



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 214 988 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.06.2002 Patentblatt 2002/25

(51) Int Cl.7: **B06B 1/16**

(21) Anmeldenummer: **01125971.0**

(22) Anmeldetag: **31.10.2001**

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

(72) Erfinder: **Schwabe, Jörg-Henry**
99427 Weimar (DE)

(74) Vertreter: **Niestroy, Manfred et al**
Patentanwälte
Geyer, Fehners & Partner
Sellierstrasse 1
07745 Jena (DE)

(30) Priorität: **13.12.2000 DE 10062530**

(71) Anmelder: **Institut für Fertigteiltechnik und
Fertigbau Weimar e.V.**
99423 Weimar (DE)

(54) **Vorrichtung zur Herstellung von Formteilen aus einem verdichtungsfähigen Gemenge, Rütteltisch und Schwingungserreger**

(57) Eine Vorrichtung zur Herstellung von Formteilen aus einem verdichtungsfähigen Gemenge, bei der die Verdichtung unter Einwirkung von mechanischen Schwingungen erfolgt, umfaßt einen Schwingungserreger mit einem Schwingkörper (5), einer an diesem um ihre Längsachse (L) drehbar gelagerte Hauptwelle (6), einen Kreisel (8), der mit der Hauptwelle (6) verbunden und um eine Kreiselachse (K) drehbar ist, wobei die Kreiselachse (K) nicht-parallel zu der Längsachse (L) der Hauptwelle (6) angeordnet ist, sowie Antriebsmittel, um die Hauptwelle (6) und den Kreisel (8) in Drehung um die jeweilige Achse (L, K) zu versetzen. Zudem wird ein Schwingungserreger vorgeschlagen, der eine oder mehrere Unwuchtmassen (10) an seiner Hauptwelle (6) aufweist. Weiterhin wird ein Rütteltisch beschrieben, bei dem Kippschwingungen durch eine Kreiseleregung beeinflusst werden. In sämtlichen Fällen kann das Schwingungsverhalten einfach über die Drehzahl des Kreisels beeinflusst werden.

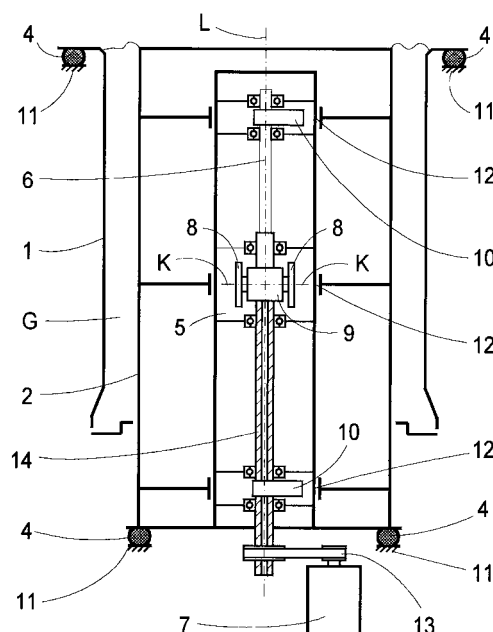


Fig.2

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Herstellung von Formteilen aus einem verdichtungsfähigen Gemenge, bei dem die Verdichtung unter Einwirkung von mechanischen Schwingungen erfolgt. Derartige Vorrichtungen umfassen eine Einrichtung zur Einkopplung von mechanischen Schwingungen in das verdichtungsfähige Gemenge, einen Schwingkörper, der mit der Einkopplungseinrichtung verbunden ist, sowie eine Hauptwelle, die an dem Schwingkörper um ihre Längsachse drehbar gelagert ist.

[0002] Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf einen Rütteltisch sowie auf einen Schwingungserreger.

Stand der Technik

[0003] Vorrichtungen der eingangs genannten Art sind zur Herstellung von Betonrohren bereits allgemein bekannt. Beispiele hierfür sind unter anderem in der DE 43 17 351 A1 sowie in der DE 196 43 978 C2 beschrieben. Bei diesen bekannten Vorrichtungen wird der noch unverdichtete Beton in ein Formwerkzeug eingegeben, das einen Kern in Form eines Hohlrohres aufweist. Zur Verdichtung des eingefüllten Betons wird der Kern zu Schwingungen bzw. Vibrationen angeregt. Die Erzeugung der mechanischen Schwingungen erfolgt mittels einer in dem Kern angeordneten Welle, an der Unwuchtmassen befestigt sind und die über einen Elektromotor in Rotation versetzt wird.

[0004] Die Lagerungen der Welle sind mit dem Kern starr verbunden, so daß die durch Unwuchterregung erzeugten Schwingungen über den Kern auf das verdichtungsfähige Gemenge einwirken können. Dementsprechend ist die Verteilung der Oberflächenbeschleunigung des Kerns entlang der Längsachse desselben für die erreichbare Verdichtung des Gemenges und damit für die Qualität des aus diesem hergestellten Formkörpers von großer Bedeutung.

[0005] Insbesondere bei der Herstellung von Rohren erfolgt oftmals eine Relativbewegung zwischen dem Kern und weiteren Abschnitten des Formwerkzeuges, so daß das herzustellende Formteil, beispielsweise ein Rohr, sukzessive aufgebaut wird. Üblicherweise wird bei der Fertigung von Rohren oder ähnlichen Hohlkörpern mit Kernen gearbeitet, die in ihrer Betriebsstellung in Vertikalrichtung ausgerichtet sind. Der Kern ist dabei entweder feststehend oder aber er wird von unten in den Außenmantel des Formwerkzeuges eingeführt. Aus der Relativbewegung zwischen dem Kern und dem Formwerkzeug sowie dem bei der Ausformung des Formteils ansteigenden Füllgrad des Formwerkzeuges ergibt sich der Wunsch, das Schwingungsverhalten des Kerns an den Ablauf des Herstellungsprozesses anzupassen, um den Verdichtungsgrad in dem herzustellenden Formteil möglichst präzise beeinflussen zu können.

[0006] Bei herkömmlichen Vorrichtungen können die mechanischen Schwingungen beispielsweise über die Drehzahl der Hauptwelle beeinflusst werden. Zudem besteht die Möglichkeit, die Oberflächenbeschleunigungen und Amplituden des Kerns über die Anordnung der Unwuchtmassen zu beeinflussen. Dazu können beispielsweise Unwuchtmassen in mehreren parallelen Ebenen entlang der Längsachse der Hauptwelle vorgesehen werden. Durch eine Variation der einzelnen Unwuchtmassen in den jeweiligen Ebenen können überdies Kippschwingungen korrigiert oder auch gezielt eingestellt werden. Um das Schwingungsverhalten eines solchen Kerns zu verstellen, ist in der Regel eine Umrüstung der gesamten Vorrichtung erforderlich, wozu insbesondere der Kern und die in diesem aufgenommenen Einrichtungen ausgebaut werden müssen.

