

(19)



(11)

**EP 2 010 705 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.03.2012 Patentblatt 2012/10**

(51) Int Cl.:  
**D06F 37/20 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **06725742.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2006/061570**

(22) Anmeldetag: **13.04.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2007/118512 (25.10.2007 Gazette 2007/43)**

(54) **MASCHINE ZUM WASCHEN UND/ODER TROCKNEN VON WÄSCHE**

MACHINE FOR WASHING AND/OR DRYING LAUNDRY

MACHINE A LAVER ET/OU SECHE-LINGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**07.01.2009 Patentblatt 2009/02**

(73) Patentinhaber: **BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH**  
**81739 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **JURMANN, Rainer**  
**14612 Falkensee (DE)**

- **MOSCHÜTZ, Harald**  
**14979 Grossbeeren (DE)**
- **RATFISCH, Uwe**  
**14193 Berlin (DE)**
- **SAUER, Mark**  
**16562 Bergfelde (DE)**
- **WIEMER, Horst**  
**14532 Kleinmachnow (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 607 729 EP-A2- 0 856 604**  
**WO-A2-2005/059492 DE-A1- 10 022 609**  
**DE-A1- 19 804 080**

**EP 2 010 705 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Maschine zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche, insbesondere nach dem Frontladerprinzip, sowie ein Verfahren zur Ermittlung und Verarbeitung von belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. von Unwuchtparametern einer Wäschetrommel bzw. einer Trommelwelle der Maschine der in den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 bzw. 10 angegebenen Art.

**[0002]** Ein Problem beim Betrieb von Waschmaschinen sind die insbesondere während der Schleuderphase auftretenden Vibrationen. Ursache dafür ist die durch ungleichmäßige Masseverteilung des Waschguts in der Wäschetrommel entstehende Unwucht. Diese Unwucht kann bereits von Beginn des Waschprozesses an vorhanden sein, sie kann sich aber auch erst während eines Schleudervorgangs durch unterschiedliche Entwässerungseigenschaften des Waschguts ausbilden und im weiteren Verlauf zeitlich ändern. Durch eine entsprechende Aufhängung der Wascheinheit mit der Wäschetrommel wird den auftretenden unwuchtbedingten Kräften Rechnung getragen. Beim Auftreten einer großen Unwucht bei hohen Drehzahlen kann es dennoch zu einer Überforderung der Aufhängung der Wascheinheit kommen, was zu einem so genannten Laufen oder Schlagen der Maschine führen kann. Aber auch beim Betrieb der Maschine innerhalb tolerabler Schwingungsauslenkungen führen die unwuchtbedingten Kräfte nicht nur zu einer unerwünschten Geräuschentwicklung, sondern auch zu einem erhöhten Verschleiß der Waschmaschine, insbesondere der beweglichen Teile und Lager. Ziel einer optimierten Waschprozesssteuerung muss daher eine möglichst umfassende Ermittlung von belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. von Unwuchtparametern und deren Auswertung zur effektiven Begrenzung und/oder vollständigen Vermeidung der durch die Masseverteilung des Waschguts hervorgerufenen Unwucht sein.

**[0003]** Aus der DE 100 22 609 C2 ist ein Verfahren zur Begrenzung der Unwuchtwirkung einer Wascheinheit einer Waschmaschine und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens als bekannt zu entnehmen. Dabei sind zur Ermittlung einer während des Waschprozesses durch eine bewegte Wäschetrommel auftretenden Unwucht am Umfang eines Laugenbehälters der Waschmaschine mehrere Sensoren verteilt angebracht. Diese Sensoren erfassen die unwuchtbedingten Auslenkungen des Laugenbehälters sowie die Phasenverschiebungen zwischen den Unwucht-Auslenkungen. Abhängig von den erfassten Auslenkungswerten werden Maßnahmen zur Begrenzung der Unwucht eingeleitet. Als Sensoren können dabei Beschleunigungssensoren, optische und/oder elektromechanische Wegesensoren verwendet werden.

**[0004]** Als nachteilig bei diesem Verfahren und dieser Vorrichtung ist der Umstand anzusehen, dass durch die am Laugenbehälter angeordneten Sensoren nur die

durch die Ungleichgewichtsladungen des Waschguts erzeugte dynamische, bereits wirkende Unwucht detektierbar ist und zudem nicht alle für eine effektive Begrenzung dieser Unwucht relevanten Parameter, wie beispielsweise das Gesamtgewicht des sich in der Wäschetrommel befindenden Waschguts, erfassbar sind. Weiterhin ist als nachteilig anzusehen, dass einerseits durch die Notwendigkeit mehrerer Sensoren für die Durchführung des Verfahrens erhöhte Herstellungskosten anfallen, andererseits deren Anbringung am Außenumfang des Laugenbehälters zu konstruktiven Einschränkungen der ebenfalls in diesem Bereich angeordneten Bauteile führt.

**[0005]** Eine Waschmaschine und eine Sensoranordnung zum Ermitteln einer Wäscheunwucht ist auch aus EP 856 604 A2 bekannt, wobei zur Ermittlung der Position der Unwucht eine Magnetsensoreinheit, nämlich ein Hall-Sensor, eingesetzt wird. Eine weitere Messeinrichtung einer Waschmaschine ist in WO 2005/059492 A1 offenbart. Diese Messeinrichtung umfasst zur Ermittlung von Rotationsparametern eine Magnetfeldsensoreinheit.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Maschine und ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mittels denen eine größere Anzahl relevanter Parameter für eine effizientere Begrenzung von Unwuchtwirkungen zugänglich ist und durch die eine kompaktere, flexiblere und Kosten sparendere Bauweise der Maschine ermöglicht wird.

**[0007]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Maschine zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche und ein Verfahren zur Ermittlung und Verarbeitung von belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. von Unwuchtparametern einer Wäschetrommel bzw. einer Trommelwelle der Maschine mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 bzw. 10 gelöst.

**[0008]** Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen und nicht-trivialen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Patentansprüchen beschrieben.

