

(19)



(11)

EP 2 363 212 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.09.2011 Patentblatt 2011/36

(51) Int Cl.:
B06B 1/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11000185.6**

(22) Anmeldetag: **12.01.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder: **Wagner, Jens**
56154 Boppard (DE)

(74) Vertreter: **Lang, Friedrich et al**
Lang & Tomerius
Patentanwälte
Landsberger Strasse 300
80687 München (DE)

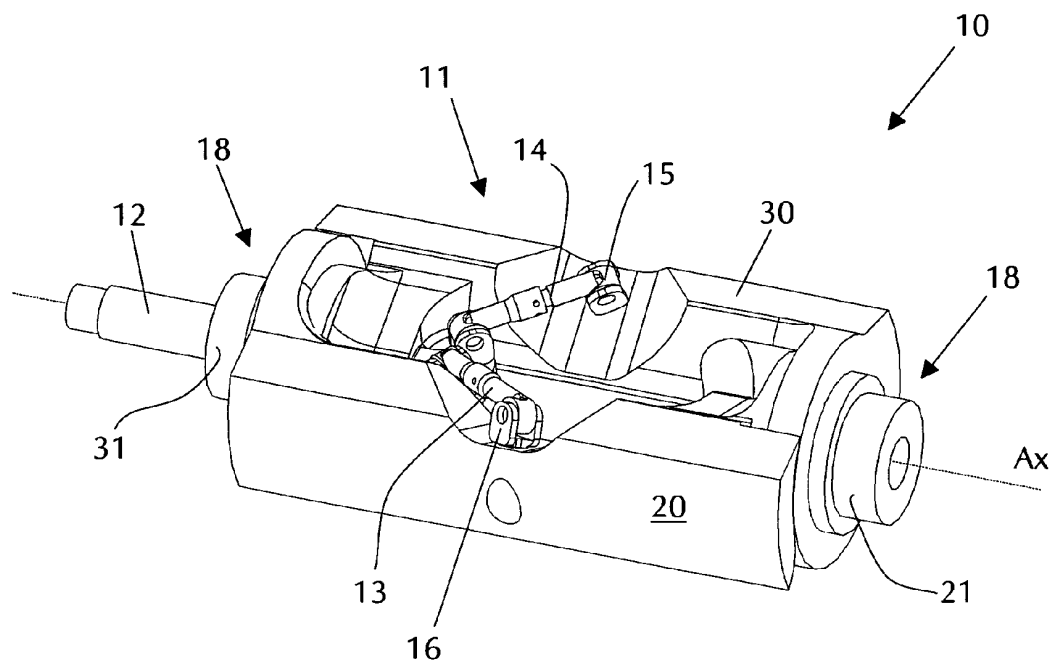
(30) Priorität: **03.03.2010 DE 102010010037**

(71) Anmelder: **BOMAG GmbH**
56154 Boppard (DE)

(54) Stufenlos verstellbarer Schwingungserreger

(57) Die Erfindung betrifft einen Schwingungserreger (10) mit einer Welle (18) und mit mindestens zwei auf der Welle angeordneten Unwuchtgewichten (20,30), bei dem der radiale Abstand des gemeinsamen Schwerpunktes der Unwuchtgewichte von der Rotationsachse der Welle mittels eines Getriebes (11) stufenlos verstell-

bar ist. Der erfindungsgemäße Schwingungserreger weist ein Getriebe auf, welches ein räumliches Koppelgetriebe, beispielsweise ein räumliches Schubschwingengetriebe, ist. Damit wird eine einfache und kompakte Bauweise des Schwingungserregers vorgeschlagen, bei welchem zudem die benötigten Verstellkräfte zur Änderung der Unwucht sehr gering sind.

**Fig. 3****EP 2 363 212 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 einen Schwingungserreger mit einer Welle und mit mindestens zwei auf der Welle angeordneten Unwuchtgewichten, bei dem der radiale Abstand des gemeinsamen Schwerpunktes der Unwuchtgewichte von der Rotationsachse der Welle mittels eines Getriebes stufenlos verstellbar ist.

[0002] Bei einem aus der DE 24 09 41 7 A1 bekannten Schwingungserreger mit zwei Unwuchten wird zwecks Verstellung der Phasenlage der Unwuchten ein Stift eingesetzt, welcher in eine schraubenförmig verlaufende Nut einer Nabe eingreift. Eine translatorische Bewegung des Stiftes ruft eine rotatorische Bewegung der Nabe hervor, so dass ein gegenseitiges Verdrehen der Unwuchten ermöglicht wird. Hierbei ist es nachteilig, dass hohe Verstellkräfte aufgebracht werden müssen. Des weiteren besteht der Nachteil darin, dass eine aufwendige Koppelung zwischen den Unwuchten vorgesehen werden muss. Dies führt nicht nur zu höheren Kosten, sondern auch zu größerem Bauraumbedarf.

[0003] Aus der DD 265 113 A1 ist ein Gegenlaufvibrator bekannt, bei dem die Erregerkraft während des Betriebes kontinuierlich eingestellt werden kann. Dazu wird ein als eine ebene Schubswinge ausgeführtes, ebenes Koppelgetriebe verwendet. Eine Verschiebung der Schubstange führt zu einer Schwingbewegung des Koppels und der Swinge, so dass der Schwerpunktsabstand der Unwuchtgewichte zur Rotationsachse der Unwuchtwellen variiert werden kann. Auch hier besteht der Nachteil darin, dass der Schwingungserreger prinzipbedingt, da zur Erhöhung der Erregerkraft ein Ausschwingen der Unwuchtgewichte in radialer Richtung erforderlich ist, einen relativ großen Einbauraum in sowohl axialer als auch radialer Richtung der Unwuchtwellen beansprucht.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Schwingungserreger der eingangs genannten Art anzugeben, der die Nachteile der bekannten Schwingungserreger des Standes der Technik überwindet.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1. Die abhängigen Ansprüche sind auf vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung gerichtet.

[0006] Der erfindungsgemäße Schwingungserreger weist ein Getriebe auf, welches ein räumliches Koppelgetriebe, beispielsweise ein räumliches Schubswingengetriebe, ist.

[0007] "Koppelgetriebe", wie beispielsweise Schubswingen, Schubkurbeln, Kurbelschwingen etc., gehören zur Gruppe der ungleichmäßig übersetzenden Getriebe und kommen dann zum Einsatz, wenn eine Umwandlung einer Drehbewegung in eine oszillierende (geradlinige oder schwingende) Bewegung und umgekehrt erforderlich ist. Koppelgetriebe weisen mindestens vier Getriebeglieder auf, die durch Gleitgelenke, d. h. Gelenke wie beispielsweise Schub- und Drehgelenke, deren

Elemente aufeinander gleiten bzw. sich in Flächen berühren, verbunden sind. Alle Koppelgetriebe weisen mindestens eine feste Koppel auf, welche ein nicht im Gestell gelagertes oder geführtes Übertragungsglied darstellt. Je nach Anwendungsfall können die Koppel bzw. Koppelglieder als Pleuel, Treibstangen etc. ausgeführt sein.

