



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

705 654 A2

(51) Int. Cl.: **F16H** 31/00 (2006.01)
F16D 27/12 (2006.01)
F16D 37/02 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 02067/12

(22) Anmeldedatum: 22.10.2012

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.04.2013

(30) Priorität: 24.10.2011
DE 102011116783.1

(71) Anmelder:
Maxon Motor AG, Brünigstrasse 220
6072 Sachseln (CH)

(72) Erfinder:
Raniero Pittini, 6052 Hergiswil (CH)
Max Erick Busse-Grawitz, 6055 Alpnach Dorf (CH)

(74) Vertreter:
BOVARD AG, Patent- und Markenanwälte
Optingenstrasse 16
3000 Bern 25 (CH)

(54) **Kraftübertragungseinheit mit zwei magnetorheologischen Kupplungen für einen elektromotorisch betriebenen Antrieb.**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kraftübertragungseinheit (1) für einen elektromotorisch betriebenen Antrieb, wobei die Kraftübertragungseinheit (1) eine erste Eingangswelle (2) und eine zweite Eingangswelle (3) umfasst. Erste und zweite Eingangswelle sind gemeinsam gegenläufig von einer Motorwelle (4) antreibbar. Die Kraftübertragungseinheit umfasst ferner eine Abtriebswelle (5), die je nach gewünschter Drehrichtung der Abtriebswelle (5) mit der ersten oder der zweiten Eingangswelle koppelbar ist. Erfindungsgemäss ist vorgesehen, dass die Abtriebswelle (5) mit einer ersten Ausgangswelle (6) und mit einer zweiten Ausgangswelle (7) in Eingriff steht, wobei die erste Ausgangswelle (6) über eine erste magnetorheologische Kupplung (8) zwischen erster Eingangswelle (2), und erster Ausgangswelle (6) direkt mit der ersten Eingangswelle (2) und die zweite Ausgangswelle (7) über eine zweite magnetorheologische Kupplung (9) zwischen zweiter Eingangswelle (3) und zweiter Ausgangswelle (7) direkt mit der zweiten Eingangswelle (3) koppelbar ist.

Die Erfindung betrifft ferner eine magnetorheologische Kupplung mit einer mitdrehenden Spule zur Erzeugung des erforderlichen Magnetfelds. Erfindungsgemäss ist hier vorgesehen, dass die Stromversorgung der Spule mittels drahtloser Energieübertragung zwischen einem mit einem feststehenden Gehäuse verbundenen Sender und einem mit der Spule mitdrehenden Empfänger realisiert ist.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kraftübertragungseinheit für einen elektromotorisch betriebenen Antrieb nach dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1. Eine derartige Kraftübertragungseinheit umfasst eine erste Eingangswelle und eine zweite Eingangswelle, wobei erste und zweite Eingangswelle gemeinsam gegenläufig von einer Motorwelle antreibbar sind. Ferner umfasst die Kraftübertragungseinheit eine Abtriebswelle, die je nach gewünschter Drehrichtung der Abtriebswelle mit der ersten oder mit der zweiten Eingangswelle koppelbar ist.

[0002] Derartige Kraftübertragungseinheiten für elektromotorische Antriebe sind aus dem Stand der Technik bekannt. Sie werden vorrangig eingesetzt, um Antriebe mit hohem Drehmoment bereitzustellen, wobei die Abtriebswelle äusserst schnell beschleunigt bzw. gebremst oder gar ein schneller Drehrichtungswechsel der Abtriebswelle erreicht werden kann. Elektromotorische Antriebe mit einer gattungsgemässen Kraftübertragungseinheit werden beispielsweise in der Robotik eingesetzt.

