



(10) **DE 20 2011 107 096 U1** 2012.11.29

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2011 107 096.8**

(51) Int Cl.: **H02K 51/00 (2011.01)**

(22) Anmeldetag: **20.10.2011**

(47) Eintragungstag: **04.10.2012**

(43) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **29.11.2012**

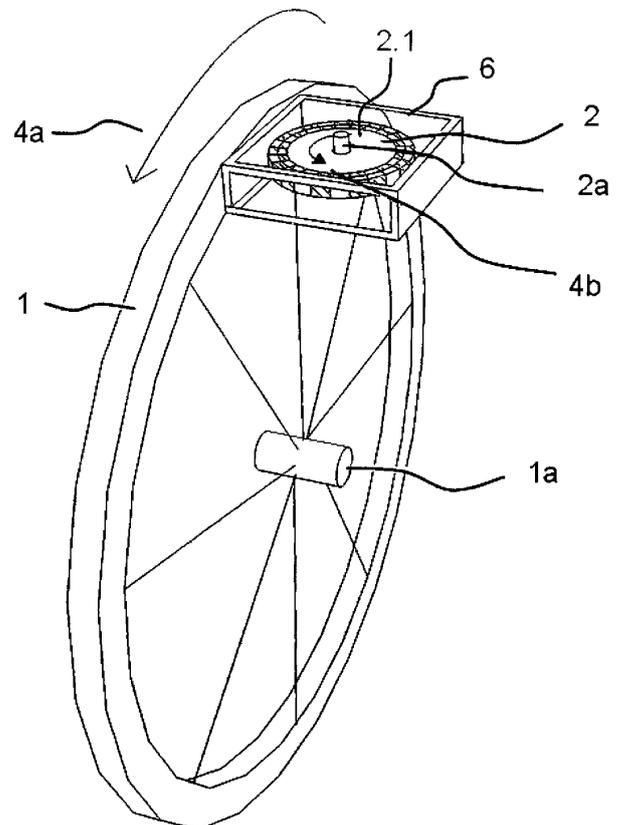
(66) Innere Priorität:
20 2011 102 664.0 01.07.2011

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Strothmann, Dirk, 33829, Borgholzhausen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur berührungslosen Drehmomentübertragung**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur berührungslosen Drehmomentübertragung an einem drehbaren Gegenelement, mit zumindest einem bewegbar gelagerten, wenigstens einen Magneten (3) aufweisenden Rotorelement (2), das durch magnetische Wechselwirkung mit dem Gegenelement (1) bewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorelement (2) und das Gegenelement (1) unterschiedliche Achsenverläufe aufweisen und das Rotorelement (2) in einer Wirkposition zur Erzeugung zumindest eines wirbelstrombasierten Magnetfelds (6a, 6b) in dem eine ununterbrochene Kreisbahn ausbildenden und leitfähigen Gegenelement (1) ausgebildet ist, dergestalt, dass durch kontinuierliche Relativbewegung zwischen Gegenelement (2) und Rotorelement (1) kontinuierlich zueinander gegenläufige Wirbelstromfelder mit zueinander gegenpoligen Magnetfeldern (6a, 6b) im Gegenelement induziert werden und so das Rotorelement (2) unter Ausbildung eines Wirbelstromgetriebes mit dem Gegenelement (1) bewegt wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur berührungslosen Drehmomentübertragung an einem drehbaren Gegenelement, insbesondere Metallrad, mit zumindest einem bewegbar gelagerten, wenigstens einen Magneten (3) aufweisenden Rotorelement (2), das durch magnetische Wechselwirkung mit dem Gegenelement (1) bewegbar ist.

[0002] Es sind magnetische Getriebe bekannt, die mittels auf den Getrieberädern angebrachten Magneten berührungslos miteinander verzahnt und somit bewegbar sind. Diese ermöglichen eine reibungsfreie Drehmomentübertragung mit hohem Wirkungsgrad und sind im Gegensatz zu klassischen Zahnradgetriebeelementen nahezu verschleißfrei. Darüber hinaus werden Wirbelstromkupplungen eingesetzt, um zwei Achsen reibungsfrei zu koppeln, wobei der Unterschied zum Getriebe darin besteht, dass beim Getriebe in der Regel eine Über-/Untersetzung realisiert wird, während bei der Kupplung ein identisches Drehmoment durch Kuppeln zweier Bewegungsachsen zu einer Achse erreicht wird.

[0003] Bei einer Wirbelstromkupplung ist in der Regel nur das antreibende Element mit Magneten besetzt ist während das metallische bzw. stromleitende Gegenelement durch magnetische Mitnahme von wirbelstrombasierten Magnetfeldern abzüglich eines entfernungsabhängigen Schlupfes mitdreht. Da die magnetische Wechselwirkung entlang des kompletten Umfangs der beieinanderliegenden Elementflächen erfolgt, ist bei der Kupplung durch die induzierten Wirbelströme eine nachteilige große Wärmeentwicklung zu verzeichnen.

