



(11)

**EP 2 158 976 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**14.08.2013 Patentblatt 2013/33**

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

(21) Anmeldenummer: **08015096.4**

(22) Anmeldetag: **27.08.2008**

(54) **Schwingungserzeuger**

Vibration creator

Dispositif de production de vibrations

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE FR GB NL**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**03.03.2010 Patentblatt 2010/09**

(73) Patentinhaber: **ABI Anlagentechnik-  
Baumaschinen-Industriebedarf  
Maschinenfabrik und Vertriebsgesellschaft mbH  
63843 Niedernberg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Heichel, Christian  
D-63843 Niedernberg (DE)**

• **Kleibl, Albrecht  
D-02747 Grosshennersdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Kötter, Ulrich  
Körnerstrasse 27  
58095 Hagen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A-99/58258 DE-A1- 19 639 789  
DE-U1-202007 005 283 FR-A- 1 093 952**

**EP 2 158 976 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 Erfindung betrifft einen Schwingungserzeuger nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Im Bauwesen werden Schwingungserzeuger verwendet, um Objekte, wie beispielsweise Profile, in den Boden einzubringen oder aus dem Boden zu ziehen oder auch um Bodenmaterial zu verdichten. Der Boden wird durch Vibration angeregt und erreicht so einen "pseudoflüssigen Zustand". Durch statische Auflast kann das Rammgut dann in den Baugrund gedrückt werden. Die Vibration ist gekennzeichnet durch eine lineare Bewegung und wird durch paarweise gegenläufig rotierende Unwuchten innerhalb eines Vibratorgetriebes generiert.

**[0003]** Die Schwingungserzeuger sind linear wirkende Schwingungserreger, deren Fliehkraft durch rotierende Unwuchten generiert wird. Diese Schwingungserreger bewegen sich mit veränderlicher Geschwindigkeit. Die Größe der Unwucht wird auch als statisches Moment benannt. Der Verlauf der Geschwindigkeit des linearen Schwingungserregers entspricht einer periodisch wiederkehrenden Funktion, insbesondere einer Sinusfunktion. Auf Grund des sinusförmigen Verlaufs der mittels der rotierenden Unwuchtmassen erzeugten Kraftwirkung wird eine zeitlich versetzt abwechselnd in und entgegen der Vortriebsrichtung wirkender Antrieb erzeugt. Diese wird letztlich durch statische Kräfte, insbesondere Eigengewicht und statische Auflasten bestimmt. Ohne die Überlagerung der Schwingung mit statischen Kräften würde sich das Rammgut nicht vorwärts bewegen, sondern lediglich vor- und zurückschwingen. Die Offenlegungsschrift DE 196 39 789 offenbart einen derartigen Schwingungserzeuger.

**[0004]** Der Rammvorgang mit dem vorgenannten sinusförmigen Kraftverlauf weist einen erheblichen Energieverbrauch auf, der durch Reibung des Rammguts im Boden zusätzlich vergrößert ist. Die für den Schwingungserzeuger aufgewandte Energie bewirkt praktisch keinen Vortrieb. Zur Beseitigung dieses Problems wurde vorgeschlagen, mehrere mit unterschiedlicher Drehzahl rotierende Gruppen von Unwuchtmassen zu koppeln. Der Kraftverlauf jeder Unwuchtgruppe beschreibt eine Sinuskurve. Die Addition der einzelnen Kraftverläufe ergibt in Summe einen Verlauf, bei dem die Beträge der Amplitude in der Richtung, in der sich die Kräfte überlagern, größer sind, als die Beträge der Amplitude in entgegen gesetzter Richtung. Dieser Lösungsansatz bewirkt einen erheblichen Vortrieb, wodurch die Effizienz des Rammvorgangs gesteigert ist. Der Effizienzgrad ist jedoch abhängig von der jeweiligen geforderten Drehzahl, der Rammgutmasse, dem Bauverfahren und den jeweiligen Bodenverhältnissen. Um die zur Verfügung stehende Antriebsleistung besser ausnutzen zu können und die im Boden generierten Schwingungen begrenzen zu können ist eine Vorrichtung erforderlich, die eine einfache Änderung des resultierenden statischen Moments wenigstens einer Wellengruppe ermöglicht. Das Doku-

ment DE 20 2007 005 283 offenbart einen Schwingungserzeuger, bei dem die Drehposition der Unwuchtmassen zueinander mittels eines Phasenschiebes verändert werden kann.

**[0005]** Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Schwingungserzeuger mit einer gerichteten Kraftwirkung in Vortriebsrichtung zu schaffen, bei dem eine Änderung des resultierenden statischen Moments wenigstens einer Wellengruppe auch während des Betriebs ermöglicht ist. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0006]** Mit der Erfindung ist ein Schwingungserzeuger mit gerichteter Kraftwirkung in Vortriebsrichtung geschaffen, bei dem eine Änderung des resultierenden Moments wenigstens einer Wellengruppe auch während des Betriebs ermöglicht ist.

**[0007]** Bei dem erfindungsgemäßen Schwingungserzeuger besteht die Möglichkeit, das statische Moment der einzelnen Wellengruppen unabhängig voneinander einzustellen. Hierdurch kann die Kennlinienform des Schwingungserzeugers dem Einzelfall angepasst werden. Ein und derselbe Schwingungserzeuger kann so bei gleicher Drehzahl der Antriebsmotoren durch Nullstellen des statischen Moments auf verschiedenen Wellengruppen verschiedene Frequenzen erzeugen.

**[0008]** Unter dem Begriff "Phasenschieber" ist nachfolgend eine Vorrichtung zu verstehen, welche geeignet ist, eine Verstellung der relativen Position zweier rotierender Objekte (wie beispielsweise Wellen oder Unwuchten) zueinander zu bewirken.

**[0009]** Mit dem Begriffe "Unwuchtgruppe" wird nachfolgend eine Anordnung von miteinander gekoppelten, auf wenigstens zwei gegenläufig rotierbaren Wellen angeordneten Unwuchten bezeichnet, die mit gleicher Drehzahl rotieren.

**[0010]** Unter dem Begriff "Wellengruppe" wird nachfolgend eine Anordnung von Wellen verstanden, die ständig miteinander mit gleicher Drehzahl zueinander gekoppelt sind. Auf einer Wellengruppe können mehrere Unwuchtgruppen angeordnet sein.

**[0011]** Vorteilhaft ist der Phasenschieber durch einen Schwenkmotor gebildet. Der Einsatz eines Schwenkmotors ermöglicht eine relative Verstellung der Unwuchtgruppen einer Wellengruppe zueinander, ohne das eine Umwandlung einer linearen Bewegung in eine Drehbewegung erforderlich ist, wodurch eine kompakte Bauweise erzielt ist.

