



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 104 933.3**
(22) Anmeldetag: **31.03.2015**
(43) Offenlegungstag: **06.10.2016**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **01.12.2016**

(51) Int Cl.: **D06F 37/22 (2006.01)**
F16F 9/53 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
INVENTUS Engineering GmbH, St. Anton, AT

(74) Vertreter:
BSB Anwaltskanzlei, 59302 Oelde, DE

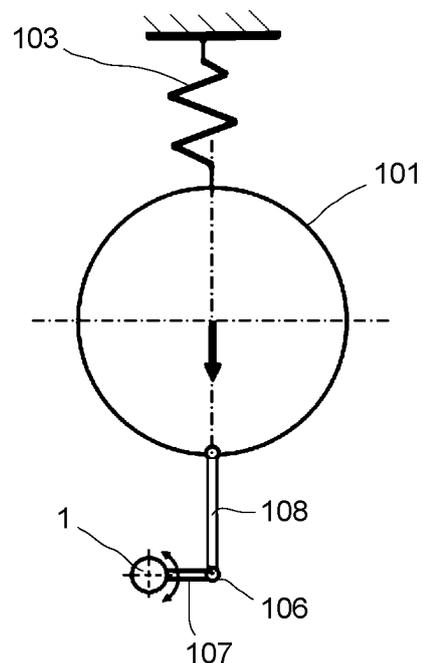
(72) Erfinder:
Battlogg, Stefan, St. Anton im Montafon, AT

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US 2002 / 0 084 157 A1
WO 2014/ 037 105 A2
JP 2011- 41 690 A

(54) Bezeichnung: **Dämpfeinrichtung für eine mit einer Trommel ausgerüstete Waschmaschine oder einen Wäschetrockner**

(57) Zusammenfassung: Drehdämpfer (1) für eine Waschmaschine (100) oder einen Wäschetrockner, wobei die Waschmaschine (100) oder der Wäschetrockner ein Gehäuse (102) und eine daran aufgenommene Trommel (101), eine Trommelaufhängung (103), einen Trommelantrieb (104) und eine Steuereinrichtung (105) aufweist. Zwischen dem Gehäuse (102) und der Trommel (101) ist ein Dämpfer (1) angeordnet, um Schwingungen der Trommel (101) und/oder des Trommelgehäuses zu dämpfen. Der Dämpfer (1) umfasst zwei relativ zueinander bewegbare Komponenten (2, 3), deren Relativbewegung dämpfbar ist. Zwischen den zwei Komponenten (2, 3) ist ein mit einem magnetarhealagischen Medium (5) gefüllter Dämpfungsspalt (6) angeordnet und dem Dämpfungsspalt (6) ist eine Magnetfelderzeugungseinrichtung (7) mit einer elektrischen Spule (8) zugeordnet. Die beiden Komponenten (2, 3) des Drehdämpfers (2) gegeneinander verschwenkbar angeordnet, und dass eine der beiden Komponenten (2, 3) eine Innenkomponente (12) und die andere Komponente (4) eine Außenkomponente (13) umfasst, und dass die Außenkomponente (13) die Innenkomponente (12) wenigstens abschnittsweise radial umgibt, und dass radial zwischen der Außenkomponente (13) und der Innenkomponente (12) der Dämpfungsspalt (6) ausgebildet ist, sodass der Dämpfer (1) als Drehdämpfer zur Dämpfung einer Schwenkbewegung zwischen den beiden Komponenten (2, 3) ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dämpfereinrichtung für eine mit einer Trommel ausgerüstete Waschmaschine oder einen Wäschetrockner oder dergleichen mehr gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Dabei dient die Dämpfereinrichtung dazu, die im Betrieb auftretenden Schwingungen der Trommel zu dämpfen. Die vorliegende Erfindung betrifft auch eine Waschmaschine oder einen Wäschetrockner gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 20.

[0002] Bei Waschmaschinen ist das Trommelgehäuse, in der die Trommel gelagert ist und rotiert, in der Regel an einer Feder aufgehängt und wird über eine Anzahl von Dämpfern gedämpft. Im Betrieb wird beim Durchfahren der Resonanzdrehzahl, d. h., wenn die Waschmaschine von niederen Drehzahlen (z. B. Waschen) auf eine hohe Drehzahl (z. B. Schleudern) hochfährt, der Resonanzpunkt durchfahren, bei der sich die Trommel aufschwingt und es ohne Dämpfung zu erheblichen Trommelbewegungen kommen kann. Abhängig von der Beladungsmenge und Beladungslage in der Trommel wird dieser Effekt noch verstärkt. Ohne entsprechende Dämpfung kann die Trommel an dem Waschmaschinengehäuse anschlagen oder es kann zu erheblichen Vibrationen/Bewegungen der gesamten Waschmaschine kommen. Um das zu verhindern, wird die Trommelbewegung gedämpft. Dabei können Dämpfkräfte an den einzelnen Dämpfern von 100 Newton oder sogar 200 Newton und mehr notwendig sein. Der Bereich zwischen Minimal- (z. B. 5 N) und geforderter Maximalkraft (z. B. 150 N) ist der benötigte Arbeitsbereich.

[0003] Bei niederen Drehzahlen wird ein Waschmaschinendämpfer im Stand der Technik auf weich gestellt bzw. geeignet wenig gedämpft, damit die Maschine möglichst leise/ruhig und zum Boden hin vibrationsarm arbeitet. Beim Erhöhen der Drehzahl durchläuft die Trommel der Waschmaschine ohne geeignete Dämpfungsprofile einen Resonanzpunkt. Damit sich das Gesamtsystem (Waschmaschine) nicht aufschwingt, wird der Dämpfer vor dem Erreichen des Resonanzpunktes bzw. während des Durchlaufes der kritischen Zone härter und damit die Schwingung geeignet gedämpft. Bei hohen Drehzahlen, nachdem der Resonanzpunkt durchlaufen ist, kann die Dämpfkraft wieder entsprechend den Umständen (Beladung, Unwucht etc.) reduziert werden, damit ein möglichst ruhiger Lauf erzielt wird. Deshalb ist der Einsatz von Waschmaschinendämpfern mit zwei Dämpfungsstufen interessant, um optimale Geräte zur Verfügung zu stellen.

[0004] Mit der WO 2014/037105 A2 ist eine Übertragungsvorrichtung bekannt geworden, wobei in einem Ausführungsbeispiel eine Waschmaschine offenbart wird, deren Trommelbewegungen durch Dämpfer gedämpft werden. Dabei wird eine translatorische Be-

wegung zweier in Längsrichtung gegeneinander bewegbarer Komponenten gedämpft, wobei zwischen den Komponenten ein zum Beispiel zylindrischer Kopplungsspalt vorgesehen ist, der mit einem magnetorheologischen Medium gefüllt ist. An den axialen Enden des Kopplungsspalts ist dieser nach außen abgedichtet, sodass das magnetorheologische Medium unabhängig von einer Kopplung zwischen den koppelbaren Komponenten als eine Art steuerbarer Reibbelag in dem Kopplungsspalt verbleibt. Je nach Stärke eines anliegenden Magnetfeldes wirken in dem Kopplungsspalt entsprechende Scherkräfte. Der damit bekannt gewordene Stand der Technik funktioniert grundsätzlich zuverlässig. Insbesondere wird nur eine geringe Menge des relativ teuren magnetorheologischen Mediums benötigt, da nur das Volumen des Scherspalt gefüllt werden muss. Nachteilig an der bekannt gewordenen Übertragungsvorrichtung ist aber, dass eine relativ hohe Grundkraft vorliegt, die überwunden werden muss, bevor die Übertragungsvorrichtung eine Belastung erkennt.

[0005] Moderne Waschmaschinen verfügen über eine Beladungserkennung, d. h., eine Überladung wird vermieden und das Waschmaschinenprogramm passt sich der Menge der Wäsche und der Art der Wäsche an. Dadurch wird die Energieeffizienz gesteigert und es kann Waschmittel gespart werden. Die Beladungserkennung funktioniert regelmäßig über den Hub der Trommel bei der Beladung. Die zum Beispiel an einer Feder aufgehängte Trommel senkt sich je nach Menge der Wäsche entsprechend ab. Diese Absenkung bzw. dieser Hub wird detektiert und ergibt über die Federsteifigkeit der Aufhängungsfeder die Beladungsmasse der Trommel. Damit auch kleine Beladungen erkannt werden, d. h., Gewichte im Bereich von kleiner 2 kg und vorzugsweise kleiner 1 kg muss ein Dämpfer, mit dem die Trommel bzw. das Trommelgehäuse abgestützt wird, geringe Reibungen erreichen. Dabei sollte eine Grundkraft kleiner 10 Newton, und wenn möglich < 5 Newton erreicht werden, denn bei drei eingesetzten Dämpfern ergibt sich bei einer Grundkraft von 5 Newton pro Dämpfer eine Grundkraft insgesamt von 15 Newton als Aufstütz- bzw. Gegenkraft. Das bedeutet, dass Massen kleiner 15 Newton (1,5 kg) nicht mehr erkannt werden. Häufig werden Waschmaschinen aber mit einem Gewicht in diesem Bereich oder sogar darunter beladen, sodass mit einem derartigen Dämpfer eine automatische Programmsteuerung nicht immer optimal funktioniert, da die Grundkraft zu hoch ist.

[0006] Es hat sich nun herausgestellt, dass mit einem Dämpfer nach der WO 2014/037105 A2 die Reibung eines einzigen Dämpfers schon bei 20 Newton oder mehr liegen kann. Dabei ergibt sich mehr als die Hälfte der Grundreibung über die durch die Dichtungen verursachten Reibungen und der Rest etwa durch die Grundreibung des magnetorheologischen Mediums im Scherspalt. Bei drei eingesetzten Dämp-

fern kann die Grundreibung dann Kräfte erreichen oder übersteigen, die sich erst bei der typischen oder maximalen Beladungsmenge ergeben. Um dem entgegen zu steuern, könnte man den Durchmesser der Dämpfer und damit die Dichtungslänge reduzieren, was aber wiederum die Scherfläche und damit die maximale Gesamtkraft auch entsprechend reduzieren würde.

[0007] Außerdem hat sich herausgestellt, dass Rohre mit einem Durchmesser von kleiner etwa 30 mm mit den geforderten Innenflächenqualitäten nicht ausreichend preisgünstig verfügbar sind. Eine hohe Oberflächenqualität der Innenfläche des Rohres ist aber nötig, damit die eingesetzten Dichtungen über die vorgesehene Lebensdauer mit z. B. 30 Mio. Hüben funktionieren. Das kann aber nur gewährleistet werden, wenn die Lauffläche eine sehr hohe Qualität aufweist.

[0008] Erschwerend kommt hinzu, dass bei dem derartigen Dämpfer das Rohr aus ferromagnetischem Material sein muss, damit das Magnetfeld durch das Rohr geleitet wird. Vorzugsweise werden deshalb gering legierte Stähle wie zum Beispiel S235 (ST37) eingesetzt. Damit mit der Dichtung eine ausreichende Lebensdauer erzielt wird, sollte die Oberfläche hart oder gehärtet sein. Verwendet man hierfür nun kohlenstoffreiche Stähle, ergibt sich ein Widerspruch zu den gewünschten ferromagnetischen Eigenschaften.

[0009] Um nun die Reibung an den Dichtungen zu verringern, müssten Rohre mit kleineren Durchmessern verwendet werden, bei denen die geforderten Innenflächenqualitäten aber nicht kostengünstig zu erhalten sind, weil die Bearbeitungswerkzeuge auch Platz (Durchmesser) benötigen. Werden größere Durchmesser gewählt, erhöht sich die Dichtungslänge und damit die Grundreibung.

[0010] Um einen solchen Dämpfer dennoch zu verwenden, wird in der WO 2014/037 105 A2 ein Freihub vorgeschlagen, der jedoch den Nachteil hat, dass aufgrund der zusätzlichen Teile, Führungen, Kabeldurchführungen etc. zusätzlich Kosten entstehen, wodurch das Produkt nochmals teurer wird. Abgesehen davon ist der Kraftübergang von einem Freihub auf Maximalkraft schwierig zu beherrschen, so dass es zu Unstetigkeiten und Schwingungen in der Waschmaschine kommen kann.

