

(19)



(11)

EP 1 534 439 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.01.2007 Patentblatt 2007/01

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

(21) Anmeldenummer: **03793804.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/009822

(22) Anmeldetag: **04.09.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/022250 (18.03.2004 Gazette 2004/12)

(54) **SCHWINGUNGSERREGER FÜR BODENVERDICHTUNGSGERÄTE**

VIBRATION EXCITER FOR SOIL COMPACTING DEVICES

OSCILLATEUR DESTINE A DES ENGINES DE COMPACTAGE DU SOL

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE GB LI SE

(30) Priorität: **05.09.2002 DE 10241200**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.06.2005 Patentblatt 2005/22

(73) Patentinhaber: **Wacker Construction Equipment AG**
80809 München (DE)

(72) Erfinder: **RIEDL, Franz**
80637 München (DE)

(74) Vertreter: **Hoffmann, Jörg Peter**
Müller Hoffmann & Partner
Patentanwälte
Innere Wiener Strasse 17
81667 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 10 038 206 **DE-B- 1 095 752**

EP 1 534 439 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schwingungserreger für ein Bodenverdichtungsgerät gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

[0002] Derartige Schwingungserreger werden vorwiegend bei Vibrationsplatten vorteilhaft eingesetzt und sind z. B. aus der EP 0 358 744 B1 bekannt.

[0003] Ein ähnlicher Schwingungserreger ist in der DE 100 38 206 A1 beschrieben. Er weist zwei formschlüssig gegenläufig drehbar gekoppelte Unwuchtwellen auf, die jeweils eine feststehende Unwuchtmasse sowie eine relativ zu der feststehenden Unwuchtmasse und somit mit der Unwuchtwellen drehbar bewegliche Unwuchtmasse tragen. Die Stellung der beweglichen Unwuchtmassen ist durch Einstelleinrichtungen aktiv in einem größeren Bereich veränderbar.

[0004] Bei Drehung der Unwuchtwellen ergibt sich durch das Zusammenwirken der verschiedenen Unwuchtmassen eine resultierende Gesamtkraft, die je nach Bedienerwunsch in Vorwärts- oder Rückwärtsfahrtrichtung gerichtet sein kann. Die Änderung der Fahrtrichtung wird durch die die beweglichen Unwuchtmassen ansteuernden Einstelleinrichtungen bewirkt. Wenn der Bediener einen Stillstand des Bodenverdichtungsgeräts wünscht, wird die resultierende Kraft der Fliehgewichte in Vertikalrichtung gestellt. Das bedeutet auch, dass eine gezielte Verdichtung des Bodens im Stand der Maschine erreicht werden kann.

[0005] Nicht immer aber wünscht der Bediener eine derart starke Verdichtung an einer lokal begrenzten Stelle des Bodens. Insbesondere beim Hin- und Herfahren der Vibrationsplatte kann im sogenannten Umkehr- oder Reversierpunkt eine übermäßig starke und somit nachteilige Verdichtung des Bodens erreicht werden, da die auf den Boden wirkende Kraft in dieser Stellung am größten ist, während sie sich bei der Vorwärts- bzw. Rückwärtsfahrt der Vibrationsplatte und dem damit verbundenen Verschwenken des resultierenden Kraftvektors um beispielsweise 45° nach vorne oder hinten auf $1/\sqrt{2}$ des Maximalwertes verringert.

[0006] Auch wenn sich die beschriebenen Anordnungen demnach bei der Erd-, Sand- oder Kiesverdichtung hervorragend bewährt haben, können sie sich bei der Verdichtung von Asphalt- oder Verbundsteinflächen als problematisch erweisen, da durch die im Reservierpunkt vorherrschende maximale Vertikalkraft punktuelle Setzungen auftreten können, die nicht mehr korrigierbar sind. Bei Asphaltwalzen wird daher üblicherweise im Reversierbetrieb die Vibration abgeschaltet, um ein zu tiefes Eindringen der Walze in den Asphalt bei der Richtungs-umkehr zu vermeiden.

[0007] Zur Lösung dieses Problems wird in der DE 199 43 391 A1 ein Schwingungserreger beschrieben, bei dem die Phasenlage der Fliehgewichte derart einstellbar ist, dass sich die Vertikalkomponenten der durch die Fliehgewichte erzeugten Fliehkräfte in jeder Drehstellung aufheben, während sich die Horizontalkomponenten

ten der Fliehkräfte entsprechend gleichgerichtet addieren. Dies ermöglicht es, dass die Vibrationsplatte im Stand keine Vertikalschwingungen mehr in den Boden einbringt, sondern vielmehr über eine Bodenkontaktpalte Schubspannungen in den Boden einleitet, mit denen z. B. bei einer Asphaltoberfläche Risse und Poren in vorteilhafter Weise verdichtet werden können.

