

(19)



(11)

EP 3 256 646 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

01.04.2020 Patentblatt 2020/14

(51) Int Cl.:

E02D 7/18 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2016/000224

(21) Anmeldenummer: **16706521.8**

(22) Anmeldetag: **10.02.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2016/128136 (18.08.2016 Gazette 2016/33)

(54) **RÜTTLER**

VIBRATOR

VIBROFONCEUR

(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**

(30) Priorität: **11.02.2015 DE 202015001041 U**

11.05.2015 DE 202015003475 U

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

20.12.2017 Patentblatt 2017/51

(73) Patentinhaber: **Liebherr-Components Biberach GmbH**

88400 Biberach/Riß (DE)

(72) Erfinder:

- **HAUSLADEN, Norbert**
88400 Biberach (DE)
- **SCHINDLER, Viktor**
88524 Uttenweiler (DE)

(74) Vertreter: **Thoma, Michael**

Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 158 976 WO-A2-91/08842
DE-A1- 3 148 437

EP 3 256 646 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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein einen Rüttler zum Erzeugen von Vibrationen. Insbesondere betrifft die Erfindung dabei eine Erregerzelle mit rotatorisch antreibbaren Unwuchten, die in einem Erregerzellengehäuse drehbar gelagert sind, sowie einer Verstelleinheit zum Verstellen der Phasenlage der Unwuchten relativ zueinander.

[0002] Rüttler können im Bauwesen beispielsweise für Rammgeräte oder Bodenverdichter verwendet werden, um gerichtete Vibrationen zu erzeugen, mittels derer beispielsweise Spundwände in den Boden gerammt, Rüttelstopfsäulen in den Boden eingebracht oder das Erdreich verdichtet bzw. planiert werden kann. Gegebenenfalls kann der Boden auch aufbereitet werden, um das Einrammen oder Herausziehen von Spundbohlen oder anderen Bauelementen wie Pfählen und dergleichen zu erleichtern. Die Vibrationen erzeugende Erregerzelle solcher Rüttler kann dabei an einem verfahrenbaren Zieh-
5 10 15 20

joch einer Spezialtiefbaumaschine wie beispielsweise Bohr- und/oder Rammgeräten, Mäklern oder Seilbaggern angebracht sein, mittels dessen die Rüttlereinheit üblicherweise in aufrechter Richtung verfahrbar ist.

[0003] Um vorrangig vertikale oder in aufrechter Richtung wirkende Schwingungen zu erzeugen, können hierzu in der Erregerzelle mehrere Wellen oder Räder aufgenommen werden, die um parallele, liegend ausgerichtete Achsen umlaufen und Unwuchtmassen tragen, die durch entsprechende Fliehkräfte bei der Umlaufbewegung Beschleunigungen und damit die gewünschten Vibrationen erzeugen. Dabei werden die Unwuchtmassen auf mehrere Räder bzw. Wellen aufgeteilt und hinsichtlich ihrer Anordnung, Drehrichtung und Phasenlage zueinander so abgestimmt, dass Kräfte in horizontaler bzw. liegender Richtung möglichst kompensiert werden. Hierzu können beispielsweise mehrere Unwuchtmassen auf verschiedenen Seiten einer zu den Rotationsachsen senkrechten Ebene angeordnet werden und hinsichtlich Phasenlage und Drehrichtung aufeinander abgestimmt angetrieben werden, wobei beispielsweise gegenläufig rotierende Unwuchtmassenpaare vorgesehen sein können, um horizontale Schwingungen zu vermeiden bzw. zu kompensieren und nur vertikale Schwingungen zu haben.

[0004] Solche Rüttler sind beispielsweise aus den Schriften EP 05 06 722 B1, EP 10 38 068 B1, DE 44 39 170 A1, DE 10 2011 100 881 A1, EP 21 58 976 A1, DE 103 56 319 A1, DE 199 20 348 A1, WO 2009/049576 A1 oder DE 196 31 991 B4 bekannt.

[0005] Um die Stärke der Vibrationskraft einstellen zu können, wird üblicherweise der Phasenwinkel zweier ein Unwuchtmassenpaar bildender Unwuchten relativ zueinander verstellt, wobei die Unwuchtmassen eines solchen Paares gleichsinnig und synchronisiert miteinander rotatorisch angetrieben sein können, so dass sich je nach eingestelltem Phasenverschiebungswinkel die Fliehkräfte bzw. die Unwuchtwirkungen mehr oder minder aufad-

dieren bzw. mehr oder minder kompensieren. Während sich bei einem Phasenwinkel $\beta = 0$, also bei gleicher Orientierung bzw. gleicher Winkelausrichtung der Unwuchten ein maximales statisches Moment bzw. eine maximale Unwucht einstellt, kompensieren sich bei einem Phasenwinkel $\beta = 180^\circ$, also einander entgegengesetzt ausgerichteten Unwuchten, die von den beiden Unwuchten bewirkten Teilvibrationen gegenseitig.

[0006] Aus der Schrift DE 10 2004 013 790 A ist ein Rüttler zum Erzeugen von Vibrationen bekannt, der rotatorisch antreibbare Unwuchten, die in einem Erregerzellengehäuse drehbar gelagert sind, sowie eine Verstelleinheit zum Verstellen der Phasenlage der Unwuchten relativ zueinander aufweist, wobei die genannte Verstellvorrichtung Hydraulikzylinder umfasst.

[0007] Ferner zeigt die Schrift WO 91/08842 A einen Unwucht-Schwingungserreger mit im Betrieb einstellbarer Größe der Unwucht, wobei die Unwuchtmassen in Teil-Unwuchtkörper unterteilt sind, welche in Umfangsrichtung mittels umlaufender Motoren verstellbar sind. Die genannten Motoren sind dabei Hydraulikmotoren, die über Zahnräder die getrennten Unwuchtkörper separat antreiben.

[0008] Ferner zeigt die Schrift DE 31 48 437 A1 eine Erregerzelle, deren Unwuchten über ein Planetengetriebe in ihrer Phasenlage stufenlos verstellbar sind. Dabei wird eine erste Erregerzellenwelle mit der darauf befestigten Unwucht von einem Antriebsmotor angetrieben, während die zweite Erregerzellenwelle mit der zweiten Unwucht über die genannte Planetengetriebestufe von der ersten Erregerzellenwelle her angetrieben wird.

