

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 60145/2019
(22) Anmeldetag: 08.06.2019
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2020

(51) Int. Cl.: **B60K 7/00** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
AT 520628 A2
CN 105691103 A
DE 112015001522 T5
DE 102007035010 A1

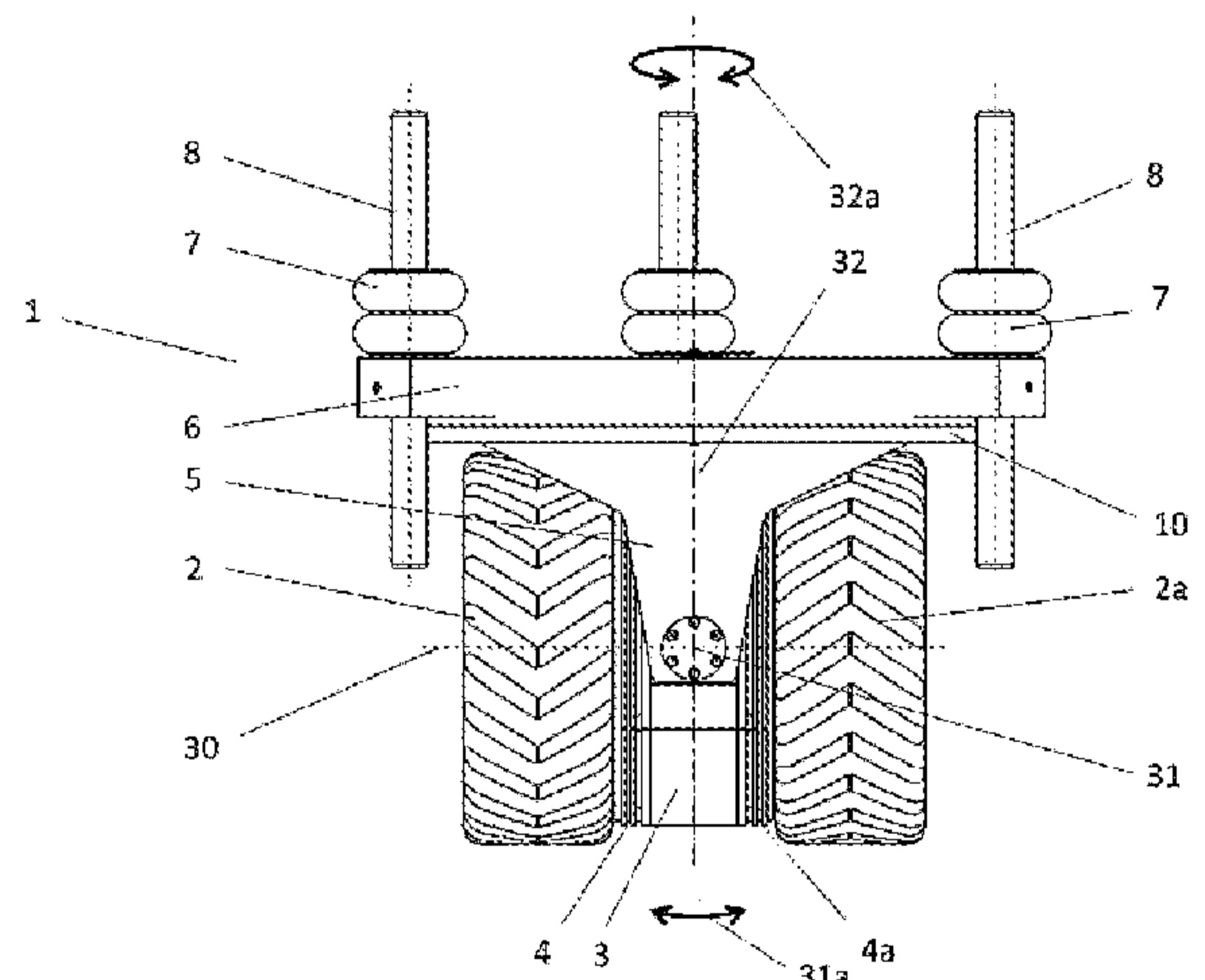
(71) Patentanmelder:
AMX Automation Technologies GmbH
4040 Linz (AT)

(72) Erfinder:
Schwaiger Meinhard Dipl.Ing.
4040 Linz (AT)

(74) Vertreter:
BABELUK Michael Dipl.Ing. Mag.
1080 WIEN (AT)

(54) **Omnidirektionaler Radnabenantrieb**

(57) Die Erfindung betrifft ein Antriebssystem (1) für Transportvorrichtungen mit zwei individuell elektromagnetisch angetriebenen Antriebsrädern (2, 2a), die auf einer gemeinsamen ersten Achse, der Antriebsräderrehachse (30), fluchtend angeordnet sind, die zu einer zweiten Achse, der Pendelachse (31) im Winkel von 90° angeordnet ist, zu denen eine dritte Achse, die Schwenkachse (32), im Winkel von 90° angeordnet ist, die Felge (20) der Antriebsräder (2, 2a) mittels dem Radlager (15) gelagert ist, und die elektromagnetischen Antriebskomponenten Rotor (17) und Stator (18) sich innerhalb des Radlagers (15) befinden, sodass bei vergleichbaren Abmessungen eine gegenüber konventionellen Anordnungen mehrfach höhere Belastbarkeit ermöglicht wird.



ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft ein Antriebssystem (1) für Transportvorrichtungen mit zwei individuell elektromagnetisch angetriebenen Antriebsrädern (2, 2a), die auf einer gemeinsamen ersten Achse, der Antriebsräderdrehachse (30), fluchtend angeordnet sind, die zu einer zweiten Achse, der Pendelachse (31) im Winkel von 90° angeordnet ist, zu denen eine dritte Achse, die Schwenkachse (32), im Winkel von 90° angeordnet ist, die Felge (20) der Antriebsräder (2, 2a) mittels dem Radlager (15) gelagert ist, und die elektromagnetischen Antriebskomponenten Rotor (17) und Stator (18) sich innerhalb des Radlagers (15) befinden, sodass bei vergleichbaren Abmessungen eine gegenüber konventionellen Anordnungen mehrfach höhere Belastbarkeit ermöglicht wird.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein neuartiges Antriebssystem für Transportvorrichtungen mit zwei individuell elektromagnetisch angetriebenen Antriebsrädern, die auf einer gemeinsamen ersten Achse fluchtend angeordnet sind, die zu einer zweiten Achse, im Winkel von 90° pendelnd angeordnet ist, zu denen eine dritte Achse im Winkel von 90° als Schwenkachse angeordnet ist, mit Antriebsrädern, deren Felge mittels dem Radlager gelagert ist und die elektromagnetischen Antriebskomponenten sich im Wesentlichen innerhalb des Radlagers befinden, sodass bei vergleichbaren Abmessungen eine gegenüber konventionellen Anordnungen mehrfach höhere Belastbarkeit ermöglicht wird. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante ist das Antriebssystem mit einer Bremseinrichtung und des Weiteren mit einem Feder-Dämpfungselement ausgeführt.

Aus der CN 101224701A, CN 102007676A, CN102673380A, CN 105691103A, CN106357051A, CN 106364310A, DE 10 2006 040 220 A1, DE 10 2008 019 974 A1, DE 10 2010 049 622 A1, De 10 2013 202 592 A1, De 10 2016 103 808 A1, De 10 2017 104 684 A1, EP 2 805 832 B1, EP 3 261 237 A1, US 2,506,146, US 2014/0015382 A1, WO 96/22895 A1, WO 2010/073802 A2, DE 20 2011 108 560 U1, sind Radantriebe von Elektro-Fahrzeugen bekannt, bei denen ein Elektroantrieb innerhalb des Felgenreiraumes integriert ist und deren Drehmoment direkt oder mittels einem Zwischengetriebe auf die Felge des Rades übertragen wird, das zur Bremsung erforderliche Bremsmoment mittels des Elektromotors oder zusätzlich mittels einer elektromagnetisch oder hydraulisch betätigten mechanischen Bremse erzeugt wird und die Felge des Rades mittels der Nabenbohrung auf der Radachse gelagert ist. Nachteilig bei derartigen elektromagnetischen Radantrieben sind aufgrund der Lagerung der Felge auf der mittigen Radachse die bauartbedingt kleinen Radachsendurchmesser, die kleinen Lagerdimensionen und daraus resultierend die im Verhältnis zum Raddurchmesser kleinen übertragbaren Radlasten; des Weiteren fehlen Sensoren zur Erfassung von Drehzahl und Drehrichtung der Antriebseinheiten.

