(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 105 213 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.01.2018 Patentblatt 2018/04

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

(21) Anmeldenummer: **08103162.7**

(22) Anmeldetag: **28.03.2008**

(54) Schwingungserzeuger

Vibration creator

Dispositif de production de vibrations

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB NL

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.09.2009 Patentblatt 2009/40

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

(72) Erfinder:
- **Heichel, Christian**
  63843, Niedernberg (DE)
- **Kleibl, Albrecht Dr.**
  02747, Großhennersdorf (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Dörner & Kötter PartG mbB**
Körnerstrasse 27
58095 Hagen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 901 156
DE-A1- 19 639 789
DE-B- 1 458 580
DE-U1-202006 004 706
DE-U1-202007 003 532
FR-A- 1 093 952

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).

EP 2 105 213 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schwingungserzeuger nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Schwingungserzeuger nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 3 sowie einen Schwingungserzeuger nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 4.

[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 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. Nachteilig an den vorbekannten Systemen ist, dass der Rammvorgang mit dem vorgenannten sinusförmigen Kraftverlauf einen erheblichen Energieverbrauch aufweist, der durch Reibung des Rammguts im Boden zusätzlich vergrößert ist. Die für den Schwingungserzeuger aufgewandte Energie bewirkt praktisch keinen Vortrieb. In der DE 196 39 789 A1 ist ein Schwingungserzeuger gemäß dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1 ist beschrieben. Ein Schwingungserzeuger, insbesondere für schwingende Bahnen, Siebwerke, schrägverzahnte Förderbänder, schwingende Tische und ähnliche Maschinen ist in der FR 1 093 952 A offenbart.

[0004] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Schwingungserzeuger zu schaffen, der eine gerichtete Kraftwirkung in Vortriebsrichtung ermöglicht. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0005] Mit der Erfindung ist ein Schwingungserzeuger geschaffen, der eine gerichtete Kraftwirkung in Vortriebsrichtung ermöglicht. 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. 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.

[0006] Die vorliegende Aufgabe wird weiterhin durch die Merkmale des Patentanspruchs 3 gelöst. Durch den Einsatz von drei Wellengruppen, auf denen mindestens drei Unwuchtgruppen angeordnet sind, wobei die Wellengruppen ein Drehzahlverhältnis von 1 : 2 : 3 aufweisen und das Verhältnis der statischen Momente der Wellengruppen zueinander im Wesentlichen 100 : 16,64 : 3,68 beträgt, wird die maximal wirkende Kraft durch eine weiter ausgeprägte Kraftspitze in Vortriebsrichtung erhöht. Hierdurch ist eine weitere Steigerung der Energieeffizienz, verbunden mit einer Beschleunigung des Rammprozesses, bewirkt.

[0007] Die gestellte Aufgabe wird weiterhin durch die Merkmale des Patentanspruchs 4 gelöst. Durch den Einsatz von vier Wellengruppen, auf denen mindestens vier Unwuchtgruppen angeordnet sind, wobei das Drehzahlverhältnis der Wellengruppen zueinander im Wesentlichen 1 : 2 : 3 : 4 beträgt und das Verhältnis der statischen Momente der Wellengruppen zueinander im Wesentlichen 100 : 18,72 : 5,6 : 1,38 beträgt, ist eine weitere Ausprägung des Kraftverlaufs in Vortriebsrichtung erzielt.

[0008] Dadurch, dass Mittel zur Verstellung der Wirkrichtung des Schwingungserzeugers vorgesehen sind, ist eine Anpassung des Schwingungserzeugers an unterschiedliche Prozessanforderungen wie beispielsweise Rammen und Ziehen ermöglicht. Dabei umfassen die Mittel zur Verstellung der Wirkrichtung einen Schwenkmotor, über den die Phasenlage wenigstens zweier mit unterschiedlicher Drehzahl rotierender Unwuchtgruppen zueinander veränderbar ist, wodurch ist eine Umstellung der Wirkrichtung ohne erforderliche Umbaumaßnahmen ermöglicht ist.

[0009] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die wenigstens zwei Unwuchtgruppen über Zahnräder mit dem Schwenkmotor verbunden, wobei wenigstens eine Unwuchtgruppe mit dem Stator und wenigstens eine Unwuchtgruppe mit dem Rotor des Schwenkmotors verbunden ist. Hierdurch ist eine direkte Verstellung der Unwuchtgruppen über den Schwenkmotor ermöglicht.

[0010] Vorteilhaft ist der Schwenkmotor ein Drehflügelschwenkmotor mit einem Flügel. Dieser zeichnet sich

gegenüber den 180 Grad verstellbaren Schwenkmotoren durch mehrfach höheres Drehmoment und geringere Reibung aus. Alternativ kann der Schwenkmotor auch ein Schwenkmotor mit Steilgewinde sein.

[0011] 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 Getriebes eines Schwingungserzeugers für gerichtetes Vibrieren mit zwei Wellengruppen;

Figur 2 das Vibrationsgetriebe aus Figur 1 mit zusätzlichem Schwenkmotor zur Richtungsumschaltung;

Figur 3 die schematische Darstellung eines gerichtet wirkenden Getriebes mit zwei Wellengruppen, jeweils bestehend aus drei Wellen;

Figur 4 die schematische Darstellung verschiedener Varianten gerichtet wirkender Vibratorgetriebe mit:

a) sechswelliger, kurzer Bauform;
b) siebenwelliger, einfacher Bauform;
c) siebenwelliger, kurzer Bauform;

Figur 5 die schematische Darstellung gerichtet wirkender, richtungsumschaltbarer Vibratorgetriebe mit

a) sechswelliger, einfacher Bauform;
b) sechswelliger, kurzer Bauform;

Figur 6 die Darstellung des Vibratorgetriebes aus Figur 5 in kompakter Aus-führung und

Figur 7 die schematische Darstellung eines richtungsumschaltbaren Vibratorgetriebes mit acht Wellen.

[0012] 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.

