



(11)

EP 1 590 140 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.05.2008 Patentblatt 2008/21

(51) Int Cl.:
B28B 1/087 ^(2006.01) **B28B 3/02** ^(2006.01)
B28B 7/00 ^(2006.01) **B30B 11/02** ^(2006.01)
B06B 1/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04706668.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2004/000850

(22) Anmeldetag: **30.01.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/069504 (19.08.2004 Gazette 2004/34)

(54) VORRICHTUNG ZUR FORMGEBUNG VON GEMENGEN

DEVICE FOR MOULDING MIXTURES

DISPOSITIF POUR MOULER DES MELANGES

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

(30) Priorität: **05.02.2003 DE 20301954 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.2005 Patentblatt 2005/44

(73) Patentinhaber: **Institut für Fertigteiltechnik und
Fertigbau
Weimar e.V.
99423 Weimar (DE)**

(72) Erfinder:
• **BECKER, Günter
65326 Aarbergen (DE)**

- **KUCH, Helmut
99425 Weimar (DE)**
- **MARTIN, Jürgen
07747 Jena (DE)**
- **SCHWABE, Jörg-Henry
99427 Weimar (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 515 305 EP-A- 0 692 317
DE-A- 3 839 556 US-A- 4 725 220

EP 1 590 140 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

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Formgebung von Gemengen, bevorzugt von Betongemengen zur Steinfertigung, umfassend eine Form zur Aufnahme des Betongemenges, einen Tisch, mit dem die Form über Verspannungselemente gekoppelt ist, ein am Tisch angebrachtes Schwingungserzeugungssystem zur Erzeugung harmonischer Schwingungen und deren Übertragung auf den Tisch, eine Auflast in Form eines Stempels zur Beaufschlagung des Betongemenges mit einer Kraft, erste Federelemente zur elastischen Lagerung des Tisches, zweite Federelemente zur elastischen Lagerung der Auflast, und bezieht sich auf das Problem der Betonsteinfertigung mittels harmonischer Vibration.

Stand der Technik

[0002] Zur Herstellung kleinformatiger Betonwaren in der industriellen Produktion werden heutzutage meist Vorrichtungen verwendet, die zur Verdichtung des Betongemenges das Prinzip der Schockvibration ausnutzen. Bei solchen Vorrichtungen werden zur Schwingungserzeugung Systeme verwendet, die auf elektromotorisch angetriebenen Unwuchtwellen basieren, wie beispielsweise im Artikel "Steigerung der Produktqualität durch effiziente Verdichtung" von Berthold Schlecht und Alexander Neubauer, erschienen in der Zeitschrift "Betonwert + Fertigteil-Technik", Ausgabe 9/2000, S. 44 - 52, ausführlich dargestellt. An der Unterseite des Tisches, auf dem die Aufnahmeform mit dem Betongemenge gelagert, jedoch nicht fest verspannt wird, sind jeweils zwei Unwuchtwellen oder zwei Paare von Unwuchtwellen angebracht, wobei im letzteren Fall die Unwuchtwellen mechanisch durch Zahnräder oder elektronisch zwangssynchronisiert werden. Die Aufnahmeform besteht dabei in der Regel aus einer sogenannten Palette - beispielsweise einem Brett, einer Kunststoffplatte oder einem Stahlblech - und einem Formkasten, der die Seitenwände der Betonwaren definiert und auf der Palette aufliegt. Dies hat vor allem produktionstechnische Gründe, da der Abtransport der fertigen Betonwaren auf diesen Paletten erfolgt, beeinflusst aber auch wesentlich das Verhalten bei der Schockvibration.

[0003] Solche Vorrichtungen sind jedoch mit Nachteilen behaftet: Zur optimalen Verdichtung des Betons sind in der Regel hohe Momentanbeschleunigungen von mehr als 200m/s^2 erforderlich. Mit den bekannten Vorrichtungen lassen sich jedoch nur Unwuchtkräfte von maximal 200 kN bereitstellen, u. a. weil die Lagerungen der rotierenden Unwuchten ansonsten unzulässig hohen Belastungen, einhergehend mit sehr kurzen Lagerlebensdauern, ausgesetzt wären. Da mittels der durch Unwuchterregung erzeugten harmonischen Schwingungen des Tisches die erforderlichen hohen Beschleunigungen

nicht bereitgestellt werden können, müssen diese auf anderen Weg erzeugt werden. Dies geschieht mit Hilfe der sogenannten Schockvibration. Dabei werden die notwendigen hohen Beschleunigungen jeweils kurzzeitig durch sogenannte Prellschläge zwischen den nicht fest miteinander verbundenen Komponenten Tisch, Palette und Formkasten erzeugt. Die Erzeugung der Prellschläge erfolgt zudem über Klopfleisten, die stationär parallel zum Tisch angeordnet sind. Die Einstellung dieser Klopfleisten erfolgt rein empirisch durch die Abstimmung verschiedener Maschinenparameter und gewährleistet somit nicht immer die optimale Einstellung und eine optimale Verdichtung. Die Verwendung eines anderen Gemenges bzw. einer anderen Form zieht daher zum Teil umfangreiche Einstellarbeiten nach sich. Weitere Nachteile der Schockvibration sind die mit den Prellschlägen verbundenen hohen Lärmemissionen, die hohe Maschinenbelastung und ein hoher Verschleiß der Einrichtung. Letzteres führt auch dazu, daß die optimale Einstellung der Maschine verloren geht und die Produktqualität schlechter wird.