[0004] Darüber hinaus werden magnetische Getriebe beschrieben (beispielsweise DE 2631354 A1, CN 000201118428 Y), die wie eine Wirbelstromkupplung ein magnetbesetztes Element beinhalten, während das Gegenelement eine Verzahnung aus ferromagnetischem und paramagnetischem Material aufweist, um eine hohe magnetische Wechselwirkung zu erreichen. Diese magnetischen Getriebe können jedoch nicht an einfachen unverzahnten Metallrädern betrieben werden. Insbesondere sind solche magnetischen Getriebe in der Regel auf ein festes Übersetzungsverhältnis zwischen Rotorelement und Gegenelement festgelegt.

[0005] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur berührungslosen nahezu schlupffreien Drehmomentübertragung an einfachen Metallrädern (insbesondere ohne Verzahnungselemente) wie beispielsweise einer Fahrradfelge zu schaffen, die einfach und kostengünstig herstellbar ist und ohne zusätzlich an oder in den Metallrädern zu montierende Magnete oder metallische Ele-

mente nachrüstbar ist und variable Übersetzungen ermöglicht.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch einen Gegenstand gemäß Anspruch 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den auf diese Ansprüche rückbezogenen Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Figurenbeschreibung zu entnehmen.

[0007] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass Rotorelement und Gegenelement unterschiedliche Achsenverläufe aufweisen und das Rotorelement in einer Wirkposition zur Erzeugung zumindest eines wirbelstrombasierten Magnetfelds in dem eine ununterbrochene Kreisbahn ausbildenden und leitfähigen Gegenelement ausgebildet ist, dergestalt, dass durch kontinuierliche Relativbewegung zwischen Gegenelement und Rotorelement kontinuierlich zueinander gegenläufige Wirbelstromfelder mit zueinander gegenpoligen Magnetfeldern im Gegenelement induziert werden und so das Rotorelement unter Ausbildung eines Wirbelstromgetriebes mit dem Gegenelement bewegt wird.

[0008] Bei der Erfindung wird somit nur ein stromleitendes Gegenelement, insbesondere ein Metallrad, als Getrieberad kurzfristig magnetisiert und magnetisch mit einem einen Magneten aufweisenden Rotorelement, umfassend beispielsweise einen Permanent- oder Elektromagneten, magnetisch gekoppelt. Hierbei ist als Wirkposition der Abstand zwischen den beiden dann als Getrieberäder fungierenden Teilen Rotorelement und Gegenelement so gering auszuwählen, dass das Magnetfeld des Magneten des Rotorelements bei Drehbewegungen des Gegenelements ausreichend große Wirbelströme im diesem beispielsweise als Metallrad ausgebildeten Gegenelement induzieren kann.

[0009] Die im Gegenelement induzierten Wirbelströme erzeugen temporäre Magnetfelder, die zur magnetischen Verzahnung von Rotorelement und Gegenelement zur Ausbildung als Wirbelstromgetriebe erforderlich sind. Hierdurch wird jeweils nur eine punktuelle Erwärmung durch induzierte Wirbelströme im Gegenelement bewirkt, die zu einer vernachlässigbaren Aufheizung führen, insbesondere da im weiteren Drehverlauf wieder eine Abkühlung erfolgen kann. Die durch Wirbelströme auftretenden Wärmeverluste werden in Kauf genommen, da die Vorteile der berührungslosen Kraftübertragung mit nur temporär anliegender, jedoch kontinuierlich erfolgender Magnetverzahnung (anstelle einer aufwendigen Magnetnachrüstung) überwiegen. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung arbeitet berührungslos und ist dementsprechend leise.

[0010] Vorzugsweise weist das Rotorelement eine Mehrzahl von Magneten, insbesondere zumindest sechs Magnete auf. Die von mehreren Magneten

erzeugten Magnetfelder des Rotorelements, die mit den wirbelstrombasierten Magnetfeldern des Gegenelements quasi miteinander verzahnen können, sind vorzugsweise in einer Umfangsrichtung um das Rotorelement betrachtet symmetrisch ausgebildet.

[0011] Das Rotorelement kann beispielsweise schwenkbar gelagert sein und gegen die Kraft eines Kraftspeichers bewegbar sein. Vorzugsweise ist das Rotorelement jedoch dreh- oder rotierbar um eine Achse gelagert, wobei die Magnete mit ihrer Nord/Südausrichtung radial zur Drehachse angeordnet sind.

