



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 878 575 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.11.1998 Patentblatt 1998/47

(51) Int. Cl.⁶: **D06F 37/22**, D06F 37/20

(21) Anmeldenummer: **98107766.2**

(22) Anmeldetag: **29.04.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Blum, Rainer**
32667 Lemgo (DE)
• **Klamt, Klemens, Dr.**
33161 Hövelhof (DE)
• **Müller, Heige**
3333 Gütersloh (DE)

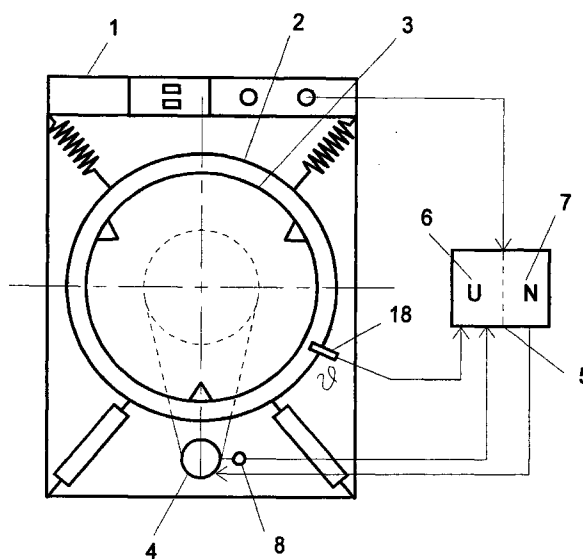
(30) Priorität: **30.04.1997 DE 19718321**

(71) Anmelder:
Miele & Cie. GmbH & Co.
D-33332 Gütersloh (DE)

(54) **Verfahren zum Auswuchten von rotierenden Körpern**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auswuchten von rotierenden Körpern unter Verwendung einer Vorrichtung, bestehend aus einer mit dem Körper umlaufenden, konzentrisch zu seiner Rotationsachse angeordneten kreisringförmigen Laufbahn (12), innerhalb der mindestens zwei Gewichte (13;16) frei beweglich angeordnet sind. Um im unterkritischen Bereich nicht eine Verstärkung der Unwucht hervorzurufen, werden folgende Verfahrensschritte vorgeschlagen

- Beschleunigen des Körpers auf eine erste Drehzahl ($n_V; n_A$), in der sich eine stationäre Unwucht (15) ausbildet,
- Erfassen der Position der Unwucht (15),
- Weiterbeschleunigen des Körpers auf eine zweite Drehzahl (n_S) oberhalb der kritischen Drehzahl des Körpers oder seines Lagersystems aus einer Position heraus, in der sich die Unwucht (15) gegenüber dem Schwerpunkt (S) der Gewichte befindet.



Figur 1

EP 0 878 575 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auswuchten von rotierenden Körpern unter Verwendung einer Vorrichtung, bestehend aus mindestens einer mit dem Körper umlaufenden, konzentrisch zu seiner Rotationsachse angeordneten kreisringförmigen Laufbahn, innerhalb der mindestens zwei Gewichte frei beweglich angeordnet sind.

Eine solche Vorrichtung ist beispielsweise aus der EP 0 640 192 B1 bekannt. Dabei handelt es sich um einen sogenannten Kugelauswuchter, bei dem innerhalb der Laufbahn Kugeln frei beweglich angeordnet sind.

Der Nachteil eines Kugelauswuchters besteht darin, daß er seine kompensatorische Wirkung erst oberhalb der Resonanzfrequenz bzw. kritischen Drehzahl des Systems entfaltet, in dem der rotierende Körper gelagert ist (s. bspw. Kellenberger: Elastisches Wuchten; Springer Verlag; S. 402f). Im unterkritischen Drehzahlbereich wird die vorhandene Unwucht sogar verstärkt. Deshalb liegt das Hauptanwendungsgebiet eines automatischen Kugelauswuchters bei schnell rotierenden Maschinen mit einer konstanten Drehzahl oberhalb aller auftretenden Resonanzfrequenzen. Es besteht jedoch der Wunsch, den automatischen Kugelauswuchter beispielsweise auch beim Schleuderhochlauf eines Waschautomaten mit horizontaler Rotationsachse zu nutzen. Dabei sollen sowohl die Amplituden im eingeschwungenen überkritischen Zustand als auch beim Durchfahren durch die Resonanzen reduziert werden.

Aus der EP 0 349 798 B1 ist ein Verfahren zur Steuerung des Schleudervorgangs bei Waschmaschinen bekannt, bei dem die Trommel aus einer festen, zuvor ermittelten Position der Unwucht heraus beschleunigt wird. Dieses Verfahren soll zur Verringerung von unwuchtbedingten Auslenkungen des schwingenden Systems der Waschmaschine, jedoch nicht zur Beseitigung bzw. Verminderung der Unwucht führen.

Der Erfindung stellt sich somit das Problem, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zum Auswuchten von rotierenden Körpern der eingangs genannten Art zu offenbaren, welche(s) im unterkritischen Bereich nicht zu einer Verstärkung der Unwucht führt.

Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch ein Verfahren mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und vorteilhafte Ausgestaltungen einer Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens ergeben sich aus den nachfolgenden Unteransprüchen.

Die mit der Erfindung erreichbaren Vorteile resultieren daraus, daß die Beschleunigung des Körpers aus einer definierten Position heraus erfolgt, in der die Gewichte die Unwucht zunächst ganz oder teilweise kompensieren. Auf diese Weise können statistisch gesehen geringere Schwingungsamplituden des aus-

zuwuchtenden Körpers als bei einer zufälligen Anfangsverteilung der Gewichte erwartet werden. Dabei wird die Drehzahl vor dem Erreichen der kritischen Drehzahl vorteilhafterweise sprunghaft oder zumindestens sehr schnell erhöht, um das Ausrichten der Gewichte in eine die Unwucht verstärkende Position zu verhindern.

Bei Waschmaschinen ist es vorteilhaft, die Position der Unwucht während des Schleuderhochlaufs im Verteil- oder Anlegedrehzahlbereich festzustellen. Hier hat die Wäsche bereits eine feste Position eingenommen, d. h., die evtl. durch ungünstige Wäscheverteilung entstandene Unwucht ist stationär.