[0009] Um eine solche Verstellung des Phasenwinkels zwischen den Unwuchten auch während des Betriebs, also bei laufenden Wellen bzw. Rädern der Erregerzelle, vornehmen zu können, wurden im Stand der Technik bereits diverse Verstelleinheiten vorgeschlagen. Beispielsweise zeigt die EP 05 06 722 B1 eine Verstellung über zwei Hydraulikmotoren, die als Antriebsmotoren für die Erregerzelle dienen. Durch ein einstellbares Druckbegrenzungsventil, das einem der Hydraulikmotoren nachgeschaltet ist, kann das nutzbare Druckgefälle verändert und hierdurch die Phasenlage verstellt werden. Die EP 21 58 976 B1 schlägt zum Verstellen der Phasenlage der Unwuchten vor, zwei Unwuchtgruppen, die jeweils nach
35 40 45 50 55

Art eines Stirnradgetriebes miteinander verzahnt sind, von gegenüberliegenden Stirnseiten her durch zwei Stellmotoren anzutreiben und zwischen den Stirnradstufen der beiden Unwuchtgruppen einen weiteren Stellantrieb vorzusehen, mit Hilfe dessen die relative Phasenlage verstellt werden kann. Die DE 199 20 348 A1 verwendet zur Verstellung der Phasenlage bei hydraulischem Antrieb der Erregerzellenwellen eine zwischengeschaltete verstellbare Pumpe. Die WO 2009/049576 A1 schlägt vor, die Unwuchten an verschwenkbaren Tragarmen zu lagern, die durch einen auf der Antriebswelle mitrotierenden Stellmechanismus zueinander verschwenkt werden können. Aus der DE 44 39 170 A1 ist es ferner bekannt, zum Verstellen des Phasenwinkels

eine Synchronisierwelle mit zwei Stirnrädern zu verwenden, die mit den beiden Unwuchtgruppen kämmen und relativ zueinander durch einen internen Hydraulikzylinder verstellt werden können, wie dies in ähnlicher Art auch bei Nockenwellen von Ventilsteuerungen bekannt ist.

[0010] Diese vorbekannten Verstelleinheiten sind konstruktiv meist aufwändig und in der Fertigung aufgrund teurer Spezialwerkzeuge und vielen Fertigungsschritten diffizil und teuer. Zudem sind sie wenig wartungsfreundlich und bei Reparaturen fallen längere Stillstandszeiten an.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt hiervon ausgehend die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Rüttler der genannten Art zu schaffen, der Nachteile des Standes der Technik vermeidet und Letzteren in vorteilhafter Weise weiterbildet. Insbesondere soll eine konstruktiv einfache, kostengünstig zu fertigende Verstelleinheit geschaffen werden, die reparatur- und wartungsfreundlich ist und dennoch auch im Betrieb eine präzise und einfach zu steuernde Verstellung der Vibrationsstärke des Rüttlers ermöglicht.

[0012] Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe durch einen Rüttler gemäß Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0013] Es wird also vorgeschlagen, zum Verstellen der Phasenlage der Unwuchten ein Planetengetriebe zu verwenden, das als verstellbare Synchronisierstufe wirkt, die einerseits die Umlaufbewegung der Unwuchten miteinander synchronisiert bzw. hinsichtlich ihrer Winkelgeschwindigkeit aufeinander abstimmt, andererseits jedoch aber eine Verstellung der Phasenlage erlaubt. Erfindungsgemäß ist die Verstelleinheit als Planetengetriebe ausgebildet, das zumindest zwei Ausgangsstränge, an die die relativ zueinander phasenverstellbaren Unwuchten der Erregerzelle angekoppelt sind, sowie einen Verstelleingangsstrang zum Verändern der Phasenlage der Ausgangsstränge des Planetengetriebes besitzt. Die genannten Ausgangsstränge laufen mit aufeinander abgestimmten Drehzahlen um, so dass die daran angeordneten Unwuchten entsprechend aufeinander abgestimmt umlaufen. Dabei kann der Verstelleingangsstrang des Planetengetriebes in einer einmal eingestellten Stellung festgehalten werden. Durch Verstellen des Verstelleingangsstrangs kann die Phasenlage der Ausgangsstränge des Planetengetriebes und damit die Phasenlage der Unwuchten verstellt werden.

[0014] Ein solches Planetengetriebe besitzt einen bewährten, einfachen Aufbau und kann ohne spezielle Fertigungseinrichtungen gefertigt werden, so dass in kostengünstiger Weise ein stabiler Betrieb erzielt wird. Gleichzeitig kann mit einfachen Stellaktoren eine präzise, feingliedrige Einstellung der Phasenlage auch bei Betrieb der Erregerzelle vorgenommen werden.

[0015] Das Planetengetriebe kann hierbei grundsätzlich verschieden ausgebildet und an die Struktur der Erregerzelle und die Anzahl der umlaufenden Unwuchtgruppen

angepasst sein. Beispielsweise kann bei entsprechender Anzahl von umlaufenden Unwuchten bzw. Erregerzellenwellen ein mehrstufiges Planetengetriebe vorgesehen sein. Um einen einfachen Aufbau und eine platzsparende Anordnung zu erzielen, kann in Weiterbildung der Erfindung jedoch ein einstufiges Planetengetriebe vorgesehen sein, das als Verstelleinheit fungiert und im Wesentlichen aus den Baugruppen Sonnenrad, Steg mit Planetenrädern und einem Hohlrad bestehen kann bzw. diese Baugruppen umfassen kann.

[0016] Die Anbindung der Unwuchten und eines Verstellaktors kann hierbei an verschiedenen Stellen des Planetengetriebes erfolgen. Vorteilhafterweise kann hierbei vorgesehen sein, dass die beiden vorgenannten Ausgangsstränge, an die die im Phasenwinkel zu verstellenden Unwuchten angebunden sind, einerseits an das Sonnenrad des Planetengetriebes und andererseits an das Hohlrad des Planetengetriebes gekoppelt sind, während der genannte Verstelleingangsstrang an den die Planetenräder zwischen Sonnenrad und Hohlrad tragenden Steg angebunden sein kann.

[0017] Insbesondere kann eine erste Erregerzellenwelle drehfest mit dem Sonnenrad verbunden sein und eine zweite Erregerzellenwelle über eine Stirnradstufe mit dem Hohlrad des Planetengetriebes rotatorisch gekoppelt sein, so dass bei festgehaltenem Steg - entsprechend einer bestimmten, eingestellten Phasenlage - die beiden Erregerzellenwellen synchron miteinander bzw. in einem festen Drehzahlverhältnis zueinander umlaufen, wie dies die durch die Planetenräder miteinander gekoppelten Sonnen- und Hohlräder des Planetengetriebes vorgeben. Wird der Steg und damit die Planetenräder verstellt, ändert sich die Phasenlage der beiden Erregerzellenwellen zueinander.

[0018] An die genannten ersten und zweiten Erregerzellenwellen können Unwuchtmassen direkt oder über weitere Stirnradstufen mit weiteren Erregerzellenwellen angekoppelt sein. Die genannten Erregerzellenwellen können hierbei parallel zueinander ausgerichtet sein und/oder eine im Wesentlichen liegend ausgerichtete, insbesondere horizontale Anordnung einnehmen.