[0007] In der bereits erwähnten DE 43 17 351 A1 wird zur Beeinflussung der Schwingungsamplitude vorgeschlagen, in dem Kern zwei parallele Wellen anzuordnen, die jeweils mit Unwuchtmassen versehen sind. Durch eine gezielte Ansteuerung der Rotation der beiden Wellen ergänzen sich die von den Unwuchtmassen erzeugten Schwingungen oder heben sich gegeneinander auf. Eine Demontage des Kerns ist hierzu nicht erforderlich. Jedoch bleiben die Möglichkeiten zur Beeinflussung des Schwingungsverhaltens auf eine Überlagerung der Schwingungen der beiden Hauptwellen beschränkt, d. h. es ist lediglich eine Variation der Schwingungsamplitude durch Einstellung eines definierten Phasenunterschiedes zwischen den Drehbewegungen der beiden Wellen möglich.

[0008] Eine weitere Möglichkeit zur Veränderung des Schwingungsverhaltens besteht in der Verwendung eines kontinuierlich einstellbaren hydraulischen Fliehkraftstellers, wie er beispielsweise aus der DE 196 43 978 C2 bekannt ist. Die dort vorgeschlagene Lösung ist jedoch konstruktiv sehr aufwendig.

Beschreibung der Erfindung

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, Alternativen für die Schwingungserzeugung und Schwingungsbeeinflussung aufzuzeigen.

[0010] Hierzu wird eine Vorrichtung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, bei der mindestens ein Kreisel mit der Hauptwelle verbunden und um eine Kreiselachse drehbar ist, wobei die Kreiselachse nicht-parallel zu der Längsachse der Hauptwelle angeordnet ist und weiterhin Antriebsmittel vorgesehen sind, um die Hauptwelle und den Kreisel in Drehung um ihre jeweilige Achse zu versetzen.

[0011] Im Betrieb rotiert der Kreisel um seine Kreiselachse. Weiterhin ist der Kreisel einer Zwangsdrehung um die Längsachse der Hauptwelle unterworfen. Die hierbei entstehenden Reaktionsmomente versuchen den Kreisel so zu drehen, daß die Achse der Kreiselachse und die Achse der Zwangsdrehung gleichsinnig parallel zueinander ausgerichtet sind. Durch die

Verbindung des Kreisels mit der Hauptwelle wird jedoch eine solche Relativbewegung verhindert. Vielmehr führt das Reaktionsmoment, dessen Vektor im wesentlichen senkrecht zu der Kreiselachse und der Längsachse steht, zu einem Kippmoment an dem Schwingkörper, das mit der Drehzahl der Hauptwelle umläuft. Dementsprechend variieren die Schwingungsamplituden entlang der Längsachse der Hauptwelle. Dies ist mit den in der DE 43 17 351 A1 und DE 196 43 978 C2 offenbarten Vorrichtungen nicht ohne weiteres möglich.

[0012] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Einkopplungseinrichtung beispielsweise ein Abschnitt eines Formwerkzeuges. An dieses wird der Schwingungserreger mit seinem Schwingkörper unmittelbar oder über zusätzliche Federelemente angeschlossen. Beispielsweise kann am Formwerkzeug ein Ring ausgebildet werden, der den Schwingkörper in der Art einer Manschette umgibt.

[0013] Vorzugsweise ist die Einkopplungseinrichtung ein Kern einer Hohl- oder Rohrform, der gegenüber weiteren Abschnitten der Hohl- bzw. Rohrform federelastisch gelagert ist. Insbesondere bei Rohrherstellungsverfahren, bei denen der Aufbau des Rohres sukzessive durch Zufuhr von verdichtungsfähigem Gemenge erfolgt. Ermöglicht die umlaufende Kippbewegung, welche durch die Kreiselreaktionsmomente an dem Kern erzeugt wird, die größten Schwingungsamplituden im Bereich des gerade frisch eingefüllten Gemenges, das auf diese Art und Weise besonders wirkungsvoll verdichtet wird.

[0014] In einer besonders raumsparenden Ausgestaltungsform nimmt der Kern die Hauptwelle wenigstens teilweise auf. Vorzugsweise wird der gesamte Schwingungserreger weitestgehend innerhalb des Kerns untergebracht. Hierdurch ist es in besonders einfacher Weise möglich, dessen drehende Elemente gegen Verunreinigungen zu schützen.

[0015] In einer weiteren, vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung ist der Kern in Betriebsstellung mit seiner Längsachse in Vertikalrichtung ausgerichtet und an seinem unteren Ende federelastisch gelagert, an seinem oberen axialen Ende hingegen ungefesselt, so daß er dort frei schwingen kann. Dies ist insbesondere bei der Rohrfertigung mit aufsteigendem oder stehendem Kern für die Verdichtung des Gemenges vorteilhaft. Der Kreisel kann beispielsweise innerhalb des Kerns in der Betriebsstellung in einem oberen Endabschnitt des Kerns oder aber auch auf halber Höhe desselben angeordnet werden.

[0016] Das vorstehend erläuterte Prinzip der Schwingungserregung kann auf weitere Vorrichtungen, beispielsweise auf einen Rütteltisch angewendet werden. Dementsprechend wird hier ein Rütteltisch vorgeschlagen, der im Folgenden umfaßt: einen Schwingkörper in Form eines Tisches, der an einem Fundament federelastisch abgestützt ist, eine Hauptwelle, die an dem Schwingkörper um ihre Längsachse drehbar gelagert ist, mindestens einen Kreisel, der mit der Hauptwelle

verbunden und um eine Kreiselachse drehbar ist, wobei die Kreiselachse nicht-parallel zu der Längsachse der Hauptwelle angeordnet ist, und Antriebsmittel, um die Hauptwelle und den Kreisel in Drehung um ihre jeweilige Achse zu versetzen.