[0003] Eine Kraftübertragungseinheit der eingangs genannten Art ist beispielsweise aus WO 2009/117 827 A1 bekannt. Die Kraftübertragungseinheit ist dort mittels zweier Planetendifferentiale sowie zweier magnetorheologischer Bremsen realisiert. Durch eine kontinuierlich drehende Motorwelle werden zunächst zwei Eingangswellen der Kraftübertragungseinheit über ein Getriebe in gegenläufige Drehung versetzt. Die beiden Eingangswellen drehen sich dabei gleich schnell. Die erste Eingangswelle umfasst das Sonnenrad eines ersten Planetendifferentials, die zweite Eingangswelle das Sonnenrad des zweiten Planetendifferentials der Kraftübertragungseinheit. Beide Planetendifferentiale teilen sich einen gemeinsamen Planetenträger, wobei sich die in dem Planetenträger gelagerten Planetenräder des ersten Planetendifferentials unabhängig von den Planetenrädern des zweiten Planetendifferentials drehen können. Der gemeinsame Planetenträger der beiden Planetendifferentiale bildet zugleich die Abtriebswelle der Kraftübertragungseinheit. Jedes Planetendifferential umfasst ferner noch ein Hohlräder, wobei sich die beiden Hohlräder unabhängig voneinander drehen können. Im Leerlauf des Antriebs steht der Planetenträger still, wobei sich die beiden Hohlräder mit gleicher Umdrehungsgeschwindigkeit in gegenläufiger Richtung drehen. Wird nun eines der beiden Hohlräder festgehalten, so wird der Planetenträger und damit die Abtriebswelle der Kraftübertragungseinheit in Drehung versetzt. Die Abtriebswelle ist damit indirekt über das jeweilige Planetendifferential mit einer der beiden Eingangswellen der Kraftübertragungseinheit gekoppelt. Um die Hohlräder der beiden Planetendifferentiale festhalten zu können, sind zwei magnetorheologische Bremsen vorgesehen. Jede Bremse umfasst zwei ineinander greifende Lamellenstrukturen, wobei eine davon jeweils mit einem der beiden Hohlräder und die andere mit einem feststehenden Gehäuse der Kraftübertragungseinheit verbunden ist. Mittels der beiden magnetorheologischen Bremsen können die beiden Hohlräder abwechselnd oder auch gleichzeitig dosiert abgebremst bzw. gehalten werden. Dadurch wird es möglich, die Abtriebswelle der Kraftübertragungseinheit sehr schnell zu beschleunigen oder abzubremesen oder gar einen Drehrichtungswechsel der Abtriebswelle herbeizuführen.

[0004] Insbesondere durch die koaxiale Anordnung der beiden gegenläufig drehenden und ineinander gesteckten Eingangswellen der Kraftübertragungseinheit und aufgrund der beiden erforderlichen Planetendifferentiale ist der Aufbau der aus WO 2009/117 827 A1 bekannten Kraftübertragungseinheit relativ komplex, was eine aufwendige und daher teure Fertigung der Kraftübertragungseinheit nach sich zieht.

[0005] Aus DE 3 128 959 A1 ist ebenfalls eine Kraftübertragungseinheit der eingangs genannten Art bekannt, bei der die Drehmomentübertragung von den beiden Eingangswellen auf die Abtriebswelle wahlweise über zwei elektorheologische Kupplungen stattfindet. Die Drehmomentübertragung ist zudem über die Strombeaufschlagung der beiden Kupplungen steuerbar. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die aus DE 3 128 959 A1 bekannte Kraftübertragungseinheit für manche Anwendungen nicht geeignet ist. In manchen Fällen kommt es zu Problemen hinsichtlich Lebensdauer, Kraftübertragung, Steuerung und Kosten.

[0006] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine alternative Kraftübertragungseinheit der eingangs genannten Art bereit zu stellen, die einfach im Aufbau und günstig in der Fertigung ist. Die Kraftübertragungseinheit soll zudem langlebig, leicht steuerbar und günstig im laufenden Betrieb sein. Zudem sollen hohe Drehmomente übertragbar sein.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1. Demnach liegt dann eine erfindungsgemässe Lösung der Aufgabe vor, wenn die Abtriebswelle mit einer ersten Ausgangswelle und mit einer zweiten Ausgangswelle in Eingriff steht, wobei die erste Ausgangswelle über eine erste magnetorheologische Kupplung zwischen erster Eingangswelle und erster Ausgangswelle direkt mit der ersten Eingangswelle, und die zweite Ausgangswelle über eine zweite magnetorheologische Kupplung zwischen zweiter Eingangswelle und zweiter Ausgangswelle direkt mit der zweiten Eingangswelle koppelbar ist. Anstatt magnetorheologischer Bremsen, kommen bei der Erfindung demnach magnetorheologische Kupplungen zum Einsatz. Von der sich kontinuierlich drehenden Motorwelle zweigen sozusagen zwei Antriebsstränge ab, die mittels der beiden magnetorheologischen Kupplungen alternativ mit der Abtriebswelle der Kraftübertragungseinheit in mitnehmenden Eingriff gebracht werden können. Jeder Antriebsstrang umfasst eine Eingangswelle und eine Ausgangswelle, die jeweils mittels einer magnetorheologischen Kupplung drehfest miteinander gekoppelt werden können. Grundsätzlich gestattet auch die Erfindung einen komplexen Aufbau der Kraftübertragungseinheit, beispielsweise durch koaxiale Anordnung der beiden Antriebsstränge. So könnten beispielsweise erste Eingangswelle und erste Ausgangswelle als Hohlwellen ausgeführt sein, innerhalb derer die zweite Eingangswelle und die zweite Ausgangswelle drehbar angeordnet sind. Dies würde einen ähnlich kompakten Aufbau wie bei der aus WO 2009/117 827 A1 bekannten Kraftübertragungseinheit erlauben. Die Erfindung erlaubt jedoch auch einen weitaus einfacheren Aufbau der Kraftüber-

tragungseinheit, da die beiden Antriebsstränge nicht coaxial zueinander angeordnet sein müssen und ohne Differential ausführbar sind. Die erfindungsgemässe Kraftübertragungseinheit lässt sich daher weitaus einfacher und günstiger fertigen. Die erfindungsgemässe Kraftübertragungseinheit ist zudem langlebig, lässt sich leicht steuern und ermöglicht die Übertragung sehr hoher Drehmomente. Auch ist sie relativ günstig im laufenden Betrieb. Es wird darauf hingewiesen, dass die beiden Eingangswellen anstatt von einem gemeinsamen Motor auch gegenläufig durch zwei separate Elektromotoren angetrieben werden können.