**[0012]** Bevorzugt ist der Schwenkmotor ein Drehflügel-schwenkmotor, mit einer Schwenkmotorwelle und einem Schwenkmotorgehäuse, wobei sowohl die Schwenkmotorwelle als auch das Schwenkmotorgehäuse mit Unwuchten jeweils mindestens einer Wellengruppe verbunden ist und die Drehstellung des Schwenkmotorgehäuses relativ zur Schwenkmotorwelle veränderbar ist.

**[0013]** In Weiterbildung der Erfindung weist der

Schwenkmotor Mittel zur Arretierung des Schwenkmotorgehäuses mit der Schwenkmotorwelle auf. Durch die Mittel zur Arretierung des Schwenkmotorgehäuses mit der Schwenkmotorwelle wird eine Positionsveränderung durch interne Leckage vermieden. Da im arretierten Zustand des Schwenkmotorgehäuses der Hydraulikdruck gesenkt werden kann, werden die Dichtungen deutlich weniger beansprucht, was einen geringeren Verschleiß der Dichtungen zur Folge hat, da im drucklosen Zustand die Anpresskräfte deutlich geringer sind. Weiterhin wird eine Energieeinsparung bewirkt, da über den Zeitraum des Betriebs des Vibrators keine Verstellung bzw. Nachstellung des Schwenkmotors erforderlich ist. Weiterhin ist die erforderliche Regelung des Schwenkmotors vereinfacht.

**[0014]** In Ausgestaltung der Erfindung ist das Mittel zur Arretierung des Schwenkmotorgehäuses mit der Schwenkmotorwelle hydraulisch betätigbar. Hierdurch ist das Bremssystem an die bestehende Hydraulik anschließbar.

**[0015]** Bevorzugt ist das Mittel zur Arretierung des Schwenkmotorgehäuses mit der Schwenkmotorwelle durch eine Federdruck-Lamellenbremse gebildet. Derartige Lamellenbremsen beanspruchen lediglich einen geringen Bauraum.

**[0016]** In Weiterbildung der Erfindung sind zwei Wellengruppen angeordnet, auf denen mindestens zwei Unwuchtgruppen angeordnet sind, wobei die Wellengruppen derart mit dem wenigstens einem Antrieb verbunden sind, dass die Drehzahl der Wellengruppe die Hälfte der Drehzahl der Wellengruppe beträgt und dass das Verhältnis der statischen Momente der mit den Unwuchtgruppen versehenen Wellengruppen zwischen sechs zu eins und zehn zu eins beträgt. Durch die Kopplung wenigstens zweier Wellengruppen mit einem Drehzahlverhältnis von 2 : 1 und einem Verhältnis des statischen Moments von zwischen 6 : 1 und 10 : 1 wird durch Überlagerung der durch die rotierenden Unwuchten erzeugten sinusförmigen Kraftkennlinien eine gerichtete Kennlinie in Vortriebsrichtung erzeugt. In Vortriebsrichtung ergibt sich eine wesentlich größere Maximalkraft im Vergleich zur entgegengesetzten Richtung. Da beim Rammprozess der Boden der großen Beschleunigung in Rammrichtung nicht folgen kann, reißt das Rammgut bei jedem Vortriebsimpuls vom mitschwingenden Boden ab. Auf Grund dieser periodischen Entkopplung von Boden und Rammgut wird dem Baugrund weniger Energie zugeführt. Hierdurch wird weiterhin auch die Vibrationsbelastung der Umgebung deutlich reduziert.

**[0017]** Bevorzugt ist das statische Moment der ersten Wellengruppe acht Mal so groß wie das statische Moment der zweiten Wellengruppe. Hierdurch ist eine ausgeprägte Kraftspitze in Vortriebsrichtung bewirkt.

**[0018]** In alternativer Ausgestaltung der Erfindung sind drei Wellengruppen angeordnet, auf denen mindestens drei Unwuchtgruppen angeordnet sind, wobei die Wellengruppen derart mit dem wenigstens einem Antrieb verbunden sind, dass die Drehzahl der Wellengruppe die

Hälfte der Drehzahl der Wellengruppe und ein Drittel der Drehzahl der Wellengruppe beträgt und dass das Verhältnis der statischen Momente der mit den Unwuchtgruppen versehenen Wellengruppen zueinander im Wesentlichen 100 : 16,64 : 3,68 beträgt. Hierdurch wird die maximal wirkende Kraft durch eine weiter ausgeprägte Kraftspitze in Vortriebsrichtung erhöht, wodurch eine weitere Steigerung der Energieeffizienz, verbunden mit einer Beschleunigung des Rammprozesses, bewirkt ist.

**[0019]** In einer weiteren alternativen Ausgestaltung der Erfindung sind vier Wellengruppen angeordnet, auf denen mindestens vier Unwuchtgruppen angeordnet sind, wobei die Wellengruppen derart mit dem wenigstens einem Antrieb verbunden sind, dass das Verhältnis der Drehzahlen der Wellengruppen zueinander im Wesentlichen 1 : 2 : 3 : 4 beträgt und dass das Verhältnis der statischen Momente der mit den Unwuchtgruppen versehenen Wellengruppen) zueinander im Wesentlichen 100 : 18,72 : 5,6 : 1,38 beträgt. Hierdurch ist eine weitere Ausprägung des Kraftverlaufs in Vortriebsrichtung erzielt.

**[0020]** In Weiterbildung der Erfindung sind Mittel zur Verstellung der Wirkrichtung des Schwingungserzeugers vorgesehen. Hierdurch ist eine Anpassung des Schwingungserzeugers an unterschiedliche Prozessanforderungen wie beispielsweise Rammen und Ziehen ermöglicht.

**[0021]** In Ausgestaltung der Erfindung umfassen die Mittel zur Verstellung der Wirkrichtung einen Phasenschieber, über den die relative Position wenigstens zweier Wellengruppen zueinander im Betrieb veränderbar ist. Hierdurch ist eine Umstellung der Wirkrichtung ohne erforderliche Umbaumaßnahmen ermöglicht. Bevorzugt ist der Phasenschieber durch einen Schwenkmotor gebildet.

**[0022]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die wenigstens zwei Wellengruppen über Zahnräder mit dem Schwenkmotor verbunden, wobei eine Unwuchtgruppe mit dem Stator und eine Wellengruppe mit dem Rotor des Schwenkmotors verbunden ist. Hierdurch ist eine direkte Verstellung der Wellengruppen über den Schwenkmotor ermöglicht.

**[0023]** Vorteilhaft ist der Schwenkmotor ein Drehflügelschwenkmotor mit mehreren Flügeln. Dieser zeichnet sich gegenüber Schwenkmotoren mit einem Flügel durch mehrfach höheres Drehmoment und geringere Reibung aus.