[0008] Im Vergleich zu Kurvengetrieben, die eine weit verbreitete Getriebeart bilden, erlauben Koppelgetriebe eine einfachere und günstigere Fertigung der Getriebeglieder. Zudem sind Koppelgetriebe dank höherer Belastbarkeit der Gleitgelenke als robuster anzusehen.

[0009] Weit verbreitet sind "ebene Koppelgetriebe". Ebene Koppelgetriebe zeichnen sich dadurch aus, dass die Gliedpunkte aller Glieder eine ebene Bewegung ausführen, d. h. nur Bahnen in einer Ebene oder zueinander parallelen Ebenen. Davon zu unterscheiden sind "sphärische Koppelgetriebe", deren sämtliche Gliedpunkte nur auf Bahnen auf zueinander konzentrischen Kugelflächen durchlaufen können.

[0010] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Getriebe zur Verstellung des Schwerpunktes der Unwuchtgewichte ein räumliches Koppelgetriebe ist. Im Unterschied zu ebenen oder sphärischen können bei räumlichen Koppelgetrieben Gliedpunkte mindestens eines Gliedes gegenüber mindestens einem anderen Glied eine räumliche Bewegung ausführen. Unter einer räumlichen Bewegung wird eine Bewegung verstanden, bei welcher wenigstens ein Punkt eines Körpers eine räumliche Bahn durchläuft, die nicht mehr in einer Ebene liegt. Bei räumlichen Koppelgetrieben gelten im Vergleich zu ebenen oder sphärischen Koppelgetrieben komplett andere Analyse- und Syntheseverfahren.

[0011] Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Schwingungserregers wird in einfacher und kostengünstiger Weise eine stufenlose Verstellung der Amplitude der Schwingung bzw. der Erregerkraft während des Betriebes ermöglicht. Dank der erfindungsgemäßen Getriebe kinematik sind die benötigten Verstellkräfte sehr gering. Zudem kann der erfindungsgemäße Schwingungserreger platzsparend gebaut werden.

[0012] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst das Getriebe einen Verstellschieber und Koppelglieder, wobei jedes Koppelglied mittels Drehgelenkverbindungen mit dem Verstellschieber und einem der Unwuchtgewichte verbunden ist.

[0013] Gemäß dieser Ausführungsform handelt es sich beim erfindungsgemäßen Getriebe um ein räumliches Koppelgetriebe mit einem Gestell, einem als Verstellschieber ausgeführtes Antriebsglied, zwei Koppelgliedern und zwei Abtriebsgliedern, welche vorzugsweise mit den Unwuchtgewichten verbunden sind bzw. die Unwuchtgewichte selbst sind. Es handelt sich also um ein Parallelgetriebe mit zwei viergliedrigen Koppelgetrieben.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen die Drehgelenkverbindungen je einen Gelenkfreiheitsgrad von $f=2$ auf.

[0015] Unter Gelenkfreiheitsgrad wird der Freiheits-

grad verstanden, den ein Gelenk einem Glied gegenüber dem mit ihm durch das Gelenk verbundenen anderen Glied zumisst. Da es sich hierbei um Drehgelenkverbindungen handelt, erlaubt jede Drehgelenkverbindung zwei Drehbewegungen um zwei unterschiedliche Rotationsachsen. Anstelle einer Drehgelenkverbindung mit einem Gelenkfreiheitsgrad von $f=2$ kann auch eine Drehgelenk mit einem höheren Gelenkfreiheitsgrad von $f=3$ verwendet werden, was beispielsweise bei einem Kugelgelenk der Fall ist.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung umfassen die Drehgelenkverbindungen je einen drehbar gelagerten Gabelkopf.

[0017] Mit dieser Ausführungsform wird in einfacher und robuster Weise eine Drehgelenkverbindung mit einem Gelenkfreiheitsgrad von $f=2$ geschaffen. Die erste Drehachse befindet sich wie bei üblichen Gabelgelenken in der Bolzenachse, die durch die Wangen des Gabelkopfes verläuft. Durch die rotierbare Lagerung des Gabelkopfes wird eine zweite Drehachse gebildet, die als eine Hochachse des Gabelkopfes senkrecht zur ersten Drehachse und mittig zwischen den Wangen des Gabelkopfes verläuft.

[0018] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist die Welle koaxiale Teilwellen auf, welche jeweils ein mit ihr dreh- und achsfest verbundenes Unwuchtgewicht aufweisen, wobei die Teilwellen über rotatorische Gleitflächen einander benachbart angeordnet sind.

[0019] Gemäß dieser Ausführungsform kann das Gesamtgewicht des Schwingungserregers reduziert werden, da die Welle nicht durchgehend ausgeführt sein muss. Zudem kann die Herstellung des Erregers durch die Kopplung der Unwuchtgewichte an die jeweiligen Teilwellen in einfacher Weise beispielsweise mit Hilfe eines Gussverfahrens vereinfacht werden. Die beiden Unwuchtgewichte, die einander über rotatorische Gleitflächen benachbart angeordnet sind, sind derart aneinander gekoppelt und in einem gemeinsamen Gestell gelagert, dass ein einziger Verstellantrieb ausreicht, um die beiden Unwuchtgewichte relativ zueinander zu verdrehen. Die beiden Unwuchtgewichte werden bezüglich des Mittelpunktes der Welle spiegelverkehrt angeordnet. Allerdings sind sie gleich in ihrer Form und Größe, so dass eine einfache Fertigung ermöglicht wird. Vorzugsweise erstrecken sich die Unwuchtgewichte axial im Wesentlichen über die gesamte Länge der Welle. Somit entsteht ein äußerst kompakter Schwingungserreger.

[0020] Die Erfindung betrifft ferner einen Richtschwinger zur Erzeugung einer gerichteten Schwingung mit mindestens zwei erfindungsgemäßen Schwingungserregern, wobei die Phase zwischen den Wellen der Schwingungserreger stufenlos verschiebbar ist.