Bei einer vorteilhaften Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in der Laufbahn ein Mittel zur Erhöhung der Lauffreibung der Gewichte angeordnet. Bei einer horizontalen Rotationsachse des Körpers wird durch ein solches Mittel sichergestellt, daß die Kugeln mit der Laufbahn rotieren und nicht aufgrund ihrer Schwerkraft im unteren Bereich der Bahn abrollen. Hier bewährt sich ein viskoses Dämpfungsmittel, insbesondere Öl, da Flüssigkeiten mit geringer Viskosität den gewünschten Effekt nicht erbringen und hochviskose Massen oder Sand die Ausrichtung der Kugeln im überkritischen Bereich stören. Solche Dämpfungsmittel führen bei ihrer Entsorgung leider zu erheblichen Problemen. Außerdem ist ihre Viskosität stark temperaturabhängig, so daß ihr Einsatz bei rotierenden Körpern mit schwankender Temperatur, beispielsweise bei Waschmaschinentrommeln in Laugebehältern mit unterschiedlich temperierter Lauge, Schwierigkeiten bereitet.

Bei einem solchen Anwendungsfall ist es vorteilhaft, wenn eine Temperaturerfassungseinrichtung die Umgebungstemperatur der Laufbahn erfaßt und wenn eine Steuereinrichtung den Körper aus einer von der Umgebungstemperatur und der Position der Unwucht abhängigen Stellung auf die zweite Drehzahl beschleunigt. Hierdurch können die Temperatureinflüsse des Dämpfungsmittels auf die Position der Kugeln vor dem Beschleunigen auf die überkritische Drehzahl verringert werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen rein schematisch dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigen

- Figur 1 eine Trommelwaschmaschine (1) und schematisch die Einrichtung zur Unwuchtsensierung
- Figur 2 eine schematische Darstellung einer Waschmaschinentrommel (3) mit zwei Auswuchtsystemen (11)
- Figur 3 einen Längsschnitt durch eine Laufbahn
- Figur 4 ein Drehzahl-Zeit-Diagramm
- Figur 5-7 das drehzahlabhängige Verhalten des Auswuchtsystems anhand von Längsschnitten durch eine Laufbahn
- Figur 8 einen Längsschnitt durch ein Auswuchtsystem mit Kugelzügen

In der Figur 1 ist eine Trommelwaschmaschine (1) mit einem schwingfähig aufgehängten Innenaggregat schematisch dargestellt. In einem Laugenbehälter (2) ist eine Wäschetrommel (3) drehbar gelagert und wird von einem Elektromotor (4) angetrieben. Die Regelung (6) des Motors (4) und eine Einrichtung (7) zur Erfassung der Unwucht (15) der Trommel (3) sind in einer Mikroprozessor-Steuerung (5) integriert. Als Indiz für eine eventuell vorliegende Unwucht (15) können die Schwankungen der Drehzahl, der Motorstromaufnahme und/oder des Drehmoments ausgewertet werden. In dem vorliegenden Beispiel erzeugt der mit der Motorwelle verbundene Tachogenerator (8) eine der jeweiligen Drehzahl der Wäschetrommel (3) entsprechende Spannung. Um eine Steuergröße für die Motorstromregelung (6) zu erhalten, wird z.B. in bekannter Weise die vom Tachogenerator (8) erzeugte Ist-Spannung mit einer der gewünschten Drehzahl entsprechenden Soll-Spannung (Bezugsspannung) verglichen. Je nach Regelabweichung erfolgt eine Beeinflussung der Motorstellgröße.

In die Trommelkappe (9) und den Trommelboden (10) sind Auswuchtsysteme eingesetzt (s. Figur 2), wobei zum Herstellen der kreisringförmigen Laufbahnen (11) ein preisgünstiges Tiefziehverfahren verwendet wird.

Figur 3 zeigt einen Längsschnitt durch eine Laufbahn (12), wobei einzelne Kugeln (13) als Gewichte zu erkennen sind. Diese können sich in einer im Querschnitt kreisförmigen Laufbahn (12) meridional frei bewegen. Um die maximale Kompensation zu gewährleisten, muß jede Laufbahn (12) in dichtester Packung in einem Winkelbereich $\alpha \approx 180^\circ$ mit Kugeln (13) gefüllt werden. Damit bei horizontaler Rotationsachse die auf die Kugel (13) wirkende Schwerkraft ab einer gewünschten Rotationsgeschwindigkeit überwunden wird und die Kugeln (13) von der Laufbahn mitgenommen werden, muß diese mit einem viskosen Dämpfungsmittel (14) gefüllt werden, wobei vorteilhafterweise Öl verwendet wird. Ohne dieses Dämpfungsmittel (14) würden die Kugeln (13) lediglich der Rollreibung unterliegen und somit an der tiefsten Stelle der Laufbahn (12) abrollen, ohne ihre kompensatorische Wirkung zu entfalten.

Die Funktionsweise der Auswuchtsysteme wird im Folgenden beschrieben:

Wie aus dem Diagramm in Figur 4 zu erkennen ist, durchläuft die Wäschetrommel (3) beim Beschleunigen von einer Waschdrehzahl n_W einen Wäscheverteildrehzahlbereich t_V . In diesem Verteildrehzahlbereich t_V wird die Wäsche gut am Trommelumfang verteilt, damit eine bessere Entwässerung der Wäsche und eine geringstmögliche Unwucht (15) erreicht wird. Je nach Programmsteuerung kann im Anschluß an den Wäscheverteildrehzahlbereich t_V ein Wäscheanlegedrehzahlbereich t_A mit konstanter Anlegedrehzahl n_A durchfahren werden. Im Verteildrehzahlbereich t_V und/oder im Wäscheanlegedrehzahlbereich t_A wird eine

eventuell vorhandene Unwucht (15) von der Mikroprozessor-Steuerung (5) der Trommelwaschmaschine (1) sensiert. Die Sensierung der Größe und der Position der Unwucht (15) erfolgt durch die Auswertung der Schwankungen der Drehzahl, des Motorstroms oder des Drehmoments in bezug auf die Motoransteuerung. Dabei ist die Größe der Drehzahländerung ein Maß für die Größe der Unwucht (15). Die Drehzahl, die Motorstromaufnahme bzw. das Drehmoment geben Aufschluß über die Position der Unwucht (15) in der Trommel (3).