Aus der WO 2010/073802 sind Radantriebe von Elektro-Fahrzeugen bekannt, bei denen der Elektroantrieb direkt in das Felgenbett integriert ist und das Felgenbett mittels Wälzlager auf einem Tragring gelagert ist, der die Radaufhängung und zusätzlich die zur Bremsung erforderlichen Komponenten einer Scheibenbremse trägt. Nachteilig bei derartigen Systemen ist die direkte Übertragung von Belastungen des Rades vom Felgenbett auf die elektromagnetische Antriebseinheit

sowie die Übertragung von Kräften der Radaufhängung auf den Tragring und der mit dem Tragring verbundenen elektromagnetischen Antriebseinheit; des Weiteren fehlen Sensoren zur Erfassung von Drehzahl und Drehrichtung der Antriebseinheiten.

Aus der WO 2015/092743 A2 sind Radantriebe von Elektro-Fahrzeugen bekannt, bei denen der Elektroantrieb in einem

innerhalb vom Felgenbett angeordneten und mit dem Felgenbett verschraubten äußeren Tragring integriert ist und wobei dieser äußere Tragring mittels Wälzlager auf einem inneren Tragring gelagert ist, der die Radaufhängung und zusätzlich die zur Bremsung erforderlichen Komponenten einer Scheibenbremse trägt. Nachteilig bei derartigen Systemen ist die direkte Übertragung von Belastungen des Rades von der Felge auf den äußeren Tragring der elektromagnetischen Antriebseinheit sowie die Übertragung von Kräften der Radaufhängung auf die mit dem inneren Tragring verbundene elektromagnetische Antriebseinheit; des Weiteren fehlen Sensoren zur Erfassung von Drehzahl und Drehrichtung der Antriebseinheiten.

Aus der DE 10 2016 008 150 A1, sind Radantriebe für Elektro-Fahrzeuge bekannt, bei denen der Elektroantrieb außerhalb des Radkörpers und innerhalb des Fahrzeuges angeordnet ist und das Drehmoment mittels einer Kupplung auf ein Getriebe und weiters auf eine Welle, die mit dem Rad verbunden ist, übertragen wird. Nachteilig bei derartigen Systemen ist die daraus resultierende große Länge der Antriebseinheit, die ein Vielfaches der Breite des Rades erfordert; des Weiteren fehlen Sensoren zur Erfassung von Drehzahl und Drehrichtung der Antriebseinheiten.

Aus der DE 10 2016 103 808 A1, DE 10 2017 104 684 A1, EP 2 805 832 B1, WO 2016/150427 A1, sind Felgen für Radantriebe von Elektro-Fahrzeugen bekannt, bei denen die Felge einen Teil des Elektroantriebes bildet. Nachteilig bei derartigen elektromagnetischen Radantrieben sind aufgrund der Lagerung der Felge auf der mittigen Radachse die bauartbedingt kleinen Radachsendurchmesser, die kleinen Lagerdimensionen und daraus resultierend die im Verhältnis zum Raddurchmesser kleinen übertragbaren Radlasten; des Weiteren fehlen Sensoren zur Erfassung von Drehzahl und Drehrichtung der Antriebseinheiten.

Aus der WO 2014/079881 A2, ist ein elektromagnetischer Antrieb ganz allgemein zur Erzeugung eines Drehmomentes als Antrieb für Elektrofahrzeuge bekannt. Nachteilig sind das Fehlen von unterstützenden Bremseinrichtungen und von Sensoren zur Erfassung von Drehzahl und Drehrichtung der Antriebseinheiten.

Stellvertretend für nichtangetriebene Räder mit Bremse offenbart die DE 10 2017 006 888 A1 ein Überwachungssystem für eine elektromagnetisch betätigbare Bremse und ein Fahrzeug mit elektromagnetisch betätigbarer Bremse. Nachteilig ist, dass das zur Bremsung vorgesehene Rad über keinen Antrieb verfügt, sondern als NachlaufRad ausgeführt ist.

Aus der JPS 62283072 A, US 4,221,273, US 7,694,758 B1, US 2002/0014357 A1, US 2003/0127255 A1, US 2004/0079560 A1, sind lenkbare Antriebe für Fahrzeuge bekannt, bei denen mindestens zwei individuell angetriebene Räder in einer um eine gemeinsame zur Fahrbahnebene senkrechte Drehachse angeordnet sind, und deren Fahrtrichtung durch unterschiedliche Drehzahl und Drehrichtung der angetriebenen Räder bestimmt wird. Nachteilig bei diesen Antriebseinheiten ist, dass keine direkte Flächenbeweglichkeit möglich ist, sondern Fahrbewegungen ausschließlich entlang von Bahnkurven erfolgen oder eine Richtungsänderung der Antriebseinheiten nur im Stillstand des Fahrgerätes erfolgen können, sodass ein flüssiger Bewegungsablauf nicht möglich ist.

Aus der DE 10 2013 019 726 A1, sind omnidirektionale Antriebssysteme bekannt, die mit einer Pendelachse von der Antriebsrädere Drehachse beabstandet sind, deren Abstand größer ist als der halbe Antriebsrädere Durchmesser und die Antriebsmotore außerhalb der Antriebsräder angeordnet sind und mittels Getriebe mit diesen verbunden sind. Nachteilig sind die Bauhöhe, die aufgrund der Anordnung der Antriebsmotore vergrößert wird und die von der Rädere Drehachse vertikal nach oben beabstandet angeordnete Pendelachse, sodass aus Querkräften z. B. infolge von Kurvenfahrten ein Moment aus Querkraft und Vertikalabstand gebildet wird, das zu einem ungleichmäßigen Bodenkontakt der beiden Antriebsräder führt.

Aus der DE 20 2014 000 755 U1, ist ein omnidirektionales Antriebssystem für Schwerlastflurfahrzeuge bekannt, dessen vertikal um eine zur Fahrbahnebene drehbar angeordnete Radsätze aus zwei individuell angetriebenen Antriebsrädern bestehen, die mit jeweils einer Feder- und Hubeinrichtung als Niveaueausgleich ausgeführt sind und über eine Bremslüftung verfügen. Nachteilig sind die die durch

die Feder- und Hubeinrichtung bedingte Vergrößerung der Breite und der Höhe der Antriebseinheit.

Aus der US 6,540,039 B1 sind ein omnidirektionales Antriebssystem und Fahrzeugkonfigurationen bekannt, wobei die Antriebseinheit aus zwei individuell angetriebenen Rädern besteht, die auf einer gemeinsamen Räderachse angeordnet sind, die mit einer dazu rechtwinkelig angeordneten Schwenkachse verbunden ist, die in einem Abstand größer als dem halben Durchmesser der Antriebsräder von der Räderachse entfernt mit dem Fahrzeug drehbar verbunden ist. In einer weiteren Konfiguration ist die Schwenkachse pendelnd mit der Räderachse verbunden, sodass ein Niveaueingleich bei Bodenunebenheiten möglich ist. Nachteilig sind bei diesen Konfigurationen die Anordnung der für die Fahrtrichtung erforderlichen Schwenkachse außerhalb der Antriebseinheit in einem Abstand größer als der halbe Antriebsraddurchmesser, sodass die Baugröße ungünstig beeinflusst wird, und dass bei vorhandener Niveaueingleichsfunktion die Manövrierfähigkeit eingeschränkt ist, da mit einem Fahrzeug mit nur zwei Antriebseinheiten mit Niveaueingleich eine Geradeausfahrt und eine 90°-Querfahrt nicht möglich sind, oder Nachlaufstützräder erfordert, die einem erhöhten Verschleiß unterworfen sind.

Aus der US 4,529,052 sind omnidirektionale Antriebseinheiten, die mit einer Niveaueingleichspendelachse ausgeführt sind, die in Einbaulage oberhalb der Antriebsräder im Abstand größer als der halbe Antriebsraddurchmesser angeordnet ist, und Fahrgerätekongfigurationen, die mit Nachlaufstützrädern ausgeführt sind, bekannt. Nachteilig sind die Anordnung der für die Fahrtrichtung erforderlichen Schwenkachse oberhalb der Antriebseinheit in einem Abstand größer als der halbe Antriebsraddurchmesser, sodass die Baugröße ungünstig beeinflusst wird und die Nachlaufstützräder einem erhöhten Verschleiß unterworfen sind.

Aus der US 2011/0168474 A1 ist ein omnidirektionales Antriebssystem für Fahrzeuge bekannt, wobei das Antriebssystem aus jeweils einem Rad besteht, das in einer Schwenkeinrichtung um eine vertikal zur Fahrbahnebene ausgerichteten Achse drehbar angeordnet ist und mit einem zweiten Antriebsmotor diese Schwenkeinrichtung zur Richtungsänderung angetrieben wird. Nachteilig ist, dass ein Einzelrad mit Schwenkeinrichtung einem erhöhten Verschleiß unterworfen ist und dass für jedes Antriebsrad ein zusätzlicher Schwenkantrieb mit Getriebe erforderlich ist.