**[0024]** Andere Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend im Einzelnen beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 die schematische Darstellung eines sechswelligen richtungsumschaltbaren gerichtet wirkenden Vibratorgetriebes mit verstellbarem statischen Moment;

Figur 2 die Darstellung des Vibratorgetriebes aus Fi-

gur 1 in kompakter Ausführung

- a) in der Ansicht von vorne
- b) in der Ansicht von hinten;

- Figur 3 die schematische Darstellung eines richtungsumschaltbaren Vibratorgetriebes mit acht Wellen;
- Figur 4 die Darstellung eines Drehflügelschwenkmotors im Schnitt und
- Figur 5 die Darstellung des Schwenkmotors aus Figur 4 im Querschnitt entlang der Linie V-V.

**[0025]** Die als Ausführungsbeispiel gewählten Schwingungserzeuger sind als Vibratorgetriebe ausgeführt. Solche Vibratoren bestehen im Wesentlichen aus einem Gehäuse, in dem mit Zahnrädern versehene Wellen drehbar gelagert sind. Die Zahnräder sind jeweils mit Unwuchtmassen versehen. Derartige Vibratorgetriebe mit drehbar gelagerten Unwuchtmassen sind dem Fachmann beispielsweise aus der DE 20 2007 006 283 U1 bekannt. Die nachfolgende Erläuterung der Ausführungsbeispiele beschränkt sich im Wesentlichen auf die Anordnung von Wellen und Unwuchtmassen.

**[0026]** Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 sind zwei Wellengruppen 1, 2 mit jeweils drei Wellen 11, 12, 13, 21, 22, 23 angeordnet, welche jeweils mit zwei Zahnrädern 112, 113, 122, 123, 132, 133, 212, 213, 222, 223, 232, 233 versehen sind, an denen wiederum jeweils Unwuchtmassen 111, 114, 121, 124, 131, 134, 211, 214, 221, 224, 231, 234 angeordnet sind. Die Anzahl an Wellen der Wellengruppen 1, 2 kann auch unterschiedlich gewählt sein. Zwischen den Wellengruppen 1, 2 ist ein Schwenkmotor 5 derart angeordnet, dass das Zahnrad 51 des Gehäuses (Stator) des Schwenkmotors 5 mit dem Zahnrad 113 im Eingriff ist und das Zahnrad 52 der Welle (Rotor) des Schwenkmotors 5 mit dem Zahnrad 212 im Eingriff ist. Durch relative Verschwenkung des Rotors gegenüber dem Stator ist nun die Einstellung einer Phasenverschiebung der Wellengruppe 2 relativ zu der Wellengruppe 1 ermöglicht, wodurch eine Veränderung der Wirkrichtung einstellbar ist. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Schwenkmotor 5 um einen Drehflügelschwenkmotor mit drei Flügeln.

**[0027]** Zusätzlich ist das Zahnrad 132 der Wellengruppe 1 mit dem Zahnrad 62 des Rotors eines weiteren Schwenkmotors 6 im Eingriff und das Zahnrad 133 der Wellen der Wellengruppe 1 mit dem Zahnrad 61 des Stators des Schwenkmotors 6 im Eingriff. In gleicher Art und Weise ist ein weiterer Schwenkmotor 7 mit seinen Zahnrädern 71, 72 mit den Zahnrädern 232, 233 der Welle 23 der Wellengruppe 2 im Eingriff. Durch die Schwenkmotoren 6, 7 ist zusätzlich eine Einstellung des statischen Moments der Wellengruppen 1, 2 ermöglicht. Es ergibt sich somit ein "voll verstellbarer Vibrator". Dieser besteht prinzipiell aus zwei Verstellvibratoren, bei denen das statische Moment unabhängig voneinander einstellbar ist und bei dem über den mittleren Schwenkmotor 5 die Pha-

senlage beider Wellengruppen beliebig gegeneinander verschoben werden kann. Die Baulänge dieses Vibratorgetriebes ist durch eine versetzte Anordnung der kleineren Wellen 21, 22, 23 der Wellengruppe 2 kürzer ausführbar.

**[0028]** Der Schwenkmotor 6 ist - wie auch die Schwenkmotoren 5 und 7 - im Wesentlichen gebildet durch eine Schwenkmotorwelle 60 und ein diese umgebendes Schwenkmotorgehäuse 610, an das umlaufend ein Zahnrad 61 angeformt ist, sowie zwei beidseitig des Schwenkmotorgehäuses angeordnete Verschlussdeckel 63. Zwischen der Schwenkmotorwelle 60 und dem Schwenkmotorgehäuse 610 ist ein Zwischenraum gebildet, der durch einen an der Schwenkmotorwelle 60 angeformten Rotorflügel 601 sowie durch einen an dem Schwenkmotorgehäuse 610 angeformten Statorflügel 612 unterteilt ist, so dass zwei Arbeitsräume 64a, 64b gebildet sind. Im Ausführungsbeispiel ist der Statorflügel 612 direkt auf der Innenseite des Zahnrades 61 angeformt, so dass das Schwenkmotorgehäuse 610 mit Zahnrad 61 und Statorflügel 612 einstückig ausgebildet sind. Zur Realisierung einer druckabhängigen Vorspannkraft der inneren Dichtungen des Schwenkmotors 6 ist in dem Statorflügel 612 ein Wechselventil 613 angeordnet, dessen Steuerkanäle beidseitig des Statorflügels in die Arbeitsräume 64a, 64b münden (vgl. Figur 5). Weiterhin sind längs in der Welle 60 Kanäle 602 zur Medienversorgung der Arbeitskammern und der Lamellenbremse 65 durch das Hydrauliksystem eingebracht. Neben dem Schwenkmotor ist auf der Schwenkmotorwelle 60 weiterhin ein Zahnrad 62 angeordnet.

**[0029]** Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 ist der Schwenkmotor mit einer Lamellenbremse 65 versehen. Die Lamellenbremse 65 besteht aus einem am Deckel 63 des Schwenkmotorgehäuses 610 befestigten Gehäuse 630, einer an der Welle 60 befestigten Nabe 606 und einem Kupplungsscheibenpaket 65. Werden die mit dem Gehäuse 630 kämmenden Kupplungsscheiben mechanisch durch Federkraft (oder alternativ hydraulisch) gegen die mit der Schwenkmotorwelle 60 verbundenen Nabe kämmenden Kupplungsscheiben gepresst, so ist eine Arretierung des Schwenkmotorgehäuses 610 mit der Schwenkmotorwelle 60 bewirkt.

**[0030]** Wird eine der Arbeitskammern 64a, 64b über die Hydraulikkanäle 602, geregelt über ein externes Wegeventil mit Überdruck beaufschlagt, so wird das Zahnrad 61 relativ zur Schwenkmotorwelle 60 und somit auch zu dem mit der Schwenkmotorwelle 60 drehfest verbundenen Zahnrad 62 verdreht.