Bei Drehung mit Wäscheanlegedrehzahl n_A unterliegen die Kugeln (13) noch der Schwerkraft und versuchen, zur tiefsten Stelle der Laufbahn (12) abzurollen. Durch Rollreibung und durch das viskose Dämpfungsmittel (14) erfolgt jedoch bereits eine Auslenkung in Drehrichtung (s. Figur 5). Erfolgt nun ein relativ schneller Hochlauf auf die Schleuderdrehzahl n_S , so verharren die Kugeln (13), wie in Figur 6 dargestellt, als kompakte Kompensationsmasse beim Durchgang durch die Resonanzdrehzahl n_R , bevor sie sich in der überkritischen Phase oberhalb n_R korrekt verteilen (s. Figur 7).

Wenn sich die Unwucht (15) unmittelbar vor dem Schleuderdrehlauf (Rechtslauf), wie in Figur 6 dargestellt, gegenüber dem Schwerpunkt des Gewichts, also dem Gesamtschwerpunkt S aller Kugeln (13) befindet, ist sichergestellt, daß die Zentrifugalkraft der Kugeln (13) und der Unwucht (15) einander entgegenwirken. Statistisch gesehen können dann geringere Amplituden beim Resonanzdurchgang erwartet werden.

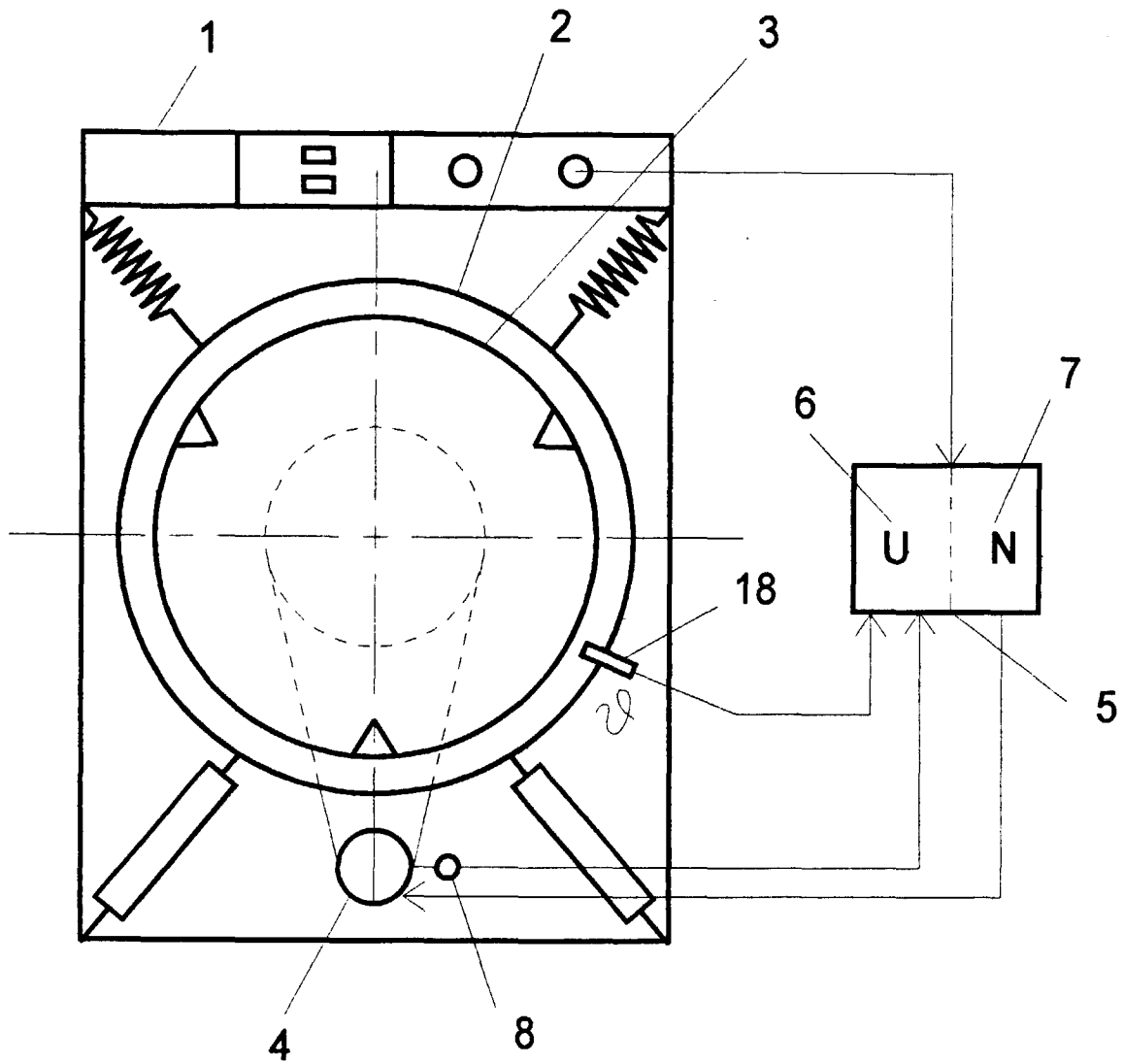
Die Mikroprozessor-Steuerung (5) sensiert deshalb zuerst die Lage der Unwucht (15) und startet den Schleuderdrehlauf erfindungsgemäß genau dann, wenn sich Unwucht (15) und Kugelschwerpunkt diametral gegenüberstehen. Dabei ist zu beachten, daß der Mikroprozessor-Steuerung (5) die Lage des Schwerpunktes (S) bekannt sein muß. Eine Sensierung mit Hilfe von Positionssensoren ist bei einer Verwendung von mehreren Einzelkugeln (13) mit vertretbarem Aufwand nicht möglich. Deshalb muß das Abrollverhalten der Kugeln (13) zuvor in Versuchsreihen beobachtet und die reibungsabhängige Position des Schwerpunktes (S) in einem Speicher der Mikroprozessor-Steuerung abgelegt werden. Entscheidend ist dabei die Tatsache, daß die viskose Dämpfung über einen bei Trommelwaschmaschinen (1) mit unterschiedlicher Laugentemperatur relevanten Temperaturbereich zwischen 20°C und 70°C mindestens um den Faktor 2 variiert, da keine viskosstabileren Flüssigkeiten bekannt sind. Der Phasenwinkel der Unwuchtposition beim Schleuderdrehlauf muß deshalb in Abhängigkeit von der Temperatur (θ) variiert werden, da sich je nach viskoser Dämpfung die Ablaufposition der Kugeln (13) im unterkritischen Drehzahlbereich ändert. Ebenso muß die Hochlaufbeschleunigung modifiziert werden, weil sich die Zeit zum Verteilen der Kugeln (13) je nach Viskosität des Dämpfungsmittels (14) ändert und erst damit eine Amplitudenreduktion beim Resonanzdurch-

gang gewährleistet wird. Die Temperatur (θ) des Dämpfungsmittel ist mit der Laugentemperatur identisch und kann deshalb durch einen vorhandenen Temperaturfühler (18) am Laugenbehälter (2) erfaßt werden.