[0012] Die Magnetfeldlinie des Magneten, der am nächsten am Metallrad anliegt, durchdringt in einer Wirkposition das Metallrad, und induziert im Metallrad Wirbelstromfelder. Hierdurch wiederum werden Magnetfelder erzeugt. Das in Metallrad-Drehrichtung vorliegende Magnetfeld übt dann eine magnetische Anziehungskraft auf den Magneten auf, auf den somit in Richtung der Bewegung des Rades eine Kraft ausgeübt wird, was in einer Drehbewegung des Magnetrades resultiert. Für den vorteilhaften Fall, dass die benachbarten Magneten auf dem Rotorelement entgegengesetzte Polaritäten aufweisen, verstärkt sich dieser Effekt noch dadurch, dass auch die Wirbelstrom induzierten Magnetfelder unterschiedlich polarisiert sind. Hierdurch erfolgt noch eine zusätzliche Abstoßung des vorhergehenden Magnetfeldes in Drehrichtung des Metallrades, so dass das Metallrad einerseits als Getrieberad und andererseits das Rotorelement als weiteres Getrieberad zur Ausbildung eines Wirbelstromgetriebes gut miteinander gekoppelt sind.

[0013] Die Drehzahl des Magnetringes ergibt sich aus der Drehzahl des Metallrades und dem Verhältnis des Metallradumfangs zum "virtuellen" Rotorelementumfang, der sich aus dem Abstand der Drehachse zum Metallrad ergibt. Die Drehzahl des Rotorelements ist ggf. noch reduziert in Abhängigkeit eines Schlupfes, der von Magnetfeldstärke, Radabstand und Drehgeschwindigkeit abhängt.

[0014] Die Ausbildung der Wirbelstromfelder ist insbesondere dann verbessert, wenn die Magnete des Rotorelements zumindest teilweise und vorzugsweise außenseitig beabstandet voneinander und regelmäßig entlang des Umfangs eines beispielsweise metallischen Trägerelements verteilt sind.

[0015] Durch die Verringerung des effektiven Umfangs des Rotorelements aufgrund dessen Annäherung an das Metallrad wird dessen Umdrehungszahl entsprechend der veränderten Übersetzungsverhältnisse erhöht, so dass die Übersetzungsverhältnisse stufenlos über die Regulierung des Abstandes zwischen Rotorelement und Metallrad regulierbar sind.

[0016] Eine Verstärkung der Kopplung von Gegenelement und Rotorelement kann generell dadurch erzeugt werden, dass beidseits des Metallrades entsprechende Rotorelemente angeordnet sind. Hierdurch können bei entsprechenden Magneten die im Metallrad induzierten Wirbelströme verstärkt werden, was ebenfalls zu einer verbesserten Kopplung führt. Idealerweise haben beide Rotorelemente parallele Drehachsen und einen identischen Aufbau, insbesondere gleichen Durchmesser, gleiche Magnetgrößen und gleiche Anzahl von Magneten.

[0017] Durch hohe Drehzahlen werden bei den erfindungsgemäßen Gegenständen die induzierten Wirbelströme und resultieren Magnetfelder in dem Rad verstärkt, so dass der Schlupf auch aus diesem Grund mit zunehmender Geschwindigkeit deutlich abnimmt.

[0018] Die vor- und nachbeschriebenen Ausführungsbeispiele stellen eine Verbesserung gegenüber bislang bekannten Vorrichtungen dar, da sie eine berührungslose (somit geräuschlose), wetterunabhängige, reibungsarme (und somit energieeffiziente) Drehmomentübertragung an einem einfachen Metallrad ohne zusätzlich anzubringende Zusatzkomponenten oder Verzahnungselemente gewährleisten. Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind der nachfolgenden Figurenbeschreibung zu entnehmen. In den schematischen Abbildungen der Figuren zeigt:

[0019] [Fig. 1](#) eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer Teilansicht,

[0020] [Fig. 2](#) eine Detailansicht des Gegenstands nach [Fig. 1](#),

[0021] [Fig. 3](#) einen weiteren erfindungsgemäßen Gegenstand in einer Teilansicht,

[0022] [Fig. 4](#) eine Veranschaulichung des zugrunde liegenden Erfindungsgedankens,

[0023] [Fig. 5](#) eine weitere erfindungsgemäße Vorrichtung,

[0024] [Fig. 6](#) einen Teil einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0025] Gleich oder ähnlich wirkende Teile sind – sofern dienlich – mit identischen Bezugsziffern versehen. Einzelne technische Merkmale der nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele können auch mit den Merkmalen der vorbeschriebenen Ausführungsbeispiele zu erfindungsgemäßen Weiterbildungen führen.