[0019] Zur Verstellung der Phasenlage kann mit dem vorgenannten Verstelleingangsstrang des Planetengetriebes ein geeigneter Verstellaktor gekoppelt sein, der fremdenergiebetätigbar und durch ein geeignetes Steuergerät entsprechend ansteuerbar sein kann. Vorteilhafterweise kann der genannte Verstelleingangsstrang eine Kurbelwelle umfassen, an die als Verstellaktor ein Druckmittelzylinder angekoppelt sein kann, mit Hilfe dessen die Kurbelwelle in einfacher Weise verstellt werden kann. Die als Verstelleingang fungierende Kurbelwelle oder eine ggf. in anderer Weise ausgebildete Eingangswelle kann dabei vorteilhafterweise direkt mit dem Steg des Planetengetriebes drehfest verbunden sein, wobei ggf. auch eine Stirnradstufe oder eine andere Über- oder Untersetzungsstufe zwischengeschaltet sein kann.

[0020] Vorteilhafterweise kann dem Verstelleingangsstrang, insbesondere der vorgenannten Eingangswelle

und/oder dem Steg des Planetengetriebes ein Anschlag oder ein Anschlagpaar zugeordnet sein, mit Hilfe dessen/derer Endlagen vorgegeben werden können, die die Enden des Verstellbereichs für den Phasenwinkel der Unwuchten vorgeben können. In Verbindung mit dem vorgenannten Druckmittelzylinder als Stellaktor kann hierdurch eine besonders einfach ausgebildete Verstellung der Unwuchtphasenlage erreicht werden.

[0021] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann zumindest eines der Elemente des Planetengetriebes, insbesondere dessen Sonnenrad und/oder Steg und/oder Hohlrad, oder ein Element am Verstelleneingangsstrang wie bspw. die Kurbelwelle oder der Druckmittelzylinder eine integrierte Verstelleinrichtung und/oder Justiereinrichtung besitzen, die ein Verstellen bzw. Justieren der Phasenlage intern im Planetengetriebe und damit auch der Phasenlage der Unwuchten ermöglicht. Vorteilhafterweise kann eines der genannten Elemente in sich verstellbar ausgebildet sein und zwei relativ zueinander verdrehbare Teilelemente umfassen.

[0022] Insbesondere kann das Hohlrad des Planetengetriebes einen Außenradteil und einen Innenradteil umfassen, die zueinander verdrehbar, vorzugsweise über Langlöcher zueinander justierbar sind. Durch Justieren der beiden Radteile zueinander können Lagetoleranzen zwischen dem Eingangsstrang und den Ausgangssträngen des Planetengetriebes einfach justiert werden, wodurch die Montage vereinfacht und großzügigere Fertigungstoleranzen ermöglicht werden. Zudem kann eine Ausrichtung der Elemente des Verstellmechanismus und der Erregerzellenwellen zueinander wie z.B. der Räder und Wellen des Planetengetriebes oder der Stirnradstufe(n) entfallen.

[0023] Den genannten Radteilen, insbesondere den vorgenannten Außenrad- und Innenradteilen des Hohlrad, kann dabei eine Feststelleinrichtung zugeordnet sein, mit Hilfe derer eine bestimmte, einjustierte Relativstellung der Radteile fixiert werden kann.

[0024] Um eine einfache Wartung und Reparatur zu ermöglichen und längere Stillstandszeiten bei einem Defekt der Verstelleinheit zu vermeiden, kann nach einem weiteren Aspekt die genannte Verstelleinheit zum Verstellen der Phasenlage der Unwuchten in einem separaten Verstelleinheitsgehäuse aufgenommen sein, das lösbar am Erregerzellengehäuse, in dem die Unwuchten drehbar gelagert aufgenommen sind, befestigt sein kann. Insbesondere kann die Verstelleinheit auf einer Außenseite des genannten Erregerzellengehäuses angebracht sein. Hierdurch ist die Verstelleinheit zum Zwecke von Wartung und Reparatur einfach zugänglich und es muss nicht die gesamte Erregerzelle demontiert bzw. das Erregerzellengehäuse geöffnet werden, um an der Verstelleinheit Wartungsarbeiten vornehmen zu können.

[0025] Vorteilhafterweise kann das vorgenannte Planetengetriebe eine von der eigentlichen Erregerzelle, die die umlaufend antreibbaren Unwuchten und entsprechende Erregerzellenwellen umfasst, separat ausgebildete, eigenständige Baugruppe bilden, die vorteilhafter-

weise als Einheit von der vorgenannten Erregerzelle demontierbar ist, ohne hierfür die Erregerzelle zerlegen oder das Erregerzellengehäuse öffnen zu müssen.

[0026] Als Schnittstelle zwischen der genannten Verstelleinheit und der eigentlichen Erregerzelle können zwei aus dem Erregerzellengehäuse herausstehende Wellenstümpfe bilden, auf die bzw. an denen zwei Antriebsräder der Verstelleinheit, insbesondere das Sonnenrad der vorgenannten Planetengetriebestufe und ein Ritzel der vorgenannten Stirnradstufe, die mit dem Planetengetriebe kämmt bzw. damit in Eingriff steht, lösbar montiert werden können.

[0027] Die Verstelleinheit kann hierbei auf der Motorseite der Erregerzelle oder auf einer der Motorseite gegenüberliegenden Seite der Erregerzelle angebracht bzw. angeordnet sein. Vorteilhafterweise kann sich die Verstelleinheit auf einer Querseite der Erregerzelle erstrecken, die sich quer bzw. im Wesentlichen senkrecht zu den Rotationsachsen der Unwuchten der Erregerzelle erstreckt.

[0028] Werden die Verstelleinheit und der zumindest eine Antriebsmotor der Erregerzelle auf gegenüberliegenden Seiten der Erregerzelle angeordnet, können Kollisionsprobleme vermieden und sowohl der Antriebsmotor als auch die Verstelleinheit ohne Platzprobleme einfach montiert werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass durch gegenüberliegendes Anbringen von Antriebsmotor und Verstelleinheit der Schwerpunkt näher auf die Rammachse gelegt werden kann, sodass die Rammenergie nahezu vollständig in senkrechter Richtung wirken kann und es kaum eine Taumelbewegung der Erregerzelle gibt. Eine Anordnung der Verstelleinheit und des zumindest einen Antriebsmotors auf derselben Erregerzellen-seite kann indes beispielsweise dann vorteilhaft sein, wenn die Einbauumgebung des Rüttlers nur einseitig ausreichend Platz bietet.

[0029] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine schematische Schnittansicht eines Rüttlers nach einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung, die den seitlich aufgesetzten Anbau der Verstelleinheit in Form eines Planetengetriebes und dessen Stellaktors zeigt,

Fig. 2: eine Draufsicht auf den Rüttler und dessen Verstelleinheit aus Fig. 1, die die Anordnung der Verstellaktors und die Verstellbarkeit der Phasenwinkelage begrenzende Endanschlüsse zeigt, und

Fig. 3: eine ausschnittsweise, perspektivische und schematische Darstellung des Hohlrad des Planetengetriebes aus Fig. 1 und die damit kämmende Stirnradstufe, wobei das in sich rotatorisch justierbare Hohlrad mit zueinander

über Langlöcher verstellbare Innen- und Außenräder des Hohlrads gezeigt sind.