[0021] Durch eine Kopplung von mindestens zwei erfindungsgemäßen Schwingungserregern, wobei die Kopplung eine zueinander gegensinnige und synchrone Rotation der Unwuchtwellen ermöglicht, wird aus zwei einzelnen umlaufenden Kreiserregern ein Richtschwin-

ger geschaffen, welcher infolge der Überlagerung von Einzelschwingungen eine gerichtete Schwingung auf einer bestimmten Achse erzeugen kann. In Vorrichtungen zur Bodenverdichtung beispielsweise werden vorwiegend vertikal gerichtete Schwingungen erzeugt. Vorzugsweise ist beim erfindungsgemäßen Richtschwinger neben der Amplitude der Schwingungen auch die Phase zwischen den einzelnen Schwingungserregern stufenlos verschiebbar. Unter der Phase werden in diesem Zusammenhang zum einen die Lage der Erreger- bzw. Unwuchtwellen bezüglich einer frei zu bestimmenden Bezugsposition und zum anderen aber auch das Größenverhältnis der Unwuchten zueinander verstanden. Laufen die beiden Unwuchtwellen gleichphasig, d. h. sind die um die jeweilige Drehachse rotierenden Schwerpunktsvektoren der Unwuchtwellen in wenigstens zwei Stellungen parallel zueinander angeordnet und sind die Unwuchten der beiden Unwuchtwellen gleich groß, dann werden nur Kräfte in vertikaler Richtung erzeugt. Haben die beiden Unwuchtwellen allerdings eine unterschiedliche Phase zueinander, d. h. weisen die Schwerpunktsvektoren der Unwuchtwellen keine Stellung auf, in der sie parallel zueinander angeordnet sind oder sind die Unwuchten der Unwuchtwellen unterschiedlich groß, so neigt sich die Achse der gerichteten Schwingung um einen gewissen Winkel gegenüber der Vertikalen. Dies kann beispielsweise vorteilhaft sein, um zusätzlich zur Verdichtung des Bodens einen Vortrieb des Richtschwingers zu erzeugen und anzupassen.

[0022] Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vibrationsplatte oder -walze mit einem Richtschwinger mit zwei erfindungsgemäßen Schwingungserregern. Die Vibrationsplatte oder -walze kann somit einfach und kostengünstig hergestellt und mit nur geringen Verstellkräften während des Betriebes verstellt werden. Nicht nur die Amplitude der gerichteten Schwingung, sondern auch die Neigung der Schwingungsachse gegenüber der Vertikalen können stufenlos verstellt werden, so dass je nach Anwendungsfall die Größe der Unwucht sowie die Geschwindigkeit und die Fahrtrichtung der Vibrationsplatte bzw. -walze angepasst werden können.

[0023] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen weiter erläutert. Es zeigen schematisch:

- Figur 1 Ein kinematisches Schema des erfindungsgemäßen räumlichen Koppelgetriebes;
- Figur 2a eine Vorderansicht des Schwingungserregers bei minimaler Unwucht;
- Figur 2b eine Vorderansicht des Schwingungserregers bei maximaler Unwucht;
- Figur 3 eine perspektivische Ansicht des Schwingungserregers bei minimaler Unwucht;
- Figur 4 eine perspektivische Ansicht des Schwin-

- gungserregers bei maximaler Unwucht;
- Figur 5a eine Draufsicht des Schwingungserregers bei minimaler Unwucht;
- Figur 5b eine Draufsicht des Schwingungserregers bei maximaler Unwucht;
- Figur 6 eine perspektivische Ansicht des Verstell-
schiebers mit den Koppelgliedern und Dreh-
gelenkverbindungen aus Fig. 3;
- Figur 7 eine perspektivische Ansicht des ersten Un-
wuchtgewichtes aus Fig. 3;
- Figur 8 eine perspektivische Ansicht des zweiten
Unwuchtgewichtes aus Fig. 3;
- Figur 9 eine perspektivische Ansicht des Richt-
schwingers;
- Figur 10 eine perspektivische Ansicht des Richt-
schwingers aus Fig. 9 ohne Erregergehäuse
und Deckel bei maximaler Unwucht;
- Figur 11 eine perspektivische Ansicht des Richt-
schwingers aus Fig. 10 mit Phasenverschie-
bung;
- Figur 12 Amplitudenverlauf der gerichteten Schwin-
gung bei Phasenverschiebung gemäß Fig.
11.

[0024] Figur 1 zeigt ein kinematisches Schema des erfindungsgemäßen räumlichen Koppelgetriebes. Das Getriebe lässt sich in zwei viergliedrige Getriebe zerlegen, nämlich in ein erstes Vierglied mit einem Gestell 1, einem Antriebsglied 2, einer ersten Koppel 3a und einem ersten Abtriebsglied 4a sowie ein zweites Vierglied mit einem Gestell 1, einem Antriebsglied 2, einer zweiten Koppel 3b und einem zweiten Abtriebsglied 4b. Die Koppel 3a, 4a sind über die Gelenke $g_{2,3a}$ und $g_{2,3b}$ mit dem Antriebsglied 2 und über die Gelenke $g_{3a,4a}$ und $g_{3b,4b}$ mit den Abtriebsgliedern 4a, 4b verbunden. Eine translatorische Bewegung des Antriebsgliedes 2 entlang der Achse Ax gemäß Pfeil T wird in eine schwingende Bewegung der Abtriebsglieder 4a, 4b um die Achse Ax gemäß Pfeil R umgeformt, wobei die Drehrichtungen der Abtriebsglieder 4a, 4b einander entgegengesetzt sind. Die Koppel 3a, 3b führen bei der Verstellung jeweils eine räumliche Bewegung aus.

[0025] Figur 2a zeigt eine Vorderansicht eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Schwingungserregers in einer Stellung, in der die durch die Unwuchtgewichte 20, 30 erzeugten Teilunwuchten sich gegenseitig aufheben, so dass die Gesamtunwucht minimal ist, d. h. im Wesentlichen null ist. Der Schwerpunkt S, welcher zum einen aus dem Teilschwerpunkt S1 des ersten

Unwuchtgewichtes 20 und zum anderen aus dem Teilschwerpunkt S2 des zweiten Unwuchtgewichtes 30 gebildet wird, liegt in dieser Stellung auf der Horizontalen H, so dass kein radialer Abstand zur Rotationsachse Ax vorliegt. Damit tritt auch keine nennenswerte Unwucht auf.

[0026] Figur 2b zeigt die Vorderansicht des Schwingungserregers aus Fig. 2a in einer Stellung, in der die Schwingungsamplitude bzw. die Gesamtunwucht maximal ist. Durch das Getriebe zur Verstellung werden die Unwuchtgewichte 20, 30 und damit auch deren Schwerpunkte S1, S2 entlang der gezeigten Pfeilrichtungen zueinander verdreht, so dass der Schwerpunkt S nun einen deutlichen Abstand zur Horizontalen H bzw. der Rotationsachse Ax aufweist. Je größer der Abstand des Schwerpunktes S von der Rotationsachse Ax ist, desto größer ist die erzeugte Unwucht. Der Abstand des Schwerpunktes S von der Rotationsachse kann zwischen dem in Fig. 2a gezeigten, minimalen Wert 0 und dem in Fig. 2b gezeigten, maximalen Wert stufenlos eingestellt werden.