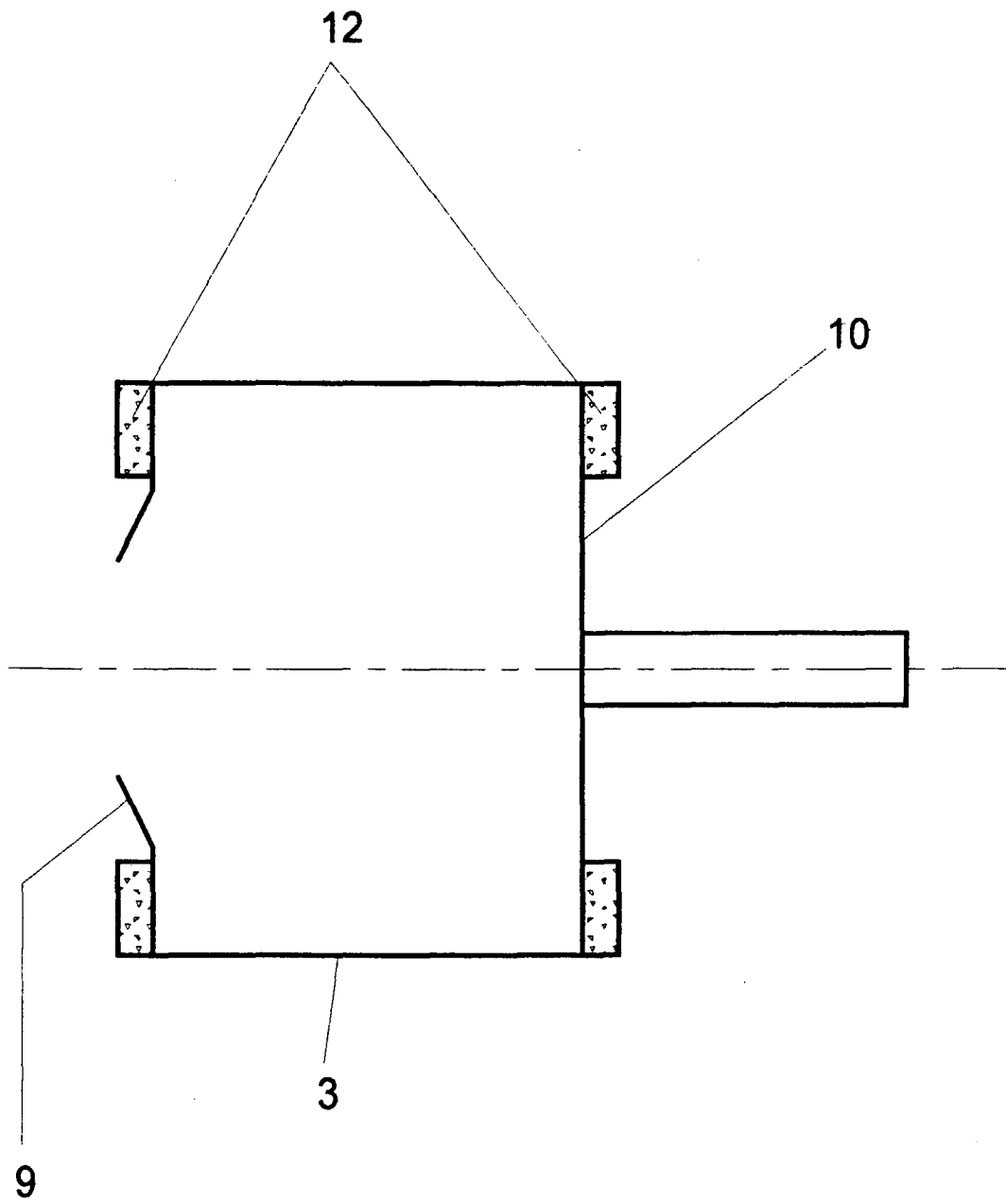
Figur 8 zeigt eine andere Ausführungsform, bei der statt einzelner Kugeln (13) Kugelzüge (16) verwendet werden. An den Enden eines jeden Kugelzuges (16) befindet sich jeweils ein Bimetallplättchen (17), welches je nach Temperatur die Spaltweite zu den Rändern der Laufbahn (12) variiert und damit die viskose Dämpfung der Kugelzüge (16) konstant hält. In diesem Falle wird das Anpassen der Hochlaufbeschleunigung sowie die temperaturabhängige Änderung des Phasenanschleuderwinkels entbehrlich. Ein weiterer Vorteil der Kugelzüge (16) besteht darin, daß die Gleitreibung untereinander und das Zusammenstoßen der Kugeln (13) unterbunden wird, was sich positiv auf die Geräuschsituation auswirkt.