[0008] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Ein besonders einfacher Aufbau der erfindungsgemässen Kraftübertragungseinheit ergibt sich, wenn erste Eingangswelle und zweite Eingangswelle parallel zueinander angeordnet sind, wobei die erste Ausgangswelle coaxial zur ersten Eingangswelle, und die zweite Ausgangswelle coaxial zur zweiten Eingangswelle angeordnet sind. Jeder der beiden Antriebsstränge bestehend aus Eingangswelle und Ausgangswelle, verläuft somit gerade, was eine einfache Ausführung der magnetorheologischen Kupplung zwischen Eingangswelle und Ausgangswelle bedeutet.

[0010] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Eingriff der Abtriebswelle mit erster sowie zweiter Ausgangswelle über Zahnräder realisiert, wobei ein Zahnrad der Abtriebswelle nach Art eines Stirnradgetriebes gleichzeitig mit einem Zahnrad der ersten Ausgangswelle und mit einem Zahnrad der zweiten Ausgangswelle kämmt. Die angesprochenen Zahnräder sind dabei jeweils fest mit den jeweiligen Wellen verbunden. Diese Ausführungsform erlaubt einen äusserst kostengünstigen und einfach zu realisierenden Eingriff der Abtriebswelle mit erster und zweiter Ausgangswelle.

[0011] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kämmt ein Zahnrad der ersten Eingangswelle nach Art eines Stirnradgetriebes mit einem Zahnrad der zweiten Eingangswelle, so dass sich erste Eingangswelle und zweite Eingangswelle gegenläufig drehen. Auch hier sind wieder die angesprochenen Zahnräder fest mit den jeweiligen Wellen verbunden. Die gegenläufige Drehrichtung der beiden Eingangswellen lässt sich somit auf einfache Weise realisieren.

[0012] Der Antrieb der beiden Eingangswellen wird dabei vorzugsweise dadurch realisiert, dass ein Zahnrad der Motorwelle entweder mit dem Zahnrad der ersten Eingangswelle oder mit dem Zahnrad der zweiten Eingangswelle in mitnehmendem Eingriff steht. Somit kann beispielsweise der Motor zum Antrieb der Kraftübertragungseinheit neben den beiden Antriebssträngen der Kraftübertragungseinheit angeordnet sein. Dies ermöglicht eine kompakte Bauweise des gesamten elektromotorisch betriebenen Antriebs in axialer Richtung. Alternativ dazu kann eine der beiden Eingangswellen auch direkt durch den Motor angetrieben werden. Die Motorwelle ist dabei direkt mit einer der beiden Eingangswellen verbunden.

[0013] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist über verschiedene Zahnkranzdurchmesser der in Eingriff befindlichen Zahnräder ein Übersetzungsgetriebe oder ein Untersetzungsgetriebe zwischen Motorwelle und Abtriebswelle realisiert. Dadurch können beispielsweise auch mit geringen Motorleistungen hohe Drehmomente erzeugt oder eine gewünschte Drehgeschwindigkeit der Abtriebswelle der Kraftübertragungseinheit eingestellt werden.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfassen erste und zweite magnetorheologische Kupplung je eine mitdrehende Spule zur Erzeugung des erforderlichen Magnetfelds, wobei die Stromversorgung der Spule mittels Schleifkontaktierung zwischen einem feststehenden Gehäuse und derjenigen Welle, mit der die Spule mitdreht, realisiert ist. Um die magnetorheologische Kupplung zu schliessen, muss ein magnetisches Feld aufgebaut werden, wozu man sich üblicherweise einer Spule bedient. Die Spule dreht üblicherweise mit der Antriebswelle, im vorliegenden Fall also mit einer der Eingangswellen mit, sie kann jedoch auch mit der angetriebenen Welle, im vorliegenden Fall also mit einer der beiden Ausgangswellen, mitdrehen. Damit die Spule mit Strom versorgt werden kann, muss eine Stromübertragung vom feststehenden Gehäuse der Kraftübertragungseinheit zu derjenigen Welle erfolgen, auf der sich die Spule zur Erzeugung des Magnetfelds befindet. Einfach und kostengünstig lässt sich dies durch eine Schleifkontaktierung realisieren, wie sie beispielsweise auch bei bürstenbehafteten Elektromotoren zum Einsatz kommt.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfassen erste und zweite magnetorheologische Kupplung je eine feststehende Spule zur Erzeugung des erforderlichen Magnetfelds. Dies hat den Vorteil, dass keine Stromübertragung zwischen feststehendem Gehäuse und drehender Welle stattfinden muss. Diese Ausführungsform ist besonders kostengünstig.