[0011] Ein anderer Dämpfer ist aus der US 2002/0084157 A1 bekannt geworden, bei dem das magnetorheologische Fluid durch einen ringförmigen Strömungskanal zwischen dem Kolben und dem Gehäuse von einer ersten Kammer auf einer Seite des Kolbens zu einer zweiten Kammer auf der anderen Seite des Kolbens strömt. Dadurch wird eine erhebliche Menge des teuren magnetorheologischen Fluides benötigt, sodass ein solcher Dämpfer für den

Einsatz in Waschmaschinen nicht wirtschaftlich verwendbar ist. Zudem ergibt sich bei diesem Aufbau eine erhebliche strömungsgeschwindigkeitsabhängige hydraulische Dämpfung in dem Strömungskanal.

[0012] Es ist deshalb die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Dämpfereinrichtung für eine mit einer Trommel ausgerüstete Waschmaschine oder einen Wäschetrockner zur Verfügung zu stellen, womit eine geringe Grundkraft und ein kostengünstiger Aufbau ermöglicht werden. Vorzugsweise soll ein möglichst großer Faktor zwischen Grundkraft (Grundmoment) und erzielbarer Maximalkraft (Maximalmoment), bei gleichzeitig insbesondere geringstmöglichen Herstellkosten ermöglicht werden. Nur so ist eine gewerbliche Anwendbarkeit mit gewinnbringenden Stückzahlen möglich.

[0013] Diese Aufgabe wird mit einer Dämpfereinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die erfindungsgemäße Waschmaschine ist Gegenstand von Anspruch 20. Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche. Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der allgemeinen Beschreibung und der Beschreibung der Ausführungsbeispiele.

[0014] Eine erfindungsgemäße Dämpfereinrichtung für eine mit einer Trommel ausgerüstete Waschmaschine oder für einen mit einer Trommel ausgerüsteten Wäschetrockner oder dergleichen dient dazu, die im Betrieb durch Bewegungen der Trommel und/oder des Trommelgehäuses hervorgerufenen Schwingungen zu dämpfen. Die Dämpfereinrichtung umfasst einen Dämpfer mit zwei relativ zueinander bewegbaren Komponenten, deren Relativbewegung dämpfbar ist. Zwischen den beiden Komponenten ist ein wenigstens teilweise mit einem magnetorheologischen Medium gefüllter Dämpfungsspalt angeordnet. Dem Dämpfungsspalt ist wenigstens eine Magnetfelderzeugungseinrichtung mit einer elektrischen Spule zugeordnet. Dabei sind die beiden Komponenten gegeneinander verschwenkbar angeordnet und eine der beiden Komponenten umfasst eine Innenkomponente und die andere der beiden Komponenten umfasst eine Außenkomponente. Die Außenkomponente umgibt die Innenkomponente wenigstens abschnittsweise radial. Zwischen der Außenkomponente und der Innenkomponente ist der Dämpfungsspalt ausgebildet. Der Dämpfer ist als Drehdämpfer zur Dämpfung einer Schwenkbewegung zwischen den beiden Komponenten ausgebildet.

[0015] Die erfindungsgemäße Dämpfereinrichtung für eine Waschmaschine hat viele Vorteile. Ein erheblicher Vorteil der erfindungsgemäßen Dämpfereinrichtung besteht darin, dass der Dämpfer als Drehdämpfer ausgebildet ist und eine Schwenkbewegung zwischen den beiden Komponenten dämpft. Dadurch müssen keine langen Dichtungen entlang einer Ach-

se axial verschoben werden, sodass ein durch die Dichtungen hervorgerufener Reibwert bei der vorliegenden Erfindung erheblich geringer ist als bei einer Übertragungseinrichtung aus dem Stand der Technik mit translatorisch zueinander bewegbaren Komponenten (+Stick-Slip Effekt). Dadurch ergeben sich bei der erfindungsgemäßen Dämpfereinrichtung sehr geringe Grunddrehmomente, welche über Koppelglieder bzw. kinematische Gestänge Dämpfkräfte erzeugen und so die quasi Linear- oder Taumelbewegung des Trommelgehäuses dämpfen. Es können so umgerechnet auf einen Linearbewegung – wie im Stand der Technik – Dämpfkräfte von kleiner 2 N erzeugt werden.

[0016] Weiterhin wird bei der erfindungsgemäßen Dämpfereinrichtung für eine Waschmaschine nur eine geringe Menge des magnetorheologischen Mediums benötigt, da grundsätzlich nur der Dämpfungsspalt mit dem magnetorheologischen Medium gefüllt werden muss. Da nur eine Schwenkbewegung zwischen den beiden Komponenten vorliegt, ist die Gefahr eines Verlusts des magnetorheologischen Mediums auch erheblich geringer als im Stand der Technik bei einer translatorischen Bewegung, bei der die Dichtungen bei jedem Hub das im Dämpfungsspalt vorhandene Medium zuverlässig zurückhalten muss. Ein sich dabei im Stand der Technik aus der Linearbewegung ergebender Schleppdruck vor den Dichtungen erschwert das Abdichten zusätzlich. Bei einer Lebensdauer von mehreren Millionen Hüben stellt das hohe Anforderungen an die Dichtung, die bei der vorliegenden Erfindung erheblich geringer sind, da nur eine rotative Schwenkbewegung zwischen den beiden Komponenten erfolgt, ohne dass eine translatorische Bewegung der beiden Komponenten zueinander stattfindet. Zudem kann der Dichtungsdurchmesser (Dichtungslänge) bei der vorliegenden Erfindung noch wesentlich reduziert werden, da die Abdichtung nicht auf der dem Dämpfungsspalt zugeordneten Flächen erfolgen muss.

[0017] Bei der vorliegenden Erfindung weist die Waschmaschine bzw. der Wäschetrockner jeweils eine Trommel auf. Eine solche Trommel kann insbesondere topfartig ausgestaltet sein. Möglich sind auch regelmäßige und unregelmäßige Zylinder und andere Formen.

[0018] Der Dämpfer weist auf wenigstens einem Teil der Umfangsfläche einen Dämpfungsspalt auf, der mit einem magnetorheologischen Medium und insbesondere einem magnetorheologischen Fluid (MRF) gefüllt ist.

[0019] Die beiden gegeneinander verschwenkbaren Komponenten verschenken vorzugsweise im Betrieb maximal um einen vorgegebenen Winkel. Grundsätzlich ist es auch möglich, dass beide Komponenten gegeneinander rotierbar sind und eine oder mehrere

oder viele Umdrehungen bei der Schwingungsdämpfung durchführen.

[0020] Insbesondere handelt es sich bei der Erfindung um einen Waschmaschinendämpfer zur Dämpfung von Schwingungen insbesondere einer Trommel einer Waschmaschine oder gegebenenfalls eines Wäschetrockners, wobei die Dämpfung über einen Drehdämpfer erfolgt. Die Schwenkbewegung erfolgt vorzugsweise um eine insbesondere zentrale Achse. Der Dämpfungsspalt erstreckt sich vorzugsweise in axialer Richtung zwischen einem ersten Ende und einem zweiten Ende.

[0021] Die Dämpfung kann über Scherkräfte bzw. Schubspannungen in dem magnetorheologischen Medium erfolgen. Dabei bleibt hier das magnetorheologische Medium als eine Art steuerbarer Reibbelag in dem Dämpfungsspalt. Der Dämpfungsspalt ist insbesondere als dünner und umlaufender Dämpfungsspalt ausgebildet.

[0022] Der Drehdämpfer erzeugt ein steuerbares Dämpfermoment. Dieses kann über weitere Mittel in eine Dämpferkraft umgewandelt werden, die zur Dämpfung eines Trommelgehäuses einer Waschmaschine beiträgt. Insofern stellt der Drehdämpfer ein Dämpfermoment bereit, welches in eine an dem Trommelgehäuse wirkende Dämpferkraft umgewandelt wird. Das Dämpfermoment und die (effektiv wirkende) Dämpferkraft hängen insbesondere proportional und in vielen Fällen linear oder etwa linear voneinander ab und können – soweit technisch sinnvoll – im Sinne der vorliegenden Anmeldung synonym verwendet werden. Jedenfalls wird ein Dämpfermoment bereitgestellt, um an dem Trommelgehäuse eine entsprechende Dämpferkraft wirken zu lassen. Die effektiv wirkende Dämpferkraft kann auch als Dämpfungskraft bezeichnet werden.

[0023] In einer bevorzugten Weiterbildung ist der Dämpfungsspalt Teil einer Kammer. Die Kammer wird durch die beiden Komponenten und durch eine zwischen den beiden Komponenten angeordnete Dichtungseinrichtung oder durch zwei zwischen den beiden Komponenten angeordnete Dichtungseinrichtungen abgedichtet. Insbesondere wird die Kammer vollständig nach außen durch die beiden Komponenten und durch eine oder zwei Dichtungen abgedichtet.

[0024] Vorzugsweise wird die Kammer und/oder der Dämpfungsspalt zwischen den Komponenten radial nach innen von der Innenkomponente und radial nach außen von der Außenkomponente begrenzt. Der Dämpfungsspalt erstreckt sich vorzugsweise über eine axiale Länge, wobei der Dämpfungsspalt besonders bevorzugt radial vollständig von der ersten Komponente und der zweiten Komponente begrenzt wird.

[0025] Die Kammer kann ein Reservoir eines magnetorheologischen Mediums umfassen. Das Reservoir des magnetorheologischen Mediums kann beispielsweise eine ausreichende Menge des magnetorheologischen Mediums enthalten, um einen sich im Betrieb während der Lebensdauer ergebenden Verlust auszugleichen. Möglich ist es auch, dass in dem Reservoir eine Feder oder ein Luftvolumen oder dergleichen vorgesehen ist, um das magnetorheologische Medium unter einen leichten Überdruck zu setzen. Dadurch wird bei einer Erhöhung der Betriebstemperatur das Gasvolumen komprimiert und es wird der Austritt von magnetorheologischen Medium verhindert oder wenigstens reduziert. Ein über eine Leitung verbundenes außenliegendes Reservoir mit oder ohne eine Feder oder ein Luftvolumen oder dergleichen ist auch möglich.

[0026] In einer bevorzugten Weiterbildung ist eine Mehrzahl an wenigstens teilweise radial verlaufenden Armen an wenigstens einer der Komponenten vorgesehen. Dabei ist insbesondere wenigstens ein Teil der Arme mit wenigstens einer elektrischen Spule mit jeweils wenigstens einer Wicklung ausgerüstet.

[0027] Vorzugsweise erstreckt sich die Wicklung einer elektrischen Spule und insbesondere im Wesentlichen aller elektrischen Spulen oder einer elektrischen Spulen jeweils insbesondere vollständig neben der Achse und beabstandet von der Achse. Die Achse kann eine zentrale geometrische Achse oder die Schwenkwelle sein.

[0028] Vorzugsweise sind an den benachbarten Enden benachbarter Arme wenigstens einer Komponente unterschiedliche Pole der Magnetfelderzeugungseinrichtungen vorgesehen. Besonders bevorzugt liegt insgesamt eine gerade Anzahl von Armen vor, die besonders bevorzugt symmetrisch oder regelmäßig über dem Umfang der entsprechenden Komponente verteilt angeordnet sind. So sind bei 4 Armen die Arme um jeweils 90° versetzt angeordnet, während bei 6 Armen der Winkel 60° und bei 8 Armen 45° beträgt. Möglich ist auch eine Anzahl von 10, 12, 14 oder 16 Armen.

[0029] Besonders bevorzugt weist die Innenkomponente die radial abstehenden oder verlaufenden Arme mit den daran angeordneten Spulen auf. Möglich ist es aber auch, dass die radial verlaufenden Arme oder weitere radial verlaufende Arme an der Außenkomponente vorgesehen sind.

[0030] In allen Ausgestaltungen sind die beiden Komponenten relativ zueinander vorzugsweise nur um einen begrenzten Schwenkwinkel verschwenkbar. Der begrenzte Schwenkwinkel kann sich beispielsweise durch einen mechanischen Anschlag ergeben. Möglich ist es auch, dass der Schwenkwinkel durch elektrische Anschlusskabel begrenzt wird, die

mit verschwenkt werden. Möglich ist es auch, dass sich der maximale Schwenkwinkel aus der Einbausituation bzw. der Kinematik ergibt, sodass auch bei mit verschwenkten Kabeln kein Anschlag vorgesehen sein muss.

