841 offenbart ein Feldelement für einen Rotor einer elektrischen Drehmaschine. Das Feldelement weist einen zylindrischen Rotorkern und einen zylindrischen Feldmagneten auf, der so angeordnet ist, dass dessen Innenumfangsfläche der Außenumfangsfläche des zylindrischen Rotorkerns zugewandt ist. Der Rotorkern und der Feldmagnet sind durch zwei Arten von Haftvermittlern, die unterschiedliche Elastizitätsmodule aufweisen, fixiert. Insbesondere sind die Außenumfangsfläche des Rotorkerns und die Innenumfangsfläche des Feldmagneten am Zentrum und an den Endabschnitten der Magnetpolflächen fixiert. Im Fall einer Wärmeverformung des Feldmagneten wird ein Haftvermittler zum Fixieren an den Endabschnitten verwendet, der einen größeren Elastizitätsmodul als am mittleren Abschnitt der Magnetpolflächen aufweist, wenn der Zwischenraum zwischen der Außenumfangsfläche des Rotorkerns und der Innenumfangsfläche des

Feldmagneten an den Endabschnitten der Magnetpolflächen größer als am mittleren Abschnitt der entsprechenden Magnetpolflächen ist. Ein solcher Aufbau des Feldelements verhindert, dass der Feldmagnet durch eine Wärmeverformung kaputt geht bzw. bricht, und verbessert die Haftfestigkeit zwischen dem Rotorkern und dem Feldmagneten.

[0004] Bei dem Feldelement für einen Rotor, der in **Fig. 6** gezeigt ist, dehnt sich allerdings bei der Wärmeverformung die Welle **51** radial gleichförmig aus und dehnt sich der Magnet **52** in der Richtung der einfachen Magnetisierung aus und zieht sich in der Richtung der schweren Magnetisierung zusammen, mit der Folge, dass die mittleren Abschnitte der Magnetpolflächen **53A**, **53B**, die verschiedene Polaritäten aufweisen, brechen können, wie es in **Fig. 6** gezeigt ist. Auf der anderen Seite löst das Feldelement der oben genannten Veröffentlichung das Problem, dass der Magnet bricht, wenn dieser durch Wärme bzw. thermisch verformt wird. Allerdings besteht ein Problem bezüglich des Feldelements darin, dass die Positionierung des Rotorkerns und des Feldmagneten schwierig ist, während ein Haftvermittler darauf aufgebracht wird.

[0005] Die vorliegende Erfindung, die im Hinblick auf das obige Problem getätigt wurde, stellt einen Rotor einer elektrischen Drehmaschine bereit, bei dem verhindert wird, dass der Magnet des Rotors aufgrund von Wärmeverformung bricht, und ferner die Positionierung des Magneten und der Welle des Rotors bei der Herstellung des Rotors vereinfacht wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Rotor einer elektrischen Drehmaschine bereitgestellt, der eine Welle, die eine Drehachse hat, und einen zylindrischen Magneten aufweist, der an der Außenumfangsfläche der Welle fixiert ist. Der Magnet weist mehrere Magnetpolabschnitte in einem Umfangsabschnitt auf. Die Magnetpolabschnitte liegen benachbart zueinander, in der Umfangsrichtung, wobei diese unterschiedliche Polaritäten relativ zueinander aufweisen. Jeder Magnetpolabschnitt weist ein Paar von Endabschnitten und einen mittleren Abschnitt zwischen den Endabschnitten auf. Ein Zwischenraum zwischen der Außenumfangsfläche der Welle und einer Innenumfangsfläche des Magneten ist an den Endabschnitten der Magnetpolabschnitte größer als an den mittleren Abschnitten der Magnetpolabschnitte, und wobei die Welle und der Magnet am mittleren Abschnitt jedes Magnetpolabschnitts durch einen Festsitz bzw. eine Presspassung oder einen Haftvermittler aneinander fixiert sind.

[0007] Andere Aspekte und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung ersichtlich, die in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen

zu nehmen ist, welche anhand von Beispielen die Prinzipien der Erfindung darstellen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0008] Die Erfindung zusammen mit Aufgaben und Vorteilen derselben geht am besten mit Bezug auf die folgende Beschreibung der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen zusammen mit den begleitenden Zeichnungen hervor.

[0009] Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht eines Rotors gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0010] Fig. 2 ist eine Vorderansicht des Rotors der Fig. 1;

[0011] Fig. 3 ist eine Vorderansicht des Rotors der Fig. 1, die einen Zustand der Wärmeausdehnung des Rotors darstellt;

[0012] Fig. 4 ist eine Vorderansicht eines Rotors gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0013] Fig. 5 ist eine Vorderansicht eines Rotors gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

[0014] Fig. 6 ist eine Vorderansicht eines Rotors gemäß dem Stand der Technik.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

Erste Ausführungsform

[0015] Im Folgenden wird ein Rotor einer elektrischen Drehmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben. Die elektrische Drehmaschine gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist ein Elektromotor, der einen Rotor aufweist.

[0016] Mit Bezug auf Fig. 1 ist ein Rotor **10** gemäß der ersten Ausführungsform gezeigt, der einen Magneten **11** und eine Welle **20**, die am Magneten **11** fixiert ist, aufweist. Der Magnet **11** ist ein gesinterter Magnet aus seltenen Erden und ist in einer zylindrischen Form ausgebildet. Die Innenumfangsfläche **12** und die Außenumfangsfläche **13** des Magneten **11** sind konzentrisch ausgebildet, betrachtet in der axialen Richtung desselben. Das heißt, die Dicke des Magneten **11** in der radialen Richtung desselben ist über den gesamten Umfang gleichförmig. Das heißt, die Mittelpunkte von Kreisen, die durch die Innenumfangsfläche **12** und die Außenumfangsfläche **13** des Magneten **11** definiert werden, liegen auf der

Drehachse P des Rotors **10**. Die Dicke des Magneten **11** in der axialen Richtung desselben ist gleichförmig. Bei Raumtemperatur, bei der keine Wärmeverformung des Magneten **11** auftritt, sind die Innenumfangsfläche **12** und die Außenumfangsfläche **13** des Magneten **11** echt bzw. genau kreisförmig.

