(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
02. Januar 2025 (02.01.2025)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/003401 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60T 10/02 (2006.01) *F16D 57/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/068249

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Juni 2024 (28.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 117 387.1
30. Juni 2023 (30.06.2023) DE

(71) Anmelder: **INVENTUS ENGINEERING GMBH** [AT/AT]; Montafonerstraße 68, A - 6771 St. Anton i.M. (AT).

(72) Erfinder: **DÖNZ, Philipp**; Silbertalerstraße 84, 6782 Silbertal (AT). **HAAG, Johannes**; Silvrettastraße 38, A-6780 Schruns (AT). **BATTLOGG, Stefan**; Zalanzweg 10, 6771 St. Anton i.M. (AT).

(74) Anwalt: **BSB PATENTANWÄLTE SCHÜTTE & ENGELEN PART MBB**; Am Markt 10, 59302 Oelde (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,

(54) Title: APPARATUS HAVING A MAGNETORHEOLOGICAL TRANSMISSION DEVICE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG MIT EINER MAGNETORHEOLOGISCHEN ÜBERTRAGUNGSEINRICHTUNG

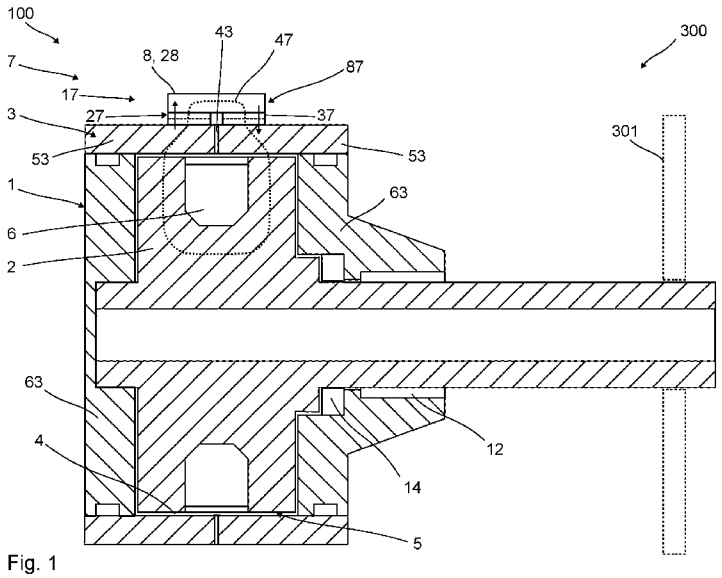

Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an apparatus (100) comprising a magnetorheological transmission device (1) having two rotary components (2, 3) that are movable relative to one another. Formed between the rotary components (2, 3) is a working gap (4) with a magnetorheological medium (5). An electrical coil unit (6) is used to generate a controllable magnetic field in the working gap (4). A supplementary brake (7) serves to brake the rotatability of the rotary components (2, 3) if the magnetic field of the coil unit (6) breaks down. The supplementary brake (7) comprises a magnetic element (17) which extends in the circumferential direction of the working gap (4) and has at least one magnetic unit (27) including at least one permanent magnet (37) that extends only over part of the circumference.

WO 2025/003401 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung (100) umfassend eine magnetorheologische Übertragungseinrichtung (1) mit zwei relativ zueinander bewegbaren Drehkomponenten (2, 3). Zwischen den Drehkomponenten (2, 3) ist ein Wirkspalt (4) mit einem magnetorheologischen Medium (5) ausgebildet. Eine elektrische Spuleneinrichtung (6) dient zur Erzeugung eines steuerbaren Magnetfelds im Wirkspalt (4). Eine Zusatzbremse (7) dient zum Bremsen der Drehbarkeit der Drehkomponenten (2, 3) bei einem Wegfall des Magnetfelds der Spuleneinrichtung (6). Die Zusatzbremse (7) umfasst eine sich in Umfangsrichtung des Wirkspalts (4) erstreckende Magneteinrichtung (17), welche wenigstens eine Magneteinheit (27) mit wenigstens einem sich nur über einen Teil eines Umfangs erstreckenden Permanentmagneten (37) umfasst.

Vorrichtung mit einer magnetorheologischen Übertragungseinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit wenigstens einer magnetorheologischen Übertragungseinrichtung mit wenigstens zwei relativ zueinander bewegbaren Drehkomponenten. Zwischen den Drehkomponenten ist wenigstens ein Wirkspalt ausgebildet, in welchem ein magnetorheologisches Medium angeordnet ist. Mittels wenigstens einer elektrischen Spuleneinrichtung ist im Wirkspalt ein steuerbares Magnetfeld erzeugbar, um die Drehbarkeit der Drehkomponenten im Normalbetrieb zu beeinflussen.

Solche Vorrichtungen können z. B. als Bedieneinrichtung ausgebildet sein und zur Einstellung von Bedienzuständen dienen. Dann können mittels der magnetorheologischen Übertragungseinrichtung zum Beispiel unterschiedliche Momente bzw. Kräfte, Anschläge und Rasterungen für die Bewegungen eingestellt werden. So kann bei der Bedienung eine haptische (spürbare) Rückmeldung übermittelt werden, welche den Benutzer unterstützt und sehr gezielte Einstellungen erlaubt und insgesamt die Bedienkomplexität reduziert. Solche Bedieneinrichtungen finden immer häufiger in verschiedensten Geräten und beispielsweise in Kraftfahrzeugen oder der Medizintechnik oder auch bei Smart Devices Verwendung, um beispielsweise Menüs auszuwählen oder präzise Steuerungen vorzunehmen. Zudem werden solche Vorrichtungen immer öfter bei der Bedienung von Computern und Spielekonsolen eingesetzt. Die Vorrichtung soll daher sehr kompakt und zugleich zuverlässig konstruiert sein und ein möglichst geringes Grundmoment aufweisen.

Beispielsweise können solche Vorrichtungen auch als Lenkvorgabeeinrichtung zum Vorgeben einer Lenkbewegung nach dem Steer-by-Wire-Konzept eingesetzt werden. An solche Lenkvorgabeeinrichtungen werden hohe Anforderungen gestellt. So

werden beispielsweise präzise Lenkrückmeldungen und ein spielfreies bzw. ruckfreies Lenkverhalten besonders um die Mittellage sowie ein insgesamt sehr leichtgängiges harmonisches Lenkverhalten gefordert. Wenn die Lenkeinheit generell (mechanisch) schwergängig ausgelegt wird (= hohes Grundmoment) ist eine haptisch einwandfreie Regelbarkeit im Normalbetrieb (aktives Rückstellen…) nicht mehr möglich. Nur sehr leichtgängige Lenkeinheiten (bevorzugt < 0,3 Nm, beispielsweise < 0,1 Nm, Grundmoment sämtlicher Steer-by-Wire Lenkkomponenten) ermöglichen haptisch anspruchsvolle und harmonische Lenkbewegungen. Zudem muss die Lenkeinrichtung hohe Drehmomente bereitstellen bzw. der manuellen Lenkbewegung entgegen stellen können (das Drehmoment entspricht dann einem Bremsmoment). Das ist z. B. zur Darstellung von Endanschlägen, für das Abstützen beim Aussteigen oder als Gegenmoment bei sehr schnellen Verdrehungen bzw. Lenkbewegungen.

Ein entscheidendes Merkmal solcher Vorrichtungen ist die Sicherheit bei einem Störfall und beispielsweise bei einem Wegfall des Magnetfelds der Spuleneinrichtung. Dann wird der Drehbewegung bzw. Lenkbewegung kein Drehmoment mehr entgegengesetzt und es wird bei der Bedienung kein Widerstand mehr verspürt. Um solche mitunter sehr gefährlichen Situationen zu entschärfen, kann eine Zusatzbremse zum Bremsen der Drehbarkeit der Drehkomponenten bei einem Störfall eingesetzt werden. Allerdings führt die Zusatzbremse häufig zu einer Zunahme an Kosten, Bauraum und Gewicht sowie zu einer Erhöhung des Grundmoments.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung mit einer verbesserten Zusatzbremse zur Verfügung zu stellen, welche die zuvor diskutierten Anforderungen besonders vorteilhaft erfüllt.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der

allgemeinen Beschreibung und aus der Beschreibung der Ausführungsbeispiele.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst wenigstens eine magnetorheologische Übertragungseinrichtung. Die Übertragungseinrichtung umfasst wenigstens zwei relativ zueinander bewegbare Drehkomponenten. Insbesondere sind die Drehkomponenten wenigstens abschnittsweise koaxial zueinander angeordnet. Zwischen den Drehkomponenten ist wenigstens ein (ein in Umfangsrichtung umlaufender) Wirkspalt ausgebildet. Im Wirkspalt ist wenigstens ein magnetorheologisches Medium angeordnet. Die Vorrichtung umfasst wenigstens eine elektrische Spuleneinrichtung zur Erzeugung eines steuerbaren Magnetfelds im Wirkspalt. Insbesondere dient die Erzeugung des Magnetfelds dazu, die Drehbarkeit der Drehkomponenten im Normalbetrieb zu beeinflussen (und vorzugsweise zu bremsen oder freizugeben). Die Vorrichtung umfasst wenigstens eine Zusatzbremse zum Bremsen der Drehbarkeit der Drehkomponenten bei einem Wegfall des Magnetfelds der Spuleneinrichtung und insbesondere bei einem Störfall. Dabei umfasst die Zusatzbremse wenigstens eine Magneteinrichtung, welche sich wenigstens teilweise in Umfangsrichtung des Wirkspalts und/oder der Drehkomponenten erstreckt. Insbesondere erstreckt sich die Magneteinrichtung wenigstens teilweise entlang des Umfangs des Wirkspalts und/oder der Drehkomponenten. Dabei umfasst die Magneteinrichtung wenigstens eine Magneteinheit. Die Magneteinheit umfasst wenigstens einen Permanentmagneten, welcher sich nur über einen Teil eines Umfangs (insbesondere des Wirkspalts und/oder der Drehkomponenten) erstreckt. Insbesondere erstreckt sich der wenigstens eine Permanentmagnet über weniger als 360° eines Umfangs von 360°. Der Teil des Umfangs entspricht insbesondere einem Umgangssegment mit einem Winkel von weniger als 360°.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung bietet viele Vorteile. Einen erheblichen Vorteil bieten der bzw. die nur über einen Teil des Umfangs verlaufenden Permanentmagnete. Dadurch kann die

Zusatzbremse erheblich günstiger und mit weniger Aufwand gefertigt werden. Zudem kann die Magneteinrichtung einfacher und zügiger montiert und auch besonders Bauraum sparend untergebracht werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass keine speziellen Toleranzanforderungen für die Integration der Permanentmagnete in die Übertragungseinrichtung zu erfüllen sind. Beispielsweise sind zur Integration von Ringmagneten enge Fertigungstoleranzen zur Entfaltung der vorgesehenen Bremswirkung nötig. Zudem sind Ringmagnete sehr empfindlich bei der Handhabung und z. B. sehr spröde.

Die wenigstens eine Magneteinheit ist vorzugsweise (nur) an einer der Drehkomponenten angeordnet und vorzugsweise befestigt. Insbesondere sind alle Magneteinheiten der Magneteinrichtung an einer (derselben) Drehkomponente angeordnet.

Vorzugsweise ist die wenigstens eine Magneteinheit an der radial äußeren Drehkomponente angeordnet und vorzugsweise befestigt. Insbesondere ist die Magneteinheit wenigstens teilweise an der radialen und/oder axialen Außenseite der radial äußeren Drehkomponente angeordnet. Das ermöglicht eine besonders zügige und unaufwendige Montage. Die wenigstens eine Magneteinheit kann auch an der radial inneren Drehkomponente angeordnet sein. Dann ist sie insbesondere wenigstens teilweise an deren radialen Innenseite und/oder an deren axialen Außenseite angeordnet.

Die wenigstens eine Magneteinheit ist vorzugsweise wenigstens teilweise an einer vom Wirkspalt abgewandten radialen oder axialen Außenseite der Drehkomponente angeordnet und insbesondere befestigt. Die Magneteinheit kann wenigstens teilweise an der Außenseite (in radialer und/oder axialer Richtung) hervorstehen. Insbesondere steht die gesamte Magneteinheit an der Außenseite hervor. Die Magneteinheit kann sich auch wenigstens teilweise in die Drehkomponente hinein erstrecken. Die Magneteinheit kann flächenbündig mit der Außenseite der Drehkomponente sein.

In einer besonders bevorzugten und vorteilhaften Ausgestaltung ist die wenigstens eine Magneteinheit von radial außerhalb und/oder axial außerhalb der radial äußeren Drehkomponente montierbar. Bevorzugt und vorteilhaft ist auch, dass die wenigstens eine Magneteinheit montierbar ist, wenn das Medium im Wirkspalt angeordnet ist. Mit anderen Worten, die wenigstens eine Magneteinheit kann montiert werden, wenn der Wirkspalt bereits mit dem Medium befüllt ist. Insbesondere ist die Magneteinheit montierbar, wenn die Drehkomponenten bestimmungsgemäß koaxial zusammengesetzt sind. Möglich ist auch, dass die wenigstens eine Magneteinheit von radial innerhalb der radial inneren Drehkomponente montierbar ist.

Insbesondere ist die wenigstens eine Magneteinheit (wenigstens in Bezug auf ihren wenigstens einen Permanentmagneten) beabstandet von einer Drehachse der Drehkomponenten angeordnet. Insbesondere ist die wenigstens eine Magneteinheit koaxial zu den Drehkomponenten und dem Wirkspalt angeordnet. Es ist möglich und vorteilhaft, dass die wenigstens eine Magneteinheit und die Drehkomponenten bzw. der Wirkspalt in radialer Richtung überlappend angeordnet sind. Insbesondere liegen die wenigstens eine Magneteinheit und die Drehkomponenten und/oder der Wirkspalt in radialer Richtung wenigstens teilweise auf einer gemeinsamen Fluchtlinie. Möglich ist auch, dass die wenigstens eine Magneteinheit nach axial außen versetzt angeordnet ist, sodass sie nicht mit den Drehkomponenten und/oder dem Wirkspalt in radialer Richtung überlappend angeordnet ist. Es ist möglich und vorteilhaft, dass die wenigstens eine Magneteinheit axial neben den Drehkomponenten und/oder dem Wirkspalt angeordnet ist. Dann ist die wenigstens eine Magneteinheit insbesondere an einer axialen Außenseite der Drehkomponente angeordnet. Insbesondere ist die Magneteinheit mit einer der Drehkomponenten auf einer gemeinsamen Seite des Wirkspalts angeordnet. Insbesondere befindet sich die andere Drehkomponente (an welcher die Magneteinheit nicht angeordnet ist) auf der gegenüberliegenden Seite des Wirkspalts.

Es ist bevorzugt und vorteilhaft, dass die wenigstens eine Magneteinheit (wenigstens in Bezug auf ihren wenigstens einen Permanentmagneten) leitend und vorzugsweise magnetisch leitend mit einer der Drehkomponenten verbunden ist. Insbesondere ist die Magneteinheit dadurch in einen Magnetkreis eingebunden, durch welchen das Magnetfeld der Magneteinrichtung fließt. Dabei kann die Magneteinheit direkt oder mittelbar (beispielsweise mittels einer Verbindungseinheit) mit der Drehkomponente leitend verbunden sein. Insbesondere weist die Magneteinheit zwei Magnetpole (einen Nordpol und einen Südpol) auf. Insbesondere sind beide Magnetpole leitend mit der Drehkomponente verbunden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der wenigstens eine Permanentmagnet der wenigstens einen Magneteinheit direkt (berührend) mit der Drehkomponente verbunden. Insbesondere weist die Drehkomponente dazu wenigstens in einem Aufnahmebereich für den Permanentmagneten wenigstens eine Abflachung auf. Vorzugsweise ist die Abflachung an einer radialen Außenseite angeordnet. Dadurch können teure Permanentmagnete mit aufwendigen Krümmungen eingespart werden. Insbesondere ist der wenigstens eine Permanentmagnet wenigstens in einem Kontaktbereich für den Kontakt mit der Drehkomponente planar ausgebildet.

Möglich ist auch, dass der wenigstens eine Permanentmagnet wenigstens in einem Kontaktbereich für den Kontakt mit der Drehkomponente (konstant) gekrümmt ausgebildet ist. Insbesondere korrespondiert die Krümmung des Kontaktbereichs mit einer Krümmung der Drehkomponente und insbesondere mit einer Krümmung ihrer radialen Außenseite oder Innenseite. Es ist möglich, dass der Permanentmagnet insgesamt (und nicht nur im Kontaktbereich) gekrümmt ausgebildet ist. Insbesondere hat der Permanentmagnet dann die Geometrie eines Ringsegments. Das Ringsegment kann insbesondere auch als Kreissegment bezeichnet werden. Insbesondere erstreckt sich das Ringsegment nur über einen Teil des Umfangs.