[0026] Die erfindungsgemäße Vorrichtung nach [Fig. 1](#) weist ein Gegenelement **1** auf, welches mit

einem drehbar gelagerten Rotorelement **2** koppelt. Hierfür ist das Gegenelement **1** als Radfelge ausgebildet mit einer seitlichen Fläche **1.1**, die eine ununterbrochene Kreisbahn ausbildet. Die Felge **1** ist leitfähig ausgebildet, beispielsweise aus Aluminium.

[0027] Das Rotorelement **2** weist einen Träger **2.1** auf, auf dem umfangsseitig eine Vielzahl von nachfolgend noch näher beschriebenen Magneten angeordnet ist. Der Träger **2** ist mit den Magneten auf einer Achse **2a** drehbar gelagert. Eine Drehbewegung in Richtung **4a** des Gegenelements/der Felge **1** bewirkt eine gleichgerichtete Drehbewegung des mit Magneten besetzten Rotorelements **2** in Richtung **4b**. Das Rotorelement **2** dieses nun als Wirbelstrommagnetgetriebe wirkenden Gegenstands ist in einem Gehäuse/einer Box **6** vollständig nach außen beispielsweise gegen Witterungseinflüsse gekapselt. Keine empfindlichen, beweglichen Teile stehen im direkten Kontakt mit der Umgebung. Die Drehachse, die innerhalb der Achse **2a** verläuft, steht senkrecht auf einer Geraden durch die Felgenachse **1a**.

[0028] Das Rotorelement **2** befindet sich in einer Wirkposition zur Erzeugung einer Mehrzahl von wirbelstrombasierten Magnetfeldern in dem Gegenelement **1**.

[0029] **Fig. 2** ist eine Teilansicht des Gegenstands nach **Fig. 1**, wobei die Box **6** weggelassen wurde. Das Rotorelement **2** ist von der Seitenfläche **1.1** des Gegenelements **1** über einen kleinen Spalt **3.1** getrennt. Nordpole **2b** (nicht schraffiert) und Südpole **2c** (schraffiert) der Magneten **3** des Rotorelements wechseln sich ab, so dass eine Drehbewegung **4a** des magnetlosen Laufrades/des Gegenelements eine gleichgerichtete Drehbewegung in Richtung **4b** des Rotorelements **2** bewirkt. Der Pfeil **5** zeigt die Richtung der Magnetfeldlinien ausgehend von dem Magneten **3** an, der in der dichtesten Näherungsposition zur Seitenfläche **1.1** des Metallrades **1** ist.

[0030] Im Ausführungsbeispiel nach **Fig. 3** ist eine gerade Anzahl von Magneten **3** in Umfangsrichtung und des Trägerelements **2.1** beabstandet voneinander angeordnet.

[0031] Durch die zwischen den nebeneinander befindlichen Magneten angeordneten Lacken ist ein auf die Seitenfläche **1.1** des Metallrades wirkendes Magnetfeld ungestörter ausbildbar.

[0032] In der Prinzipskizze nach **Fig. 4** ist das Gegenelement liegend dargestellt. Das Metallrad bewegt sich in Richtung **V1**. Das Rotorelement **2** ist mit Permanentmagneten **3** mit abwechselnden Polaritäten besetzt und verläuft über einen Luftspalt tangential an der Seite **1.1**. Die Magnetfeldlinien **4a** und **4b** des Magneten, der am nächsten an dem Gegenelement **1** anliegt, durchdringen dieses und induzie-

ren gegensätzlich verlaufende Wirbelstromfelder **5a** und **5b** mit resultierenden Magnetfeldern **6a** und **6b**. Das in Metallrad-Drehrichtung vorne liegende Magnetfeld **6a** übt eine magnetisch anziehende Wirkung und das in Drehrichtung hintere Magnetfeld **6b** eine magnetisch abstoßende Wirkung auf den Magneten **3** aus, auf den somit in Richtung **V3** eine Kraft ausgeübt wird. Dies resultiert in einer Drehbewegung in Richtung **V2** des Rotorelements **2**. Diese wird noch dadurch verstärkt, dass die benachbarten Magneten entgegengesetzte Polaritäten aufweisen und ebenfalls entsprechend in Drehrichtung abgestoßen bzw. angezogen werden.

[0033] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit zwei in magnetischer Wechselwirkung stehenden Rotorelementen **2** und **2.5** ist **Fig. 5** zu entnehmen. Es erfolgt ein Zusammenschluss der beiden Magnetfelder der Rotorelemente, so dass das in der Mitte verlaufende Gegenelement sich in einem verstärkten Magnetfeld befindet und ein größerer Abstand zum Gegenelement möglich ist.

[0034] Ein optimiertes Rotorelement ist teilweise der **Fig. 6** zu entnehmen. Ein im Schnitt sechskantförmiges Trägerelement **2.1** weist auf seinen sechs Umfangsflächen insgesamt sechs flach ausgebildete Magnete **3** auf. Am äußersten Umfangsbereich sind die Magnete beabstandet voneinander, so dass die magnetischen Feldlinien sich einigermaßen ungestört ausbreiten können.

