

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Waschmaschine gemäss Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Eine derartige Waschmaschine wird z.B. in EP 1 391 549 beschrieben. Sie besitzt eine Trommel, die sich um eine Drehachse dreht, eine Messvorrichtung zur Detektion einer Unwucht in der Trommel im Schleuderbetrieb, mit welcher als Funktion des Drehwinkels der Trommel Messwerte erzeugbar sind, und eine Steuerung zum Bestimmen der Position und/oder Grösse der Unwucht aus den Messwerten. Aufgrund der so gewonnenen Parameter der Unwucht kann die Unwucht kompensiert werden und/oder das Schleuderprogramm kann bei zu grosser Unwucht unterbrochen werden, z.B. um die zu schleudernde Wäsche neu in der Trommel zu verteilen.

[0003] Es zeigt sich, dass die Ermittlung von genauen Messwerten in derartigen Waschmaschinen nicht ganz einfach ist. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist somit eine Verbesserung der Messgenauigkeit.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die Waschmaschine nach Anspruch 1 gelöst. Demgemäss enthält die Waschmaschine einen Speicher zum Speichern von Kalibrationswerten. Die Steuerung der Waschmaschine ist dazu ausgestaltet, die Position und/oder Grösse der Unwucht durch Verrechnen der gemessenen Messwerte mit den Kalibrationswerten zu ermitteln.

[0005] Vorzugsweise sind im Speicher Leerlauf-Messwerte als Funktion des Drehwinkels abgespeichert, d.h. die Messwerte, wie sie bei einer Kalibrationsmessung mit leerer Trommel ermittelt wurden. Die Steuerung errechnet aus den Messwerten z.B. mittels Quotientenbildung korrigierte Grössen, aus denen z.B. durch Subtraktion mit den Leerlauf-Messwerten hieraus die Position und/oder Grösse der Unwucht ermittelt werden kann.

[0006] Dadurch lassen sich inhärente Asymmetrien in den drehenden Teilen und der Messvorrichtung eliminieren. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn ein Winkelgeschwindigkeits-Sensor zum Einsatz kommt, der Markierungen an einem Drehkörper detektiert. In diesem Fall kann der Einfluss von Ungenauigkeiten in Position und/oder Grösse der Markierungen durch das Verrechnen mit den Leerlauf-Messwerten eliminiert werden.

[0007] In einer weiteren bevorzugten Ausführung ist im Speicher der Waschmaschine die Phasenverschiebung zwischen den Messwerten und der Position der Unwucht als Funktion der Drehzahl der Trommel abgespeichert. Da diese Phasenverschiebung drehzahlabhängig ist, kann durch Verrechnen der Messwerte mit der Phasenverschiebung in Abhängigkeit der Drehzahl der Trommel die Position der Unwucht bestimmt werden.

[0008] Weitere bevorzugte Ausführungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen sowie aus der nun folgenden Beschreibung anhand der Figuren. Dabei zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch eine Waschmaschine,
- Fig. 2 eine schematische Ansicht der Trommel, des Winkelgeschwindigkeits-Sensors und der Steuerung,
- Fig. 3 die vom Winkelgeschwindigkeits-Sensor gemessenen Zeitwerte im Leerlauf,
- Fig. 4 die vom Winkelgeschwindigkeits-Sensor gemessenen Zeitwerte unter Last und
- Fig. 5 die Phasenverschiebung zwischen Messsignal und Unwuchtposition in Abhängigkeit der Drehzahl.

[0009] Die in Fig. 1 dargestellte Waschmaschine besitzt eine Trommel 1 mit horizontaler Drehachse 2. Die Trommel 1 ist in einem Bottich 3 angeordnet. Am Bottich 3 ist ein Motor 4 befestigt, der über einen Riemen 5 und ein Riemenrad 6 die Trommel in bekannter Weise zur Drehung antreibt. Der Bottich 3 ist mit einer Federung schwingend in der Waschmaschine gelagert.