In einer vorteilhaften und bevorzugten Weiterbildung umfasst die Magneteinrichtung wenigstens eine (magnetisch) leitende Verbindungseinheit. Insbesondere ist die wenigstens eine Magneteinheit (wenigstens in Bezug auf ihren wenigstens einen Permanentmagneten) mittels der wenigstens einen Verbindungseinheit mit einer der Drehkomponenten (magnetisch) leitend verbunden und vorzugsweise fest verbunden.

Insbesondere bildet die Verbindungseinheit einen Teil eines Magnetkreises, in welchen auch die Magneteinrichtung eingebunden ist. Insbesondere ist die Verbindungseinheit mit einem Magnetpol des Permanentmagneten und mit der Drehkomponente verbunden. Möglich ist auch, dass die Verbindungseinheit mit einem Magnetpol des Permanentmagneten und einem (entgegengesetzten) Magnetpol wenigstens eines weiteren Permanentmagneten der Magneteinheit verbunden ist. Insbesondere sind die für die Magneteinheit vorgesehenen Permanentmagnete über wenigstens eine Verbindungseinheit entweder miteinander oder mit der Drehkomponente verbunden.

Die Verbindungseinheit kann in einem Kontaktbereich für den Kontakt mit der Drehkomponente gekrümmt ausgebildet sein. Dann weist die Verbindungseinheit insbesondere die Grundgeometrie eines Ringsegments auf. Insbesondere korrespondiert die Krümmung des Kontaktbereichs der Verbindungseinheit mit einer Krümmung der Drehkomponente. Möglich ist auch, dass die Verbindungseinheit in einem Kontaktbereich für den Kontakt mit der Drehkomponente planar ausgebildet ist. Dann weist die Drehkomponente insbesondere wenigstens eine Abflachung auf (in einem Aufnahmebereich für die Verbindungseinheit).

Es ist möglich und vorteilhaft, dass wenigstens eine der Drehkomponenten und insbesondere wenigstens die Drehkomponente, an welcher die wenigstens eine Magneteinheit angeordnet ist, wenigstens einen in Umfangsrichtung verlaufenden Trennspalt aufweist. Insbesondere unterteilt der Trennspalt die

Drehkomponente in wenigstens zwei Komponentenabschnitte, welche insbesondere voneinander magnetisch entkoppelt sind. Insbesondere stellt der Trennspalt eine magnetische Flussbarriere bereit. Insbesondere wird dadurch ein magnetischer Kurzschluss zwischen der Drehkomponente und der wenigstens einen (daran angeordneten) Magneteinheit verhindert. Insbesondere ist der Trennspalt so angeordnet, dass ein von der Magneteinrichtung ausgehendes Magnetfeld nicht unter Umgehung des Wirkspalts verlaufen kann. Der Trennspalt kann sich in radialer Richtung und/oder in axialer Richtung zwischen den Komponentenabschnitten erstrecken. Der Trennspalt kann an einer radialen Außenseite und/oder an einer axialen Außenseite der Drehkomponente münden.

Der Trennspalt kann als Luftspalt ausgebildet sein. Der Trennspalt kann wenigstens teilweise mit einem Material gefüllt sein, welches magnetisch nicht oder zumindest schlecht leitend ist (Kunststoff, Metall (z. B. Aluminium) etc.). Insbesondere sind die Komponentenabschnitte magnetisch leitend ausgebildet. Insbesondere ist der Trennspalt gegenüber dem Wirkspalt und/oder gegenüber der Umgebung abgedichtet. Dadurch wird insbesondere verhindert, dass das magnetorheologische Medium in den Trennspalt eintritt bzw. aus dem Trennspalt austritt.

Es ist möglich, dass der Trennspalt durchgehend ausgebildet ist. Damit die Komponentenabschnitte dann trotz des durchgehenden Trennspalts drehfest miteinander verbunden sind, ist im Trennspalt vorzugsweise ein festes, magnetisch nicht bzw. schlecht leitendes Material angeordnet, über welches die Komponentenabschnitte miteinander gefügt und z. B. verklebt sind. Beispielsweise wird dazu ein Ring aus Kunststoff oder dergleichen eingesetzt.

Möglich ist auch, dass der Trennspalt durch Verbindungsabschnitte unterbrochen ist, welche sich zwischen den Komponentenabschnitten erstrecken und diese drehfest miteinander verbinden. Insbesondere werden die Verbindungsabschnitte durch stegartige Brücken

zwischen den Komponentenabschnitten und/oder durch (magnetisch nicht bzw. schlecht leitende) Verbindungsmittel und z. B. Schrauben oder dergleichen ausgebildet. Insbesondere sind die stegartigen Brücken einstückig mit den Komponentenabschnitten ausgebildet. Die Verbindungsabschnitte (sofern magnetisch leitend) sind insbesondere so dimensioniert, dass sie unter den betriebsgemäßen Bedingungen in einem magnetischen Sättigungszustand vorliegen, sodass das zum Bremsen vorgesehene Magnetfeld nur unwesentlich oder gar nicht verringert wird.

Es ist bevorzugt und vorteilhaft, dass die wenigstens eine Verbindungseinheit zusammen mit der wenigstens einen Magneteinheit eine leitfähige Verbindung zwischen den Komponentenabschnitten bereitstellt. Möglich ist auch, dass die Magneteinheit wenigstens einen Hufeisenmagneten umfasst oder als ein solcher ausgebildet ist. Die Schenkel des Hufeisenmagnets sind dann insbesondere jeweils mit einem Komponentenabschnitt verbunden. Dadurch kann bei Bedarf auf die Verbindungseinheit verzichtet werden.

Es ist möglich und vorteilhaft, dass auf (nur) einem Komponentenabschnitt der wenigstens eine Permanentmagnet angeordnet ist. Insbesondere erstreckt sich die Verbindungseinheit von den Permanentmagneten zum gegenüberliegenden Komponentenabschnitt. Möglich und vorteilhaft ist auch, dass die Magneteinheit wenigstens zwei Permanentmagnete umfasst, von denen auf den Komponentenabschnitten jeweils wenigstens ein Permanentmagnet angeordnet ist. Dann sind die Permanentmagnete vorzugsweise durch die Verbindungseinheit leitend verbunden. Insbesondere erstreckt sich die Verbindungseinheit zwischen den durch den Trennspalt getrennten Permanentmagneten der wenigstens einen Magneteinheit.

In solchen Ausgestaltungen umfasst die Verbindungseinheit vorzugsweise wenigstens ein Brückenelement oder ist als ein solches ausgebildet. Insbesondere überspannt das Brückenelement

den Trennspalt und ist mit dem Permanentmagneten und der Drehkomponente oder mit dem Permanentmagneten oder wenigstens einem weiteren Permanentmagneten verbunden. Insbesondere ist der Permanentmagnet dann in radialer Richtung polarisiert. Die auf gegenüberliegenden Komponentenabschnitten angeordneten Permanentmagnete einer Magneteinheit sind dann insbesondere um 180° gedreht polarisiert. Zum Beispiel ist der Nordpol von radial außen nach radial innen gedreht. Insbesondere korrespondiert die Verbindungseinheit wenigstens abschnittsweise mit der radialen Außenseite des Permanentmagneten. Beispielsweise ist die Verbindungseinheit gekrümmt ausgebildet, wenn auch der Permanentmagnet gekrümmt ausgebildet ist.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die Verbindungseinheit wenigstens zwei Halteelemente. Insbesondere ist jeweils wenigstens ein Halteelement auf einem Komponentenabschnitt angeordnet. Insbesondere sind die Halteelemente (welche zu einer Magneteinheit gehören) durch den wenigstens einen Permanentmagneten der Magneteinheit leitend verbunden. Der Permanentmagnet ist dann insbesondere in axialer Richtung polarisiert. Der Permanentmagnet ist insbesondere entlang des Trennspalts zentriert angeordnet. Die Halteelemente sind insbesondere jeweils axial neben dem Trennspalt angeordnet.

Die Magneteinrichtung kann für jede vorgesehene Magneteinheit einen dreiteiligen Aufbau aufweisen. Der dreiteilige Aufbau umfasst insbesondere zwei Permanentmagnete und eine als Brückenelement ausgebildete Verbindungseinheit. Dadurch wird ein Aufbau analog zu einem Hufeisenmagneten erreicht. Der dreiteilige Aufbau kann auch zwei als Halteelemente ausgebildete Verbindungseinheiten und einen dazwischen angeordneten Permanentmagneten umfassen.

Die Verbindungseinheit kann wenigstens einen Befestigungsabschnitt zur (magnetisch) leitenden Befestigung an der Drehkomponente aufweisen. Insbesondere ist der

Befestigungsabschnitt planar ausgebildet. Möglich ist auch, dass der Befestigungsabschnitt mit einer Krümmung der Drehkomponente korrespondiert. Insbesondere weist die Drehkomponente dann in ihrem Aufnahmebereich für die Verbindungseinheit wenigstens eine Abflachung auf.

In einer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der wenigstens eine Permanentmagnet der Magneteinheit in axialer Richtung polarisiert ist. Die magnetischen Pole liegen sich dann insbesondere in axialer Richtung gegenüber. Die axiale Richtung verläuft insbesondere quer zur radialen Richtung und/oder parallel zur Drehachse der Drehkomponenten. Möglich ist auch eine Ausgestaltung, bei welcher der wenigstens eine Permanentmagnet der Magneteinheit in radialer Richtung polarisiert ist. Die magnetischen Pole liegen sich dann insbesondere in radialer Richtung (quer zur Drehachse der Drehkomponenten) gegenüber.

In einer vorteilhaften Weiterbildung weist der wenigstens eine Permanentmagnet der Magneteinheit eine quaderförmige Grundgeometrie auf. Insbesondere ist der Permanentmagnet nicht gekrümmt ausgebildet und/oder er folgt nicht einer Krümmung der Drehkomponente. Das ermöglicht eine besonders günstige Herstellung und ist besonders vorteilhaft, wenn mehrere Magneteinheiten vorgesehen sind. Solche quaderförmige Permanentmagnete können direkt oder mittels der wenigstens einen Verbindungseinheit leitend mit der Drehkomponente verbunden werden. Insbesondere ist der Permanentmagnet wenigstens im Kontaktbereich zur Drehkomponente und/oder zur Verbindungseinheit planar ausgebildet.

Es ist möglich, dass der wenigstens eine Permanentmagnet der Magneteinheit gekrümmt ausgebildet ist und vorzugsweise die Grundgeometrie eines Ringsegments aufweist. Das kann trotz der aufwendigeren Herstellung unter bestimmten Bedingungen vorteilhaft sein. Beispielsweise kann dadurch Bauraum eingespart werden, wenn nur eine oder wenige große Magneteinheiten

vorgesehen sind. Zudem wird auch die Gefahr verringert, dass die Magneteinheit aufgrund ihres spröden Werkstoffs bricht. Die Anbindung kann dabei direkt oder mittels der wenigstens einen Verbindungseinheit erfolgen. Ein solches Ringsegment kann sich beispielsweise über einen Winkel von wenigstens 30° oder wenigstens 45° oder wenigstens 65° oder auch wenigstens 90° oder mehr des Umfangs erstrecken.

Es ist bevorzugt, dass die wenigstens eine Magneteinheit alleine oder mit der wenigstens einen Verbindungseinheit zusammen eine Magnetkreissektion bereitstellt. Dabei ist die Magnetkreissektion ein Teil eines Magnetkreises der Magneteinrichtung. Insbesondere erstreckt sich der Magnetkreis von der Magnetkreissektion aus durch die Drehkomponente (an welcher die Magneteinheit angeordnet ist) und durch den Wirkspalt mit dem darin befindlichen magnetorheologischen Medium und durch die gegenüberliegende Drehkomponente und wieder durch den Wirkspalt mit dem darin befindlichen magnetorheologischen Medium und zurück zur Magnetkreissektion. Der wenigstens eine Permanentmagnet der Magneteinheit ist dabei so in den Magnetkreis eingebunden, dass seine magnetischen Pole mit jeweils einem Ende des Magnetkreises verbunden sind und den Magnetkreis dadurch schließen. Wenn eine Mehrzahl von Magneteinheiten vorgesehen sind, bilden die einzelnen Magneteinheiten vorzugsweise alleine oder mit der wenigstens einen Verbindungseinheit jeweils wenigstens eine Magnetkreissektion. Insbesondere umfasst die Magneteinrichtung dann eine Mehrzahl von Magnetkreisen. Insbesondere sind die Magneteinheiten jeweils ein Teil jeweils eines Magnetkreises.

Die Magnetkreissektion bildet vorzugsweise einen Bypass zu einem Magnetkreis der Übertragungseinrichtung. Die Übertragungseinrichtung umfasst insbesondere wenigstens einen Magnetkreis, durch welchen der magnetische Fluss des Magnetfelds der Spuleneinrichtung zur Beeinflussung der Drehbarkeit der Drehkomponenten im Normalbetrieb fließt. Die Magnetkreissektion (insbesondere wenigstens der Bypass) ist insbesondere wenigstens

abschnittsweise parallel zum Magnetkreis der Übertragungseinrichtung geschaltet. Wenn eine Mehrzahl von Magnetkreisen mit jeweils einer Magnetkreissektion vorgesehen sind, bildet jede Magnetkreissektion insbesondere jeweils einen Bypass für den Magnetkreis der Übertragungseinrichtung.

Es ist möglich, dass die Magnetkreissektion direkt in den Magnetkreis der Übertragungseinrichtung eingebunden ist. Insbesondere ist die Magnetkreissektion dann seriell (bzw. in Reihe) und insbesondere nicht parallel zum Magnetkreis der Übertragungseinrichtung geschaltet. Insbesondere ist der Magnetkreis der wenigstens einen Magneteinheit in Reihe zum Magnetkreis der Übertragungseinrichtung geschaltet.

Es ist möglich und bevorzugt, dass der Magnetkreis der Übertragungseinrichtung nicht durch die Magnetkreissektion verläuft. Insbesondere verläuft der Magnetkreis der Übertragungseinrichtung von der Drehkomponente (an welcher die Magneteinheit nicht angeordnet ist) aus durch den Wirkspalt mit dem darin befindlichen magnetorheologischen Medium und durch die gegenüberliegende Drehkomponente (an welcher die Magneteinheit angeordnet ist) und durch deren Trennspalt und wieder durch den Wirkspalt mit dem darin befindlichen magnetorheologischen Medium und wieder zurück in die Drehkomponente. Insbesondere verläuft der Magnetkreis der Übertragungseinrichtung dabei durch die Komponentenabschnitte und den zwischen ihnen liegenden Trennspalt. Insbesondere sind dann eine Feldstärke bzw. eine Leistung der Spuleneinrichtung und der Widerstand des Trennspalts aufeinander abgestimmt, sodass der magnetische Fluss der Spuleneinrichtung zumindest zu einem überwiegenden Teil durch den Trennspalt und nicht durch die Magnetkreissektion fließt. Für eine solche Abstimmung wird vorzugsweise berücksichtigt, dass der wenigstens eine Permanentmagnet der Magneteinheit eine magnetische Sättigung aufweist und dadurch für den Magnetkreis der Übertragungseinrichtung einen entsprechend hohen Widerstand darstellt. Der Widerstand des Trennspalts wird insbesondere durch

die Breite und/oder die Füllung bestimmt. Insbesondere ist der (magnetische) Widerstand des Trennspalts so dimensioniert, dass er zwar für das Magnetfeld der Magneteinheit, nicht aber für das Magnetfeld der Spuleneinrichtung eine magnetische Flussbarriere bereitstellt.

Es ist möglich, dass sich der Magnetkreis der Übertragungseinrichtung von der Drehkomponente aus (an welcher die Magneteinheit nicht angeordnet ist) durch den Wirkspalt mit dem darin befindlichen magnetorheologischen Medium und dann von dort aus (unter Umgehung der Drehkomponente mit dem Trennspalt) direkt wieder zurück zu der Drehkomponente (an welcher die Magneteinheit nicht angeordnet ist) erstreckt. In einer solchen Ausgestaltung sind eine Feldstärke bzw. eine Leistung der Spuleneinrichtung und ein Widerstand des Trennspalts so aufeinander abgestimmt, dass der magnetische Fluss der Spuleneinrichtung wenigstens zu einem überwiegenden Teil nicht durch den Trennspalt, sondern durch den Wirkspalt mit dem darin befindlichen magnetorheologischen Medium fließt.