[0035] Ein größere Übersetzung ist durch einen geringeren Abstand zwischen Rotorelement und Gegenelement stufenlos einstellbar. Je kleiner das Rotorelement ist, desto größer ist der Beschleunigungseffekt bei einer Abstandsänderung um einen bestimmten Wert. Zum Beispiel bewirkt eine Verringerung des Abstands von 5 mm auf 1 mm bei einem Rotorelement mit 4 mm Radius eine Verringerung des effektiven Rotorelement-Radius von 9 mm auf 5 mm und damit eine Verringerung des Umfangs von rund 56 mm auf ca. 31 mm. Hiermit geht fast eine Verdopplung der Umdrehungszahl einher. Bei einem Rotorelement mit einem Radius von 15 mm verringert sich hingegen bei einer Verringerung des Felgenabstands von 5 mm auf 1 mm der effektive Radius von 20 mm auf 16 mm. Die prozentuale Änderung fällt somit deutlich niedriger aus und es wird ein geringerer Unterschied der Übersetzungsverhältnisse erreicht.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 2631354 A1 [0004]
- CN 000201118428 Y [0004]

Schutzansprüche

1. Vorrichtung zur berührungslosen Drehmomentübertragung an einem drehbaren Gegenelement, mit zumindest einem bewegbar gelagerten, wenigstens einen Magneten (3) aufweisenden Rotorelement (2), das durch magnetische Wechselwirkung mit dem Gegenelement (1) bewegbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rotorelement (2) und das Gegenelement (1) unterschiedliche Achsenverläufe aufweisen und das Rotorelement (2) in einer Wirkposition zur Erzeugung zumindest eines wirbelstrombasierten Magnetfelds (6a, 6b) in dem eine ununterbrochene Kreisbahn ausbildenden und leitfähigen Gegenelement (1) ausgebildet ist, dergestalt, dass durch kontinuierliche Relativbewegung zwischen Gegenelement (2) und Rotorelement (1) kontinuierlich zueinander gegenläufige Wirbelstromfelder mit zueinander gegenpoligen Magnetfeldern (6a, 6b) im Gegenelement induziert werden und so das Rotorelement (2) unter Ausbildung eines Wirbelstromgetriebes mit dem Gegenelement (1) bewegt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Gegenelement (1) eine insbesondere im Wesentlichen aus Aluminium, Stahl oder einem leitfähigen Kunststoffmaterial bestehende Felge eines Fahrzeugreifens, insbesondere Fahrradreifens verwendbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorelement (1) eine Mehrzahl von Magneten (3), insbesondere zumindest 6 Magnete aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Magneten (3) entlang eines Umfangs des Rotorelements (1) mit abwechselnden Polaritäten angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche mit einem Rotorelement mit einer Mehrzahl von Magneten (3), dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorelement (1) rotierbar gelagert und die Magnete (3) mit ihrer Nord-Süd-Ausrichtung radial zur Drehachse angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnete (3) beabstandet voneinander und insbesondere regelmäßig entlang des Umfangs eines Trägerelements (2.1) verteilt sind.

7. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Trageinheit, durch die der Abstand des Rotorelements (2) zum Gegenelement (1) variierbar ist, wodurch die Übersetzungsverhältnisse regulierbar sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorele-

ment (2) gemeinsam mit weiteren Elementen separat vom Gegenelement in einem Gehäuse (6) gekapselt ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei erfindungsgemäße Rotorelemente (2, 2.5) an gegenüberliegenden Seiten des Gegenelements in einer sich wechselseitig verstärkenden magnetischen Wirkposition angebracht sind.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