[0030] Wie Fig. 1 zeigt, kann der Rüttler 1 eine Erregerzelle 2 mit mehreren zueinander parallel, jeweils liegend ausgerichteten Erregerzellenwellen aufweisen, die in einem Erregerzellengehäuse 3 aufgenommen und drehbar gelagert sind. Die genannten Erregerzellenwellen können hierbei zu zwei Gruppen zusammengefasst sein, wobei die Erregerzellenwellen einer jeden Gruppe miteinander über Stirnradstufen gekoppelt sind und dementsprechend mit festen Drehzahlverhältnissen zueinander umlaufen. Dabei sind an zumindest einigen der mit den Erregerzellenwellen verbundenen Räder Unwuchten 4 verbunden, die in Form von exzentrisch angebrachten Unwuchtmassen ausgebildet sein können. Das genannte Erregerzellengehäuse 3 kann aussenseitig Lager- und/oder Befestigungsabschnitte bzw. -teile aufweisen, mittels der die Erregerzelle 2 an einem Ziehjoch einer Baumaschine, bspw. einem Bohr- und/oder Rammgerät, eines Mäklers oder eines Seilbaggers, oder auch einem anderen Lagerteil einer anderen Baumaschine montiert werden kann.

[0031] Die Unwuchten 4 sind dabei vorteilhafterweise derart angeordnet und aufeinander abgestimmt, dass sie bei rotatorischem Umlaufen Vibrationen im wesentlichen nur in einer Richtung 27 erzeugen, die bei bestimmungsgemäßem Einbau und Arbeitsstellung des Rüttlers 1 insbesondere zumindest näherungsweise vertikal ausgerichtet sein kann, vgl. Fig. 1.

[0032] Gemäß der gezeichneten Ausführung nach Fig. 1 werden die Erregerzellenwellen und die damit verbundenen Unwuchten 4 durch zwei oder mehr Antriebsmotoren 5 und 6 rotatorisch umlaufend angetrieben werden. Gemäß der gezeichneten Ausführung nach Fig. 1 treibt dabei ein erster Antriebsmotor 5 die erste Gruppe von Unwuchten 4.1 über eine Antriebswelle 7 an, deren Antriebsbewegung über verschiedene Stirnradstufen auf die genannten weiteren Unwuchten 4.1 übertragen und bis auf eine Erregerzellenwelle 9 gegeben wird. Ein zweiter Antriebsmotor 6 treibt eine zweite Gruppe von Unwuchten 4.2 an, und zwar über eine weitere Antriebswelle 8, die über entsprechende Stirnradstufen die weiteren Unwuchten 4.2 antreibt und gleichzeitig eine zweite Erregerzellenwelle 10 bildet, die zusammen mit der vorgenannten ersten Erregerzellenwelle 9 aus dem Erregerzellengehäuse 3 herausgeführt ist, so dass die beiden Erregerzellenwellen 9 und 10 in die Verstelleinheit 11 als Wellenstumpf hineinragen. Wie Fig. 1 zeigt, kann die genannte Verstelleinheit 11 dabei auf der den Antriebsmotoren 5 und 6 gegenüberliegenden Seite der Erregerzelle 2 angeordnet sein. Die Antriebsmotoren 5 und 6 können jedoch auch an den anderen Unwuchtwellen und/oder an der Welle 23 angeordnet sein.

[0033] Die genannte Verstelleinheit 11 umfasst ein Planetengetriebe 12, das in einem vom Erregerzellengehäuse 3 separaten Verstelleinheits- bzw. Planetengetriebegehäuse 13 aufgenommen ist, das auf die Außen-

seite des Erregerzellengehäuses 3 gesetzt sein kann.

[0034] Wie Fig. 1 zeigt, kann das Verstelleinheitsgehäuse 13 topfförmig ausgebildet sein, wobei eine Wandung des Erregerzellengehäuses 3 das Verstelleinheitsgehäuse 13 verschließt und/oder eine Trennwand zwischen Verstelleinheit und Erregerzelle bilden kann. Alternativ kann das Verstelleinheitsgehäuse 13 jedoch auch im Wesentlichen vollständig geschlossen ausgebildet sein, wobei das Verstelleinheitsgehäuse 13 und das Erregerzellengehäuse 3 Wand an Wand aufeinander sitzen können. Vorteilhafterweise kann das Verstelleinheitsgehäuse 13 separat abgenommen bzw. demontiert werden, ohne dass hierzu das Erregerzellengehäuse 3 geöffnet werden müsste.

[0035] Das genannte Planetengetriebe 12 kann einstufig ausgebildet sein und ein Sonnenrad 14 aufweisen, das coaxial zu einem Hohlrad 16 des Planetengetriebes 12 angeordnet sein kann. Zwischen dem Sonnenrad 14 und dem Hohlrad 16 können Planetenräder 17 angeordnet sein, die sowohl mit dem Sonnenrad 14 als auch mit dem Hohlrad 16 in Wälzeingriff stehen und an einem Steg 15 drehbar gelagert sein können. Der genannte Steg 15 kann selbst drehbar gelagert sein und ist coaxial zu den Achsen des Sonnenrads 14 und des Hohlrads 16 angeordnet.

[0036] Wie Fig. 1 zeigt, kann das genannte Sonnenrad 14 drehfest mit der vorgenannten ersten Erregerzellenwelle 9 verbunden sein. Die vorgenannte zweite Erregerzellenwelle 10 kann über eine Stirnradstufe 18 mit dem Hohlrad 16 rotatorisch gekoppelt sein, wobei die genannte Stirnradstufe 18 mit dem Außenrad 16a bzw. dem Außenumfang des genannten Hohlrads 16 in Wälzeingriff stehen kann.

[0037] Dementsprechend sind die beiden Erregerzellenwellen 9 und 10 und damit die genannten Gruppen von Unwuchten 4 und die damit verbundenen Antriebsmotoren 5 und 6 über das Planetengetriebe 12 rotatorisch miteinander gekoppelt, so dass sie entsprechend synchron bzw. in festem Drehzahlverhältnis zueinander umlaufen.

[0038] Um die Phasenlage der Unwuchten 4 zueinander verstellen zu können, kann der genannte Steg 15 des Planetengetriebes 12 verstellt bzw. verdreht werden. Hierzu kann eine Eingangswelle 19, die mit dem genannten Steg 15 drehfest verbunden sein kann, an einen Stellaktor 20 angebunden sein, der vorteilhafterweise an dem Verstelleinheitsgehäuse 13 gelagert sein kann. Wie Fig. 1 zeigt, kann der genannte Stellaktor 20 in einfacher Weise als Druckmittelzylinder ausgebildet sein, der die als Kurbelwelle ausgebildete Eingangswelle 19 rotatorisch verstellen kann.