In einer bevorzugten und vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die Magneteinrichtung eine Mehrzahl von Magneteinheiten. So können starke Störfallbremsmomente mit sehr kompakten und kostengünstigen Permanentmagneten erzeugt werden. Vorzugsweise sind die Magneteinheiten (wenigstens in Bezug auf ihren jeweils wenigstens einen Permanentmagneten) beabstandet über den Umfang verteilt. Es kann auch eine Aufreihung ohne Abstand vorgesehen sein.

Vorzugsweise sind die Magneteinheiten symmetrisch über den Umfang verteilt. Dadurch kann das Störfallbremsmoment im Normalbetrieb zuverlässig und unaufwendig mit dem Magnetfeld der Spuleneinrichtung aufgehoben werden. Die Magneteinheiten können auch asymmetrisch über den Umfang verteilt sein. Dann ist insbesondere eine elektrische Zusatzspuleneinrichtung vorgesehen.

Insbesondere sind die Magneteinheiten koaxial zum Wirkspalt angeordnet. Insbesondere sind die Magneteinheiten entlang des Trennspalts aufgereiht. Die Magneteinheiten können den Trennspalt überspannen. Die Magneteinheiten können auch neben dem Trennspalt auf jeweils einem der Komponentenabschnitte angeordnet sein. Insbesondere stellt jede Magneteinheit eine Magnetkreissektion bereit. Insbesondere sind die einzelnen Magneteinheiten identisch oder zumindest analog und beispielsweise spiegelsymmetrisch ausgebildet.

Die Magneteinrichtung umfasst insbesondere wenigstens zwei Magneteinheiten. Die Magneteinrichtung kann auch wenigstens drei oder wenigstens vier oder wenigstens fünf oder wenigstens sechs Magneteinheiten umfassen. Die Magneteinrichtung kann wenigstens acht oder wenigstens zehn oder wenigstens zwölf Magneteinheiten umfassen. Es können z. B. bis zu 24 oder bis zu 36 Magneteinheiten oder mehr vorgesehen sein. Insbesondere ist die Anzahl der Magneteinheiten auf die Größe der Übertragungseinrichtung und das gewünschte Störfallbremsmoment abgestimmt.

Vorzugsweise erstrecken sich die Magneteinheiten zusammengenommen über einen Winkel von wenigstens 45° oder wenigstens 65° oder wenigstens 75° und vorzugsweise wenigstens 80° des Umfangs. Das ermöglicht eine zuverlässige Bereitstellung der Störfallbremsmoments. Dabei weisen die einzelnen Magneteinheiten insbesondere eine Länge von nur wenigen Grad des Umfangs auf.

Den Magneteinheiten ist insbesondere jeweils wenigstens eine Verbindungseinheit zugeordnet. Insbesondere sind auch die Verbindungseinheiten beabstandet über den Umfang verteilt. Insbesondere bilden die Magneteinheiten jeweils mit ihrer wenigstens einen zugehörigen Verbindungseinheit jeweils eine Vormontageeinheit. Dadurch wird die Montage weiter vereinfacht.

Es ist möglich, dass mehreren Magneteinheiten oder allen

Magneteinheiten eine gemeinsame Verbindungseinheit zugeordnet ist. Insbesondere sind dann mehrere oder sogar alle Magneteinheiten mittels der gemeinsamen Verbindungseinheit an der Drehkomponente befestigt. Insbesondere weist die gemeinsame Verbindungseinheit die Grundgeometrie eines Ringsegments auf und korrespondiert vorzugsweise mit der Krümmung der Drehkomponente. Insbesondere erstreckt sich die gemeinsame Verbindungseinheit über wenigstens einen Teil des Umfangs. Die gemeinsame Verbindungseinheit kann sich auch über den gesamten Umfang (360°) erstrecken und beispielsweise als ein geschlossener Ring ausgebildet sein. Die gemeinsame Verbindungseinheit kann mit den Magneteinheiten eine Vormontageeinheit bilden. Durch die Montage der Vormontageeinheit können dann mehrere oder alle Magneteinheiten zugleich gehandhabt und befestigt werden.

Insbesondere stellen die Magneteinheiten alleine oder mit ihrer wenigstens einen zugehörigen Verbindungseinheit jeweils eine Magnetkreissektion bereit. Insbesondere ist jeder Magneteinheit wenigstens eine Verbindungseinheit zugeordnet, um eine Magnetkreissektion zu bilden. Falls mehrere Magneteinheiten wenigstens eine gemeinsame Verbindungseinheit aufweisen, bildet jede Magneteinheit insbesondere zusammen mit der gemeinsamen Verbindungseinheit jeweils eine Magnetkreissektion.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist nur eine Magneteinheit vorgesehen. Insbesondere erstreckt sich die Magneteinheit dann über einen Winkel von wenigstens 45° oder wenigstens 75° und vorzugsweise wenigstens 80° des Umfangs. Insbesondere erstreckt sich die Magneteinheit über einen Winkel von wenigstens 88° und vorzugsweise wenigstens 90° (wenigstens ein Viertel) des Umfangs. Insbesondere erstreckt sich die Magneteinheit über einen Winkel von maximal 180° des Umfangs. Das bietet Vorteile hinsichtlich des Bauraums und ermöglicht zugleich noch eine entsprechend unaufwendige Montage, beispielsweise von radial außerhalb. Es können auch zwei solcher Magneteinheiten vorgesehen sein.

In allen Ausgestaltungen ist es bevorzugt und vorteilhaft, dass der Magneteinrichtung wenigstens eine elektrische Gegenfelderzeugungseinrichtung zugeordnet ist. Insbesondere ist die Gegenfelderzeugungseinrichtung dazu geeignet und ausgebildet, das wenigstens eine von der Magneteinrichtung ausgehende Magnetfeld wenigstens teilweise abzuschwächen oder zu eliminieren. Insbesondere erzeugt die Gegenfelderzeugungseinrichtung dazu wenigstens ein Magnetfeld, welches gegenläufig zu dem wenigstens einen Magnetfeld der Magneteinrichtung ist.

Die Gegenfelderzeugungseinrichtung wird vorzugsweise durch die Spuleneinrichtung der Übertragungseinrichtung bereitgestellt. Bevorzugt und vorteilhaft ist auch, dass die Gegenfelderzeugungseinrichtung wenigstens eine elektrische Zusatzspuleneinrichtung umfasst. Insbesondere stellt die Zusatzspuleneinrichtung dann wenigstens ein Magnetfeld bereit, welches zu dem wenigstens einen Magnetfeld der Magneteinrichtung entgegengesetzt ist.

Es ist möglich und vorteilhaft, dass die Zusatzspuleneinrichtung für jede vorgesehene Magneteinheit jeweils wenigstens eine Zusatzspule aufweist. Insbesondere ist die Zusatzspule an der Magneteinheit und/oder an der wenigstens einen zugehörigen Verbindungseinheit angeordnet. Insbesondere ist für jede Magneteinheit jeweils wenigstens eine Zusatzspule vorgesehen. Insbesondere ist für jeden Magnetkreis der Magneteinrichtung jeweils wenigstens eine Zusatzspule vorgesehen. Dadurch können auch die Magnetfelder von asymmetrisch über den Umfang verteilten Magneteinheiten zuverlässig eliminiert werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das wenigstens eine von der Magneteinrichtung ausgehende Magnetfeld zur Verstärkung des von der Spuleneinrichtung der Übertragungseinrichtung ausgehenden Magnetfelds einsetzbar ist. Insbesondere verstärken die Magnetfelder der einzelnen

Magneteinheiten das von der Übertragungseinrichtung ausgehende Magnetfeld. Eine solche Verstärkung ist insbesondere im Normalbetrieb vorgesehen. Insbesondere ist die Spuleneinrichtung dazu geeignet und ausgebildet, ein Magnetfeld zu erzeugen, welches in die gleiche Richtung wie das wenigstens eine Magnetfeld der Magneteinrichtung verläuft. So bei gleichem Stromverbrauch der Spuleneinrichtung ein stärkeres Bremsmoment erzeugt werden.

Die Vorrichtung kann als eine Lenkvorgabeeinrichtung zum Vorgeben eines Lenkbefehls nach dem Steer-by-Wire-Konzept ausgebildet sein. Insbesondere ist dann eine der Drehkomponenten mit einer Lenkeinheit und beispielsweise einem Lenkrad gekoppelt. Insbesondere ist dadurch die Bewegbarkeit der Lenkeinheit gezielt bremsbar. Die Lenkvorgabeeinrichtung kann wenigstens eine Antriebseinrichtung zu Erzeugung eines auf die Lenkeinheit wirkenden Drehmoments umfassen, sodass die Lenkeinheit aktiv bewegbar ist. Insbesondere ist die Übertragungseinrichtung dann als Kupplungseinrichtung ausgebildet, sodass die Antriebseinrichtung mit einstellbaren Kupplungsmoment an die Lenkeinheit koppelbar ist. Dann ist insbesondere eine der Drehkomponenten mit der Antriebseinrichtung und eine der Drehkomponenten mit einem Abtrieb koppelbar.

Die Lenkvorgabeeinrichtung kann eine Aktuatoreinrichtung umfassen, welche zur Umsetzung einer mit der Lenkeinheit ausgeführten Lenkbewegung in eine Fahrzeugbewegung dient. Insbesondere sind die Lenkeinheit und die Aktuatoreinrichtung nur nach dem Steer-by-Wire-Konzept wirkverbunden.

Die Vorrichtung kann als eine Bedieneinrichtung zur Einstellung von Bedienzuständen mittels Drehbewegungen und/oder Linearbewegungen (welche in Drehbewegungen umgesetzt werden) ausgebildet sein. Insbesondere ist der Bewegungswiderstand der Drehbewegung gezielt einstellbar. Eine solche Bedieneinrichtung ist beispielsweise ein Drehknopf oder ein Joystick oder

dergleichen ausgebildet.

Insbesondere ist mit der Übertragungseinrichtung eine Kraftübertragung bzw. Drehmomentübertragung gezielt veränderbar. Insbesondere ist mittels der Spuleneinrichtung und deren Magnetfeld im Wirkspalt die Kraftübertragung bzw. die Drehmomentübertragung zwischen den Drehkomponenten einstellbar. Insbesondere ergibt sich dadurch auch eine Veränderung des Bewegungswiderstands für die Drehbarkeit der Drehkomponenten. Die Übertragungseinrichtung kann als eine Kupplungseinrichtung oder als eine Bremseinrichtung eingesetzt werden. Dann dienen die Drehkomponenten insbesondere als Kupplungskomponenten bzw. als Bremskomponenten und können als solche bezeichnet werden. Das Drehmoment kann auch als Bremsmoment bzw. Kupplungsmoment bezeichnet werden.

Wenn im Rahmen der vorliegenden Erfindung von der wenigstens einen Magneteinheit bzw. der Magneteinheit die Rede ist, sind insbesondere alle vorgesehenen Magneteinheiten der Magneteinrichtung gemeint. Insbesondere erstreckt sich die wenigstens eine Magneteinheit nur über einen Teil des Umfangs. Die wenigstens eine Magneteinheit besteht insbesondere aus wenigstens einem Permanentmagneten. Die Magneteinheit kann aus nur einem Permanentmagneten bestehen. Die Magneteinheit kann aus wenigstens (nur) zwei Permanentmagneten bestehen. Möglich ist auch, dass die Magneteinheit aus wenigstens drei oder wenigstens vier oder mehr Permanentmagneten besteht. Wenn im Rahmen der vorliegenden Erfindung von dem wenigstens einen Permanentmagneten die Rede ist, sind insbesondere alle Permanentmagnete der Magneteinheit gemeint. Die Permanentmagnete einer Magneteinheit können beabstandet oder berührend angeordnet sein. Es ist möglich, dass die Magneteinheit neben den Permanentmagneten weitere Bauteile umfasst.

Insbesondere stellt die wenigstens eine Magneteinheit wenigstens ein Magnetfeld bereit, welches auf das im Wirkspalt befindliche

magnetorheologische Medium einwirkt, sodass sie Drehbarkeit der Drehkomponenten bei Wegfall des Magnetfelds der Spuleneinrichtung mittels der Zusatzbremse gebremst werden kann. Insbesondere wirkt die Magneteinrichtung der Zusatzbremse auf das im Wirkspalt angeordnete magnetorheologische Medium ein. Insbesondere wirken das Magnetfeld der Spuleneinrichtung und das Magnetfeld der Magneteinrichtung auf denselben Wirkspalt und vorzugsweise auch auf dasselbe magnetorheologische Medium ein. Insbesondere nutzen die Zusatzbremse und die Übertragungseinrichtung denselben Wirkspalt und dasselbe magnetorheologische Medium und vorzugsweise auch wenigstens teilweise die selben leitfähigen Abschnitte der Drehkomponenten.

Insbesondere ist ein gemeinsamer Wirkspalt für die Übertragungseinrichtung und die Zusatzbremse vorgesehen. Insbesondere stellt der zwischen den Drehkomponenten ausgebildete Wirkspalt auch den Wirkspalt für die Zusatzbremse bereit. Insbesondere ist der Wirkspalt umlaufend um eine der Drehkomponenten ausgebildet. Der Wirkspalt kann wenigstens einen oder auch wenigstens zwei oder mehr Spaltabschnitte aufweisen. Dabei kann das Magnetfeld der Magneteinrichtung auf denselben Spaltabschnitt und/oder auf einen anderen (benachbarten) Spaltabschnitt des Wirkspalts einwirken. Insbesondere sind die Spaltabschnitte miteinander verbunden und insbesondere strömungsverbunden. Eine solche konstruktive Integration der Zusatzbremse in die Übertragungseinrichtung benötigt besonders wenig Bauraum.

Das Bremsmoment der Zusatzbremse wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung als Störfallbremsmoment bezeichnet. Darunter werden insbesondere auch andere Einsatzmöglichkeiten des Bremsmoments verstanden, zum Beispiel zum Bremsen im Stand-by bzw. bei abgeschalteter Übertragungseinrichtung oder zur Verstärkung eines Übertragungsmoments der Übertragungseinrichtung. Das Übertragungsmoment der Übertragungseinrichtung kann ein Bremsmoment oder ein Kupplungsmoment sein.

Insbesondere stellt der Permanentmagnet das Magnetfeld unabhängig von einer Stromversorgung der Zusatzbremse und der Spuleneinrichtung bereit. Es ist möglich, dass der Permanentmagnet durch einen Werkstoff mit geeigneten Remanenzeigenschaften bereitgestellt wird, sodass er durch ein Magnetfeld entmagnetisiert und aufmagnetisiert werden kann (beispielsweise mittels der Spuleneinrichtung). Wenn im Rahmen der vorliegenden Erfindung von einer Richtung des Magnetfeldes die Rede ist, ist insbesondere die Richtung des magnetischen Flusses (insbesondere in einem Magnetkreis) gemeint.

Insbesondere ist die Spuleneinrichtung an einer der Drehkomponenten befestigt. Insbesondere sind die Spuleneinrichtung und die wenigstens eine Magneteinheit an unterschiedlichen (gegenüberliegenden) Drehkomponenten befestigt. Insbesondere ist die Spuleneinrichtung nicht an der Drehkomponente befestigt, welche den Trennspalt aufweist. Insbesondere sind Drehkomponenten wenigstens teilweise magnetisch leitend ausgebildet. Insbesondere sind die Drehkomponenten wenigstens teilweise aus einem magnetisch leitenden Werkstoff gefertigt. Insbesondere sind Drehkomponenten wenigstens dort magnetisch leitend ausgebildet, wo der Magnetkreis vorgesehen ist.

In allen Ausgestaltungen ist es besonders bevorzugt und vorteilhaft, dass das magnetorheologische Medium als ein Pulver ausgebildet ist. Insbesondere ist das Pulver in einem Gas und vorzugsweise in Luft aufgenommen. Insbesondere umfasst das magnetorheologische Medium magnetisch ansprechbare (magnetisierbare) Partikel und Gas als Füllmedium. Insbesondere sind die magnetisch ansprechbaren Partikel in Luft aufgenommen. Insbesondere ist das magnetorheologische Medium als ein Pulver ausgebildet. Mit einem solchen magnetorheologischen Medium ermöglicht die hier vorgestellte Erfindung ein besonders geringes Grundmoment. Alternativ ist es denkbar und möglich, dass das magnetorheologische Medium magnetisierbare Partikel und eine

Trägerflüssigkeit, wie z. B. Öl, Wasser oder Alkohol, umfasst.