[0016] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die Kraftübertragungseinheit ferner einen hochauflösenden Istwertgeber, insbesondere einen Drehgeber und/oder Tachometer und/oder Beschleunigungsmesser, mittels dessen die Position der Abtriebswelle erfasst wird. So kann die Abtriebswelle positionsgesteuert werden.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist zur Strombeaufschlagung der Spulen der magnetorheologischen Kupplungen eine Stromregelung vorgesehen. Dadurch kann das an der Abtriebswelle anliegende Drehmoment in Abhängigkeit des eingestellten Stroms gesteuert werden. Auch werden hierdurch schnellere Reaktionszeiten der Kupplungen erreicht.

[0018] Die Erfindung betrifft ferner eine magnetorheologische Kupplung zwischen zwei Wellen, wobei die magnetorheologische Kupplung eine Spule zur Erzeugung des erforderlichen Magnetfelds umfasst, die drehfest auf einer der beiden

Wellen angeordnet ist. Die bereits oben angesprochene Schleifkontaktierung zur Stromversorgung der Spule ist beispielsweise aus WO 2004/018 889 A1 bekannt.

[0019] Eine Schleifkontaktierung bedeutet jedoch immer eine negative Beeinflussung des Wirkungsgrades des Gesamtsystems, da durch die Schleifkontaktierung Reibungsverluste entstehen. Ferner bedingt jede Art der Schleifkontaktierung einen gewissen Verschleiss, wodurch die Lebensdauer der magnetorheologischen Kupplung begrenzt ist oder eine regelmässige Wartung bzw. ein regelmässiger Austausch der Bürsten erfolgen müssen.

[0020] Es ist daher auch Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine magnetorheologische Kupplung der oben genannten Art bereitzustellen, die wenig gewartet werden muss und eine höhere Lebensdauer aufweist. Zudem sollen möglichst geringe Reibungsverluste zwischen drehender Welle und feststehendem Gehäuse auftreten.

[0021] Erfindungsgemäss wird dies dadurch gelöst, dass die Stromversorgung der Spule mittels drahtloser Energieübertragung zwischen einem mit einem fest stehenden Gehäuse verbundenen Sender und einem mit der Spule mitdrehenden Empfänger realisiert ist. Durch die erfindungsgemässe magnetorheologische Kupplung werden die oben genannten gewünschten Vorteile erzielt. Die Schleifkontaktierung entfällt, wodurch Reibungsverluste zwischen den drehenden Wellen und dem feststehenden Gehäuse lediglich noch durch die Lagerung der Wellen bedingt sind. Zumindest die Energieübertragung zwischen Gehäuse und drehender Welle ist wartungsfrei.

[0022] Die erfindungsgemässe magnetorheologische Kupplung kann vorzugsweise in der erfindungsgemässen Kraftübertragungseinheit für einen elektromotorisch betriebenen Antrieb zum Einsatz kommen.

[0023] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die drahtlose Energieübertragung mittels induktiver Energieübertragung realisiert. Dies erfordert den Einsatz von magnetischen Wechselfeldern. Damit dabei nicht das Magnetfeld der Spule zum Schliessen der magnetorheologischen Kupplung beeinflusst wird, sind Sender und Empfänger zur induktiven Energieübertragung vorzugsweise axial beabstandet von der Spule der magnetorheologischen Kupplung angeordnet.

[0024] Alternativ dazu kann die drahtlose Energieübertragung auch mittels elektromagnetischer Wellen realisiert sein.

[0025] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Schrägansicht einer erfindungsgemässen Kraftübertragungseinheit mit Motor,
- Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine magnetorheologische Kupplung, die in der erfindungsgemässen Kraftübertragungseinheit gem. Fig. 1 zum Einsatz kommt,
- Fig. 3 eine alternative erfindungsgemässe Ausführung einer magnetorheologischen Kupplung im Längsschnitt, und
- Fig. 4 eine weitere alternative Ausführung einer magnetorheologischen Kupplung im Längsschnitt.

[0026] Für die folgenden Ausführungen gilt, dass gleiche Teile durch gleiche Bezugszeichen bezeichnet sind. Sofern in einer Figur Bezugszeichen enthalten sind, auf die in der zugehörigen Figurenbeschreibung nicht explizit eingegangen wird, so wird auf vorangehende Figurenbeschreibungen Bezug genommen.