[0010] In der dargestellten Ausführung sind am vorderen und, gegenüberliegend, am hinteren Ende des Bottichs 3 Beschleunigungs-Sensoren 7 befestigt, die es erlauben, eine Schwenk- und/oder Taumelbewegung des Bottichs zu bestimmen. Zudem ist beim Riemenrad 6 ein Winkelgeschwindigkeits-Sensor 8 vorgesehen, mit welchem in weiter unten beschriebener Weise die momentane Winkelgeschwindigkeit als Funktion des Drehwinkels der Trommel gemessen werden kann. Anstelle von oder zusätzlich zu den Beschleunigungs-Sensoren 7 bzw. dem Winkelgeschwindigkeits-Sensor 8 können z.B. auch Abstands-Sensoren verwendet werden.

[0011] Die Sensoren erlauben es, eine Unwucht in der Trommel beim Schleudern bzw. zu Beginn des Schleuderprogramms festzustellen.

[0012] Wie z.B. in DE 43 13 819 beschrieben, kann einer Unwucht in der Trommel entgegengewirkt werden, indem in spezielle, an der Trommel angebrachte Tanks gezielt eine Flüssigkeit, im vorliegenden Fall Wasser, eingespritzt wird.

[0013] Ist die Unwucht zu gross, kann der Schleudervorgang auch, wie bereits erwähnt, unterbrochen werden.

[0014] In der dargestellten Ausführung sind zur Unwuchtkompensation drei Tanks 10 vorgesehen, welche in den Rippen 11 der Trommel 1 angeordnet sind. Jeder Tank 10 erstreckt sich z.B. mit seiner Längsachse über die ganze achsiale Länge der Trommel 1. An der hinteren Stirnseite 12 der Trommel 1 sind drei Füllringe 13a, b und c angeordnet. Die Füllringe sind koaxial, wobei Füllring 13a den kleinsten Durchmesser, Füllring 13b den nächst grösseren Durchmesser und Füllring 13c den grössten Durchmesser aufweist.

[0015] Jeder der Füllringe steht über ein Füllrohr 14 mit je einem der Tanks 10 in Verbindung.

[0016] Eine stationäre Einspritzvorrichtung 16 ist vorgesehen, um Wasser in die Füllringe einzuspritzen. Sie umfasst

einen Wasserzulauf 17, der Wasser an drei Ventile 18 liefert. Von den Ventilen 18 gelangt das Wasser über eine Fallstrecke 19 zu je einem Schlauch 19a, wobei die Fallstrecke 19 ein Rückfließen von Wasser in den Wasserzulauf 17 verhindert. Die Schläuche 19a enden in Düsen 19b, von denen das Wasser in die einzelnen Füllringe 13a,b,c gespritzt wird. Die Düsen 19b sind am Bottich 3 bzw. am schwingenden System der Waschmaschine angebracht.

[0017] Fig. 2 zeigt schematisch nochmals den mechanischen Aufbau der Waschmaschine sowie deren Steuerung 20.

[0018] Insbesondere zeigt Fig. 2 die Trommel 1 und deren Drehachse 2. Weiter gezeigt ist ein Drehkörper 21, welcher, wie aus Fig. 1 ersichtlich, z.B. als Scheibe ausgestaltet sein kann, die am Riemenrad 6 angeordnet ist. Der Drehkörper 21 dreht sich mit der Trommel mit. Er trägt eine Vielzahl von Markierungen, welche in der gezeigten Ausführung als regelmässig über die Peripherie des Drehkörpers verteilte Zähne 22 ausgestaltet sind. Der stationär am Drehkörper 21 angeordnete Winkelgeschwindigkeits-Sensor 8 ist in der Lage, die Markierungen zu detektieren. In der vorliegenden Ausführung ist der Winkelgeschwindigkeits-Sensor 8 als Lichtschranke ausgeführt, deren Lichtpfad durch die Zähne 22 unterbrochen wird.