Aus der US 7,789,175 B2 ist ein omnidirektionales Antriebssystem für Fahrzeuge bekannt, dessen Antriebsräder über eine starre Antriebsräderechse verbunden sind, die in einem starren Gehäuse zur Aufnahme der Antriebsmotore fixiert ist, und mit einer vertikal zur Fahrbahnebene angeordneten Schwenklagerung ausgeführt ist, deren Abstand zur Antriebsräderechse größer ist als der Durchmesser der Antriebsräder. Nachteilig sind die enorme Bauhöhe und das Fehlen einer Pendelachse zum Ausgleich von Bodenunebenheiten.

Aus der AT 519 463 ist ein omnidirektionales Antriebssystem für autonome Fahrgeräte bekannt, das mit zwei Antriebsrädern, die über ein Zwischengetriebe mit jeweils einem Elektromotor angetrieben werden und mit einer vertikalen Schwenkachse, einer dazu im Winkel von 90° angeordneten Pendelachse und einer dazu im Winkel von 90° angeordneten Antriebsräderechse, ausgeführt ist. Nachteilig sind die konzeptbedingt geringe Breite der Antriebsräder und die daraus resultierende geringe Belastbarkeit.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein flächenbewegliches, omnidirektionales Fahrwerk als Antriebssystem für Schwerlastfahrzeuge zu definieren, das energieeffizient und bei vergleichsweise kleinen, kompakten Abmessungen hohe Lasten und Stöße aufnehmen kann, die vom Antriebssystem derart aufgefangen werden, dass diese Kräfte nicht auf die elektromagnetischen Antriebseinheiten übertragen werden können, das mit einem zuverlässigen Niveaueausgleich einen gleichmäßigen Bodenkontakt beider Antriebsräder in jedem Bewegungszustand sicherstellt, bei dem das elektromagnetisch erzeugte Antriebsdrehmoment verlustfrei auf die Antriebsräder übertragen wird, das mit einem Bremssystem ausgeführt ist, das ein Blockieren der Antriebsräder im abgeschalteten Zustand des Fahrzeuges (Stillstand, Außerbetriebsetzung, ...) ermöglicht, das im Fahrzustand eine definierte Sicherheitsbremsung jedes einzelnen Rades ermöglicht und das im Normalbetrieb den Radantrieb nicht behindert oder beeinflusst. Kompakt im Sinne der Erfindung wird ein Antriebssystem bezeichnet, das bei vergleichbaren Abmessungen gegenüber dem Stand der Technik eine etwa 5 bis 10-fach höhere Belastbarkeit aufweist. Energieeffizient im Sinne der Erfindung wird ein Antriebssystem bezeichnet, bei dem die elektromagnetische Antriebsenergie verlustfrei und direkt auf das Antriebsrad, ohne einem Zwischengetriebe und ohne zusätzlichen Lagerungen, übertragen wird, und bei dem mittels Sensoren die

Bewegungszustände der Antriebsräder erfasst werden und mittels der Steuerung die Vorgabewerte für die elektromagnetischen Antriebseinheiten für die jeweilige Bewegungssituation des Fahrzeuges optimiert werden.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch gelöst, dass jedes der beiden Antriebsräder einer Antriebseinheit mit einem elektromagnetischen Antrieb bestehend aus Rotor und Stator ausgeführt ist, wobei der Rotor auf einer relativ zur Antriebseinheit drehbar gelagerten Welle und der Stator innerhalb einer starr mit der Antriebseinheit verbundenen Hülse fixiert sind. Das Antriebsrad ist drehbar auf der starren Hülse gelagert, sodass sämtliche auf das Antriebsrad einwirkenden Kräfte auf diese Hülse übertragen werden. Die Antriebseinheit bildet eine gemeinsame Drehachse für die beiden individuell und direkt angetriebenen Antriebsräder und weist eine zu dieser gemeinsamen Drehachse dazu rechtwinkelige zweite Achse auf, die Pendelachse, die den Niveaueausgleich der Antriebseinheit bei Bodenunebenheiten ermöglicht, und ist in einer Drehvorrichtung gelagert, deren Drehachse im Wesentlichen senkrecht zur Fahrbahnebene ausgerichtet ist. Jedes Antriebsrad ist mit einem Sensor zur Erfassung von Drehzahl und Drehrichtung gekoppelt und die Antriebseinheit ist mit einem Sensor zur Erfassung der Fahrtrichtung ausgeführt. In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsvariante ist jedes Antriebsrad mit einer Bremseinrichtung gekoppelt, die ein Blockieren der Räder im Stillstand und bei Systemausfall sicherstellt, die bei Bedarf eine Verstärkung der Bremswirkung der elektromagnetischen Antriebe ermöglicht und die im Normalbetrieb keine Bremsmomente erzeugt und eine ungehinderte Übertragung des Drehmomentes vom elektromagnetischen Antrieb auf das Antriebsrad ermöglicht.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

ein erfindungsgemäßes Antriebssystem in Frontansicht (Fahrtrichtung)

das erfindungsgemäße Antriebssystem in Seitenansicht

das erfindungsgemäße Antriebssystem in Ansicht von unten

das erfindungsgemäße Antriebssystem in Schrägansicht von unten

das erfindungsgemäße Antriebssystem in Schrägansicht von unten und im Viertelschnitt gemäß Schnittlinie A-A von Fig. 3

das Detail B von Fig. 5

das Detail C von Fig. 5

Die Fig. 1 zeigt das Antriebssystem 1, bestehend aus den beiden Antriebsrädern 2 und 2a, dem Radträger 3, den Bremseinrichtungen 4 und 4a, dem Dreh-Schwenkteil 5, dem Führungsring 6, dem Feder-Dämpfungselement 7, der Vertikalführung 8, dem Schwenklagerdeckel 10, der Antriebsräderachse 30, der Pendelachse 31 mit dem Pendelwinkel 31a zum Ausgleich von Bodenunebenheiten, wobei der maximale Pendelwinkel $\pm 15^\circ$ vorzugsweise $\pm 5^\circ$ beträgt, der Schwenkachse 32, die eine Schwenkbewegung mit dem Schwenkwinkel 32a im Bereich von $\pm 360^\circ$, vorzugsweise $\pm 180^\circ$ ausführen kann.

Die Fig. 2 zeigt das Antriebssystem 1, mit den Antriebsrädern 2, die mit dem Radius R 36 dimensioniert sind, die Antriebsräderdrehachse 30, die 90° die Pendelachse 31 schneidet, und mit dem Abstand Y 35, von der Schwenklagermitte, vertikal beabstandet sind.

Die Fig. 3 zeigt das Antriebssystem 1, mit den beiden Antriebsrädern 2 und 2a, der Antriebsräderdrehachse 30, der dazu rechtwinkelig orientierten Fahrtrichtung 32b, der Schwenkachse 32 mit dem Schwenkwinkel 32a relativ zum Führungsring 6.

Die Fig. 4 zeigt das Antriebssystem 1 und die im Winkel von 90° zueinander angeordnete Antriebsräderdrehachse 30, die Pendelachse 31 und die Schwenkachse 32, die Schwenkwinkelmesseinrichtung 12, zur Erfassung des Schwenkwinkels relativ zum Führungsring 6 (bzw. zu einer nicht näher dargestellten Fahrzeuglängsachse und der daraus bestimmbaren Fahrtrichtung des Gesamtfahrzeuges), und den Pendellagerdeckel 33.

Die Fig. 5 zeigt das Antriebssystem 1, mit dem Schwenklager 11, der Pendelachse 31 und dem Pendellager 34, das Radlager 15, mittels dem die Felge 20 drehbar gelagert ist, die Drehwinkel 30a und 30b der Antriebsräder 2 und 2a, der Drehwinkelmesseinrichtung 13, die starr mittels einem Tragteil 9 mit dem Radträger 3 verbunden ist, zur Erfassung von Drehzahl und Drehrichtung der Antriebsräder, und der Schwenkwinkelmesseinrichtung 12, zur Erfassung des Schwenkwinkels relativ zum Führungsring 6 (bzw. zu einer nicht näher

dargestellten Fahrzeuglängsachse und der daraus bestimmbaren Fahrtrichtung des Gesamtfahrzeuges).