[0017] Der Magnet **11** gemäß der ersten Ausführungsform weist zwei Magnetpolabschnitte **1A** und **1B** unterschiedlicher Polarität auf, die umfangsmäßig um die Drehachse P ausgebildet sind. Insbesondere weist der Magnet **11** den Magnetpolabschnitt **1A** als N-Pol und den Magnetpolabschnitt **1B** als S-Pol auf, wie es in Fig. 2 gezeigt ist. Jeder der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** weist ein Paar von Endabschnitten und einen mittleren Abschnitt zwischen den Endabschnitten, betrachtet in der Umfangsrichtung, auf. Bei dem Magneten **11** gemäß der ersten Ausführungsform, der integral, als ein Stück aufgebaut ist, sind die Grenzen zwischen den Magnetpolabschnitten **1A**, **1B** durch Zweipunkt-Strich-Linien in den Fig. 1, Fig. 2 gekennzeichnet. Wie es in Fig. 2 gezeigt ist, ist die Richtung der einfachen Magnetisierung bzw. die Richtung, in der das magnetische Moment einfach auszurichten ist, durch einen Pfeil F gekennzeichnet. Die Richtung der schweren Magnetisierung bzw. die Richtung, in der das magnetische Moment schwer auszurichten ist, steht senkrecht auf dem Pfeil F. Das heißt, der Magnet **11** gemäß der ersten Ausführungsform ist ein parallel anisotroper Magnet, der in einer radialen Richtung einfach magnetisierbar ist und zwei Magnetpole aufweist. Der Magnet **11** gemäß der ersten Ausführungsform weist an einem axialen Ende desselben eingekerbte Dreiecksmarkierungen **14A** und **14B** auf, welche die Zentren der entsprechenden Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** zeigen, was die Positionierung der Welle **20** bezüglich des Magneten **11** vereinfacht.

[0018] Im Folgenden wird die Welle **20** beschrieben. Die Welle **20** ist ein zylindrisches Element, das aus einem auf Eisen basierten Material oder Stahl gefertigt ist, sich in der Richtung der Drehachse P erstreckt und an dem Magneten **11** fixiert ist. Insbesondere sind die Welle **20** und der Magnet **11** aneinander fixiert, indem die Außenumfangsfläche **21** der Welle **20** und die Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** fixiert sind, wie es in Fig. 2 gezeigt ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Außenumfangsfläche **21** der Welle **20** an die Magnetpolabschnitte **1A**, **1B**, an den mittleren Abschnitten derselben, mittels eines ersten Haftvermittlers A fixiert. Ein Paar von bzw. zwei kleine mittlere Zwischenräume **22** sind zwischen der Außenumfangsfläche **21** der Welle **20** und der Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** an den mittleren Abschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** ausgebildet. Die Zwischenräume **22** sind mit dem ersten Haftvermittler A gefüllt, somit bildet der Haftvermittler A einen Fixierabschnitt zwischen der Welle **20** und dem Magneten **11** aus.

Der Fixierabschnitt ist entlang der Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** bogenförmig ausgebildet. Der erste Haftvermittler A weist einen hohen Elastizitätsmodul und eine Härte auf, die ungefähr **100** Mal so groß wie die von Silikonhaftvermittlern ist.

[0019] Die Länge L des Fixierabschnitts in der Umfangsrichtung des Magneten **11** ist auf ein bestimmtes Maß festgelegt. In der ersten Ausführungsform entspricht die Länge L des Fixierabschnitts der Länge eines Bogens, der von zwei imaginären Linien C begrenzt ist, die einen Winkel θ bezüglich der Achse P des Magneten **11** bilden. Der Winkel θ für die Länge L des Fixierabschnitts in der ersten Ausführungsform beträgt 60 Grad. In der ersten Ausführungsform, bei der zwei Fixierabschnitte vorhanden sind, sollte der Winkel θ vorzugsweise zwischen 30 Grad und 90 Grad liegen. Wenn der Winkel θ , der von den zwei imaginären Linien C gebildet wird, kleiner als 30 Grad wird, verringert sich folglich der einander zugewandte Bereich zwischen der Welle **20** und dem Magneten **11** in dem Fixierabschnitt, und somit verringert sich die Festigkeit der Fixierung zwischen der Welle **20** und dem Magneten **11** in dem Fixierabschnitt. Als Folge davon wird die Positionierung der Welle **20** und des Magneten schwieriger. Wenn der Winkel θ größer als 90 Grad wird, vergrößert sich die Festigkeit der Fixierung zwischen der Welle **20** und dem Magnet **11** in dem Fixierabschnitt, und folglich vereinfacht sich die Positionierung der Welle **20** und des Magneten **11** oder die konzentrische Ausrichtung der Welle **20** und des Magneten **11**. Im letzteren Fall erhöht sich allerdings die Gefahr, dass der Magnet **11** bricht, aufgrund einer Wärmeverformung, die in dem Rotor **10** auftritt. Wenn der Betrag der Belastung bzw. Spannung, die auf den Magneten **11** in dem Rotor wirkt, in einem Zustand, in dem kein Zwischenraum zwischen der Welle **20** und dem Magnet **11** vorhanden ist, durch 1 dargestellt wird und die Belastung bzw. Spannung, die bezüglich des Winkels θ variiert, durch ein Spannungsverhältnis ausgedrückt wird, ist das Spannungsverhältnis kleiner als 1 (0,1 bis 0,8), wenn der Winkel θ zwischen 30 Grad und 90 Grad liegt. Das heißt, wenn der Winkel θ klein wird, verringert sich die Spannung, die auf den Magneten **11** wirkt.