**[0009]** Bei der Maschine nach der Erfindung handelt es sich insbesondere um eine Waschmaschine nach dem Frontladerprinzip, gemeint ist damit eine Waschmaschine mit einer um eine horizontale oder eine gegenüber einer horizontalen Achse leicht geneigte Achse drehbar gelagerte Wäschetrommel, die von vorn mit Wäsche befüllbar ist. Denkbar wären allerdings auch Wäschetrockner oder alle sonstigen Maschinen zur Behandlung von Kleidungsstücken, bei denen die Möglichkeit einer durch Ungleichgewichtsladung hervorgerufenen Unwuchtwirkung insbesondere während Schleuderphasen besteht. Daher bezieht sich die Erfindung nicht nur auf nach dem Frontladerprinzip arbeitende Waschmaschinen, sondern meint sämtliche mit einer Trommelwelle zum Antrieb einer Wäschetrommel ausgebildete Maschinen zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche, also beispielsweise auch Waschmaschinen nach dem Topladerprinzip, welche eine von oben zu befüllenden Wäschetrommel aufweisen, arbeitende Maschinen oder auch Trockenreinigungsmaschinen.

**[0010]** Erfindungsgemäß umfasst die Maschine zur Ermittlung und Verarbeitung von belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. einer Unwucht mindestens eine Magnetfeldsensoreinheit, mit der das Magnetfeld eines mit der Trommelwelle bzw. der Wäschetrommel bewegten magnetisierten Bereichs zu detektieren ist. Diese Magnetfeldsensoreinheit weist zum Beispiel mehrere Magnetfeldsensoren auf, so dass neben der Ermittlung von mit Kräften und Momenten korrelierenden Parametern beispielsweise auch die Achslage der Trommelwelle berührungslos ermittelt werden kann. Als Sensortyp eignet sich dabei unter anderen ein nach dem Hall-Prinzip arbeitender Sensor. Mit anderen Worten können die relevanten Belastungskenngrößen direkt im Schwingensystem und nicht nur deren Auswirkung beispielsweise in Form von Drehzahlschwankungen der Waschtrommel ermittelt werden. Darüber hinaus ist es nicht erforderlich, die Waschtrommel in Rotation zu versetzen, um über die erst während ihrer Rotation auftretenden Auslenkungen unwuchtbezogene Parameter ermitteln zu können. Da die Ermittlung der auftretenden Kräfte und Momente erfindungsgemäß berührungslos an der Trommelwelle erfolgt, können die zur Behandlung einer vorhandenen Unwucht relevanten Parameter direkt und verschleißfrei am Bauteil mit der unmittelbarsten Belastung gemessen werden. Darüber hinaus ist auch die magnetostriktive Eigenschaft der bevorzugt verwendeten magnetisierbaren Materialien eine immanente, verschleißfreie Eigenschaft.

**[0011]** Zur Konstruktion der erfindungsgemäßen Maschine muss lediglich eine Sensoreinheit mit geringem Platzbedarf vorzugsweise im gut zugänglichen Bereich der Trommelwelle angeordnet werden, so dass eine kompaktere und kostengünstigere Bauweise der Maschine realisierbar wird.

**[0012]** Eine besonders einfache Ausführung des mit der Trommelwelle mitbewegten magnetisierten Bereichs kann geschaffen werden, indem die ohnehin vorhandene Trommelwelle selbst zumindest bereichsweise aus einem Material mit magnetischen Eigenschaften gefertigt ist. Dabei können sämtliche zur Behandlung einer Unwucht der Wäschetrommel relevanten Parameter direkt an der Trommelwelle erfasst werden, da sowohl die im Bereich der Waschtrommel durch das Waschgut erzeugten Kräfte und Momente einerseits wie auch die durch die Antriebseinheit erzeugten Kräfte und Momente andererseits unmittelbar auf die Trommelwelle wirken.

**[0013]** Alternativ hat es sich als besonders vorteilhaft gezeigt, Trommelwellen, die selbst über keine oder nur ungenügende magnetischen Eigenschaften verfügen, beispielsweise kraft-und/oder formschlüssig mit einem mitbewegten Bauteil zum Beispiel in Form einer außenumfänglich angeordneten Hülse zu verbinden. Hierdurch kann der mit der Trommelwelle mitbewegte magnetisierte Bereich auf äußerst einfache Weise durch das mitbewegte Bauteil geschaffen werden. Zudem wäre es hierdurch denkbar, für bereits entwickelte Maschinen eine Lösung bereit zu stellen, durch die sich die erfindungs-

gemäßen Vorteile nachträglich verwirklichen lassen. Außerdem erlaubt der Einsatz eines zusätzlichen magnetisierbaren Bauteils, die Trommelwelle aus einem Material zu fertigen, welches unabhängig von seinen magnetischen Eigenschaften gewählt werden kann. Zudem lässt sich der zur Verwirklichung der Erfindung erforderliche magnetische Bereich Kosten senkend auf ein unbedingt notwendiges Minimum begrenzen.

**[0014]** Zur Verwirklichung des magnetischen Bereichs werden ferromagnetische Materialien mit einer möglichst hohen Magnetostruktionskonstante - wie beispielsweise Stahl Nr. 1.4057 mit dem Kurznamen X17CrNi16-2 - verwendet, so dass erfindungsgemäß die in und an der Trommelwelle bzw. dem mit ihr verbundenen Bauteil auftretenden Kräfte und Momente durch den Effekt der inversen Magnetostruktion in entsprechend große, leicht detektierbare Änderungen des durch das Material gebildeten Magnetfelds transformiert werden können. Dadurch ist die Verwendung kostengünstigerer Magnetfeldsensoreinheiten mit geringerer Empfindlichkeit möglich.

**[0015]** Eine baulich besonders sinnvolle und kompakte Anordnung ergibt sich, wenn die Magnetfeldsensoreinheit innerhalb der Lageranordnung dergestalt ausgeführt ist, dass sie im zentralen Bereich zwischen zwei, die drehbewegliche Lagerung der Trommelwelle bildenden Lagern angeordnet ist. Dies ist auch im Hinblick auf die zwischen den Lagern maximale Durchbiegung der Trommelwelle sinnvoll, welche beispielsweise bei stehender Waschtrommel durch die Schwerkraftwirkung der Wäsche einerseits und die Zugwirkung der Antriebseinheit andererseits, sowie bei sich drehender Waschtrommel durch die Zentrifugalkraft der durch die Wäsche bedingten umlaufenden Unwucht entsteht.