[0013] Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 sind zwei Wellengruppen 1, 2 angeordnet. Die Wellen 11, 12 der Wellengruppe 1 sind mit Zahnrädern 112, 122 versehen, an denen Unwuchtmassen 111, 121 angeordnet sind. Die Unwuchtmassen 111, 121 sind im Ausführungsbeispiel gleichartig ausgeführt. Die Wellen 21, 22 der Wellengruppe 2 sind gleichsam mit Zahnrädern 212, 222 versehen, an denen gleichartige Unwuchtmassen 211, 221 angeordnet sind. Die Zahnräder 112, 122, 212, 222 sind derart ausgeführt, dass bei Rotation die Drehzahl der Wellen 21, 22 der Wellengruppe 2 doppelt so groß ist, wie die Drehzahl der Wellen 11, 12. Die Unwuchtmassen 111, 121, 211, 221 sind derart angeordnet, dass das statische Moment der Wellengruppe 1 acht Mal so groß ist wie das statische Moment der Wellengruppe 2.

[0014] Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 ist zusätzlich ein Schwenkmotor 5 angeordnet, dessen Stator ein Zahnrad 51 und dessen Rotor ein Zahnrad 52 aufweist. Die Wellengruppen 1, 2 sind derart über den Schwenkmotor 5 miteinander verbunden, dass das Zahnrad 112 der Welle 11 mit dem Zahnrad 52 des Schwenkmotors 5 im Eingriff steht; die Zahnräder 212, 222 der Wellengruppe 2 stehen mit dem Zahnrad 51 des Schwenkmotors 5 im Eingriff. Durch relative Verschwenkung des Rotors gegenüber dem Stator ist nun die Einstellung einer Phasenverschiebung der Schwingungen der Wellengruppe 2 relativ zu den Schwingungen der Wellengruppe 1 ermöglicht, wodurch eine Richtungsveränderung einstellbar ist. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Schwenkmotor 5 um einen Drehflügelschwenkmotor mit einem Flügel.

[0015] Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 sind die Wellengruppen 1, 2 aus jeweils drei Wellen 11, 12, 13, 21, 22, 23 gebildet, welche jeweils mit Unwuchtmassen 111, 121, 131, 211, 221, 231 versehen sind. Die Unwuchtmassen 111, 121 und 131 bilden die Unwuchtgruppe 101, die Unwuchtmassen 211, 221 und 232 bilden die Unwuchtgruppe 201. Die Zahnräder 112, 122, 132, 212, 222, 232 der Wellen 11, 12, 13, 21, 22, 23 sind wiederum derart gewählt, dass bei Rotation die Wellen der Wellengruppe 2 die doppelte Drehzahl aufweisen, wie die Wellen der Wellengruppe 1. Durch Versatz der Wellen 21, 22, 23 der Wellengruppe 2 ist eine kompaktere Bauweise erzielbar (vgl. Figur 4 a)). Die Anzahl an Wellen der Wellengruppen 1, 2 kann auch unterschiedlich gewählt sein. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 b) ist eine zusätzliche Welle 24 mit entsprechender Unwuchtmasse 241 hinzugefügt. Durch versetzte Anordnung der Wellen 21, 22, 23, 24 der Wellengruppe 2 ist wiederum eine kompakte Bauweise erzielbar (vgl. Figur 4 c)).

[0016] Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 ist zwischen den Wellen 11, 12, 13 der Wellengruppe 1 und den Wellen 21, 22, 23 der Wellengruppe 2 ein Schwenkmotor 5 angeordnet. Die Unwuchtmassen 111, 121 und 131 bilden die Unwuchtgruppe 101, die Unwuchtmassen 211, 221 und 232 bilden die Unwuchtgruppe 201. Dabei sind die Zahnräder 112, 122, 132 der Wellengruppe 1 mit dem Zahnrad 51 des Stators des Schwenkmotors 5 im Eingriff und die Zahnräder 212, 222, 232 der Wellengruppe 2 sind mit dem Zahnrad 52 des Rotors des Schwenkmotors 5 im Eingriff. Durch relative Verdrehung von Stator und Rotor des Schwenkmotors 5 ist so wiederum eine Umschaltung der Wirkrichtung ermöglicht. Durch versetzte Anordnung der Wellen der Wellengruppe 2 ist wiederum eine kompaktere Bauhöhe erzielbar

(vgl. Figur 5 b)). Im Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Schwenkmotor 5 um einen Drehflügelschwenkmotor mit drei Flügeln.

[0017] In Figur 6 ist ein veränderter Aufbau der vorgenannten Anordnung gemäß Figur 5 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.

[0018] Zur Erzielung einer möglichst ausgeglichenen Kennlinienform kann eine zusätzliche Drehzahlstufe, deren Unwuchten mit dreifacher Drehzahl rotieren, eingesetzt werden. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 7 ist eine solche Anordnung basierend auf der Getriebekonzeption gemäß Figur 5 dargestellt. Diese fällt geringfügig breiter aus, da das untere große Zahnrad 132, das die beiden nebeneinander angeordneten Wellen 31, 32 antreibt, gegenüber der Getriebemitte verschoben ist. Bei der Verstellung der Wirkrichtung bleibt die Winkelstellung der langsamen Unwuchten 111, 121, 131 und schnellen Unwuchten 311, 321 zueinander unverändert. Durch den Schwenkmotor 5 ist die Verstellung der Unwuchten 211, 221, 231 mittlerer Geschwindigkeit gegenüber den Anderen ermöglicht.

[0019] Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 7 beträgt das Verhältnis der Drehzahlen der Wellengruppen 1, 2, 3 zueinander etwa 1 : 2 : 3; das statische Moment der Wellengruppen 1, 2, 3 zueinander beträgt im Wesentlichen 100 : 16,64 : 3,68.

[0020] Mit Hilfe vorgenannten und beanspruchten Verhältnisse der Drehzahlen beziehungsweise der statischen Momente zueinander ist eine sehr effektive Kraftwirkung in Vorschubrichtung erzielbar. Diese Wirkung lässt sich auch bei geringer Abänderung der Verhältniszahlen im Bereich bis zu zehn Prozent erzielen, jedoch unter Effizienzeinbuße. Derartige Modifikationen der Verhältnisse der Drehzahlen beziehungsweise der statischen Momente zueinander sind von den Patentansprüchen, in denen die Verhältniszahlen mit dem Zusatz "im Wesentlichen" angegeben sind, ebenfalls umfasst.