Patentansprüche

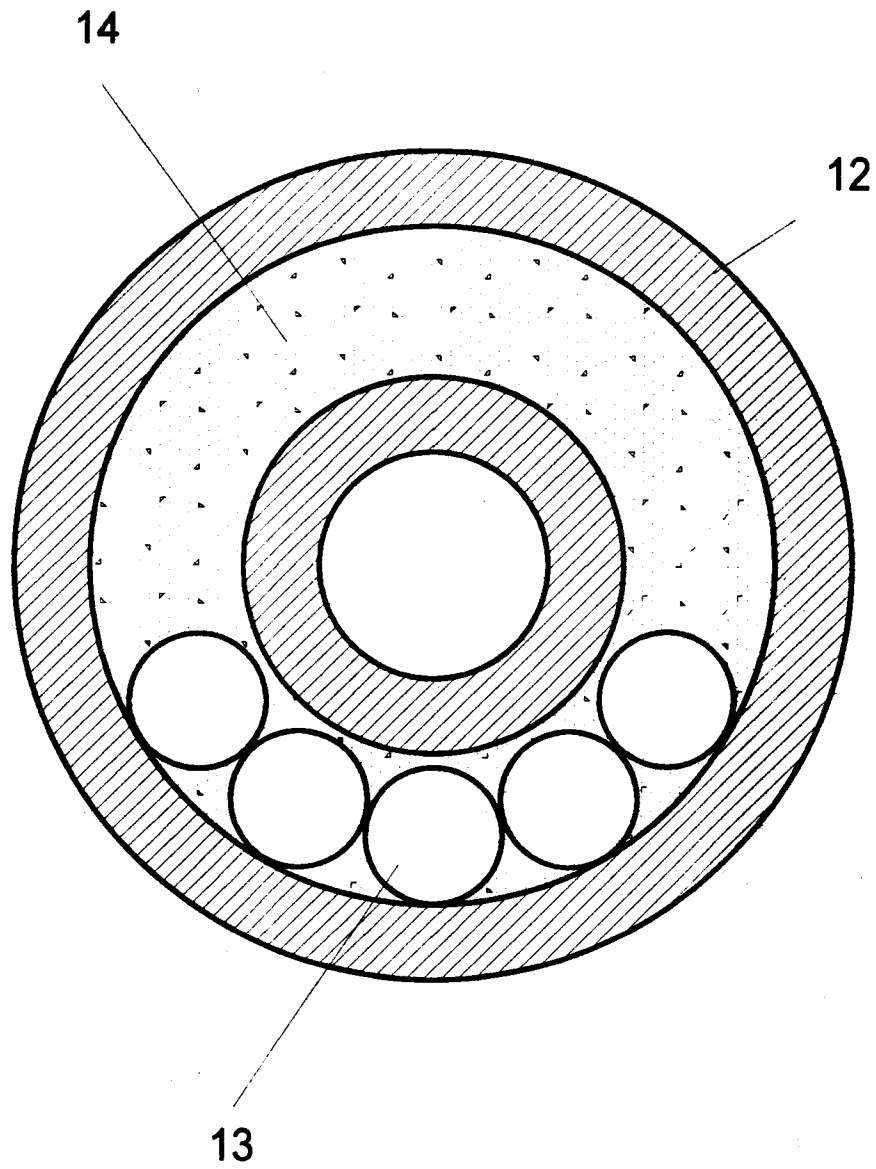
1. Verfahren zum Auswuchten von rotierenden Körpern unter Verwendung einer Vorrichtung, bestehend aus einer mit dem Körper umlaufenden, konzentrisch zu seiner Rotationsachse angeordneten kreisringförmigen Laufbahn (12), innerhalb der mindestens zwei Gewichte (13;16) frei beweglich angeordnet sind, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
 - Beschleunigen des Körpers auf eine erste Drehzahl ($n_V; n_A$), in der sich eine stationäre Unwucht (15) ausbildet,
 - Erfassen der Position der Unwucht (15),
 - Weiterbeschleunigen des Körpers auf eine zweite Drehzahl (n_S) oberhalb der kritischen Drehzahl des Körpers oder seines Lagersystems aus einer Position heraus, in der sich die Unwucht (15) gegenüber dem Schwerpunkt (S) der Gewichte befindet.
2. Verfahren zum Auswuchten von rotierenden Körpern nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Weiterbeschleunigen sprunghaft vor dem Erreichen der kritischen Drehzahl (n_R) erfolgt.
3. Verfahren zum Auswuchten der Trommel (3) einer Trommelwaschmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Position der Unwucht (15) während des Schleuderhochlaufs im Verteil- oder Anlegedrehzahlbereich ($t_V; t_A$) erfaßt wird.
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum Auswuchten von rotierenden Körpern, insbesondere der Trommel (3) einer Trommelwaschmaschine (1), nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Laufbahn (12) ein Mittel zur Erhöhung der Laufreibung der Gewichte angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Laufbahn (12) mindestens teilweise mit einem viskosen Dämpfungsmittel (14) gefüllt ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zur Erfassung der Größe und der Position einer Unwucht (15) anhand einer drehzahlabhängigen Kenngröße des Antriebsmotors (14) zum Drehen des Körpers.
7. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Temperaturerfassungseinrichtung (18) die Temperatur (ϑ) des viskosen Dämpfungsmittels (14) erfaßt und daß eine Steuereinrichtung den Körper aus einer von der Temperatur und der Position der Unwucht (15) abhängigen Stellung auf die zweite Drehzahl (n_S) beschleunigt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung die Geschwindigkeit des Drehzahlanstiegs temperaturabhängig regelt.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Gewichte Kugeln (13) verwendet werden.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Gewichte Kugelzüge (16) verwendet werden.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß an den Kugelzügen (16) mindestens eine Platte (17) angeordnet ist, die senkrecht zur Bewegungsrichtung eine temperaturabhängig änderbare Querschnittsfläche besitzt.