[0017] Hierbei kann die Schwingungserregung über den Kreisel als Korrekturerregung dienen. Die Primärerregung kann eine Unwuchterregung sein, wozu in einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorstehend erläuterten Vorrichtung bzw. des Rütteltisches an der Hauptwelle eine oder mehrere Unwuchtmassen vorgesehen sind. Diese laufen dann mit der Drehzahl der Hauptwelle um und erzeugen beispielsweise an einem Kern einer Hohl- oder Rohrform im wesentlichen kreisende Erregerkräfte.

[0018] Durch eine entsprechende Abstimmung der Unwuchtmassen sowie der Drehzahl der Hauptwelle und der Drehzahl des Kreisels kann die Primärerregung durch die Unwuchterregung erfolgen, während die Kreiselregung dazu verwendet wird, gezielte Kippschwingung zu überlagern oder gegebenenfalls störende Kippbewegungen zu kompensieren oder korrigieren.

[0019] Dementsprechend wird weiterhin ein Schwingungserreger vorgeschlagen, der im Folgenden umfaßt: einen Schwingkörper, eine Hauptwelle, die an dem Schwingkörper um ihre Längsachse drehbar gelagert ist, eine oder mehrere Unwuchtmassen, die an der Hauptwelle vorgesehen sind, mindestens einen Kreisel, der mit der Hauptwelle verbunden und um eine Kreiselachse drehbar ist, wobei die Kreiselachse nicht-parallel zu der Längsachse der Hauptwelle angeordnet ist und Antriebsmittel, um die Hauptwelle und den Kreisel in Drehung um ihre jeweilige Achse zu versetzen.

[0020] Ein derartiger Schwingungserreger, der eine Unwuchterregung mit einer Kreiselregung kombiniert, ist für vielfältige Anwendungszwecke, insbesondere in der Verfahrenstechnik geeignet und nicht auf die vorstehend genannten Vorrichtungen zur Herstellung von Formteilen oder auf Rütteltische beschränkt.

[0021] Der Kreisel kann beispielsweise zwischen zwei Unwuchtmassen angeordnet werden. Es ist jedoch auch möglich, den Kreisel an einem freien Endabschnitt der Hauptwelle anzubringen. Im letztgenannten Fall kann der Kreisel auch an einem fliegend gelagerten Endabschnitt der Hauptwelle sitzen.

[0022] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind ein oder mehrere weitere Kreisel an der Hauptwelle vorgesehen, die jeweils um ihre Kreiselachse drehbar sind, wobei die Kreiselachse nicht-parallel zu der Längsachse der Hauptwelle angeordnet ist. Hierdurch kann die Wirkung des ersten Kreisels verstärkt werden. Überdies ist es möglich, verschiedene Kreiselregungen einander zu überlagern, indem beispielsweise die Drehzahlen der Kreisel individuell angesteuert werden.

[0023] Der bzw. die Kreisel werden bevorzugt derart angeordnet, daß die Kreiselachse bzw. die Kreiselachsen die Längsachse der Hauptwelle schneiden.

[0024] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung schließen die Kreiselachse bzw. die Kreiselachsen mit der Längsachse der Hauptwelle einen Winkel von 90° ein, wodurch sich große Kippmomente mit verhältnismäßig kleinen Kreiselmassen erreichen lassen.

[0025] Vorzugsweise liegen die Kreisachsen von zwei gleichartigen Kreiseln koaxial zueinander. In diesem Fall werden die Kreisel selbst nicht als Unwuchtmasse wirksam. Zur Vermeidung von Störmomenten ist es vorteilhaft, wenn die Kreiselachse mit der Symmetrieachse des zugehörigen Kreisels zusammenfällt.

[0026] In einer weiteren, vorteilhaften Ausgestaltung ist für die Hauptwelle und für die Kreisel jeweils eine separate, drehzahlsteuerbare Antriebseinrichtung vorgesehen. Hierdurch läßt sich das Schwingungsverhalten des Schwingungserregers durch eine Variation der Drehzahl und des Drehsinns einstellen. Durch die Variation der Kreisdrehzahl kann das überlagerte Kippmoment, das mit der Drehzahl der Hauptwelle umläuft, vergrößert oder verringert werden.

[0027] Bevorzugt ist der Kreisel mit einem drehzahlsteuerbaren Kreiselmotor gekoppelt, wobei der Kreiselmotor an der Hauptwelle befestigt ist. Dies erlaubt eine besonders kompakte Bauweise des Schwingungserregers. Der Kreiselmotor kann dabei ein Elektromotor sein. Es ist jedoch auch möglich, einen hydraulischen oder pneumatischen Motor vorzusehen.

[0028] Zur Energieversorgung des Kreiselmotors ist in einer weiteren, vorteilhaften Ausgestaltung ein zu dem Kreiselmotor führender Abschnitt der Hauptwelle als Hohlwelle ausgebildet. Durch diese Hohlwelle kann beispielsweise eine elektrische Versorgungsleitung, aber auch eine Hydraulik- oder Pneumatikleitung zu dem Kreiselmotor geführt werden.

[0029] In einer alternativen Ausgestaltungsform werden die Hauptwelle und die Kreisel über eine gemeinsame Antriebseinrichtung angetrieben, wobei die Antriebseinrichtung mit der Hauptwelle gekoppelt ist und der mit der Hauptwelle um die Längsachse drehende Kreisel unmittelbar oder über ein Getriebe an dem Schwingkörper geführt ist. Ein separater Antrieb für den bzw. die Kreisel ist in diesem Fall nicht erforderlich, so daß sich ein besonders einfacher Aufbau ergibt. Allerdings sind die Möglichkeiten der Drehzahlvariation für die Kreisel hier etwas eingeschränkt.

[0030] Weiterhin kann an dem Schwingkörper eine weitere Hauptwelle parallel zu der ersten Hauptwelle gelagert werden, an der wiederum, in Entsprechung zu der ersten Hauptwelle, wenigstens ein Kreisel vorgesehen ist. Zudem sind hierbei weitere Antriebsmittel in Entsprechung zu dem ersten Antriebsmittel vorgesehen, um die weitere Hauptwelle sowie den bzw. die weiteren Kreisel in Drehung zu versetzen. Durch eine gezielte Abstimmung der Drehgeschwindigkeiten sowie des Phasenwinkels der Hauptwellen zueinander ergibt sich hiermit eine sehr hohe Variabilität der erregbaren Schwingungen.