[0004] Möchte man auf die Schockvibration verzichten, so muß das Fehlen der durch die Prellschläge erzeugten Beschleunigungsspitzen durch entsprechend höhere Kräfte in der harmonischen Vibration ersetzt werden. Mit den bekannten motorisch angetriebenen Unwuchterregern lassen sich diese hohen Kräfte jedoch nicht erzeugen. Verwendet man allerdings anstelle motorisch angetriebener Unwuchterreger einen oder mehrere hydraulisch betätigte Servozyylinder, so lassen sich die erforderlichen hohen Kräfte erzeugen und das Prinzip der harmonischen Vibration ausnutzen. Auf hydraulischem Antrieb basierende Vorrichtungen zur Betonsteinfertigung werden ebenfalls in den oben genannten Artikel von Schlecht und Neubauer sowie in der Schrift WO 01/47698 A1 beschrieben. Die Vorteile der harmonischen Vibration sind unter anderem, daß der Verschleiß deutlich reduziert wird, die Lärmemissionen - Palette, Formkasten und Tisch sind in diesem Fall fest miteinander verspannt - reduziert werden, der Zementverbrauch reduziert werden kann sowie die Produktionszeiten verringert werden können.

[0005] In der Wahl einer Hydraulik als Antriebsmedium liegt aber auch ein großer Nachteil. Gerade Servohydraulik erfordert eine extreme Reinheit des Öls, die sich in der Umgebung eines Betonwerkes nur mit hohem Aufwand aufrecht erhalten läßt. Außerdem liegt der Energiebedarf einer auf Hydraulik basierenden Vorrichtung deutlich höher als bei herkömmlichen elektromotorisch arbeitenden Schockvibrationsvorrichtungen. Zudem sind die Anschaffungskosten für ein derartiges Servohydrauliksystem deutlich höher als für einen elektromotorischen Antrieb.

[0006] In der Schrift WO 01/47698 A1 wird zwar vorgeschlagen, die harmonischen Schwingungen mechanisch zu erzeugen, jedoch wird kein Weg aufgezeigt, die bekannten und oben genannten Nachteile des Standes der Technik zu überwinden.

[0007] In der EP 0 51 5 305 A1 wird in Fig. 2 eine Rüttelvorrichtung mit acht Unwuchtwellen gezeigt. Jeweils zwei Unwuchtwellen sind miteinander gekoppelt, jedes der Unwuchtwellenpaare verfügt über einen eigenen Antrieb. Die Rüttelvorrichtung besteht aus zwei Rütteltischen. In Fig. 3 der o.g. Schrift wird ebenfalls ein zweiteiliger Rütteltisch beschrieben, hier sind jedoch die acht Unwuchtwellen nicht gekoppelt, jede der Unwuchtwellen verfügt über einen eigenen Antrieb.

[0008] In der DE 38 39 556 A1 wird eine Vorrichtung zur Herstellung von Betonteilen beschrieben, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Diese Vorrichtung verfügt über eine Einrichtung zum Verriegeln einer Form mit einem Rütteltisch. An zwei einander gegenüberliegenden Seiten des Formenrahmens ist je eine dieser Einrichtungen vorgesehen. Bei der Einrichtung handelt es sich um ein symmetrisch ausgebildetes, durch eine Hydraulik angetriebenes Mehrgelenkgetriebe mit sieben Gliedern, welches nach dem Kniehebelprinzip arbeitet. Die durch die Hydraulik erzeugte, nach oben gerichtete Kraft wird über die Gelenke auf Druckstücke gelenkt, die auf die Form drücken und diese an den Tisch pressen.

Beschreibung der Erfindung

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur Verdichtung von Gemenge, insbesondere von Betongemenge zur Betonsteinfertigung, basierend auf harmonischer Vibration zu entwickeln, die ohne die Nachteile der Schockvibration sowie des Hydraulikantriebs auskommt und dennoch ausreichend hohe Beschleunigungen bzw. Kräfte zur Verfügung stellt.

[0010] Bei einer Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß im Schwingungserzeugungssystem mindestens acht rotierende Unwuchtwellen mit zueinander parallelen Rotationsachsen vorgesehen sind. Die Unwuchtwellen sind dabei in ihrer Rotationsbewegung paarweise gekoppelt und jedes Paar von Unwuchtwellen hat eine gemeinsame Rotationsachse und ist unabhängig von den anderen Paaren angetrieben. Gegenüber einer herkömmlichen Vorrichtung wird somit eine Unwuchtwellen durch ein gekoppeltes Paar von Unwuchtwellen ersetzt. Dies bedingt zwangsläufig, daß die Unwuchtwellen gedrungener und kürzer konstruiert sein müssen. Um die erforderliche Gesamtkraft von 600 kN zu erzeugen, muß pro einzelner Unwucht eine Kraft von mindestens 75 kN bereitgestellt werden, was durch eine höhere Unwucht $U = m_u r_u$, mit der Unwuchtmasse m_u und dem Unwuchtradius r_u , gegenüber herkömmlichen Unwuchtwellen erreicht werden kann. Die Übertragung einer deutlich höheren Gesamtkraft wird dadurch ermöglicht, daß acht anstelle von vier Unwuchtwellen verwendet werden: Da üblicherweise jede Unwuchtwellen in zwei am Tisch angebrachten Wälzlagerlagern gelagert ist, kann die Gesamtkraft somit auf 16 anstatt acht Wälzlager aufgeteilt werden. Dabei sind zur Verspannung von Form und Tisch als Verspannungselemente Zugglieder mit hydraulischem oder pneumati-

schen Zug vorgesehen. Diese sind mit ihrem einen Ende am Tisch angebracht und mit ihrem andern Ende im verspannten Zustand kraftschlüssig mit der Form verbunden. Alternativ können die Zugglieder auch mit ihrem einen Ende an der Form angebracht sein und mit ihrem anderen Ende im verspannten Zustand kraftschlüssig mit dem Tisch verbunden sein. Dadurch kann die Anlenkstelle der Verspannung am Tisch im Höhenniveau gesenkt werden. Die Verwendung von Zuggliedern gegenüber den herkömmlich verwendeten Verspannhebeln in Höhe der Formanschlüsse hat den Vorteil, daß auf weit auskragende Teile, wie sie bisher für den Verspannungsmechanismus notwendig waren, und die bei hohen Schwingbeschleunigungen, wie sie i. a. beim Verwenden harmonischer Vibrationen und Resonanzen entstehen, besonders gegen Bruch gefährdet sind, verzichtet werden kann.