[0039] Wie Fig. 2 zeigt, kann die Verstellbarkeit der Eingangswelle 19 und damit des Stegs 15 durch Endanschläge 21 begrenzt sein, so dass der Steg 15 des Planetengetriebes 12 in einfacher Weise durch den Druckmittelzylinder zwischen zwei Endlagen hin und her gestellt werden kann. Je nach gewünschter Ausbildung kann der genannte Stellaktor 20 auch in Zwischenstel-

lungen angehalten und/oder festgestellt werden, um Zwischenlagen stufenlos oder stufenweise einstellen zu können.

[0040] Wie Fig. 1 und Fig. 3 zeigen, kann das Planetengetriebe 12 eine interne Justier- bzw. Verstelleinrichtung 22 umfassen, wobei insbesondere eines der Planetengetrieberäder in sich verdrehbar ausgebildet sein kann. Insbesondere kann das Hohlrad 16 ein Innenrad 16i und ein Außenrad 16a aufweisen, die über Langlöcher 26 relativ zueinander verdreht und in verschiedene rotatorische Stellungen zueinander gebracht werden können, so dass die Relativstellung der beiden an das Planetengetriebe 12 angebundenen Erregerzellenwellen 9 und 10 relativ zueinander bzw. die Relativstellung dieser Erregerzellenwellen 9 und 10 zur Eingangswelle 19 justiert werden kann, indem die genannten Innen- und Außenräder 16i und 16a des Hohlrads 16 zueinander verschoben werden. Hierdurch kann auf gezielte Verzahnungsorientierungen an Kurbelwelle 19, Steg 15, Erregerzellenwelle 9, 10, Sonnenrad 14 und/oder Stirnradstufe 18 verzichtet werden bzw. können allgemein Lage-toleranzen in der gesamten Verzahnungskette ausgeglichen werden.

Patentansprüche

1. Rüttler zum Erzeugen von Vibrationen, mit rotatorisch antreibbaren Unwuchten (4), die in einem Erregerzellengehäuse (3) drehbar gelagert sind, sowie einer Verstelleinheit (11) zum Verstellen der Phasenlage der Unwuchten (4) relativ zueinander, die als Planetengetriebe (12) ausgebildet ist, wobei dieses Planetengetriebe zumindest zwei Ausgangsstränge (23, 24), an die die relativ zueinander phasenverstellbaren Unwuchten (4) gekoppelt sind, sowie einen Verstelleingangsstrang (25) zum Verstellen der Phasenlage der Ausgangsstränge (23, 24) zueinander besitzt, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Antriebsmotoren (5, 6) zum rotatorisch umlaufenden Antreiben der Unwuchten (4) vorgesehen sind, wobei eine erste Gruppe der Unwuchten (4.1) von einem ersten Antriebsmotor (5) über eine erste Antriebswelle (7) antreibbar ist und eine zweite Gruppe der Unwuchten (4.2) durch einen zweiten Antriebsmotor (6) über eine zweite Antriebswelle (8) antreibbar ist, wobei das genannte Planetengetriebe (12) eine verstellbare Synchronisierstufe zum Miteinandersynchronisieren der von den mehreren Antriebsmotoren (5, 6) angetriebenen Unwuchten (4) bildet.
2. Rüttler nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Planetengetriebe (12) einstufig ausgebildet ist.
3. Rüttler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die beiden Ausgangsstränge (23, 24) an ein Sonnenrad (14) und ein Hohlrad (16) und der Ver-

stelleingangsstrang (25) an einen Steg (15) des Planetengetriebes (12) angebunden sind.

4. Rüttler nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der an das Sonnenrad (14) angebundene Ausgangsstrang (23) eine mit dem Sonnenrad (14) drehfest verbundene erste Erregerzellenwelle (9) umfasst und der an das Hohlrad (16) angebundene Ausgangsstrang (24) eine zweite Erregerzellenwelle (10) umfasst, die über eine Stirnradstufe (18) an das drehbar gelagerte Hohlrad (16) des Planetengetriebes (12) rotatorisch angekoppelt ist.
5. Rüttler nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die genannten ersten und zweiten Erregerzellenwellen (9, 10) zueinander parallel und/oder liegend ausgerichtet angeordnet sind.
6. Rüttler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Verstelleingangsstrang (25) eine drehfest mit dem Steg (15) des Planetengetriebes (12) verbundene Verstellwelle (19) aufweist, die von einem Stellaktor (20) in verschiedene Drehstellungen bringbar ist.
7. Rüttler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Stellaktor (20) ein Druckmittelzylinder vorgesehen ist, der an den als Kurbelwelle ausgebildeten Verstelleingangsstrang (25) des Planetengetriebes (12) angreift.
8. Rüttler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dem Verstelleingangsstrang (25) Anschläge (21) zugeordnet sind, die rotatorische Endlagen vorgeben, zwischen denen die Phasenlage der Unwuchten (4) verstellbar ist.
9. Rüttler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest eines der Elemente Sonnenrad (14), Steg (15) und Hohlrad (16) des Planetengetriebes (12) in sich verstellbar ausgebildet ist und zwei relativ zueinander verdrehbare, vorzugsweise in verschiedenen Drehstellungen zueinander fixierbare Teilelemente aufweist.
10. Rüttler nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Hohlrad (16) des Planetengetriebes (12) ein Innenradteil (16i) und ein Außenradteil (16a) umfasst, die zueinander verdrehbar, vorzugsweise über Langlöcher (26) zueinander justierbar, ausgebildet sind.
11. Rüttler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verstelleinheit (11) in einem vom Erregerzellengehäuse (3) separat ausgebildeten Verstelleinheitsgehäuse (13) aufgenommen ist, das lösbar an dem Erregerzellengehäuse (3) befestigt ist.

12. Rüttler nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Verstelleinheit (11) auf einer Außenseite des Erregerzellengehäuses (3) angebracht ist und eine Erregerzellen-Gehäusewandung und/oder eine Verteilereinheit-Gehäusewandung eine Trennwand (27) zwischen der Erregerzelle (2) und der Verstelleinheit (11) bildet.
13. Rüttler nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verstelleinheit (11) an einer Querseite des Erregerzellengehäuses (3), die sich zu den Drehachsen der Unwuchten (4) im Wesentlichen senkrecht erstreckt, angeordnet ist.
14. Rüttler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verstelleinheit (11) und die Antriebsmotoren (5, 6) zum rotatorischen Antreiben der Unwuchten (4) auf gegenüberliegenden Seiten des Erregerzellengehäuses (3) angeordnet sind.
15. Rüttler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verstelleinheit (11) eine eigenständige, vom Erregerzellengehäuse (3) separat demontierbare Baugruppe bildet.
16. Verwendung eines Rüttlers, der gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist, zum Erzeugen von Vibrationen an einer Baumaschine wie Ramm- und/oder Bohrgerät, wobei eine Erregerzelle des Rüttlers (1) an einem verstellbaren Ziehjoch angebracht ist.