[0027] Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht des erfindungsgemäßen Schwingungserregers 10. Zur besseren Übersicht ist hierbei das Gehäuse nicht gezeigt. Der Schwingungserreger umfasst im Wesentlichen das Getriebe 11, welches seinerseits einen Verstell-schieber 12, die beiden Koppelglieder 13, 14 die Unwuchtgewichte 20, 30 sowie die vier Drehgelenkverbindungen 15 umfasst. Das hier nicht gezeigte Erregergehäuse entspricht dem in Fig. 1 gezeigten Gestell 1. Der Verstell-schieber 12 entspricht dem Antriebsglied 2 aus Fig. 1. Die Koppelglieder 13, 14 repräsentieren die Koppel 3a, 3b aus Fig. 1. Die Unwuchtgewichte 20, 30 entsprechen den Abtriebsgliedern 4a, 4b aus Fig. 1. Die vier Drehgelenkverbindungen 15 stellen die Gelenke $g_{2,3a}$, $g_{2,3b}$, $g_{3a,4a}$, $g_{3b,4b}$ aus Fig. 1 dar. Die Welle 18 des Schwingungserregers 10 wird zum einen aus einer ersten hohlgebohrten Teilwelle 21, welche das erste Unwuchtgewicht 20 trägt, und zum anderen aus einer zweiten hohlgebohrten Teilwelle 31, welche das zweite Unwuchtgewicht 30 trägt, zusammengesetzt. In der gezeigten Stellung wird keine Unwucht erzeugt (Fig. 2a).

[0028] Figur 4 zeigt eine perspektivische Ansicht des Schwingungserregers 10 aus Fig. 3, allerdings in einer Stellung, bei der die erzeugte Unwucht maximal ist (Fig. 2b). Dazu wird der Verstell-schieber 12 in Richtung der Unwuchtgewichte 20, 30 hineingeschoben. Die mit dem Verstell-schieber gelenkig verbundenen, starren Koppelglieder 13, 14 führen jeweils eine räumliche Bewegung aus, wodurch die mit ihnen ebenfalls gelenkig verbundenen Unwuchtgewichte 20, 30 samt den Teilwellen 21, 31 eine Drehbewegung um die Rotationsachse Ax ausführen. Während des Betriebes des Schwingungserregers sind die durch das Getriebe 11 hervorgerufenen Drehbewegungen der Unwuchtgewichte 20, 30 der durch den Erregerantrieb bzw. Vibrationsantrieb (nicht gezeigt) hervorgerufenen Drehbewegung der Unwuchtgewichte 20, 30 überlagert.

[0029] In Figuren 5a, 5b sind die Draufsichten des Schwingungserregers 10 vor und nach der Verstellung gezeigt. In der Ausgangsstellung, wenn keine Unwucht erzeugt werden soll (Fig. 2a), befindet sich das eine Ende des Verstellchiebers 12 auf der Position X1. Dabei liegen die Lagerstellen L1, L2, an denen die Gabelköpfe 15 der Drehgelenkverbindungen 15 drehbar gelagert sind, um einen Abstand Y1 voneinander entfernt.

[0030] Wie in Figur 5b gezeigt wird das angesprochene Ende des Verstellchiebers 12 über einen Hydraulikzylinder oder einen Linearmotor (beide nicht gezeigt) zwecks Verstellung der Unwucht um den Betrag X in die Position X2 gebracht. Dies entspricht der Stellung für die maximale Unwucht (Fig. 2b). Die Unwuchtgewichte 20, 30 werden um die Rotationsachse Ax zueinander verdreht, so dass in der Draufsicht ein Abstand Y2, welcher kleiner ist als der Abstand Y1 aus Fig. 5a, erkennbar ist. Jede beliebige Position des Verstellchiebers 12 zwischen X1 und X2 ist stufenlos einstellbar.

[0031] Figur 6 zeigt ein Teil des Getriebes 11 aus Fig. 3. Der Verstellchieber 12 umfasst im Wesentlichen einen zylindrischen Teil, welcher in der Bohrung der Teilwelle 31 geführt ist. An dem linken Ende des Verstellchiebers 12 ist ein Wellenabsatz erkennbar, welcher zur Aufnahme einer Wälzlagerung (nicht gezeigt) dient. Am gegenüberliegenden Ende des Verstellchiebers 12 sind zwei Gabelköpfe 16 um jeweils eine Hochachse drehbar gelagert und bilden jeweils eine Drehgelenkverbindung 15 mit einem Gelenkfreiheitsgrad von $f=2$. Damit verbunden sind die starren Koppelglieder 13, 14, welche jeweils wieder mittels Drehgelenkverbindungen 15 mit den Unwuchtgewichten 20, 30 (hier nicht gezeigt) verbunden sind. Anstelle der gezeigten Drehgelenkverbindungen 15 mit drehbar gelagerten Gabelköpfen 16 können die Koppelglieder 13, 14 auch über Kugelgelenke ($f=3$) drehbar am Verstellchieber 12 bzw. an den Unwuchtgewichten 20, 30 gekoppelt sein. Alternativ ist es auch möglich, Gelenklager zur drehbaren Verbindung der Koppelglieder 13, 14 am Verstellchieber 12 bzw. an den Unwuchtgewichten 20, 30 vorzusehen.

[0032] In Figuren 7 und 8 sind die Unwuchtgewichte 20, 30 aus Fig. 3 im Detail gezeigt. Gut sichtbar sind die mit den Unwuchtgewichten 20, 30 integral hergestellten Teilwellen 21, 31. Ebenfalls gut sichtbar ist, dass die Unwuchtgewichte 20, 30 baugleich sind. Im zusammengebauten Zustand kann das eine Ende (mit der größeren Bohrung) des zweiten Unwuchtgewichtes 30 auf der äußeren Mantelfläche der Teilwelle 21 des ersten Unwuchtgewichtes 20 rotatorisch gleiten. Dementsprechend bildet das eine Ende des ersten Unwuchtgewichtes zusammen mit der Teilwelle 31 des zweiten Unwuchtgewichtes auch eine rotatorische Gleitfläche. Beim Verstellen des Schwerpunktsabstands gleiten die genannten Gleitpartner relativ zueinander. Gut erkennbar ist ferner, dass die axiale Erstreckung der Unwuchtgewichte 20, 30 im Wesentlichen der axialen Erstreckung der Welle 18 mit den Teilwellen 21, 31 entspricht.

[0033] In Figur 9 ist ein Richtschwinger 50 mit zwei

Schwingungserregern gemäß Erfindung samt Erregergehäuse 19 und Deckel 17 gezeigt.