Patentansprüche

1. Schwingungserzeuger, umfassend zwei Wellengruppen, auf denen mindestens zwei Unwuchtgruppen angeordnet sind und die mit wenigstens einen Antrieb verbunden sind, durch den sie in Rotation versetzt werden, wobei die Wellengruppen (1, 2) derart mit dem wenigstens einem Antrieb verbunden sind, dass das Verhältnis der Drehzahlen der Wellengruppen (1, 2) zueinander im Wesentlichen 1 : 2 beträgt, **dadurch gekennzeichnet, 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, wobei Mittel zur Verstellung der Wirkrichtung des Schwingungserzeugers vorgesehen sind, welche Mittel zur Verstellung der Wirkrichtung einen Schwenkmotor (5) umfassen, über den die Phasenlage wenigstens zweier mit unterschiedlicher Drehzahl rotierender Unwuchtgruppen (101, 201) zueinander verändert wird.

2. Schwingungserzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das statische Moment der Wellengruppe (1) acht Mal so groß ist wie das statische Moment der Wellengruppe (2).

3. Schwingungserzeuger, umfassend drei Wellengruppen, auf denen mindestens drei Unwuchtgruppen angeordnet sind und die mit wenigstens einen Antrieb verbunden sind, durch den sie in Rotation versetzt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wellengruppen (1, 2, 3) derart mit dem wenigstens einem Antrieb verbunden sind, dass das Verhältnis der Drehzahlen der Wellengruppen (1, 2, 3) zueinander im Wesentlichen 1 : 2 : 3 beträgt und dass das Verhältnis der statischen Momente der mit den Unwuchtgruppen (101, 201, 301) versehenen Wellengruppen (1, 2, 3) zueinander 100 : 16,64 : 3,68 beträgt, wobei Mittel zur Verstellung der Wirkrichtung des Schwingungserzeugers vorgesehen sind, welche Mittel zur Verstellung der Wirkrichtung einen Schwenkmotor (5) umfassen, über den die Phasenlage wenigstens zweier mit unterschiedlicher Drehzahl rotierender Unwuchtgruppen (101, 201) zueinander verändert wird.

4. Schwingungserzeuger, umfassend vier Wellengruppen, auf denen mindestens vier Unwuchtgruppen angeordnet sind und die mit wenigstens einen Antrieb verbunden sind, durch den sie in Rotation versetzt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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 im Wesentlichen 1 : 2 : 3 : 4 beträgt und dass das Verhältnis der statischen Momente der mit den Unwuchtgruppen (101, 201, 301, 401) versehenen Wellengruppen (1, 2, 3, 4) zueinander 100 : 18,72 : 5,6 : 1,38 beträgt, wobei Mittel zur Verstellung der Wirkrichtung des Schwingungserzeugers vorgesehen sind, welche Mittel zur Verstellung der Wirkrichtung einen Schwenkmotor (5) umfassen, über den die Phasenlage wenigstens zweier mit unterschiedlicher Drehzahl rotierender Unwuchtgruppen (101, 201) zueinander verändert wird.

5. Schwingungserzeuger nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Unwuchtgruppen (101, 201) über Zahnräder (232, 112) mit dem Schwenkmotor (5)

verbunden sind, wobei eine Unwuchtgruppe (13) mit dem Stator und wenigstens eine Unwuchtgruppe (101) mit dem Rotor des Schwenkmotors (5) verbunden ist.

6. Schwingungserzeuger nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwenkmotor (5) ein Drehflügelschwenkmotor oder ein Schwenkmotor mit Steilgewinde ist.

Claims

1. Vibration generator, comprising two shaft groups, on which at least two groups of unbalanced masses are arranged and which are connected to at least one drive unit by means of which they are set in rotation, where the shaft groups (1, 2) are connected to the one or more drive units in such a way that the ratio of the speed of one shaft group (1, 2) to that of the other is essentially 1 : 2, **characterised in that** the ratio of the static moments of the shaft groups (1, 2) fitted with the groups of unbalanced masses (101, 201) is between 6 : 1 and 10 : 1, where means of adjusting the direction of action of the vibration generator are provided, which means of adjusting the direction of action comprise a swivel motor (5), by means of which the phasing of at least two groups of unbalanced masses (101, 201) rotating at different speeds from each other is changed.

2. Vibration generator in accordance with claim 1, **characterised in that** the static moment of the shaft group (1) is eight times the static moment of the shaft group (2).

3. Vibration generator, comprising three shaft groups, on which at least three groups of unbalanced masses are arranged and which are connected to at least one drive unit by means of which they are set in rotation, **characterised in that** the shaft groups (1, 2, 3) 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) is essentially 1 : 2 : 3 and that the ratio of the static moments of the shaft groups (1, 2, 3) on which the groups of unbalanced masses (101, 201, 301) are arranged is approximately 100 : 16,64 : 3,68, where means of adjusting the direction of action of the vibration generator are provided, which means of adjusting the direction of action comprise a swivel motor (5), by means of which the phasing of at least two groups of unbalanced masses (101, 201) rotating at different speeds from each other is changed.

4. Vibration generator, comprising four shaft groups, on which at least four groups of unbalanced masses are arranged and which are connected to at least one drive unit by means of which they are set in rotation, **characterised in that** 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 approximately 1 : 2 : 3 : 4 and that the ratio of the static moments of the shaft groups on (1, 2, 3,4) on which the groups of unbalanced masses (101, 201, 301, 401) are arranged is approximately 100 : 18,72 : 5,6 :1,38, where means of adjusting the direction of action of the vibration generator are provided, which means of adjusting the direction of action comprise a swivel motor (5), by means of which the phasing of at least two groups of unbalanced masses (101, 201) rotating at different speeds from each other is changed.

5. Vibration generator in accordance with any one of the foregoing claims, **characterised in that** the at least two groups of unbalanced masses (101, 201) are connected to the swivel motor (5) by means of gear wheels (232, 112), where one group of unbalanced masses (13) is connected to the stator and at least one group of unbalanced masses (101) is connected to the rotor of the swivel motor (5).