[0019] Anstelle einer Lichtschranke kann auch ein anderer optischer Detektor verwendet werden, welcher die optisch erkennbaren Markierungen am Drehkörper 21 detektiert. Es können auch nicht-optische, z.B. magnetische Messmethoden im Zusammenhang mit entsprechend ausgestalteten Markierungen angewendet werden.

[0020] Aus den Signalen des Winkelgeschwindigkeits-Sensors 8 werden Zeitdauern zwischen den Markierungen ermittelt, z.B. in Form der Zeiten zwischen den Signalübergängen. Fig. 3 zeigt eine entsprechende Serie von Messwerten von Zeitdauern t_0 im Leerlauf der Trommel, d.h. bei leerer Trommel. Da im vorliegenden Beispiel die Zähne alle gleich gross und gleich beabstandet sind, sind die gemessenen Zeiten alle ungefähr gleich gross. Die in Fig. 3 dargestellten Schwankungen sind auf Asymmetrien im Aufbau der rotierenden Teile sowie auf Ungenauigkeiten bei der Fertigung der Zähne 22 zurückzuführen.

[0021] Jeder der so ermittelten Zeitwerte ist umgekehrt proportional zur momentanen Winkelgeschwindigkeit der Trommel 1.

[0022] Wird die Trommel unter Last gedreht und ist die Last so verteilt, dass es zu einer Unwucht kommt, so ist die momentane Winkelgeschwindigkeit der Trommel 1 abhängig vom momentanen Drehwinkel. Eine entsprechende Messreihe von Zeitdauern t ist in Fig. 4 dargestellt. Wie ersichtlich, ist die Winkelgeschwindigkeit ungefähr sinusförmig variiert.

[0023] Die Grösse der Unwucht schlägt sich in der Amplitude der sinusförmigen Variation in Fig. 4 nieder, die Position in der Phasenlage des Signals.

[0024] Um aus einer gegebenen Phasenlage des Messsignals auf die Winkelposition der Unwucht zu schliessen, müssen die Sektoren i gemäss Fig. 3 bzw. 4 jeweils einem Drehwinkel der Trommel zugeordnet werden können. Hierzu ist z.B. als Teil des Winkelgeschwindigkeits-Sensors 8 ein Nullpunktgeber vorgesehen, welcher ein Signal abgibt, wenn die Trommel sich in einer bestimmten Nullposition befindet. Die einem Sektor i zugehörige Drehposition α der Trommel 1 kann in diesem Falle aus

$$\alpha = 360^\circ \cdot i / N$$

errechnet werden, wobei N die Zahl der Sektoren ist.

[0025] Für eine genaue Messung von Amplitude und Phase ist es von Vorteil, den Einfluss der genannten Leerlauf-Schwankungen gemäss Fig. 3 zu berücksichtigen. Wie erwähnt, sind diese auf Asymmetrien der drehenden Teile und des Winkelgeschwindigkeits-Sensors 8 zurückzuführen und führen deshalb auch zu Fehlern bei den Messungen unter Last.

[0026] Deshalb sind in einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung die Leerlauf-Messwerte $t_0(i)$ gemäss Fig. 3 als Funktion des Drehwinkels α bzw. des Sektors i in einem Speicher 23 der Steuerung 20 abgespeichert, und die Steuerung 20 ist dazu ausgestaltet, die Position und/oder Grösse der Unwucht durch Verrechnen der gemessenen Messwerte $t(i)$ nach Fig. 4 mit den Leerlauf-Messwerten $t_0(i)$ zu ermitteln.

[0027] Für eine drehzahlunabhängige Korrektur kann z.B. die Differenz

$$d(i) = (t(i) / \sum t(j)) - (t_0(i) / \sum t_0(j)) \quad (1)$$

für den Messwert jedes Sektors bzw. Drehwinkels i gebildet werden, wobei sich die Summen über alle Sektoren j erstrecken. Für die Bestimmung von Amplitude und Phase der Unwucht wird sodann die so erhaltene Differenz $d(i)$ verwendet.