[0011] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind die Zugglieder mit ihrem einen Ende in einem Winkel von mehr als 0° bezüglich der Lotrechten am Tisch angebracht, bevorzugt in einem Winkel zwischen 10° und 30° . Dies hat den Vorteil, daß die Verspannungskonturen, d. h. die Mittel, mit denen die kraftschlüssige Verbindung hergestellt wird, beim Entspannen aus dem Kollisionsraum der Formhubbewegung ausgefahren werden und die Form damit leichter herausgenommen und gewechselt werden kann.

[0012] In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung sind als Verspannungselemente am Tisch Keile und an der Form Zugstangen mit für die Keile passenden Öffnungen vorgesehen, wobei im verspannten Zustand die Keile in die Öffnungen der Zugstangen eingetrieben sind. Zur Herstellung und Lösung der Verspannung ist zweckmäßig ein hydraulischer oder pneumatischer Vor- und Rücktrieb für die Keile vorgesehen.

[0013] Um den Verschleiß zu verringern ist es vorteilhaft, für die Unwuchtwellen eine Biegesteifigkeit von $EI \geq 2 \cdot 10^5 \text{ Nm}^2$ vorzusehen, wobei E das Elastizitätsmodul des für die Unwuchtwellen verwendete Materials und I das Flächenträgheitsmoment der Unwuchtwellen bezeichnet. Zweckmäßig fertigt man dazu die Unwuchtwellen aus Stahl mit einem Durchmesser von mindestens 80 mm.

[0014] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind zur Lagerung der Unwuchtwellen am Tisch befestigte Halterungen mit Zylinderrollenlagern vorgesehen. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung sind zur Lagerung einer jeden Unwuchtwellen zwei Zylinderrollenlager mit einem Lagerabstand von etwa 150 mm vorgesehen. Zylinderrollenlager haben gegenüber den üblicherweise verwendeten Pendelrollenlagern den Vorteil einer höheren Tragfähigkeit. Durch den geringeren Abstand der Rollenlager in Zusammenarbeit mit der höheren Biegesteifigkeit der Unwuchtwellen werden die Winkelabweichungen in den Lagern minimiert, so daß die Kantenbelastung an den Lagern geringer ist. Die Lebensdauer der Lager wird auf diese Weise gegenüber herkömmlichen Vorrichtungen erhöht.

[0015] Die Kopplung in der Rotationsbewegung zweier in einem Paar zusammengefaßten Unwuchtwellen kann als elektronische Kupplung ausgestaltet sein, wobei die Unwuchtwellen synchronisiert angetrieben sind und die Synchronisation über eine elektronische Steuerung erfolgt. Einfacher und billiger, und daher zu bevorzugen, ist jedoch die paarweise Kopplung zweier Unwuchtwellen mittels einer elastischer Kupplung. Diese muß dabei gegen Verdrehung möglichst steif ausgebildet sein, gegenüber Fluchtungsfehlern, die durch Abweichungen der momentanen lokalen Lage der Rotationsachsen beider Unwuchtwellen zueinander im Bereich der Kupplung entstehen können, jedoch möglichst tolerant ausgebildet sein. Zweckmäßig hat die elastische Kupplung eine Drehfedersteifigkeit von mindestens 10^4 Nm/rad und eine radiale Federsteifigkeit von höchstens $2 \cdot 10^7$ N/m.

[0016] Der Tisch mit Form und Betongemenge kann besonders effektiv in harmonische Schwingungen versetzt werden, wenn die von den Unwuchterregern erzeugten Schwingungen mit der Eigenfrequenz des Schwingverbandes auf den ersten Federelemente, die zur elastischen Lagerung des Tisches dienen, übereinstimmen: In diesem Fall kann deren Resonanz genutzt werden. Dazu müssen die ersten Federelemente in der Regel besonders steif ausgeführt werden. Dies hat den Nachteil, daß im Resonanzfall auch ein erheblicher Schwingungsübertrag auf die Umgebung erfolgt. Der gleiche Sachverhalt trifft auch für die Auflast und die zweiten Federelemente zur elastischen Lagerung der Auflast zu. Eine gute Schwingungsisolierung gegenüber der Umgebung erreicht man jedoch nur mit weichen ersten und zweiten Federelementen. Die einzig nutzbaren Resonanzschwingungen wären in diesem Fall die durch das Betongemenge vermittelte Relativbewegung zwischen Tisch und Auflast. Die so wirkende Betonfeder ist jedoch stark vom Gemenge und vom Fortschritt der Verdichtung abhängig, womit eine Ausnutzung der Resonanz erschwert wird.

[0017] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden daher Tisch und Auflast über dritte Federelemente gekoppelt. Vorzugsweise sind als dritte Federelemente mechanische oder hydraulische Federn mit jeweils variierbaren Federkräften vorgesehen. Diese dritten Federelemente können dann auf eine vorgegebenen Betriebsfrequenz abgestimmt werden, so daß sich Änderungen in der Federkraft der Betonfeder in der Summe aller Federn deutlich geringer auswirken und sogar, bei variierbaren Federkräften der dritten Federelemente, kompensiert werden können.