Es ist besonders bevorzugt, dass die magnetisierbaren Partikel (jeweils) überwiegend aus Carbonyleisenpulver oder Derivaten davon bestehen. Möglich sind auch andere magnetisch ansprechbare Partikel. Die magnetisierbaren Partikel können Beschichtungen zum Schutz vor Abrieb und/oder Korrosion und/oder zusätzliche Bestandteile aufweisen, um die magnetisch ansprechbaren Partikel im Betrieb beständiger, abriebfester und/oder gleitfähiger zu gestalten. Das magnetorheologische Medium kann z. B. eine Graphitbeigabe umfassen.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Ausführungsbeispielen, welche im Folgenden mit Bezug auf die beiliegenden Figuren erläutert werden.

Darin zeigen:

Figur 1	eine rein schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer geschnittenen Seitenansicht;
Figur 2	die Vorrichtung der Fig. 1 in einer geschnittenen Vorderansicht;
Figur 3	eine weitere Vorrichtung in einer geschnittenen Seitenansicht;
Figur 4	die Vorrichtung der Fig. 3 in einer geschnittenen Vorderansicht;
Figur 5	eine weitere Vorrichtung in einer geschnittenen Seitenansicht;
Figur 6	die Vorrichtung der Fig. 5 in einer geschnittenen Vorderansicht;
Fig. 7 und 8	Detaildarstellungen einer Vorrichtung in verschiedenen Betriebszuständen in geschnittenen

Seitenansichten;

Fig. 9 und 10 eine weitere Vorrichtung in verschiedenen Betriebszuständen in geschnittenen Seitenansichten;

Figur 11 eine Detaildarstellung der Vorrichtung der Fig. 3 in einer perspektivischen Ansicht;

Figur 12 eine weitere Vorrichtung in einer geschnittenen Seitenansicht;

Figur 13 die Vorrichtung der Fig. 12 in einer geschnittenen Vorderansicht; und

Figur 14 eine Ausgestaltung der Vorrichtung der Fig. 12 in einer geschnittenen Vorderansicht.

Die Figur 1 und 2 zeigen eine erfindungsgemäße Vorrichtung 100 mit einer magnetorheologischen Übertragungseinrichtung 1 mit zwei Drehkomponenten 2, 3. Die Vorrichtung 100 ist hier als eine Lenkvorgabeeinrichtung 300 zum Steuern eines Fahrzeugs nach dem Steer-by-Wire-Konzept ausgebildet. Dazu ist eine der Drehkomponenten 2, 3 mit einer Lenkeinheit 301 und z. B. einem Lenkrad verbunden. Die Übertragungseinrichtung 1 kann dadurch haptische Rückmeldungen an der Lenkeinheit 301 erzeugen oder das Drehmoment einer hier nicht gezeigten Antriebseinrichtung einkuppeln. Die Vorrichtung 100 kann aber auch als eine andere Art Bedieneinrichtung und z. B. als Drehknopf oder Daumenwalze ausgebildet sein.

Zwischen den Drehkomponenten 2, 3 ist ein Wirkspalt 4 ausgebildet, in dem ein magnetorheologisches Medium 5 angeordnet ist. Die Dimensionierung des Wirkspalts 4 ist hier und in den übrigen Figuren aus Gründen der Sichtbarkeit nicht maßstabsgerecht eingezeichnet. Zur Abdichtung des Wirkspalts 4 ist eine Dichtung 14 vorgesehen. Die innere Drehkomponente 2 ist mittels einer Lagereinheit 12 und beispielsweise eines oder

mehrerer Gleitlager drehbar an der äußeren Drehkomponente 3 gelagert. Die äußere Drehkomponente 3 umfasst hier zwei Querwände 63, welche den Wirkspalt 4 in axialer Richtung abschließen. Dabei ist die Lagereinheit 12 hier an wenigstens einer Querwand 63 angeordnet. Die Querwände 63 dienen insbesondere auch zur Abdichtung des Wirkspalts 4.

Über eine an der inneren Drehkomponente 2 befestigte Spuleneinrichtung 6 wird ein Magnetfeld erzeugt. Das Magnetfeld beeinflusst das Medium 5, sodass die Bewegbarkeit der Drehkomponenten 2, 3 mit einem gezielten Drehmoment beaufschlagt wird.

Die in den Wirkspalt 4 hineinragenden magnetisch leitfähigen Abschnitte der Drehkomponenten 2, 3 können mit einer umlaufenden Kontur ausgestattet sein. Dadurch ergibt sich in Umfangsrichtung eine unterschiedliche Spalthöhe, wobei die Erhebungen als Magnetfeldkonzentratoren wirken. Hier ist beispielsweise die innere Drehkomponenten 2 mit einer Sternkontur 24 ausgestattet.

Eine Zusatzbremse 7 mit einer Magneteinrichtung 17 dient zum Bremsen der Drehbarkeit der Drehkomponenten 2, 3 bei einem Wegfall des Magnetfelds der Spuleneinrichtung 6 und z. B. bei einem Störfall. Die Magneteinrichtung 17 umfasst hier eine Magneteinheit 27 mit zwei Permanentmagneten 37. Das Magnetfeld der Magneteinheit 27 verläuft hier in einem gestrichelt eingezeichneten Magnetkreis 47. Die Permanentmagnete 37 besitzen hier eine entgegengesetzte Polarisation bezogen auf die radiale Richtung.

Da sich der Magnetkreis 47 auch durch den Wirkspalt 4 und das Medium 5 erstreckt, wird die Drehbarkeit der Drehkomponenten 2, 3 dadurch gebremst. Die Pfeile zeigen die Flussrichtung des Magnetfelds im Magnetkreis 47 an. Die gestrichelte Linie innerhalb der Permanentmagnete 37 deutet symbolisch die Polarisation der Permanentmagnete 37 an.

Um einen magnetischen Kurzschluss zwischen der Magneteinheit 27

und der Drehkomponenten 3 zu verhindern, ist in der Drehkomponente 3 ein Trennspalt 43 ausgebildet. Durch den Trennspalt 43 ergeben sich zwei magnetisch voneinander entkoppelte Komponentenabschnitte 53. Der Trennspalt 43 erstreckt sich hier in radialer Richtung zwischen den Komponentenabschnitten 53. Zudem sind vorzugsweise auch die Querwände 63 nicht magnetisch leitend ausgebildet.

An jedem Komponentenabschnitt 53 ist ein Permanentmagnet 37 der Magneteinheit 27 magnetisch leitend angebunden. Die Permanentmagnete 37 sind mittels einer Verbindungseinheit 8 miteinander verbunden, sodass der Magnetkreis 47 geschlossen wird. Die Verbindungseinheit 8 ist hier als ein Brückenelement 28 ausgebildet.

Die Magneteinheit 27 bildet hier mit ihrer Verbindungseinheit 8 eine Magnetkreissektion 87, welche einen Teil des Magnetkreises 47 bereitstellt. In Bezug auf den Magnetkreis der Spuleneinrichtung 6 im Normalbetrieb stellt die Magnetkreissektion 87 einen Bypass dar.

Die Magneteinheit 27 erstreckt sich hier nur über einen Teil des Umfangs, welcher einem Winkel 37b von etwas weniger als 90° entspricht. Dadurch können Permanentmagnete 37 eingesetzt werden, welche erheblich günstiger und einfacher zu fertigen sind als zum Beispiel Ringmagnete.

Zudem ist die Magneteinheit 27 hier an einer radialen Außenseite 13 der äußeren Drehkomponente 3 befestigt. Dabei kann die Magneteinheit 27 montiert werden, nachdem die Drehkomponenten 2, 3 zusammengesetzt und der Wirkspalt 4 mit dem Medium 5 befüllt wurde. Das ermöglicht eine besonders wirtschaftliche und unaufwendige Montage. Die Magneteinheit 27 und die Drehkomponenten 2, 3 sowie der Wirkspalt 4 sind hier in radialer Richtung überlappend angeordnet.

Die Permanentmagnete 37 sind hier direkt berührend an einem Aufnahmebereich 23 der Außenseite 13 der Drehkomponente 3

befestigt. Dazu weisen sie einen Kontaktbereich 37a auf, welcher der Krümmung des Aufnahmebereichs 23 bzw. der gesamten Außenseite 13 der Drehkomponente 3 folgt.

Die Magneteinheit 27 weist hier die Grundgeometrie eines Ringsegments auf. Entsprechend sind die Permanentmagnete 37 als Ringsegmente ausgebildet. Auch das Brückenelement 28 folgt der Krümmung der Permanentmagnete 37 und ist als ein Ringsegment ausgebildet. Dadurch ergibt sich insgesamt eine sehr kompakte Bauweise, sodass der Durchmesser der Übertragungseinrichtung 1 aufgrund der Zusatzbremse 7 nur unwesentlich vergrößert wird.

Die hier gezeigte Zusatzbremse 7 bietet mit ihrer Magneteinheit 27 und dem gezielten Verlauf des Magnetkreises 47 ein zuverlässiges Störfallbremsmoment. Dadurch können die Drehkomponenten 2, 3 im Störfall nicht widerstandslos gedreht werden. Ein widerstandsloses Drehen könnte bei der Lenkvorgabeeinrichtung 300 zu überzogenen und somit sehr gefährlichen Lenkbewegungen führen.

Zur Aufhebung des Störfallbremsmoments im Normalbetrieb wird das Magnetfeld der Magneteinheit 27 mit einem Magnetfeld einer Gegenfelderzeugungseinrichtung 57 gezielt überlagert. Dazu erzeugt die Gegenfelderzeugungseinrichtung 57 ein Magnetfeld, welches dem Magnetfeld der Magneteinheit 27 entgegen gerichtet ist.

Bei der hier gezeigten Vorrichtung 100 kann die Gegenfelderzeugungseinrichtung 57 durch die Spuleneinrichtung 6 der Übertragungseinrichtung 1 bereitgestellt werden. Allerdings ist die einzelne Magneteinheit 27 hier nur auf einem Teil des Umfangs angeordnet ist. Wenn ihr Magnetfeld durch die Spuleneinrichtung 6 eliminiert wird, liegt ein Bremsmoment vor. Denn wenn das Magnetfeld der Spuleneinrichtung 6 das Magnetfeld der Magneteinheit 27 im dazugehörigen Winkelbereich aufhebt, verbleibt im restlichen Winkelbereich des Umfangs weiterhin ein wirksames Magnetfeld der Spuleneinrichtung 6.

Wenn eine vollständige Aufhebung des Störfallbremsmoments gewünscht ist, kann die hier gezeigte Vorrichtung 100 mit einer Zusatzspuleneinrichtung 67 ausgestattet werden, welche in den Figuren 7 und 8 näher gezeigt ist. Die Zusatzspuleneinrichtung 67 umfasst eine Zusatzspuleneinrichtung 67, welche hier an der Verbindungseinheit 8 angeordnet ist. Wenn mehrere asymmetrisch über den Umfang verteilte Magneteinheiten 27 vorgesehen sind, umfasst die Zusatzspuleneinrichtung 67 z. B. für jede Magneteinheit 27 wenigstens eine Zusatzspule 77.

Die Zusatzspule 77 ist in den Magnetkreis 47 der Magneteinheit 27 eingebunden. Wenn die Zusatzspule 77 nicht bestromt ist, (wie in der Figur 7 gezeigt), wird der Verlauf des Magnetfeldes im Magnetkreis 47 nicht beeinflusst. Wenn die Spule bestromt wird (in der Figur 8 gezeigt), erzeugt sie ein Magnetfeld, welches entgegengesetzt zu dem Magnetfeld der Magneteinheit 27 ausgerichtet ist. Dadurch ergeben sich der in der Figur 8 gestrichelt eingezeichnete Magnetkreis 47a für die Magneteinheit 27 und der Magnetkreis 77a für die Zusatzspule 77. Das Magnetfeld der Magneteinheit 27 wird sozusagen aus dem Magnetkreis 47 verdrängt.

In den Figuren 7 und 8 ist die Magneteinheit 27 rein beispielhaft mit nur einem Permanentmagneten 37 ausgestattet. Entsprechend ist das Brückenelement 28 so ausgebildet, dass es den Permanentmagneten 37 an den gegenüberliegenden Komponentenabschnitt 53 anbindet. Eine solche Ausführung kann auch für die Vorrichtungen 100 der Figuren 1 bis 4 vorgesehen sein. Die in den Figuren 7 und 8 vorgestellte Vorrichtung 100 kann aber auch mit einer Magneteinheit 27 bzw. einem Brückenelement 28 ausgestattet sein, wie es in den Figuren 1 und 2 bzw. 3 und 4 gezeigt ist.

Die Figuren 3 und 4 zeigen eine Variante der zuvor vorgestellten Vorrichtung 100, bei welcher eine Mehrzahl von symmetrisch über den Umfang verteilten Magneteinheiten 27 vorgesehen sind. Dadurch kann das Magnetfeld der Magneteinrichtung 17 bei Bedarf

vollständig durch das Magnetfeld der Spuleneinrichtung 6 eliminiert werden kann. Falls eine asymmetrische Verteilung der Magneteinheiten 27 vorgesehen ist, sind die Magneteinheiten 27 vorzugsweise mit jeweils einer Zusatzspule 77 ausgestattet. Die Funktionsweise der Zusatzspule 77 zur Eliminierung des Magnetfelds der Magneteinrichtung 17 erfolgt dann insbesondere wie mit Bezug zu den Figuren 7 und 8 beschrieben.

Die Magneteinheiten 27 weisen hier jeweils zwei quaderförmige Permanentmagnete 37 mit planaren Kontaktbereichen 37a auf. Dadurch ergeben sich ein geringer Herstellungsaufwand und bei der Anbindung an die Drehkomponente 3 können Permanentmagnete 37 mit geringen Fertigungsgenauigkeiten eingesetzt werden. Die Magneteinheiten 27 sind mittels quaderförmigen Brückenelementen 28 verbunden. Um eine gut leitfähige Anbindung zu gewährleisten, sind an der Außenseite 13 der Drehkomponente 3 Aufnahmebereiche 23 für die Permanentmagnete 37 ausgebildet, welche Abflachungen 33 aufweisen. Diese Ausführung ist in der Detaildarstellung der Figur 11 besonders gut zu erkennen.

In den Figuren 5 und 6 ist eine Variante der Vorrichtung 100 gezeigt, bei welcher die Magneteinheiten 27 über den Umfang verteilt sind und jeweils einen quaderförmigen Permanentmagneten 37 aufweisen. Die Permanentmagnete 37 besitzen hier eine axiale Polarisation.

Um die einzelnen Magneteinheiten 27 an beide Komponentenabschnitte 53 anbinden zu können, sind hier für jede Magneteinheit 27 zwei Verbindungseinheiten 8 vorgesehen. Die Verbindungseinheiten 8 sind hier als Halteelemente 38 ausgebildet, welche mit jeweils einem Magnetpol und jeweils einem Komponentenabschnitt 53 leitend verbunden sind. Möglich ist aber auch, dass zwei Halteelemente 38 zur Anbindung sämtlicher Magneteinheiten 27 ausgebildet sind. Dann sind die Halteelemente 38 beispielsweise als umlaufende Ringe ausgebildet.

Die Halteelemente 38 weisen hier jeweils einen

Befestigungsabschnitt 18 auf, welcher der Krümmung der Außenseite 13 der Drehkomponente 3 im Aufnahmebereich 23 für die Permanentmagnete 37 angepasst ist. Auch diese Variante ermöglicht den wirtschaftlichen und vorteilhaften Einsatz von quaderförmigen Permanentmagneten 37.

Die Figur 9 zeigt die Vorrichtung 100 der Figuren 5 und 6 in einem Normalbetrieb. Dabei ist die Spuleneinrichtung 6 der Übertragungseinrichtung 1 aktiv und erzeugt ein Magnetfeld, welches sich durch einen Magnetkreis 16 erstreckt und dem Magnetfeld der Magneteinrichtung 17 entgegen gerichtet ist. Dabei verdrängt das Magnetfeld der Spuleneinrichtung 6 das Magnetfeld der Magneteinrichtung 17 aus dem Wirkspalt 4. Dadurch kann das Störfallbremsmoment vollständig aufgehoben werden. Das Magnetfeld der Magneteinrichtung 17 fließt währenddessen durch einen Magnetkreis 47, welcher sich hier wenigstens zum Teil durch die Komponentenabschnitte 53 und den Trennspalt 43 erstreckt.