[0031] Vorzugsweise sind an jeder der Wellen wieder-

um eine oder mehrere Unwuchtmassen vorgesehen. Bei einer gegenläufigen Bewegung der Drehrichtungen der Hauptwellen kann hierdurch beispielsweise eine Richtungskomponente der Unwuchterregung vollständig kompensiert werden, so daß eine unwuchtinduzierte Schwingungsbewegung in Form einer Hin- und Herbewegung entlang einer Achse erzeugt werden kann, der je nach Ansteuerung der Kreisdrehzahlen zusätzliche Kippbewegungen überlagerbar sind.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0032] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von drei Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen in:

Fig.1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Herstellung von Formteilen aus einem verdichtungsfähigen Gemenge mit einem Schwingungserreger zur Verdichtung des Gemenges,

Fig.2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Herstellen von Formteilen mit einem zweiten Schwingungserreger, und in

Fig.3 einen Rütteltisch mit einem weiteren Schwingungserreger.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0033] Das erste Ausführungsbeispiel in Fig.1 zeigt eine Vorrichtung zur Herstellung von Formteilen aus einem verdichtungsfähigen Gemenge G in Form eines Rohrfertigers mit steigendem Kern. Die Vorrichtung umfaßt zunächst ein in seiner Betriebsstellung in Vertikalrichtung ausgerichtetes Formwerkzeug mit einer Außenschale 1, häufig auch als Mantel bezeichnet, sowie einem in diese von unten einfahrbaren Kern 2, der eine im wesentlichen zylindrische Außenform aufweist. Fig. 1 zeigt den Zustand während des Füllens und Verdichtens des Formteils, beispielsweise eines Betonrohres. Zu Beginn des Fertigungsprozesses ist der Kern 2, der an einem Maschinenrahmen 3 über elastische Federelemente 4 abgestützt ist, im wesentlichen vollständig aus dem Außenschale 1 nach unten herausgezogen, so daß das Formwerkzeug nach unten gerade geschlossen ist.

[0034] Während des Füllens des Formwerkzeuges mit verdichtungsfähigem Gemenge G wird der Kern 2 mit ansteigendem Gemengepegel nach oben bewegt. Gleichzeitig vollführt der Kern 2 hierbei eine Schwingungs- oder Rüttelbewegung, um mechanische Schwingungen in das Gemenge G einzukoppeln und somit das zwischen seiner Außenwand und dem Außenschale 1 des Formwerkzeuges befindliche Gemenge G zu verdichten. Dabei besteht ein großes Interesse daran, insbesondere das gerade frisch eingefüllte, noch lockere Gemenge möglichst ohne den Einschluß von Hohlräumen zu verfestigen, so daß gerade in diesem

Bereich möglichst hohe Oberflächenbeschleunigungen und Oberflächenamplituden an dem oberen axialen Endabschnitt des Kerns 2 erwünscht sind.

[0035] Zur Erzeugung der Schwingungen ist ein Schwingungserreger vorgesehen, der weitestgehend innerhalb des Kerns 2 angeordnet ist. Dieser Schwingungserreger umfaßt zunächst einen Schwingkörper 5 in Form eines Rahmens oder Vibratorbaums, der fest mit dem Kern 2 verspannt ist. An dem Schwingkörper 5 ist eine Hauptwelle 6 drehbar gelagert, deren Längsachse L koaxial zu der Längsachse des Kerns 2 ausgerichtet ist. An einem beispielhaft unten aus dem Kern 2 hinausragenden Endabschnitt der Hauptwelle 6 ist ein Elektromotor 7 als drehzahlsteuerbare Antriebseinrichtung für die Hauptwelle 6 angekoppelt. Anstelle eines Elektromotors 7, beispielsweise eines Asynchronmotors mit Frequenzumrichter, kann auch ein hydraulisch oder pneumatisch angetriebener Motor vorgesehen werden. Auch ist es möglich, eine getrennt von der Hauptwelle 6 angeordnete Antriebseinrichtung zu verwenden und die Antriebsleistung beispielsweise über einen Ketten- oder Riementrieb auf die Hauptwelle 6 zu übertragen.

[0036] Am gegenüberliegenden Endabschnitt der Hauptwelle 6 sind zwei Kreisel 8 vorgesehen, deren Kreiselachse K nicht-parallel zu der Längsachse L der Hauptwelle 6 angeordnet sind. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel schließen die Kreiselachse K mit der Längsachse L jeweils einen Winkel von 90° ein, wobei die Kreiselachse K die Längsachse L schneiden.

[0037] Die beiden Kreisel 8 werden über einen drehzahlsteuerbaren Motor 9 angetrieben, dessen Gehäuse fest mit einem fliegend gelagerten Endabschnitt der Hauptwelle 6 verbunden ist. Der Kreiselmotor 9 ist hier ein Elektromotor, beispielsweise wiederum ein Asynchronmotor mit Frequenzumrichter. Es kann jedoch auch ein hydraulisch oder pneumatisch angetriebener Motor eingesetzt werden.

[0038] Unmittelbar unterhalb des Kreiselmotors 9 ist innerhalb des oberen axialen Endabschnittes des Kerns 2 zwischen zwei Lagerstellen der Hauptwelle 6 eine Unwuchtmasse 10 an der Hauptwelle 6 starr befestigt. Bei einer Rotation der Hauptwelle 6 erzeugt die Unwuchtmasse 10 radial gerichtete Unwuchtkräfte, die den Kern 2 zu einer umlaufenden Kippbewegung anregen, so daß die Außenwand des Kerns 2 Schwingungen in das zu verdichtende bzw. bereits verdichtete Gemenge G einträgt. Dieser Unwuchterregung wird eine weitere Schwingung überlagert, die aus der Rotation der drehenden Kreisel 8 um die Längsachse L resultiert. Hierbei wird ein Moment erzeugt, das zu der jeweiligen Kreiselachse K wie auch der Längsachse L orthogonal ist, wodurch im wesentlichen eine Kippschwingung am Kern 2 verursacht wird. Diese Kippschwingung besitzt die gleiche Erregungsfrequenz, wie die Unwuchterregung.