[0018] Als Verspannungselemente können auch am Tisch angebrachte Elektromagnete vorgesehen sein. Dazu ist selbstverständlich erforderlich, daß die Form aus einem magnetisierbaren Material besteht. Dies ist üblicherweise der Fall, da die Formen in der Regel aus Stahl sind. Wird eine zweiteilige Form verwendet, so muß nicht nur der Formkasten, sondern auch die Palette zwischen Formkasten und Tisch aus magnetisierbarem Material, beispielsweise Stahlblech, bestehen. Werden die

Magnete bei aufliegender Form eingeschaltet, so ziehen sie die Form mittels elektromagnetischer Kraft an und verspannen sie auf diese Weise.

5 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0019] Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Beispiels näher erläutert werden. In den dazugehörigen Figuren zeigt

10

Fig.1 eine Vorrichtung zur Formgebung von Gemengen in einer Seitenansicht,

Fig.2 die Realisierung eines erfindungsgemäßen Verspannungsmechanismus,

15

Fig.3 eine Unwuchtwellen, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist, und

Fig.4 ein Paar von gekoppelten Unwuchtwellen entsprechend der Erfindung.

20 Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0020] In Fig.1 ist der prinzipielle Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Formgebung von Gemengen, insbesondere zur Fertigung von Betonsteinen gezeigt. Auf einem Tisch 1 ruht eine Form 2, die Betongemenge 3 enthält. Die Form 2 kann aus einem Stück gestaltet sein, meistens aber werden Boden- und Seitenflächen der Betonsteine über verschiedene, voneinander trennbare Teile der Form 2 definiert, was in der Zeichnung durch eine durchbrochene Linie in der Form 2 deutlich gemacht wird. Die Seitenflächen werden über einen Formkasten aus Stahl definiert, zur Definition der Bodenflächen kann eine sogenannte Palette, beispielsweise ein Brett oder ein Stahlblech dienen, auf denen die fertigen Betonsteine auch abtransportiert werden können. Über der Form 2 ist eine Auflast 4 angeordnet. Auf der Unterseite des Tisches 1 sind erste Federelemente 5 angeordnet, die der elastischen Lagerung des Tisches 1 gegenüber der Umgebung dienen. An der Auflast 4 sind zweite Federelemente 6 angebracht, die der elastischen Lagerung der Auflast 4 dienen. Tisch 1 und Auflast 4 sind über dritte Federelemente 7 gekoppelt. Unterhalb des Tisches 1 sind acht rotierende Unwuchtwellen 8 angeordnet, wobei die Unwuchtwellen 8 in ihrer Rotationsbewegung paarweise gekoppelt sind und jedes Paar von Unwuchtwellen 8 eine gemeinsame Rotationsachse hat. Die Rotationsachsen der Unwuchtwellen 8 verlaufen in Fig.1 senkrecht zur Betrachtungsebene. Über die rotierend angetriebenen Unwuchtwellen 8 wird der Tisch 1 mit der Form 2 und den darin befindlichen Betongemenge 3 in harmonische Schwingungen versetzt. Dabei schwingt er gegen die Auflast 4, die mit dem Tisch über das Betongemenge 3 und die dritten Federelemente 7 gekoppelt ist und ihrerseits ebenfalls in Schwingungen versetzt wird.

[0021] Die dritten Federelemente 7 sind dabei in Abhängigkeit vom Betongemenge so konzipiert, daß die

Resonanz des gegeneinander schwingenden Systems vom Tisch 1 und Auflast 4 möglichst effizient über den ganzen Verdichtungsvorgang ausgenutzt werden kann, d. h. die Abhängigkeit der Resonanzfrequenz vom Verdichtungszustand des Betongemenges, die ohne Verwendung der dritten Federelemente 7 sehr stark wäre, so weit wie möglich verringert wird. Die dritten Federelemente 7 müssen außerdem so ausgelegt sein, daß sie die Relativbewegungen, die zwischen Tisch 1 und Auflast 4 beim Verdichten und Entschalen auftreten, zulassen. Dies kann z. B. mit Hilfe von Hydraulikzylindern realisiert werden. Eine andere Möglichkeit ist, die dritten Federelemente 7 nur zeitweise, wenn sich Tisch 1 und Auflast 4 aufeinander zu bewegen, eingekoppelt wird. Hier bieten sich Stahl-, Gummi- oder Luftfedern an. Während des Schwingungsvorganges wird die Form 2 durch Verspannungselemente auf dem Tisch festgehalten. In Fig. 1 sind die Verspannungselemente als hydraulisch betriebene Zugstangen 9 ausgelegt, die mit ihrem einen Ende am Tisch um eine Achse senkrecht zur Zeichenebenen schwenkbar befestigt sind. Zum Verspannen der Form 2 auf dem Tisch 1 wird durch die hydraulischen Zugstangen 9 ein Zug der Form 2 nach unten ausgeübt, zum Lösen werden die oberen Enden der Zugstangen 9 durch die Hydraulik nach oben geschoben und seitlich ausgeklappt, so daß die Form einfach gewechselt werden kann.

[0022] Alternativ dazu können die hydraulisch betriebenen Zugstangen auch gleich mit einem geringen Winkel von etwa 10° bis 30° zur Lotrechten angeordnet werden. Sie müssen dann nicht mehr seitlich ausgeklappt werden, da durch die schräge Anordnung die Verspannungskonturen beim Entspannen konstruktionsbedingt aus dem Kollisionsraum der Formhubbewegung ausgefahren werden und die Form damit leichter herausgenommen und gewechselt werden kann.

[0023] In Fig. 2 ist ein weiterer alternativer Verspannungsmechanismus dargestellt. An der Form 2, hier einteilig gestaltet, ist eine Zugstange 10 befestigt. Das untere Ende der Zugstange 10 ragt in einen dafür vorgesehenen ausgesparten Bereich des Tisches 1 hinein. Die schraffierten Bereiche von Zugstange 10 und Tisch 1 in Fig. 2 deuten einen Querschnitt durch beide Elemente an. Am unteren Ende der Zugstange 10 befindet sich eine Öffnung, in die ein am Tisch befestigter Keil 11 hydraulisch eingetrieben ist. Der Keil 11 kann mittels der Hydraulik aus der Öffnung der Zugstange 10 zurückgezogen werden und die Form 2 vom Tisch 1 entfernt werden.