Je nach magnetischem Widerstand des Trennspalts 43 kann sich der Magnetkreis 47 aber auch wenigstens zum Teil durch die Luft erstrecken. Dann würde sich ein Magnetkreis 47 ergeben, welcher durch die Magnetkreissektion 87 und die radial weiter außen von der Magnetkreissektion 87 liegenden Luftschichten verläuft. Grundsätzlich ist es für die Aufhebung des Störfallbremsmoments wichtig, dass der Magnetkreis 47 nicht mehr durch den Wirkspalt 4 verläuft. Zudem sollte der Magnetkreis 16 der Spuleneinrichtung 6 nicht durch die gegenüberliegende Drehkomponente 3 verlaufen.

Wenn im Normalbetrieb die Drehbarkeit der Drehkomponenten 2, 3 abgebremst werden soll, wird mit der Spuleneinrichtung 6 ein stärkeres Magnetfeld erzeugt. Dieses erstreckt sich dann durch einen hier nicht dargestellten Magnetkreis, welcher auch durch die Komponentenabschnitte 53 verläuft und den Trennspalt 43 überwindet.

In der Figur 10 ist die Vorrichtung 100 der Figuren 5 und 6 in einem Normalbetrieb gezeigt, bei dem ein besonders hohes

Bremsmoment und/oder ein besonders energiesparender Betrieb gewünscht sind. Dazu erzeugt die Spuleneinrichtung 6 ein Magnetfeld, welches in die gleiche Richtung wie das Magnetfeld der Magneteinrichtung 17 läuft. Dadurch ergeben sich der hier gezeigte Magnetkreis 16 für das Magnetfeld der Spuleneinrichtung 6 und der Magnetkreis 47 für die Magneteinrichtung 17. Da beide Magnetkreise 16, 47 durch den Wirkspalt 4 verlaufen, tragen beide zur Erzeugung des Bremsmomentes bei.

In der Figur 12 ist eine Variante der Vorrichtung 100 gezeigt, bei welcher die Magneteinheit 27 axial neben den Drehkomponenten 2, 3 und dem Wirkspalt 4 angeordnet ist. Dabei ist die Magneteinheit 27 hier an einer axialen Außenseite der äußeren Drehkomponente 3 befestigt.

Die Magneteinheit 27 weist hier die Grundgeometrie eines Ringsegments auf, sodass sie sich nur über einen Teil des Umfangs erstreckt. Beispielsweise ist die Magneteinheit 27 analog zu der Ausführung nach Figur 1 ausgebildet. Grundsätzlich können hier aber auch andere Magneteinheiten 27 eingesetzt werden, beispielsweise wie sie mit Bezug zu den Figuren 3 bis 11 beschrieben sind.

Der Trennspalt 43 erstreckt sich hier in axialer Richtung zwischen den Komponentenabschnitten 53 und mündet an der axialen Außenseite der Drehkomponente 3. Um das Magnetfeld gezielt im gewünschten Magnetkreis 47 zu halten, ist hier zumindest die linke Querwand 63 nicht magnetisch leitend ausgebildet.

Die Figur 13 zeigt die Vorrichtung 100 der Figur 12 in einer entlang der strichpunktierten Linie geschnittenen Vorderansicht. Dabei sind die Schraffuren zur besseren Übersichtlichkeit nicht eingezeichnet. Zudem ist zur Veranschaulichung die Magneteinheit 27 der Zusatzbremse 7 eingezeichnet, auch wenn sie nicht in der Schnittebene liegt.

Der Trennspalt 43 ist hier durchgehend ausgebildet. Um die Komponentenabschnitte 53 drehfest miteinander zu verbinden, ist

im Trennspalt 43 z. B. ein Ring aus PTFE (oder einem anderen magnetisch nicht leitenden Material) angeordnet und mit den Komponentenabschnitten 53 fest verbunden und z. B. verklebt.

In der Figur 14 ist eine Variante der Vorrichtung 100 der Figur 13 gezeigt, bei welcher der Trennspalt 43 durch Verbindungsabschnitte 73 unterbrochen ist. Durch die Verbindungsabschnitte 73 werden die Komponentenabschnitte 53 drehfest miteinander verbunden. Die Verbindungsabschnitte 73 sind hier stegartige Brücken, welche einstückig mit den Komponentenabschnitten 53 verbunden sind. Die Breite bzw. Stärke der Brücken ist hier entsprechend gering gewählt, sodass zwar eine zuverlässige Verbindung gewährleistet ist, aber die Brücken im Betrieb schnell eine magnetische Sättigung aufweisen. So wirken sich die Brücken nicht ungünstig auf das Magnetfeld der Zusatzbremse 7 aus.

Bezugszeichenliste:

1	Übertragungseinrichtung	37a	Kontaktbereich
2	Drehkomponente	37b	Winkel
3	Drehkomponente	38	Halteelement
4	Wirkspalt	43	Trennspalt
5	Medium	47	Magnetkreis
6	Spuleneinrichtung	47a	Magnetfeld
7	Zusatzbremse	53	Komponentenabschnitt
8	Verbindungseinheit	57	Gegenfelderzeugungs-einrichtung
12	Lagereinheit		
13	Außenseite	63	Querwand
14	Dichtung	67	Zusatzspuleneinrichtung
16	Magnetkreis	73	Verbindungsabschnitt
17	Magneteinrichtung	77	Zusatzspule
18	Befestigungsabschnitt	77a	Magnetfeld
23	Aufnahmebereich	87	Magnetkreissektion
24	Sternkontur	100	Vorrichtung
27	Magneteinheit	300	Lenkvorgabeeinrichtung
28	Brückenelement	301	Lenkeinheit
33	Abflachung		
37	Permanentmagnet		

Ansprüche:

1. Vorrichtung (100) umfassend eine magnetorheologische Übertragungseinrichtung (1) mit wenigstens zwei relativ zueinander bewegbaren Drehkomponenten (2, 3), umfassend eine radial innere Drehkomponente (2) und eine radial äußere Drehkomponente (3), wobei zwischen den Drehkomponenten (2, 3) ein Wirkspalt (4) ausgebildet ist und wobei im Wirkspalt (4) ein magnetorheologisches Medium (5) angeordnet ist, und umfassend wenigstens eine elektrische Spuleneinrichtung (6) zur Erzeugung eines steuerbaren Magnetfelds im Wirkspalt (4), um die Drehbarkeit der Drehkomponenten (2, 3) im Normalbetrieb zu beeinflussen, und umfassend eine Zusatzbremse (7) zum Bremsen der Drehbarkeit der Drehkomponenten (2, 3) bei einem Wegfall des Magnetfelds der Spuleneinrichtung (6) und insbesondere bei einem Störfall, dadurch gekennzeichnet,
dass die Zusatzbremse (7) eine sich wenigstens teilweise in Umfangsrichtung des Wirkspalts (4) erstreckende Magneteinrichtung (17) aufweist, welche wenigstens eine Magneteinheit (27) mit wenigstens einem sich nur über einen Teil eines Umfangs erstreckenden Permanentmagneten (37) umfasst.

2. Vorrichtung (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die wenigstens eine Magneteinheit (27) an einer der Drehkomponenten (2, 3) angeordnet und vorzugsweise befestigt ist.

3. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Magneteinheit (27) an der radial äußeren Drehkomponente (3) angeordnet ist.

4. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Magneteinheit (27) wenigstens teilweise an einer vom Wirkspalt (4) abgewandten radialen Außenseite (13) der Drehkomponente (2, 3) angeordnet ist.

5. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Magneteinheit (27) von radial außerhalb der radial äußeren Drehkomponente (3) montierbar ist und/oder wobei die wenigstens eine Magneteinheit (27) montierbar ist, wenn das Medium (5) im Wirkspalt (4) angeordnet ist.

6. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Magneteinheit (27) beabstandet von einer Drehachse der Drehkomponenten (2, 3) und koaxial zu den Drehkomponenten (2, 3) und dem Wirkspalt (4) angeordnet ist.

7. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Magneteinheit (27) magnetisch leitend mit einer der Drehkomponenten (2, 3) verbunden ist.

8. Vorrichtung (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der wenigstens eine Permanentmagnet (37) direkt mit der Drehkomponente (2, 3) verbunden ist und wobei die Drehkomponente (2, 3) dazu wenigstens in einem Aufnahmebereich (23) für den Permanentmagneten (37) wenigstens eine Abflachung (33) aufweist oder wobei der wenigstens eine Permanentmagnet (37) dazu wenigstens in einem Kontaktbereich (37a) für den Kontakt mit der Drehkomponente (2, 3) gekrümmt ausgebildet ist.

9. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Magneteinrichtung (17) wenigstens eine magnetisch leitende Verbindungseinheit (8) umfasst und wobei die wenigstens eine Magneteinheit (27) mittels der wenigstens einen Verbindungseinheit (8) mit einer der Drehkomponenten (2, 3) magnetisch leitend verbunden ist.

10. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine der Drehkomponenten (2, 3) einen in Umfangsrichtung verlaufenden Trennspalt (43) aufweist, welcher die Drehkomponente (2, 3) in wenigstens zwei Komponentenabschnitte (53) unterteilt, sodass ein

magnetischer Kurzschluss zwischen der Drehkomponente (2, 3) und der wenigstens einen Magneteinheit (27) verhindert wird.

11. Vorrichtung (100) nach den beiden vorhergehenden Ansprüchen, wobei die wenigstens eine Verbindungseinheit (8) zusammen mit der wenigstens einen Magneteinheit (27) eine leitfähige Verbindung zwischen den Komponentenabschnitten (53) bereitstellt.

12. Vorrichtung (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei auf einem Komponentenabschnitt (53) der wenigstens eine Permanentmagnet (37) angeordnet ist und wobei sich die Verbindungseinheit (8) von dem Permanentmagneten (37) zum gegenüberliegenden Komponentenabschnitt (53) erstreckt oder wobei die Magneteinheit (27) wenigstens zwei Permanentmagnete (37) umfasst und wobei auf den Komponentenabschnitten (53) jeweils wenigstens ein Permanentmagnet (37) angeordnet ist und wobei die Permanentmagneten (37) durch die Verbindungseinheit (8) leitend verbunden sind.

13. Vorrichtung (100) nach Anspruch 11, wobei die Verbindungseinheit (8) wenigstens zwei Halteelemente (38) umfasst und wobei jeweils wenigstens ein Halteelement (38) auf einem Komponentenabschnitt (53) angeordnet ist und wobei die Halteelemente (38) durch den wenigstens einen Permanentmagneten (37) leitend verbunden sind.

14. Vorrichtung (100) nach Anspruch 9, wobei die wenigstens eine Verbindungseinheit (8) wenigstens einen Befestigungsabschnitt (18) zur leitenden Befestigung an der Drehkomponente (2, 3) aufweist und wobei der Befestigungsabschnitt (18) planar ausgebildet ist oder wobei der Befestigungsabschnitt (18) mit einer Krümmung der Drehkomponente (2, 3) korrespondiert.

15. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Permanentmagnet (37) in axialer Richtung polarisiert ist oder wobei der wenigstens eine Permanentmagnet (37) in radialer Richtung polarisiert ist.

16. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Permanentmagnet (37) eine quaderförmige Grundgeometrie aufweist oder wobei der wenigstens eine Permanentmagnet (37) gekrümmt ausgebildet ist und vorzugsweise die Grundgeometrie eines Ringsegments aufweist.

17. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Magneteinheit (27) alleine oder mit der wenigstens einen Verbindungseinheit (8) zusammen eine Magnetkreissektion (87) bereitstellt, welche Teil eines Magnetkreises (47) der Magneteinrichtung (17) ist und wobei sich der Magnetkreis (47) von der Magnetkreissektion (87) aus durch die Drehkomponente (2, 3) und den Wirkspalt (4) mit dem darin befindlichen Medium (5) und die gegenüberliegende Drehkomponente (2, 3) und wieder durch den Wirkspalt (4) mit dem darin befindlichen Medium (5) und zurück zur Magnetkreissektion (87) erstreckt.

18. Vorrichtung (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Magnetkreissektion (87) einen Bypass zu einem Magnetkreis (16) der Übertragungseinrichtung (1) bildet oder wobei die Magnetkreissektion (87) direkt in einen Magnetkreis (16) der Übertragungseinrichtung (1) eingebunden ist.

19. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Magneteinrichtung (17) eine Mehrzahl von Magneteinheiten (27) umfasst und wobei die Magneteinheiten (17) beabstandet über den Umfang verteilt sind.

20. Vorrichtung (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Magneteinheiten (27) symmetrisch über den Umfang verteilt sind.

21. Vorrichtung (100) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei sich die Magneteinheiten (27) zusammen genommen über einen Winkel von wenigstens 75° und vorzugsweise wenigstens 80° des Umfangs erstrecken.

22. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei nur eine Magneteinheit (27) vorgesehen ist und wobei sich die Magneteinheit (27) über einen Winkel von wenigstens 75° und vorzugsweise wenigstens 80° des Umfangs erstreckt.

23. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Magneteinrichtung (17) wenigstens eine elektrische Gegenfelderzeugungseinrichtung (57) zugeordnet ist und wobei die Gegenfelderzeugungseinrichtung (57) dazu geeignet und ausgebildet ist, das wenigstens eine von der Magneteinrichtung (17) ausgehende Magnetfeld abzuschwächen oder zu eliminieren.

24. Vorrichtung (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Gegenfelderzeugungseinrichtung (57) durch die Spuleneinrichtung (6) der Übertragungseinrichtung (1) bereitgestellt wird und/oder wobei die Gegenfelderzeugungseinrichtung (57) wenigstens eine elektrische Zusatzspuleneinrichtung (67) umfasst und wobei die Zusatzspuleneinrichtung (67) vorzugsweise für jede vorgesehene Magneteinheit (27) jeweils wenigstens eine Zusatzspule (77) umfasst.

25. Vorrichtung (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das wenigstens eine von der Magneteinrichtung (17) ausgehende Magnetfeld zur Verstärkung des von der Spuleneinrichtung (6) der Übertragungseinrichtung (1) ausgehenden Magnetfelds einsetzbar ist.

26. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ausgebildet als Lenkvorgabeeinrichtung (300) zum Vorgeben eines Lenkbefehls nach dem Steer-by-Wire-Konzept, wobei eine der Drehkomponenten (2, 3) mit einer Lenkeinheit (301) gekoppelt ist, sodass die Bewegbarkeit der Lenkeinheit (301) gezielt bremsbar ist.