**[0016]** Wird die Magnetfeldsensoreinheit mit einer Steuerungseinrichtung der Waschmaschine verbunden, ergibt sich in vorteilhafter Weise die Möglichkeit, die durch die Sensoreinheit ermittelten Parameter auszuwerten und gezielt in den Ablauf des Waschprogramms einzugreifen, so dass eine situationsabhängige Minimierung der auftretenden Unwuchtwirkung erreicht oder bereits präventiv vollständig verhindert werden kann.

**[0017]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung werden durch die Magnetfeldsensoreinheit die an der Trommelwelle auftretenden dynamischen Parameterwerte ermittelt. Zu diesen Parameterwerten gehören zunächst verschiedene Drehmomente wie das durch das Antriebsmoment der Antriebseinheit erzeugte Drehmoment, das durch ungleichförmige Masseverteilung in der Wäschetrommel entstehende Drehmoment sowie die durch Reibung in der Lageranordnung und Reibung der Waschtrommel mit der sie umgebenden Luft bzw. Waschlauge etc. entstehenden Drehmomente. Weiterhin gehört zu diesen Parameterwerten ein Torsionsmoment, welches sich durch das Zusammenwirken des Antriebsdrehmoments an einem Ende der Trommelwelle mit dem durch die Masseträgheit der beladenen Wäschetrommel entstehenden Drehmoment am anderen Ende innerhalb der Trommelwelle ausbildet. Ein weiterer

Parameterwert kann ein durch die unwuchtbedingte Zentrifugalkraft verursachtes Biegemoment der Trommelwelle sein, welches von außen gesehen mit der Trommelwelle umläuft. Besonders vorteilhaft ist schließlich die Anordnung eines weiteren Magnetfeldsensors in der Magnetfeldsensoreinheit, welcher über die Messung eines permanent magnetisierten, mit der Trommelwelle verbundenen Bereichs die momentane Achslage der Trommelwelle bestimmt und dadurch eine exakte Ermittlung der Winkelgeschwindigkeit und/oder des momentanen Drehwinkels der Waschtrommel ermöglicht.

**[0018]** Ein weiterer wichtiger Parameterwert zur zielgerichteten Unwuchtbehandlung ist das Gesamtgewicht des in die Waschtrommel eingebrachten Waschguts. Dieses lässt sich erfindungsgemäß durch direkte Bestimmung der an der Trommelwelle statisch anliegenden Biegekraft ermitteln, da diese sich nur aus systemauslegungsabhängigen, als konstant anzunehmenden Werten und der variablen Gewichtskraft des Waschguts zusammensetzt. Dieser Parameter ist zum Gewicht des Waschguts proportional und unabhängig von der Drehwinkelstellung der Wäschetrommel. Er eignet sich daher besonders gut zu Bestimmung des Waschgutgewichts. Hierbei ist zu beachten, dass das Gewicht des Waschguts während des Waschprozesses durch unterschiedliche Feuchtigkeitsgrade zeitlichen Änderungen unterliegt.

**[0019]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es vorgesehen, dass zunächst über die Magnetfeldsensoreinheit die belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. Unwuchtparameter an der Trommelwelle bzw. der Wäschetrommel ermittelt und in Abhängigkeit dieser Parameter entsprechende Steuerungs- und/oder Regelungsparameter für den momentanen Waschprozess abgeleitet werden. Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind als vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens anzusehen.

**[0020]** In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden im dynamischen Prozesszustand die an der Trommelwelle auftretenden Biege-, Dreh- und/oder Torsionsmomente sowie der momentane Drehwinkel bzw. die momentane Winkelgeschwindigkeit der Trommelwelle ermittelt. Dadurch wird die genaue Bestimmung der Position der die Unwucht verursachenden Masseverteilung innerhalb der Wäschetrommel möglich. Im statischen Prozesszustand wird vorzugsweise die momentan auf die Trommelwelle wirkende Biegekraft, über die sich das Gewicht des in die Waschtrommel eingebrachten Waschguts bestimmen lässt, ermittelt.

**[0021]** Die ermittelten Kraft-, Moment- und/oder Winkelgeschwindigkeitswerte können in bevorzugter Weise durch die Steuerungseinrichtung der Maschine ausgewertet werden. Diese Auswertung erlaubt die sofortige Ableitung von Steuerungs- und Regelungsparametern und damit gezielte Eingriffe in den Waschprozess zur Begrenzung und/oder präventiven Vermeidung der Unwuchtwirkung.

**[0022]** Für das Verfahren ist weiterhin als vorteilhaft vorgesehen, dass durch die abgeleiteten Steuerungs- und Regelungsparameter gezielt die momentane Drehzahl und/oder die Winkelgeschwindigkeit der Wäschetrommel variiert wird, wodurch einerseits eine Begrenzung der unwuchtbedingten, auf die Wäscheinheit wirkenden Kräfte erreicht wird, und andererseits auch die Möglichkeit besteht, mit gezieltem Verteilen der in der Waschtrommel ungleichmäßig verteilten Wäsche die Unwucht weitgehend oder vollständig zu beseitigen.

**[0023]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnungen; dies zeigen in:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht durch eine als Frontladerwaschmaschine ausgebildete Maschine zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche mit einer über eine Trommelwelle angetriebene Wäschetrommel und mit einer im Bereich einer Lageranordnung der Trommelwelle angeordneten Magnetfeldsensoreinheit zur Ermittlung von belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. einer Unwucht der Wäschetrommel bzw. der Trommelwelle,

Fig. 2 eine weitere schematische Schnittansicht durch die als Frontladerwaschmaschine ausgebildete Maschine zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche gemäß Fig. 1, wobei die Durchbiegung der Trommelwelle schematisch angedeutet ist, welche durch die gemeinsame, schwerkraftbedingte Gewichtskraft der Wäschetrommel und des Waschguts einerseits und der durch die Riemenspannung des Antriebsriemens erzeugten RiemenSpannkraft andererseits erzeugt wird,

Fig. 3 eine schematische Vorderansicht auf die Wäschetrommel der Maschine zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche gemäß den Fig. 1 und 2, wobei die schematische Wirkung der Schwerkraft auf eine am Außenumfang der Wäschetrommel befindliche, durch die Ungleichverteilung des Waschguts hervorgerufene Masse schematisch angedeutet ist; und in

Fig. 4 eine schematische Vorderansicht auf die Wäschetrommel sowie eine schematische Schnittansicht durch die Maschine zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche gemäß den Fig. 1 bis 3, wobei die Wirkung einer am Außenumfang der Wäschetrommel wirkenden, durch eine Unwuchtmasse hervorgerufenen Fliehkraft während eines dynamischen Waschprozesses schematisch angedeutet ist.