[0024] Fig. 3 zeigt eine Unwuchtwellen 12 herkömmlicher Bauart, wie sie zur Betonsteinfertigung mittels harmonischer Vibration nicht geeignet ist. Die Unwuchtwellen 12 wird über einen Antrieb 13 angetrieben, der aus schwingungstechnischen Gründen entkoppelt vom Tisch 1 gelagert ist. Unter dem Tisch 1 sind Halterungen 14, die hier im Querschnitt gezeigt sind, mit Pendelrollenlagern 15 zur Lagerung der Unwuchtwellen 12 angebracht. Bei dieser Bauweise sind der Unwuchtmass und

der damit erzeugbaren Unwuchtkräften enge Grenzen von maximal 50 kN pro Unwuchtwellen gesetzt, da ansonsten die Lagerungen unzulässig hohen Belastungen ausgesetzt würden, einhergehend mit sehr kurzen Lagerlebensdauern.

[0025] Mit der in Fig. 4 gezeigten Anordnung und Ausführung von Unwuchtwellen 8 lassen sich wesentlich höhere Kräfte erzielen. Hier sind zwei Unwuchtwellen 8 über eine elastische Kupplung 16 zu einem Paar gekoppelt. Der Antrieb 13 für die Unwuchtwellen 8 wird ebenfalls wieder aus schwingungstechnischen Gründen entkoppelt vom Tisch 1 gelagert. Jede Unwuchtwellen 8 wird von jeweils zwei am Tisch 1 befestigten Halterungen 14 mit Zylinderrollenlagern 17 gehalten. Der Abstand zwischen den zwei Zylinderrollenlagern 17, in denen eine Unwuchtwellen 8 lagert, beträgt dabei entlang der Rotationsachse der Unwuchtwellen 8 etwa 15 cm.

[0026] Auf diese Weise läßt sich ein Produkt von Unwuchtmass und Unwuchtradius von 0,7 kgm realisieren, so daß sich bei einer Erregerkreisfrequenz von $\Omega = 2\pi \cdot 60 \text{ Hz}$ Einzelunwuchtkräfte bzw. Erregerkraftamplituden von etwa 100 kN pro einzelner Unwucht erzielen lassen, ohne daß dabei die Lebensdauer der Zylinderrollenlager 17 beeinträchtigt würde.

Bezugszeichenliste

[0027]

1	Tisch
2	Form
3	Betongemenge
4	Auflast
5	erste Federelemente
6	zweite Federelemente
7	dritte Federelemente
8	Unwuchtwellen
9	hydraulische Zugstangen
10	Zugstange
11	Keil
12	Unwuchtwellen
13	Antrieb
14	Halterung
15	Pendelrollenlager
16	elastische Kupplung
17	Zylinderrollenlager

Patentansprüche

- Vorrichtung zur Formgebung von Gemengen, bevorzugt von Betongemengen (3) zur Steinfertigung, umfassend
 - eine Form (2) zur Aufnahme des Betongemenges (3),
 - einen Tisch (1), mit dem die Form (2) über Verspannungselemente gekoppelt ist,

- ein am Tisch (1) angebrachtes Schwingungserzeugungssystem zur Erzeugung harmonischer Schwingungen und deren Übertragung auf den Tisch (1),
 - eine Auflast (4) in Form eines Stempels zur Beaufschlagung des Betongemenges (3) mit einer Kraft,
 - erste Federelemente (5) zur elastischen Lagerung des Tisches (1), und
 - zweite Federelemente (6) zur elastischen Lagerung der Auflast (4),
 - **dadurch gekennzeichnet, daß**
 - im Schwingungserzeugungssystem mindestens acht rotierende Unwuchtwellen (8) mit zueinander parallelen Rotationsachsen vorgesehen sind, und
 - die Unwuchtwellen (8) in ihrer Rotationsbewegung paarweise gekoppelt sind, wobei jedes Paar von Unwuchtwellen (8) eine gemeinsame Rotationsachse hat und unabhängig von den anderen Paaren angetrieben ist,
 - und als Verspannungselemente Zugglieder mit hydraulischem oder pneumatischem Zug vorgesehen sind, die mit ihrem einen Ende am Tisch (1) angebracht sind und mit ihrem anderen Ende im verspannten Zustand kraftschlüssig mit der Form (2) verbunden sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zugglieder am Tisch (1) in einem Winkel von mehr als 0° zur Lotrechten angebracht sind, bevorzugt in einem Winkel zwischen 10° und 30°.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Verspannungselemente am Tisch (1) Keile (11) und an der Form (2) Zugstangen (10) mit für die Keile (11) passenden Öffnungen vorgesehen sind, wobei im verspannten Zustand die Keile (11) in die Öffnungen der Zugstangen (10) eingetrieben sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Herstellung und Lösung der Verspannung ein hydraulischer oder pneumatischer Vor- und Rücktrieb für die Keile (11) vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Unwuchtwellen (8) eine Biegesteifigkeit von mindestens $2 \cdot 10^5 \text{ Nm}^2$ haben.
6. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** Unwuchtwellen (8) aus Stahl mit einem Durchmesser von mindestens 80 mm vorgesehen sind.
7. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Lagerung der Unwuchtwellen (8) am Tisch (1) befestigte Halterungen (14) mit Zylinderrollenlagern (17) vorgesehen sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Lagerung einer jeden Unwuchtwellen (8) zwei Zylinderrollenlager (17) mit einem Lagerabstand von etwa 150 mm vorgesehen sind.
9. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** jedes Paar von Unwuchtwellen (8) mittels einer elektronischen Kopplung synchronisiert angetrieben ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur paarweisen Kopplung zweier Unwuchtwellen (8) eine elastische Kupplung (16) vorgesehen ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine elastische Kupplung (16) mit einer Drehfedersteifigkeit von mindestens 10^4 Nm/rad und einer radialen Federsteifigkeit von höchstens $2 \cdot 10^7 \text{ N/m}$ vorgesehen ist.
12. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** Tisch (1) und Auflast (4) über dritte Federelemente (7) gekoppelt sind.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** als dritte Federelemente (7) mechanische oder hydraulische Federn mit variierbaren Federkräften vorgesehen sind.