[0020] Die Außenumfangsfläche **21** der Welle **20**, im Unterschied zu und begrenzt von den Fixierabschnitten, zieht sich bei **23** zusammen. Somit bilden sich Endabschnittszwischenräume **24** an den Endabschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** an den gegenüberliegenden Seiten der Welle **20** zwischen der Außenumfangsfläche der zusammengezogenen Fläche **23** und der Innenumfangsfläche des Magneten **11** aus. Die zusammengezogene Fläche **23** der Welle **20** ist in einer solch gekrümmten Form ausgebildet, betrachtet in der Längsrichtung der Welle **20**, dass der Zwischenraum zwischen der Außenumfangsfläche **21** der Welle **20** und der Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** zum Endabschnitt zwischen den

Magnetpolabschnitten **1A**, **1B** größer wird. Das heißt, der Zwischenraum bzw. Abstand zwischen der Außenumfangsfläche **21** der Welle **20** und der Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** ist an den Endabschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B**, was der Richtung der schweren Magnetisierung entspricht, größer als an den mittleren Abschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B**, was der Richtung der einfachen Magnetisierung entspricht. Folglich ist die Form der zusammengezogenen Fläche **23** der Welle **20**, betrachtet in der Vorderansicht der **Fig. 2**, nicht genau kreisförmig, sondern elliptisch. Die Zwischenräume **24** des Rotors **10** werden durch die Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** und die zusammengezogenen Flächen **23** der Welle **20** ausgebildet. Die Zwischenräume **24** sind zur Absorption der Kontraktion bzw. des Zusammenziehens des Magneten **11** ausgebildet, was in der Richtung der schweren Magnetisierung auftritt, im Fall einer Wärmeverformung des Rotors **10**. Gemäß der ersten Ausführungsform sind der Zwischenraum **24** an den Endabschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** und der Zwischenraum **22** an den mittleren Abschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** kontinuierlich ausgebildet. Die zusammengezogenen Flächen **23** der Welle **20** sind symmetrisch bezüglich einer imaginären Linie E ausgebildet, die durch die Drehachse P und die mittleren Abschnitte der entsprechenden Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** tritt. Eine solche symmetrische Anordnung der zusammengezogenen Flächen **23** ermöglicht, dass der Rotor **10** gleichmäßig rotiert, ohne ein unruhiges Laufverhalten.

[0021] In der ersten Ausführungsform ist ein zweiter Haftvermittler B in die Zwischenräume **24** eingefüllt. Der zweite Haftvermittler B ist aus einem weichen Silikonharz gefertigt, das einen geringen Elastizitätsmodul aufweist. Der zweite, weiche Haftvermittler B wird für die Zwischenräume **24** verwendet, um dem Magneten **11** zu ermöglichen, ein Zusammenziehen desselben in der Richtung der schweren Magnetisierung zu absorbieren, im Fall einer Wärmeverformung des Magneten **11**. Die Zwischenräume **24** sind übertrieben gezeigt, zum Zweck der deutlichen Darstellung, und jeder Zwischenraum **24** liegt in der Größenordnung von 0,1 mm, gemessen an der Grenze der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B**. Die Welle **20** weist an ihrem Ende geradlinig eingekerbte Markierungen **25** zur Positionierung bezüglich der entsprechenden eingekerbten Markierungen **14A**, **14B** auf.

[0022] Im Folgenden wird die Montage des Rotors **10** gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben. Vor der Fixierung der Welle **20** an dem zylindrischen Magneten **11** wird ein Teil der Außenumfangsfläche **21** der Welle **20**, der den mittleren Abschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** des Magneten **11** zugewandt sein sollten, und/oder ein Teil der Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11**, der den mittleren Abschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** ent-

spricht, mit dem ersten Haftvermittler A im Voraus beschichtet. Ferner werden die zusammengezogenen Flächen **23** der Welle **20** und/oder die Innenumfangsflächen der paarweisen Endabschnitte der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** des Magneten **11** mit dem zweiten Haftvermittler B im Voraus beschichtet. Als Nächstes werden die Welle **20** und der Magnet **11** relativ zueinander korrekt positioniert, wobei sichergestellt wird, dass der Magnet **11** und die Welle **20** sich ohne Wärmeverformung in einem normalen Zustand befinden. In diesem Zustand sind die Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** und die Außenumfangsfläche **13** des Magneten **11** im Querschnitt, betrachtet in der axialen Richtung desselben, echt kreisförmig.

[0023] Beim Fixieren der Welle **20** an den zylindrischen Magneten **11** wird die Welle **20** auf eine solche Weise positioniert, dass die Zentren der zusammengezogenen Flächen **23** der Welle **20** in der Umfangsrichtung den entsprechenden Endabschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** zugewandt sind oder dass ein Teil der Außenumfangsfläche **21** der Welle **20**, der sich von den zusammengezogenen Flächen **23** unterscheidet, den mittleren Abschnitten der entsprechenden Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** zugewandt ist. Diese Positionierung kann durchgeführt werden, indem die eingekerbten Markierungen **25** der Welle **20** mit den eingekerbten Markierungen **14A**, **14B** des Magneten **11** in Übereinstimmung gebracht werden. Anschließend wird die Welle **20** in der korrekten Position in den Magneten **11** eingebracht. Da der Zwischenraum **22** an dem mittleren Abschnitt jedes der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** klein ist und mit dem ersten Haftvermittler A gefüllt ist, werden der Magnet **11** und die Welle **20** in der Richtung der einfachen Magnetisierung positioniert. Die Fixierung des Magneten **11** und der Welle **20** wird hauptsächlich durch den ersten Haftvermittler A bewerkstelligt, und der zweite Haftvermittler B wird als Hilfschaftvermittler verwendet. Indem der Magnet **11** und die Welle **20** aneinander fixiert sind, sind die Fixierabschnitte in dem Zwischenraum **22** an den Magnetpolabschnitten **1A**, **1B** durch den ersten Haftvermittler A ausgebildet und sind die Zwischenräume **24** mit dem zweiten Haftvermittler B gefüllt.