**[0031]** Gleichermaßen werden die mit dem Zahnrad 61 des Schwenkmotorgehäuses 610 im Eingriff stehenden Zahnräder 133, 123, 113 in ihrer Drehposition verändert, so dass die Unwuchtmassen 134, 124, 114 einer Unwuchtgruppe gegenüber den Unwuchtmassen 131, 121, 111 der gegenüberliegenden Unwuchtgruppe verdreht werden, wodurch eine Veränderung der resultierenden Unwucht bewirkt ist.

**[0032]** In Figur 2 ist ein veränderter Aufbau der vorge-

nannten Anordnung der Wellengruppen (mit Schwenkmotoren 5, 6, 7) gezeigt, der eine deutliche Verkürzung der Baulänge zulässt, bei dem jedoch an Stelle von sechs Wellen acht Wellen erforderlich sind, was sich aber in einer geringeren Belastung der Wellenlager niederschlägt und Vorteile hinsichtlich der erzielbaren Fliehkraft, der Eignung für hohe Drehzahlen sowie einer geringeren Empfindlichkeit gegenüber großen Winkelbeschleunigungen mit sich bringt.

**[0033]** Zur Erzielung einer möglichst ausgeglichenen Kennlinienform kann eine zusätzliche Drehzahlstufe, deren Unwuchten mit dreifacher Drehzahl rotieren, eingesetzt werden. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 ist eine solche Anordnung dargestellt. Die Verstellung der Wirkrichtung erfolgt durch den Schwenkmotor 5, welcher die Wellengruppe 2 gegenüber der Wellengruppe 1, welche mit der Wellengruppe 3 gekoppelt ist, verstellt. Bei der Verstellung der Wirkrichtung bleibt die Winkelstellung der Wellengruppe 1 und Wellengruppe 3 zueinander unverändert. Durch den Schwenkmotor 5 ist die Verstellung der Wellengruppe 2 gegenüber den Anderen ermöglicht.

**[0034]** Der Schwenkmotor 6 dient der Verstellung der resultierenden Unwucht der Wellengruppe 1 durch Veränderung der relativen Position der durch die Unwuchten 111, 121, 131 gebildeten ersten Unwuchtgruppe gegenüber der durch die Unwuchten 114, 124, 134 gebildeten zweiten Unwuchtgruppe. Gleichsam dient der Schwenkmotor 7 der Verstellung der resultierenden Unwucht der Wellengruppe 2 und der Schwenkmotor 8 der Verstellung der resultierenden Unwucht der Wellengruppe 3.

**[0035]** Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 beträgt das Verhältnis der Drehzahlen der Wellengruppen 1, 2, 3 zueinander 1 : 2 : 3; das statische Moment der Wellengruppen 1, 2, 3 zueinander beträgt im Wesentlichen 100 : 16,64 : 3,68.

## Patentansprüche

1. Schwingungserzeuger, umfassend wenigstens zwei Wellengruppen, auf denen mindestens zwei Unwuchtgruppen angeordnet sind und die mit wenigstens einem Antrieb verbunden sind, durch den sie in Rotation versetzt werden, wobei die wenigstens zwei Wellengruppen (1, 2) derart mit dem wenigstens einem Antrieb verbunden sind, dass die Drehzahl wenigstens einer Wellengruppe (2) ein Mehrfaches der Drehzahl wenigstens einer weiteren Wellengruppe (1) beträgt und dass wenigstens zwei der mit den Unwuchtgruppen (101, 201) versehenen Wellengruppen (1, 2) zueinander ein unterschiedlich großes statisches Moment aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Wellengruppe (1, 2) mit einem Phasenschieber (6, 7) verbunden ist, über den das Statische Moment der Wellengruppe (1, 2) einstellbar ist, wobei Mittel zur Verstellung der Wirkrichtung des Schwingungserzeugers vorge-

sehen sind, welche einen weiteren Phasenschieber (5) umfassen, über den die relative Position wenigstens zweier Wellengruppen (1, 2) zueinander im Betrieb veränderbar ist.

2. Schwingungserzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Phasenschieber durch einen Schwenkmotor (6, 7) gebildet ist.
3. Schwingungserzeuger nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwenkmotor ein Drehflügelschwenkmotor ist, mit einer Schwenkmotorwelle (60) und einem Schwenkmotorgehäuse (610), wobei sowohl die Schwenkmotorwelle (60) als auch des Schwenkmotorgehäuse (610) mit Unwuchten wenigstens einer Wellengruppe verbunden ist und die Drehstellung des Schwenkmotorgehäuses (610) relativ zur Schwenkmotorwelle (60) veränderbar ist.
4. Schwingungserzeuger nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwenkmotor (6) Mittel (65) zur Arretierung des Schwenkmotorgehäuses (610) mit der Schwenkmotorwelle (60) aufweist
5. Schwingungserzeuger nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel (65) zur Arretierung des Schwenkmotorgehäuses (610) mit der Schwenkmotorwelle (60) hydraulisch betätigbar ist.
6. Schwingungserzeuger nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel zur Arretierung des Schwenkmotorgehäuses (610) mit der Schwenkmotorwelle (60) durch eine Federdruck-Lamellenbremse (65, 616, 630) gebildet ist.
7. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Wellengruppen angeordnet sind, auf denen mindestens zwei Unwuchtgruppen angeordnet sind, wobei die Wellengruppen (1, 2) derart mit dem wenigstens einem Antrieb verbunden sind, dass die Drehzahl der Wellengruppe (1) die Hälfte der Drehzahl der Wellengruppe (2) beträgt und dass das Verhältnis der statischen Momente der mit den Unwuchtgruppen (101, 201) versehenen Wellengruppen (1, 2) zwischen sechs zu eins und zehn zu eins beträgt.
8. Schwingungserzeuger nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das statische Moment der Wellengruppe (1) acht Mal so groß ist wie das statische Moment der Wellengruppe (2).
9. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** drei Wellengruppen angeordnet sind, auf denen mindestens drei Unwuchtgruppen angeordnet sind, wobei die

Wellengruppen (1, 2, 3) derart mit dem wenigstens einem Antrieb verbunden sind, dass die Drehzahl der Wellengruppe (1) die Hälfte der Drehzahl der Wellengruppe (2) und ein Drittel der Drehzahl der Wellengruppe (3) beträgt und dass das Verhältnis der statischen Momente der mit Unwuchtgruppen versehenen Wellengruppen (1, 2, 3) zueinander im Wesentlichen 100 : 16,64 : 3,68 beträgt.

10. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** vier Wellengruppen angeordnet sind, auf denen mindestens vier Unwuchtgruppen angeordnet sind, wobei die Wellengruppen (1, 2, 3, 4) derart mit dem wenigstens einem Antrieb verbunden sind, dass das Verhältnis der Drehzahlen der Wellengruppen (1, 2, 3, 4) zueinander 1 : 2 : 3 : 4 beträgt und dass das Verhältnis der statischen Momente der mit Unwuchtgruppen versehenen Wellengruppen (1, 2, 3, 4) zueinander im Wesentlichen 100 : 18,72 : 5,6 : 1,38 beträgt.
11. Schwingungserzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der weitere Phasenschieber als Schwenkmotor (5) ausgebildet ist.
12. Schwingungserzeuger nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Wellengruppen (1, 2) über Zahnräder (212, 113) mit dem Schwenkmotor (5) verbunden sind, wobei eine Wellengruppe mit dem Stator und eine Unwuchtgruppe mit dem Rotor des Schwenkmotors (5) verbunden ist.