Claims

1. A device for molding mixtures, preferably concrete mixtures (3), for the manufacture of stone, comprising
- a mold (2) for receiving the concrete mixture (3),
 - a table (1) to which the mold (2) is coupled via bracing elements,
 - an oscillation-generating system mounted to the table (1) for generating harmonic oscillations and transmitting them to the table (1),
 - a superimposed load (4) in the form of a ram for applying a force to the concrete mixture (3),
 - first spring elements (5) for elastically supporting the table (1), and second spring elements (6) for elastically supporting the superimposed load (4),
 - **characterized in that**
 - at least eight rotating, unbalanced shafts (8)

- with mutually parallel axes of rotation are provided in the oscillation-generating system, and
- the unbalanced shafts (8) are coupled in pairs in their rotary movement, each pair of unbalanced shafts (8) having a common axis of rotation and being driven independently of the other pairs,
 - and traction members with hydraulic or pneumatic traction are provided as bracing elements, having their one end mounted to the table (1) and having their other end connected with the mold (2) in a force-locking manner in the braced condition.
2. Device according to claim 1, **characterized in that** the traction members are mounted to the table (1) at an angle of more than 0° to vertical, preferably at an angle of between 10° and 30°.
 3. Device according to claim 1, **characterized in that**, as bracing elements, there are provided wedges on the table (1) and tie rods (10) on the mold (2), said tie rods having openings adapted to the wedges (11), said wedges (11) being driven into the openings of the tie rods (10) in the braced condition.
 4. Device according to claim 3, **characterized in that** a hydraulic or pneumatic forward and reverse drive is provided for the wedges (11) to generate and release said bracing.
 5. Device according to any one of the aforementioned claims, **characterized in that** the unbalanced shafts (8) have a bending resistance of at least $2 \cdot 10^5 \text{ Nm}^2$.
 6. Device according to any one of the aforementioned claims, **characterized in that** unbalanced shafts (8) of steel having a diameter of at least 80 mm are provided.
 7. Device according to any one of the aforementioned claims, **characterized in that** supports (14) mounted to the table (1) and comprising roller bearings (17) are provided to support the unbalanced shafts (8).
 8. Device according to claim 7, **characterized in that** two roller bearings (17) with a distance between bearings of approximately 150 mm are provided to support each unbalanced shaft (8).
 9. Device according to any one of the aforementioned claims, **characterized in that** each pair of unbalanced shafts (8) is driven in a synchronized manner by means of an electric coupling.
 10. Device according to any one of the aforementioned claims 1 to 8, **characterized in that** an elastic coupling (16) is provided for coupling pairs of two unbalanced shafts (8).

anced shafts (8).

11. Device according to claim 10, **characterized in that** an elastic coupling (16) having a torsion spring rigidity of at least 10^4 Nm/rad and a radial spring rigidity of no more than $2 \cdot 10^7 \text{ N/m}$ is provided.
12. Device according to any one of the aforementioned claims, **characterized in that** the table (1) and the superimposed load (4) are coupled via third spring elements (7).
13. Device according to claim 12, **characterized in that** mechanical or hydraulic springs with variable spring forces are provided as third spring elements (7).

Revendications

1. Dispositif de moulage de mélanges, de préférence des mélanges de béton (3) pour la fabrication de briques, comportant
 - un moule (2) destiné à recevoir le mélange de béton (3),
 - une table (1), à laquelle le moule (2) est assemblé au moyen d'éléments de serrage,
 - un système générateur de vibrations, monté sur la table (1) pour générer des vibrations harmoniques et les transmettre à la table (1),
 - une charge (4) sous la forme d'un poinçon, destinée à appliquer une force sur le mélange de béton (3),
 - des premiers éléments de ressort (5) pour le montage élastique de la table (1), et
 - des deuxièmes éléments de ressort (6) pour le montage élastique de la charge (4),

caractérisé en ce que

- au moins huit arbres à balourd (8) rotatifs avec des axes de rotation parallèles entre eux sont prévus dans le système générateur de vibrations, et
 - les arbres à balourd (8) sont couplés par paires dans leur mouvement de rotation, chaque paire d'arbres à balourd (8) ayant un axe de rotation commun et étant actionnée indépendamment des autres paires,
 - et des éléments de traction à action hydraulique ou pneumatique sont prévus sous forme d'éléments de serrage, qui sont montés avec l'une de leurs extrémités à la table (1) et, dans la position de serrage, sont assemblés par force avec leur autre extrémité avec le moule (2).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments de traction sont montés à la

table (1) selon un angle supérieur à 0° par rapport à la verticale, de préférence selon un angle entre 10° et 30°.