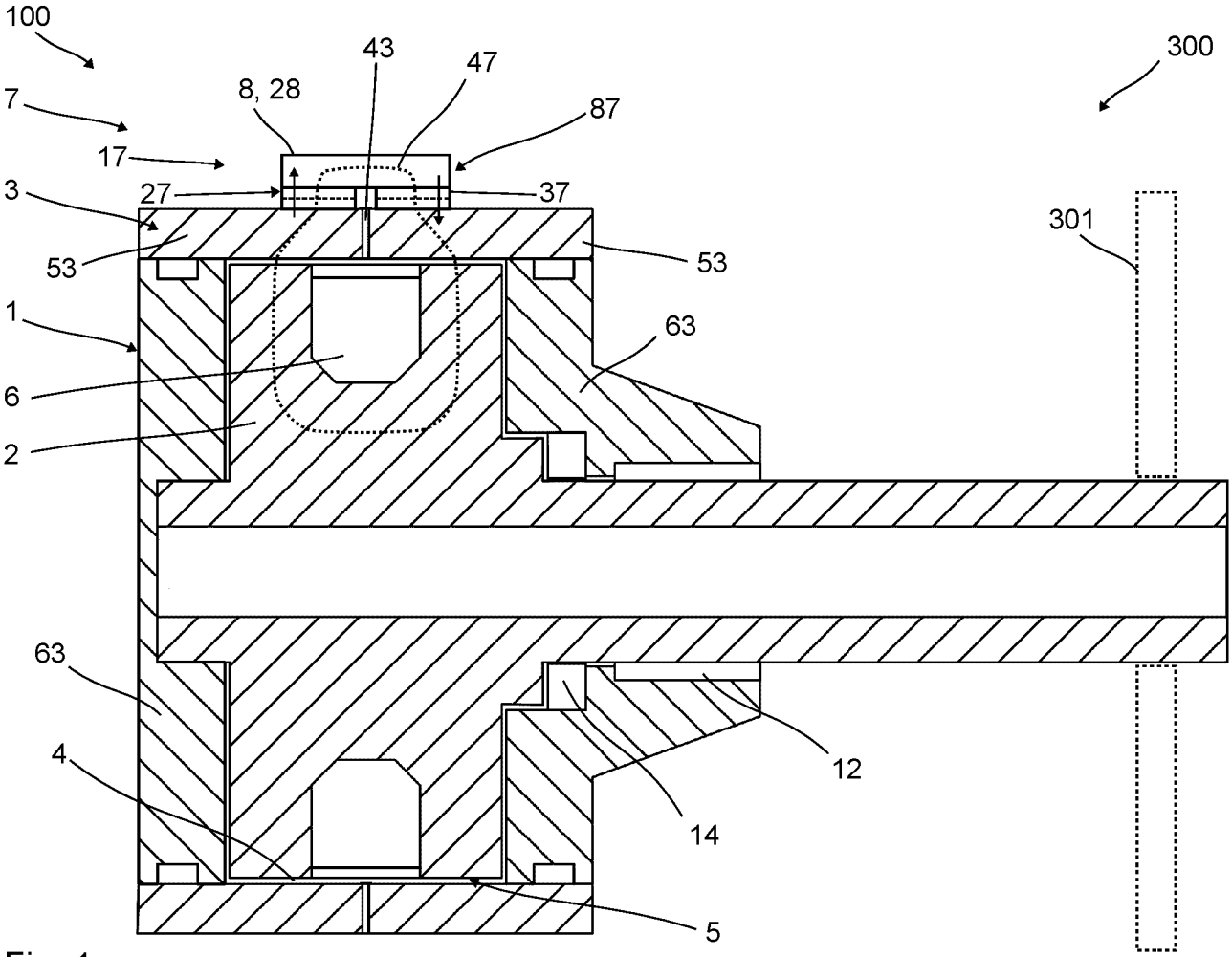
100
43
47
300
7
8, 28
87
17
3
27
37
301
53
53
1
63
6
2
63
4
12
14
5

Fig. 1

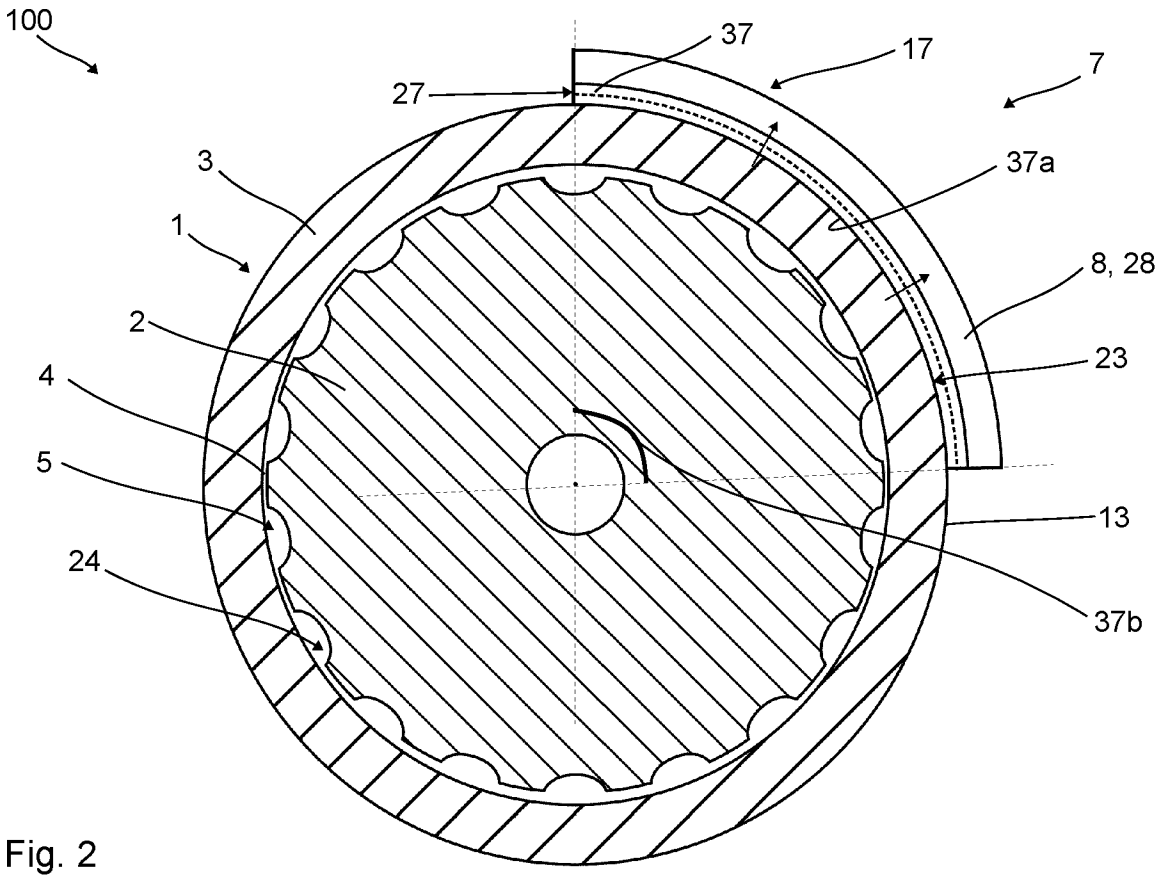
100
37
17
7
27
3
37a
1
8, 28
2
23
4
5
13
24
37b

Fig. 2

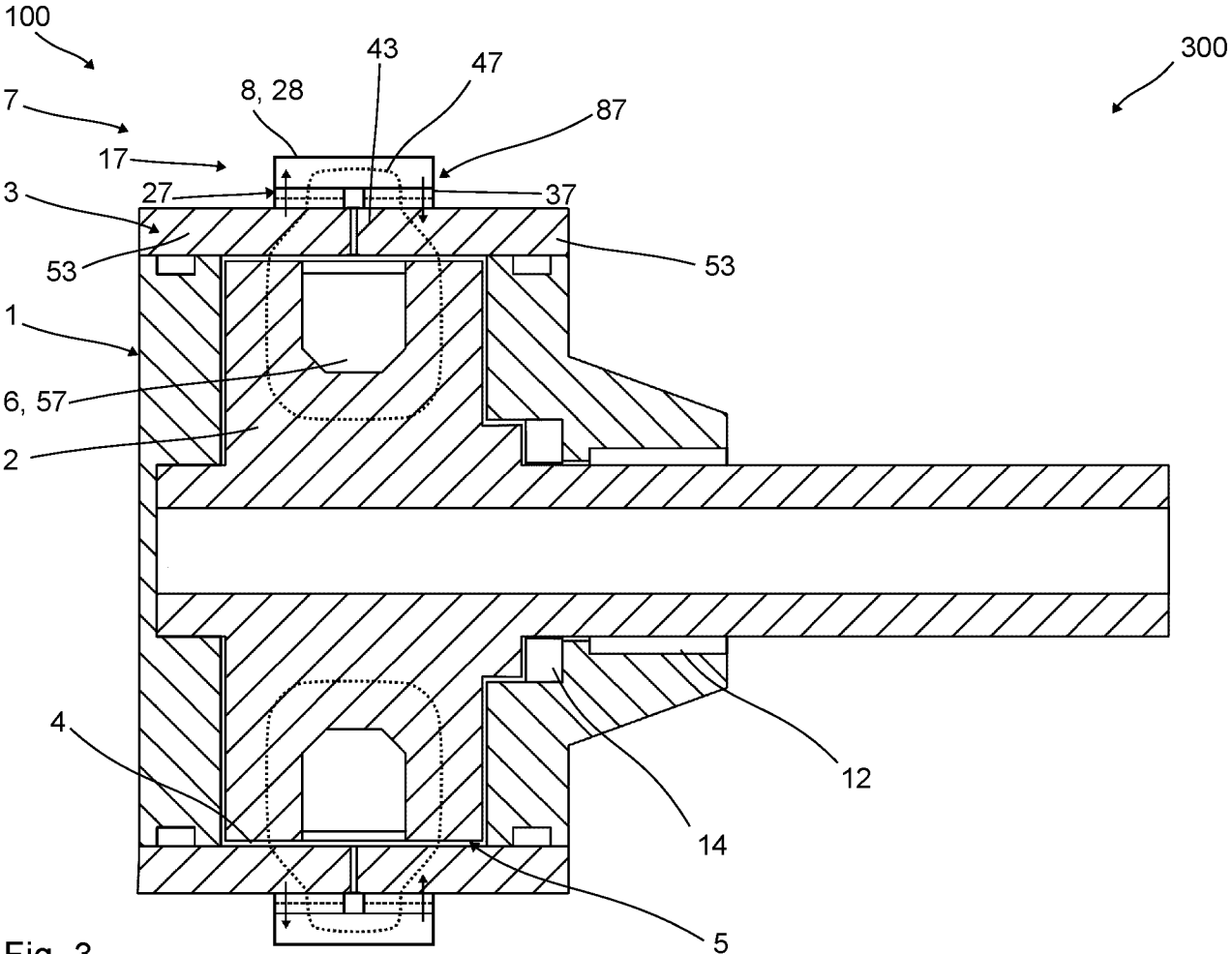
100
300
7
43
47
8, 28
87
17
3
27
37
53
53
1
6, 57
2
4
12
14
5

Fig. 3

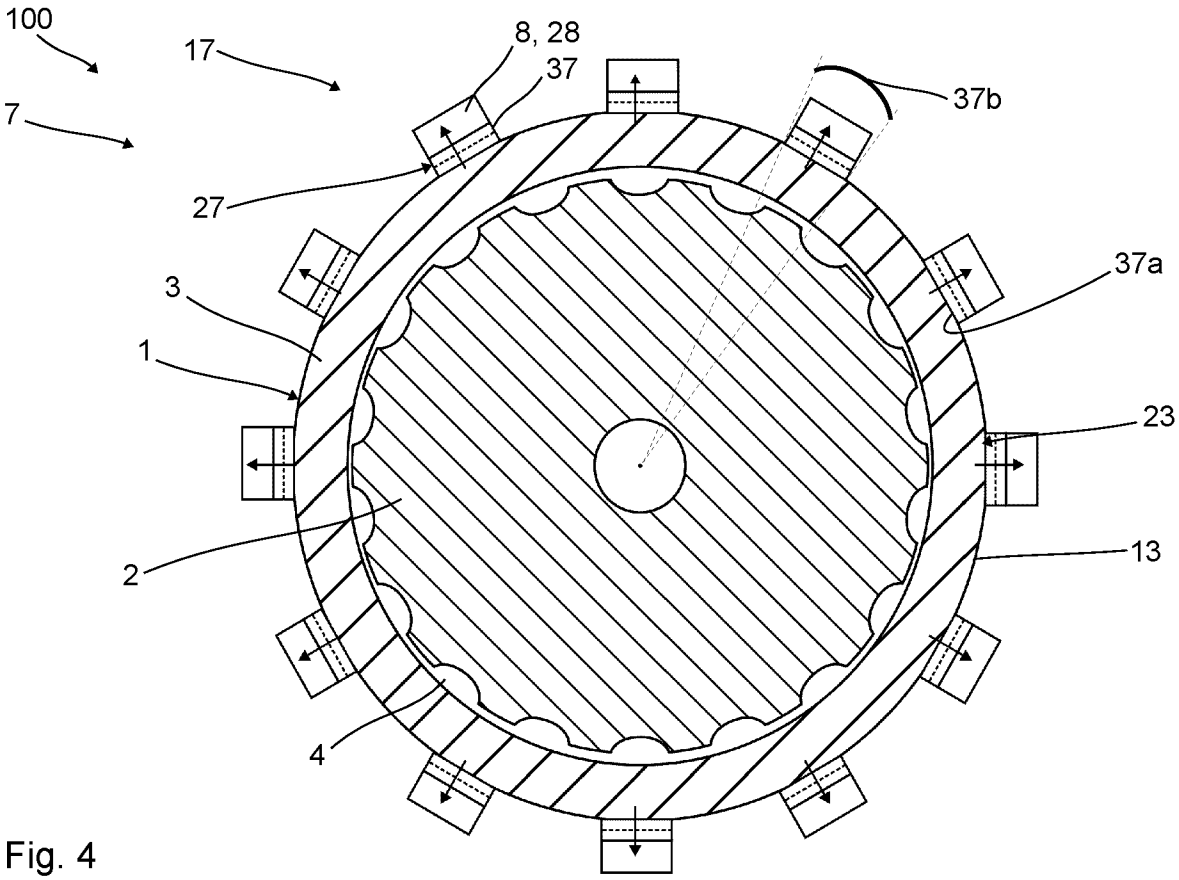
100
7
17
8, 28
37
37b
27
37a
3
1
23
2
13
4

Fig. 4

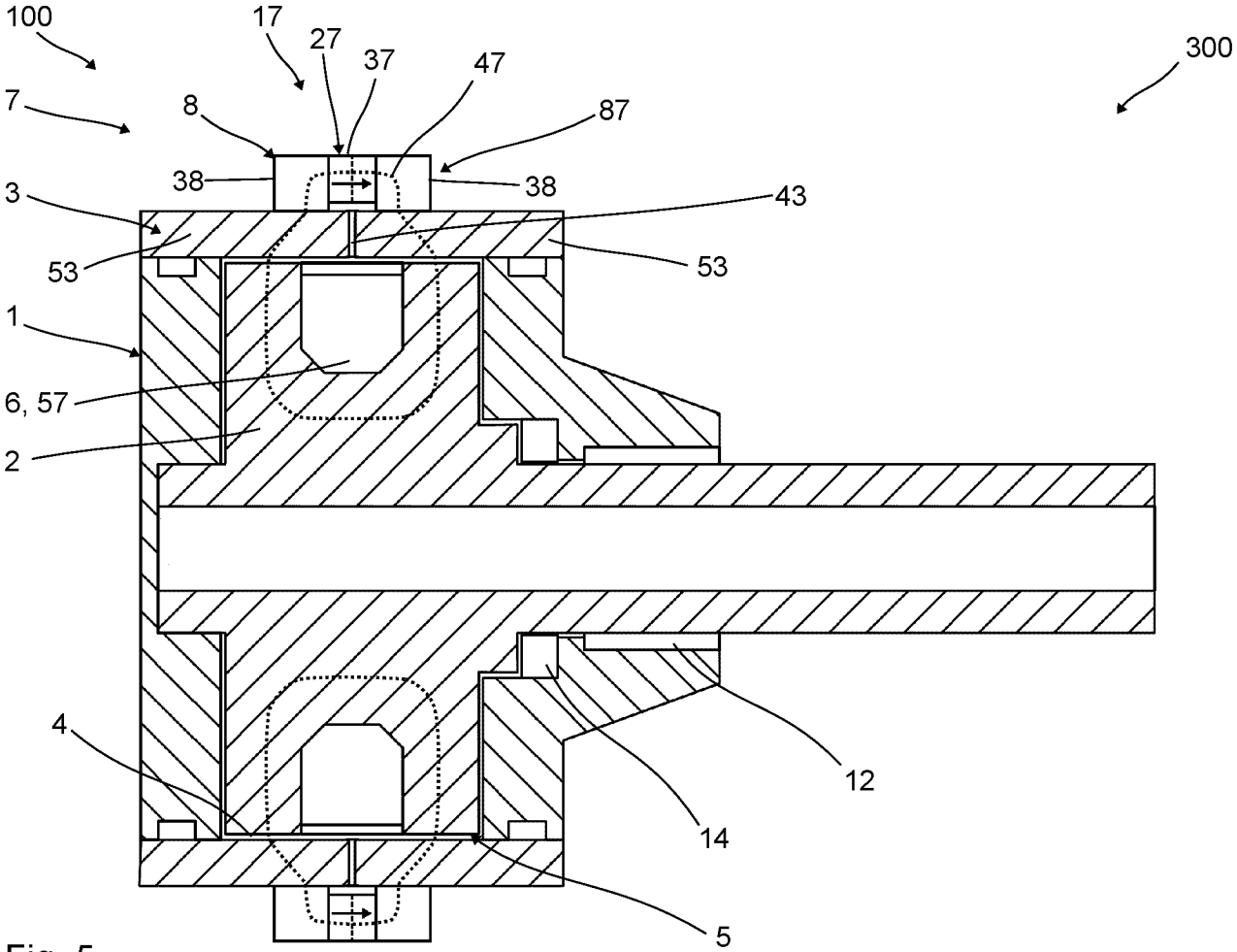
100
17
27
37
47
300
7
8
87
38
38
3
43
53
53
1
6, 57
2
4
12
14
5