## Claims

1. Vibration creator, comprising at least two shaft groups, on which at least two groups of unbalanced masses are arranged and which are connected by at least one drive unit by means of which they are set in rotation, where the at least two shaft groups (1, 2) are connected with the at least one drive unit in such a way that the speed of at least one shaft group (2) is a multiple of the speed of at least one other shaft group (1) and that at least two of the shaft groups (1, 2) on which the groups of unbalanced masses (101, 102) are arranged, have a different static moment with reference to one another, **characterised in that** at least one shaft group (1, 2) is connected to a phase adjuster (6, 7), by means of which the static moment of the shaft group (1, 2) can be adjusted, where means of adjusting the direction of action of the vibration creator are provided, which comprise a second phase adjuster (5) by means of which the relative position of at least two shaft groups (1, 2) can be changed during operation.
2. Vibration creator in accordance with claim 1, **characterised in that** the phase adjuster is formed by a swivel motor (6, 7).

**acterised in that** the phase adjuster is formed by a swivel motor (6, 7).

3. Vibration creator in accordance with claim 2, **characterised in that** the swivel motor is a blade-type swivel motor with a swivel-motor shaft (60) and a swivel-motor housing (610), where both the swivel-motor shaft (60) and the swivel-motor housing (610) are connected with the unbalanced masses of a least one shaft group and the position of rotation of the swivel-motor housing (610) can be altered with reference to the swivel-motor shaft (60).
4. Vibration creator in accordance with claim 2 or claim 3, **characterised in that** the swivel motor (6) has means (65) of locking the swivel-motor housing (610) with the swivel-motor shaft (60).
5. Vibration creator in accordance with claim 4, **characterised in that** the means (65) of locking the swivel-motor housing (610) with the swivel-motor shaft (60) are hydraulically activated.
6. Vibration creator in accordance with claim 4 or claim 5, **characterised in that** the means of locking the swivel-motor housing (610) with the swivel-motor shaft (60) are formed by a spring-activated multiple-disk brake (65, 616, 630).
7. Vibration creator in accordance with any of the claims 1 to 6, **characterised in that** two shaft groups are arranged on which at least two groups of unbalanced masses are arranged, where the shaft groups (1, 2) are connected with at least one drive unit in such a way that the speed of the shaft group (1) is half the speed of shaft group (2) and that the ratio of the static moments of the shaft groups (1, 2) on which the groups of unbalanced masses (101, 201) are arranged, is between six to one and ten to one.
8. Vibration creator in accordance with claim 7, **characterised in that** the static moment of the shaft group (1) is eight times greater than the static moment of the shaft group (2).
9. Vibration creator in accordance with any of the claims 1 to 6, **characterised in that** three shaft groups are arranged, on which at least three groups of unbalanced masses are arranged, where the shaft groups (1, 2, 3) are connected with at least one drive unit in such a way that the speed of the shaft group (1) is one half of the speed of the shaft group (2) and one third of the speed of the shaft group (3) and that the ratio of the static moments of the shaft groups (1, 2, 3) on which the groups of unbalanced masses are arranged is approximately 100 : 16,64 : 3,68.
10. Vibration creator in accordance with any of the

claims 1 to 6, **characterised in that** four shaft groups are arranged, on which at least four groups of unbalanced masses are arranged, where the shaft groups (1, 2, 3, 4) are connected with at least one drive unit in such a way that the ratio of the speeds of the shaft groups (1, 2, 3, 4) is 1 : 2 : 3 : 4 and that the ratio of the static moments of the shaft groups (1, 2, 3, 4) on which the groups of unbalanced masses are arranged is approximately 100 : 18,72 : 1,38.

11. Vibration creator in accordance with claim 1, **characterised in that** the other phase adjuster is formed as a swivel motor (5).
12. Vibration creator in accordance with claim 11, **characterised in that** the at least two shaft groups (1, 2) are connected with the swivel motor (5) by means of gear wheels (212, 113), where one shaft group is connected to the stator and one group of unbalanced masses is connected to the rotor of the swivel motor (5).

#### Revendications

1. Dispositif générateur de vibrations comprenant au moins deux groupes d'arbres sur lesquels sont agencés au moins deux groupes de masselottes et qui sont reliés avec au moins un entraînement les faisant entrer en rotation, sachant qu'au moins deux groupes d'arbres (1, 2) sont reliés avec au moins un entraînement de sorte que la vitesse d'au moins un groupe d'arbres (2) représente un multiple de la vitesse d'au moins un autre groupe d'arbres (1), et qu'au moins deux des groupes d'arbres (1, 2) équipés des groupes de masselottes (101, 102) présentent chacun des moments statiques différents l'un de l'autre, **caractérisé en ce qu'**au moins un groupe d'arbres (1, 2) est relié à un dispositif de décalage de phase (6, 7) via lequel il est possible de régler le moment statique du groupe d'arbres (1, 2), sachant que sont prévus des moyens destinés à déplacer la direction active du dispositif générateur de vibrations, lesquels moyens comprennent un autre dispositif de décalage de phase (5) via lequel il est possible de modifier en service la position relative mutuelle d'au moins deux groupes d'arbres (1, 2).
2. Dispositif générateur de vibrations selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de décalage de phase est formé par un moteur pivotant (6, 7).
3. Dispositif générateur de vibrations selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le moteur pivotant est un moteur à pales rotatives comprenant un arbre (60) de moteur pivotant et un carter (610) de moteur pivotant, sachant qu'aussi bien l'arbre (60) du mo-

teur pivotant que le carter (610) du moteur pivotant sont reliés aux masselottes d'au moins un groupe d'arbres et qu'il est possible de modifier la position de rotation du carter (610) du moteur pivotant relativement à l'arbre (60) du carter pivotant.