[0024] Im Folgenden wird die Wärmeverformung des Rotors **10** gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben. Wenn sich der Rotor **10** dreht, um den Elektromotor zu betreiben, erhöht sich die Temperatur des Rotors **10** durch die Wärme, die in den Lagern und den Spulen erzeugt wird. Wenn der Rotor **10** in dem Elektromotor für ein Fahrzeug verwendet wird, wird der Rotor **10** durch einen Verbrennungsmotor oder einen Traktionsmotor erwärmt, selbst wenn der Elektromotor nicht läuft. Da der Magnet **11** gemäß der ersten Ausführungsform ein parallel anisotroper Magnet ist, dehnt sich der Magnet **11** durch eine Erhöhung der Temperatur in der Richtung der einfachen Magnetisierung aus und zieht sich in der

Richtung der schweren Magnetisierung zusammen. Folglich verformt sich der Magnet **11** aus einer Kreisform in eine elliptische Form, im Querschnitt betrachtet relative zur axialen Richtung, wie es in **Fig. 3** gezeigt ist, wenn die Temperatur des Magneten **11** sich erhöht. Die Ellipse, die von der Außenumfangsfläche **13** des Magneten **11** ausgebildet wird, hat dann einen Hauptradius R1 in der Richtung der einfachen Magnetisierung und einen Nebenradius R2 in der Richtung der schweren Magnetisierung. Auf der anderen Seite dehnt sich die Welle **20** in der radialen Richtung gleichförmig aus, wenn sich die Temperatur der Welle **20** erhöht. Die Welle **20** ist aus einem Stahl gefertigt, der eine größere Ausdehnungsrate als der Magnet **11** hat.

[0025] Wenn die Temperatur des Rotors **10** ansteigt, dehnt sich der Magnet **11** an den mittleren Abschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** in der Richtung der einfachen Magnetisierung aus, und folglich verkleinern sich die Zwischenräume **22** aufgrund der Ausdehnungsdifferenz zwischen dem Magneten **11** und der Welle **20**. Obwohl die Zwischenräume **22** sich verkleinern, werden der Magnet **11** und die Welle **20** konzentrisch gehalten. Auf der anderen Seite zieht sich der Magnet **11** an den Endabschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** in der Richtung der schweren Magnetisierung zusammen, während sich die Welle **20** in der Richtung der schweren Magnetisierung ausdehnt, so dass die Zwischenräume **24** sich verkleinern. Eine solche Verkleinerung der Zwischenräume **24** komprimiert den zweiten Haftvermittler B in den Zwischenräumen **24**, der einen großen Elastizitätsmodul aufweist, und die Kontraktion bzw. das Zusammenziehen des Magneten **11** und die Erweiterung der Welle **20** werden erfolgreich absorbiert. Folglich bricht der Magnet **11** aufgrund der Wärmeverformung nicht und erfüllt seine Funktion als Rotor korrekt.

[0026] Der Rotor **10** gemäß der ersten Ausführungsform stellt die folgenden vorteilhaften Wirkungen bereit.

(1) Der Zwischenraum zwischen der Außenumfangsfläche **21** der Welle **20** und der Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** an den Endabschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B**, die der Richtung der schweren Magnetisierung entsprechen, ist größer festgelegt als jener an den mittleren Abschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B**, die der Richtung der einfachen Magnetisierung entsprechen. Die Welle **20** und der Magnet **11** sind an den mittleren Abschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** mittels eines Festsitzes oder mittels eines Haftvermittlers fixiert. Das heißt, der Zwischenraum **24** ist größer festgelegt als der Zwischenraum **22**. Wenn folglich eine Ausdehnung in der Richtung der einfachen Magnetisierung und ein Zusammenziehen in der Richtung der schweren Magnetisierung des Magneten **11** auftreten,

können die Zwischenräume **24** das Zusammenziehen in der Richtung der schweren Magnetisierung absorbieren und verhindern, dass der Magnet **11** bricht.

(2) Die zusammengezogene Fläche **23** der Welle **20** ist symmetrisch ausgebildet bezüglich einer imaginären Linie E, die durch die Drehachse P und die Zentren der entsprechenden Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** tritt. Eine solche Struktur ermöglicht, dass der Rotor **10** eine gute Drehbalance beibehält, so dass der Rotor **10** sich gleichmäßig dreht, ohne unruhiges Laufverhalten.

(3) Die zusammengezogene Fläche **23** ist gekrümmt ausgebildet, betrachtet in der Längsrichtung der Welle **20**. Die Struktur, bei der die Außenumfangsfläche **21** der Welle **20** zusammengezogene Flächen **23** aufweist, ermöglicht, dass der Zwischenraum **24** durch die Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** und die gekrümmte zusammengezogene Fläche **23** ausgebildet wird, so dass diese bei der Herstellung des Magneten **11** entfällt. Da der Magnet **11** ohne Wärmeverformung genau kreisförmig ist, im Querschnitt relativ zur axialen Richtung betrachtet, neigt der Magnet **11** nicht dazu, aufgrund von Verformungen zu brechen.

(4) Die Länge L des Fixierabschnitts in der Umfangsrichtung des Magneten **11** ist auf eine bestimmte Länge festgelegt, welche ein sicheres Fixieren der Welle **20** und des Magneten **11** erlaubt. Folglich ist es schwierig, die Welle **20** und den Magnet **11** durch eine Wärmeverformung der Welle **20** und des Magneten **11** voneinander zu entfernen. Die Länge des Fixierabschnitts entspricht der Länge eines Bogens, der von zwei imaginären Linien C begrenzt wird, die einen Winkel θ bezüglich der Achse P des Magneten bilden. Der Winkel θ für die Länge L in der ersten Ausführungsform ist auf **60** Grad festgelegt. Gemäß diesem Aufbau sind die Welle **20** und der Magnet **11** sicher fixiert, und es kann vermieden werden, dass der Magnet **11** aufgrund einer Wärmeverformung bricht.