[0031] Es ist möglich und bevorzugt, dass dem Dämpfer wenigstens ein Drehgeber zur Erfassung des Schwenkwinkels der beiden Komponenten zugeordnet ist. Der Drehgeber kann optisch, magnetisch oder sonstwie ausgebildet sein und zur absoluten Erfassung des Schwenkwinkels oder zu einer relativen Erfassung des Schwenkwinkels der beiden Komponenten zueinander vorgesehen sein. Möglich ist ein Winkelsensor zur Erfassung einer Winkelposition der beiden Komponenten zueinander. Vorzugsweise wird der Winkel als Absolutposition beim Beladen der Trommel erfasst. Insbesondere wird auch eine Winkeländerung beim Dämpfen detektiert.

[0032] In vorteilhaften Weiterbildungen weist der Dämpfungsspalt eine radiale Höhe kleiner als 2 eines Durchmessers des Dämpfungsspalts und/oder eine radiale Höhe $< 0,6$ mm auf. Bei einem Durchmesser von 30 mm ergibt sich mit einer radialen Höhe von 2 des Durchmessers eine Höhe von 0,6 mm. Bei einem Durchmesser von 10 mm ergibt sich ein Dämpfungsspalt mit einer Höhe von 0,2 mm. In allen Ausgestaltungen ist es bevorzugt, dass die radiale Höhe kleiner 0,5 mm und insbesondere kleiner 0,3 mm beträgt. Dadurch werden kleine Volumina für das magnetorheologische Fluid bzw. Medium ermöglicht.

[0033] Besonders bevorzugt weist der Dämpfungsspalt deshalb ein Volumen kleiner als 10 ml und insbesondere von kleiner 5 ml oder sogar kleiner 2 ml auf. Möglich und bevorzugt sind auch Volumina kleiner 3 ml.

[0034] Vorzugsweise werden die elektrischen Spulen und evtl. Sensoren über elektrische Verbindungsleitungen angeschlossen, die insbesondere innerhalb der Innenkomponente nach außen geführt werden. Möglich ist es auch, dass die Verbindungsleitungen außerhalb der Innenkomponente nach außen geführt werden. Die Innenkomponente kann die Schwenkwelle umfassen, sodass die elektrischen Verbindungsleitungen durch das Innere der Schwenkwelle nach außen geführt werden. Vorzugsweise ist kein Schleifring vorgesehen, um die elektrischen Spulen anzuschließen. Besonders bevorzugt werden die elektrischen Spulen und evtl. Sensoren und damit die elektrische Leistungs- oder Signalübertragung über eine Wickelfeder, wie z. B. ein langes aufgewickeltes Flachbandkabel oder werkstoffeinstückige und insbesondere einstückige Verbindungsleitungen ohne gegeneinander rotierende Bauteile von außen angeschlossen.

[0035] In anderen Ausgestaltungen mit z. B. nicht so hohen Anforderungen an die Lebensdauer kann auch ein verschleißbehafteter Schleifring vorgesehen sein, der die Kontaktübertragung der elektrischen Verbindungsleitungen zu den elektrischen Spulen sicherstellt.

[0036] In allen Ausgestaltungen ist es bevorzugt, dass die Außenkomponente Teil eines Gehäuses ist, an dem die Innenkomponente wenigstens zum Teil aufgenommen ist. Dabei ist die Schwenkwelle der Innenkomponente aus der Außenkomponente nach außen geführt. Es ist bevorzugt, dass wenigstens ein Ende der Schwenkwelle aus dem Gehäuse herausgeführt ist. Es ist aber auch bevorzugt, dass das andere Ende der Schwenkwelle innerhalb des Gehäuses endet. Bei einer Ausgestaltung, bei der ein Ende aus dem Gehäuse herausgeführt wird und das andere Ende innerhalb des Gehäuses endet, können besonders geringe Reibmomente und Leckage erzielt werden, da nur an einem Ende der Schwenkwelle bzw. dem Wellenausgang eine Dichtung vorgesehen sein muss.

[0037] In allen Weiterbildungen ist es möglich, dass auf der Schwenkwelle auch ein Zahnrad montiert werden kann, welches dann mit einer Zahnstange oder anderen Zahnrädern in Wirkverbindung steht oder kämmt.

[0038] Es ist auch möglich und bevorzugt, dass der Dämpfer nach Art eines Kniehebels ausgebildet ist. Bei einer solchen Ausgestaltung der Dämpfereinrichtung ist eine Komponente des Dämpfers mit einem Arm verbunden und die andere Komponente des Dämpfers ist mit einem anderen Arm verbunden oder als ein solcher ausgebildet, sodass insgesamt ein Kniehebel entsteht.

[0039] In allen Ausgestaltungen ist es bevorzugt, dass wenigstens eine Federeinrichtung vorgesehen ist, um eine Gegenkraft bzw. Gegenmoment aufzubauen, wenn eine Auslenkung der beiden Komponenten in wenigstens eine Richtung erfolgt. Die Federeinrichtung kann an der Dämpfereinrichtung vorgesehen sein, kann aber auch an anderen Teilen oder Komponenten der Waschmaschine eingebaut oder angebaut sein. Dies können Linearfedern, Schenkelfedern, Spiralfedern, Flachfedern, Torsionsfedern, Zug- oder Druckfedern sein, ohne darauf beschränkt zu sein.

[0040] Es ist möglich, dass eine Mehrzahl an Dämpfungsspalten vorgesehen ist, welche über dem Umfang der Innenkomponente verteilt angeordnet sind. Dazu können beispielsweise Trennelemente radial nach außen von der Innenkomponente abstehen, sodass der an sich etwa zylindrische Dämpfungsspalt in mehrere Teilspalte aufgeteilt wird. Dabei sind die Trennelemente in Kraft übertragenderweise

mit der Innenkomponente verbunden, da sie bei der Schwenkbewegung der Innenkomponente relativ zu der Außenkomponente Kraft übertragen müssen.

[0041] Wenigstens einer Spule kann ein Dauermagnet zugeordnet sein. Ein solcher Dauermagnet stellt dauerhaft ein Magnetfeld zur Verfügung, wodurch dauerhaft eine bestimmte Grunddämpfung erreicht wird. Besonders bevorzugt kann das Magnetfeld des Dauermagneten über die zugeordnete elektrische Spule beeinflusst werden. Insbesondere kann das Magnetfeld kontinuierlich variiert werden, um beispielsweise über ein entsprechendes Gegenfeld das Magnetfeld des Dauermagneten auch zu neutralisieren, zum Beispiel zur Beladung der Maschine. Es ist möglich und bevorzugt, den Dauermagneten über kurze elektrische Pulse der elektrischen Spule dauerhaft zu verändern.

[0042] Als magnetorheologisches Medium wird vorzugsweise eine Suspension von ferromagnetischen Partikeln in einem Medium wie beispielsweise Öl, Glykol oder Fett verwendet. Dabei kann das Medium Stabilisatoren beinhalten.

[0043] Eine erfindungsgemäße Waschmaschine oder einen Wäschetrockner oder dergleichen weist ein Trommelgehäuse mit einer daran aufgenommenen Trommel, eine Trommelaufhängung-/Lagerung und einen Trommelantrieb auf. Weiterhin ist eine Steuervorrichtung vorgesehen. Zwischen dem Waschmaschinengehäuse und der Trommel bzw. dem Trommelgehäuse ist wenigstens ein Dämpfer angeordnet, um Schwingungen der Trommel zu dämpfen. Dabei umfasst der Dämpfer zwei relativ zueinander bewegbare Komponenten, deren Relativbewegung dämpfbar ist. Zwischen den zwei Komponenten ist ein wenigstens teilweise mit einem magnetorheologischen Medium gefüllter Dämpfungsspalt angeordnet. Dem Dämpfungsspalt ist eine Magnetfelderzeugungseinrichtung mit einer elektrischen Spule zugeordnet. Dabei sind die beiden Komponenten zur Momentübertragung bzw. Kraftübertragung gegeneinander verschwenkbar angeordnet. Eine der beiden Komponenten umfasst eine Innenkomponente und die andere Komponente umfasst eine Außenkomponente. Die Außenkomponente umgibt die Innenkomponente wenigstens abschnittsweise radial. Radial zwischen der Außenkomponente und der Innenkomponente ist der Dämpfungsspalt ausgebildet, sodass der Dämpfer als Drehdämpfer zur Dämpfung einer Schwenkbewegung zwischen den beiden Komponenten ausgebildet ist.

[0044] Auch die erfindungsgemäße Waschmaschine hat viele Vorteile, da durch den eingesetzten Dämpfer Schwingungen durch die Bewegungen der Trommel gedämpft werden können. Gleichzeitig können auch kleine Beladungsmengen erfasst werden,

um so eine automatische und mengenabhängige Steuerung von Waschprogrammen zu ermöglichen.

[0045] Dabei ist der Dämpfer während einer Umdrehung der Trommel verstellbar. Insbesondere ist der Dämpfer bzw. eine Dämpfungskraft bzw. das Dämpfungsmoment der Dämpfereinrichtung während einer vollständigen Umdrehung der Trommel zweimal oder mehrfach verstellbar.

[0046] Vorzugsweise ist die Dämpferkraft bzw. das Dämpfermoment des Dämpfers während einer Umdrehung um mehr als 10% der Maximalkraft bzw. des Maximalmoments kontrolliert verstellbar und kann insbesondere gesteuert variiert werden.

[0047] Ein Steueralgorithmus verschiebt – bei einer entsprechenden Ausgangseinstellung der wirkenden Dämpferkraft – die Trommeldrehzahl in den Bereich eines optimalen Umlagerungspunktes und variiert dann die effektiv wirkende Dämpferkraft so, dass dadurch die Wäschestücke während des Waschvorgangs ein- oder mehrmals relativ zueinander bewegt/ umgelagert und/oder umpositioniert werden.

[0048] Vorzugsweise liegt der optimale Umlagerungspunkt im Bereich der Resonanzdrehzahl. Die Auslegung der Trommel und der Trommelauflängung sowie des Trommelgehäuses erfolgt vorzugsweise entsprechend.

[0049] Vorteilhafterweise ist die Umschaltzeit für die Variation der Dämpferkraft bzw. des Dämpfermoments kleiner 20 ms.

[0050] Insbesondere ist der Dämpfer über ein im unbeladenen (oder im beladenen) Zustand der Trommel etwa rechtwinkliges Koppelgelenk mit der Trommel verbunden ist.

[0051] Vorzugsweise wird eine Taumelbewegung des Trommelgehäuses durch eine Dämpfereinrichtung mit einem Drehdämpfer gedämpft.

[0052] Der Dämpfer kann in einem unbeladenen Zustand der Trommel über ein zum Beispiel etwa rechtwinkliges Koppelgelenk mit der Trommel verbunden sein (90°). Dabei liegt im unbeladenen Zustand der Trommel etwa ein rechter Winkel an dem Koppelgelenk an. Der Winkel ändert sich insbesondere mit zunehmender Auslenkung der Trommel. In vorteilhaften Ausgestaltungen liegt der Winkel an dem Koppelgelenk zwischen etwa 75° und 115°.

[0053] Wichtige Betriebszustände bei einer Waschmaschine sind:

1. Stillstand und Beladen:

[0054] Dabei sollte eine möglichst kleine Dämpfung vorliegen, um eine Beladungserkennung durchzuführen.

2. Waschen bei einer niederen Drehzahl:

[0055] Hierbei ist eine geringe oder mittlere Dämpfung sinnvoll. Es wird dann wenig Energie im Dämpfer „vernichtet“. Es soll aber auch das Erreichen des Endanschlags vermieden werden. In diesem Betriebszustand wird der Drehdämpfer im Betrieb meist warm.

3. Resonanzbereich

[0056] In diesem Bereich soll eine große Dämpfung eingestellt werden. Hier ergeben sich durch die Erfindung Vorteile, da eine variable Dämpfung eingestellt werden kann, um nicht immer einen bestimmten Resonanzpunkt zu haben.

4. Hohe Drehzahlen, z. B. Schleudern

[0057] Bei hohen Drehzahlen von z. B. 1.600 Umdrehungen/min oder mehr soll eine geringe oder möglichst geringe Dämpfung vorliegen. Trotz einer möglichen (geringen) Unwucht wird nur eine geringe Auslenkung bei sehr hohen Drehzahlen erreicht. Abhängig von der Beladungsmenge und Beladungslage in der Trommel, der Alterung und der Verschleiß der Bauteile, der Temperatur, Luftfeuchtigkeit und anderen Einflussgrößen können sich die erforderlichen Dämpferkräfte bei den zuvor genannten Betriebszuständen verändern. Ein Vorteil ergibt sich durch den steuer- oder regelbaren Drehdämpfer der Erfindung mit der Adaptivität und den schnellen Schaltmöglichkeiten.