4. Dispositif générateur de vibrations selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le moteur pivotant (6) présente des moyens (65) permettant de retenir le carter (610) du moteur pivotant avec l'arbre (60) du moteur pivotant.
5. Dispositif générateur de vibrations selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le moyen (65) servant à retenir le carter (610) du moteur pivotant est actionnable hydrauliquement avec l'arbre (60) du moteur pivotant.
6. Dispositif générateur de vibrations selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** le moyen servant à retenir le carter (610) du moteur pivotant avec l'arbre (60) du moteur pivotant est formé par un frein à lamelles (65, 616, 630) sous pression d'un ressort.
7. Dispositif générateur de vibrations selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** sont agencés deux groupes d'arbres sur lesquels sont agencés au moins deux groupes de masselottes, sachant que les groupes d'arbres (1, 2) sont reliés de telle sorte avec au moins un entraînement que la vitesse du groupe d'arbres (1) représente la moitié de la vitesse du groupe d'arbres (2) que le rapport entre les moments statiques des groupes d'arbres (1, 2) équipés des groupes de masselottes (101, 201) est compris entre 6 : 1 et 10 : 1.
8. Dispositif générateur de vibrations selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le moment statique du groupe d'arbres (1) est huit fois plus important que le moment statique du groupe d'arbres (2).
9. Dispositif générateur de vibrations selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** sont agencés trois groupes d'arbres sur lesquels sont agencés au moins trois groupes de masselottes, sachant que les groupes d'arbres (1, 2, 3) sont reliés avec au moins un entraînement de sorte que la vitesse du groupe d'arbres (1) représente la moitié de la vitesse du groupe d'arbres (2) et un tiers de la vitesse du groupe d'arbres (3), et que le rapport mutuel entre moments statiques des groupes d'arbres (1, 2, 3) équipés des groupes de masselottes s'élève essentiellement à 100 : 16,64 : 3,68.
10. Dispositif générateur de vibrations selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** sont agencés quatre groupes d'arbres sur lesquels sont agencés au moins quatre groupes de masselottes,

sachant que les groupes d'arbres (1, 2, 3, 4) sont reliés avec un entraînement de telle sorte que le rapport mutuel entre vitesses des groupes d'arbres (1, 2, 3, 4) s'élève à 1 : 2 : 3 : 4 et que le rapport mutuel des moments statiques que présentent les groupes d'arbres (1, 2, 3, 4) équipés de groupes de masselottes s'élève essentiellement à 100 : 18,72 : 5,6 : 1,38. 5

11. Dispositif générateur de vibrations selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de décalage de phase suivant est configuré en moteur pivotant (5). 10

12. Dispositif générateur de vibrations selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'**au moins deux groupes d'arbres (1, 2) sont reliés au moteur pivotant (5) via des engrenages (212, 213), sachant qu'un groupe d'arbres est relié au stator et qu'un groupe de masselottes est relié au rotor du moteur pivotant (5). 15 20