6. Vibration generator in accordance with any one of the foregoing claims, **characterised in that** the swivel motor (5) is a blade-type swivel motor or a swivel motor with a coarse-pitch thread.

Revendications

1. Dispositif générateur de vibrations comprenant 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 que les groupes d'arbres (1, 2) sont reliés avec cet au moins un entraînement de sorte que le rapport mutuel entre les vitesses des groupes d'arbres (1, 2) s'élève essentiellement à 1 : 2, **caractérisé en ce que** le rapport mutuel entre les moments statiques des groupes d'arbres (1, 2) équipés des groupes de masselottes (101, 201) s'élève entre 6 : 1 et 10 : 1, sachant que sont prévus des moyens destinés à déplacer la direction active du dispositif générateur de vibrations, lesquels moyens destinés à déplacer la direction active comprennent un moteur pivotant (5) qui permet de modifier la position réciproque des phases d'au moins deux groupes de masselottes (101, 201) tournant à des vitesses différentes.

2. Dispositif générateur de vibrations selon la revendication 1, **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).

3. Dispositif générateur de vibrations comprenant trois groupes d'arbres sur lesquels sont agencés au moins trois groupes de masselottes et qui sont reliés avec au moins un entraînement les faisant entrer en rotation, **caractérisé en ce que** sont agencés les groupes d'arbres (1, 2, 3) sont reliés avec au moins un entraînement de sorte que le rapport mutuel entre les vitesses des groupes d'arbres (1, 2, 3) s'élève essentiellement à 1 : 2 : 3 et que le rapport mutuel entre moments statiques des groupes d'arbres (1, 2, 3) équipés des groupes de masselottes (101, 201, 301) s'élève essentiellement à 100 : 16,64 : 3,68, sachant que sont prévus des moyens destinés à déplacer la direction active du dispositif générateur de vibrations, lesquels moyens destinés à déplacer la direction active comprennent un moteur pivotant (5) qui permet de modifier la position réciproque des phases d'au moins deux groupes de masselottes (101, 201) tournant à des vitesses différentes.

4. Dispositif générateur de vibrations comprenant quatre groupes d'arbres sur lesquels sont agencés au moins quatre groupes de masselottes et qui sont reliés avec au moins un entraînement les faisant entrer en rotation, **caractérisé en ce que** les groupes d'arbres (1, 2, 3, 4) sont reliés avec au moins un entraînement de sorte que le rapport mutuel entre les vitesses des groupes d'arbres (1, 2, 3, 4) s'élève essentiellement à 1 : 2 : 3 : 4 et que le rapport mutuel entre les moments statiques des groupes d'arbres (1, 2, 3, 4) équipés des groupes de masselottes (101, 201, 301, 401) s'élève à 100 : 18,72 : 5,6 : 1,38, sachant que sont prévus des moyens destinés à déplacer la direction active du dispositif générateur de vibrations, lesquels moyens destinés à déplacer la direction active comprennent un moteur pivotant (5) qui permet de modifier la position réciproque des phases d'au moins deux groupes de masselottes (101, 201) tournant à des vitesses différentes.

5. Dispositif générateur de vibrations selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins deux groupes de masselottes (101, 201) sont reliés au moteur pivotant (5) via des engrenages (232, 112), sachant qu'un groupe de masselottes (13) est relié au stator et qu'au moins un groupe de masselottes (101) est relié au rotor du moteur pivotant (5).

6. Dispositif générateur de vibrations selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le moteur pivotant (5) est un moteur pivotant à palettes rotatives ou un moteur pivotant à pas rapide.