[0028] Denkbar ist auch die Berechnung der Quotienten

$$q(i) = t(i)/t_0(i). \quad (2)$$

[0029] Diese Quotienten $q(i)$ sind, wie die Differenzen $d(i)$, ebenfalls unabhängig von den Leerlauf-Schwankungen.

[0030] Die Kalibrationswerte $t_0(i)$ können herstellenseitig im Speicher 23 abgelegt werden, z.B. im Rahmen der Endprüfung eines Geräts. Sie können jedoch auch, zumindest teilweise, zu einem späteren Zeitpunkt von der Steuerung 20 ermittelt und gespeichert werden, z.B. durch Start eines bestimmten Kalibrationsprogramms, während welchem Messungen an einer leeren Trommel durchgeführt werden. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn der Winkelgeschwindigkeits-Sensor 8 oder der Drehkörper 21 bei Wartungs- oder Reparaturarbeiten ersetzt werden müssen.

[0031] Wie bereits erwähnt, besitzt das gezeigte Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 1 nebst dem Winkelgeschwindigkeits-Sensor 8 auch zwei Beschleunigungs-Sensoren 7. Vorzugsweise werden diese verschiedenen Sensortypen ergänzend eingesetzt. Es zeigt sich, dass bei tieferen Winkelgeschwindigkeiten der Winkelgeschwindigkeits-Sensor 8 die genauesten Resultate liefert, während die Signale von den Beschleunigungs-Sensoren 7 relativ schwach sind. Bei höheren Winkelschwindigkeiten werden die Signale der Beschleunigungs-Sensoren 7 stärker, während jene des Winkelgeschwindigkeits-Sensors 8 an Aussagekraft verlieren.

[0032] Soll mit den Beschleunigungs-Sensoren 7 die Position der Unwucht ermittelt werden, müssen zuerst die zu gewissen Zeiten gemessenen Signale der Beschleunigungs-Sensoren 7 mit der Winkelposition der Trommel 1 in Verbindung gebracht werden. Hierzu kann z.B. der bereits genannte Nullpunktgeber vorgesehen werden, welcher ein Signal abgibt, wenn die Trommel sich in einer bestimmten Nullposition befindet. Ausgehend vom Zeitpunkt t_n , an welchem diese Nullposition zum letzten Mal erreicht wurde, und der momentanen Drehzahl D der Trommel 1 (welche z.B. auch über den Nullpunktgeber ermittelt werden kann) ist es möglich, einer Messung der Beschleunigungs-Sensoren zu einer gegebenen Zeit t_x eine Winkelposition α gemäss der Formel

$$\alpha = (t_x - t_n) \cdot D \cdot 360^\circ \quad (2)$$

zuzuordnen.

[0033] Weiter ist aber zu berücksichtigen, dass die Phasenverschiebung z.B. zwischen dem Winkel α_0 , bei welchem das Signal eines der Beschleunigungs-Sensoren 7 z.B. sein Maximum hat, und der Winkelposition α_U der Unwucht, abhängig von der Winkelgeschwindigkeit der Trommel 1 ist:

- Bei tiefen Winkelgeschwindigkeiten der Trommel, d.h. wenn die Winkelgeschwindigkeit so gross ist, dass die Wäsche in der Trommel nicht mehr fällt sondern an die Trommelwand angedrückt ist, aber die Drehzahl noch deutlich unter der tiefsten Resonanzfrequenz der elastischen Aufhängung von Trommel und Bottich ist, so beträgt die Phasenverschiebung zwischen dem Maximum des Signals α_0 und der Lage der Unwucht α_U beispielsweise ca. -90° .
- Bei sehr hohen Winkelgeschwindigkeiten deutlich über der stärksten Resonanzfrequenz der Aufhängung der Trommel 1 dreht sich die Phasenverschiebung um 180° , d.h. im vorliegenden Beispiel auf ca. $+90^\circ$.