[0034] In Figur 10 ist der Richtschwinger 50 aus Fig. 9 gezeigt, allerdings ohne Deckel 17 und Erregergehäuse 19. Der Richtschwinger 50 umfasst zwei nebeneinander angeordnete Schwingungserreger 10, 40, welche Mittel (nicht gezeigt) zur synchron gegensinnigen Rotation der Unwuchtwellen aufweisen. Anstelle der Verstellung mittels separater Verstellzylinder ist es zweckmäßig einen Hauptverstellzylinder 41 mit einem Verstellkolben 42 vorzusehen. Das mit dem Verstellkolben 42 verbundene Verbindungselement 44 sorgt für eine synchrone Verstellung der Verstellchieber der Schwingungserreger 10, 40. Der Hilfszylinder 43 ist dazu vorgesehen, um eine Phasenverstellung der Unwuchtwellen des Schwingungserregers 40 gegenüber der Unwuchtwellen des Schwingungserregers 10 vornehmen zu können. In der in Fig. 10 gezeigten Stellung laufen die Unwuchtwellen der Schwingungserreger 10, 40 in gleicher Phase mit maximaler Unwucht. Damit ist die durch den Richtschwinger 50 erzeugte Erregerkraft vertikal nach oben bzw. unten gerichtet.

[0035] Figur 11 zeigt den Richtschwinger 50 aus Fig. 10, allerdings mit einer Phasenverschiebung. Hierbei ist die Phase der Welle des ersten Schwingungserregers 10 gegenüber der Welle des zweiten Schwingungserregers 40 dadurch verschoben, dass die Unwucht des ersten Schwingungserregers 10 aufgrund einer Verstellbewegung eine Exzentrizität e_1 aufweist, welche - wie auch schematisch in Fig. 11 dargestellt - einen geringeren Wert aufweist als die Exzentrizität e_2 der Unwucht des zweiten Schwingungserregers 40. Da die Unwucht U gemäß der Formel $U = m \cdot e$ aus dem Produkt der Masse m und der Exzentrizität e (Schwerpunktsabstand von der Rotationsachse) berechnet wird, ist die Unwucht des ersten Schwingungserregers 10 kleiner als die Unwucht des zweiten Schwingungserregers 40. Infolge der synchron gegensinnigen Rotation der Wellen der Schwingungserreger 10, 40 wird eine gerichtete Schwingung erzeugt, deren Achse A nicht vertikal, d. h. senkrecht zur Horizontalen H, sondern um einen gewissen Winkel, beispielsweise 15° , gegenüber der vertikalen Achse V geneigt ist, wie auch in Figur 12 gut erkennbar. Dies kann zweckmäßiger Weise zur Einstellung einer eigenständigen Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung einer Vibrationsplatte, welche einen erfindungsgemäßen Richtschwinger 50 umfasst, genutzt werden.

50 Patentansprüche

1. Schwingungserreger (10) mit einer Welle (18) und mit mindestens zwei auf der Welle angeordneten Unwuchtgewichten (20, 30), wobei der radiale Abstand des gemeinsamen Schwerpunktes der Unwuchtgewichte (20, 30) von der Rotationsachse (Ax) der Welle (18) mittels eines Getriebes (11) stufenlos verstellbar ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Getriebe (11) ein räumliches Koppelgetriebe, beispielsweise ein räumliches Schubschwingengetriebe, ist.

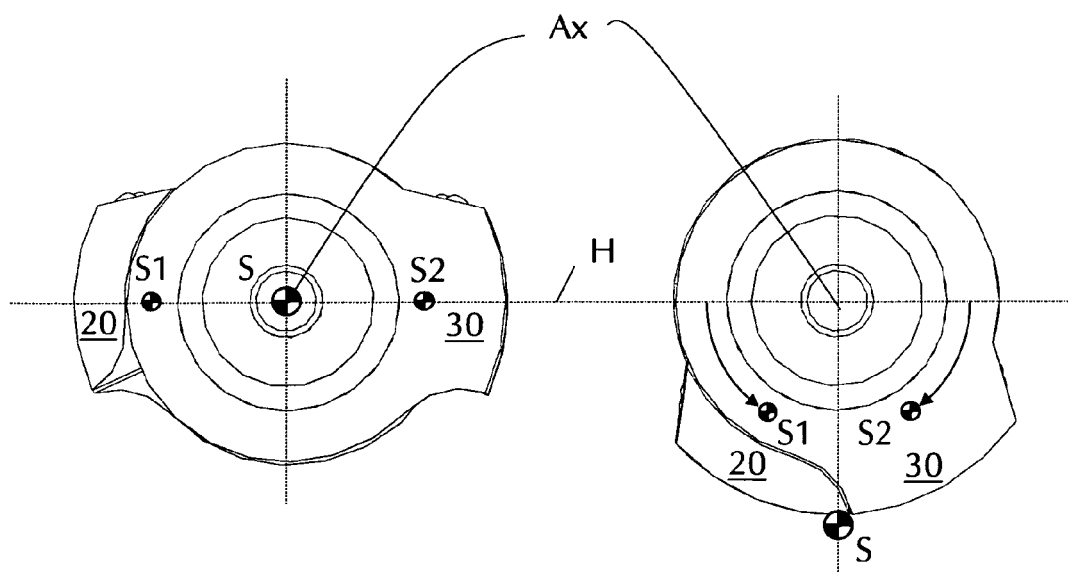
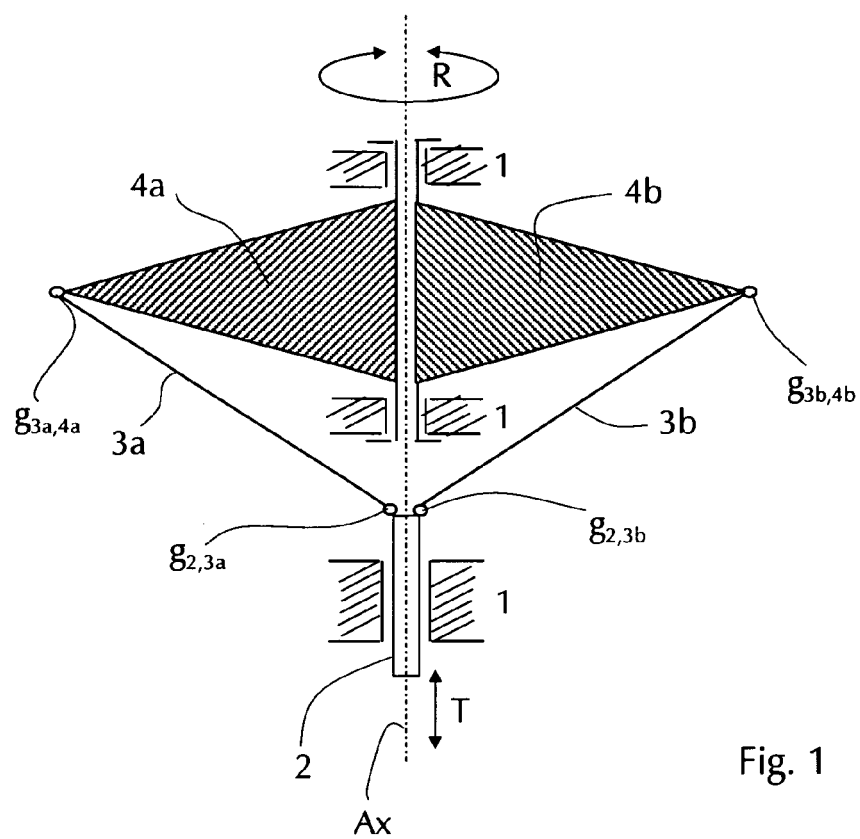
5