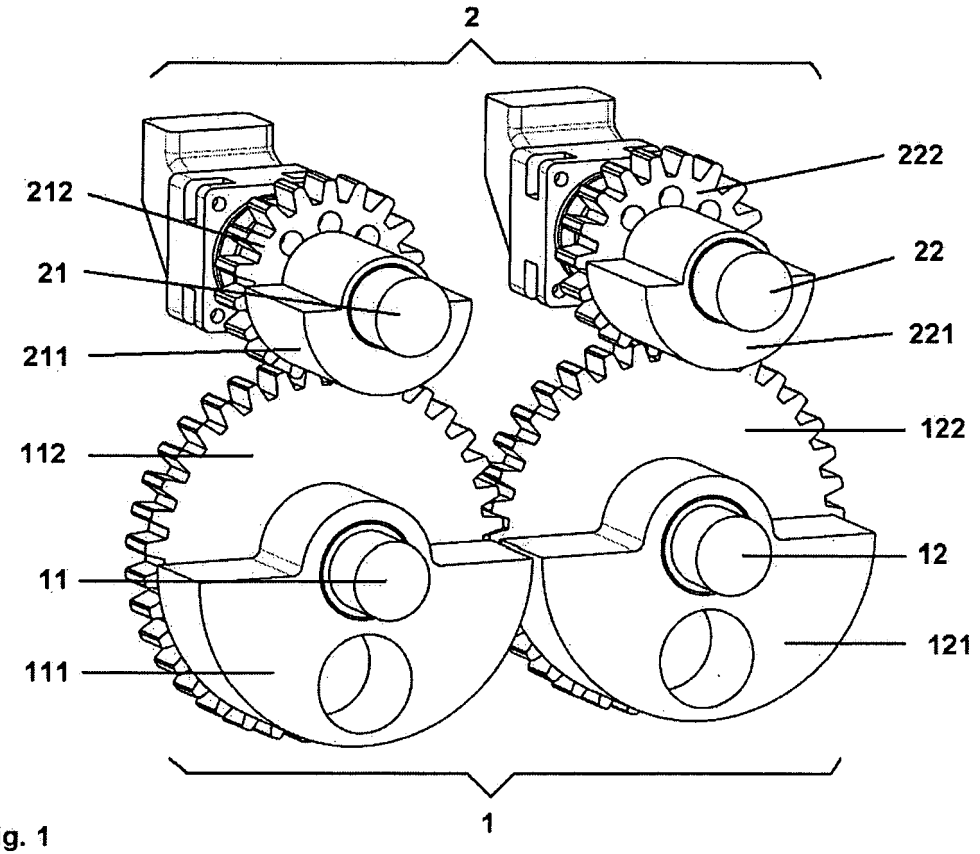


Fig. 1

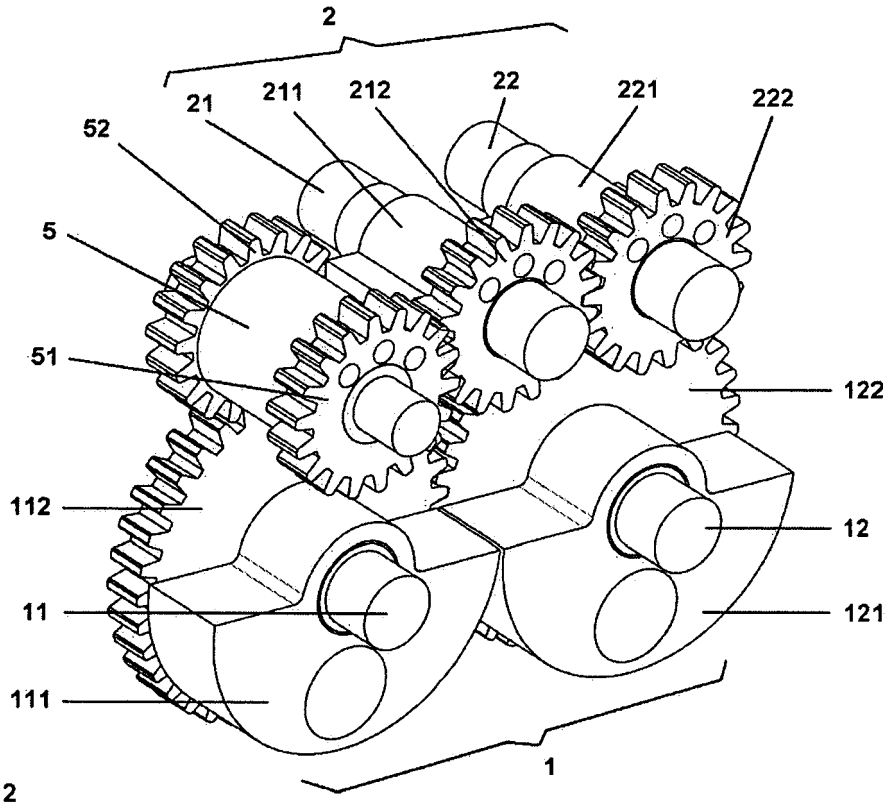


Fig. 2

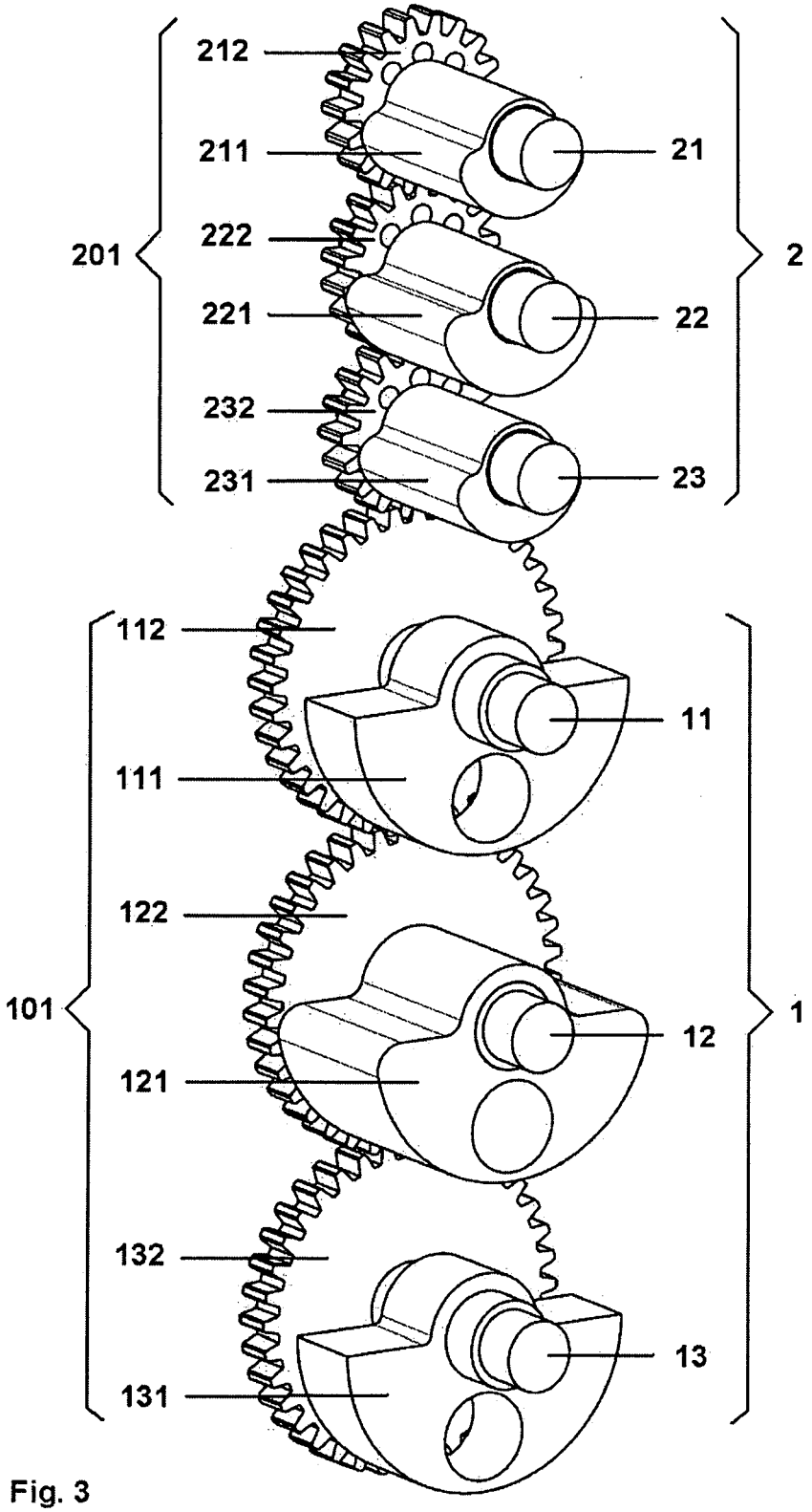

212
211
21
201
222
2
221
22
232
231
23
112
11
111
122
101
1
12