Claims

1. Vibrator for generating vibrations having rotationally drivable unbalanced masses (4) that are rotatably supported in an exciter cell housing (3), and having an adjustment unit (11) for adjusting the phase position of the unbalanced masses (4) relative to one another, which adjustment unit is configured as a planetary gearing (12), wherein this planetary gearing has at least two output trains (23, 24) to which the unbalanced masses (4) that are adjustable in phase relative to one another are coupled, and that has an adjustment input train (25) for adjusting the phase position of the output trains (23, 24) relative to one another, **characterized in that** multiple drive motors (5, 6) for a rotational drive of the unbalanced masses (4) are provided, wherein a first group of the unbalanced masses (4.1) can be driven by a first drive motor (5) via a first drive shaft (7), and a second group of unbalanced masses (4.2) can be driven by a second drive motor (6) via a second drive shaft (8), wherein the mentioned planetary gearing (12) forms an adjustable synchronization stage for synchronizing the unbalanced masses (4) driven by the plurality of drive motors (5, 6) with one another.

2. Vibrator in accordance with the preceding claim, wherein the planetary gearing (12) is configured as a single-stage gearing.
3. Vibrator in accordance with one of the preceding claims, wherein the two output trains (23, 24) are connected to a sun wheel (14) and to a ring gear (16) and the adjustment input train (25) is connected to a carrier (15) of the planetary gearing (12).
4. Vibrator in accordance with the preceding claim, wherein the output train (23) connected to the sun gear (14) comprises a first exciter cell shaft (9) rotationally fixedly connected to the sun gear (14) and the output train (24) connected to the ring gear (16) comprises a second exciter cell shaft (10) that is rotationally coupled to the rotatably supported ring gear (16) of the planetary gearing (12) via a spur gear stage (18).
5. Vibrator in accordance with the preceding claim, wherein the said first and second exciter cell shafts (9, 10) are arranged aligned in parallel with one another and/or in a lying position.
6. Vibrator in accordance with one of the preceding claims, wherein the adjustment input train (25) has an adjustment shaft (19) that is rotationally fixedly connected to the carrier (15) of the planetary gearing (12) and that can be brought into different rotational positions by an actuator (20).
7. Vibrator in accordance with one of the preceding claims, wherein a pressure medium cylinder is provided as the actuator (20) and engages at the adjustment input train (25) of the planetary gearing (12) configured as a crankshaft.
8. Vibrator in accordance with one of the preceding claims, wherein stoppers (21) are associated with the adjustment input train (25) and predefine rotational end positions between which the phase position of the unbalanced masses (4) is adjustable.
9. Vibrator in accordance with one of the preceding claims, wherein at least one of the elements of sun gear (14), carrier (15), and ring gear (16) of the planetary gearing (12) is configured as adjustable in itself and comprises two part elements that are rotatable relative to one another and that are preferably fixable in different rotary positions relative to one another.
10. Vibrator in accordance with the preceding claim, wherein the ring gear (16) of the planetary gearing (12) comprises an inner gear part (16i) and an outer gear part (16a) that are configured as rotatable with respect to one another, preferably alignable with one another via elongate holes (26).

11. Vibrator in accordance with one of the preceding claims, wherein the adjustment unit (11) is received in an adjustment unit housing (13) that is configured separately from the exciter cell housing (3) and that is releasably fastened to the exciter cell housing (3). 5
12. Vibrator in accordance with the preceding claim, wherein the adjustment unit (11) is attached to an outer side of the exciter cell housing (3) and an exciter cell housing wall and/or a distributor unit housing wall form(s) a separator wall (27) between the exciter cell (2) and the adjustment unit (11). 10
13. Vibrator in accordance with one of the two preceding claims, wherein the adjustment unit (11) is arranged at a transverse side of the exciter cell housing (3) that extends substantially perpendicular to the axes of rotation of the unbalanced masses (4). 15
14. Vibrator in accordance with one of the preceding claims, wherein the adjustment unit (11) and the drive motors (5, 6) for a rotational drive of the unbalanced masses (4) are arranged on opposite sides of the exciter cell housing (3). 20
15. Vibrator in accordance with one of the preceding claims, wherein the adjustment unit (11) forms an independent assembly separately dismantlable from the exciter cell housing (3). 25
16. Use of a vibrator that is configured in accordance with one of the preceding claims for generating vibrations at a construction machine such as a pile driver and/or a drill, wherein an exciter cell of the vibrator (1) is attached to an adjustable pull yoke. 30

Revendications

1. Vibreur servant à générer des vibrations, avec des balourds (4) pouvant être entraînés en rotation, qui sont montés de manière à pouvoir tourner dans un boîtier de cellules excitatrices (3), ainsi qu'avec une unité d'ajustement (11) servant à ajuster la position de phase des balourds (4) les uns par rapport aux autres, qui est réalisée sous la forme d'un engrenage à trains épicycloïdaux (12), dans lequel ledit engrenage à trains épicycloïdaux possède au moins deux voies de sortie (23, 24), auxquelles les balourds (4) pouvant être ajustés en phase les uns par rapport aux autres sont couplés, ainsi qu'une voie d'entrée d'ajustement (25) servant à ajuster la position de phase des voies de sortie (23, 24) les unes par rapport aux autres, **caractérisé en ce que** plusieurs moteurs d'entraînement (5, 6) sont prévus pour entraîner en périphérie en rotation des balourds (4), dans lequel un premier groupe des balourds (4.1) peut être entraîné par un premier moteur d'entraî- 40

nement (5) par l'intermédiaire d'un premier arbre d'entraînement (7) et un deuxième groupe des balourds (4.2) peut être entraîné par un deuxième moteur d'entraînement (6) par l'intermédiaire d'un deuxième arbre d'entraînement (8), dans lequel ledit engrenage à trains épicycloïdaux (12) forme un étage de synchronisation pouvant être ajusté servant à synchroniser les uns avec les autres les balourds (4) entraînés par les nombreux moteurs d'entraînement (5, 6).