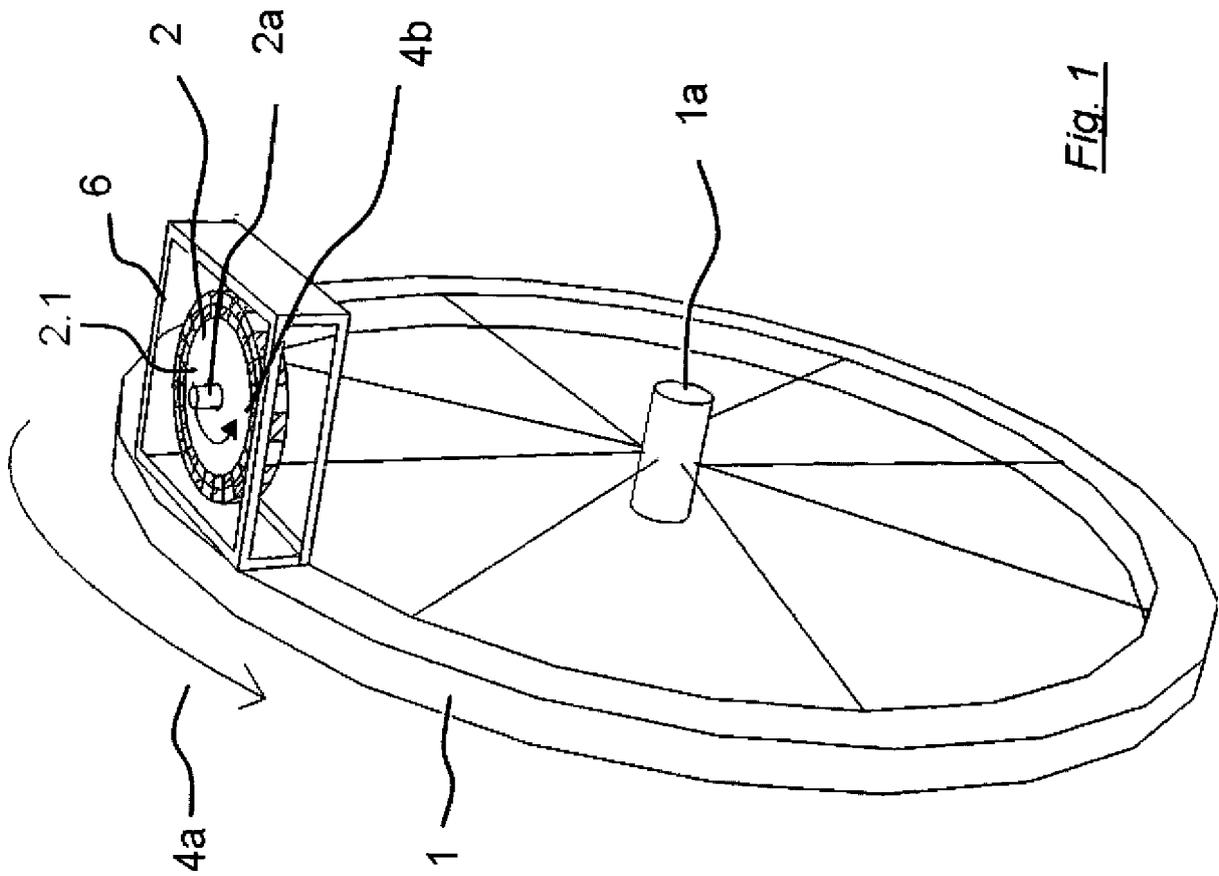


Fig. 1