121
132
13
131

Fig. 3

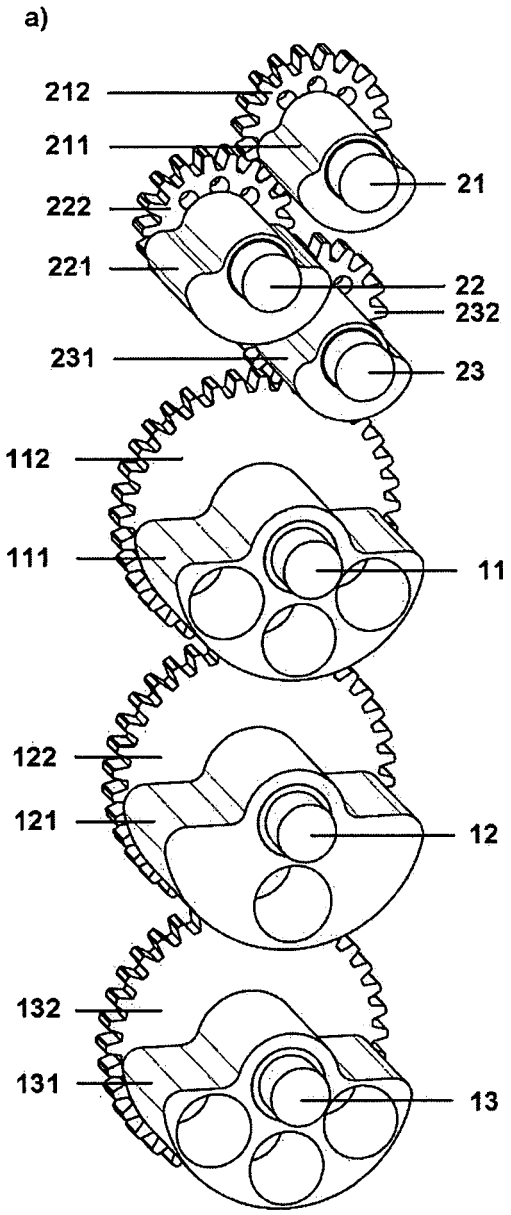


Fig. 4

b)

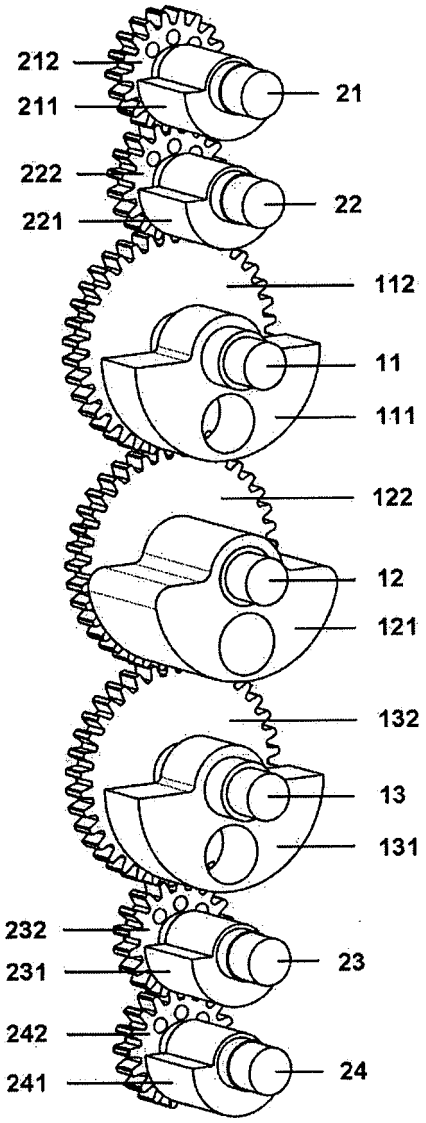

212
211
21
222
221
22
112
11
111
122
12
121
132
13
131
232
231
23
242
241
24

Fig. 4

c)