[0058] Der Drehdämpfer ist normalerweise immer auf weich (OFF-State). Wenn ein Wegsignal oder die Trommelbewegung über einen Sollwert geht, wird entsprechend gedämpft. So schwingt sich die Trommel gar nicht auf. Da der Drehdämpfer mit dem MR-Medium oder dem MRF schnell schalten kann (im Millisekundenbereich), kann das quasi in „Echtzeit“ geschehen. Wenn der Dämpfer langsam wäre, dann würde sich die Maschine aufschwingen können und die Dämpfung könnte während des Arbeitspunktwechsels nicht ausreichend schnell angepasst werden, um eine Resonanz zu verhindern. Mit der vorliegenden Erfindung kann innerhalb einer Zeitspanne < 10 ms die Dämpfung stark und insbesondere von dem Minimalmoment bzw. der Minimalkraft auf fast oder sogar das Maximum variiert werden. Bei 1500 Umdrehungen/min. benötigt eine Umdrehung 40 ms, sodass sogar bei dieser Drehzahl die Dämpfung mehrmals während einer einzigen Umdrehung verändert werden kann. Kleinere Änderungen

des Dämpfungsmoments bzw. der der Dämpfungskraft benötigen noch weniger Zeit, sodass dafür immer ausreichend Zeit sein sollte.

[0059] Damit der Dämpfer der gewünschten Vorgabe möglichst schnell folgen kann, ist eine Konstruktion vorteilhaft, bei der das im Dämpfungsspalt wirkende Magnetfeld sehr schnell verändert werden kann. Dazu eignet sich im Magnetkreis besonders Material, das leicht magnetisierbar ist (hohe Permeabilität) und keine oder kaum Restmagnetisierung behält (geringe Koerzitivfeldstärke). Zudem soll es die durch Feldänderungen induzierten Wirbelströme durch eine schlechte elektrische Leitfähigkeit dämpfen. Besonders wirkungsvoll können Wirbelströme durch einen laminierten Aufbau des Magnetkreises aus ferromagnetischen Blechen gedämpft werden.

[0060] Bevorzugt werden Magnetkreis und elektrische Spule so gestaltet, dass die Spule eine möglichst kleine Induktivität hat. Vorteilhaft ist die Versorgung der Spule mit einer höheren Betriebsspannung, als diese benötigen würde, um den maximalen Strom zu treiben (voltage boost), wodurch wesentlich schnellere Stromsprünge ermöglicht werden. Durch eine gepulste Ansteuerung kann weiterhin ein beliebiger Strom eingestellt werden. Für schnelle Änderungen der Stromstärke in beide Richtungen, also Erhöhung und Absenkung des Stroms, eignet sich beispielsweise eine Ansteuerung durch eine Vollbrücke (H-Brücke).

[0061] Die für schnelle Lastwechsel benötigte Energie wird bevorzugt von einer niederimpedanten Quelle wie einem Kondensator oder einer Batterie nahe beim Verbraucher bereitgestellt.

[0062] Ein Schalter kann in der einfachsten Ausführung ein mechanischer Schalter/Taster sein; vorteilhaft ist die Verwendung eines Transistors. Denkbar sind aber auch andere Möglichkeiten wie z. B. ein Relais oder auch Sonderformen des Transistors (MOSFET, IGBT). Der Schalter kann unter anderem auch im GND-Zweig, d. h. zwischen Spule und Masse (GND) vorgesehen sein. Die Strommessung kann an einem beliebigen Ort der Schaltung erfolgen. Eine Freilaufdiode, die es der elektrischen Spule erlaubt nach dem Öffnen vom Schalter weiter Strom zu treiben, kann ebenfalls vorgesehen sein. Die Diode kann ebenfalls durch einen Schalter (Sync-FET) ersetzt werden.

[0063] Ebenfalls möglich ist eine Ansteuerung mittels Vollbrücke (H-Brücke). Die Elektrospeule kann so in beide Richtungen angesteuert werden, d. h., die Polarität an den Elektrospeulenanschlüssen kann gewechselt werden. Das ermöglicht z. B., einen Permanentmagneten im magnetischen Kreis der Spule zu verstärken oder abzuschwächen. Bei gepulster Ansteuerung (PWM) kann der Spulenstrom va-

riert werden. Neben der einfachen Möglichkeit zur Steuerung kann auch in dieser Ausführung die Steuerung mit verschiedenen Sensoren ausgestattet werden, die den Aufbau eines Regelkreises ermöglichen. Je nach Einsatzzweck können z. B. Druck-, Kraft-, Weg-, Temperatur-, Geschwindigkeits- oder Beschleunigungssensoren verwendet werden. Auch die Kombination dieser oder anderer Sensoren ist denkbar.

[0064] Da das Steuerprogramm (Waschprogramm) schon den Ablauf kennt, kann es auch berücksichtigen, dass die Drehzahl zu einem gewissen Zeitpunkt angehoben wird, wenn z. B. das Schleuderprogramm startet. Dann kann gleichzeitig bzw. frühzeitig entsprechend härter geschaltet werden und ein Aufschwingen der Trommel kann so schon im Ansatz vermieden werden. Der Drehdämpfer benötigt deshalb ein geringeres Maximalmoment bzw. eine geringere wirkende Maximalkraft und kann kleiner und kostengünstiger ausgelegt werden.

[0065] Ein Vorteil ist, dass es nie zu extremen Bewegungen kommen kann, egal wie die Maschine beladen ist. Es wird wenig Energie benötigt und die Belastung und der Verschleiß für den Drehdämpfer wie auch für die gesamte Maschine sind gering.

[0066] Eventuell sollte dazu ein Sensor eingesetzt werden, der den Weg oder die Position oder die Beschleunigung erfasst. Denkbar ist es aber auch ohne Sensorik. Wenn die Arbeitspunktwechsel nämlich einigermaßen deterministisch sind und die Zeitpunkte der Arbeitspunktwechsel bekannt sind (wie bei Waschmaschinen regelmäßig), kann auch bei einer vereinfachten (kostengünstigeren) Ausführung eine rein zeitliche Ansteuerung des Aktors ausreichen.

[0067] Das Programm bzw. die Steuerung kann auch in Abhängigkeit von einem vom Programm abhängigen Schwellwert oder von Messgrößen abhängig von z. B. der Beschleunigung der Trommel, dem Stromverbrauch des Motors, einer Online-Frequenzanalyse und/oder dergleichen mehr gesteuert werden. Gerade der Stromverbrauch über z. B. das Messen des Stromverbrauchs des Elektromotors zum Drehen der Trommel ist eine „günstige“ Messgröße, die sich zur Steuerung eignet. Auch die Zeit kann als Mess-/Referenzgröße verwendet werden.

[0068] Eine Steuerung oder Regelung kann auch auf Fuzzy Logik aufgebaut und/oder lernfähig sein.

[0069] Wenn die Trommel einseitig beladen wird (z. B. Klumpenbildung der Wäsche; große Wäschestücke), dann kann dies eine große Unwucht ergeben, die nur mit erheblichem Aufwand beherrscht werden kann. Das Härterschalten der Drehdämpfer wirkt dann u. U. auch nur wenig mildernd. Sobald eine solche Unwucht bemerkt wird, variieren oder redu-

zieren moderne Waschmaschinen die Trommeldrehzahl (Umlagerungsdrehzahl) bzw. bleiben an günstigen Positionen stehen. Dann steht z. B. die Unwucht bzw. die Wäsche über Kopf, d. h. in der 12-Uhr-Stellung, damit die Wäsche dadurch „umgelagert bzw. umverteilt“ wird. Ein Nachteil hierbei ist, dass dadurch die Waschzeit (stark) erhöht wird, da der Vorgang erheblich Zeit benötigt. Der Vorgang des „Umlagerns“ muss in der Regel mehrmals durchgeführt werden (Variieren der Drehzahl, Trommel steht, warten ...). Zudem kostet es Energie (Anfahren der Trommel ...).

[0070] Mit der Erfindung und dem darin eingesetzten schnell schaltenden Drehdämpfer mit insbesondere Schaltzeiten von kleiner 10 ms von einer kleinen an dem Trommelgehäuse wirkenden Dämpferkraft auf eine entsprechend hohe an dem Trommelgehäuse wirkende Dämpferkraft kann diese Wäscheumlagerung auch während einer oder mehreren Umdrehungen oder Schleuderumdrehungen, quasi im normalen Waschbetrieb, durchgeführt werden (dynamisches Umlagern). D. h., die mit dem Trommelgehäuse wirkverbundenen, an unterschiedlichen Positionen angeordneten, schaltbaren Drehdämpfer werden während einer Umdrehung in der Kraft „intelligent“ variiert, sodass die daraus resultierende Trommelbewegung (Schwingung, Stoß ...) zu einer Umlagerung der Wäsche führt. Der Vorgang wird verstärkt, wenn bei entsprechend geringer Einstellung des Dämpfermoments bzw. der wirkenden Dämpferkraft die Trommeldrehzahl in den Bereich des Resonanzpunktes verschoben und dann das Dämpfermoment „intelligent“ variiert wird. Das gleiche Vorgehen kann auch zur Erhöhung der Waschwirkung und Reduktion des Waschmittel- und Wasserbedarfs eingesetzt werden, da dadurch die Wäschestücke während des Waschvorgangs ein- oder mehrmals relativ zueinander bewegt/umgelagert/umpositioniert werden können.

[0071] Dabei ist es von Vorteil, wenn Sensoren wissen, an welcher Winkelstelle/-position die Wäsche bzw. Unwucht gerade ist bzw. wie groß die Last ist. Ein entsprechender Algorithmus verbessert das Ergebnis nochmals, sodass in möglichst kurzer Zeit mit geringem Energiebedarf und Geräuschen eine Umlagerung, d. h. gute Wäscheverteilung in der Trommel, stattfinden kann.

[0072] Ein weiterer Vorteil ist, dass Alterungerscheinungen im System, welche evtl. das Zustandekommen der Resonanz verändern, berücksichtigt werden können. Es ist möglich, algorithmisch darauf zu reagieren. So findet auch mit steigendem Betriebsalter noch eine optimale Dämpfung statt.

[0073] Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass eine größere Waschwirkung erzielt werden kann. Das kann durch „Wasserschlag“ erreicht werden bzw. dadurch, dass die Wäsche auf das Wasser aufprallen kann.

[0074] Es ist eine Energieeinsparung möglich, da der Dämpfer beim Waschen nur so hart wie nötig eingestellt ist.

[0075] Der Betrieb kann leiser, ruhiger und vibrationsarm ermöglicht werden. Besonders bei kleineren Wohnungen, in denen die Waschmaschine in der Küche oder im Wohnraum steht, ist dies sehr wichtig. Durch den adaptiven Dämpfer ergibt sich eine schonendere Wäsche, was auch die Lebensdauer der Maschine erhöht.

[0076] Mit weniger erforderlichem Dämpferhub und damit geringerer Auslenkung der Trommel kann eine größere Trommel für mehr Wäsche in einer Waschmaschine mit gleichen Außenabmessungen vorgesehen werden. Oder die Außenabmessungen können bei gleicher Wäschemenge(-masse) und damit der Bauraumbedarf, reduziert werden.

[0077] Durch adaptive Dämpfer mit intelligenter Ansteuerung wird weniger oder keine Zusatzmasse zur Stabilisierung oder dem Verschieben der Resonanz- oder der Erhöhung der Unwuchtaufnahmefähigkeit an der Waschmaschine benötigt.

[0078] Die Steuerung verarbeitet vorzugsweise die verfügbaren Systemmessgrößen, wie sämtliche gemessenen Beschleunigungen des Systems (Trommel, Rahmen etc.) und auch kinematische Größen des Aktors insbesondere fortlaufend und ermittelt basierend auf den Messdaten und dem bekannten Systemverhalten die geeignete Dämpferkraft vorzugsweise während jeder Umdrehung für die einzelnen Aktoren und steuert diese entsprechend an, sodass das Schwingungsverhalten des Systems reduziert wird.