Die Fig. 6 zeigt das Detail B von Fig. 5 mit dem elektromagnetischen Antrieb und der Bremseinrichtung, bestehend aus dem Radträger 3, an dem das Rotorlager 14 fixiert ist, die die Rotordrehachse 16 drehbar lagert, wobei die Rotordrehachse 16 drehsteif mit dem Rotor 17 verbunden ist, der Stator 18 ist starr mit der Statorhülse 19 verbunden und die Statorhülse 19 ist starr mit dem Radträger 3 verbunden, die Felge 20 ist drehbar mit dem Radlager 15 auf der Statorhülse 19 gelagert. Die Bremseinrichtung 4 ist starr mit dem Radträger 3 verbunden und besteht aus einem elastischen ringförmigen Kolben 41, der einen Hohlraum 40 aufweist, der mit einem Fluid gefüllt ist und mit Druck beaufschlagt den Kolben 41 axial dehnt, sodass die Bremsdruckplatte 42, auf der ein Bremsbelag 43 aufgebracht ist gegen die Bremsscheibe 44 und diese gegen den Bremsbelag 45 gedrückt wird. Die Bremsscheibe 44 ist axial verschiebbar, aber drehmomentsteif auf der Bremshülse 46 gelagert, die mit der Felge 20 drehmomentsteif verbunden ist. Im drucklosen Zustand zieht sich der elastische ringförmige Kolben zusammen und die Bremse ist gelüftet.

Die Fig. 7 zeigt das Detail C von Fig. 5 mit dem elektromagnetischen Antrieb 17, 18 und der Bremseinrichtung 4, bestehend aus dem Radträger 3, in den eine mechanische Bremskrafteinrichtung integriert ist. Diese besteht aus dem Bremsstößel 47 mit der Bewegungsrichtung 47a, dem Bremskeil 48 mit der Bewegungsrichtung 48a, dem Bremsfedergehäuse 49, der Bremsfeder 50, dem Bremsfederkraftneutralisator-Hebel 51, dem Bremsfederkraftneutralisator-Kolben 52 mit der Bewegungsrichtung 52a, und dem Bremsfederkraftneutralisator-Zylinder 50. Der ringförmige Kolben 41 ist im Bereich des Bremsstößel 47 ausgespart und die Bremsdruckplatte 42 wird an dieser Stelle mittels dem Bremsstößel 47 mit einer Bremsdruckkraft beaufschlagt. Der Bremsstößel 47 wird mit einer Federkraft beaufschlagt, die von der vorgespannten Bremsfeder 50 erzeugt und mittels einem Bremskeil 48 übertragen wird. Die von der Bremsfeder 50 erzeugte Federkraft wird während dem Fahrbetrieb mittels dem Bremsfederkraftneutralisator, bestehend aus dem Bremsfederkraftneutralisator-Hebel 51, dem mittels Druckmedium beaufschlagten Bremsfederkraftneutralisator-Kolben 52, der sich in dem Bremsfederkraftneutralisator-Zylinder 53 befindet, neutralisiert. Bei Systemausfall oder bei geplanter Stillsetzung wird der Bremsstößel 47 mittels Federkraft gegen

die Bremsdruckplatte 42 gedrückt, sodass eine Bremswirkung entsteht die eine unbeabsichtigte Fahrbewegung verhindert. Alternativ ist anstelle des mit einem Druckmedium beaufschlagten Bremsfederkraftneutralisator-Kolben 52 und -Zylinder 53 ein elektromagnetischer Linearantrieb vorgesehen.

Das erfindungsgemäße Antriebssystem 1 besteht aus zwei individuell angetriebenen Antriebsrädern 2 und 2a, die jeweils mit einem elektromagnetischen Antrieb, bestehend aus Rotor 17 und Stator 18, gekoppelt sind, und wobei der Rotor 17 auf einer Rotordrehachse 16 drehbar mittels dem Rotordrehlager 14 mit dem Radträger 3 verbunden ist, während der Stator 18 starr mit der Statorhülse 19 mit dem Radträger 3 verbunden ist. Der Radträger 3 weist eine Pendelachse 31 auf, die 90° zur Antriebsrädere Drehachse 30 ausgerichtet ist. Senkrecht zu diesen beiden Achsen 30 und 31 ist die Schwenkachse 32 ausgerichtet, die die Fahrtrichtung 32b des Antriebssystems 1 definiert. Werden beide Antriebsräder 2 und 2a mit derselben Drehzahl und in derselben Drehrichtung angetrieben, dann bewegt sich das Antriebssystem 1 in einer Geradeausfahrt; sind die Drehzahlen der Antriebsräder 2 und 2a identisch aber die Drehrichtungen entgegengesetzt, dann dreht sich das Antriebssystem um die vertikale Schwenkachse 32; sind die Drehzahlen der Antriebsräder 2 und 2a unterschiedlich, dann führt das Antriebssystem eine Kurvenfahrt aus. Bodenunebenheiten werden mittels der Pendelachse 31 ausgeglichen und beide Antriebsräder 2 und 2a weisen denselben Bodenkontaktdruck auf.

Die Felgen 20 der Antriebsräder 2 und 2a sind direkt mit dem Radlager 15 auf der Statorhülse 19 gelagert, und dabei weist die Statorhülse 19 einen im Verhältnis zum Stand der Technik sehr großen Durchmesser auf (gegenüber einer Nabenlagerung ca. 10-facher Durchmesser), sodass das Antriebsrad sehr viel höhere Belastungen (ca. 5 - 10 fach größer als bei Nabenlagerung) aufnehmen kann und die dabei erzeugten Kräfte und Momente nicht auf die elektromagnetischen Antriebskomponenten Rotor 17 und Stator 18 übertragen werden. Die elektromagnetischen Antriebskomponenten Rotor 17 und Stator 18 und die Radlager 20 sowie die Rotordrehachse 16 und die Statorhülse 19 sind innerhalb des Felgenvolumens integriert, sodass sehr kompakte Abmessungen bei gleichzeitig hoher Belastbarkeit erzielt werden.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante sind die beiden Antriebsräder 2 und 2a jeweils mit einer eigenen Bremseinrichtung 4 gekoppelt, die ein sicheres Blockieren der Antriebsräder im Stillstand bzw. bei Systemausfall erzeugt, das eine zuverlässige zusätzliche Bremswirkung bei Bedarf erzeugt, für den Fall, dass die Bremswirkung des elektromagnetischen Antriebssystems nicht ausreichend ist, und das eine vollständige Kraftfreistellung der Bremsscheibe 44 im Normalzustand aufweist, sodass von der Bremseinrichtung im Normalzustand keine Bremsmomente auf die Antriebsräder übertragen werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante ist das Antriebssystem 1 mit einer Vertikalführung 8 und einem Feder-Dämpfungssystem 7 ausgeführt, das vertikale Stöße abfängt.

BEZUGSZEICHEN

1	Antriebssystem
2, 2a	Antriebsräder
3	Radträger
4, 4a	Bremseinrichtung, Gehäuse der Bremseinrichtung
5	Dreh-Schwenkteil
6	Führungsring
7	Feder-Dämpfungselement
8	Vertikalführung
9	Tragteil
10	Schwenklagerdeckel
11	Schwenklager
12	Schwenkwinkelmesseinrichtung
13	Drehwinkelmesseinrichtung
14	Rotorlager
15	Radlager
16	Rotordrehachse
17	Rotor
18	Stator
19	Statorhülse
20	Felge

30	Antriebsräderechse
30a, 30b	Drehwinkel
31	Pendelachse
31a	Pendelwinkel
3 2	Schwenkachse
32a	Schwenkwinkel
32b	Fahrtrichtung des Antriebssystems
33	Pendellagerdeckel
34	Pendellager
35	Abstand Y
36	Antriebsrad Radius R
40	Hohlraum
41	Kolben
42	Bremsdruckplatte
43	Bremsbelag
44	Bremsscheibe
45	Bremsbelag
46	Bremshülse
47	Bremsstößel
47a	Bewegungsrichtung des Bremsstößel
48	Bremskeil
48a	Bewegungsrichtung des Bremskeils

- 49 Bremsfedergehäuse
- 50 Bremsfeder
- 51 Bremsfederkraftneutralisator-Hebel
- 52 Bremsfederkraftneutralisator-Kolben
- 52a Bewegungsrichtung des
Bremsfederkraftneutralisator-Kolbens
- 53 Bremsfederkraftneutralisator-Zylinder

P A T E N T A N S P R Ü C H E

Antriebssystem (1) für Transportvorrichtungen mit zwei individuell elektromagnetisch angetriebenen Antriebsrädern (2, 2a), die auf einer gemeinsamen ersten Achse, der Antriebsräderdrehachse (30), fluchtend angeordnet sind, die zu einer zweiten Achse, der Pendelachse (31) im Winkel von 90° angeordnet ist, zu denen eine dritte Achse, die Schwenkachse (32), im Winkel von 90° angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Felge (20) der Antriebsräder (2, 2a) mittels dem Radlager (15) gelagert ist und innerhalb des Radlagers (15) die elektromagnetischen Antriebskomponenten Rotor (17) und Stator (18) angeordnet sind.