**[0024]** Von einer im vorliegenden Ausführungsbeispiel

als Frontladerwaschmaschine ausgebildeten Maschine zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche ist in Fig. 1 in einer schematische Schnittansicht ein innerhalb eines nicht gezeigten Waschmaschinengehäuse angeordneter Laugenbehälter 10 dargestellt, in dem eine Wäschetrommel 12 über eine Lageranordnung 13 einseitig gelagert angeordnet ist. Die Wäschetrommel 12 ist über eine Trommelwelle 14 mit einer Riemenscheibe 16 verbunden, die über einen nicht gezeigten Antriebsriemen das Drehmoment einer Antriebseinheit auf die Trommelwelle 14 der Wäschetrommel 12 überträgt. Die Trommelwelle 14 ist dabei durch zwei Lager 20 der Lageranordnung 13 gehalten, welche ihrerseits innerhalb eines Lagergehäuses 18 mit Abstand zueinander aufgenommen sind. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Lager 20 als Kugellager ausgebildet. Das Lagergehäuse 18 ist seinerseits fest mit der rückseitigen Wand des Laugenbehälters 10 verbunden.

**[0025]** In einem zentralen Bereich zwischen den beiden Lagern 20 ist innerhalb des Lagergehäuses 18 eine Magnetfeldsensoreinheit 22 aufgenommen, welche einen oder eine Mehrzahl von Magnetfeldsensoren umfasst. Neben der hier vorgesehenen bevorzugten Anordnung der Magnetfeldsensoreinheit 22 in der Mitte zwischen den beiden Lagern 20 wäre es natürlich auch denkbar, diese näher an einem der beiden Lager 20 anzuordnen. Durch die Magnetfeldsensoreinheit 22 wird das Magnetfeld eines mit der Trommelwelle 14 bewegten magnetisierten Bereichs 24 detektiert, wobei dieser seinerseits im Bereich der Magnetfeldsensoreinheit 22 angeordnet ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist hierzu die Trommelwelle 14 selbst zumindest bereichsweise aus einem Material mit entsprechenden magnetischen bzw. magnetostriktiven Eigenschaften gefertigt. Im Rahmen der Erfindung als mit umfasst ist es jedoch zu betrachten, dass auch eine Trommelwelle 14 verwendet werden kann, die beispielsweise selbst über keine oder nur ungenügende magnetische Eigenschaften verfügt und ein mitbewegtes Bauteil zum Beispiel in Form einer außenumfänglich angeordneten Hülse umfasst, welche beispielsweise kraft- und/oder formschlüssig mit der Trommelwelle 14 verbunden ist. Der magnetisierte Bereich 24 der Trommelwelle 14 ist vorzugsweise aus einem ferromagnetischen Material mit einer hohen Magnetostruktionskonstante - beispielsweise Stahl Nr. 1.4057 - gestaltet, so dass eine kostengünstige Magnetfeldsensoreinheit 22 mit einer relativ geringen Empfindlichkeit eingesetzt werden kann. Aufgrund der magnetostriktiven Eigenschaften des mit der Trommelwelle 14 mitbewegten magnetisierten Bereichs 24 wird die mechanische Deformation der Trommelwelle 14 in eine Änderung des durch den magnetisierten Bereich 24 gebildeten Magnetfelds transformiert. Diese Änderung des Magnetfelds wird durch die Magnetfeldsensoreinheit 22 berührungslos erfasst.

**[0026]** Fig. 2 zeigt in einer weiteren Schnittansicht durch die Frontladerwaschmaschine gemäß Fig. 1 schematisch die mit der Biegelinie 33 dargestellte Durchbie-

gung der Trommelwelle 14. Die Durchbiegung wird dabei einerseits durch das Biegemoment  $M_T$  der gemeinsam wirkenden Gewichtskräfte  $F_T$  der Wäschetrommel 12 und  $F_W$  des Waschguts über den Hebelarm  $l_t$  nach der Gleichung

$$M_T = (F_T + F_W) \cdot l_t$$

und andererseits durch das Biegemoment  $M_R$  der Riemenspannkraft  $F_R$  über den Hebelarm  $l_r$  des an der Riemenscheibe 16 angeordneten Antriebsriemens nach der Gleichung

$$M_R = F_R \cdot l_r$$

erzeugt. Die Wirkungsrichtungen der Riemenspannkraft und der durch die Gravitationskraft erzeugten Gewichtskräfte sind in diesem Beispiel vereinfachend als parallel angenommen. Da die Riemenspannkraft  $F_R$  des Antriebsriemens, die Gewichtskraft der Wäschetrommel  $F_T$  und die Hebelarme  $l_t$  und  $l_r$  für ein Gerät als konstant angesehen werden können, ist bei stehender Wäschetrommel 12 die mit der Biegelinie 33 dargestellte Durchbiegung bzw. Biegespannung der Trommelwelle 14 nur noch von der Gewichtskraft  $F_W$  des in der Wäschetrommel 12 vorhandenen Waschguts abhängig. Die Richtung dieser Biegespannung ist konstant und unabhängig von der Drehwinkelstellung der Wäschetrommel 12.