(5) Da der Zwischenraum **22** kleiner festgelegt ist als der Zwischenraum **24**, kann die Positionierung des Magneten **11** und der Welle **20** bei der Fixierung des Magneten **11** und der Welle **20** vereinfacht werden. Der Magnet **11** weist an seinem Ende eingekerbte Dreiecksmarkierungen **14A** und **14B** auf, welche die entsprechenden Zentren der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** kennzeichnen. Die Welle **20** weist an ihrem Ende die eingekerbten Markierungen **25** auf, wobei eine derselben mit der entsprechenden eingekerbten Dreiecksmarkierung **14A** oder **14B** zum Positionieren des Magneten **11** und der Welle **20** ausgerichtet wird. Folglich vereinfacht die Ausrichtung der eingekerbten Markierungen **14A**, **14B** des Magneten **11**

mit den entsprechenden eingekerbten Markierungen **25** der Welle **20** die Positionierung des Magneten **11** und der Welle **20** bei der Montage des Rotors **10**.

Zweite Ausführungsform

[0027] Im Folgenden wird ein Rotor gemäß einer zweiten Ausführungsform mit Bezug auf **Fig. 4** beschrieben. Bei dem Rotor gemäß der zweiten Ausführungsform sind die Welle und der Magnet mittels einer Presspassung fixiert. Es werden dieselben Bezugszeichen verwendet, um gleiche Komponenten oder Elemente, als Gegenstücke der ersten Ausführungsform zu bezeichnen, und die Beschreibung derselben wird nicht wiederholt.

[0028] Mit Bezug auf **Fig. 4** wird der Rotor **30** gemäß der zweiten Ausführungsform mittels einer Presspassung bzw. Übermaßpassung der Welle **20** und des Magneten **11** hergestellt. Folglich ist kein Zwischenraum, wie beispielsweise der, der mit dem Bezugszeichen **22** bezeichnet wurde, zwischen der Außenumfangsfläche **21** der Welle **20** und der Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** an den mittleren Abschnitten der entsprechenden Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** vorhanden. Zwei Fixierabschnitte sind zwischen der Außenumfangsfläche **21** der Welle **20** und der Innenumfangsfläche **12** des Magneten an den mittleren Abschnitten der entsprechenden Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** durch die Presspassung der Welle **20** und des Magneten **11** ausgebildet. Der Fixierabschnitt ist in einer Bogenform entlang der Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** ausgebildet.

[0029] Die Länge L des Fixierabschnitts in der Umfangsrichtung des Magneten **11** ist auf eine bestimmte Länge festgelegt. Wie in der ersten Ausführungsform ist die Länge L des Fixierabschnitts von dem Winkel θ bestimmt. Der Winkel θ für die bestimmte Länge L des Fixierabschnitts in der zweiten Ausführungsform ist auf **60** Grad festgelegt.

[0030] An der Außenumfangsfläche **21** der Welle **20** ist im Unterschied zum Fixierabschnitt die zusammengezogene Fläche **23** so ausgebildet, dass Zwischenräume **31** zwischen der Außenumfangsfläche **21** der Welle **20** und der Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** an Positionen benachbart zu den Endabschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** vorgesehen sind. Die zusammengezogene Fläche **23** ist gekrümmt ausgebildet, betrachtet in der Längsrichtung der Welle **20**. Der Zwischenraum **31** wird zu den Endabschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** hin größer. Die Zwischenräume **31** sind zum Absorbieren des Zusammenziehens vorgesehen, das in der Richtung der schweren Magnetisierung des Magneten **11** auftritt, wenn der Rotor **10** thermisch verformt wird.

[0031] In der zweiten Ausführungsform ist der zweite Haftvermittler B in den Zwischenraum **31** eingefüllt. Der weiche zweite Haftvermittler B wird als ein Füller verwendet, der es dem Magneten **11** erlaubt, das Zusammenziehen desselben in der Richtung der schweren Magnetisierung im Fall einer Wärmeverformung des Magneten **11** zu absorbieren. Die Zwischenräume **31** sind übertrieben gezeigt, zum Zweck der Darstellung, und jeder Zwischenraum **31** liegt in der Größenordnung von etwa 0,1 mm. In der zweiten Ausführungsform sind der Magnet **11** und die Welle **20** mittels einer Presspassung fixiert, wodurch der erste Haftvermittler A entfällt.

[0032] Der Rotor **10** gemäß der zweiten Ausführungsform weist dieselben vorteilhaften Wirkungen (1) bis (3) auf, die mit Bezug auf die erste Ausführungsform dargelegt sind. In der zweiten Ausführungsform sind der Magnet **11** und die Welle **20** mittels einer Presspassung fixiert, wodurch der erste Haftvermittler A und die Arbeit zum Aufbringen des ersten Haftvermittlers A entfallen.

Dritte Ausführungsform

[0033] Im Folgenden wird ein Rotor gemäß der dritten Ausführungsform mit Bezug auf **Fig. 5** beschrieben. Der Rotor gemäß der dritten Ausführungsform weist vier Pole auf. Es werden dieselben Bezugszeichen verwendet, um gleiche Komponenten oder Elemente, als Gegenstücke der ersten Ausführungsform zu bezeichnen, und die Beschreibung derselben wird nicht wiederholt.