2. Vibreur selon la revendication précédente, dans lequel l'engrenage à trains épicycloïdaux (12) est réalisé avec un seul étage.
3. Vibreur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les deux voies de sortie (23, 24) sont attachées à une roue solaire (14) et à une couronne (16) et la voie d'entrée d'ajustement (25) est attachée à une entretoise (15) de l'engrenage à trains épicycloïdaux (12).
4. Vibreur selon la revendication précédente, dans lequel la voie de sortie (23) attachée à la roue solaire (14) comprend un premier arbre de cellule excitatrice (9) relié de manière solidaire en rotation à la roue solaire (14) et la voie de sortie (24) attachée à la couronne (16) comprend un deuxième arbre de cellule excitatrice (10), qui est accouplé en rotation par l'intermédiaire d'un étage de roue droite (18) à la couronne (16) montée de manière à pouvoir tourner de l'engrenage à trains épicycloïdaux (12).
5. Vibreur selon la revendication précédente, dans lequel lesdits premiers et deuxième arbres de cellule excitatrice (9, 10) sont disposés de manière parallèle les uns par rapport aux autres et/ou avec une orientation couchée.

6. Vibreur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la voie d'entrée d'ajustement (25) présente un arbre d'ajustement (19) relié de manière solidaire en rotation à l'entretoise (15) de l'engrenage à trains épicycloïdaux (12), qui peut être amené dans des positions de rotation différentes par un actionneur de réglage (20).
7. Vibreur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel est prévu en tant qu'actionneur de réglage (20) un cylindre à agent sous pression, qui s'engage au niveau de la voie d'entrée d'ajustement (25), réalisée sous la forme d'un vilebrequin, de l'engrenage à trains épicycloïdaux (12).
8. Vibreur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel sont associées à la voie d'entrée d'ajustement (25) des butées (21), qui spécifient des positions finales de rotation, entre les- 55

quelles la position de phase des balourds (4) peut être ajustée.

9. Vibreur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins un des éléments parmi la roue solaire (14), l'entretoise (15) et la couronne (16) de l'engrenage à trains épicycloïdaux (12), est réalisé de manière à pouvoir être ajusté en soi et présente deux éléments partiels pouvant être tournés l'un par rapport à l'autre, de préférence pouvant être bloqués l'un par rapport à l'autre dans des positions de rotation différentes. 5 10
10. Vibreur selon la revendication précédente, dans lequel la couronne (16) de l'engrenage à trains épicycloïdaux (12) comprend une partie de roue intérieure (16i) et une partie de roue extérieure (16a), qui sont réalisées de manière à pouvoir tourner l'une par rapport à l'autre, de préférence de manière à pouvoir être ajustées l'une par rapport à l'autre par l'intermédiaire de trous oblongs (26). 15 20
11. Vibreur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'unité d'ajustement (11) est logée dans un boîtier d'unité d'ajustement (13) réalisé de manière séparée du boîtier de cellules excitatrices (3), qui est fixé de manière amovible au niveau du boîtier de cellules excitatrices (3). 25
12. Vibreur selon la revendication précédente, dans lequel l'unité d'ajustement (11) est installée au niveau d'un côté extérieur du boîtier de cellules excitatrices (3) et forme une paroi de boîtier de cellules excitatrices et/ou une paroi de boîtier d'unité de répartition forme une paroi de séparation (27) entre la cellule excitatrice (2) et l'unité d'ajustement (11). 30 35
13. Vibreur selon l'une quelconque des deux revendications précédentes, dans lequel l'unité d'ajustement (11) est disposée au niveau d'un côté transversal du boîtier de cellules excitatrices (3), qui s'étend de manière sensiblement perpendiculaire par rapport aux axes de rotation des balourds (4). 40
14. Vibreur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'unité d'ajustement (11) et les moteurs d'entraînement (5, 6) servant à entraîner en rotation les balourds (4) sont disposés sur des côtés se faisant face du boîtier de cellules excitatrices (3). 45 50
15. Vibreur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'unité d'ajustement (11) forme un module autonome pouvant être démonté de manière séparée du boîtier de cellules excitatrices (3). 55
16. Utilisation d'un vibreur, qui est réalisé selon l'une

quelconque des revendications précédentes, servant à générer des vibrations au niveau d'une machine de construction telle qu'un engin de battage et/ou de forage, dans laquelle une cellule excitatrice du vibreur (1) est installée au niveau d'un joug de traction pouvant être ajusté.