25

30

35

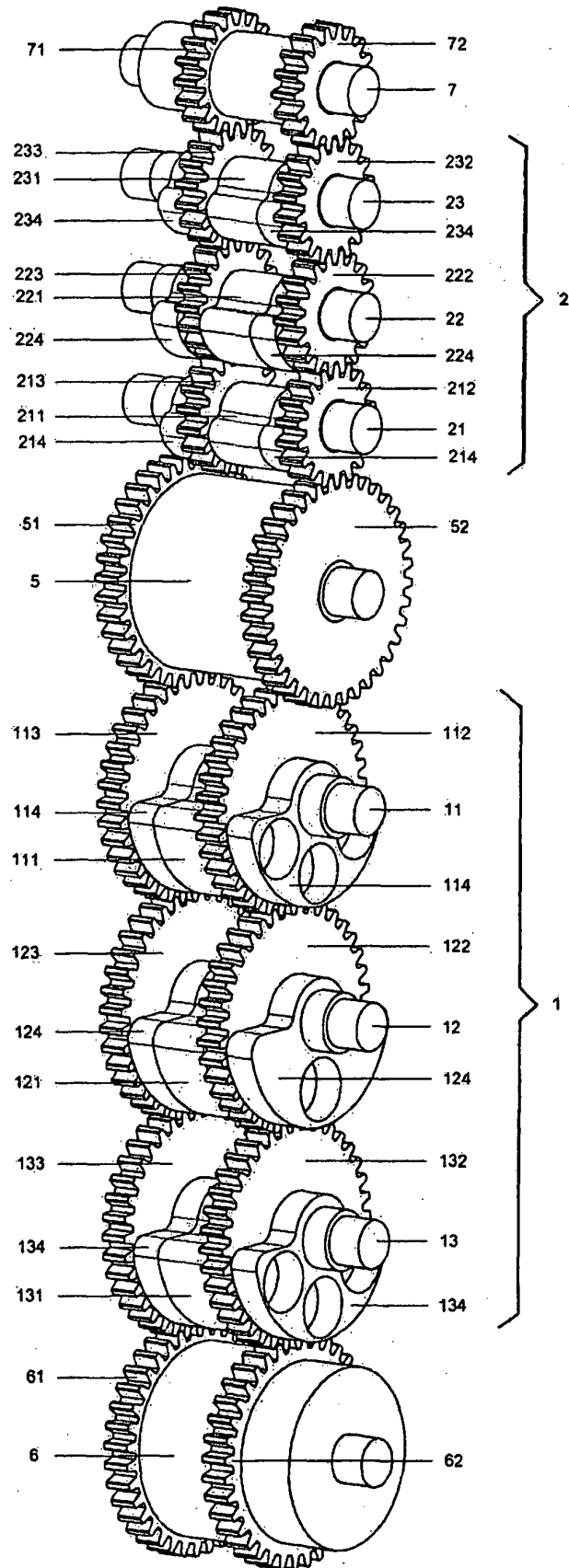
40

45

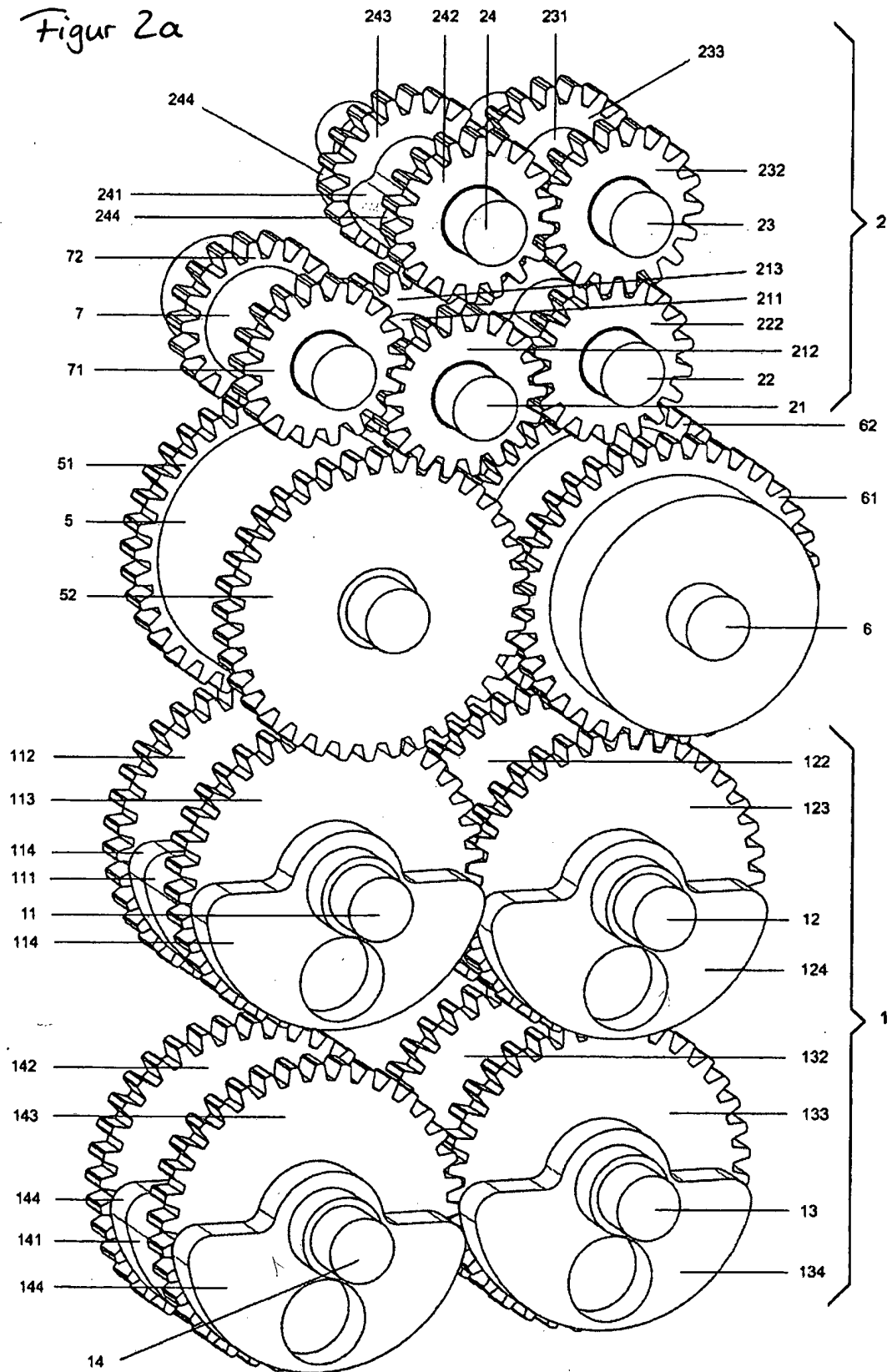
50

55

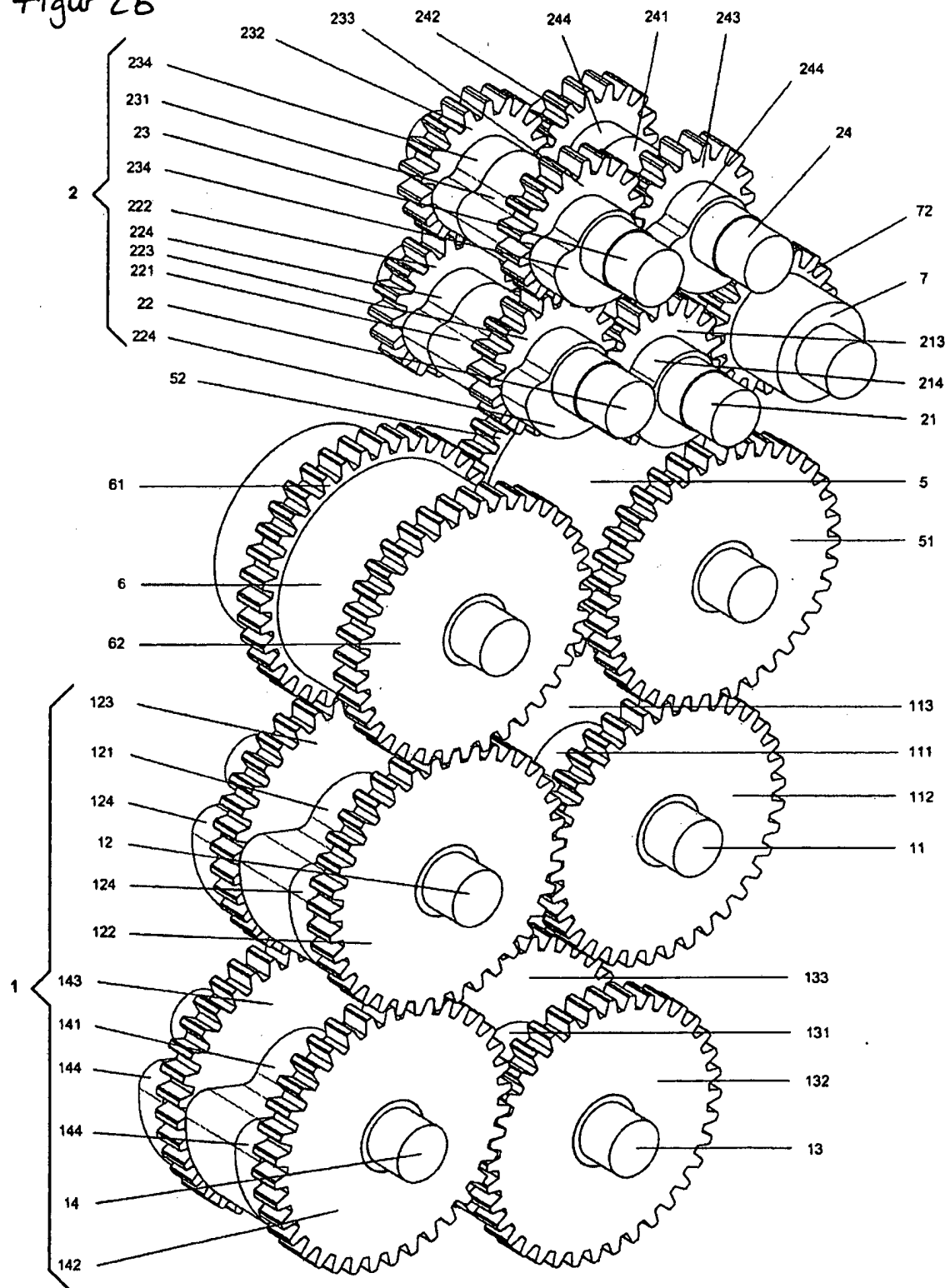
Figur 1



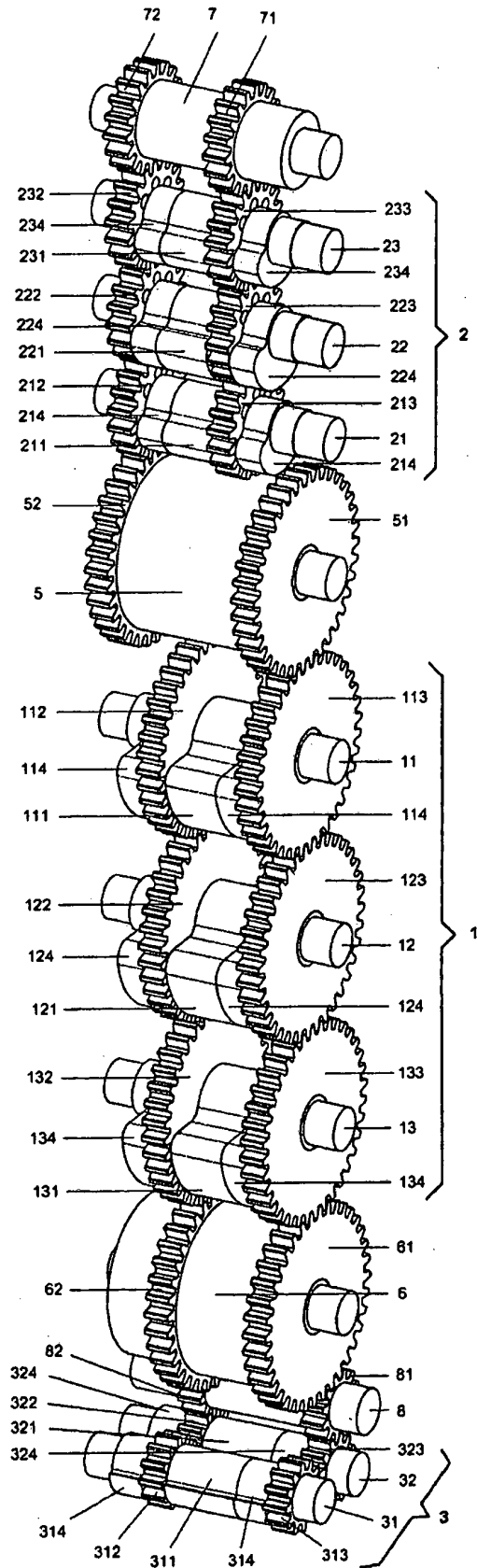
Figur 2a