Antriebssystem (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Radlagers (15) die Felge (20) gegenüber der Statorhülse (19) drehbar gelagert ist und dieses die auf das Antriebsrad (2, 2a) einwirkenden Belastungskräfte aufnimmt.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Statorhülse (19) mit dem Radträger (3) starr verbunden ist oder mit dem Radträger (3) eine Einheit bildet.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (17) mit dem Rotorlager (14) gegenüber dem Radträger (3) direkt gelagert ist oder mittels einer zusätzlichen Rotordrehachse (16).

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Drehwinkelmesseinrichtung (13) die Drehzahl und die Drehrichtung der Antriebsräder (2, 2a) gemessen werden und diese Informationen in einer Steuerung verarbeitet werden.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Schwenkwinkelmeßeinrichtung (12) die Fahrtrichtung (32b) der Antriebseinheit gemessen und in einer Steuerung verarbeitet wird.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Antriebsräder (2, 2a) mit einer Bremseinrichtung (4, 4a) gekoppelt ist.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (4, 4a) als Scheibenbremse ausgeführt ist.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (4, 4a) vorzugsweise aus einem Druckring (42), mit dem Bremsbelag (43), einer Bremsscheibe (44) und dem Bremsbelag (45) besteht.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsräder (2, 2a) jeweils mit einer Bremshülse (46) gekoppelt sind, die das Bremsmoment auf die Antriebsräder (2, 2a) übertragen.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (4, 4a) mit einem Bremszylinder (41) ausgeführt ist, der vorzugsweise aus einem elastischen Material besteht, und einen Hohlraum (40) aufweist, der mit dem Druck des Bremsmediums beaufschlagt wird.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (4, 4a) für eine kontrollierte Bremsung gesteuert wird, wobei mittels der Drehwinkelmesseinrichtung (13) die Drehbewegung der Antriebsräder (2, 2a) und mittels der Schwenkwinkelmesseinrichtung (12) die Bewegungsrichtung (32b) des Antriebssystems erfasst werden und der Bremszylinder (41) mit einem geregelten Druck des Bremsmediums beaufschlagt wird.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (4, 4a) über eine zweite Einrichtung, bestehend zumindest aus einer Bremsfeder (50) und einem Bremsstößel (47), verfügt, die bei Stillstand oder bei Systemausfall ein Bremsmoment erzeugt und die Antriebsräder (2, 2a) blockiert.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (4, 4a) im Fahrbetrieb kein Bremsmoment erzeugt und das Lösen der Bremskraft hydraulisch, pneumatisch oder elektromagnetisch erfolgt.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsräderdrehachse (30) und die Pendelachse (31) vorzugsweise in einer Ebene liegen.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsräderechse (30) und die Pendelachse (31) von der Schwenklagerung (11) im Abstand Y (35) vertikal beabstandet sind und der Abstand zwischen 0 und einem maximalen Wert liegt, der vorzugsweise dem Radius R (36) der Antriebsräder (2, 2a) entspricht.

Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass zur Reduzierung stoßartiger Belastungen ein Feder-Dämpfungselement (7) und eine Vertikalführung (8) vorgesehen sind.