[0039] Durch eine gezielte Einstellung der Drehzahl der Kreisel 8 wie auch der Drehrichtung der Kreisel 8,

lassen sich eine Vielzahl von unterschiedlichen Schwingungserregungen generieren. Beispielsweise kann eine durch die Kreisel 8 erregte Kippschwingung dazu verwendet werden, die von der Unwuchtmasse 10 erzeugte Kippschwingung zu vermindern. Es ist jedoch genauso möglich, deren Schwingungswirkung über die Kreisel 8 zu verstärken. Die durch die Kreiselbewegung erzeugten Momente lassen sich in ihrer Größe mit der Drehzahl der Kreisel 8 einstellen, so daß auf diese Art und Weise eine einfache Korrektur der durch die Unwuchtmassen 10 erzeugten Schwingung möglich ist, ohne daß es hierzu erforderlich wäre, den Kern 2 sowie den im wesentlichen in diesem angeordneten Schwingungserreger zu demontieren. Eine Demontage kann hier trotzdem auf sehr einfache Art und Weise erfolgen, indem die Verspannung des Schwingkörpers 5 mit dem Kern 2 gelöst und der Schwingkörper 5 axial aus dem Kern 2 herausgezogen wird.

[0040] Ein zweites Ausführungsbeispiel für eine Vorrichtung zur Herstellung von Formteilen ist in Fig.2 dargestellt. Auch diese Vorrichtung ist als Rohrfertiger ausgebildet, die im Unterschied zu dem ersten Ausführungsbeispiel jedoch einen stehenden Kern 2 als Abschnitt eines Formwerkzeuges aufweist. In diesem Fall befindet sich der Außenschale 1 des Formwerkzeuges und der Kern 2 während des Einfüllens und Verdichtens des Gemenges G in einer festen Position zueinander.

[0041] Innerhalb des Kerns 2, der über elastische Elemente 4 gegen ein Fundament 11 oder einen stationären Maschinenrahmen abgestützt ist, ist wiederum ein Schwingkörper 5 angeordnet. Dieser Schwingkörper 5 ist über Spanneinrichtungen 12 fest mit dem Kern 2 verbunden. Die Spanneinrichtungen 12 erlauben die Verwendung gleichartiger Schwingkörper 5 in unterschiedlichen Kernen 2. An dem Schwingkörper 5 ist wieder eine Hauptwelle 6 um ihre Längsachse L drehbar gelagert. Der Antrieb der Hauptwelle 6 kann wie in dem ersten Ausführungsbeispiel erfolgen. In dem in Fig.2 dargestellten Beispiel ist jedoch die Antriebseinrichtung 7 relativ zu der Hauptwelle 6 außeraxial angeordnet, so daß das entsprechende Ende der Hauptwelle 6 frei bleibt und gegebenenfalls anderweitig nutzbar ist. Die Antriebsleistung wird hier von der Antriebseinrichtung 7 über einen Riementrieb 1 3 an die Hauptwelle 6 übertragen.

[0042] Etwa auf halber Höhe des Kerns 2 sind zwei Kreisel 8 mit der Hauptwelle 6 verbunden, wobei hier wie in dem ersten Ausführungsbeispiel die Ankopplung über einen Kreiselmotor 9 erfolgt, der zwischen zwei Lagern der Hauptwelle 6 an derselben befestigt ist. Die Kreisel 8 wie auch der Kreiselmotor 9 sind wie in dem ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet und bedürfen daher hier keiner erneuten Erläuterung. Die Versorgung des Kreiselmotors 9 erfolgt durch einen Hohlwellenabschnitt 14 der Hauptwelle 6 hindurch. Durch diesen Hohlwellenabschnitt 14 kann beispielsweise eine elektrische Leitung oder auch eine hydraulische oder pneumatische Zuleitung zu dem Kreiselmotor 9 geführt werden.

den.

[0043] Weiterhin sind an der Hauptwelle 6 zwei Unwuchtmassen 10 vorgesehen, die hier jeweils an einem Endabschnitt der Hauptwelle 6 starr befestigt sind. Um die Unwuchtmassen 10 sind jeweils zwei zusätzliche Lagerstellen für die Lagerung der Hauptwelle 6 an dem Schwingkörper 5 vorgesehen. Überdies sind die Spanneinrichtungen 12 jeweils auf der Höhe der Unwuchtmassen 10 angeordnet, so daß die erzeugten Unwuchtkräfte über den Schwingkörper 5 auf kurzem Weg in den Kern 2 eingeleitet werden.

[0044] Die Betriebsweise des Schwingungserregers des zweiten Ausführungsbeispiels entspricht im wesentlichen derjenigen des ersten Ausführungsbeispiels. Auch hier kann durch eine Variation der Drehrichtung wie auch der Drehzahl der Kreisel 8 die Schwingungserregung während des Füllens und Verdichtens des Formwerkzeuges variiert werden, indem der unwuchterregten Schwingung eine kreiselerregte Schwingung überlagert wird.

[0045] Ein weiteres Beispiel für einen Schwingungserreger, der das Prinzip der Kreiselregung ausnutzt, ist in Fig.3 anhand eines Rütteltisches dargestellt, bei dem z. B. Kippschwingungen aufgrund von Beladungsunterschieden durch eine Kreiselregung kompensiert werden können.

[0046] Der Rütteltisch umfaßt einen Schwingkörper 5 in Form eines Tisches, der an vier Stellen über federelemente 8 an einem stationären Fundament 11 gelagert ist. Der Schwingkörper 5 trägt zwei parallel zueinander verlaufende Hauptwellen 6 und 6', deren Rotation über ein Getriebe 15 gekoppelt ist, so daß lediglich eine Antriebseinrichtung 9 für beide Hauptwellen 6 und 6' benötigt wird. Durch das Getriebe 15, beispielsweise ein Zahnradpaar, kann ein gewünschtes Drehzahlverhältnis zwischen den Hauptwellen 6 bzw. 6' fest vorgegeben werden. Vorzugsweise rotieren beide Hauptwellen 6 und 6' mit der gleichen Drehzahl, jedoch in umgekehrter Drehrichtung. Weiterhin sind an jeder Hauptwelle 6 bzw. 6' Unwuchtmassen 10 bzw. 10' befestigt, die an beiden Wellen in gleicher Art und Weise angeordnet sind. Bei Rotation der Hauptwellen 6 und 6' ergibt sich in dem dargestellten Ausführungsbeispiel aufgrund der Anordnung der Unwuchtmassen 10 und 10' eine Schwingungserregung lediglich in Vertikalrichtung. Hingegen heben sich die horizontalen Fliehkraftanteile der Unwuchterreger aufgrund der Symmetrieeigenschaften des Systems gegeneinander auf.