**[0027]** Eine exakte Bestimmung des Gewichts des Waschguts ist somit auf einfache Weise anhand der mit der Biegelinie 33 dargestellte Durchbiegung bzw. Biegespannung der Trommelwelle 14 möglich. Die zentrale Anordnung der Magnetfeldsensoreinheit 22 im Bereich der maximalen Belastung bzw. Durchbiegung der Trommelwelle 14 sowie die durch den Effekt der inversen Magnetostruktion entsprechend große Änderungen des durch den magnetisierten Bereich gebildeten Magnetfelds ermöglichen dabei eine leichte Detektierbarkeit durch die Magnetfeldsensoreinheit 22. Demgemäß ist die Verwendung unempfindlicher und daher kostengünstiger Magnetfeldsensoren möglich, wodurch die zur Behandlung von Unwuchtwirkungen relevanten Parameterwerte - das Drehmoment, das Torsionsmoment, die Biegekraft, die Masse des Waschguts und der Drehwinkel der Wäschetrommel 12 - berührungslos und verschleißfrei erfasst werden können.

**[0028]** Fig. 3 zeigt eine schematische Vorderansicht auf die Wäschetrommel 12 der Maschine zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche gemäß den Fig. 1 und 2. Nachfolgend wird erläutert, wie Drehmomente ermittelt werden können, die von der Riemenscheibe 16 über die Trommelwelle 14 auf die Wäschetrommel übertragen werden:

**[0029]** Dem Antriebsmoment, welches über die Rie-

menscheibe 16 in die Trommelwelle eingeleitet wird, stehen dabei folgende Drehmomente gegenüber: Massenträgheitsmomente beim Beschleunigen oder Verzögern der Drehbewegung der Wäschetrommel 12, Reibmomente durch Reibung in den Lagern 20 und zwischen der Wäschetrommel 12 und der sie umgebenden Luft bzw. Waschflüssigkeit, sowie mit der Trommelrotation wechselnde Drehmomente aufgrund der Beschleunigung des sich am Außenumfang der Wäschetrommel 12 befindenden Waschguts.

**[0030]** In Fig. 3 ist hierzu die unwuchtbedingte, am Außenumfang 34 der mit einer bestimmten Drehzahl rotierenden Wäschetrommel 12 wirkende Gewichtskraft  $F_{UG}$  dargestellt. Bei Rotation der Wäschetrommel 12 mit einer bestimmten Drehzahl bzw. Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  oberhalb der Anlegedrehzahl des Waschguts kann sich durch ungleichmäßige Masseverteilung mit der Masse  $m_u$  eine resultierende Unwucht ausbilden. Die Anlegedrehzahl ist dabei als diejenige Drehzahl zu verstehen, bei welcher eine auf das Waschgut wirkende Zentrifugalkraft gleich oder größer als eine auf das Waschgut wirkende Schwerkraft ist, so dass das Waschgut an der Innenwand der Wäschetrommel immobilisiert wird. Die die Unwucht verursachende Masse  $m_u$  mit der Gewichtskraft  $F_{UG}$  muss während einer vollständigen Umdrehung der Wäschetrommel 12 in der Aufwärtsbewegung gegen die Schwerkraft angehoben werden. Im abwärtsgerichteten Verlauf der Drehung der Wäschetrommel 12 wird sie hingegen durch die Schwerkraft beschleunigt. Durch den sich zyklisch ändernden Hebelarm  $h_t$  entsteht an der Trommelwelle 14 ein sinusförmiger Drehmomentverlauf  $M_{UG}$ , der zu einer sich mit der Trommelwellendrehzahl bzw. Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  ändernden Torsionsspannung führt, deren Amplitude von der Größe der resultierenden Unwucht abhängt. Somit ergibt sich für den Drehmomentverlauf  $M_{UG}$  folgende Gleichung:

$$M_{UG} = F_{UG} * h_t * \sin(\omega t)$$

**[0031]** Durch die Auswertung der ermittelten belastungsrelevanten Kenngrößen können daher Position und Größe der Unwucht in der Waschtrommel 12 exakt bestimmt werden. Durch die Ableitung entsprechender Steuerungs- und/oder Regelungsparameter wird ein gezielter Eingriff in den Waschprozess zur Verringerung oder gar vollständigen Eliminierung der Unwuchtwirkung möglich.

**[0032]** Schließlich sind in Fig. 4 in einer schematischen Vorderansicht auf die Wäschetrommel 12 sowie einer schematischen Schnittdansicht durch die Maschine gemäß den Fig. 1 bis 3 ein weiterer Belastungsfall der Waschmaschine und die dabei gewinnbaren Parameterwerte bzw. belastungsrelevanten Kenngrößen gezeigt. Hierbei ist insbesondere ein Biegemoment  $M_{UF}$  aufgrund einer am Außenumfang 34 der Waschtrommel 12 wirkenden Fliehkraft der Unwuchtmasse  $m_u$  ermittelbar. Bil-

det sich während eines Schleudervorgangs mit der Trommelwellendrehzahl bzw. Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  oberhalb der Anlegedrehzahl des Waschguts durch eine Massenfehlverteilung eine Unwucht aus, erzeugt diese eine auf den Außenumfang 34 (Radius  $r_t$ ) der Waschtrommel 12 wirkende Zentrifugalkraft  $F_{UF}$ . Diese Zentrifugalkraft  $F_{UF}$  bildet sich aus der Gleichung:

$$F_{UF} = m_u * \omega^2 * r_t$$

**[0033]** Über den Hebelarm  $l_u$  erzeugt diese Zentrifugalkraft  $F_{UF}$  ein Biegemoment  $M_{UF}$ , welches seinerseits eine Biegespannung in der Trommelwelle 14 verursacht. Da die Richtung dieser Spannung bezogen auf die magnetisierte Trommelwelle 14 konstant ist, von außen gesehen aber mit der Trommelwellendrehzahl bzw. Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  umläuft, erfasst die Magnetfeldsensoreinheit 22 ein mit der Trommelwellendrehzahl bzw. Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  umlaufendes Signal, welches von der Größe der Massenfehlverteilung und ihrer axialen Lage am Außenumfang 34 der Waschtrommel 12 abhängt. Das Biegemoment  $M_{UF}$  ist dabei die Ursache der tatsächlichen Trommelwellenbelastung.