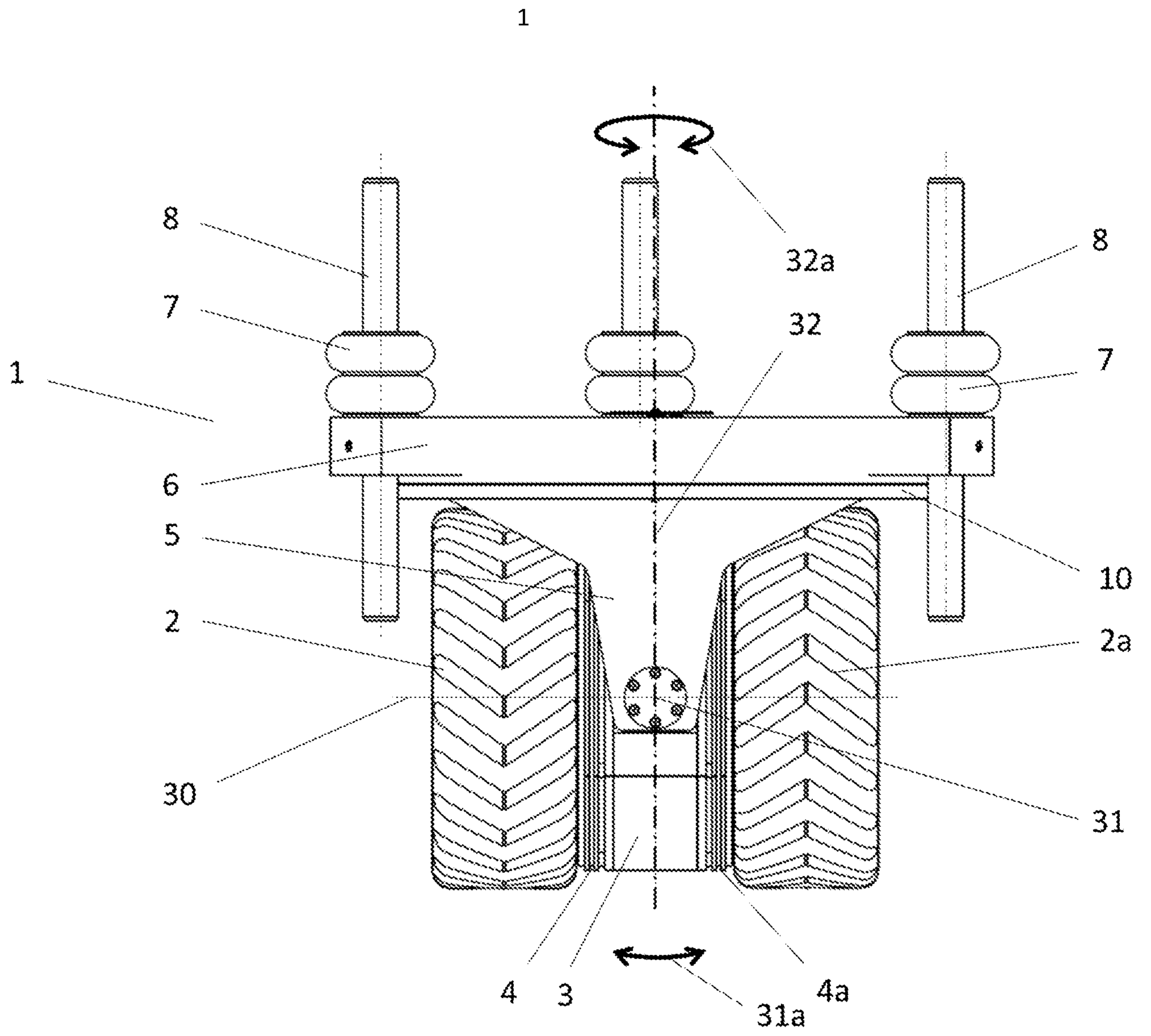


Fig. 1

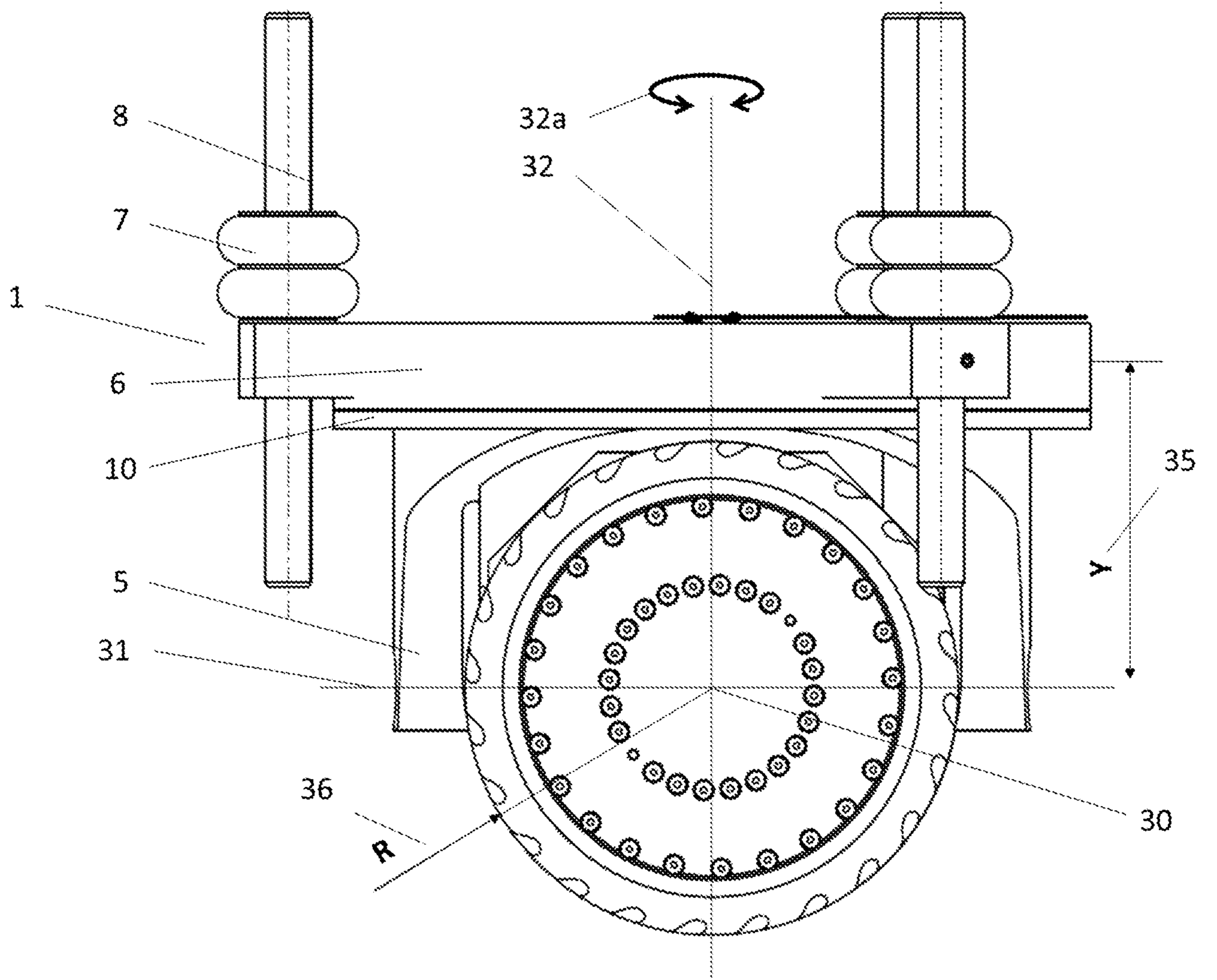


Fig. 2

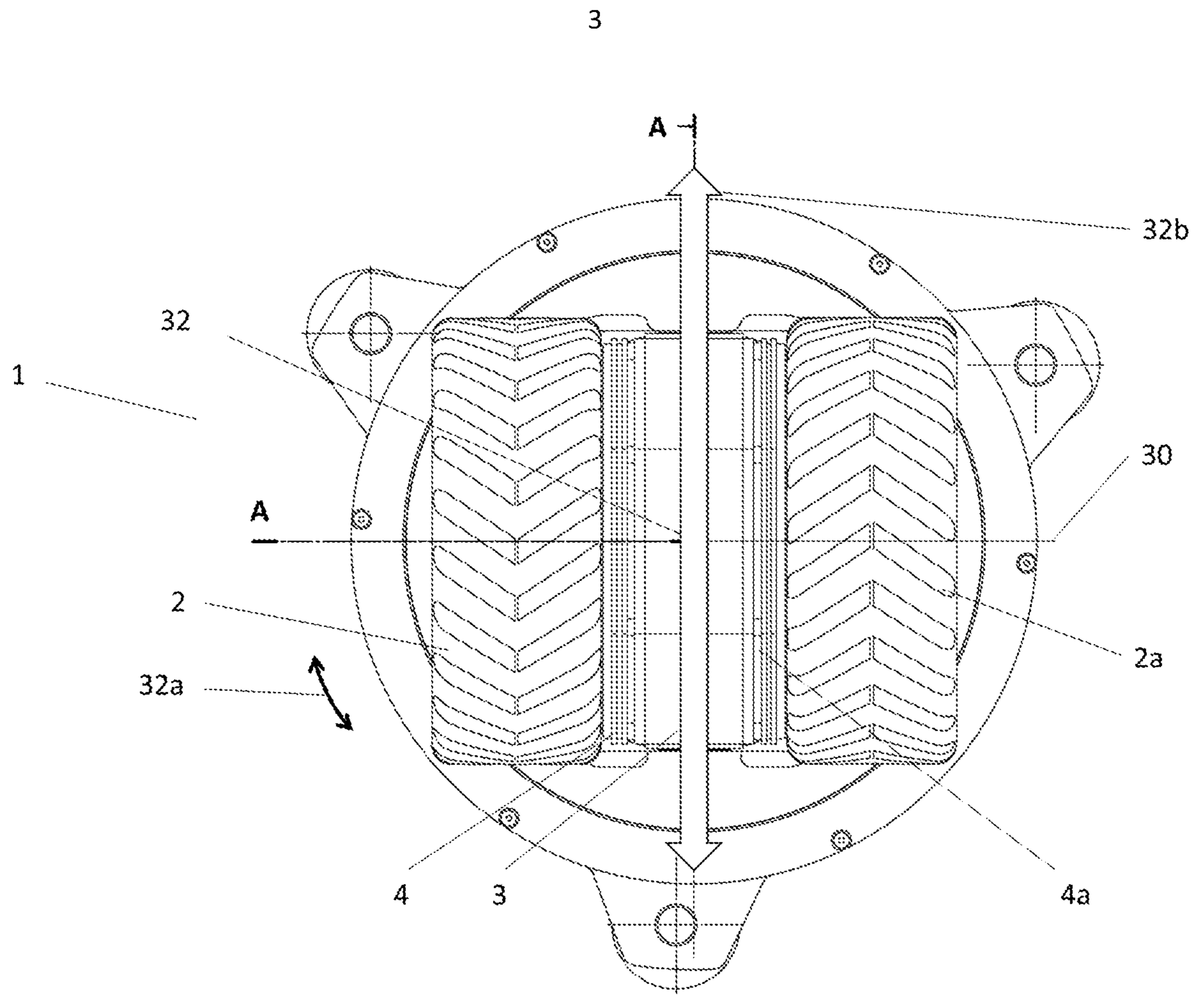


Fig. 3

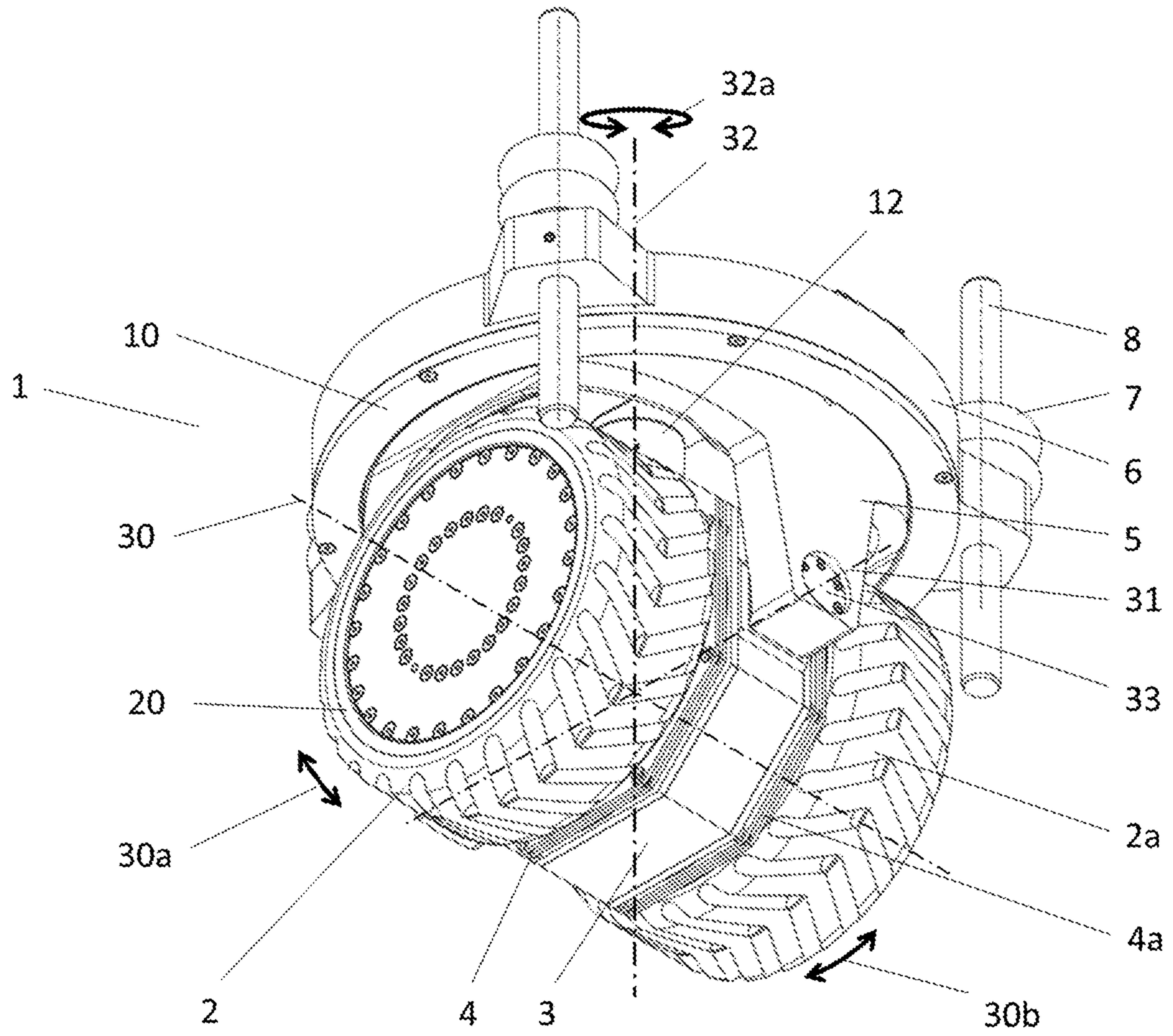


Fig. 4

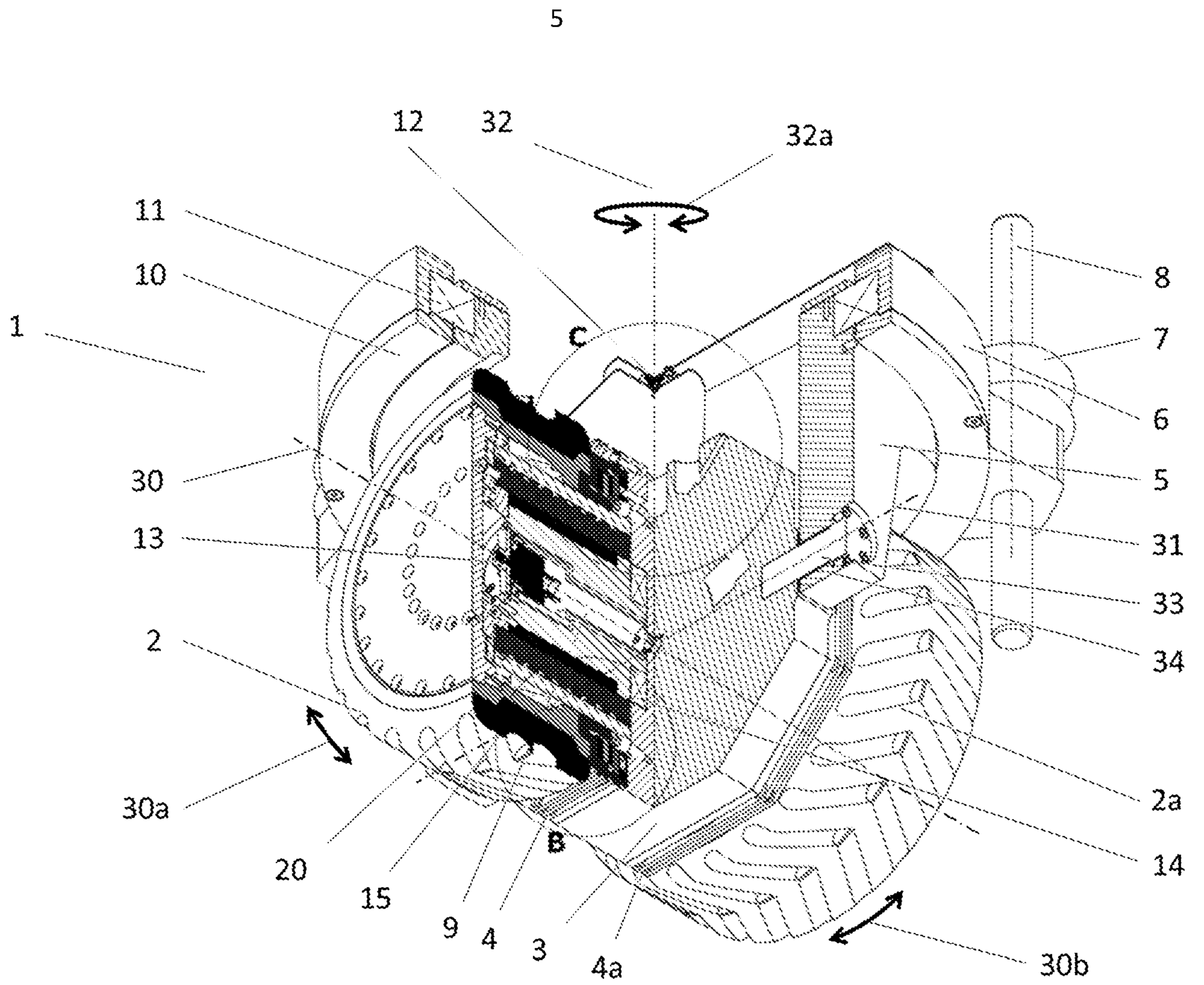


Fig. 5

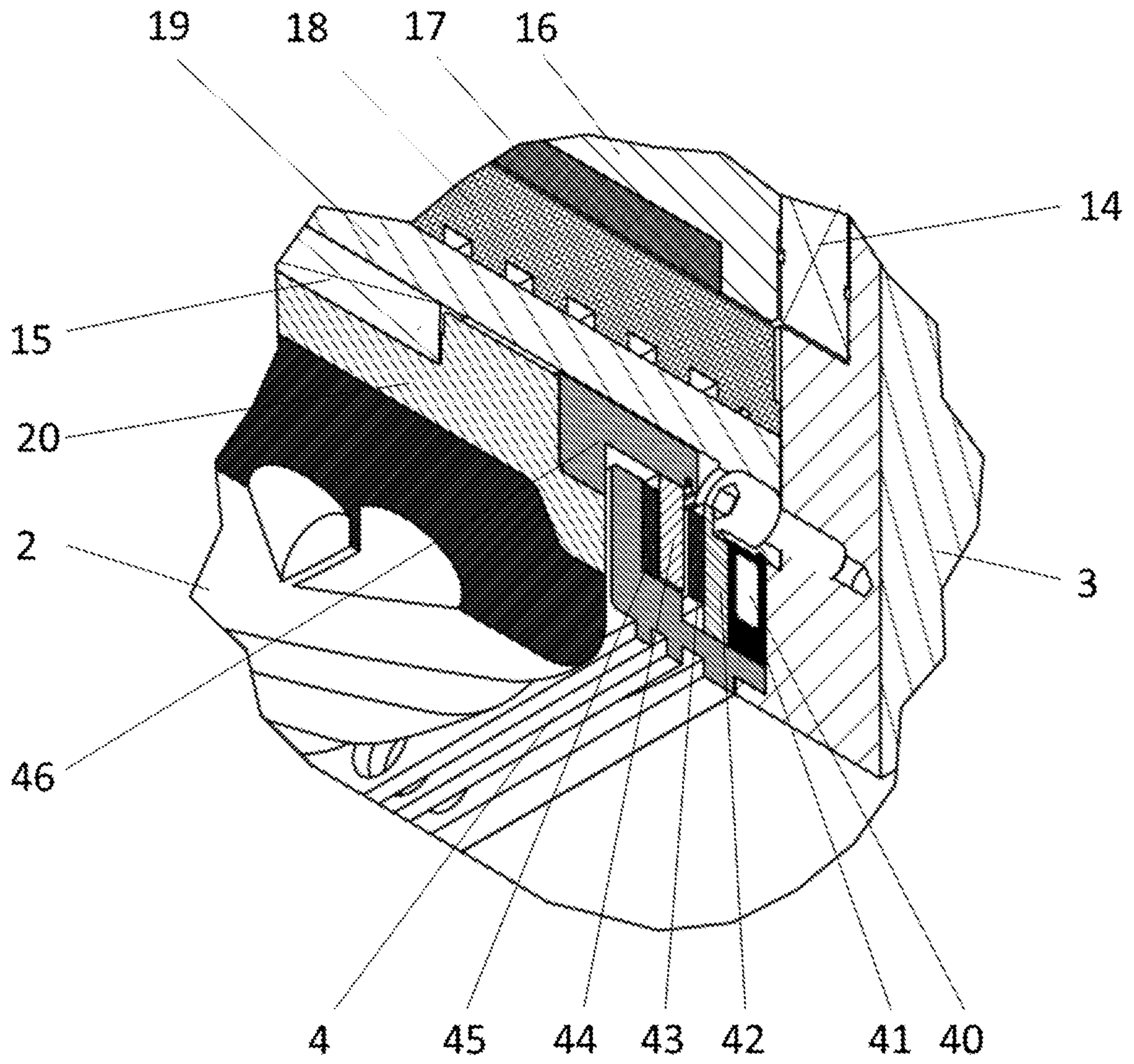


Fig. 6

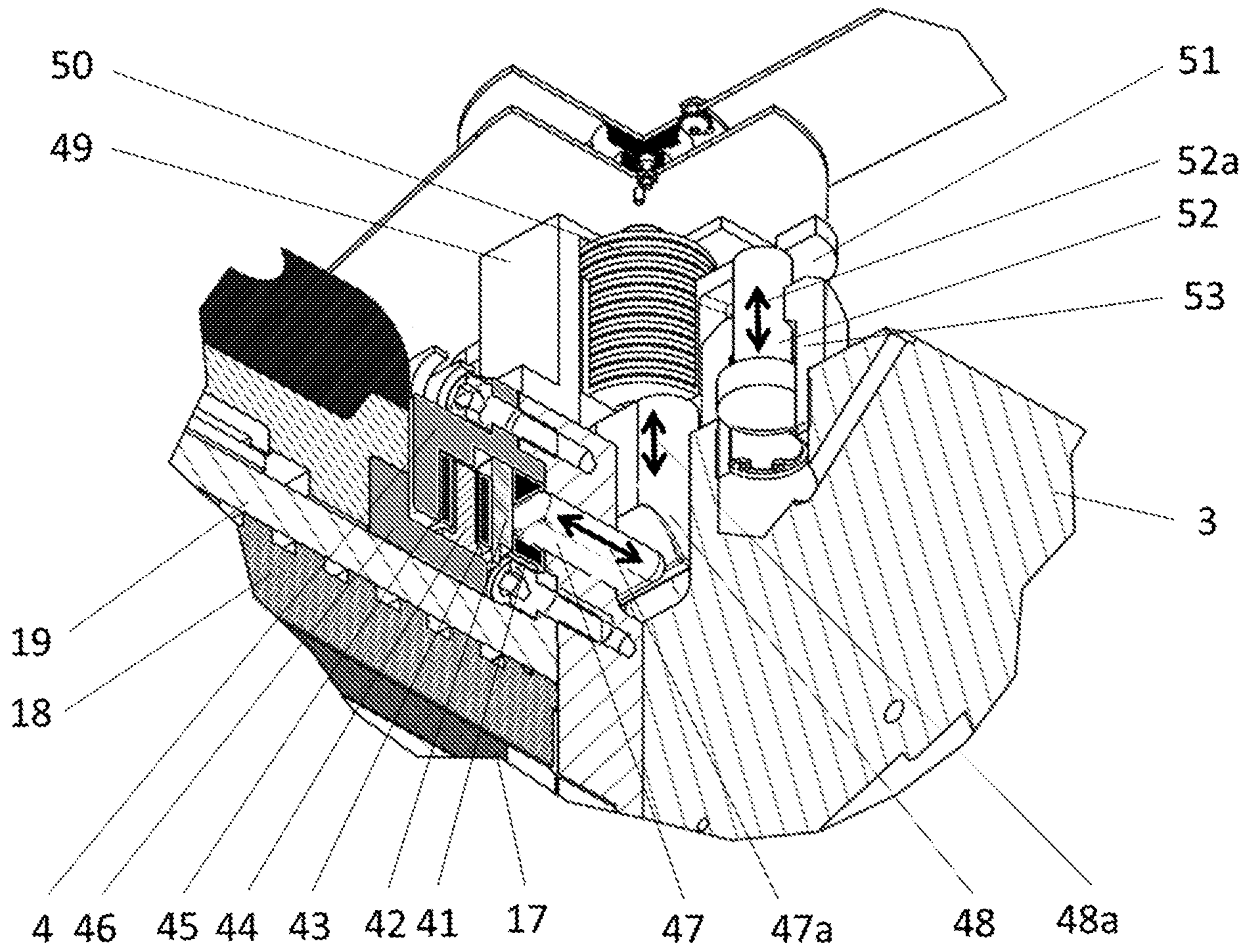


Fig. 7

1. Antriebssystem (1) für Transportvorrichtungen mit zwei individuell elektromagnetisch angetriebenen Antriebsrädern (2, 2a), die auf einer gemeinsamen ersten Achse, der Antriebsräderrehachse (30), fluchtend angeordnet sind, die zu einer zweiten Achse, der Pendelachse (31) im Winkel von 90° angeordnet ist, zu denen eine dritte Achse, die Schwenkachse (32), im Winkel von 90° angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Felge (20) der Antriebsräder (2, 2a) mittels dem Radlager (15) gelagert ist und innerhalb des Radlagers (15) die elektromagnetischen Antriebskomponenten Rotor (17) und Stator (18) angeordnet sind und dass jedes der Antriebsräder (2, 2a) mit einer Bremseinrichtung (4, 4a) gekoppelt ist, dass die Bremseinrichtung (4, 4a) als Scheibenbremse ausgeführt ist, dass die Bremseinrichtung (4, 4a) einen Druckring (42), mit dem Bremsbelag (43), einer Bremsscheibe (44) und einem weiteren Bremsbelag (45) besteht, dass die Bremseinrichtung (4, 4a) mit einem Bremszylinder (41) ausgeführt ist, der aus einem elastischen Material besteht, und einen Hohlraum (40) aufweist, der mit dem Druck eines Bremsmediums beaufschlagbar ist.