3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, comme éléments de serrage, il est prévu sur la table (1) des cales (11) et sur le moule (2) des tiges de traction (10) avec des ouvertures adaptées aux cales (11), sachant que, dans la position de serrage, les cales (11) sont enfoncées dans les ouvertures des tiges de traction (10). 5 10
4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** pour la réalisation et la désolidarisation du serrage, il est prévu une propulsion et une rétropropulsion hydraulique ou pneumatique pour les cales (11). 15
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les arbres à balourd (8) ont une rigidité à la flexion d'au moins $2 \cdot 10^5 \text{ Nm}^2$. 20
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les arbres à balourd (8) sont prévus en acier avec un diamètre d'au moins 80 mm. 25
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pour le montage des arbres à balourd (8), il est prévu des fixations (14), fixées à la table (1), avec des paliers de roulement cylindriques (17). 30
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** pour le montage de chacun des arbres à balourd (8), il est prévu deux paliers de roulement cylindriques (17) écartés l'un de l'autre d'une distance de 150 mm environ. 35
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque paire d'arbres à balourd (8) est actionnée de manière synchronisée au moyen d'un couplage électronique. 40
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** pour le couplage par paire de deux arbres à balourd (8), il est prévu un couplage élastique (16). 45
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un couplage élastique (16) avec une rigidité de ressort à la torsion d'au moins 10^4 Nm/rad et une rigidité de ressort radiale de $2 \cdot 10^7 \text{ N/m}$ au maximum. 50 55
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la table (1) et la charge (4) sont couplées au moyen de troisièmes

éléments de ressort (7).

13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** des ressorts mécaniques ou hydrauliques avec des forces de ressort variables sont prévus comme troisièmes éléments de ressort (7).