[0034] Ein entsprechender Verlauf der Phasenverschiebung ist in Fig. 5 dargestellt. Wie hieraus ersichtlich, weicht der Verlauf der Phasenverschiebung dabei in der Praxis von einem einfachen arctan-Verhalten ab, da die Aufhängung mehrere Resonanzfrequenzen und mehrere Freiheitsgrade besitzt.

[0035] Um aus der Phasenlage der sinusförmigen Variation der Signale der Beschleunigungs-Sensoren 7 auf die Lage der Unwucht schliessen zu können, ist in einem Speicher 25 der Steuerung 20 die Phasenverschiebung zwischen den Signalen der Beschleunigungs-Sensoren 7 und der Position der Unwucht als Funktion der Drehzahl der Trommel 1 abgespeichert. Dies kann z.B. in Form von einzelnen Werten gemäss Fig. 5 oder in Form der Parameter einer an die Werte gemäss Fig. 5 angepassten Kurve erfolgen. Die im Speicher 25 abgespeicherte Phasenverschiebung in Abhängigkeit der Drehzahl der Trommel 1 bildet Kalibrationswerte, mit denen die Positionsmessungen korrigiert werden können.

[0036] Zur Durchführung der Korrektur ermittelt der Mikroprozessor 24 der Steuerung 20 die Phasenlage der gemessenen Beschleunigungswerte, z.B. mittels FourierTransformation oder Cosinus-Transformation, wobei im gleichen Rechenschritt auch die Amplitude bestimmt werden kann. Zu der ermittelten Phasenlage addiert der Mikroprozessor 24 die Phasenverschiebung gemäss den Kalibrationswerten aus Speicher 25 zu dieser Drehzahl, woraus sich die Winkelposition der Unwucht ergibt. Abhängig von dieser Winkelposition können nun z.B. die Tanks 10 gefüllt werden. Hierzu gibt die Steuerung 20 an eine Ventilsteuerung 26 entsprechende Steuersignale ab.

[0037] Anstelle von Beschleunigungs-Sensoren 7, welche achsiale und/oder radiale Beschleunigungen der Trommel 1 bzw. des schwingenden Systems messen, können auch Positionssensoren eingesetzt werden, welche die achsialen oder radialen Auslenkungen der Trommel 1, des Bottichs 3 oder anderer Teile des schwingenden Systems messen.

Auch hier ist jedoch wieder die oben erwähnte Phasenkorrektur zum erzielen genauer Messungen durchzuführen.

[0038] Vorzugsweise wird zur Verarbeitung der Mittelwert der Signale der Beschleunigungs-Sensoren 7 verwendet. Dadurch wird ein von Verkippungen der Trommel unabhängiges Signal erzeugt.

[0039] Die Kalibrationswerte, d.h. der Verlauf der Phasenverschiebung gemäss Fig. 5, können herstellerseitig in den Speicher 25 abgelegt werden, indem Messungen an einer Trommel mit einer bekannten, an definierter Position angebrachten Unwucht durchgeführt werden. Dabei können an sich für alle baugleichen Geräte eines bestimmten Typs die gleichen Kalibrationswerte verwendet werden.