**[0034]** Aufgrund der durch die Magnetfeldsensoreinheit 22 ermittelten belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. Unwuchtparameter können in einem anschließenden Verfahrensschritt Steuerungs- und/oder Regelungsparameter der Maschine in Abhängigkeit der ermittelten Werte abgeleitet werden. Die Ableitung der Steuerungs- und/oder Regelungsparameter der Maschine erfolgt durch eine in den Figuren nicht dargestellte, ohnehin vorhandene Steuerungseinrichtung der Maschine. Über die Steuerungseinrichtung, welche mit dem Antrieb der Maschine verbunden ist, kann beispielsweise die Drehzahl bzw. die Winkelgeschwindigkeit der Wäschetrommel in Abhängigkeit der Steuerungs- und/oder Regelungsparameter verändert und somit eine aufgrund einer ungleichmäßigen Verteilung des Waschguts bedingte Unwucht vermindert bzw. vollständig eliminiert werden. Hierzu ist es beispielsweise denkbar, die Drehzahl bzw. die Winkelgeschwindigkeit der Wäschetrommel 12 abrupt und gegebenenfalls lediglich für eine kurze Zeitdauer zu ändern, wodurch sich eine gleichmäßigere Verteilung des Waschguts realisieren lässt.

## Patentansprüche

1. Maschine zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche, insbesondere nach dem Frontladerprinzip, mit einer mittels einer Lageranordnung (13) drehbar gelagerten Trommelwelle (14) zum Antrieb einer Wäschetrommel (12) und mit einer Einrichtung zur Ermittlung von belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. einer Unwucht der Wäschetrommel (12) bzw. der Trommelwelle (14) aufgrund einer Wäschebe-

dung, wobei die Einrichtung zur Ermittlung von belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. einer Unwucht mindestens eine Magnetfeldsensoreinheit (22) umfasst, mit der das Magnetfeld eines mit der Trommelwelle (14) bzw. der Wäschetrommel (12) bewegten magnetisierten Bereichs (24) zu detektieren ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der magnetisierte Bereich (24) aus einem ferromagnetischen Material mit einer so hohen Magnetostruktionskonstante besteht, dass mit dem in und an der Trommelwelle (14) bzw. einem mit der Trommelwelle (14) verbundenen Bauteil auftretenden Kräfte und Momente durch den Effekt der inversen Magnetostruktion in entsprechend große, leicht detektierbare Änderungen des durch das Material gebildeten Magnetfelds transformiert werden.

2. Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der magnetisierte Bereich (24) an der Trommelwelle (14) der Wäschetrommel (12) vorgesehen ist.

3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trommelwelle (12) selbst zumindest bereichsweise aus einem magnetisierbaren Material gefertigt ist, welches den magnetisierten Bereich (24) bildet.

4. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trommelwelle (12) ein mit dieser mitbewegtes Bauteil, insbesondere ein außenumfänglich diese umgebendes Hülsenteil umfasst, welches zumindest bereichsweise aus einem den magnetisierten Bereich (24) bildenden magnetisierbaren Material besteht.

5. Maschine nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das magnetisierbare Material ein ferromagnetischer Stahl mit magnetostruktiven Eigenschaften ist.

6. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lageranordnung (13) zwei Lager (20) umfasst, zwischen denen die mindestens eine Magnetfeldsensoreinheit (22) vorzugsweise in einem zumindest annähernd gleichen Abstand zu den beiden Lagern (20) angeordnet ist.

7. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Magnetfeldsensoreinheit (22) mit einer Steuerungseinrichtung der Maschine verbunden ist, mit der die Drehzahl bzw. die Winkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) der Wäschetrommel (12) einzustellen ist.

8. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der mindestens einen Magnetfeldsensoreinheit (22) wenigstens ein dynamischer Parameterwert, insbesondere ein an der Trommelwelle (12) anliegendes Dreh- und/oder Torsionsmoment ( $M_{UG}$ ) und/oder Biegemoment ( $M_{UF}$ ) und/oder die dynamischen Biegekräfte ( $F_{UF}$ ) und/oder die Winkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) der Trommelwelle (14) zu ermitteln ist.

9. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der mindestens einen Magnetfeldsensoreinheit wenigstens ein statischer Parameterwert, insbesondere eine an der Trommelwelle (14) auftretende statische Biegekraft ( $F_T$ ,  $F_R$ ,  $F_W$ ) und/oder Biegemoment ( $M_T$ ,  $M_R$ ) zu ermitteln ist.

10. Verfahren zur Ermittlung und Verarbeitung von belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. von Unwuchtparametern einer Wäschetrommel (12) bzw. einer Trommelwelle (14) einer Maschine zum Waschen und/oder Trocknen von Wäsche aufgrund einer Wäschebelastung, insbesondere nach den Ansprüchen 1 bis 9, umfassend die Schritte:

a) Ermitteln der belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. der Unwuchtparameter mittels mindestens einer Magnetfeldsensoreinheit (22), mit welcher das Magnetfeld eines mit der Trommelwelle (14) bzw. der Wäschetrommel (12) bewegten magnetisierten Bereichs (24) detektiert wird;

b) Ableiten von Steuerungs- und/oder Regelungsparametern der Maschine in Abhängigkeit der durch die Magnetfeldsensoreinheit (22) ermittelten belastungsrelevanten Kenngrößen bzw. Unwuchtparameter,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Magnetfeld von einem ferromagnetischen Material mit einer so hohen Magnetostruktionskonstante gebildet wird, dass mit dem in und an der Trommelwelle (14) bzw. einem mit der Trommelwelle (14) verbundenen Bauteil auftretenden Kräfte und Momente durch den Effekt der inversen Magnetostruktion in entsprechend große, leicht detektierbare Änderungen des durch das Material gebildeten Magnetfelds transformiert werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt a) ein Dreh- und/oder Torsionsmoment ( $M_{UG}$ ) und/oder ein Biegemoment ( $M_{UF}$ ,  $M_T$ ,  $M_R$ ) und/oder wenigstens eine Biegekraft ( $F_{UF}$ ,  $F_T$ ,  $F_R$ ,  $F_W$ ) und/oder die Winkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) der Trommelwelle bzw. der Wäschetrommel (14) mittels der Magnetfeldsensoreinheit (22) ermittelt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ableitung der Steuerungs- und/oder Regelungsparameter in Schritt b) durch eine Steuerungseinrichtung der Maschine durchgeführt wird.