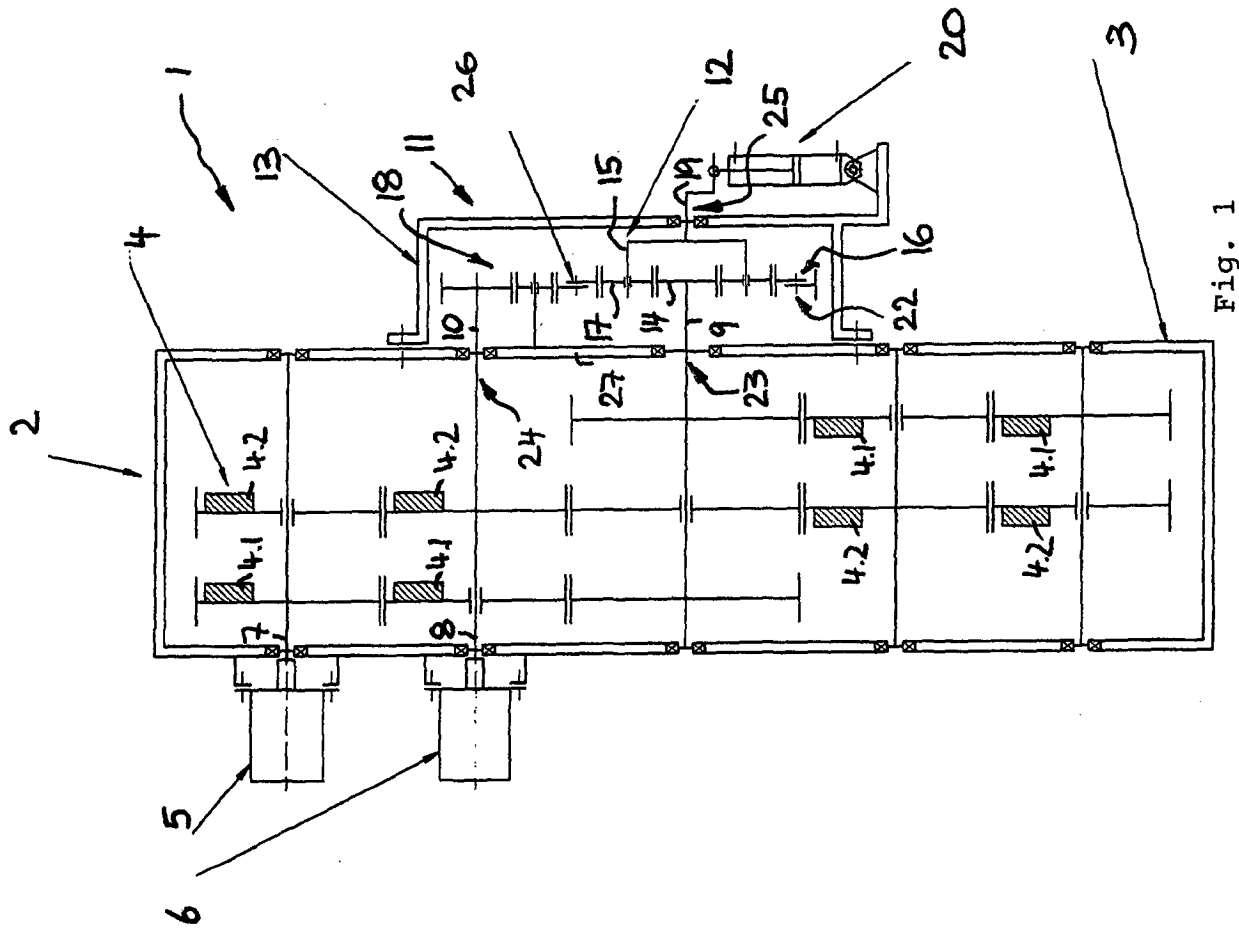


Fig. 1

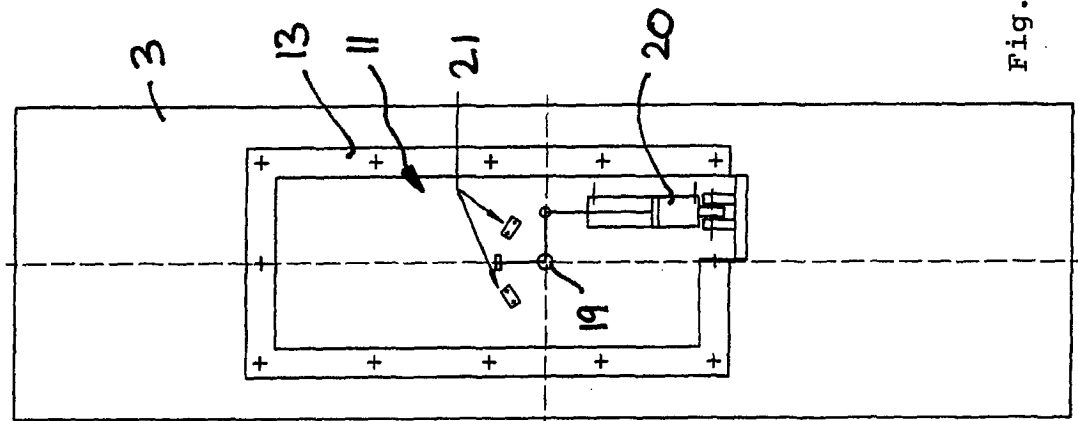


Fig. 2

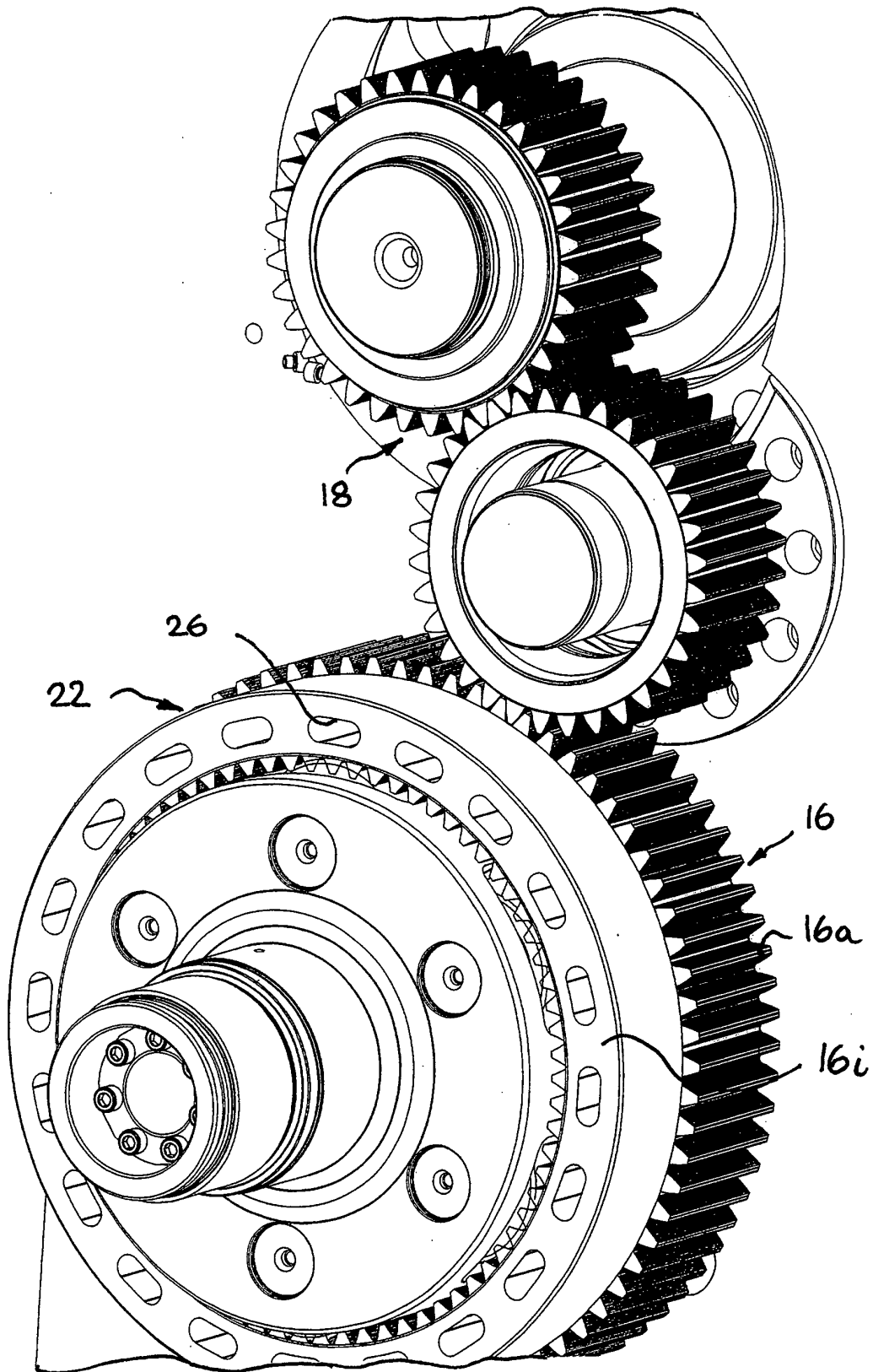


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0506722 B1 [0004] [0009]
- EP 1038068 B1 [0004]
- DE 4439170 A1 [0004] [0009]
- DE 102011100881 A1 [0004]
- EP 2158976 A1 [0004]
- DE 10356319 A1 [0004]
- DE 19920348 A1 [0004] [0009]
- WO 2009049576 A1 [0004] [0009]
- DE 19631991 B4 [0004]
- DE 102004013790 A [0006]
- WO 9108842 A [0007]
- DE 3148437 A1 [0008]
- EP 2158976 B1 [0009]