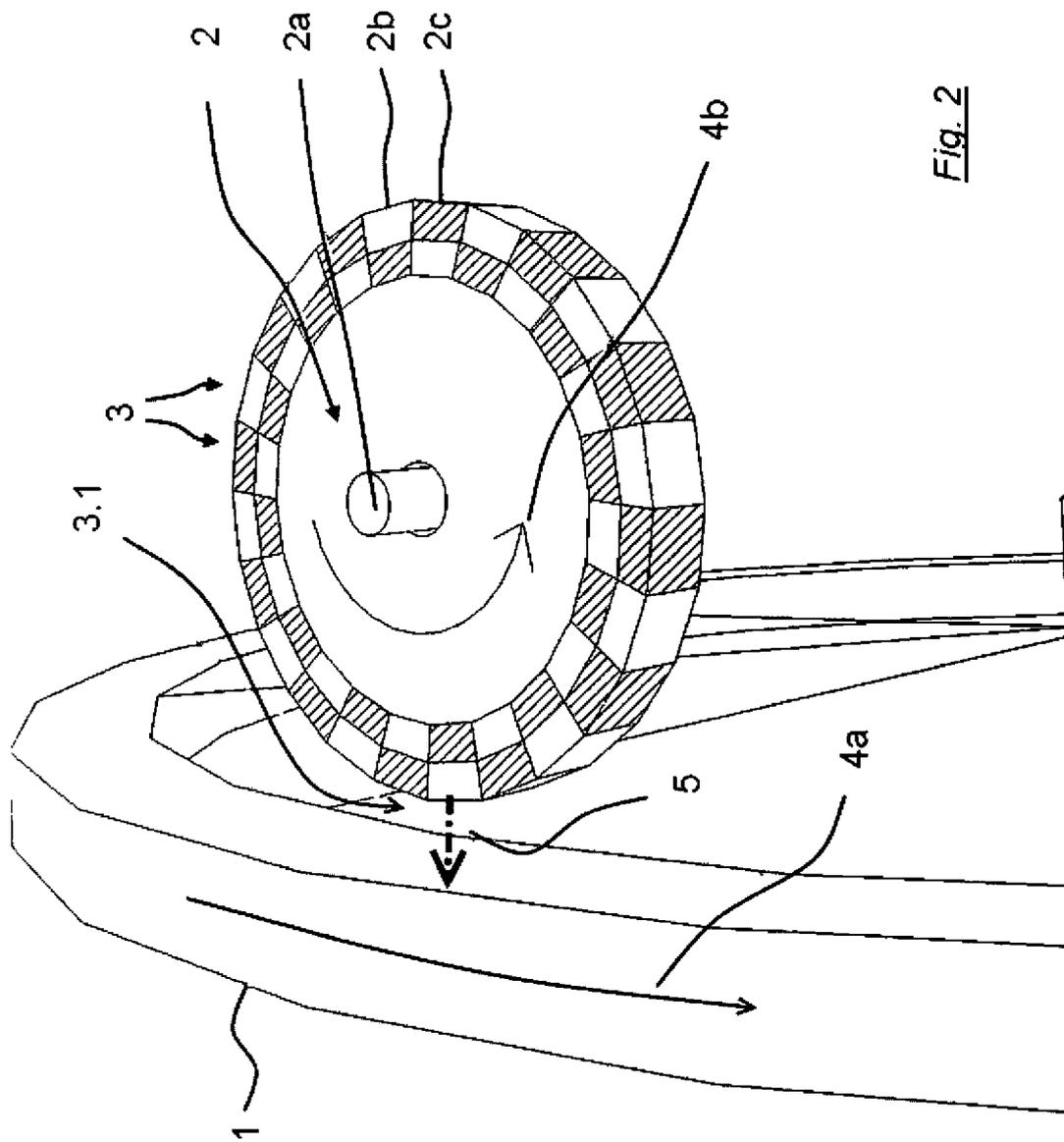
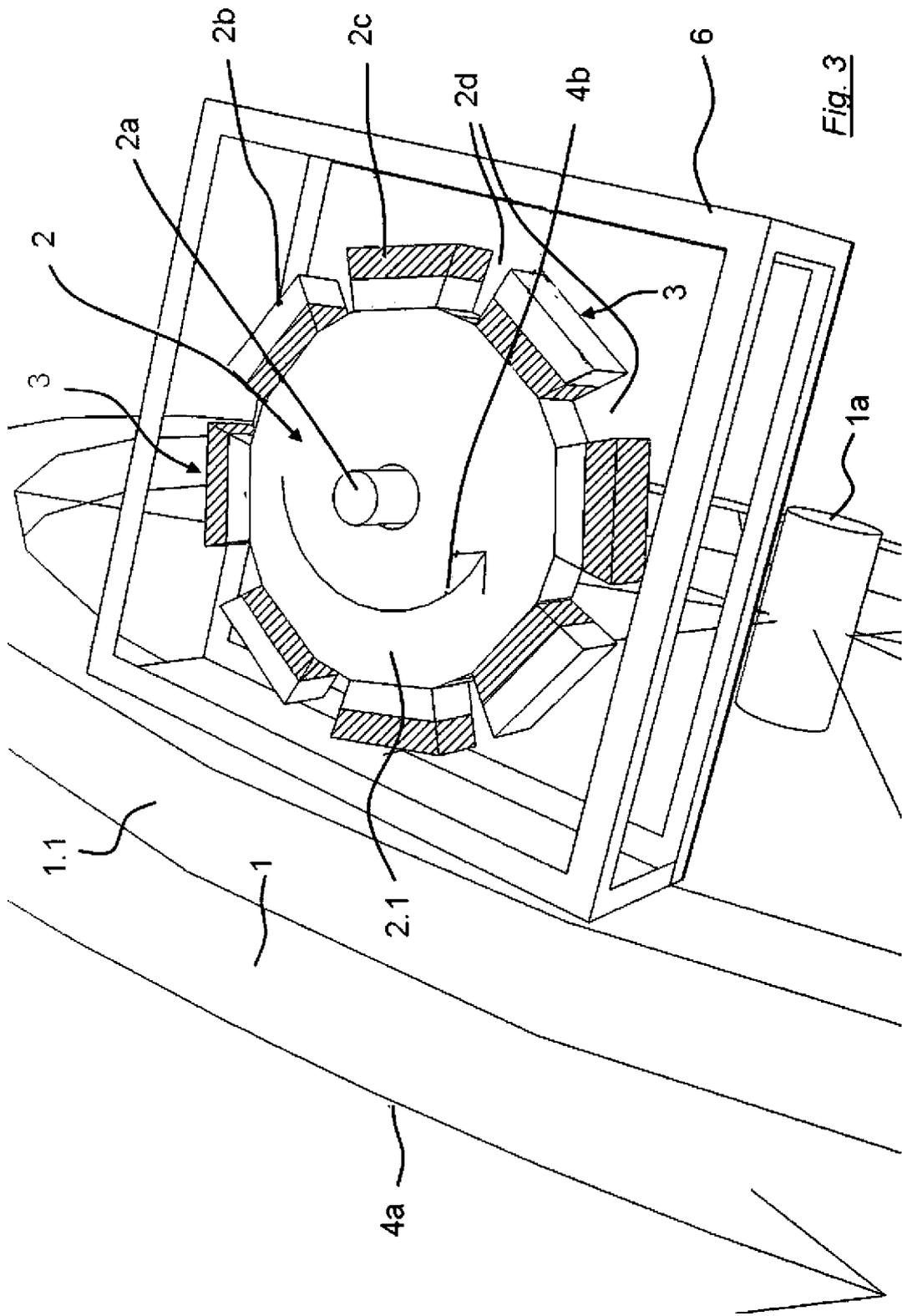