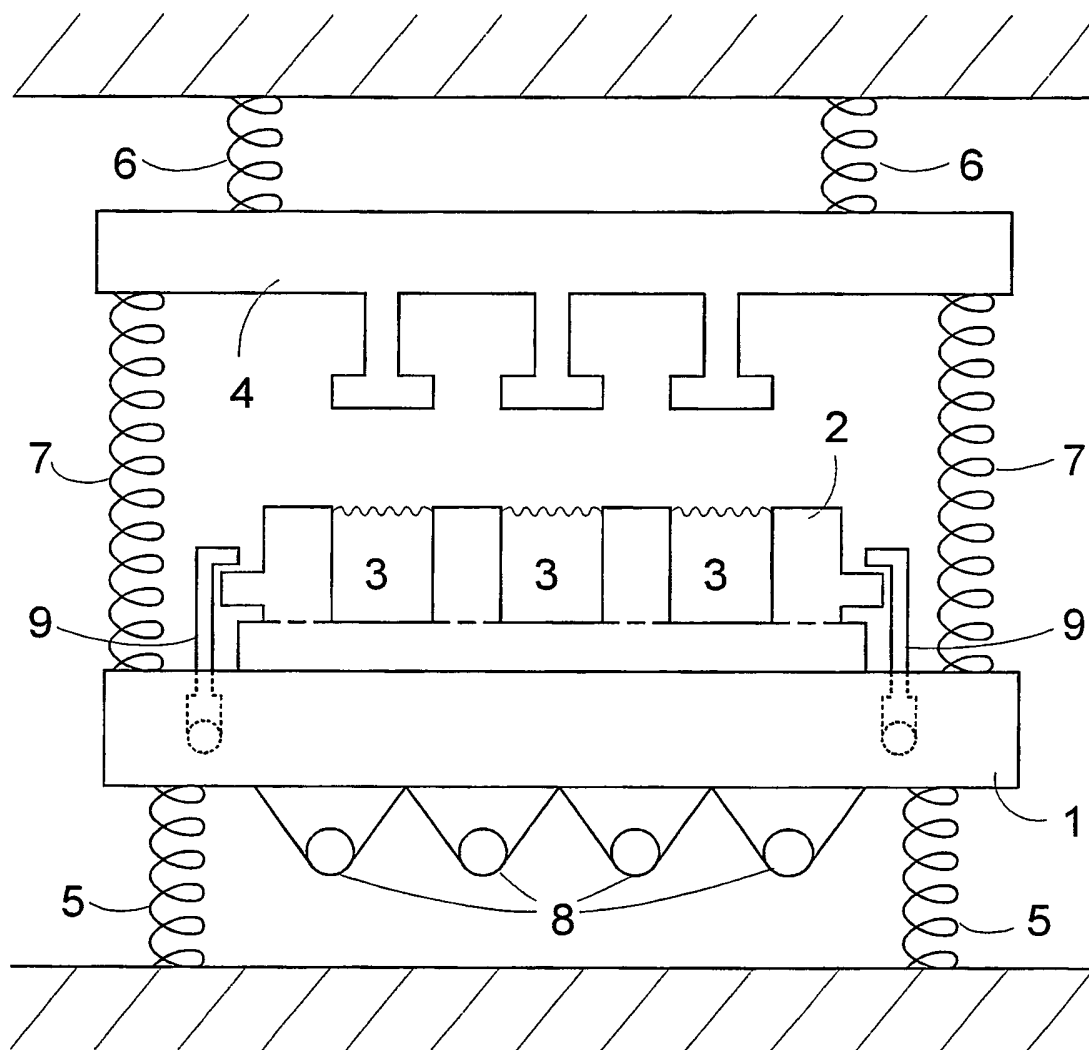


Fig.1

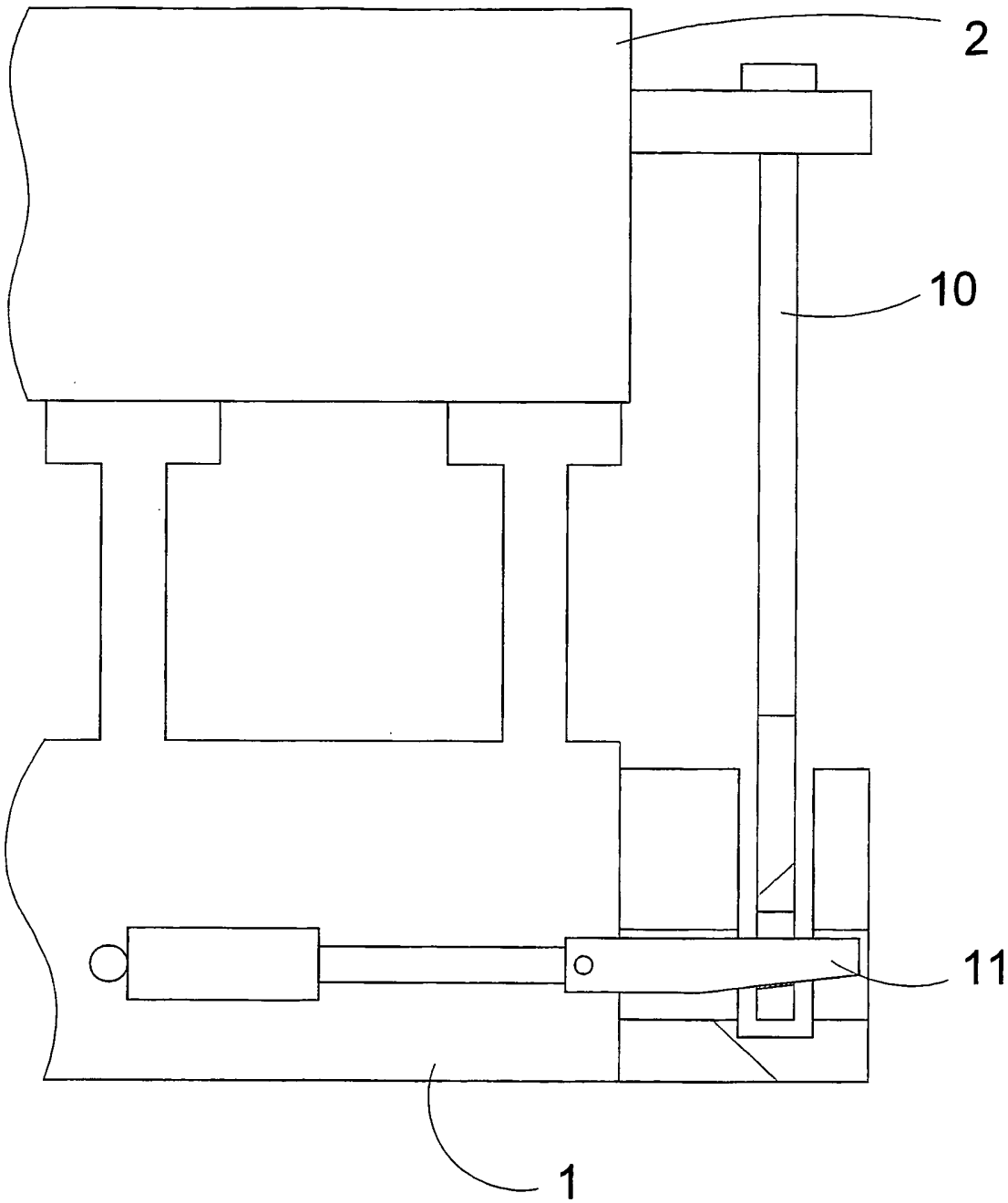
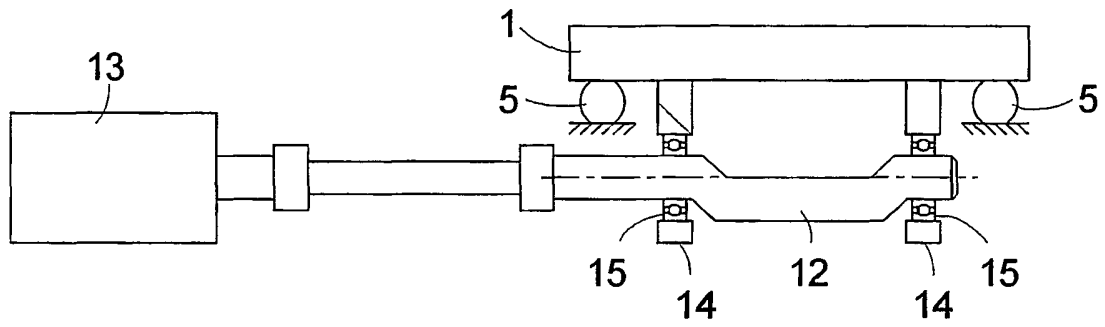


Fig.2



Stand der Technik

Fig.3

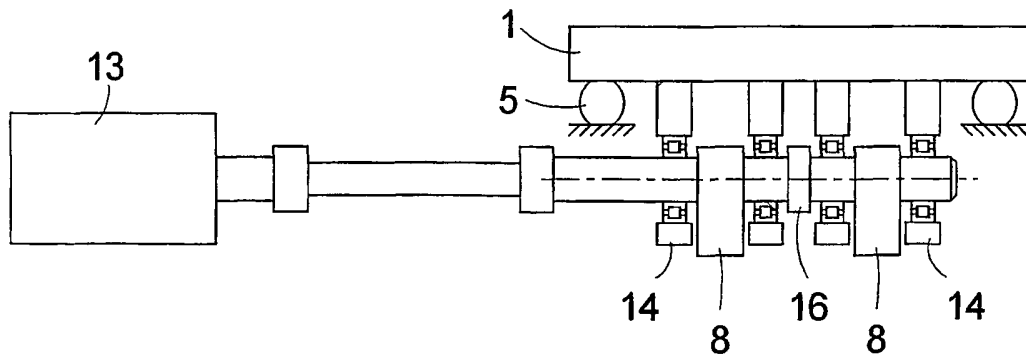


Fig.4

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

- WO 0147698 A1 [0004] [0006]
- EP 0515305 A1 [0007]
- DE 3839556 A1 [0008]