[0079] Mit der erfindungsgemäßen Dämpfereinrichtung für eine Waschmaschine können hohe an einem Trommelgehäuse wirkende Dämpfungskräfte eingestellt werden. Dabei liegt ein hohes Verhältnis zwischen minimaler Dämpfungskraft, die durch die geringe Grundkraft bedingt ist, und maximaler Dämpfungskraft vor. Das Verhältnis von maximaler Kraft zu minimaler Kraft bzw. von Maximalmoment zum Minimalmoment übersteigt den Faktor 100 und vorzugsweise den Faktor 300 und kann besonders bevorzugt Werte von 400 oder 500 erreichen und übersteigen. Nur durch derart hohe Verhältnisse, kombiniert mit den sehr kurzen Schaltzeiten samt intelligenter Einstellung der Dämpferkraft, werden das „dynamische Umlagern“ der Wäsche und die beschriebene Erhöhung der Waschwirkung und Reduktion des Waschmittel-, Energie- und Wasserbedarfs durch die relative Umpositionierung des Trommelinhaltes zueinander möglich. Zudem wird eine relativ geringe Grundfläche benötigt, was die Kosten senkt.

[0080] Durch ein Koppelgelenk kann zudem noch eine ideale Kraftüberleitung erreicht werden, wo-

bei sich ein rechter Winkel zum Beispiel dann ergibt, wenn hohe Dämpfkräfte gefordert werden. Die Schwenkwelle des Drehdämpfers kann parallel zu der Drehachse der Trommel ausgerichtet sein, kann aber auch quer oder windschief dazu sein.

[0081] Eine magnetorheologische Übertragungsvorrichtung kann auch für den Einsatz einer magnetorheologischen Flüssigkeit vorgesehen sein.

[0082] Die rheologische Flüssigkeit kann aus verschiedensten Bestandteilen bestehen, welche einzeln oder in Kombination sein können: Fe, Kohlenstoffstahl, NdFeB (Neodymium), Alnico, Samarium, Cobalt, Silizium, Kohlefaser, rostfreier Stahl, Polymere, Sodalime glass, Kalknatronglas, Keramik und nicht magnetische Metalle und dergleichen mehr. Dimorphe magnetorheologische Flüssigkeiten mit Nanotubes oder/und Nanowires sind auch möglich.

[0083] Die Trägerflüssigkeit kann insbesondere aus den folgenden Bestandteilen oder einer Kombination daraus bestehen: Öle und vorzugsweise synthetische oder nicht synthetische Öle, Hydrauliköl, Glycol, Wasser, Fette und dergleichen mehr.

[0084] Je nach verwendetem Material kann es, abhängig von z. B. der Anzahl der Schaltungen (Ein-Aus) zu einem bleibenden magnetischen Restfeld im Material kommen. Dadurch steigt das Grundmoment. Durch ein Wechselfeld mit abnehmender Amplitude kann das Restfeld beseitigt werden.

[0085] Dadurch können beim Material usw. größere Toleranzen bezüglich der Materialqualität akzeptiert werden, was die Herstellkosten wiederum reduziert.

[0086] In allen Ausgestaltungen ist es auch möglich, dass die Schwenkwelle stehend ausgeführt wird, d. h. also als Welle, wobei dann das Gehäuse bei der Dämpfung dämpfend schwenkt. Das Gehäuse des Dämpfers ist dann mit dem Trommelgehäuse wirkverbunden.

[0087] Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus den Ausführungsbeispielen, die nachfolgend mit Bezug auf die beiliegenden Figuren erläutert werden.

[0088] In den Figuren zeigen:

[0089] Fig. 1 eine schematische Vorderansicht einer erfindungsgemäßen Waschmaschine;

[0090] Fig. 2 eine schematische Darstellung der Trommelaufhängung in der Waschmaschine nach Fig. 1;

[0091] Fig. 3 eine schematische Explosionsdarstellung einer Dämpfereinrichtung für die Waschmaschine nach Fig. 1;

[0092] Fig. 4 einen schematischen Querschnitt durch die Dämpfereinrichtung für die Waschmaschine nach Fig. 1;

[0093] Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines Teils der Dämpfereinrichtung nach Fig. 3;

[0094] Fig. 6 einen schematischen Querschnitt durch die Dämpfereinrichtung nach Fig. 3;

[0095] Fig. 7 schematisch eingezeichnete Magnetfeldlinien in der Dämpfereinrichtung nach Fig. 6;

[0096] Fig. 8 einen Querschnitt durch eine weitere Dämpfereinrichtung für die Waschmaschine nach Fig. 1; und

[0097] Fig. 9 eine perspektivische Ansicht noch einer Dämpfereinrichtung für die Waschmaschine nach Fig. 1.

[0098] Fig. 1 zeigt eine schematische und vereinfachte Frontansicht einer erfindungsgemäßen Waschmaschine **100**, die über ein Gehäuse **102** verfügt. An dem Gehäuse **102** ist ein Trommelgehäuse **109** aufgenommen. Die Trommel **101** ist in einem Trommelgehäuse **109** drehbar gelagert. Die Trommel **101** ist über einen Trommelantrieb **104** drehbar. Das Trommelgehäuse **109** ist dann mit den Dämpfern **1** verbunden. Eine Steuereinrichtung **105** dient zur Steuerung des Programmablaufs und der Waschmaschine **100** insgesamt.

[0099] Die Trommel **101** bzw. das Trommelgehäuse **109** ist über hier drei Dämpfereinrichtungen **10** schwingungsdämpfend aufgenommen. Jede Dämpfereinrichtung **10** weist einen als Drehdämpfer **1** ausgebildeten Dämpfer auf. Die Dämpfereinrichtung **10** umfasst hier jeweils ein Koppelgelenk **106** und damit verbundene Stäbe/Koppelstangen **107** und **108**. Dabei ist der Stab **107** jeweils mit dem Drehdämpfer **1** verbunden und der Stab **108** ist hier mit der Trommel **101** verbunden.

[0100] Die Grundreibung bzw. das Grundmoment der Drehdämpfer **1** ist hier so gering, dass die Trommel **101** auch geringe Beladungen von 1 oder 2 kg zuverlässig erfasst, sodass die Steuereinrichtung **105** die entsprechenden Programme gewichtsabhängig steuern kann.

[0101] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung der Trommelaufhängung der Trommel **101** bzw. des Trommelgehäuses **109** der Waschmaschine **100**. Schematisch ist dargestellt, dass die Trommel **101** bzw. das Trommelgehäuse **109** über eine Trommelaufhängung **103** federnd aufgehängt ist. Der zentrale und nach unten gerichtete Pfeil zeigt die Auslenkung der Trommel **101** an, wenn die Trommel **101** beladen wird. Dann senkt sich die Trommel **101** et-

was ab, sodass der Stab **108** sich ebenfalls nach unten verlagert und somit auch das Koppelgelenk **106** nach unten drückt. Dadurch verändert sich der Winkel zwischen den Stäben **107** und **108** an dem Koppelgelenk **106**, während der Drehdämpfer **1** schwenkend ausgelenkt wird.

[0102] Fig. 3 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht der Dämpfereinrichtung **10**, wobei die einzelnen Teile des Drehdämpfers **1** erkennbar sind.

[0103] Der Drehdämpfer **1** wird im Wesentlichen aus den Komponenten **2** und **3** gebildet, wobei an der Komponente **2** die Schwenkwelle **4** angeordnet oder ausgebildet ist. Die Schwenkwelle **4** weist ein erstes Ende **31** und ein zweites Ende **32** auf. Über dem Umfang der Komponente **2** sind hier mehrere Arme **21**, **22** und **23** zu sehen, auf die in der Beschreibung der Fig. 5 bis Fig. 7 noch näher eingegangen wird.

[0104] An der Schwenkwelle **4** kann ein Mitnehmer **4a** (Passfeder) angeordnete werden, um die Komponente **2** drehfest mit einem Teil der Waschmaschine **100** zu verbinden. Statt der Passfeder kann auch eine Keilverzahnung, Polygonverbindung oder eine andere kraft- oder formschlüssige Verbindung verwendet werden. Bei der Montage wird die Komponente **3** über die Komponente **2** geschoben und schließlich mit dem Deckel **3a** verschraubt, wobei das erste Ende **31** der Schwenkachse **4** sich aus dem hier rechten Ende der Komponente **3** aus nach außen erstreckt. Distanzhülsen **38** können zur Einhaltung vorbestimmter Abstände eingesetzt werden.

[0105] Grundsätzlich sind hier zwei Variationen möglich, nämlich, dass sich auf der andern Seite der Komponente **3** das zweite Ende **32** der Schwenkwelle bis nach draußen erstreckt, oder aber, dass das zweite Ende **32** der Schwenkwelle **4** im Inneren der Komponente **3** und z. B. in dem Lager **37** des Deckel **3a** aus z. B. Aluminium oder dgl. gelagert wird. Das Lager **37** kann ein kostengünstiges Gleitlager, aber auch bei sehr hohen Anforderungen an die Grundreibung und Lebensdauer ein Kugel- oder Wälzlager sein. Bei geringen Anforderungen kann es auch weggelassen werden.

[0106] Ein Drehgeber bzw. Winkelsensor **17** dient zur Erfassung der relativen Winkelposition der Komponenten **2** und **3** zueinander. Der Winkelsensor **17** kann einen Magnetstack enthalten und berührungslos von außerhalb des Gehäuses **30** abgelesen werden.

[0107] Die Verbindungsleitungen **14** versorgen den Drehdämpfer **1** mit elektrischer Energie.

[0108] Des weiteren sind von links nach rechts eine Bundbuchse, eine Passscheibe, noch eine Bundbuchse, Dichtungen und Lager etc. zu sehen.

[0109] Fig. 4 zeigt einen schematischen Querschnitt im zusammengebauten Zustand, wobei erkennbar ist, dass die Komponente **3** im zusammengebauten Zustand ein Gehäuse **30** des Drehdämpfers **1** bildet. Die Komponente **3** nimmt im Inneren den wesentlichen Teil der Komponente **2** auf, sodass nach der Verschraubung des Deckels **3a** mit der Komponente **3** nur noch das erste Ende **31** der Schwenkwelle **4** aus dem Gehäuse **30** nach außen hervor steht. An dem nach außen vorstehenden Teil der Schwenkwelle **4** ist der Mitnehmer **4a** angeordnet. Die Komponente **3** weist eine Außenkomponente **13** auf und bildet das Gehäuse **30**. Die Komponente **2** weist eine Innenkomponente **12** auf, die von der Außenkomponente **13** umgeben ist.

[0110] Die Schwenkwelle **4** wird in der Nähe des ersten Endes **31** über ein Lager **37** gelagert und an dem anderen Ende **32** ist eine hier kugelförmige Lagerung mit einer Art Lager **37** vorgesehen, sodass nur eine Durchführung der Schwenkwelle **4** nach außen vorliegt. Dadurch kann die Grundreibung und somit das Grundmoment gesenkt werden, wodurch eine höhere Empfindlichkeit der Waschmaschine **100** bei der Beladung erzielbar ist.

[0111] Eine geometrische Achse **9** erstreckt sich zentral durch die Schwenkwelle **4**. Durch die Schwenkwelle **4** erstrecken sich auch die elektrischen Verbindungsleitungen **14**, die von außen (ohne Schleifring) durch die Schwenkwelle **4** zu den elektrischen Spulen **8** durchgeführt werden, die im Inneren des Gehäuses **30** angeordnet sind.

[0112] In dem hier stark schematischen Querschnitt des Drehdämpfers **1** sind zwei Arme **21**, **22** an der Innenkomponente **12** der Komponente **2** zu erkennen.

[0113] Der Dämpfungsspalt **6** ist radial zwischen der Innenkomponente **12** und der Außenkomponente **13** vorgesehen und erstreckt sich über eine axiale Länge **16**, die einen wesentlichen Teil der Länge der Innenkomponente **12** aufweist. Die Länge **16** des Dämpfungsspalts **6** beträgt vorzugsweise wenigstens die Hälfte und insbesondere wenigstens 2/3 der Länge der Komponente **3**.

[0114] Insbesondere bei großen Durchmessern **27** des Dämpfungsspalts **6** ist es möglich, an den axialen Enden des Dämpfungsspalts **6** jeweils Dichtungen vorzusehen, um das magnetorheologische Medium im Wesentlichen und vorzugsweise vollständig innerhalb des Dämpfungsspalts **6** zurückzuhalten. In einfachen Ausgestaltungen kann eine magnetische Dichtung vorgesehen sein, bei der eine magnetische Abdichtung des dort zwischen den Komponenten **2** und **3** noch vorhandenen sehr dünnen Spalts erfolgt.