Patentansprüche

1. Waschmaschine mit
einer um eine Drehachse (2) drehenden Trommel (1),
einer Messvorrichtung (7, 8) zur Detektion einer Unwucht in der Trommel (1), mit welcher als Funktion der Drehpo-
sition (α) der Trommel Messwerte erzeugbar sind, und
einer Steuerung (20) zum Bestimmen einer Position und/oder Grösse der Unwucht aus den Messwerten,
gekennzeichnet durch einen Speicher (23, 25) zum Speichern von Kalibrationswerten, wobei die Steuerung (20)
dazu ausgestaltet ist, die Position und/oder Grösse der Unwucht **durch** Verrechnen der gemessenen Messwerte
mit den Kalibrationswerten zu ermitteln.
2. Waschmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Speicher (23, 25) Leerlauf-Messwerte (t_0)
als Funktion der Drehposition (α) abgespeichert sind und dass die Steuerung (20) dazu ausgestaltet ist, die Position
und/oder Grösse der Unwucht durch Verrechnen der gemessenen Messwerte mit den Leerlauf-Messwerten zu
ermitteln.
3. Waschmaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (20) dazu ausgestaltet ist, einen
Quotienten (q) der gemessenen Messwerte (t) und der jeweiligen Leerlauf-Messwerte (t_0) zu bestimmen.
4. Waschmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Speicher (23,
25) eine Phasenverschiebung (ϕ) zwischen den Messwerten und der Position der Unwucht als Funktion der
Drehzahl (D) der Trommel abgespeichert ist und dass die Steuerung (20) dazu ausgestaltet ist, die Position der
Unwucht durch Verrechnen der Messwerte mit der Phasenverschiebung (ϕ) zu ermitteln.
5. Waschmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (20)
dazu ausgestaltet ist, mindestens einen Teil der Kalibrationswerte bei leerer Trommel (1) in einer Eichmessung zu
bestimmen .
6. Waschmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messvorrichtung
mindestens einen Winkelgeschwindigkeits-Sensor (8, 21, 22) aufweist, welcher die momentane Winkelgeschwin-
digkeit als Funktion der Drehposition der Trommel misst.
7. Waschmaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkelgeschwindigkeits-Sensor (8, 21,
22) einen Drehkörper (21) und einen Detektor (8) aufweist, wobei der Drehkörper (21) sich mit der Trommel (1)
dreht und eine Vielzahl von Markierungen (22) trägt, und wobei der Detektor (8) stationär beim Drehkörper (21)
angeordnet ist und die Markierungen (22) detektiert.
8. Waschmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Detektor (8) ein optischer Detektor ist und
die Markierungen (22) optisch lesbare Markierungen sind, und insbesondere dass der Detektor (8) eine Lichtschranke
mit einem durch die Markierungen (22) unterbrechbaren Lichtpfad ist.
9. Waschmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messvorrichtung
mindestens einen Beschleunigungs-Sensor (7) und/oder einen Positions-Sensor zur Messung einer radialen und/
oder achsialen Beschleunigung oder Positionsvariation der Trommel (1) oder eines die Trommel umgebenden, nicht
rotierenden Bottichs (3) aufweist und mindestens ein Teil der Messwerte Beschleunigungs- und/oder Positionssi-
gnale sind.
10. Waschmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Beschleunigungs-Sensoren
(7) an gegenüberliegenden Enden des Bottichs (3) vorgesehen sind, wobei ein Mittelwert der Signale der Beschleu-

nigungssensoren (7) ermittelt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