[0034] Mit Bezug auf **Fig. 5** weist der Magnet **11** des Rotors **40** gemäß der dritten Ausführungsform vier Magnetpolabschnitte zweier verschiedener Polaritäten auf, die abwechselnd in der Umfangsrichtung des Magneten **11** angeordnet sind, das heißt, zwei Magnetpolabschnitte **1A** als N-Pol und zwei Magnetpolabschnitte **1B** als S-Pol. Insbesondere weist der Magnet **11** die beiden Magnetpolabschnitte **1A** als N-Pol und die beiden Magnetpolabschnitte **1B** als S-Pol auf, so dass die Polaritäten benachbarter Magnetpolabschnitte sich voneinander unterscheiden. Wie es in **Fig. 5** gezeigt ist, sind die Grenzen zwischen zwei benachbarten Magnetpolabschnitten **1A**, **1B** durch Doppelpunkt-Strich-Linien gekennzeichnet. Die Richtung der einfachen Magnetisierung in dem Rotor **40** bzw. die Richtung, in der das magnetische Moment einfach auszurichten ist, wird von einem Pfeil F in **Fig. 5** gekennzeichnet. Die Richtung der schweren Magnetisierung ist zwischen zwei benachbarten Pfeilen F in der Umfangsrichtung der Außenumfangsfläche **13** des Magneten **11** vorhanden. Das heißt, der Magnet **11** gemäß der dritten Ausführungsform ist ein parallel anisotroper Magnet, der entlang zweier radialer Richtungen einfach zu magnetisieren ist und vier Magnetpole aufweist.

[0035] Die Welle **20** gemäß der dritten Ausführungsform weist vier zusammengezogene Flächen **23** auf, die den vier Magnetpolabschnitten entsprechen. Wie es in **Fig. 5** gezeigt ist, sind die Außenumfangsflächen **21** der Welle **20** an die mittleren Abschnitte der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** mittels des ersten Haftvermittlers A fixiert. Vier Zwischenräume **22** sind zwischen der Außenumfangsfläche **21** der Welle **20** und der Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** an den mittleren Abschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** ausgebildet. Der Zwischenraum **22** ist mit dem ersten Haftvermittler A gefüllt, wodurch ein Fixierabschnitt zwischen der Welle **20** und dem Magneten **11** ausgebildet wird. Der Fixierabschnitt ist bogenförmig ausgebildet, entlang der Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11**. In der dritten Ausführungsform sind entsprechend vier Fixierabschnitte an den jeweiligen Magnetpolabschnitten ausgebildet.

[0036] Die Länge L des Fixierabschnitts in der Umfangsrichtung der Welle **20** ist auf ein bestimmtes Maß festgelegt. Die Länge des Fixierabschnitts in der Umfangsrichtung wird von einem Winkel θ festgelegt, der durch zwei imaginäre Linien C ausgebildet ist, welche jeden Endabschnitt der Fixierabschnitte und die Drehachse P verbinden. Die Länge L des Fixierabschnitts gemäß der dritten Ausführungsform, das heißt, der Winkel θ , der durch die zwei imaginären Linien C ausgebildet ist, ist auf 30 Grad festgelegt. In dem Rotor **40** der dritten Ausführungsform, der vier Fixierabschnitte aufweist, sollte der Winkel θ vorzugsweise auf 30 Grad bis 45 Grad festgelegt werden.

[0037] Die Zwischenräume **24** sind an den Endabschnitten der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** zwischen der Außenumfangsfläche **21** der Welle **20** und der Innenumfangsfläche **12** des Magneten **11** ausgebildet, im Unterschied zu den Fixierabschnitten. In der dritten Ausführungsform sind vier Zwischenräume **24** gemäß der Anzahl der Magnetpole ausgebildet. Die Zwischenräume **24** sind kontinuierlich mit den benachbarten Zwischenräumen **22** verbunden. Die zusammengezogenen Flächen **23** der Welle **20** sind symmetrisch bezüglich einer imaginären Linie E, die durch die Drehachse P und die Zentren der Magnetpolabschnitte **1A**, **1B** tritt, ausgebildet. Die Zwischenräume **24** sind mit dem zweiten Haftvermittler B gefüllt. Die Zwischenräume **24** sind übertrieben gezeigt, zum Zweck der Darstellung, und der Zwischenraum **24** beträgt ungefähr 0,1 mm.

[0038] Der Rotor **10** gemäß der dritten Ausführungsform weist dieselben vorteilhaften Wirkungen (1) bis (5) der ersten Ausführungsform auf. In der dritten Ausführungsform sind vier Abschnitte gemäß der Anzahl der Magnetpole vorgesehen, so dass die Länge L jedes Fixierabschnitts in der Umfangsrichtung kleiner festgelegt werden kann.

[0039] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, vielmehr kann sie auf verschiedene Weise innerhalb des Gegenstands der Erfindung modifiziert werden, wie es beispielhaft im Folgenden dargelegt ist.

[0040] In den oben beschriebenen Ausführungsformen kann, wenngleich die zusammengezogene Fläche der Welle **20** gekrümmt ausgebildet ist, betrachtet in der axialen Richtung der Welle, die zusammengezogene Fläche flach ausgebildet sein, betrachtet in der Längsrichtung der Welle, oder alternativ kann diese aus einer Kombination einer Mehrzahl von flachen Flächen oder einer Kombination einer flachen Fläche und einer gekrümmten Fläche ausgebildet sein. Wenn die zusammengezogene Fläche flach ausgebildet ist, kann die zusammengezogene Fläche einfach aus einer zylindrischen Welle hergestellt werden, im Vergleich zu einer zusammengezogenen Fläche, die gekrümmt ausgebildet ist.

[0041] In den oben beschriebenen Ausführungsformen ist die zusammengezogene Fläche der Welle symmetrisch bezüglich einer Linie ausgebildet, die durch die Drehachse und die Zentren der Magnetpolabschnitte tritt. Allerdings muss gemäß der vorliegenden Erfindung die zusammengezogene Fläche nicht notwendigerweise symmetrisch ausgebildet sein. Die Drehbalance kann mittels einer anderen Maßnahme während der Drehung des Rotors erreicht werden, solange der Rotor sich gleichmäßig drehen kann.

[0042] Gemäß der vorliegenden Erfindung muss nicht notwendigerweise ein zweiter Haftvermittler für die Zwischenräume des Endabschnitts verwendet werden. Wenn auf den zweiten Haftvermittler verzichtet wird, kann der Schritt zum Aufbringen des Haftvermittlers bei der Herstellung des Rotors entfallen.