5

## Claims

1. Machine for washing and/or drying laundry, particularly according to the principle of front-loading, comprising a drum shaft (14), which is rotatably mounted by means of a bearing arrangement (13), for drive of the laundry drum (12) and a device for determining load-relevant characteristic values or an imbalance of the laundry drum (12) or the drum shaft (14) on the basis of a laundry load, wherein the device for determining load-relevant characteristic values or an imbalance comprises at least one magnetic field sensor unit (22) by which the magnetic field of a magnetised region (24) moved together with the drum shaft (14) or the laundry drum (12) is to be detected, **characterised in that** the magnetised region (24) consists of a ferromagnetic material with a magnetostrictive constant of such level that forces and moments arising in and at the drum shaft (14) or a component connected with the drum shaft (14) are transformed by the effect of the inverse magnetostriction into correspondingly large, easily detectable changes in the magnetic field formed by the material.
2. Machine according to claim 1, **characterised in that** the magnetised region (24) is provided at the drum shaft (14) of the laundry drum (12).
3. Machine according to claim 1 or 2, **characterised in that** the drum shaft (12) itself is made in at least a region from a magnetisable material which forms the magnetised region (24).
4. Machine according to claim 1 or 2, **characterised in that** the drum shaft (12) comprises a component moved together therewith, particularly a sleeve part surrounding this at the outer circumference, which component consists at least in a region of a magnetisable material forming the magnetised region (24).
5. Machine according to claim 3 or 4, **characterised in that** the magnetisable material is a ferromagnetic steel with magnetostrictive characteristics.
6. Machine according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the bearing arrangement (13) comprises two bearings (20), between which the at least one magnet field sensor unit (22) is arranged preferably at at least approximately the same spacing from the two bearings (20).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7. Machine according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the at least one magnetic field sensor unit (22) is connected with a control device of the machine, by which the rotational speed or the angular speed ( $\omega$ ) of the laundry drum (12) is to be set.

8. Machine according to any one of the preceding claims, **characterised in that** by means of the at least one magnetic field sensor unit (22) at least one dynamic parameter value, particularly a rotational and/or torsional moment ( $M_{UG}$ ) and/or bending moment ( $M_{UF}$ ) and/or the dynamic bending forces ( $F_{UF}$ ) and/or the angular speed ( $\omega$ ) of the drum shaft (14), is to be determined.

9. Machine according to any one of the preceding claims, **characterised in that** by means of the at least one magnetic field sensor unit at least one static parameter value, particularly a static bending force ( $F_T$ ,  $F_R$ ,  $F_W$ ) and/or bending moment ( $M_T$ ,  $M_R$ ) arising at the drum shaft (14), is to be determined.

10. Method for determining and processing load-relevant characteristic values or imbalance parameters of a laundry drum (12) or of a drum shaft (14) of a machine for washing and/or drying laundry on the basis of a laundry load, particularly according to any one of claims 1 to 9, comprising the steps:

- a) determining the load-relevant characteristic values or the imbalance parameters by means of at least one magnetic field sensor unit (22), by which the magnetic field of a magnetised region (24) moved together with the drum shaft (14) or the laundry drum (12) is detected; and  
b) deriving control and/or regulating parameters of the machine in dependence on the load-relevant characteristic values or imbalance parameters determined by the magnetic field sensor unit (22),

**characterised in that** the magnetic field is formed from a ferromagnetic material with a magnetostrictive constant of such a level that forces and moments arising in and at the drum shaft (14) or a component connected with the drum shaft (14) are transformed by the effect of the inverse magnetostriction into correspondingly large, easily detectable changes in the magnetic field formed by the material.

11. Method according to claim 10, **characterised in that** in step a) a rotational and/or torsional moment ( $M_{UG}$ ) and/or a bending moment ( $M_{UF}$ ,  $M_T$ ,  $M_R$ ) and/or at least one bending force ( $F_{UF}$ ,  $F_T$ ,  $F_R$ ,  $F_W$ ) and/or the angular speed ( $\omega$ ) of the drum shaft or the laundry drum (14) is or are determined by means of the magnetic field sensor unit (22).



12. Method according to claim 10 or 11, **characterised in that** the derivation of the control and/or regulating parameters in step b) is performed by a control device of the machine.

5

## Revendications

1. Machine pour laver et/ou sécher du linge, en particulier selon le principe de chargeur avant, comprenant un arbre de tambour (14) monté de façon rotative au moyen d'un agencement de palier (13) pour l'entraînement d'un tambour de linge (12) et un dispositif pour déterminer des grandeurs caractéristiques importantes au niveau de la charge ou un balourd du tambour à linge (12) ou de l'arbre de tambour (14) sur la base d'une charge de linge, le dispositif pour déterminer des grandeurs caractéristiques importantes au niveau de la charge ou un balourd comprenant au moins une unité de capteur de champ magnétique (22), avec laquelle le champ magnétique d'une zone (24) magnétisée et déplacée avec l'arbre de tambour (14) ou le tambour à linge (12) doit être détecté, **caractérisée en ce que** la zone (24) magnétisée est constitué d'un matériau ferromagnétique avec une constante de magnétostriktion si élevée que des forces et couples, qui apparaissent dans et sur l'arbre de tambour (14) ou un composant relié à l'arbre de tambour (14), sont transformés par l'effet de la magnétostriktion inverse en des variations de grandeur correspondantes facilement détectables, du champ magnétique formé par le matériau.
2. Machine selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la zone (24) magnétisée est prévue sur l'arbre de tambour (14) du tambour à linge (12).
3. Machine selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** l'arbre de tambour (12) même est fabriqué au moins par endroits dans un matériau magnétisable, qui forme la zone (24) magnétisée.
4. Machine selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** l'arbre de tambour (12) comprend un composant pouvant être déplacé avec cet arbre, en particulier une partie de douille entourant ce composant sur le pourtour extérieur, laquelle partie est au moins par endroits constituée d'un matériau magnétisable formant la zone (24) magnétisée.
5. Machine selon la revendication 3 ou 4, **caractérisée en ce que** le matériau magnétisable est un acier ferromagnétique avec des propriétés magnétostriktives.
6. Machine selon l'une des revendications précéden-

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

tes, **caractérisée en ce que** l'agencement de palier (13) comprend deux paliers (20), entre lesquels l'au moins une unité capteur de champ magnétique (22) est disposée de préférence à une distance au moins approximativement identique des deux paliers (20).