[0047] Weiterhin sind an den beiden Hauptwellen 6 und 6' jeweils Kreisel 8 bzw. 8' mit einem zugehörigen Kreiselmotor 9 bzw. 9' vorgesehen, wobei auch hier die Kreiselachsen K zu der jeweiligen Längsachse L der zugehörigen Hauptwelle 6 bzw. 6' nicht-parallel angeordnet sind. In dem dritten Ausführungsbeispiel ist, wie in den beiden vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen, wiederum ein Winkel von 90° zwischen der Kreiselachse K und der zugehörigen Längsachse L vorgesehen. Die Kreisel 8 erzeugen mit der Drehzahl der

Hauptwellen 6 und 6' umlaufende Momente in einer Richtung orthogonal zu der jeweiligen Kreiselachse K und der zugehörigen Längsachse L, deren Größe u. a. von der jeweiligen Kreisel-drehzahl abhängt. Werden beispielsweise die beiden Kreisel 8 bzw. 8' mit gleicher Drehzahl angetrieben, so heben sich die horizontal wirkenden Momentenanteile auf, während die vertikal wirkenden Momentenanteile die Kippbewegung beeinflussen.

[0048] In allen, vorstehend erläuterten Ausführungsbeispielen werden kreiselerregte Kippschwingungen dazu verwendet, das Schwingungsverhalten eines Schwingungserregers zu beeinflussen, wobei dies einfach durch eine Veränderung der Drehzahl des bzw. der Kreisel möglich ist. Insbesondere kann hierdurch eine durch Unwuchtmassen erzeugte Schwingung beeinflusst werden, wobei das Korrekturmoment des bzw. der Kreisel in der Frequenz der Unwuchterregung abgegeben wird.

[0049] Es ist in sämtlichen vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen möglich, die Unwuchtmassen vollständig wegzulassen, um dadurch einen auf dem Prinzip der Kreiselregung beruhenden Schwingungserreger zu schaffen. Es ist überdies auch möglich, eine Unwuchtmasse durch die Masse eines Kreisels zu ersetzen. In der einfachsten Form kann daher ein einziger Kreisel als Schwingungserreger dienen, der sowohl Unwuchtschwingungen aufgrund seiner außeraxialen Anordnung an der Hauptwelle als auch durch die Kreiselbewegung erregte Schwingungen erzeugt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Herstellen von Formteilen aus einem verdichtungsfähigen Gemenge, bei der die Verdichtung unter Einwirkung von mechanischen Schwingungen erfolgt, umfassend:
 - eine Einrichtung zur Einkopplung von mechanischen Schwingungen in das verdichtungsfähige Gemenge (G),
 - einen Schwingkörper (5), der mit der Einkopplungseinrichtung verbunden ist,
 - eine Hauptwelle (6), die an dem Schwingkörper (5) um ihre Längsachse (L) drehbar gelagert ist,
 - mindestens einen Kreisel (8), der mit der Hauptwelle (6) verbunden und um eine Kreiselachse (K) drehbar ist, wobei die Kreiselachse (K) nicht-parallel zu der Längsachse (L) der Hauptwelle (6) angeordnet ist, und
 - Antriebsmittel, mit denen die Hauptwelle (6) und der Kreisel (8) in Drehung um die jeweilige Achse (L, K) versetzt werden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einkopplungseinrichtung ein Abschnitt eines Formwerkzeuges ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einkopplungseinrichtung als Kern (2) einer Hohl- oder Rohrform ausgebildet und gegenüber weiteren Abschnitten der Hohl- bzw. Rohrform federelastisch gelagert ist. 5
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kern (2) die Hauptwelle (6) wenigstens auf einem Teilabschnitt ihrer Gesamtlänge umschließt. 10
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kern (2) in Betriebsstellung mit seiner Längsachse (L) in Vertikalrichtung ausgerichtet, dabei an seinem unteren axialen Ende federelastisch gelagert und dadurch an seinem oberen axialen Ende frei schwingend gehalten ist. 15
6. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Kreisel (8) innerhalb eines in der Betriebsstellung oberen Endabschnittes des Kerns (2) angeordnet ist. 20
7. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Kreisel (8) innerhalb des Kerns (2) in der Betriebsstellung auf halber Höhe desselben angeordnet ist. 25
8. Rütteltisch, umfassend: 30
- einen Schwingkörper (5) in Form eines Tisches, der an einem Fundament (11) federelastisch abgestützt ist,
 - mindestens eine Hauptwelle (6), die an dem Schwingkörper (5) um ihre Längsachse (L) drehbar gelagert ist, 35
 - mindestens einen Kreisel (8), der mit der Hauptwelle (6) verbunden und um eine Kreiselachse (K) drehbar ist, wobei die Kreiselachse (K) nicht-parallel zu der Längsachse (L) der Hauptwelle (6) angeordnet ist, und 40
 - Antriebsmittel, mit denen die Hauptwelle (6) und der Kreisel (8) in Drehung um die jeweilige Achse (L, K) versetzt werden.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und Rütteltisch nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** an der Hauptwelle (6) ein oder mehrere Unwuchtmassen (10) vorgesehen sind. 45
10. Schwingungserreger, umfassend: 50
- einen Schwingkörper (5),
 - mindestens eine Hauptwelle (6), die an dem Schwingkörper (5) um ihre Längsachse (L) drehbar gelagert ist, 55
 - eine oder mehrere Unwuchtmassen (10), die an der Hauptwelle (6) vorgesehen sind,
- mindestens einen Kreisel (8), der mit der Hauptwelle (6) verbunden und um eine Kreiselachse (K) drehbar ist, wobei die Kreiselachse (K) nicht-parallel zu der Längsachse (L) der Hauptwelle (6) angeordnet ist, und
 - Antriebsmittel, mit denen die Hauptwelle (6) und der Kreisel (8) in Drehung um die jeweilige Achse (L, K) versetzt werden.
11. Anordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Kreisel (8) zwischen zwei Unwuchtmassen (10) angeordnet ist.
12. Anordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Kreisel (8) an einem freien Endabschnitt der Hauptwelle (6) angeordnet ist.
13. Anordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein oder mehrere weitere Kreisel (8) an der Hauptwelle (6) vorgesehen und um ihre jeweilige Kreiselachse (K) drehbar sind, wobei die Kreiselachsen (K) nicht-parallel zu der Längsachse (L) der Hauptwelle (6) angeordnet sind.
14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kreiselachse (K) bzw. Kreiselachsen (K) die Längsachse (L) der Hauptwelle (6) schneiden.
15. Anordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kreiselachse (K) bzw. die Kreiselachsen (K) mit der Längsachse (L) der Hauptwelle (6) einen Winkel von 90° einschließen.
16. Anordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kreiselachsen (K) von zwei gleichartigen Kreiseln (8) koaxial zueinander angeordnet und die beiden Kreisel (8) gleichsinnig rotierend angetrieben sind.
17. Anordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeweils die Kreiselachse (K) mit der Symmetrieachse des zugehörigen Kreisels (8) zusammenfällt.
18. Anordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Hauptwelle (6) und für die Kreisel (8) jeweils eine separate drehzahlsteuerbare Antriebseinrichtung vorgesehen ist.
19. Anordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Kreisel (8) mit einem drehzahlsteuerbaren Kreismotor (9)

gekoppelt ist und der Kreiselmotor (9) an der Hauptwelle (6) befestigt ist.