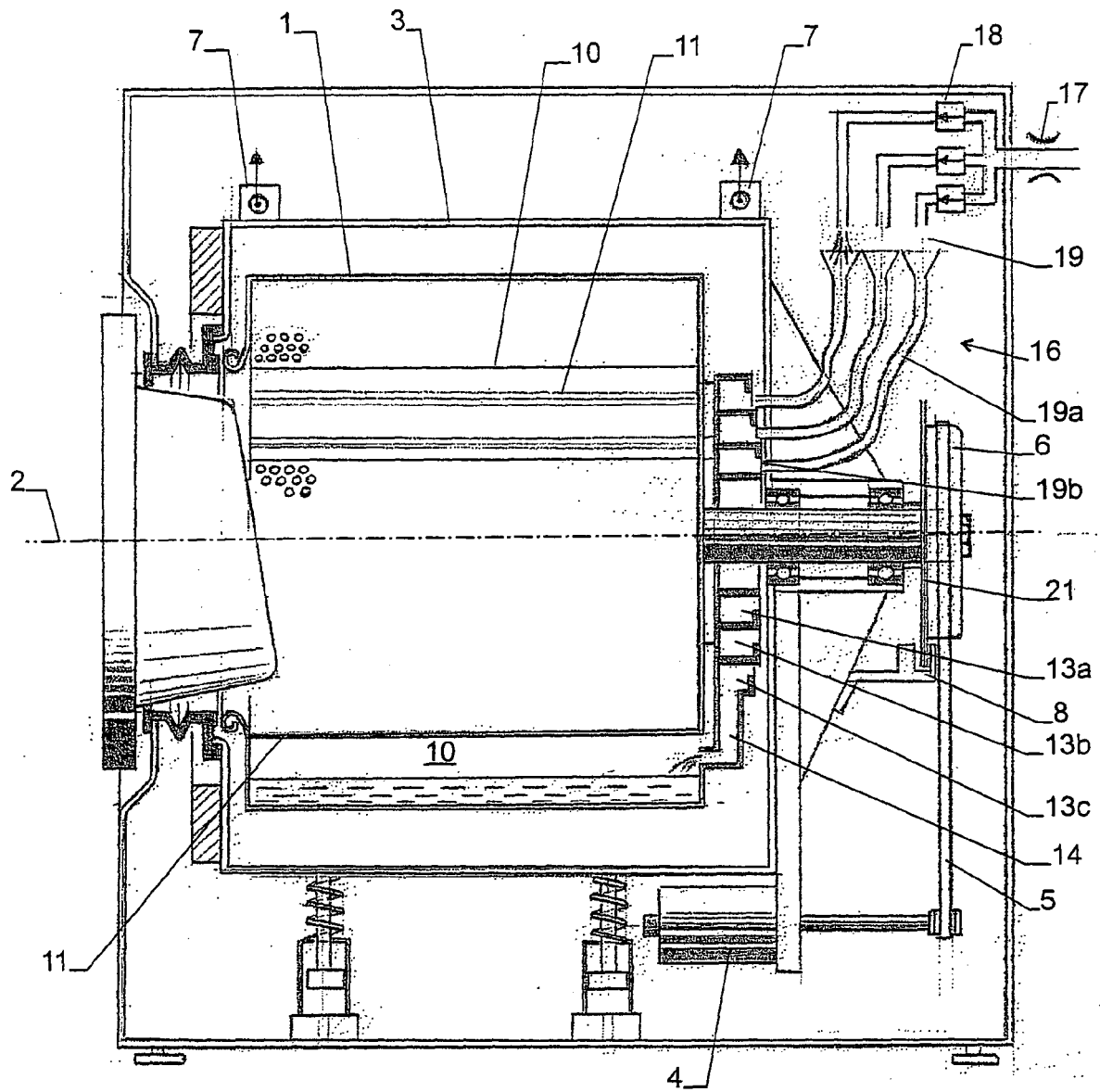


Fig. 1

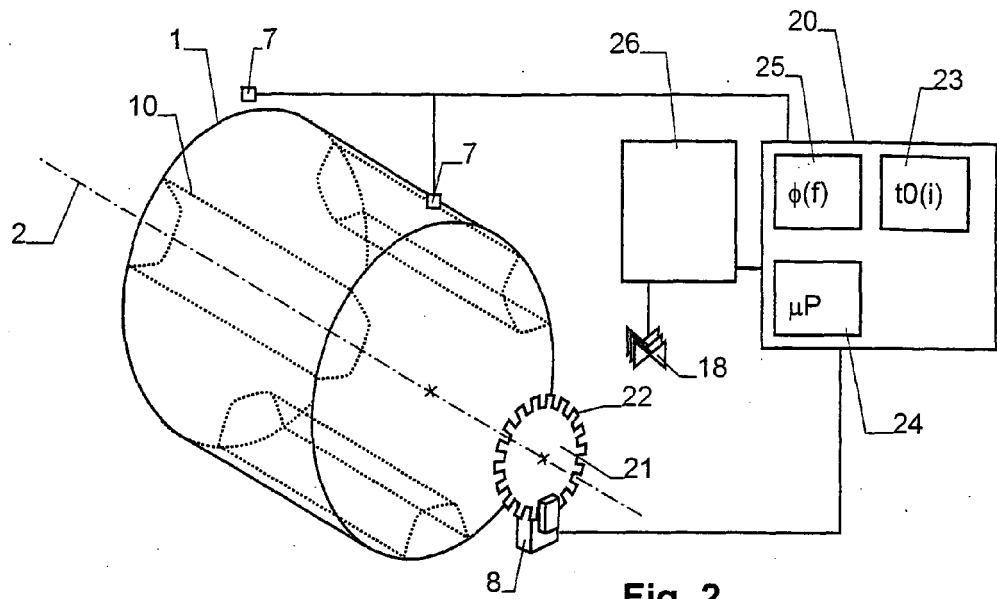


Fig. 2

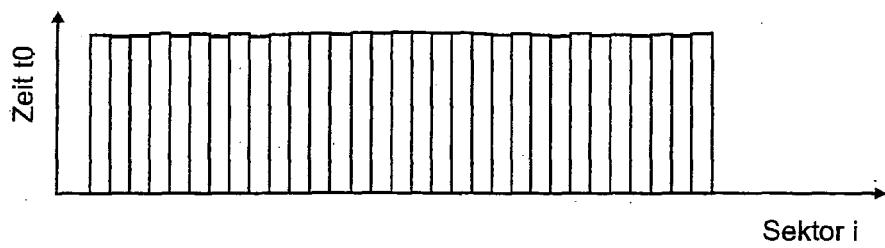


Fig. 3

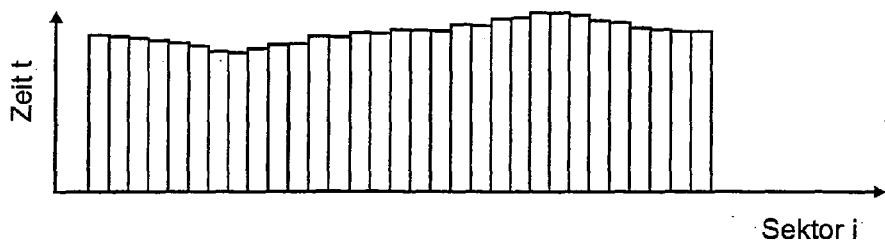