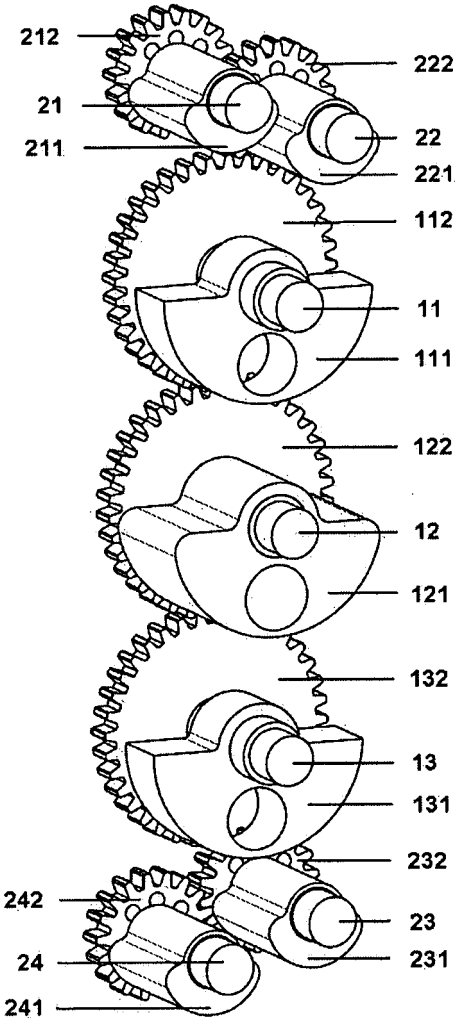

212
21
211
222
22
221
112
11
111
122
12
121
132
13
131
232
242
24
241
23
231

Fig. 4

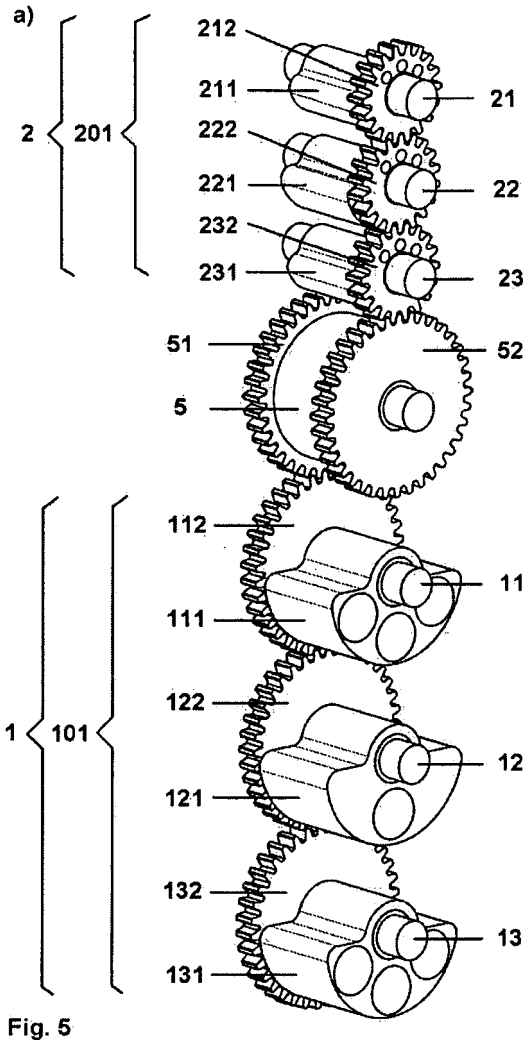

a)
2
201
212
211
21
222
221
22
232
231
23
51
52
5
1
101
112
11
111
122
12
121
132
13
131

Fig. 5

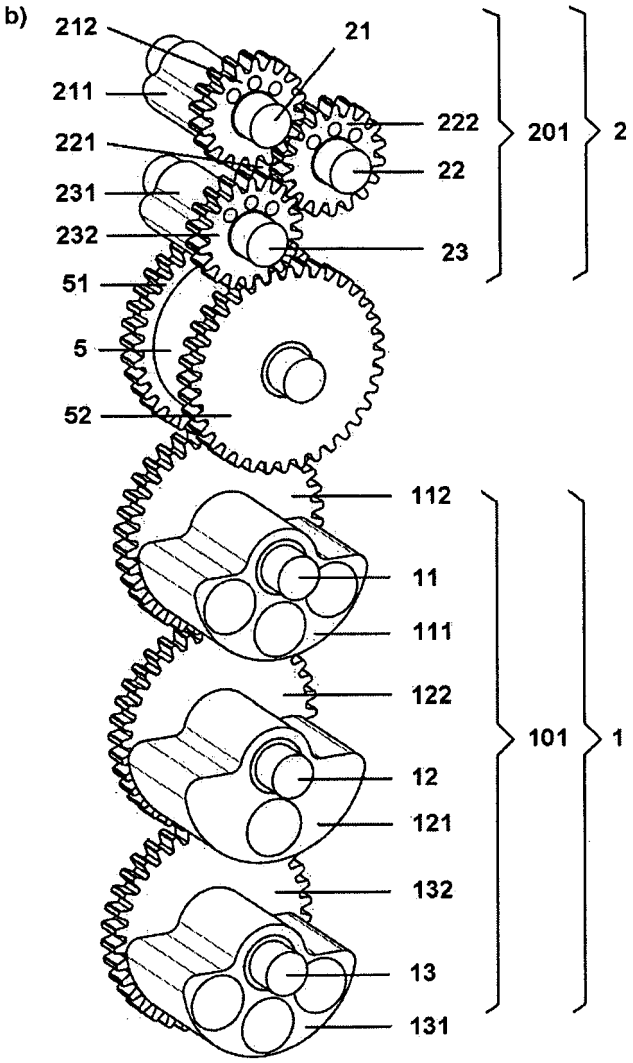

b)
212
21
211
222
201
2
221
22
231
232
23
51
5
52
112
11
111
122
101
1
12
121
132
13
131