2. Schwingungserreger (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Getriebe (11) einen Verstellchieber (12) und Koppelglieder (13, 14) umfasst, wobei jedes Koppelglied (13, 14) mittels Drehgelenkverbindungen (15) mit dem Verstellchieber (12) und einem der Unwuchtgewichte (20, 30) verbunden ist. 10
3. Schwingungserreger (10) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Drehgelenkverbindungen (15) je einen Gelenkfreiheitsgrad von $f=2$ aufweisen. 15
4. Schwingungserreger (10) nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Drehgelenkverbindungen (15) je einen drehbar gelagerten Gabelkopf (16) umfassen. 20
5. Schwingungserreger (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Welle (18) koaxiale Teilwellen (21, 31) aufweist, welche jeweils ein mit ihr dreh- und achsfest verbundenes Unwuchtgewicht (20, 30) aufweisen, wobei die Teilwellen (21, 31) über rotatorische Gleitflächen einander benachbart angeordnet sind. 25 30
6. Richtschwinger (50) zur Erzeugung einer gerichteten Schwingung mit mindestens zwei Schwingungserregern (10, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Phase zwischen den Wellen der Schwingungserreger (10, 40) stufenlos verschiebbar ist. 35
7. Vibrationsplatte oder -walze mit einem Richtschwinger (50) nach Anspruch 6. 40