[0115] Es wird wenigstens eine Dichtung **11** an dem Austritt der möglichst dünnen Schwenkwelle **4** aus

dem Gehäuse **30** vorgesehen. Hier ist die Dichtung **11** zwischen der Schwenkwelle und der entsprechenden Durchführungsöffnung in dem Deckel **3a** vorgesehen. Ohne eine Dichtung an den axialen Enden des Dämpfungsspalts **6** ist die Grundreibung sehr gering. Das Volumen des magnetorheologischen Mediums bestimmt sich durch das Volumen des Dämpfungsspalts **6** und des etwa scheibenförmigen Volumens an den beiden axialen Stirnseiten zwischen der Innenkomponente **12** und der Außenkomponente **13**.

[0116] Das Volumen des Dämpfungsspalts **6** ist sehr gering, da die radiale Höhe des Dämpfungsspalts vorzugsweise kleiner als 2% eines Durchmessers **27** des hier zylindrischen Dämpfungsspalts beträgt. Die radiale Höhe des Dämpfungsspalts beträgt insbesondere weniger als 1 mm und vorzugsweise weniger als 0,6 mm und besonders bevorzugt weniger als 0,3 mm. Bei einer Länge **16** von zum Beispiel bis zu 40 oder 50 mm und einem Durchmesser **27** von bis zu 30 mm und einer Spalthöhe im Bereich von 0,3 mm ergibt sich so ein Spaltvolumen von < 2 ml, wodurch die Herstellkosten sehr gering gehalten werden können. Das Volumen des Spaltes und des magnetorheologischen Mediums beträgt insbesondere weniger als 3 ml und vorzugsweise weniger als 2 ml.

[0117] Zwischen Schwenkwelle **4** und dem Stab **107** oder einem anderen Koppellement kann auch ein Getriebe nach dem Stand der Technik, vorzugsweise ein möglichst spielfreies Planetengetriebe, Microgetriebe oder Wellgetriebe (z. B. Harmonic Drive) angeordnet werden.

[0118] Statt des Stabs **107** kann auch eine Scheibe auf der Eingangswelle angebracht werden. Die Scheibe bzw. der Scheibenaußendurchmesser kann über zumindest ein Seil, Riemen mit dem zu dämpfenden Element (kraftschlüssig oder wirk-)verbunden sein. Das Verbindungselement kann auch über Umlenkungen, Übersetzungen (z. B. Flaschenzugprinzip ...) mit dem zu dämpfenden Element wirkverbunden sein. Dadurch ist der Aufbau bezüglich der Anbringung sehr flexibel. Es kann aber auch eine Exzenter- oder Nockenscheibe verwendet werden, wodurch die Kräfte/Momente winkelpositionsabhängig werden. Es kann auch ein umlaufendes Seil mit Fixierstelle verwendet werden, wodurch eine Zwangssteuerung möglich wird, d. h., es können Zug- und Druckkräfte übertragen werden. Das Übertragungselement (z. B. Seil) kann kraft- oder formschlüssig mit der Scheibe verbunden sein.

[0119] Fig. 5 zeigt eine schematische perspektivische Darstellung eines Teils des Drehdämpfers **1**, wobei die Komponente **2** ohne die Schwenkwelle **4** dargestellt ist. Bei der Montage wird der abgebildete Teil der Komponente **2** mit der Schwenkwelle **4** drehfest gekoppelt.

[0120] Die Komponente **2** weist eine Mehrzahl von radial nach außen abstehenden Armen **21**, **22**, **23** etc. auf. Hier sind acht Arme vorgesehen. Möglich und bevorzugt sind aber auch 6 oder 10 oder 12 oder mehr Arme.

[0121] Um die jeweiligen Arme ist jeweils eine Spule **8** mit wenigstens einer und hier einer Mehrzahl von Windungen gewickelt. Dabei erfolgen die Wicklung und der Anschluss der elektrischen Spulen derart, dass sich an benachbarten Stellen benachbarter Arme unterschiedliche Pole des Magnetfelds ergeben, wenn die Spulen **8** mit Strom versorgt werden.

[0122] Fig. 6 zeigt einen Querschnitt durch den Drehdämpfer **1**, wobei die Komponente **2** die Innenkomponente **12** aufweist, die von der Außenkomponente **13** der Komponente **3** umgeben ist. Zwischen den beiden Komponenten **2** und **3** erstreckt sich hier ein im Wesentlichen zylindrischer und übertrieben groß dargestellter Dämpfungsspalt **6**, in dem ein magnetorheologisches Medium **5** vorhanden ist. Insbesondere ist der Dämpfungsspalt **6** vollständig mit dem magnetorheologischen Medium **5** gefüllt. Es kann wenigstens ein Reservoir **15** vorgesehen sein, in dem ein Vorrat des magnetorheologischen Mediums bevorratet wird, um über die Lebensdauer des Drehdämpfers **1** den Verlust einer gewissen Menge des Mediums kompensieren zu können. Ein solches Reservoir **15** kann beispielsweise in der Aussparung zwischen zwei Armen **22**, **23** vorgesehen sein. Das Reservoir kann aber auch außerhalb der Komponente **3** sein.

[0123] Bei der Herstellung werden zunächst um die einzelnen Arme die Spulen **8** gewickelt. Anschließend können die verbleibenden Hohlräume zwischen den einzelnen Armen teilweise oder vollständig mit einem Medium aufgefüllt werden, damit dort kein magnetorheologisches Fluid eingefüllt werden muss. Beispielsweise kann dort Gießharz oder dergleichen eingefüllt werden, um die Hohlräume aufzufüllen. Gießharz oder dergleichen ist kostengünstiger wie das magnetorheologische Fluid. Das Ausfüllen der Hohlräume ist funktionsmäßig nicht notwendig. Möglich ist es aber auch, dass eine zum Beispiel dünne Schutzschicht in Form einer Abdeckung **34** übergezogen wird, um die Dämpfungsspalte **6** örtlich zu begrenzen, während die Aussparungen zwischen den Armen hohl verbleiben.

[0124] Vorzugsweise ist der Dämpfungsspalt zylindrisch ausgebildet. Es ist aber auch möglich, dass Trennelemente **29** in dem Kopplungsspalt angeordnet sind, die den an sich zylindrischen Kopplungsspalt in mehrere Teilspalte aufteilen. Dabei werden die Trennelemente **29** vorzugsweise entweder mit der Komponente **2** oder der Komponente **3** verbunden.

[0125] Der Kopplungsspalt **6** kann selbst die Kammer **28** für das magnetorheologische Medium bilden oder aber der Kopplungsspalt **6** bildet zusammen mit dem Reservoir **15** wenigstens den wesentlichen Teil der Kammer **28**.

[0126] Fig. 7 zeigt eine stark schematische Ansicht eines Feldlinienverlaufs über den Querschnitt des Drehdämpfers **1** aus Fig. 6. Dabei treten die Feldlinien **36** etwa radial durch den Dämpfungsspalt **6** hindurch, verlaufen jeweils über einen Winkelabschnitt durch die Komponente **3**, bevor sie beim benachbarten Arm wieder etwa senkrecht durch den Dämpfungsspalt **6** hindurch (in den benachbarten Arm) eintreten.

[0127] Anschaulich zeigt Fig. 7, dass praktisch über dem gesamten Umfang des Drehdämpfers eine hohe Feldliniendichte vorliegt, sodass eine effektive Dämpfung einer Schwenkbewegung ermöglicht wird.

[0128] Fig. 8 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines Drehdämpfers **1**, bei dem die Funktionalität grundsätzlich genauso ist, wie bei dem vorhergehenden Drehdämpfer **1**. Im Unterschied zu den vorhergehenden Ausgestaltungen tritt bei dem Drehdämpfer **1** nach Fig. 8 die Schwenkwelle **4** sowohl an dem ersten Ende **31** als auch einem zweiten Ende **32** nach außen aus. Deshalb wird die Schwenkwelle **4** an beiden Enden gelagert und über Dichtungen **11** nach außen hin abgedichtet. Auch hier können wieder magnetische Dichtungen **11a** den Dämpfungsspalt **6** in die axialen Richtungen hin abdichten.

[0129] Fig. 9 zeigt eine Ausführungsform des Drehdämpfers **1**, bei dem sowohl die eine Komponente **2** einen abstehenden Arm als auch die andere Komponente **3** einen ebenfalls abstehenden Arm aufweist, wobei die Arme der Komponenten **2**, **3** im Grundzustand beispielsweise unter einem rechten Winkel zueinander angeordnet sind. Ein Teil der Komponente **2** bildet die Innenkomponente **12**, die von der Außenkomponente **13** der Komponente **3** umgeben ist.

[0130] Insgesamt stellt die Dämpfereinrichtung **10** beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 eine Art von Kniegelenk dar, das zur effektiven Dämpfung von Schwenkbewegungen bei der Waschmaschine **100** geeignet ist.

Bezugszeichenliste

1	Dämpfer, Drehdämpfer
2	Komponente
3	Komponente
3a	Deckel
4	Schwenkwelle
4a	Mitnehmer
5	magnetorheologisches Medium
6	Dämpfungsspalt

7	Magnetfelderzeugungseinrichtung
8	elektrische Spule
9	Achse
10	Dämpfereinrichtung
11	Dichtungseinrichtung
12	Innenkomponente
13	Außenkomponente
14	Verbindungsleitung
15	Reservoir
16	axiale Länge
17	Drehgeber
18	Wicklung
19	Ende von 21 , 22
20	Federeinrichtung
21	Arm
22	Arm
23	Arm
24	Pol
25	Pol
26	radiale Höhe von 6
27	Durchmesser von 6
28	Kammer
29	Trennelement
30	Gehäuse
31	Ende von 4
32	Ende von 4
33	Dauermagnet
34	Abdeckung
35	Hohlraum, Füllmasse
36	Feldlinie
37	Lager
38	Distanzhülse
100	Waschmaschine
101	Trommel
102	Gehäuse
103	Trommelaufhängung
104	Trommelantrieb
105	Steuereinrichtung
106	Koppelgelenk
107	Stab
108	Stab
109	Trommelgehäuse

Patentansprüche

1. Dämpfereinrichtung (**10**) für eine mit einer Trommel (**101**) ausgerüstete Waschmaschine (**100**) oder einen Wäschetrockner, um im Betrieb durch Bewegungen der Trommel (**101**) und/oder des Trommelgehäuses (**109**) hervorgerufene Schwingungen zu dämpfen, umfassend einen Dämpfer (**1**) mit zwei relativ zueinander bewegbaren Komponenten (**2**, **3**), deren Relativbewegung dämpfbar ist, wobei zwischen den zwei Komponenten (**2**, **3**) ein wenigstens teilweise mit einem magnetorheologischen Medium (**5**) gefüllter Dämpfungsspalt (**6**) angeordnet ist, und wobei dem Dämpfungsspalt (**6**) eine Magnetfelderzeugungseinrichtung (**7**) mit einer elektrischen Spule (**8**) zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Komponenten (**2**, **3**) gegeneinander ver-

schwenkbar angeordnet sind, und dass eine der beiden Komponenten (2) eine Innenkomponente (12) und die andere Komponente (3) eine Außenkomponente (13) umfasst, und dass die Außenkomponente (13) die Innenkomponente (12) wenigstens abschnittsweise radial umgibt, und dass radial zwischen der Außenkomponente (13) und der Innenkomponente (12) der Dämpfungsspalt (6) ausgebildet ist, sodass der Dämpfer (1) als Drehdämpfer zur Dämpfung einer Schwenkbewegung zwischen den beiden Komponenten (2, 3) ausgebildet ist.

2. Dämpfungseinrichtung (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Dämpfungsspalt (6) Teil einer Kammer (28) ist, und wobei die Kammer (28) durch die beiden Komponenten (2, 3) und durch eine zwischen den beiden Komponenten (2, 3) angeordnete Dichtungseinrichtung (11) oder durch zwei zwischen den beiden Komponenten angeordnete Dichtungseinrichtungen (11) abgedichtet ist.

3. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Mehrzahl an wenigstens teilweise radial verlaufenden Armen (21, 22, 23) an wenigstens einer der Komponenten (2, 3) vorgesehen ist, und wobei wenigstens ein Teil der Arme (21, 22) mit einer elektrischen Spule (8) mit wenigstens einer Wicklung (18) ausgerüstet ist.

4. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich die Wicklung (18) jeweils neben der Achse (9) und beabstandet von der Achse (9) erstreckt.

5. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei an den benachbarten Enden (19) benachbarter Arme (21, 22) wenigstens einer Komponente (2, 3) unterschiedliche Pole (24, 25) der Magnetfelderzeugungseinrichtungen (7) vorgesehen sind.

6. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Innenkomponente (12) die radial verlaufenden Arme (21, 22, 23) mit den daran angeordneten elektrischen Spulen (8) aufweist.

7. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Dämpfermoment in weniger als 20 ms um mindestens 30% des benötigten Arbeitsbereiches variiert werden kann.

8. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die beiden Komponenten (2, 3) relativ zueinander nur um einen begrenzten Schwenkwinkel verschwenkbar sind.

9. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dem Dämpfer (1) wenigstens ein Drehgeber (17) zur Erfassung des

Schwenkwinkels der beiden Komponenten (2, 3) zugeordnet ist.

10. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Dämpfungsspalt (6) eine radiale Höhe (26) kleiner als 2% eines Durchmessers (27) des Dämpfungsspalts (6) und/oder eine radiale Höhe (26) kleiner 0,6 mm aufweist.

11. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Dämpfungsspalt (6) ein Volumen kleiner 10 ml oder kleiner 5 ml oder kleiner 2 ml aufweist.

12. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrischen Spulen (8) über elektrische Verbindungsleitungen (14) angeschlossen sind, die innerhalb oder außerhalb der Innenkomponente (12) nach außen geführt werden.

13. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Außenkomponente (13) Teil eines Gehäuses (30) ist, an dem die Innenkomponente (12) aufgenommen ist, wobei eine Schwenkwelle (4) der Innenkomponente (12) aus der Außenkomponente (13) nach außen geführt ist.

14. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Ende (31) der Schwenkwelle (4) aus dem Gehäuse (30) herausgeführt ist und das andere Ende (32) der Schwenkwelle (4) innerhalb des Gehäuses (30) endet.

15. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Dämpfer (1) nach Art eines Kniehebels ausgebildet ist.

16. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Federeinrichtung (20) vorgesehen ist, um eine Gegenkraft aufzubauen, wenn eine Auslenkung der beiden Komponenten (2, 3) in wenigstens eine Richtung erfolgt.

17. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Mehrzahl an Dämpfungsspalten (6) vorgesehen ist, welche über dem Umfang der Innenkomponente (12) verteilt angeordnet sind.

18. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei wenigstens einer elektrischen Spule (8) ein Dauermagnet (33) zugeordnet ist.

19. Dämpfungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das magnetorheologische Medium (5) eine Suspension von ferromagnetischen Partikeln in einem Medium wie beispielsweise

se Öl, Glykol oder Fett ist und/oder wobei das Medium Stabilisatoren beinhaltet.

20. Waschmaschine (100) oder Wäschetrockner mit einem Gehäuse (102) und einer daran aufgenommenen Trommel (101) in einem Trommelgehäuse (109) und einer Trommelaufhängung (103) und einem Trommelantrieb (104) und einer Steuereinrichtung (105), wobei zwischen dem Gehäuse (102) und dem Trommelgehäuse (109) wenigstens ein Dämpfer (1) angeordnet ist, um Schwingungen der Trommel (101) und/oder des Trommelgehäuses (109) zu dämpfen,

wobei der Dämpfer (1) zwei relativ zueinander bewegbare Komponenten (2, 3) umfasst, deren Relativbewegung dämpfbar ist, wobei zwischen den zwei Komponenten (2, 3) ein wenigstens teilweise mit einem magnetorheologischen Medium (5) gefüllter Dämpfungsspalt (6) angeordnet ist, und wobei dem Dämpfungsspalt (6) eine Magnetfelderzeugungseinrichtung (7) mit einer elektrischen Spule (8) zugeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass die beiden Komponenten (2, 3) gegeneinander verschwenkbar angeordnet sind, und dass eine der beiden Komponenten (2, 3) eine Innenkomponente (12) und die andere Komponente (3) eine Außenkomponente (13) umfasst, und dass die Außenkomponente (13) die Innenkomponente (12) wenigstens abschnittsweise radial umgibt, und dass radial zwischen der Außenkomponente (13) und der Innenkomponente (12) der Dämpfungsspalt (6) ausgebildet ist, sodass der Dämpfer (1) als Drehdämpfer zur Dämpfung einer Schwenkbewegung zwischen den beiden Komponenten (2, 3) ausgebildet ist.

21. Waschmaschine (100) oder Wäschetrockner nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Dämpfermoment des Dämpfers (1) während einer Umdrehung um mehr als 10% des Maximalmoments kontrolliert verstellbar ist.

22. Waschmaschine (100) oder Wäschetrockner nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Steueralgorithmus bei einer entsprechenden Ausgangseinstellung des Dämpfermoments, die Trommeldrehzahl in den Bereich eines optimalen Umlagerungspunktes verschiebt und dann dieser das Dämpfermoment so variiert, dass dadurch die Wäschestücke während des Waschvorgangs ein- oder mehrmals relativ zueinander bewegt/umgelagert/umpositioniert werden.

23. Waschmaschine (100) oder Wäschetrockner nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche, wobei der optimal Umlagerungspunkt im Bereich der Resonanzdrehzahl liegt.

24. Waschmaschine (100) oder Wäschetrockner nach einem der vier vorhergehenden Ansprüche, wo-

bei die Umschaltzeit für die Variation des Dämpfermoments kleiner 20 ms ist.

25. Waschmaschine (100) oder Wäschetrockner nach einem der fünf vorhergehenden Ansprüche, wobei der Dämpfer (1) über eine im unbeladenen Zustand der Trommel (101) etwa rechtwinkliges Koppelgelenk (106) mit der Trommel (101) verbunden ist.

26. Waschmaschine (100) oder Wäschetrockner nach einem der sechs vorhergehenden Ansprüche, wobei die Taumelbewegung eines Trommelgehäuses (109) durch eine Dämpfeinrichtung (10) mit Drehdämpfer gedämpft wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