Fig. 4

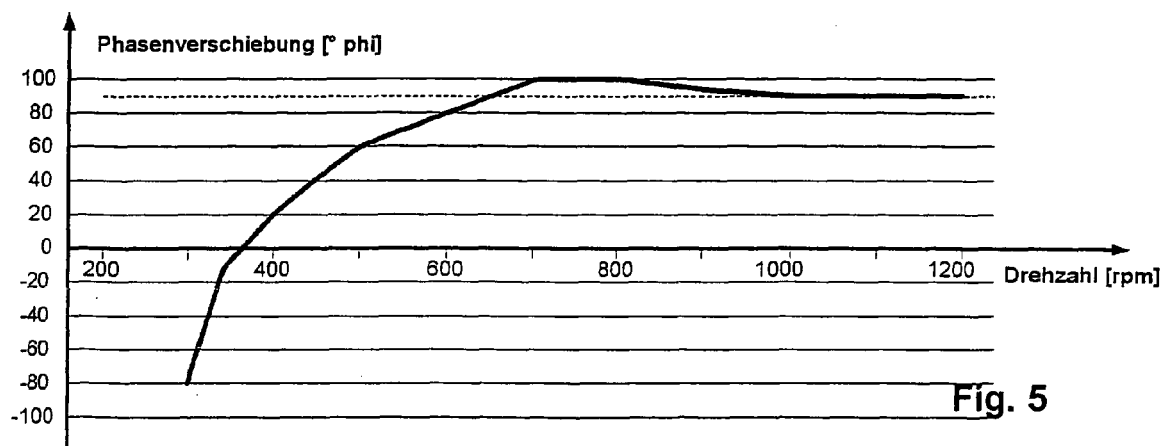


Fig. 5

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

- EP 1391549 A [0002]
- DE 4313819 [0012]