[0027] Fig. 1 zeigt den schematischen Aufbau einer erfindungsgemässen Kraftübertragungseinheit 1 für einen elektromotorisch betriebenen Antrieb. Ebenfalls dargestellt ist der Elektromotor 10 dieses Antriebs. Die erfindungsgemässe Kraftübertragungseinheit 1 besteht im Wesentlichen aus zwei Antriebssträngen, die jeweils eine Eingangswelle sowie eine Ausgangswelle umfassen, wobei Eingangswelle und Ausgangswelle mittels einer magnetorheologischen Kupplung miteinander gekoppelt werden können. Der erste Antriebsstrang besteht aus der ersten Eingangswelle 2, der ersten magnetorheologischen Kupplung 8 und der ersten Ausgangswelle 6. Der zweite Strang umfasst die zweite Eingangswelle 3, die zweite magnetorheologische Kupplung 9 sowie die zweite Ausgangswelle 7. Die beiden Antriebsstränge sind parallel zueinander und voneinander beabstandet angeordnet. Ein fest mit der ersten Eingangswelle 2 verbundenes Zahnrad 14 kämmt mit einem ebenfalls fest mit der zweiten Eingangswelle verbundenen Zahnrad 15. Zwischen erster Eingangswelle und zweiter Eingangswelle besteht somit ein Stirnradgetriebe, welches dafür sorgt, dass sich erste Eingangswelle 2 und zweite Eingangswelle 3 stets gegenläufig drehen. Die Zahnräder 14 und 15 weisen den gleichen Zahnkranzdurchmesser auf, so dass sich erste Eingangswelle und zweite Eingangswelle mit der gleichen Drehgeschwindigkeit gegenläufig drehen. Angetrieben werden die beiden Eingangswellen 2 und 3 von dem Elektromotor 10. Die Motorwelle 4 des Elektromotors 10 steht dazu über ein fest mit ihr verbundenes Ritzel 16 mit dem Zahnrad der ersten Eingangswelle 2 in mitnehmendem Eingriff. Auch hier besteht daher ein Stirnradgetriebe zwischen Motorwelle 4 und erster Eingangswelle 2.

[0028] Die beiden Ausgangswellen 6 und 7 der beiden Antriebsstränge umfassen ebenfalls jeweils ein fest mit der jeweiligen Ausgangswelle verbundenes Zahnrad 12 bzw. 13. Im Gegensatz zu den beiden Zahnrädern 14 und 15 der beiden Eingangswellen kämmen die beiden Zahnräder 12 und 13 der Ausgangswellen 6 und 7 nicht miteinander, sondern mit dem dazwischen angeordneten Zahnrad 11 der Abtriebswelle 5 der erfindungsgemässen Kraftübertragungseinheit 1.

[0029] Eine Übersetzung zwischen Motorwelle 4 und Abtriebswelle 5 ist dadurch realisiert, dass das Zahnrad 16 der Motorwelle einen kleineren Zahnkranzdurchmesser aufweist als das Zahnrad 14 der ersten Eingangswelle. Eine weitere Übersetzung wäre denkbar, wenn der Zahnkranzdurchmesser des Zahnrads 11 der Abtriebswelle grösser wäre als der Zahnkranzdurchmesser des Zahnrads 12 der ersten Ausgangswelle 6.

[0030] Um eine kompakte Bauweise zu erreichen, ist der Elektromotor 10 des Antriebs neben den beiden Antriebssträngen und parallel zu diesen angeordnet. Das Gehäuse, in welchem der Elektromotor 10 gehalten und die Wellen 2, 3, 6, 7 und 5 drehbar gelagert sind, ist in der schematischen Darstellung gem. Fig. 1 nicht dargestellt.