[0008] Auch diese Anordnung hat sich in der Praxis hervorragend bewährt. Die im Standbetrieb der Vibrationsplatte herrschenden starken Horizontalschwingungen sind jedoch für den Bediener nicht immer angenehm und auch nicht immer zur Verdichtung der Bodenoberfläche erwünscht.

[0009] In der DE 1 095 752 wird ein Unwuchtrüttler für Bodenverdichter beschrieben, mit zwei parallel zueinander stehenden Unwuchtwellen, die jeweils eine feststehende Unwuchtmasse und eine relativ dazu drehbar bewegliche Unwuchtmasse tragen. Im Stillstand des Schwingungserregers lässt sich die Relativstellung der beweglichen Unwuchtmassen zu den feststehenden Unwuchtmassen verändern und fixieren. Die einmal gewählte Einstellung kann dann in Betrieb nicht mehr verändert werden.

[0010] Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Schwingungserreger der vorgenannten Art derart weiterzuentwickeln, dass sich eine übermäßig starke Verdichtung des Bodens im Standbetrieb aufgrund starker Vertikalschwingungen vermeiden lässt, ohne dass der Bediener bzw. der zu verdichtende Boden im Gegenzug starken Horizontalschwingungen ausgesetzt ist.

[0011] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Schwingungserreger mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0012] Ein erfindungsgemäßer Schwingungserreger weist vorzugsweise zwei parallel zueinander stehende, gegenläufig mit gleicher Drehzahl antreibbare Unwuchtwellen auf, die jeweils eine feststehende Unwuchtmasse und eine relativ zu der feststehenden Unwuchtmasse bzw. der jeweiligen Unwuchtwellen drehbar bewegliche Unwuchtmasse tragen. Jeder der Unwuchtwellen ist eine Einstelleinrichtung zugeordnet, mit der sich die Relativstellung der jeweiligen beweglichen Unwuchtmasse bezüglich der sie tragenden Unwuchtwellen verstellen lässt. Erfindungsgemäß sind die Relativstellungen der beweglichen Unwuchtmassen bezüglich der sie tragenden Unwuchtwellen durch die Einstelleinrichtungen derart einstellbar, dass sich die bei Drehung der Unwuchtwellen durch die Unwuchtmassen erzeugten Fliehkräfte in jeder Drehstellung der Unwuchtwellen in ihrer Gesamtheit aufheben. Das bedeutet, dass zwar jede Unwuchtmasse für sich eine Fliehkraft erzeugt; die Fliehkräfte sind jedoch richtungs- und betragsmäßig derart eingestellt, dass sie sich in der Gesamtsumme kompensieren. Der Schwingungserreger erzeugt somit in diesem Betriebszustand (Standstellung) keine Schwingungen, obwohl sich die Unwuchtwellen drehen.

[0013] Dadurch lässt sich in besonders vorteilhafter Weise erreichen, dass sich die Größe der resultierenden Gesamt-Fliehkraft, d. h. die Schwingungsstärke, in Abhängigkeit von der Fortbewegungs-Geschwindigkeit der Vibrationsplatte einstellen lässt. Wird die Geschwindigkeit reduziert, reduziert sich auch die wirksame Fliehkraft in einem entsprechenden Verhältnis bis hin zum Stillstand der Maschine, bei dem keine resultierende Gesamt-Fliehkraft und somit keine Schwingung mehr vorliegt. Auf diese Weise lässt sich ein über die zu verdichtende Fläche sehr gleichmäßiger Energieeintrag in den Boden erreichen.

[0014] Bei einer besonderen Ausführungsform der Erfindung ist die Relativstellung auf jeder einzelnen der Unwuchtwellen derart einstellbar, dass sich die Fliehkräfte der von dieser Unwuchtwellen getragenen Unwuchtmassen in jeder Drehstellung der Unwuchtwellen aufheben. Das bedeutet, dass bereits bei dem Betrieb mit nur einer Unwuchtwellen eine Relativstellung erreicht werden kann, in der keine Schwingungswirkung vorliegt.