[0043] Wenngleich in den oben beschriebenen Ausführungsformen der Magnet an der Welle fixiert ist, kann die Welle einen Rotorkern enthalten. Beispielsweise kann die Welle so aufgebaut sein, dass diese einen Rotorkern und eine Drehwelle aufweist. Wenngleich die Welle aus einem ferromagnetischen Stahl gefertigt ist, kann die Welle aus irgendeinem Material gefertigt werden, solange die Welle als ein Teil des Rotors fungiert.

[0044] Die eingekerbten Positionsmarkierungen, die an dem Magneten und der Welle vorgesehen sind, können mit irgendwelchen einfachen Markierungen oder anderen Mitteln zur Positionierung ersetzt werden. Die Markierungen oder Positionierungsmittel können an den Endabschnitten der Magnetpolabschnitte vorgesehen sein, statt an den Zentren der Magnetpolabschnitte.

[0045] In den oben beschriebenen Ausführungsformen ist der Elektromotor als eine elektrische Drehmaschine beschrieben. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann die elektrische Drehmaschine aber beispielsweise auch ein Elektrogenerator sein.

[0046] In den oben beschriebenen Ausführungsformen ist der Magnet ein gesinterter Magnet aus seltenen Erden, aber der Magnet kann irgendein anderer Typ sein, solange der Magnet ein parallel anisotroper Magnet ist.

[0047] In der ersten und dritten Ausführungsform sind kleine Zwischenräume zwischen der Innenumfangsfläche des Magneten und der Außenumfangsfläche der Welle ausgebildet und mit einem Haftvermittler gefüllt. Folglich sind der Magnet und die Welle mittels einer Spielpassung fixiert, aber der Magnet und die Welle können auch mittels einer leichten Presspassung fixiert sein, auf eine solche Weise, dass ein Haftvermittler auf der Außenumfangsfläche des Magneten und der Innenumfangsfläche der Welle bleibt.

[0048] In der zweiten Ausführungsform sind der Magnet und die Welle mittels einer Presspassung fixiert, aber ein Festsitz, wie beispielsweise eine Schrumpfpassung, kann ebenso zum Fixieren des Magneten und der Welle angewendet werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2008-199841 [0003]

Patentansprüche

1. Rotor (10) einer elektrischen Drehmaschine, der aufweist:

eine Welle (20), die eine Drehachse (P) aufweist; und einen zylindrischen Magneten, der an einer Außenumfangsfläche (21) der Welle (20) fixiert ist, wobei der Magnet (11) mehrere Magnetpolabschnitte (1A, 1B) aufweist, wobei benachbarte Magnetpolabschnitte (1A, 1B) in einer Umfangsrichtung unterschiedliche Polaritäten relativ zueinander aufweisen,

dadurch gekennzeichnet, dass jeder Magnetpolabschnitt (1A, 1B) zwei Endabschnitte und einen mittleren Abschnitt zwischen den Endabschnitten aufweist, wobei ein Zwischenraum zwischen der Außenumfangsfläche (21) der Welle (20) und einer Innenumfangsfläche (12) des Magneten (11) an den Endabschnitten der Magnetpolabschnitte (1A, 1B) größer als an den mittleren Abschnitten der Magnetpolabschnitte (1A, 1B) ist, und wobei die Welle (20) und der Magnet (11) an dem mittleren Abschnitt jedes Magnetpolabschnitts (1A, 1B) mittels eines Festsitzes oder eines Haftvermittlers aneinander fixiert sind.

2. Rotor (10) einer elektrischen Drehmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenumfangsfläche (12) des zylindrischen Magneten (11) einen kreisförmigen Querschnitt aufweist, wobei die Außenumfangsfläche (13) der Welle (20) einen elliptischen Querschnitt aufweist, und wobei ein Zwischenraum zwischen der Außenumfangsfläche (21) der Welle (20) und jedem Endabschnitt der Magnetpolabschnitte (1A, 1B) durch eine zusammengezogene Fläche (23) ausgebildet ist, die in der Außenumfangsfläche (21) der Welle (20) und der Innenumfangsfläche (12) des Magneten (11) ausgebildet ist.

3. Rotor (10) einer elektrischen Drehmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Festsitz oder der Haftvermittler bogenförmig ausgebildet ist, betrachtet in der Richtung der Achse (P).

4. Rotor (10) einer elektrischen Drehmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Länge (L) des Fixierabschnitts in der Umfangsrichtung des Magneten (11) auf eine bestimmte Länge festgelegt ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