[0031] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 2 die Funktionsweise des erfindungsgemässen Antriebs bzw. dessen Kraftübertragungseinheit erläutert. Wie bereits zuvor erwähnt, sind die beiden Ausgangswellen 6 und 7 der beiden Antriebsstränge nicht drehfest mit der jeweiligen Eingangswelle 2 bzw. 3 verbunden. Zwischen Eingangswelle und Ausgangswelle besteht vielmehr jeweils eine Kupplung, deren Schliessen erst zu einer Kraftübertragung zwischen Eingangswelle und Ausgangswelle führt. Erfindungsgemäss kommen hierzu die beiden magnetorheologischen Kupplungen 8 und 9 zum Einsatz. Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch die magnetorheologische Kupplung 8 des ersten Antriebsstrangs. Der Aufbau der zweiten magnetorheologischen Kupplung 9 ist mit dem in Fig. 2 gezeigten Aufbau identisch. Wie Fig. 2 zu entnehmen ist, sind erste Eingangswelle 2 und erste Ausgangswelle 6 koaxial zueinander angeordnet. Bekanntermassen umfasst bei magnetorheologischen Kupplungen jede der beiden Wellen eine Lamellenstruktur, wobei die beiden Lamellenstrukturen ineinander eingreifen. In diesem Fall bildet die Lamellenstruktur 18 der ersten Eingangswelle 2 eine äussere Lamellenstruktur, von der die innere Lamellenstruktur 19 der ersten Ausgangswelle 6 umschlossen ist. Zwischen den Lamellen der beiden Lamellenstrukturen 18 und 19 besteht ein geringer Spalt, in dem sich die magnetorheologische Flüssigkeit befindet. Der Spalt ist in Fig. 2 mit dem Bezugszeichen 23 bezeichnet. Um die Kupplung 8 schliessen zu können, muss ein Magnetfeld aufgebaut werden, durch das die magnetorheologische Flüssigkeit in dem Spalt 23 versteift und dadurch die beiden Lamellenstrukturen 18 und 19 in mitnehmenden Eingriff bringt. Hierzu ist die Spule 17 vorgesehen, die Teil der ersten Eingangswelle 2 ist und die beiden Lamellenstrukturen 18 und 19 unmittelbar radial umschliesst. Um das Magnetfeld aufzubauen, wird die Spule 17 mit Strom beaufschlagt. Da sich die Spule 17 mit der ersten Eingangswelle 2 mit dreht, muss der Strom dazu über eine geeignete Vorrichtung vom feststehenden Gehäuse in die drehende Welle 2 geführt werden. Bevorzugt kommt dazu eine Schleifkontaktierung zum Einsatz. Die erste Eingangswelle umfasst hierzu am äusseren Umfang zwei Schleifkontaktringe 20, die im ständigen Kontakt mit den beiden Schleifkontaktbürsten 21 stehen. Die beiden Schleifkontaktbürsten 21 sind über Anschlussleitungen 22 mit einer geeigneten Stromquelle verbunden.

[0032] Wird nun die Spule 17 mit Strom beaufschlagt, so schliesst sich die magnetorheologische Kupplung 8, was dazu führt, dass erste Eingangswelle 2 und erste Ausgangswelle 6 drehfest miteinander verbunden werden. Wie in Fig. 1 dargestellt, drehen erste Eingangswelle und erste Ausgangswelle 6 dadurch gegen den Uhrzeigersinn, da die Motorwelle 4 im Uhrzeigersinn dreht.

[0033] Durch den Eingriff der beiden Zahnräder 12 und 11 dreht die Abtriebswelle 5 der erfindungsgemässen Kraftübertragungseinheit im Uhrzeigersinn. Da das Zahnrad 13 der zweiten Ausgangswelle 7 mit dem Zahnrad 11 der Abtriebswelle 5 in Eingriff steht, dreht bei dieser Konstellation die zweite Ausgangswelle 7 gegenläufig zur zweiten Eingangswelle 3. Dies funktioniert natürlich nur, sofern die zweite magnetorheologische Kupplung 9 geöffnet ist. Wird durch geeignete Beaufschlagung der Spulen die zweite magnetorheologische Kupplung 9 geschlossen und die erste magnetorheologische Kupplung 8 geöffnet, so findet eine Drehrichtungsumkehr der Abtriebswelle 5 statt. Durch geeignete Steuerung der beiden Kupplungen 8 und 9 kann die Abtriebswelle 5 in beiden Drehrichtungen abgebremst bzw. beschleunigt werden.

[0034] Fig. 3 zeigt eine alternative Ausführung der magnetorheologischen Kupplung 8 aus Fig. 2, wobei die Stromversorgung der Spule 17 hier nicht mittels Schleifkontaktierung sondern mittels drahtloser Energieübertragung realisiert ist. Die drahtlose Energieübertragung ist hier eine induktive Energieübertragung. Die erste Eingangswelle 2 umfasst hierzu eine innere Spule 25, die von einer äusseren Spule 24 radial umschlossen ist. Die Spule 24 ist fest mit dem Gehäuse der dargestellten Vorrichtung verbunden. Zwischen äusserer Spule 24 und erster Eingangswelle 2 besteht ein geringer Luftspalt, wodurch im Vergleich zur Schleifkontaktierung keinerlei Reibungsverluste generiert werden. Durch die äussere Spule 24 wird mittels einer geeigneten Wechselspannungsquelle ein Wechselmagnetfeld erzeugt, wodurch in der inneren Spule 25 ein Wechselstrom erzeugt wird. Durch eine geeignete Elektronik 26, die Teil der ersten Eingangswelle 2 ist, wird dieser Wechselstrom in Gleichstrom überführt, mit dem wiederum die Spule 17 der magnetorheologischen Kupplung 8 beaufschlagt wird.