2. Antriebssystem (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Radlagers (15) die Felge (20) gegenüber der Statorhülse (19) drehbar gelagert ist und dieses die auf das Antriebsrad (2, 2a) einwirkenden Belastungskräfte aufnimmt.
3. Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Statorhülse (19) mit dem Radträger (3) starr verbunden ist oder mit dem Radträger (3) eine Einheit bildet.
4. Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (17) mit dem Rotorlager (14) gegenüber dem Radträger (3) direkt gelagert ist oder mittels einer zusätzlichen Rotordrehachse (16).
5. Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Drehwinkelmesseinrichtung (13) die

Drehzahl und die Drehrichtung der Antriebsräder (2, 2a) gemessen werden und diese Informationen in einer Steuerung verarbeitet werden.

6. Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Schwenkwinkelmeßeinrichtung (12) die Fahrtrichtung (32b) der Antriebseinheit gemessen und in einer Steuerung verarbeitet wird.
7. Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsräder (2, 2a) jeweils mit einer Bremshülse (46) gekoppelt sind, die das Bremsmoment auf die Antriebsräder (2, 2a) übertragen.
8. Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (4, 4a) für eine kontrollierte Bremsung gesteuert wird, wobei mittels der Drehwinkelmesseinrichtung (13) die Drehbewegung der Antriebsräder (2, 2a) und mittels der Schwenkwinkelmesseinrichtung (12) die Bewegungsrichtung (32b) des Antriebssystems erfasst werden und der Bremszylinder (41) mit einem geregelten Druck des Bremsmediums beaufschlagt wird.
9. Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (4, 4a) über eine zweite Einrichtung, bestehend zumindest aus einer Bremsfeder (50) und einem Bremsstößel (47), verfügt, die bei Stillstand oder bei Systemausfall ein Bremsmoment erzeugt und die Antriebsräder (2, 2a) blockiert.
10. Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (4, 4a) im Fahrbetrieb kein Bremsmoment erzeugt und das Lösen der Bremskraft hydraulisch, pneumatisch oder elektromagnetisch erfolgt.
11. Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsräderdrehachse (30) und die Pendelachse (31) vorzugsweise in einer Ebene liegen.
12. Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsräderdrehachse (30) und die Pendelachse

(31) von der Schwenklagerung (11) im Abstand Y (35) vertikal beabstandet sind und der Abstand zwischen 0 und einem maximalen Wert liegt, der vorzugsweise dem Radius R (36) der Antriebsräder (2, 2a) entspricht.

13. Antriebssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zur Reduzierung stoßartiger Belastungen ein Feder-Dämpfungselement (7) und eine Vertikalführung (8) vorgesehen sind.

2020 05 27

MT