7. Machine selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'au moins une unité de capteur de champ magnétique (22) est reliée à un dispositif de commande de la machine, avec lequel le régime ou la vitesse angulaire ( $w$ ) du tambour à linge (12) doit être réglé.
8. Machine selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins une valeur de paramètre dynamique, en particulier un couple de rotation et/ou un couple de torsion ( $M_{UG}$ ) et/ou couple de flexion ( $M_{UF}$ ) s'appliquant sur l'arbre de tambour (12) et/ou les forces de flexion dynamiques ( $F_{UF}$ ) et/ou la vitesse angulaire ( $w$ ) de l'arbre de tambour (14) doit être déterminé au moyen de l'au moins une unité de capteur de champ magnétique (22).
9. Machine selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins une valeur de paramètre statique, en particulier une force de flexion ( $F_T$ ,  $F_R$ ,  $F_W$ ) et/ou un couple de flexion ( $M_T$ ,  $M_R$ ) statique, apparaissant sur l'arbre de tambour (14), doit être déterminé au moyen de l'au moins une unité de capteur de champ magnétique.
10. Procédé pour déterminer et traiter des grandeurs caractéristiques importantes au niveau de la charge ou des paramètres de balourd d'un tambour à linge (12) ou d'un arbre de tambour (14) d'une machine pour laver et/ou sécher du linge sur la base d'une charge de linge, en particulier selon les revendications 1 à 9, comprenant les étapes suivantes :
- a) détermination des grandeurs caractéristiques importantes au niveau de la charge ou des paramètres de balourd au moyen d'au moins une unité de capteur de champ magnétique (22), avec laquelle le champ magnétique d'une zone (24) magnétisée, déplacée avec l'arbre de tambour (14) ou le tambour à linge (12), est détecté ;
- b) déduction de paramètres de commande importants au niveau de la charge et/ou de réglage de la machine en fonction des grandeurs caractéristiques ou des paramètres de balourd, déterminés par l'unité de capteur de champ magnétique (22),

## caractérisé en ce que

le champ magnétique est formé par un matériau ferromagnétique avec une constante de magnétostriktion si élevée que des forces et couples, qui apparaissent dans et sur l'arbre de tambour (14) ou un

composant relié à l'arbre de tambour (14), sont transformés par l'effet de la magnétostriction inverse en variations de grandeur correspondante, facilement détectables, du champ magnétique formé par le matériau.

5

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que**, à l'étape a), un couple de rotation et/ou de torsion ( $M_{UG}$ ) et/ou un couple de flexion ( $M_{UF}$ ,  $M_T$ ,  $M_R$ ) et/ou au moins une force de flexion ( $F_{UF}$ ,  $F_T$ ,  $F_R$ ,  $F_W$ ) et/ou la vitesse angulaire ( $w$ ) de l'arbre de tambour et/ou du tambour à linge (14) est déterminé au moyen de l'unité de capteur de champ magnétique (22).

10

15

12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** la déduction des paramètres de commande et/ou de réglage est effectuée à l'étape b) par un dispositif de commande de la machine.

20

25

30

35

40

45

50

55

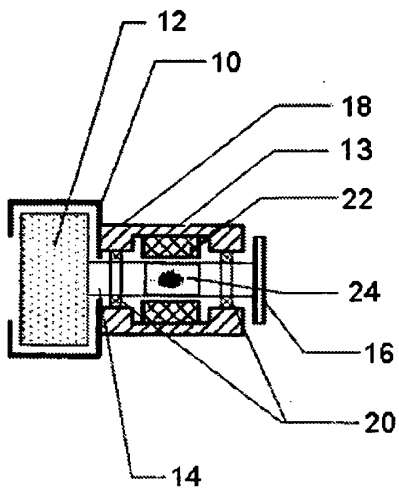


Fig. 1

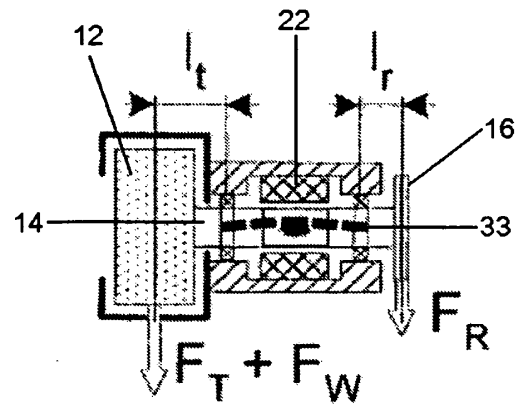


Fig. 2

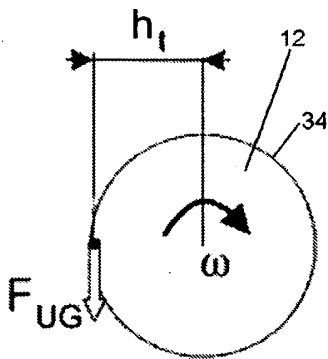


Fig. 3

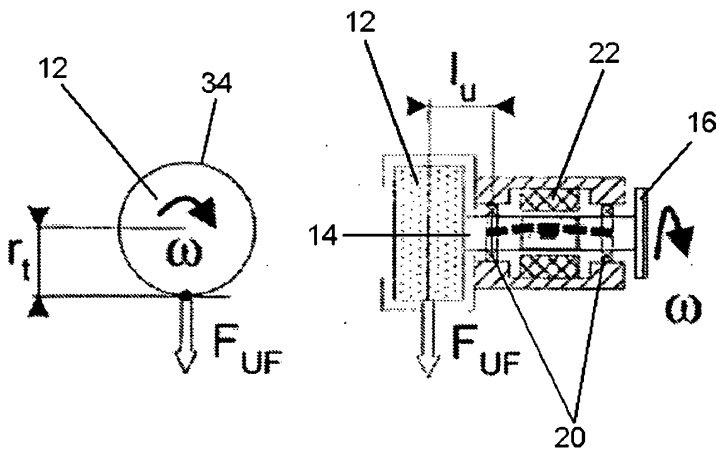


Fig. 4

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10022609 C2 [0003]
- EP 856604 A2 [0005]
- WO 2005059492 A1 [0005]