[0035] Fig. 4 zeigt eine weitere alternative Ausführung der magnetorheologischen Kupplung 8 aus Fig. 2. Hier dreht die Spule, die zur Erzeugung des Magnetfelds erforderlich ist, nicht mit einer der beiden Wellen mit sondern ist mit dem nicht dargestellten feststehenden Gehäuse verbunden. Dies hat den Vorteil, dass keine Stromübertragung vom feststehenden Gehäuse auf eine der beiden drehenden Wellen stattfinden muss. Hier kann daher auf Schleifkontaktierung oder drahtlose Energieübertragung verzichtet werden.

Patentansprüche

1. Kraftübertragungseinheit (1) für einen elektromotorisch betriebenen Antrieb, wobei die Kraftübertragungseinheit (1) eine erste Eingangswelle (2) und eine zweite Eingangswelle (3) umfasst, wobei erste und zweite Eingangswelle ge-

meinsam gegenläufig von einer Motorwelle (4) antreibbar sind, und wobei die Kraftübertragungseinheit (1) ferner eine Abtriebswelle (5) umfasst, die je nach gewünschter Drehrichtung der Abtriebswelle (5) mit der ersten oder der zweiten Eingangswelle koppelbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtriebswelle (5) mit einer ersten Ausgangswelle (6) und mit einer zweiten Ausgangswelle (7) in Eingriff steht, wobei die erste Ausgangswelle (6) über eine erste magnetorheologische Kupplung (8) zwischen erster Eingangswelle (2) und erster Ausgangswelle (6) direkt mit der ersten Eingangswelle (2), und die zweite Ausgangswelle (7) über eine zweite magnetorheologische Kupplung (9) zwischen zweiter Eingangswelle (3) und zweiter Ausgangswelle (7) direkt mit der zweiten Eingangswelle (3) koppelbar ist.

2. Kraftübertragungseinheit (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass erste Eingangswelle (2) und zweite Eingangswelle (3) parallel zueinander angeordnet sind, wobei die erste Ausgangswelle (6) coaxial zur ersten Eingangswelle (2), und die zweite Ausgangswelle (7) coaxial zur zweiten Eingangswelle (3) angeordnet ist.
3. Kraftübertragungseinheit (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingriff der Abtriebswelle (5) mit erster sowie zweiter Ausgangswelle über Zahnräder realisiert ist, wobei ein Zahnrad (11) der Abtriebswelle (5) nach Art eines Stirnradgetriebes gleichzeitig mit einem Zahnrad (12) der ersten Ausgangswelle (6) und mit einem Zahnrad (13) der zweiten Ausgangswelle (7) kämmt.
4. Kraftübertragungseinheit (1) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Zahnrad (14) der ersten Eingangswelle (2) nach Art eines Stirnradgetriebes mit einem Zahnrad (15) der zweiten Eingangswelle (3) kämmt, so dass sich erste Eingangswelle (2) und zweite Eingangswelle (3) gegenläufig drehen.
5. Kraftübertragungseinheit (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Zahnrad (16) der Motorwelle (4) entweder mit dem Zahnrad (14) der ersten Eingangswelle (2) oder mit dem Zahnrad (15) der zweiten Eingangswelle (3) in mitnehmendem Eingriff steht.
6. Kraftübertragungseinheit (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass über verschiedene Zahnkranzdurchmesser der in Eingriff befindlichen Zahnräder ein Übersetzungsgetriebe oder Untersetzungsgetriebe zwischen Motorwelle (4) und Abtriebswelle (5) realisiert ist.
7. Kraftübertragungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass erste und zweite magnetorheologische Kupplung je eine mitdrehende Spule (17) zur Erzeugung des erforderlichen Magnetfelds umfassen, wobei die Stromversorgung der Spule mittels Schleifkontaktierung zwischen einem feststehenden Gehäuse und derjenigen Welle, mit der die Spule mit dreht, realisiert ist.
8. Kraftübertragungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass erste und zweite magnetorheologische Kupplung je eine mitdrehende Spule (17) zur Erzeugung des erforderlichen Magnetfelds umfassen, wobei die Stromversorgung der Spule mittels drahtloser Energieübertragung zwischen einem mit einem feststehenden Gehäuse verbundenen Sender (24) und einem mit der Spule (17) mitdrehenden Empfänger (25) realisiert ist.
9. Kraftübertragungseinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die drahtlose Energieübertragung mittels induktiver Energieübertragung realisiert ist.
10. Kraftübertragungseinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die drahtlose Energieübertragung mittels elektromagnetischer Wellen realisiert ist.
11. Kraftübertragungseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass erste und zweite magnetorheologische Kupplung je eine feststehende Spule (17) zur Erzeugung des erforderlichen Magnetfelds umfassen.
12. Kraftübertragungseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftübertragungseinheit ferner einen hochauflösenden Istwertgeber, insbesondere einen Drehgeber und/oder Tachometer und/oder Beschleunigungsmesser, umfasst, mittels dessen die Position der Abtriebswelle erfasst wird.
13. Kraftübertragungseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zur Strombeaufschlagung der Spulen der magnetorheologischen Kupplungen eine Stromregelung vorgesehen ist.