Fig. 5

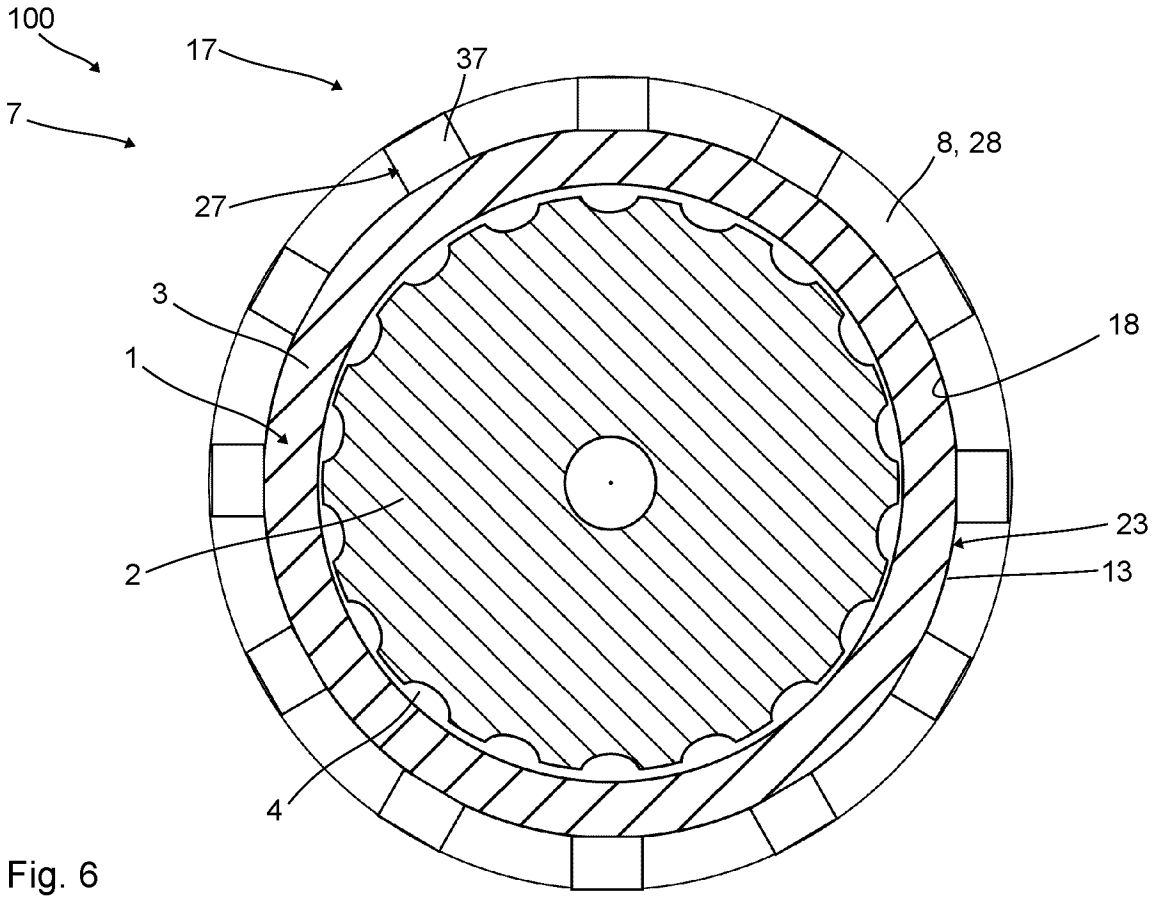
100
17
37
7
8, 28
27
3
18
1
23
2
13
4

Fig. 6

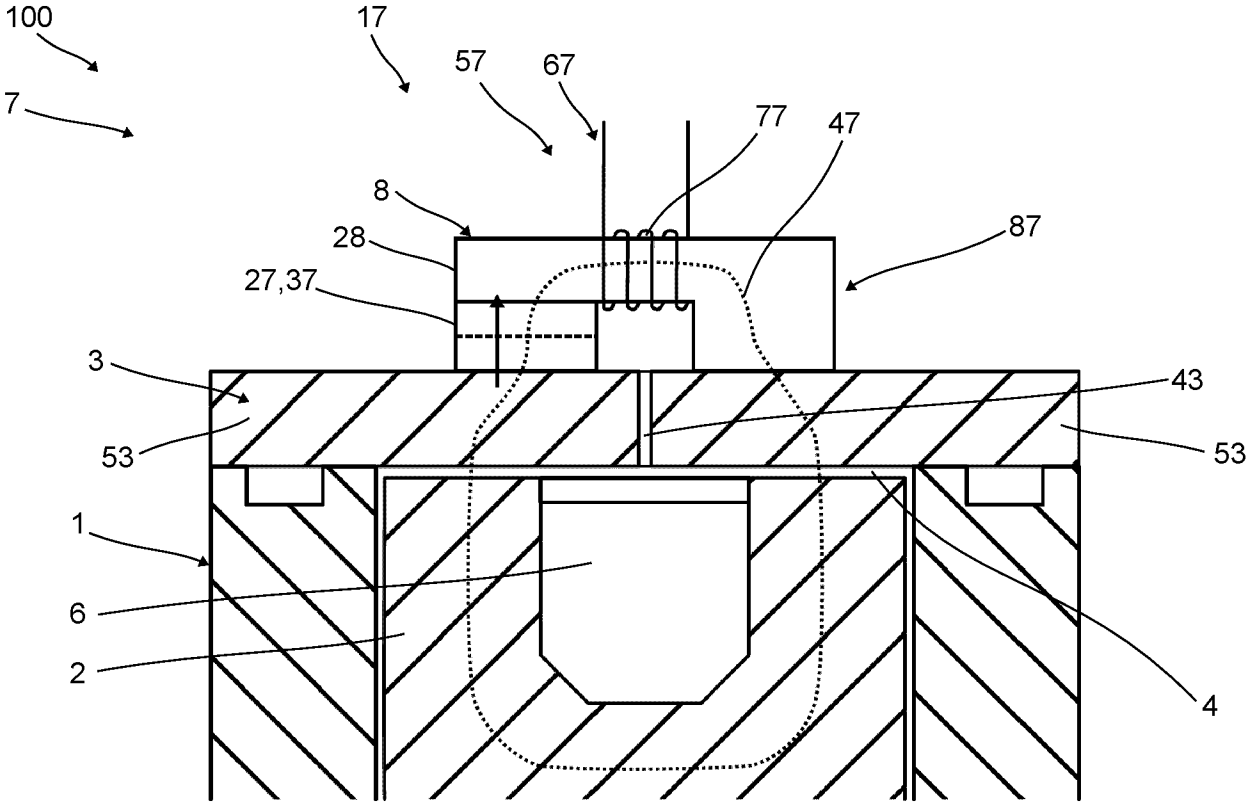
100
17
57
67
77
47
7
8
28
87
27,37
3
43
53
53
1
6
2
4

Fig. 7

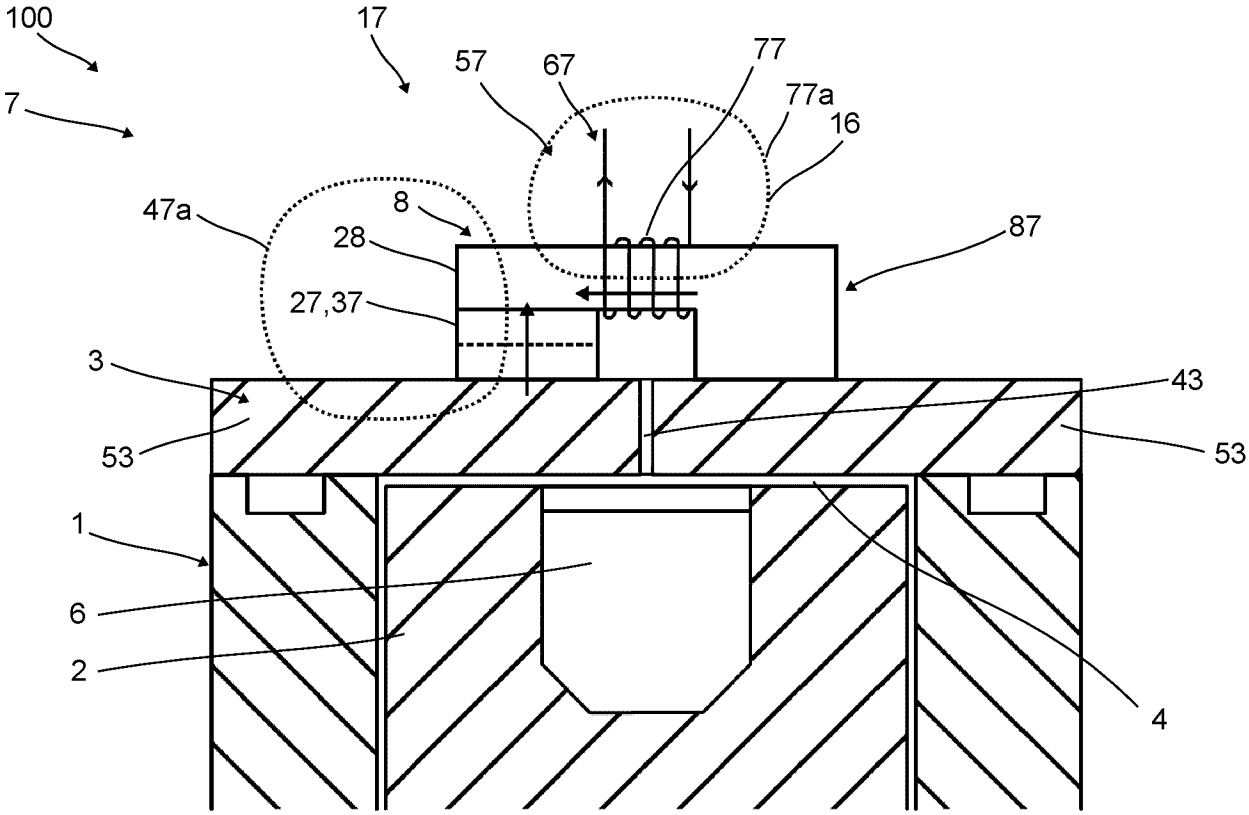
100
17
57
67
77
77a
16
7
47a
8
28
87
27,37
3
43
53
53
1
6
2
4

Fig. 8

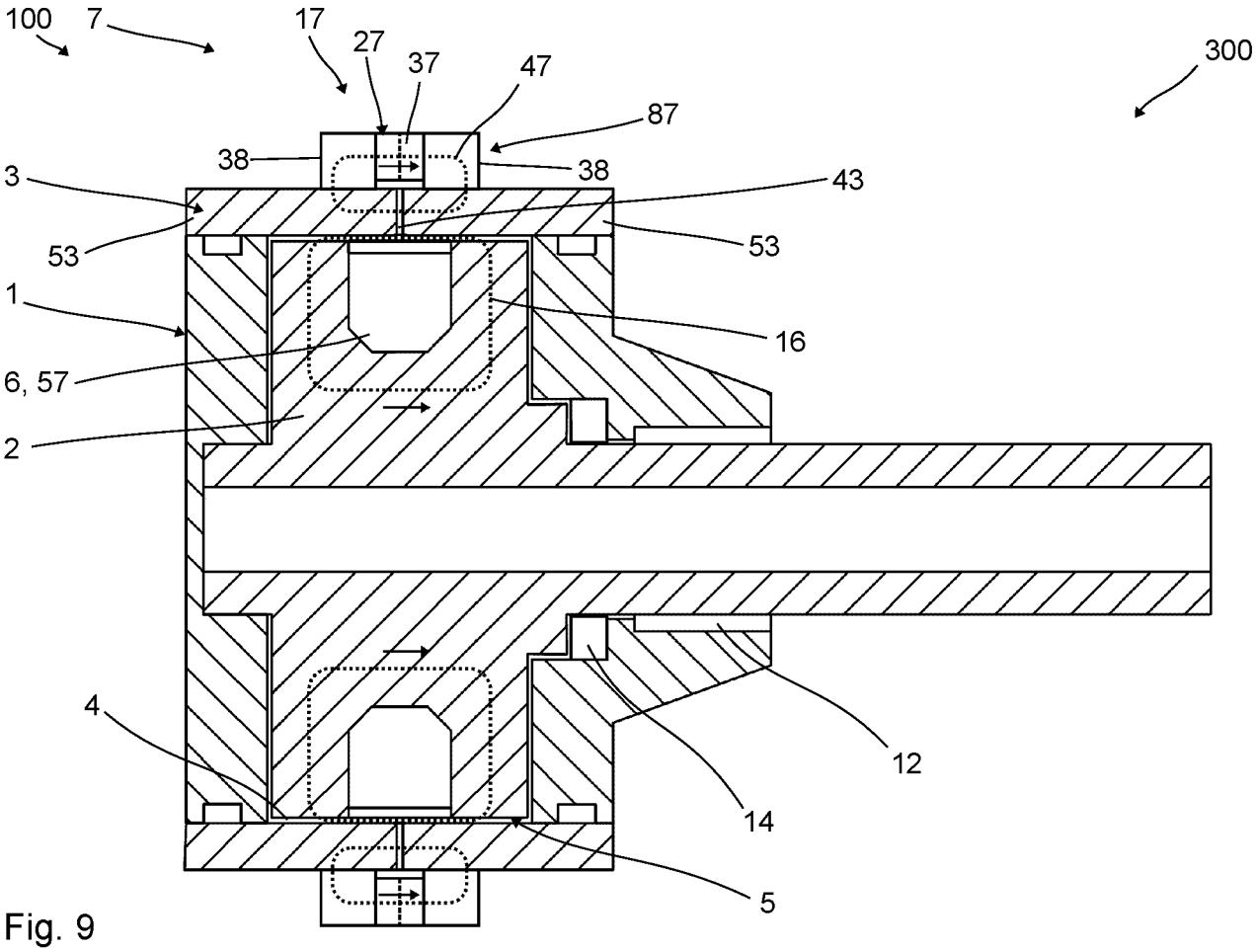
100
7
17
27
37
47
87
300
38
38
3
43
53
53
1
16
6, 57
2
4
12
14
5

Fig. 9

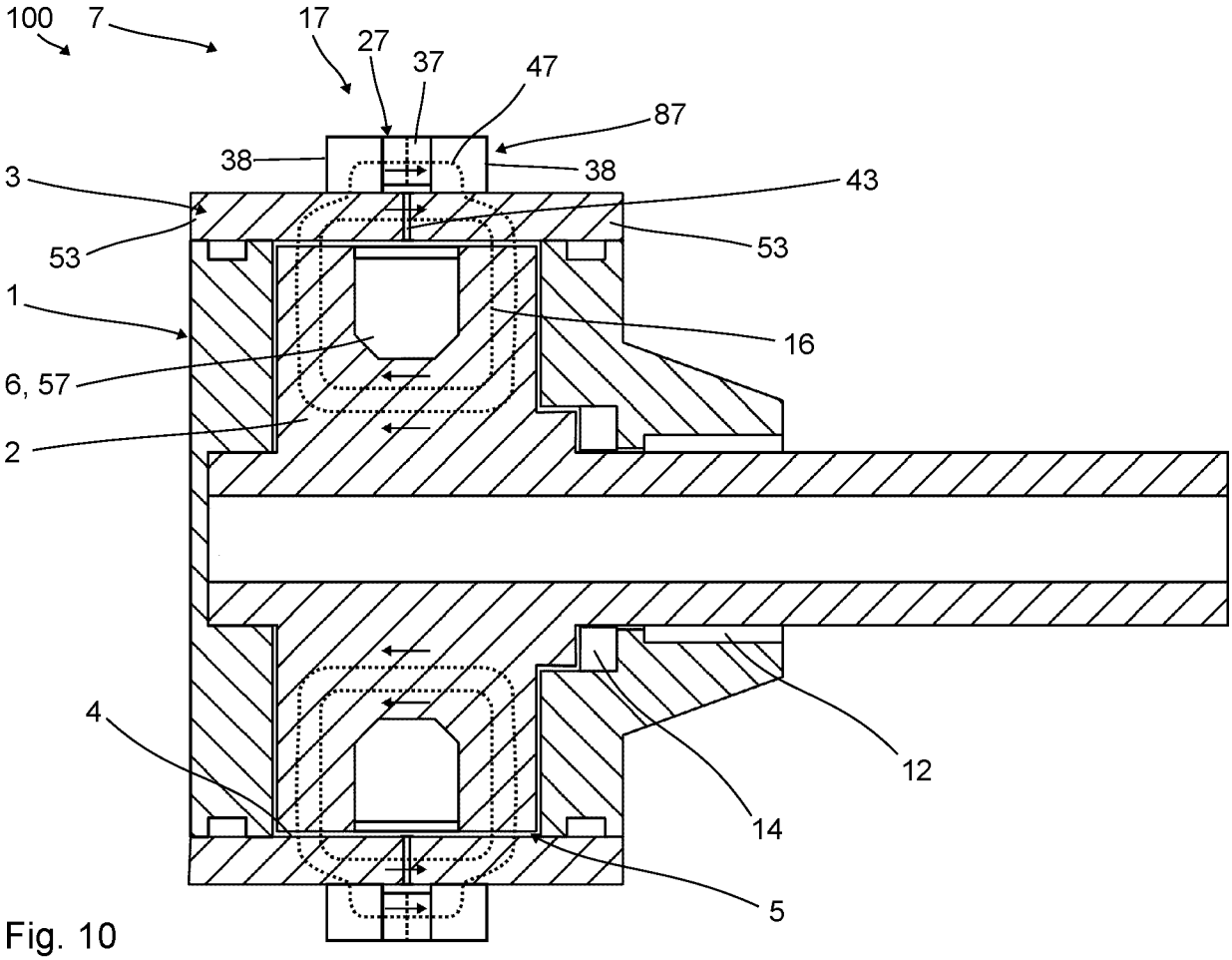
100
7
17
27
37
47
87
38
38
3
43
53
53
1
16
6, 57
2
4
12
14
5