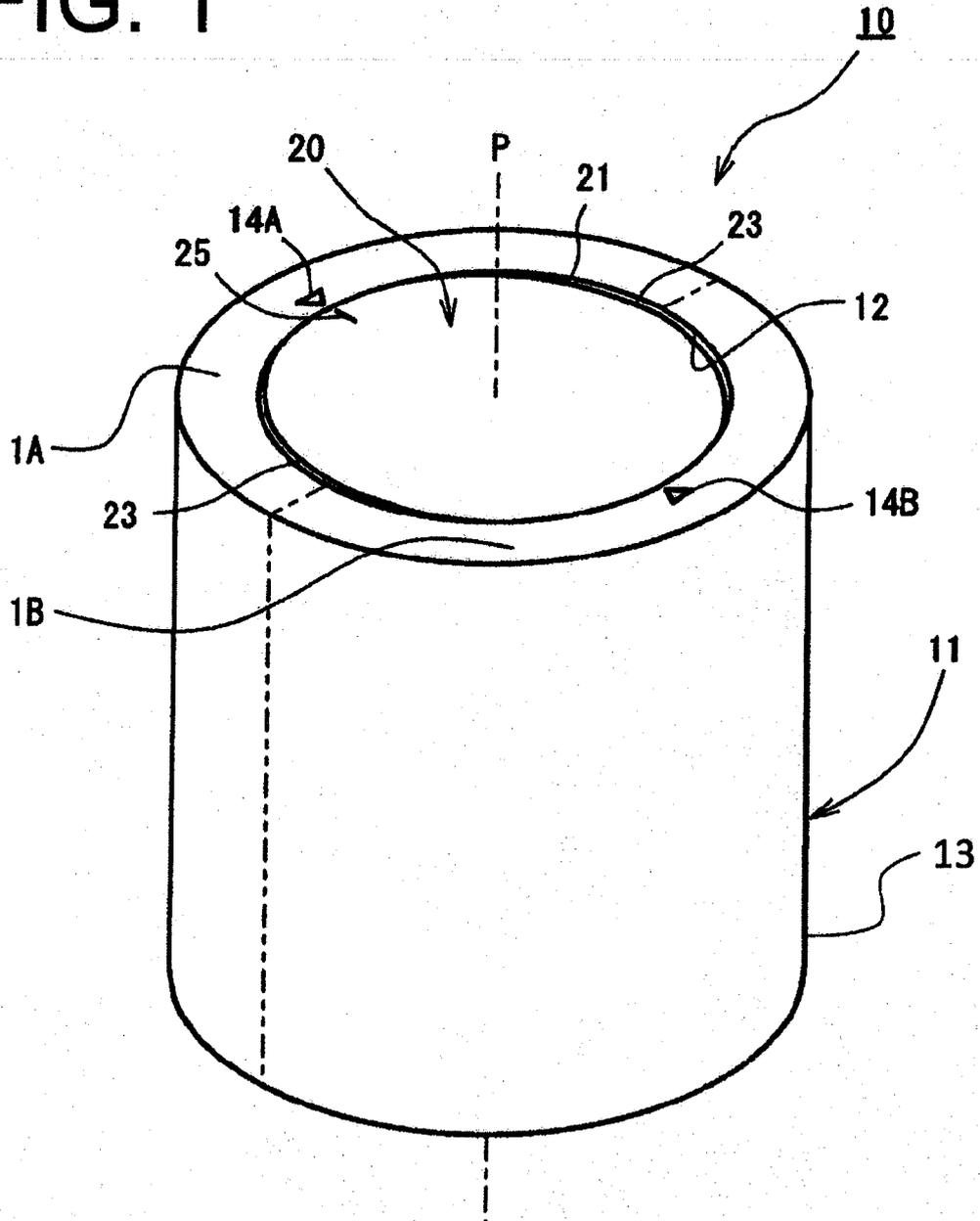


FIG. 3

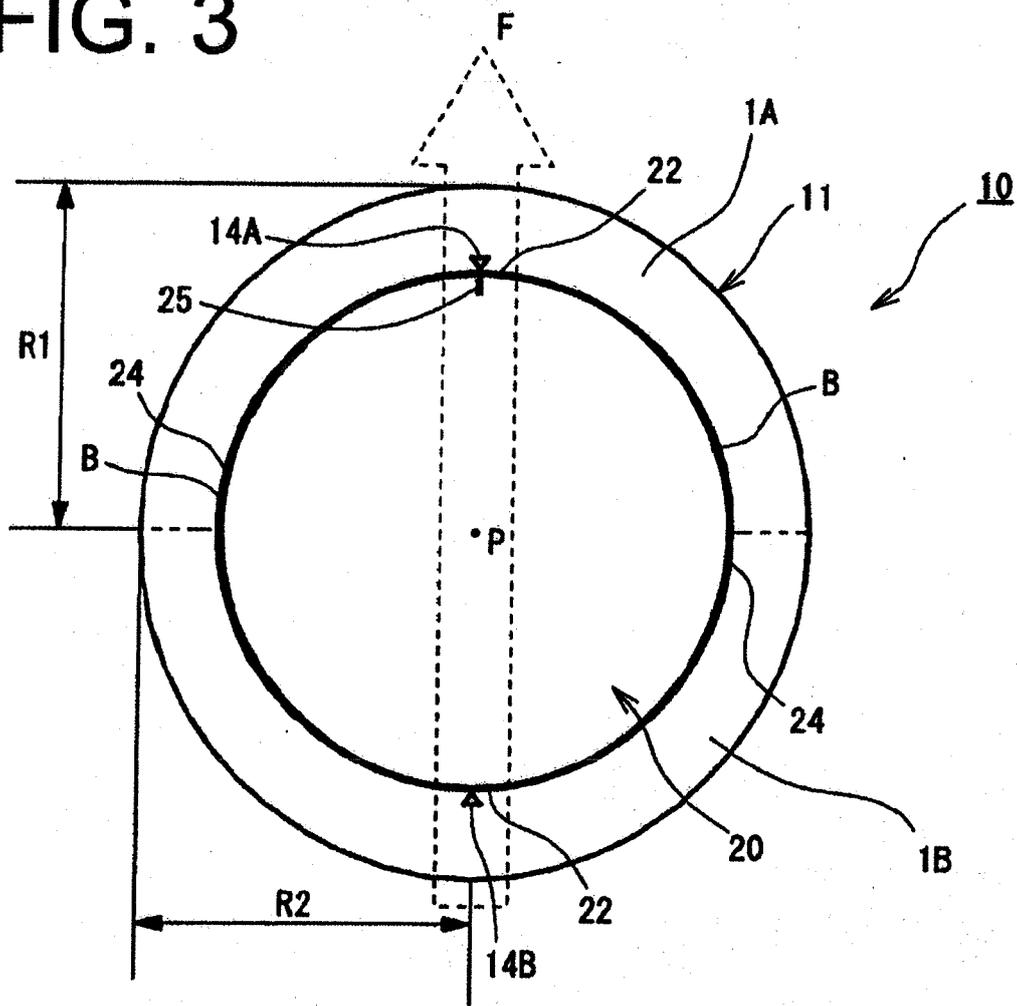


FIG. 6