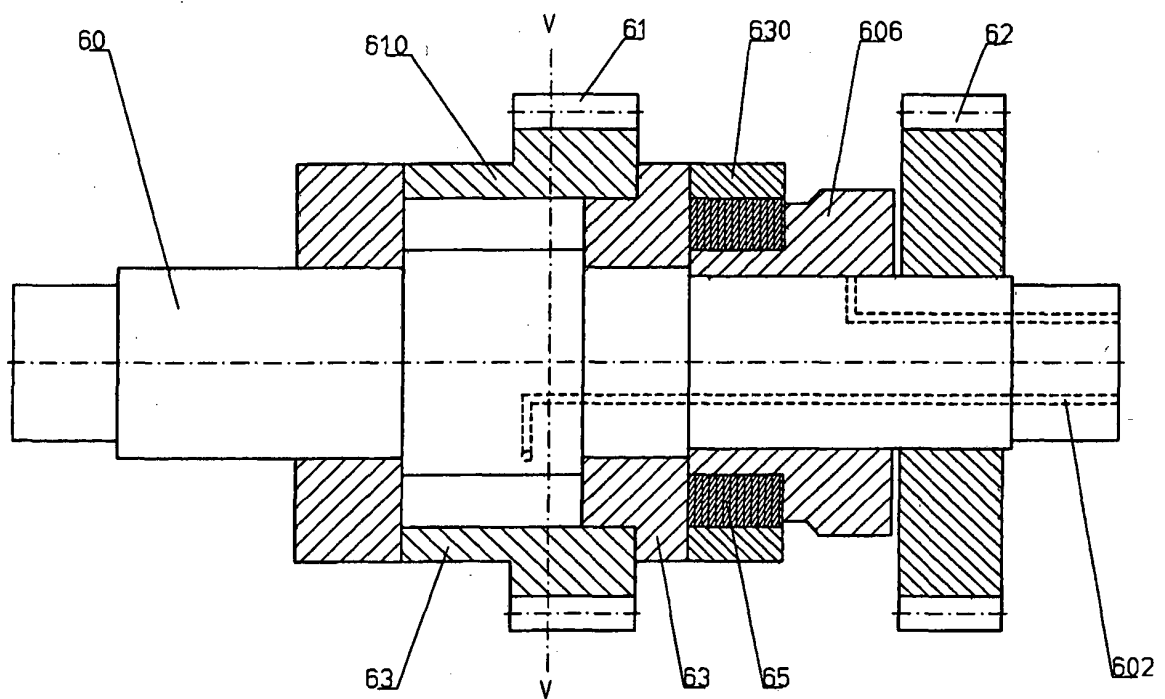
Figur 2b



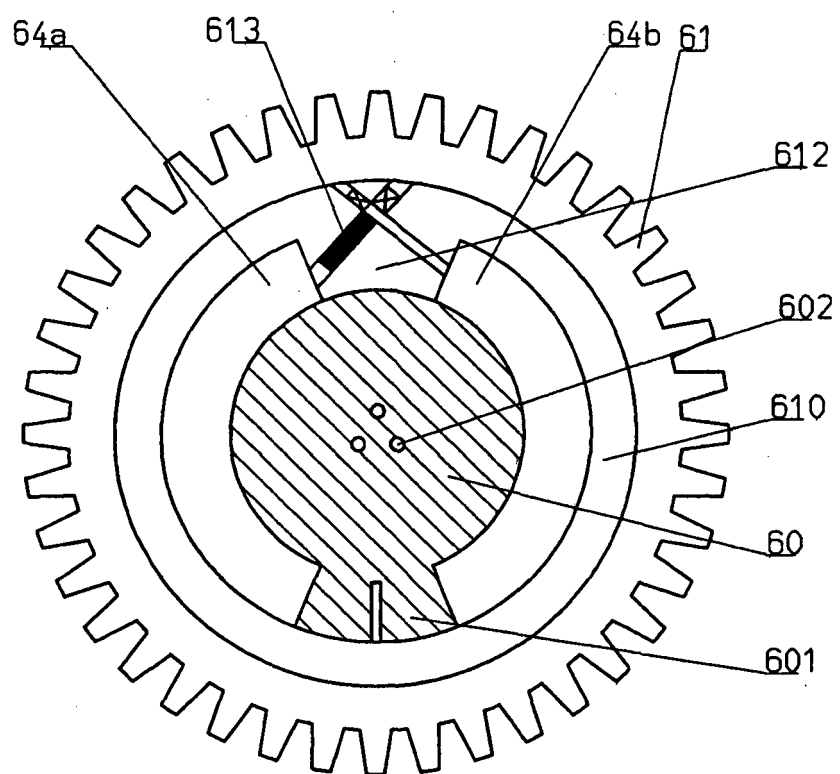
Figur 3



Figur 4



Figur 5



**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 19639789 [0003]
- DE 202007005283 [0004]
- DE 202007006283 U1 [0025]