[0015] Um eine Fortbewegung des Bodenverdichtungsgeräts wie bei bekannten Geräten zu erreichen, sind bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die Relativstellungen derart veränderbar, dass sich die Fliehkräfte der Unwuchtmassen nicht aufheben, sondern dass eine resultierende Gesamt-Fliehkraft eine Horizontalkomponente aufweist. Damit lässt sich eine Fortbewegung der Vibrationsplatte, wie aus dem Stand der Technik bekannt, bewirken.

[0016] Bei einem Richtungswechsel zwischen z. B. einer Vorwärts- und einer Rückwärts-Fahrtrichtung ist übergangsweise die bereits beschriebene Stand-Stellung einnehmbar, in der keine Schwingung in den Boden einwirkt. Damit lassen sich auch beim Richtungswechsel im Reversierpunkt unerwünschte Vertikal- bzw. Horizontalschwingungen vermeiden. Da die Verstellung der beweglichen Unwuchtmassen ausreicht, um die resultierende Fliehkraft mit der gewünschten Richtung und Größe zu erzeugen, ist es bei einer bevorzugten Ausführungsform nicht erforderlich, dass die Phasenlage der Unwuchtwellen zueinander veränderbar sein muss, wie dies z. B. bei dem in der DE 100 38 206 A1 beschriebenen Schwingungserreger der Fall ist.

[0017] Der Begriff "Unwuchtmass" ist im Zusammenhang mit dieser Beschreibung abstrakt gemeint. Selbstverständlich kann eine Unwuchtmass auch aus mehreren Unwuchtelementen bestehen, die auf der jeweiligen Unwuchtwellen verteilt sind.

[0018] Diese und weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachfolgend unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt in der Draufsicht durch einen erfindungsgemäßen Schwingungserreger in Standstellung; und

Fig. 2 schematische Schnitte durch zwei Unwuchtwellen in verschiedenen Drehstellungen mit

den jeweiligen Stellungen der Unwuchtmassen.

[0019] Wie bereits erwähnt, sind Schwingungserreger in vielfältigen Ausprägungen bekannt. Ebenso sind - wie z. B. in der DE 199 43 391 A1 dargelegt - sogenannte "Phaseneinstelleinrichtungen", also Einstelleinrichtungen zum Verstellen von Relativstellungen zwischen Unwuchtmassen und Unwuchtwellen bekannt. Da die Erfindung nicht die detaillierte und konkrete Gestaltung eines bestimmten Schwingungserregers oder einer bestimmten Einstelleinrichtung, sondern vielmehr eine dafür besonders geeignete, aber bisher nicht bekannte Relativstellung (Phasenlage) betrifft, ist eine detaillierte Beschreibung des Schwingungserregers nicht erforderlich.

[0020] Dennoch soll anhand von Fig. 1 kurz der Aufbau eines erfindungsgemäßen Schwingungserregers beschrieben werden.

[0021] In einem Gehäuse 1 sind zwei Unwuchtwellen 2, 3 drehbar gelagert, wobei die Unwuchtwellen 2 von einem nicht dargestellten Antrieb drehend angetrieben wird.

[0022] Die Unwuchtwellen 2 trägt Unwuchtelemente 4 und 5, die mit der Unwuchtwellen 2 fest verbunden sind und eine feststehende Unwuchtmass bilden.

[0023] Weiterhin ist auf der Unwuchtwellen 2 eine drehbar bewegliche Unwuchtmass 6 angeordnet, die über eine Nabe 7 und Lager 8 relativ zu der Unwuchtwellen 2 verdrehbar ist.

[0024] Die Relativstellung zwischen der beweglichen Unwuchtmass 6 und der Unwuchtwellen 2 wird mit Hilfe einer Einstelleinrichtung 9 festgelegt. Das Wirkprinzip einer derartigen Einstelleinrichtung ist seit langem bekannt und z. B. in der DE 100 38 206 A1 beschrieben. Die Einstelleinrichtung 9 weist im Wesentlichen einen unter Hydraulikwirkung axial verstellbaren Kolben 10 auf, der in einem hohlen Bereich der Unwuchtwellen 2 axial hin- und herbewegbar ist. Der Kolben 10 trägt einen Querbolzen 11, der zwei in der Wandung der Unwuchtwellen 2 ausgebildete Längsnuten 12 durchdringt und in spiralförmige Nuten 13 eingreift, die auf der Innenseite der Nabe 7 ausgebildet sind. Bei axialer Verstellung des Kolbens 10 und damit des Querbolzens 11 verdreht sich somit die Nabe 7 und die von ihr getragene bewegliche Unwuchtmass 6 relativ zu der Unwuchtwellen 2.