20. Anordnung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** an einen Kreiselmotor (9) jeweils zwei Kreisel (8) angekoppelt sind. 5
21. Anordnung nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein mit dem Kreiselmotor (9) verbundener Abschnitt (14) der Hauptwelle (6) als Hohlwelle ausgebildet ist. 10
22. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Hauptwelle (6) und die Kreisel (8) eine gemeinsame Antriebseinrichtung vorgesehen ist, wobei die Antriebseinrichtung mit der Hauptwelle (6) gekoppelt ist und die mit der Hauptwelle (6) um die Längsachse (L) drehenden Kreisel (8) unmittelbar oder über ein Getriebe an dem Schwingkörper (5) geführt sind. 15 20
23. Anordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** an dem Schwingkörper (5) eine oder mehrere weitere Hauptwellen (6') parallel oder anders gerichtet zu der ersten Hauptwelle (6) gelagert sind, an denen wiederum wenigstens ein Kreisel (8') vorgesehen ist, und daß weitere Antriebsmittel vorgesehen sind, um die weiteren Hauptwellen (6') und den bzw. die weiteren Kreisel (8') in Drehung zu versetzen. 25 30
24. Anordnung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** an den weiteren Hauptwellen (6') eine oder mehrere Unwuchtmassen (10') vorgesehen sind. 35