Fig. 2



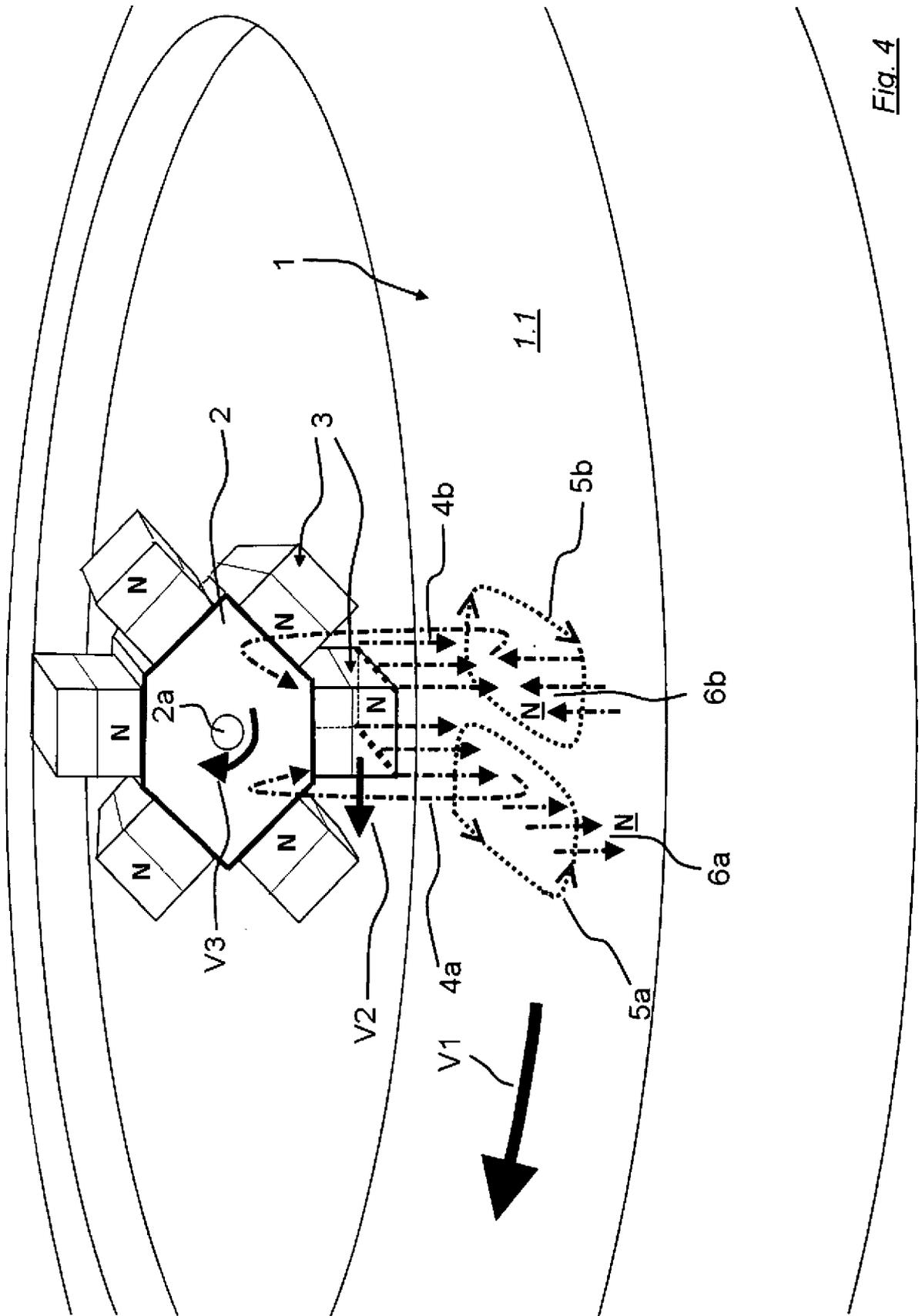


Fig. 4