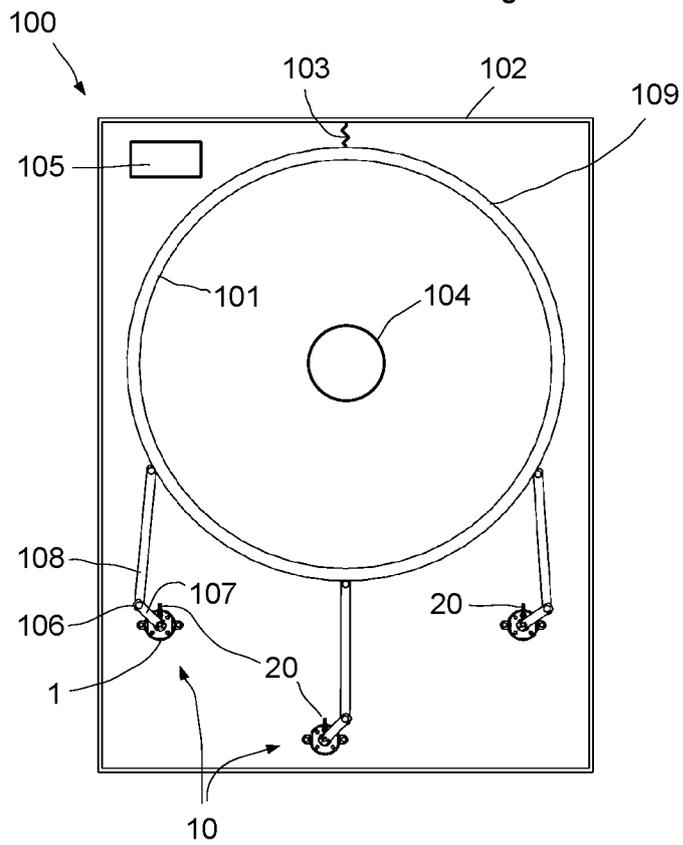


Fig. 1

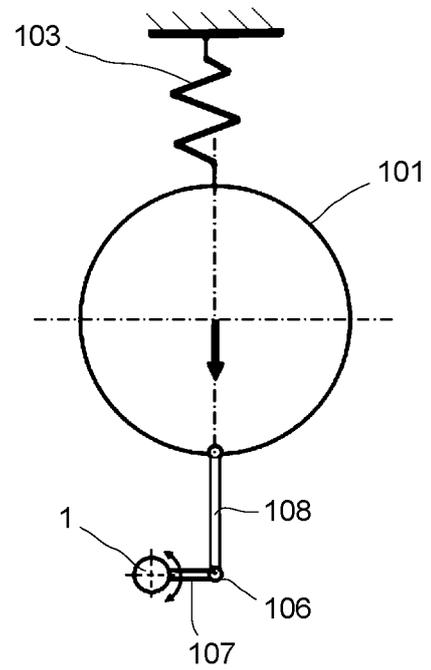


Fig. 2

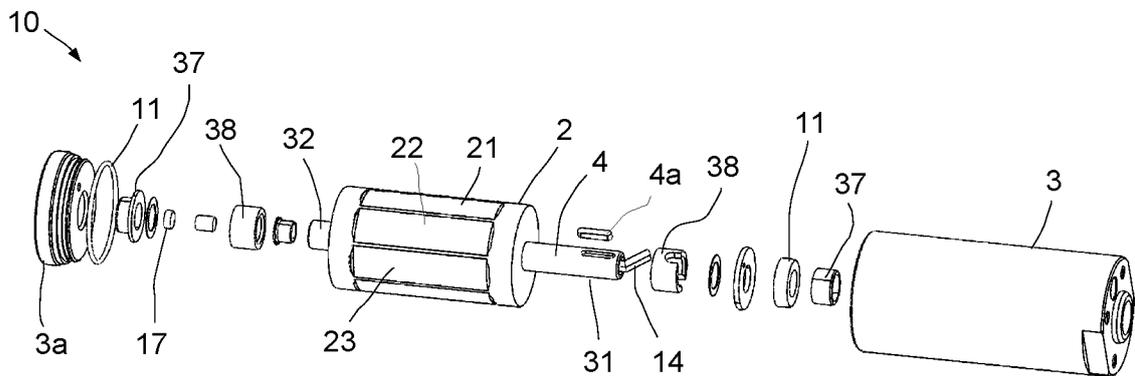


Fig. 3

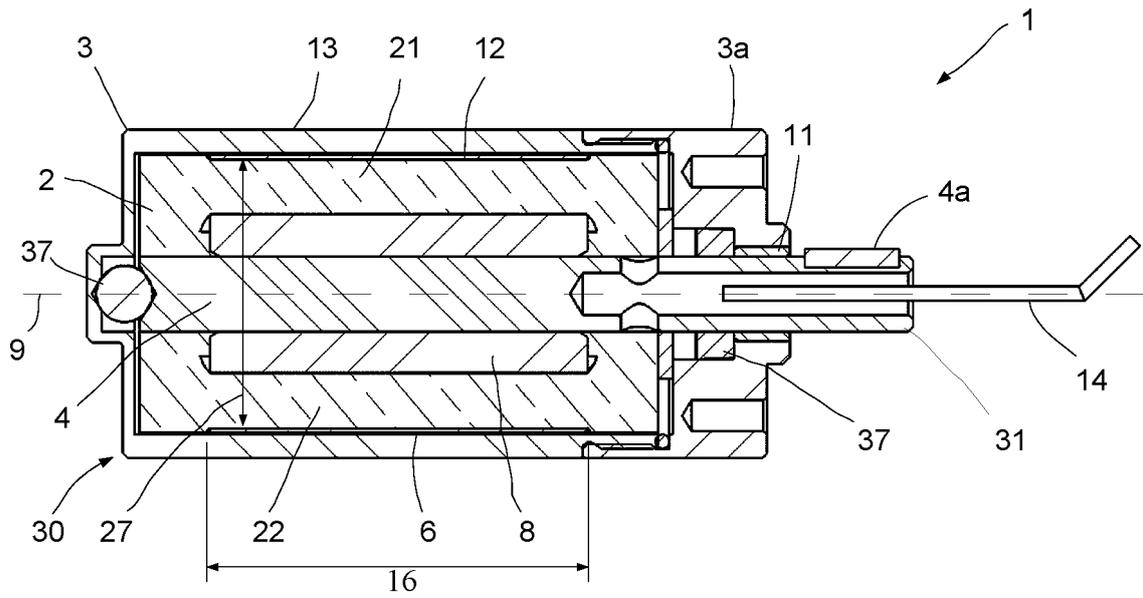


Fig. 4

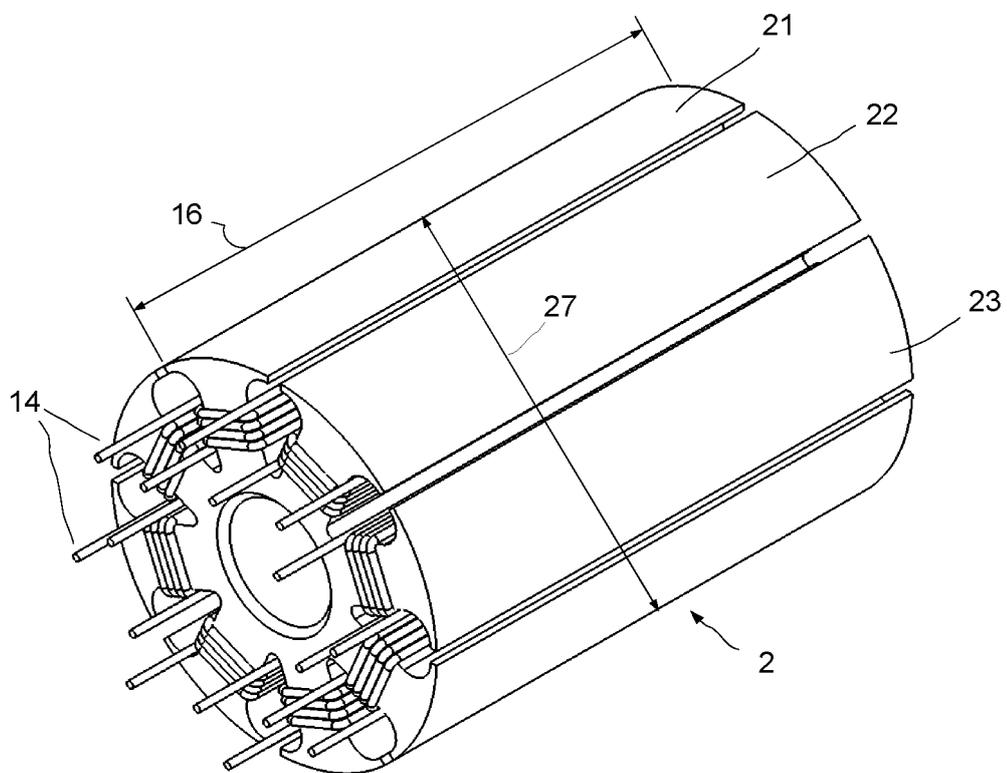


Fig. 5

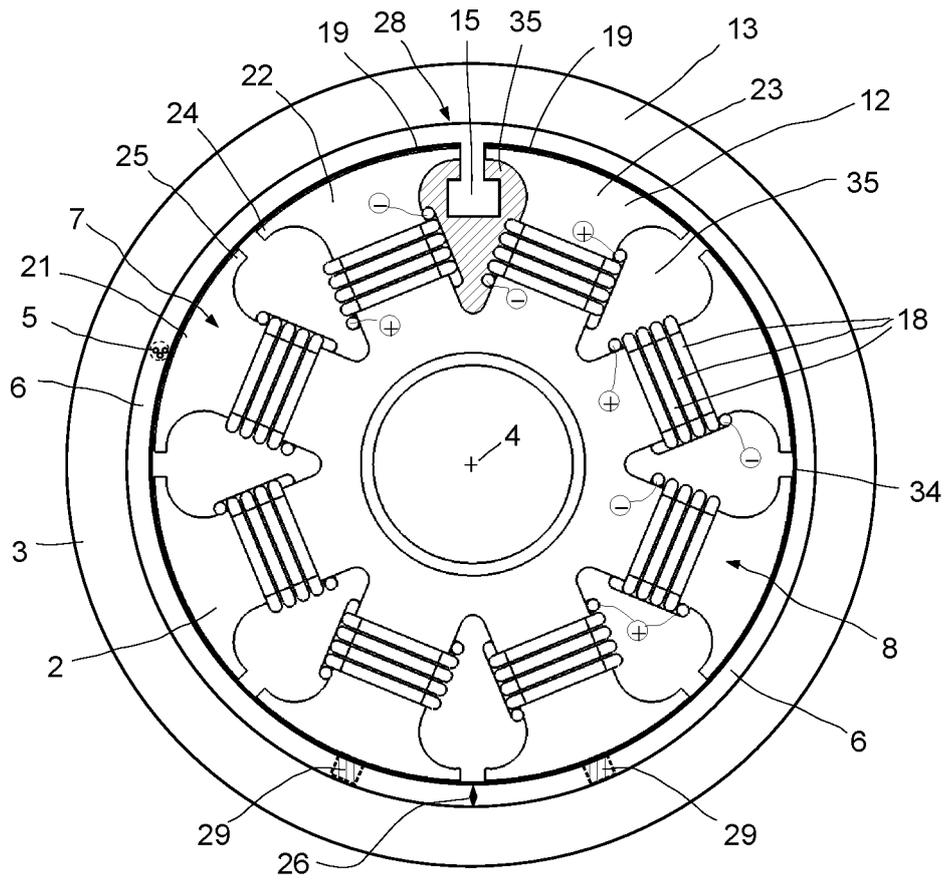


Fig. 6

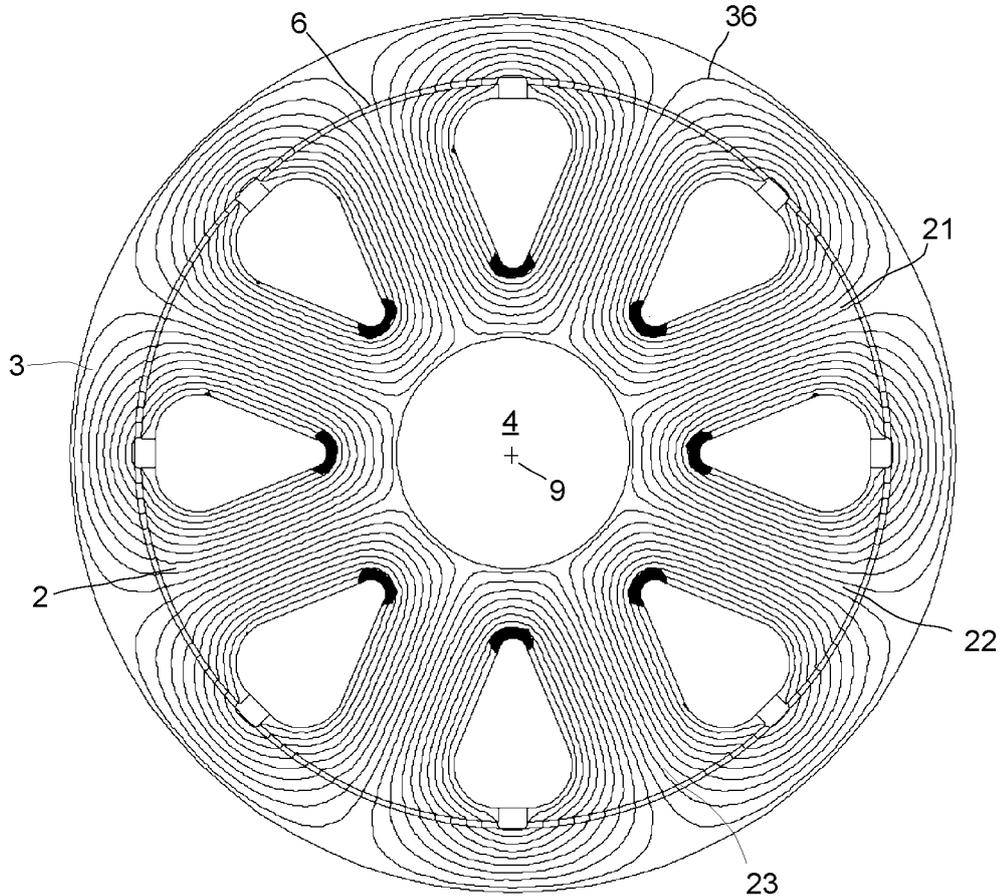


Fig. 7

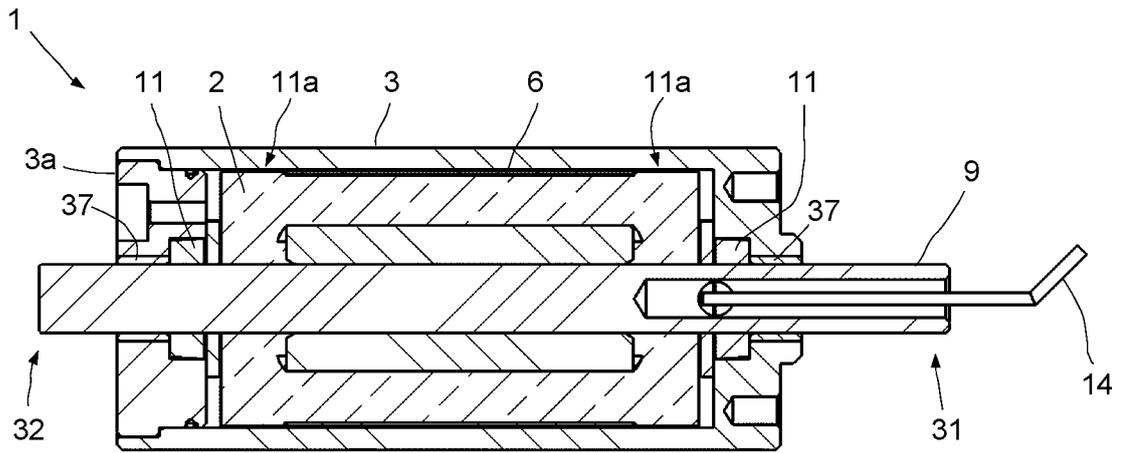


Fig. 8

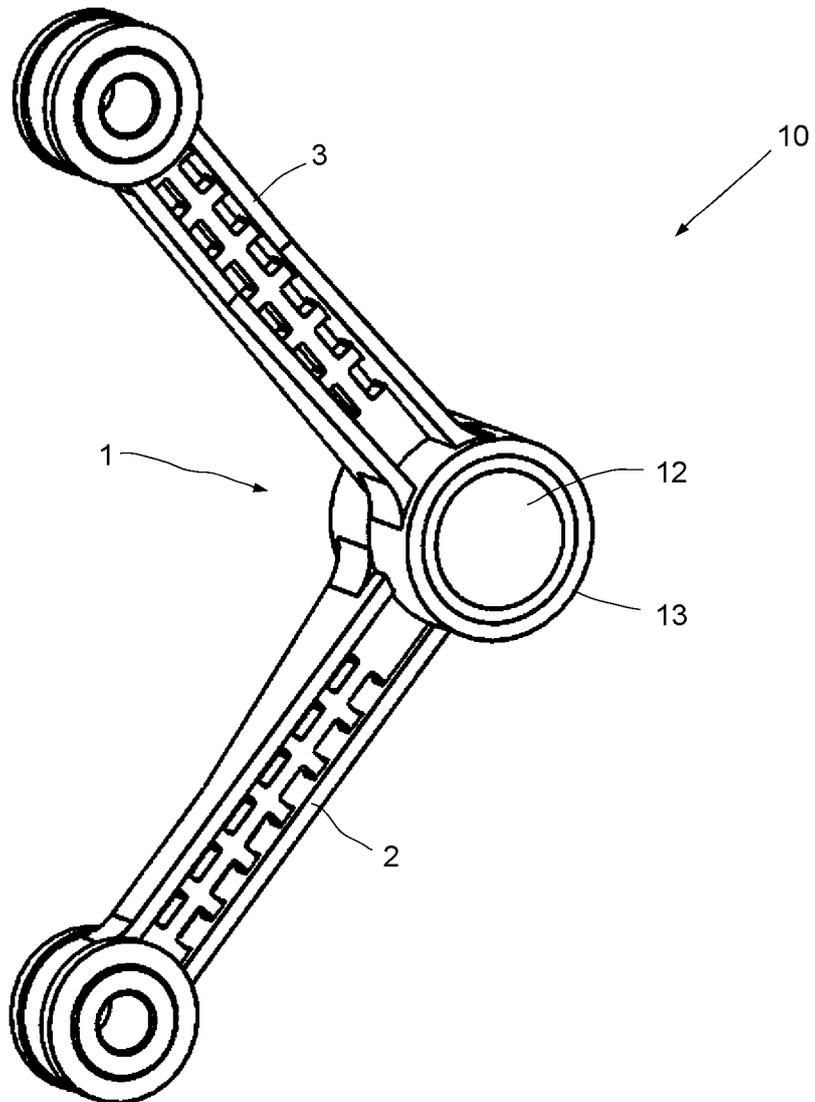


Fig. 9