40

45

50

55

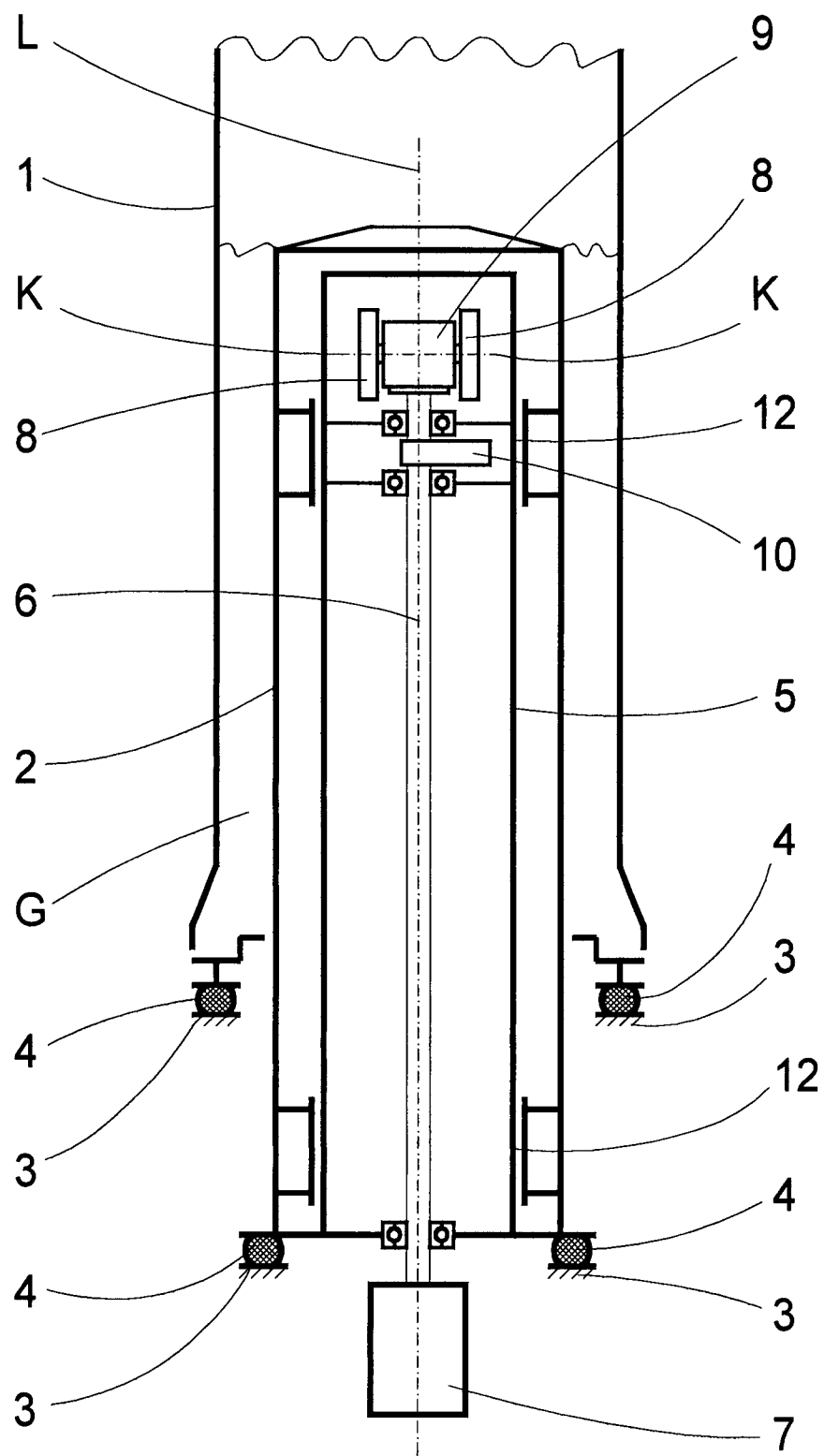


Fig.1

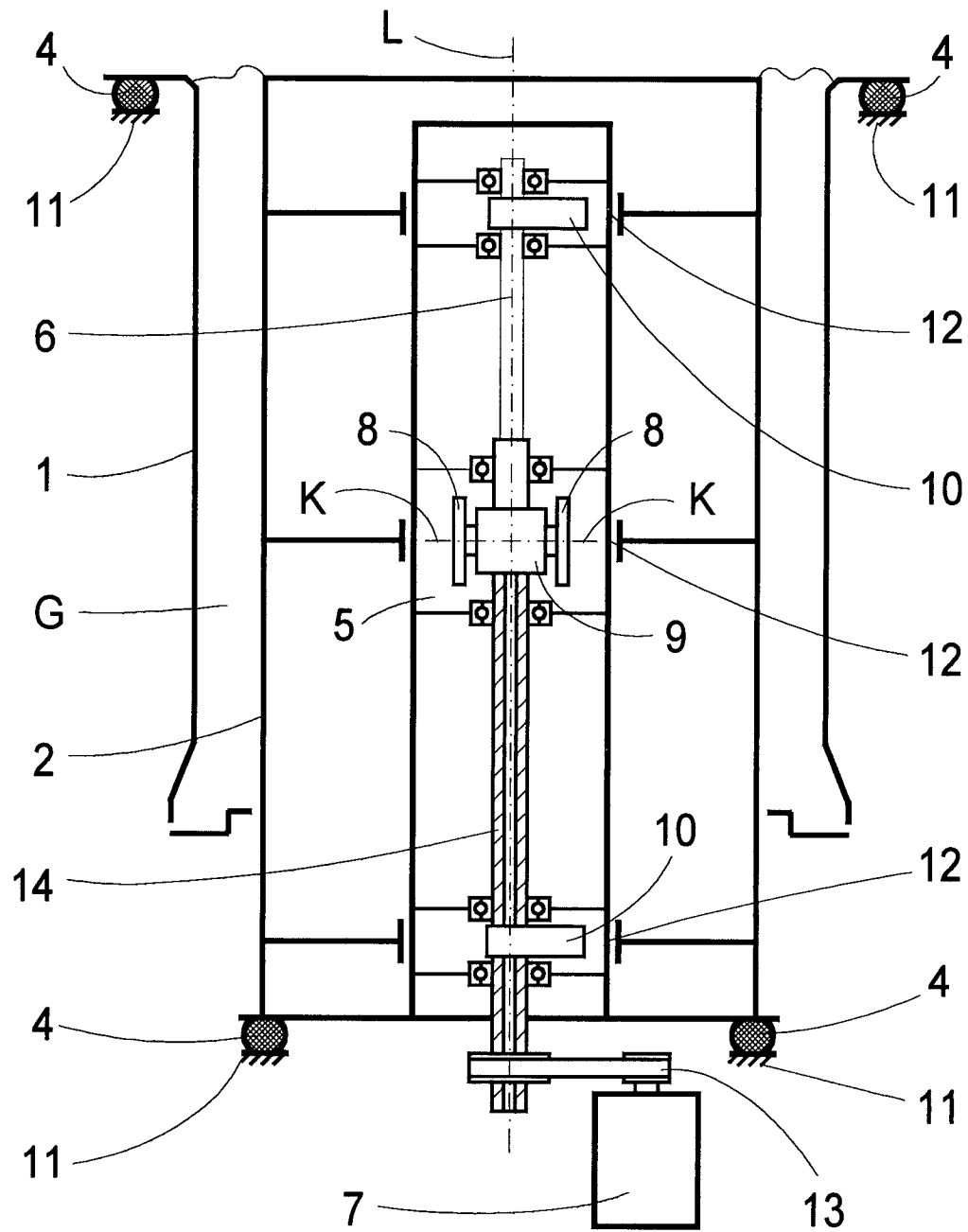


Fig.2

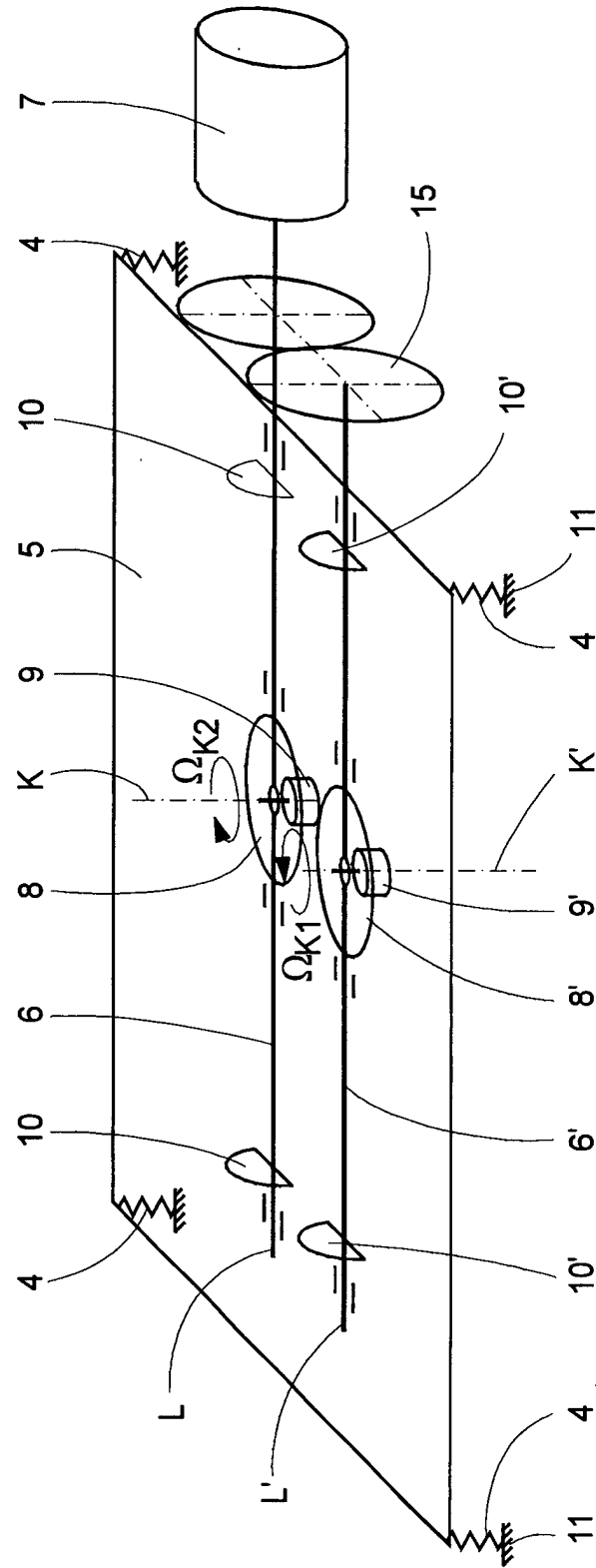


Fig. 3