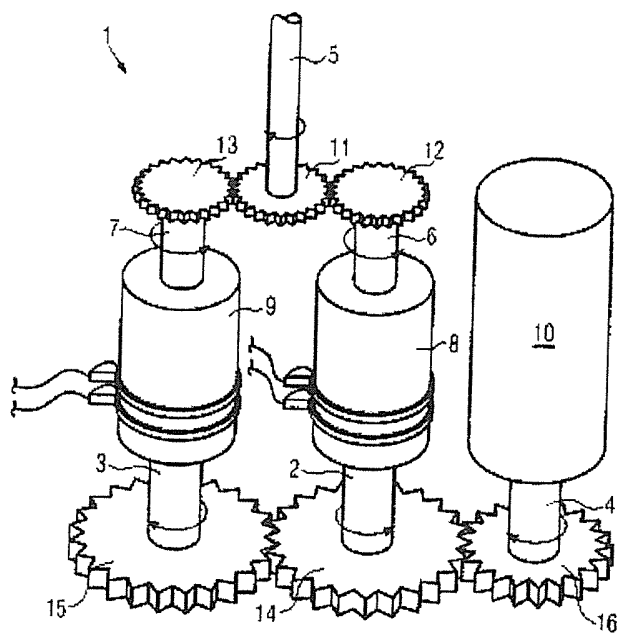


FIG. 1

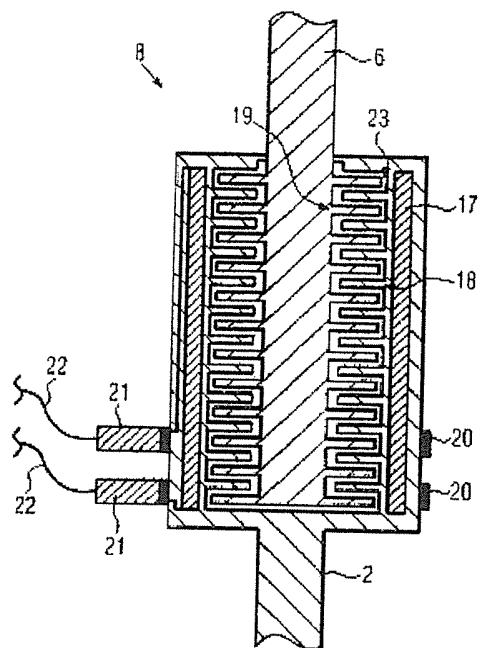


FIG. 2

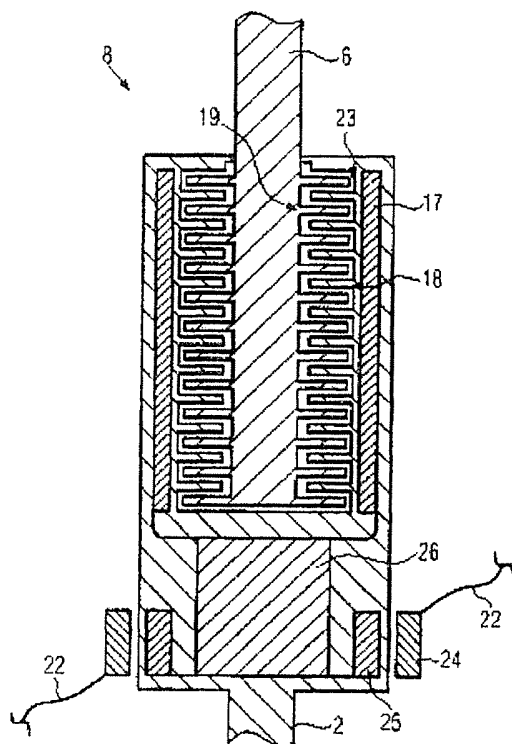


FIG. 3

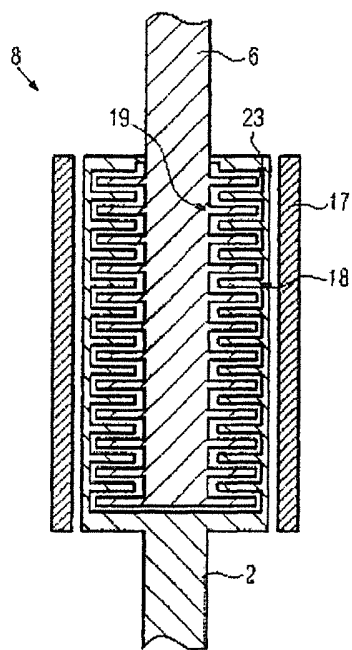


FIG. 4