45

50

55



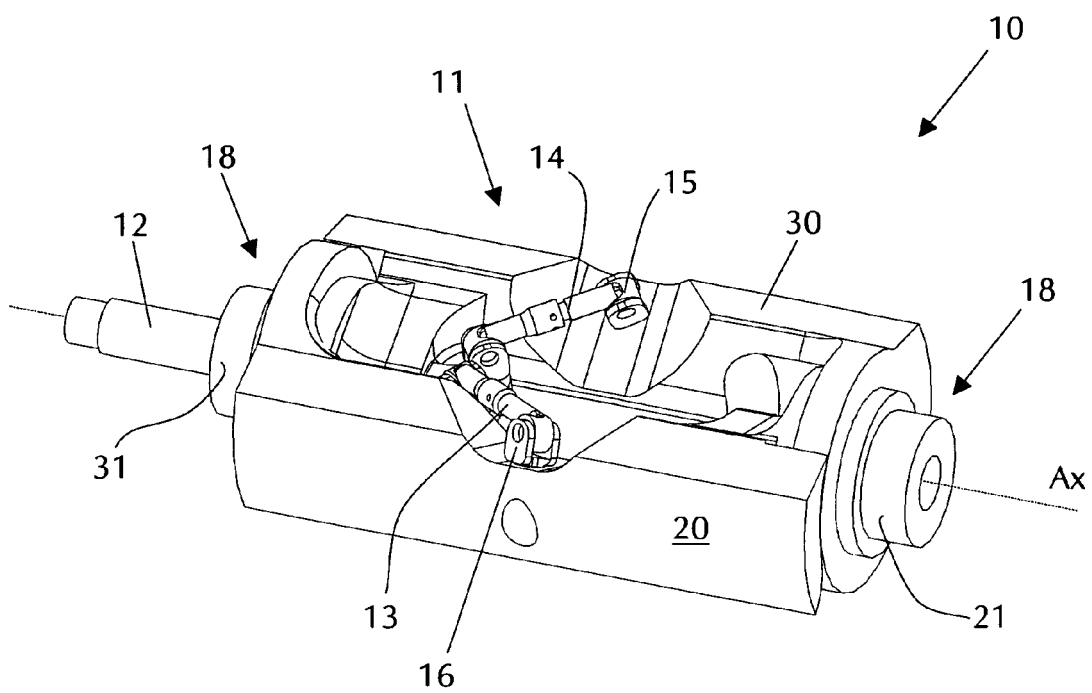


Fig. 3

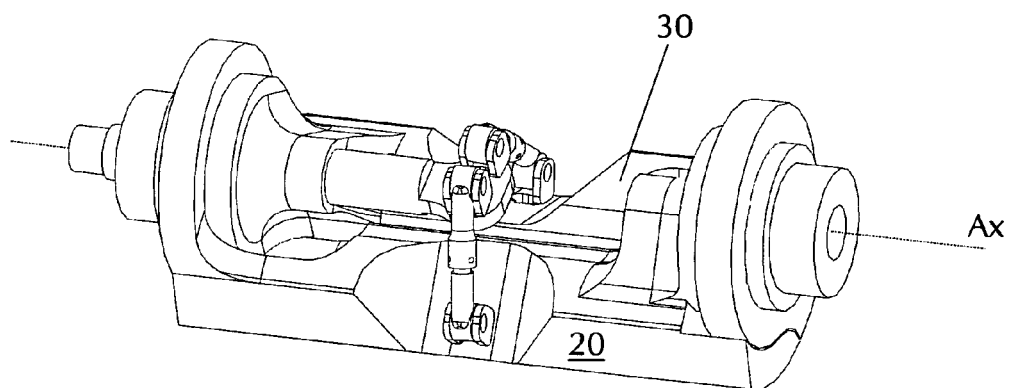


Fig. 4

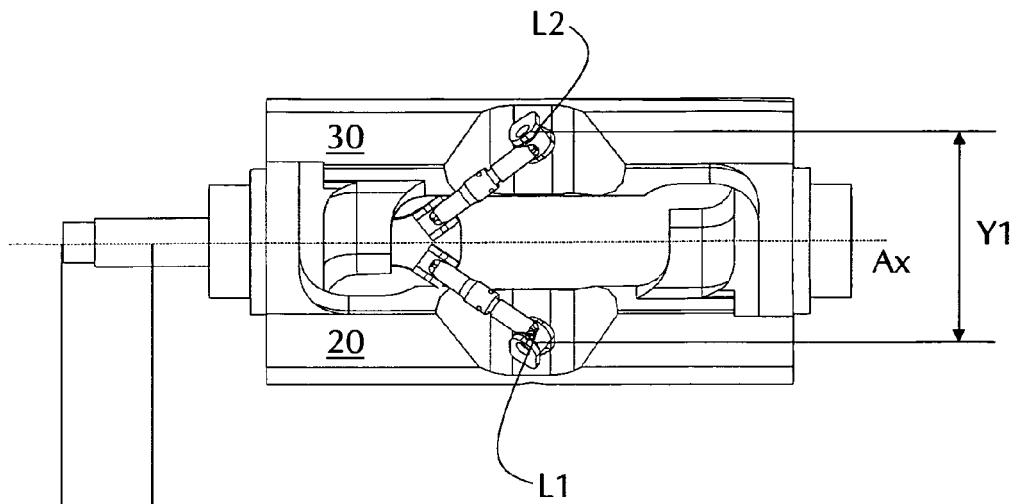


Fig. 5a

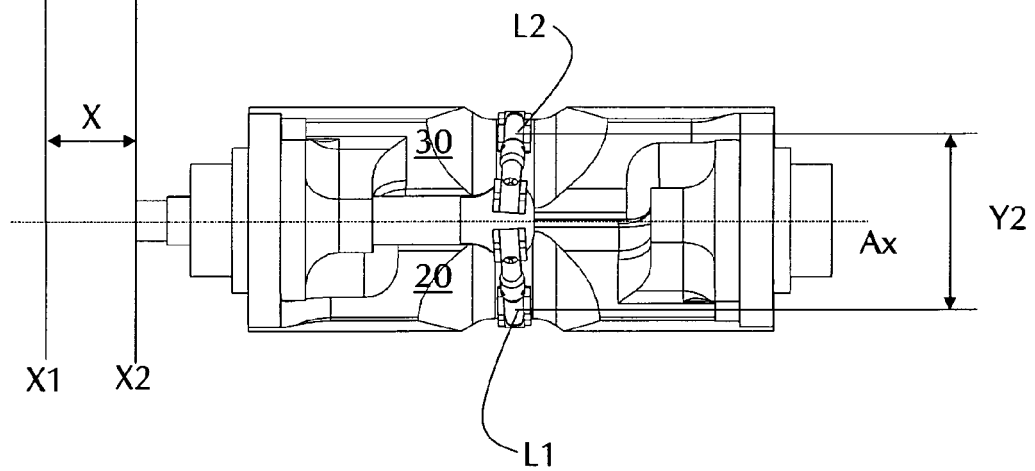


Fig. 5b

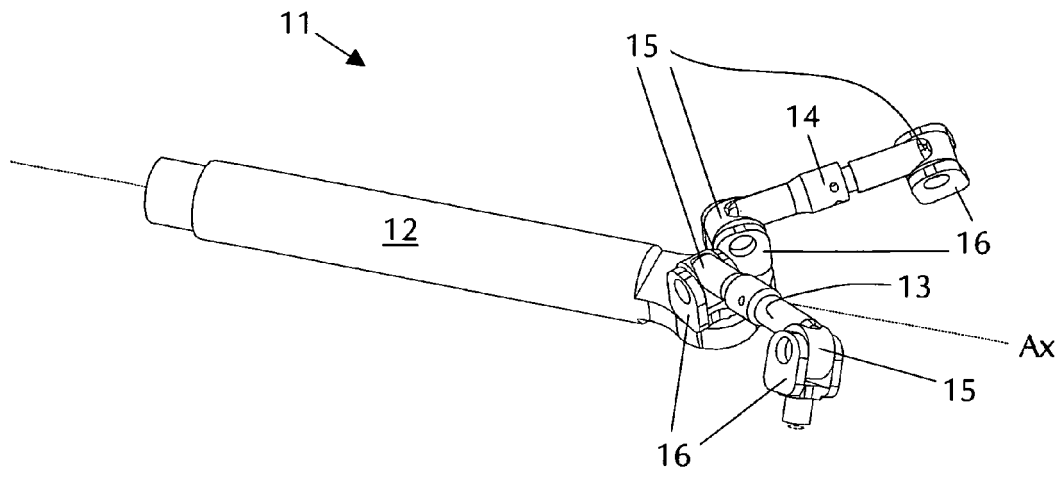


Fig. 6

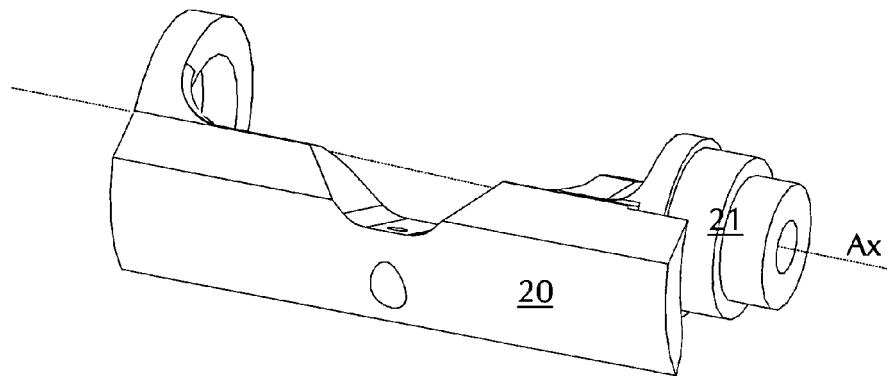


Fig. 7