Fig. 5

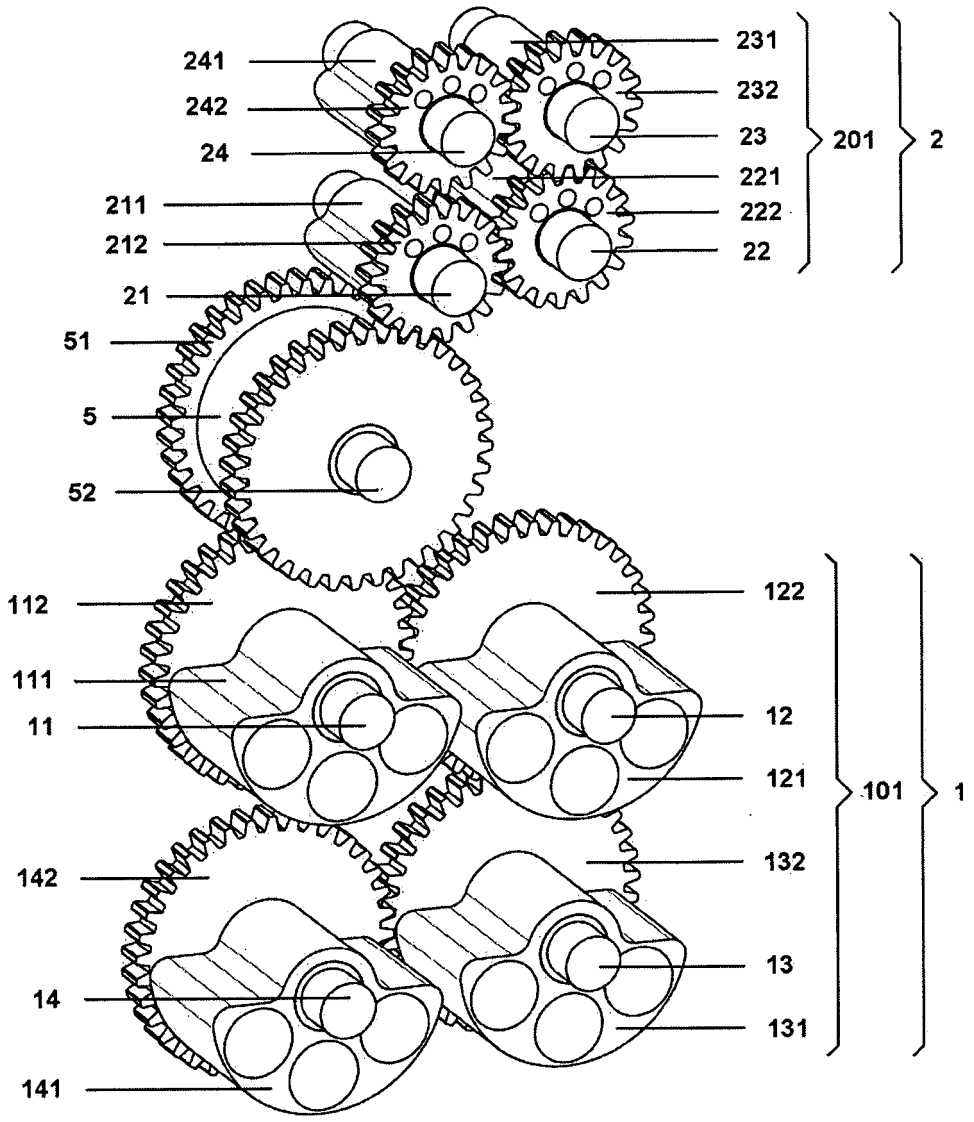

241
242
24
211
212
21
51
5
52
112
111
11
142
14
141
231
232
23
221
222
22
201
2
122
12
121
101
1
132
13
131

Fig. 6

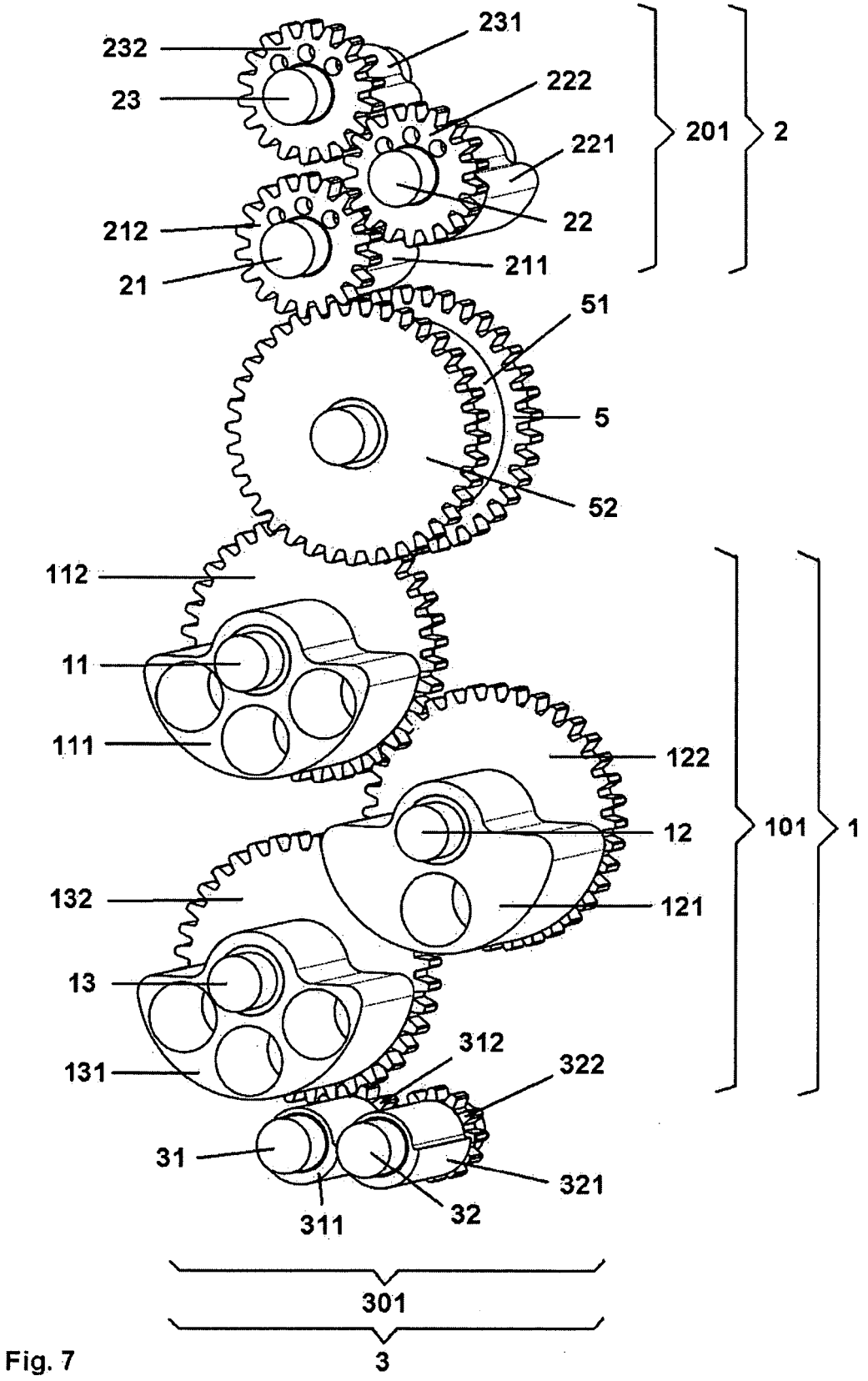

232
231
23
222
221
201
2
22
212
211
21
51
5
52
112
11
111
122
12
101
1
132
121
13
312
322
131
31
321
311
32
301
3

Fig. 7

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 A1 **[0003]**
- FR 1093952 A **[0003]**
- DE 202007006283 U1 **[0012]**