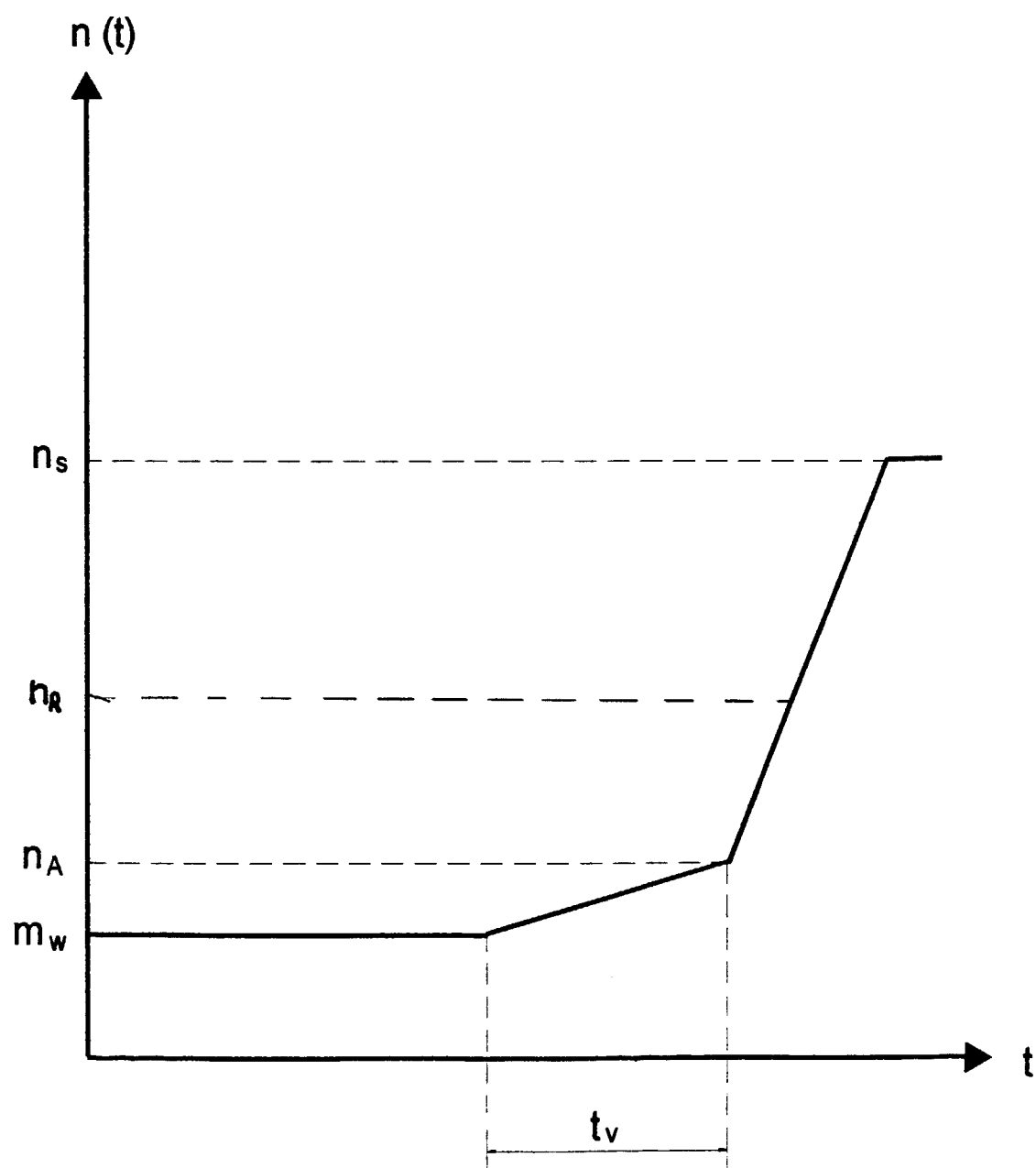
Figur 1



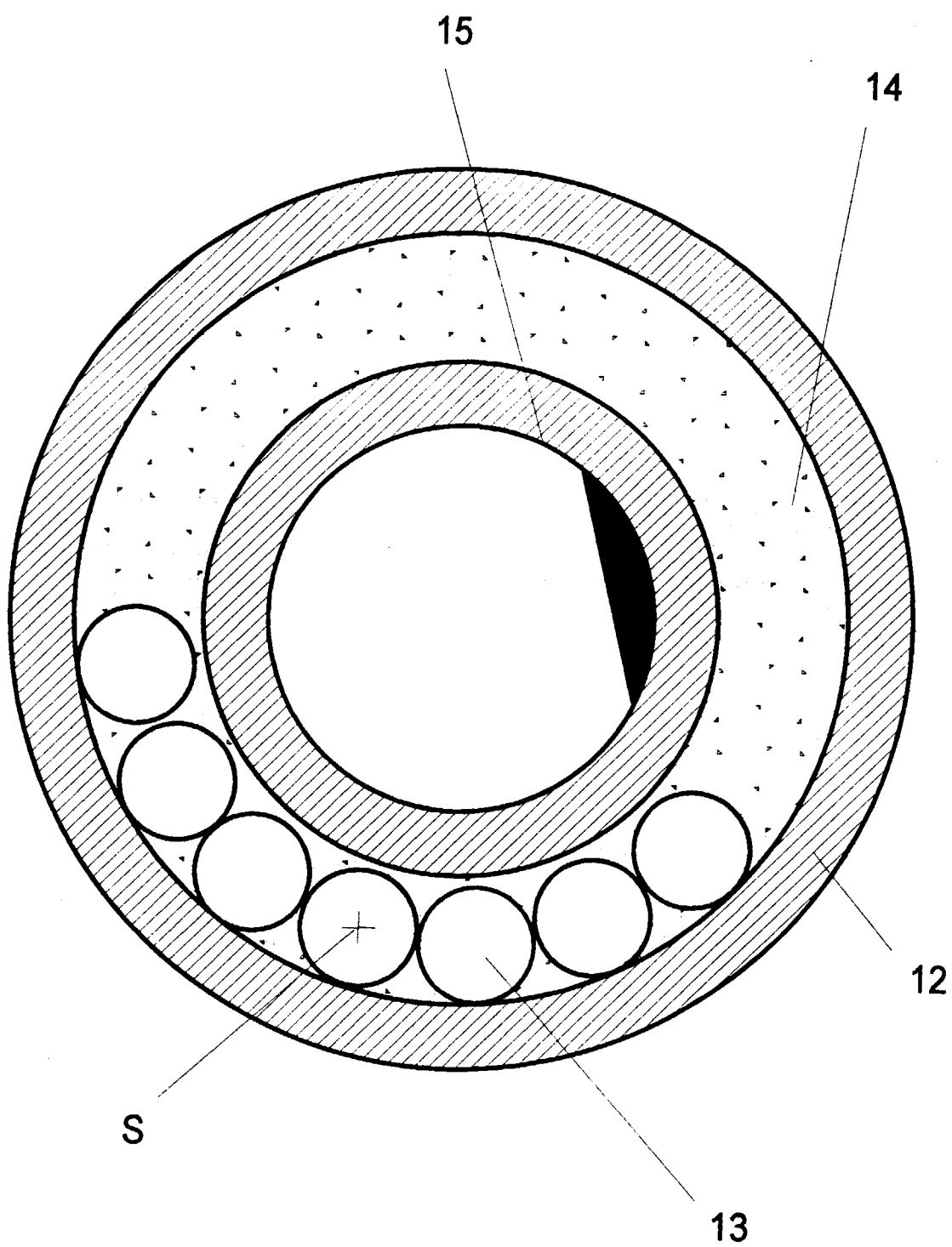
Figur 2



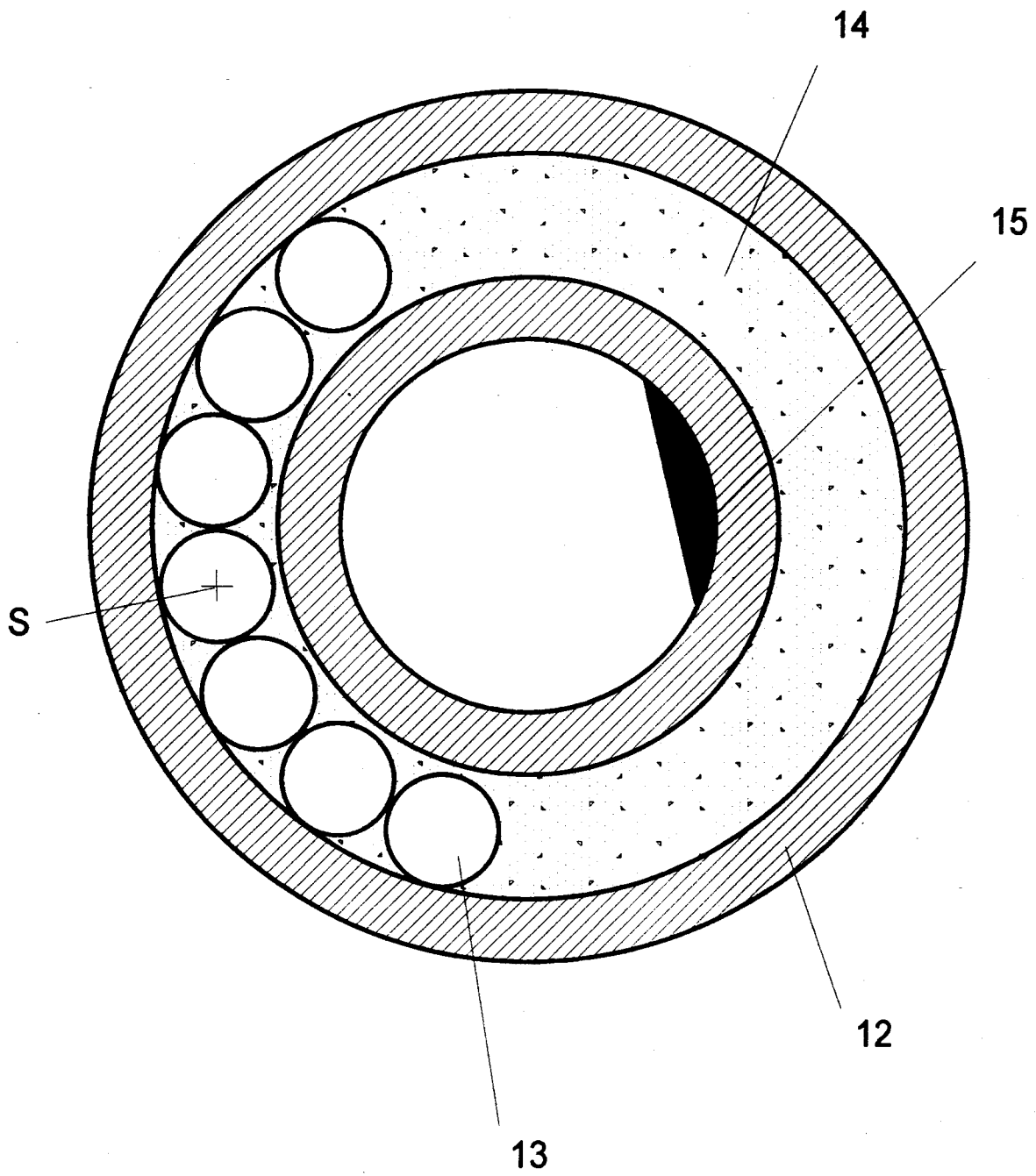
Figur 3



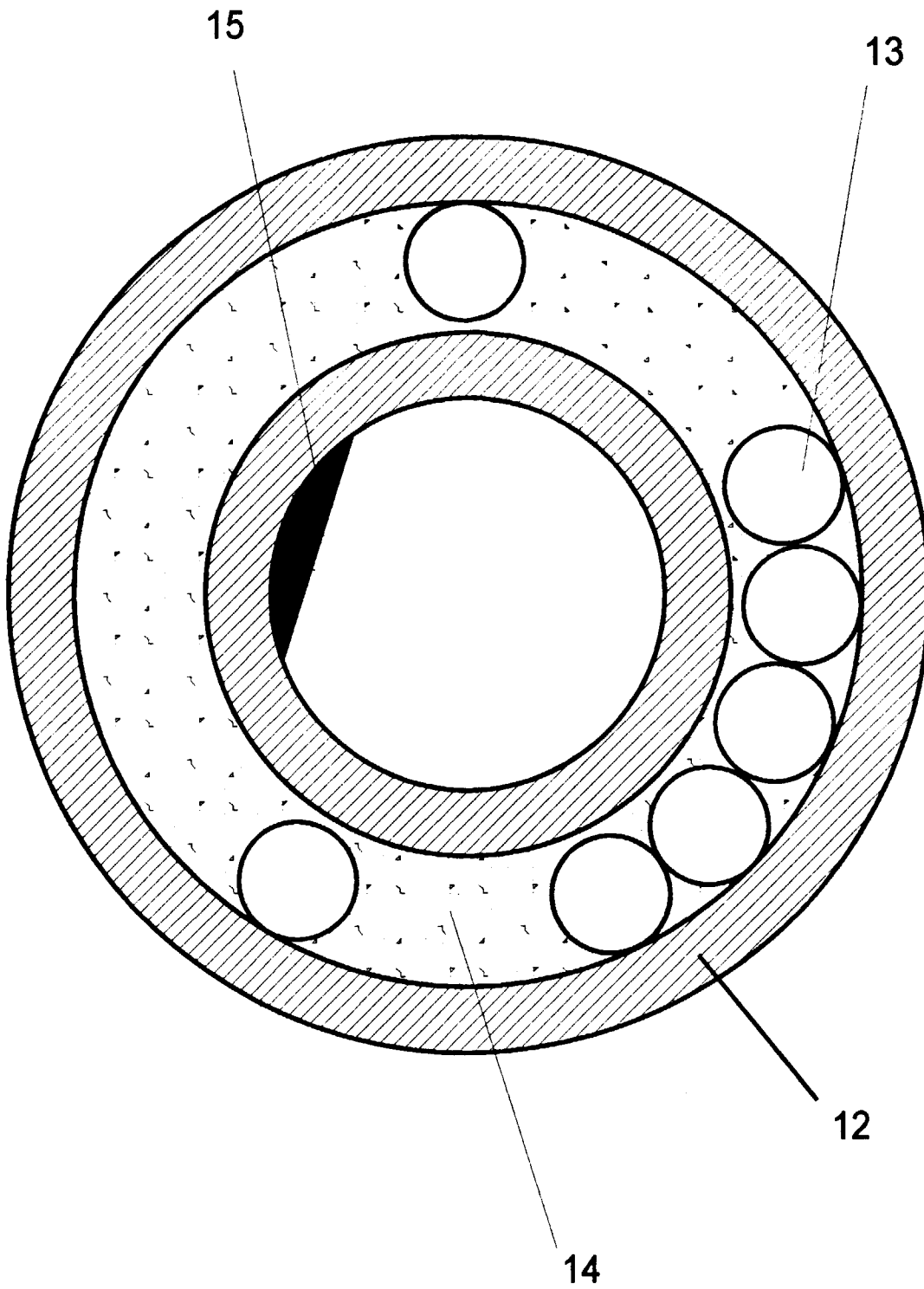
Figur 4



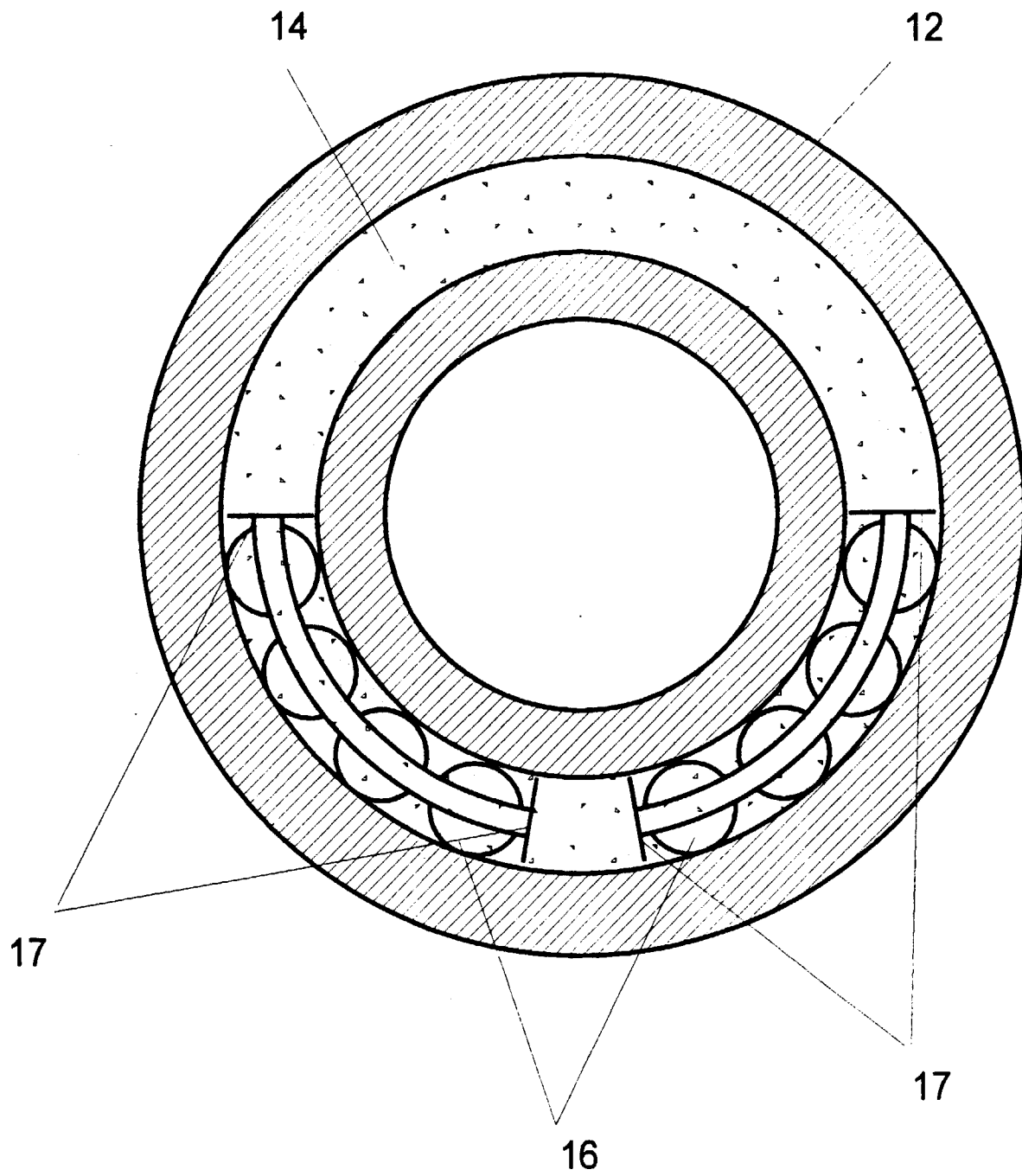
Figur 5



Figur 6



Figur 7



Figur 8



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 10 7766

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	FR 1 213 067 A (FRAME (S.A.)) 29. März 1960 * das ganze Dokument *	1,4,5,9	D06F37/22 D06F37/20
A	FR 2 393 097 A (HITACHI LTD) 29. Dezember 1978 * Ansprüche; Abbildungen *	1,4,5,9	
A	DE 19 12 481 U (SIEMENS-ELECTROGERÄTE AG) 1. Oktober 1970 * das ganze Dokument *	1,4,5,9	
A,D	EP 0 349 798 A (MIELE & CIE GMBH) 10. Januar 1990 * Ansprüche; Abbildungen *	1,4	
X,P	EP 0 810 316 A (ELECTROLUX ZANUSSI ELETTRDOMESTICI S.P.A.) 3. Dezember 1997 * das ganze Dokument *	1-6,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			D06F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 31. August 1998	Prüfer Courrier, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)