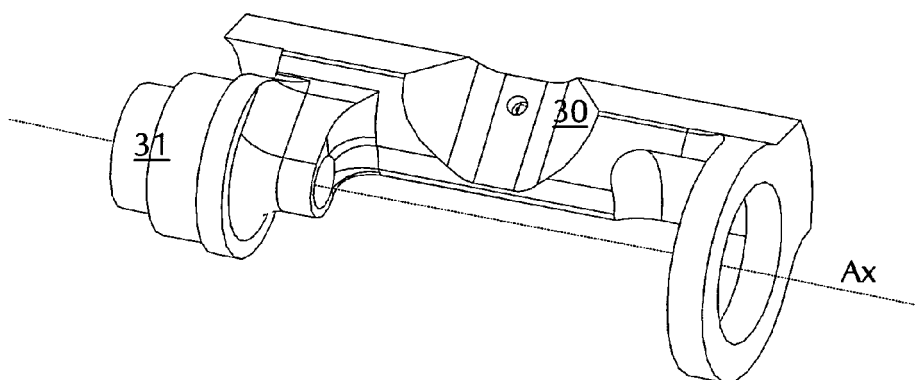


Fig. 8

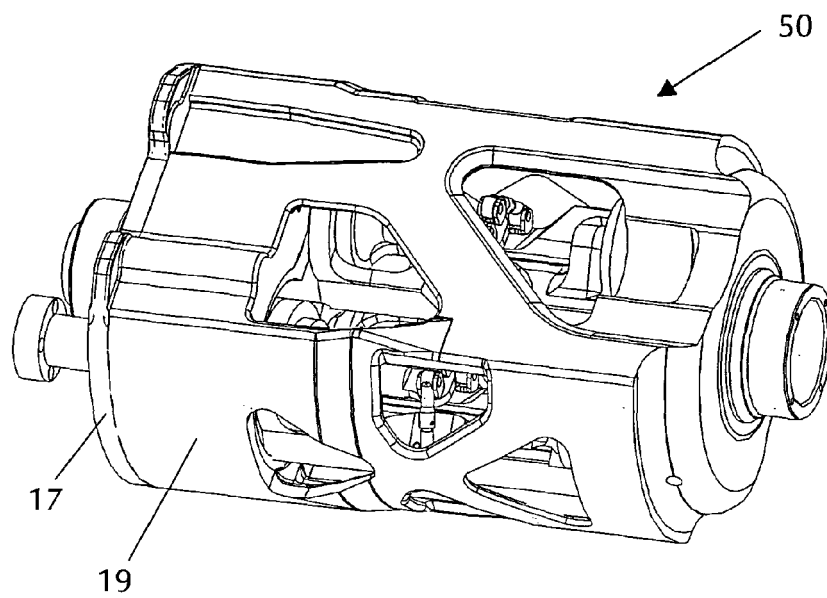


Fig. 9

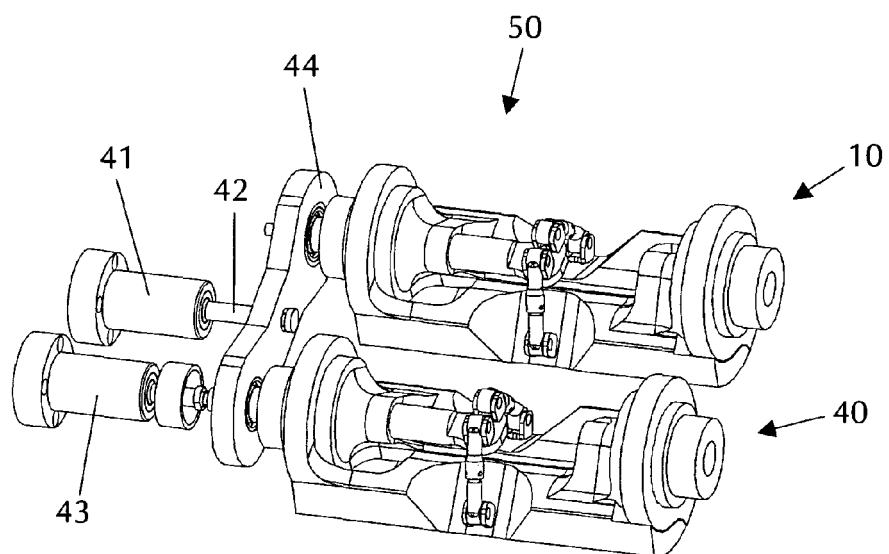


Fig. 10

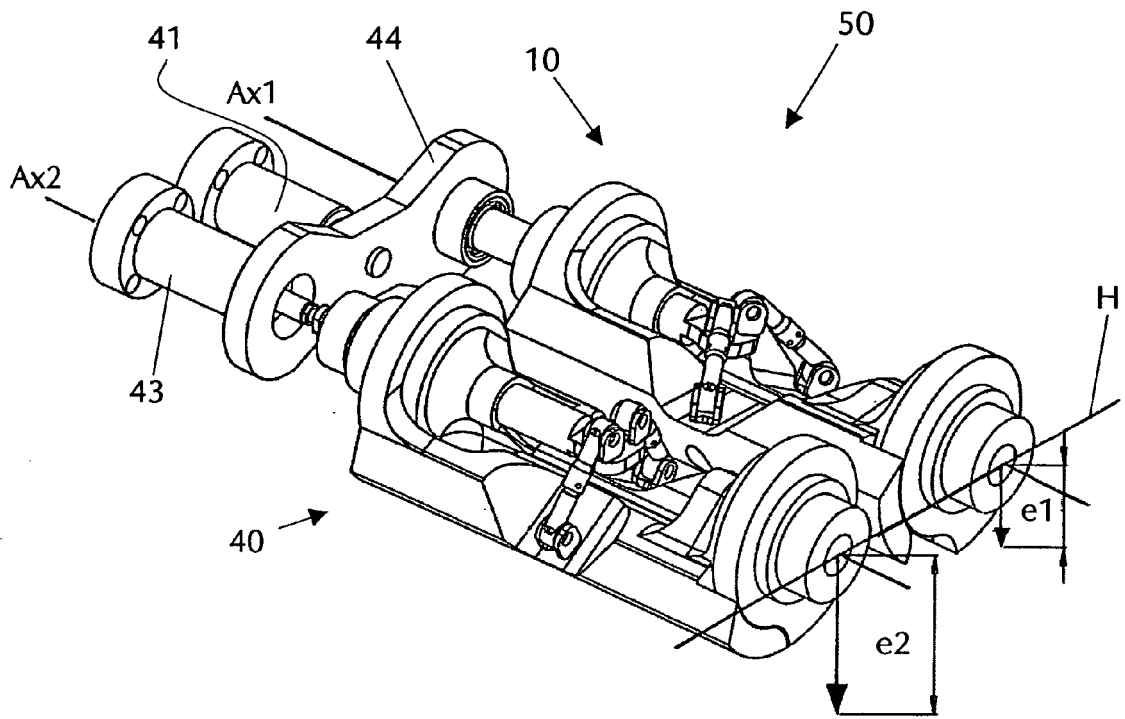


Fig. 11

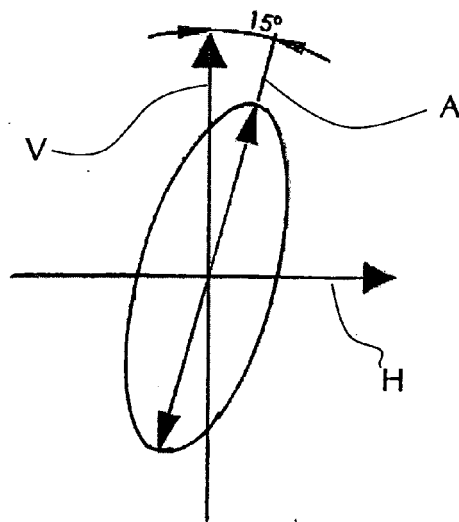


Fig. 12

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2409417 A1 [0002]
- DD 265113 A1 [0003]