Fig. 10

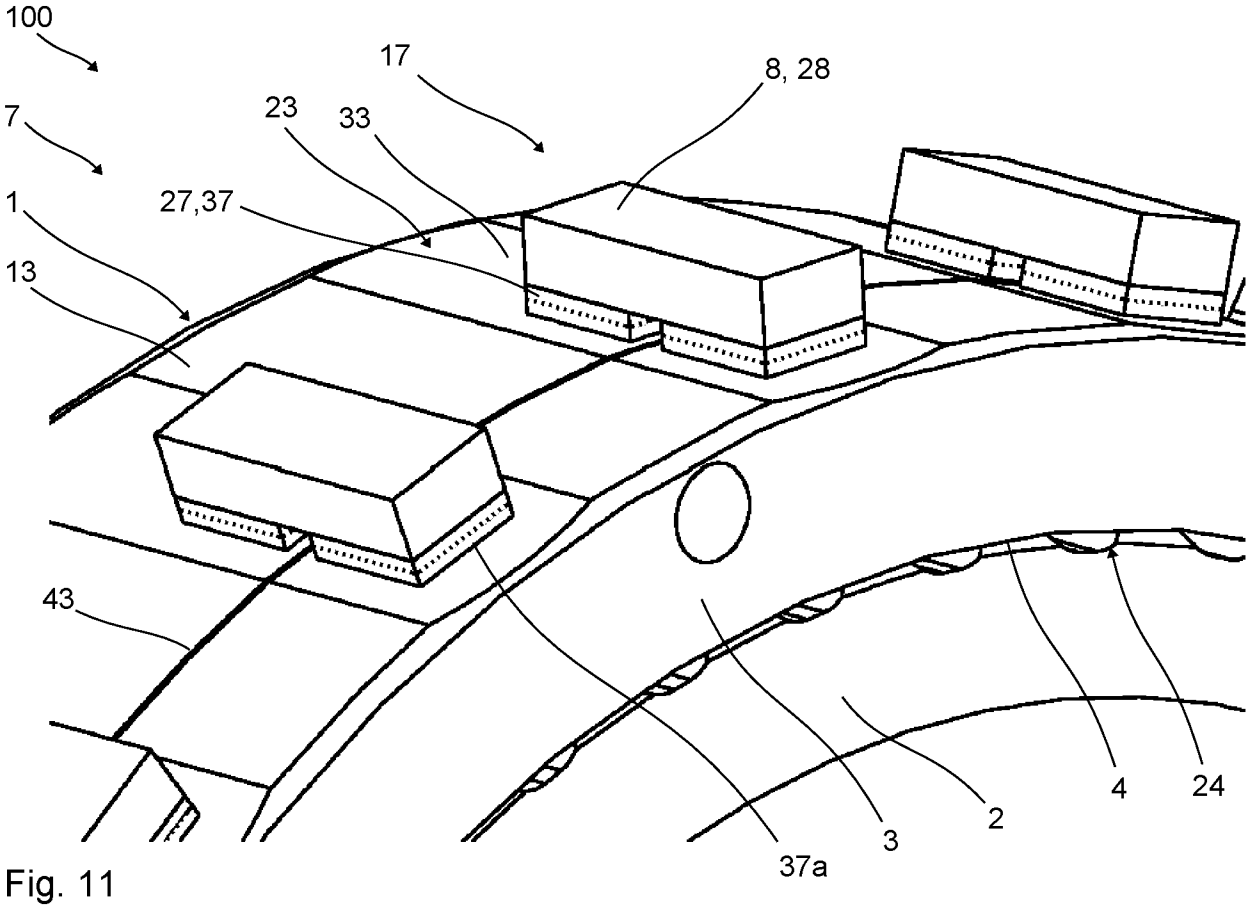
100
17
8, 28
7
23
33
27,37
1
13
43
37a
3
2
4
24

Fig. 11

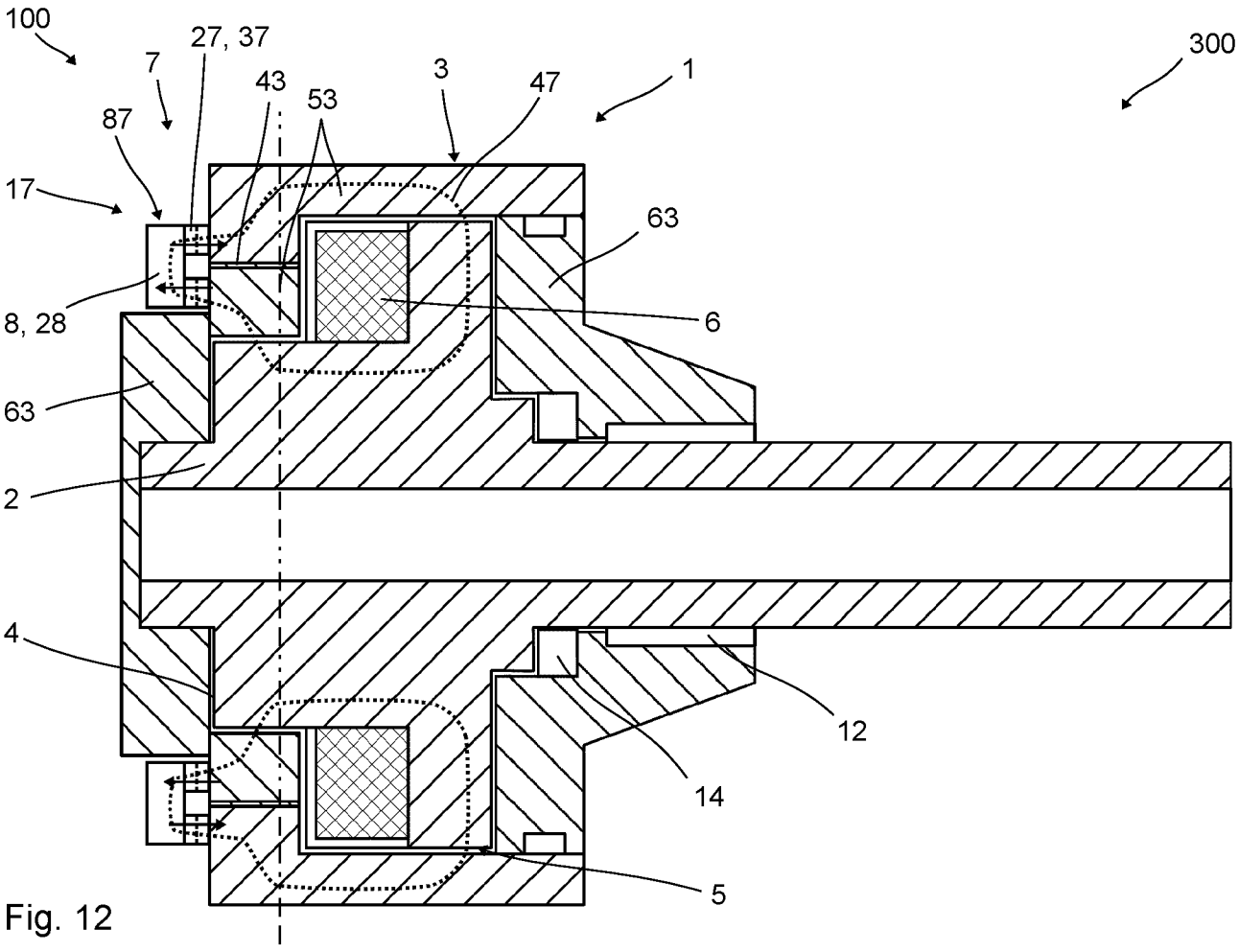
100
27, 37
7
43
53
3
47
1
300
87
17
63
8, 28
6
63
2
4
12
14
5

Fig. 12

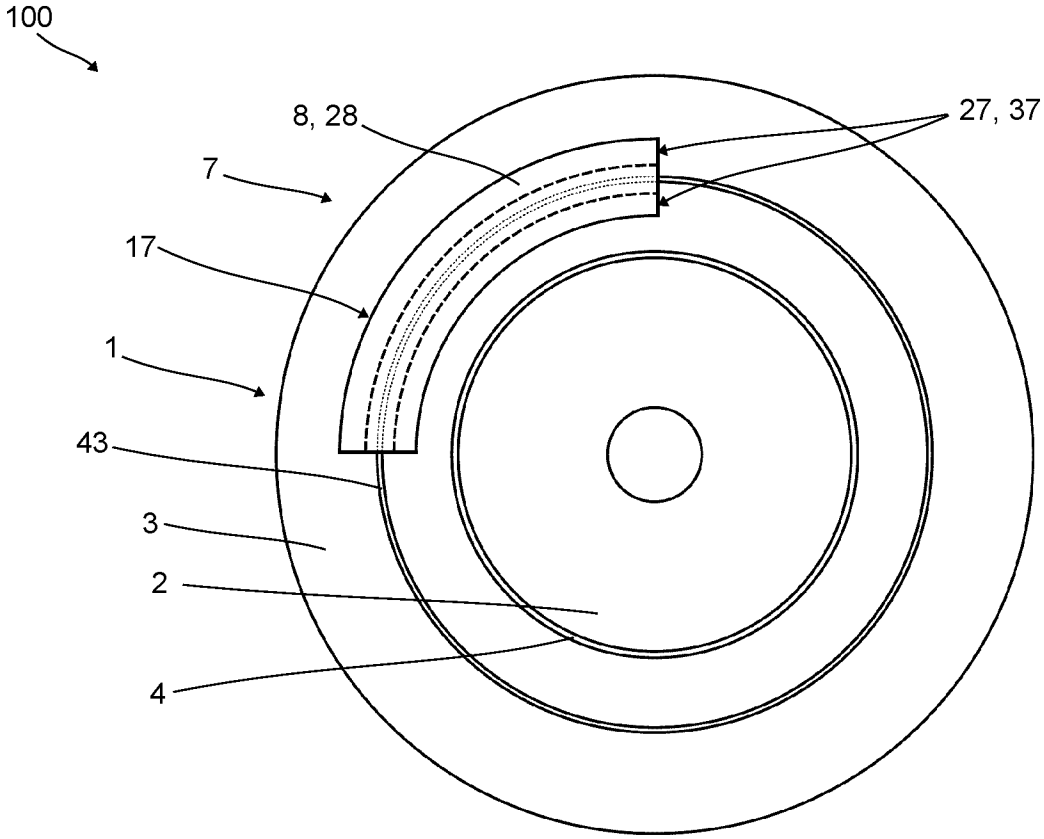

Fig. 13

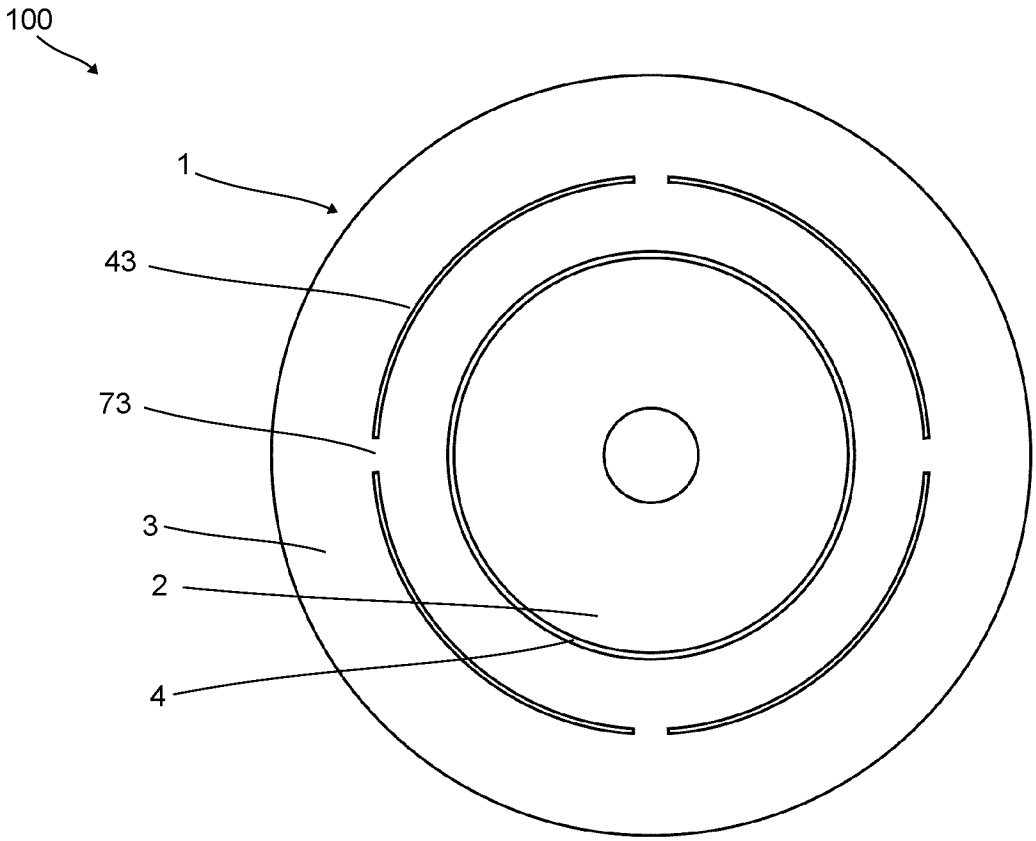

Fig. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2024/068249

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60T 10/02(2006.01)i; ***F16D 57/00***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16D; F16H; B60T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2013204655 A (KURIMOTO LTD) 07 October 2013 (2013-10-07)	1-4, 6, 7
A	paragraph [0023] - paragraph [0039]; figures 2-5	5,8-26
X	DE 102019207683 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26 November 2020 (2020-11-26)	1-4
	paragraph [0020] - paragraph [0042]; figures 1,2	
A	DE 102020204723 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 21 October 2021 (2021-10-21)	1-26
	paragraph [0025] - paragraph [0035]; figures 1-3	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 November 2024	**04 December 2024**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands (Kingdom of the)**	**Marsano, Flavio**
Telephone No. **(+31-70)340-2040**	
Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/068249

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2013204655 A	07 October 2013	JP 5870344 B2	24 February 2016
		JP 2013204655 A	07 October 2013
DE 102019207683 A1	26 November 2020	DE 102019207683 A1	26 November 2020
		WO 2020239300 A1	03 December 2020
DE 102020204723 A1	21 October 2021	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2024/068249

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60T10/02 F16D57/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16D F16H B60T

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2013 204655 A (KURIMOTO LTD) 7. Oktober 2013 (2013-10-07)	1-4,6,7
A	Absatz [0023] - Absatz [0039]; Abbildungen 2-5	5,8-26

X	DE 10 2019 207683 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26. November 2020 (2020-11-26) Absatz [0020] - Absatz [0042]; Abbildungen 1,2	1-4

A	DE 10 2020 204723 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 21. Oktober 2021 (2021-10-21) Absatz [0025] - Absatz [0035]; Abbildungen 1-3	1-26

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. November 2024	04/12/2024

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Marsano, Flavio

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/068249

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2013204655 A	07-10-2013	JP 5870344 B2	24-02-2016
		JP 2013204655 A	07-10-2013
DE 102019207683 A1	26-11-2020	DE 102019207683 A1	26-11-2020
		WO 2020239300 A1	03-12-2020
DE 102020204723 A1	21-10-2021	KEINE	