[0025] Die Unwuchtwellen 2 trägt weiterhin ein Zahnrad 14, das mit einem Zahnrad 15 kämmt, welches auf der Unwuchtwellen 3 angebracht ist. Über die Zahnräder 14 und 15 wird die Drehbewegung der angetriebenen Unwuchtwellen 2 auf die Unwuchtwellen 3 formschlüssig übertragen, die somit gegenläufig, aber mit gleicher Drehzahl dreht.

[0026] In gleicher Weise wie die Unwuchtwellen 2 trägt die Unwuchtwellen 3 zwei Unwuchtelemente 16, 17, die zusammen eine feststehende Unwuchtmass bilden. Weiterhin ist eine auf der Unwuchtwellen 3 drehbar bewegliche Unwuchtmass 18 vorgesehen, deren Relativstellung bezüglich der Unwuchtwellen 3 über eine Einstell-

einrichtung 19 einstellbar ist. Da die Einstelleinrichtung 19 den gleichen Aufbau aufweist, wie die Einstelleinrichtung 9 wird auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet.

[0027] Die in dem Schnitt von Fig. 1 gezeigte Stellung der Unwuchtmasse entspricht der erfindungsgemäßen Relativstellung, in der sich die einzelnen, durch die jeweiligen Unwuchtmassen bzw. -elemente erzeugten Fliehkräfte in ihrer Gesamtheit aufheben (Standstellung). Das bedeutet, dass die Unwuchtwirkung der Unwuchtelemente 4, 5 bzw. 16, 17 einerseits und die Unwuchtwirkung der beweglichen Unwuchtmassen 6, 18 andererseits betragsmäßig identisch, aber entgegengesetzt sein müssen.

[0028] Die zugehörigen $m \cdot r$ -Werte (Produkte aus Masse m x Radius r des Unwuchtschwerpunkts) müssen entsprechend aufeinander abgestimmt sein.

[0029] Als Ergebnis können demnach die Unwuchtwellen 2 und 3 rotieren, ohne dass eine nach außen wirkende Unwucht und somit eine Schwingung entsteht. Bei Verstellung der beweglichen Unwuchtmassen 6, 18 durch die Einstelleinrichtungen 9, 19 wird jedoch dieser Gleichgewichtszustand aufgehoben, so dass die gewünschten Vertikal- und Horizontalschwingungen zur Bodenverdichtung entstehen können.

[0030] Die verschiedenen Relativstellungen und die sich daraus ergebenden Schwingungszustände sind in Fig. 2 dargestellt. Fig. 2 zeigt stark schematisierte Seitenansichten von rechts in Fig. 1.

[0031] Die schraffierten Halbkreise entsprechen den beweglichen, also verstellbaren Unwuchtmassen 6, 18, während die nicht schraffierten Halbkreise den bezüglich den Unwuchtwellen 2, 3 feststehenden Unwuchtmassen 4, 5 und 16, 17 entsprechen sollen, wie dies z. B. in dem Feld a) "Stand" von Fig. 2 erkennbar ist.

[0032] Der in Fig. 1 dargestellte Zustand wird in Zeile a) von Fig. 2 unter der Überschrift "Stand" aufgegriffen. Die Drehrichtung der Unwuchtwellen 2, 3 und damit der Unwuchtmassen ist durch gekrümmte Pfeile dargestellt. Die feststehenden Unwuchtmassen 4, 5 bzw. 16, 17 stehen jeweils den beweglichen Unwuchtmassen 6, 18 gegenüber.

[0033] In den Zeilen a) bis d) sind verschiedene Drehzustände der Unwuchtwellen 2, 3, jeweils um 90° verdreht, dargestellt. Die Drehrichtung der Unwuchtwellen 2, 3 ist selbstverständlich jedes Mal die gleiche.

[0034] Zum Erreichen einer Vorwärtsbewegung der Vibrationsplatte (linke Spalte von Fig. 2) werden die beweglichen Unwuchtmassen 6, 18 bezüglich der feststehenden Unwuchtmassen 4, 5 bzw. 16, 17 verdreht.

[0035] In dem gezeigten Beispiel ist die bewegliche Unwuchtmasse 6 um 90° relativ zu den feststehenden Unwuchtelementen 4, 5 sowie zur Unwuchtwellen 2 verdreht worden. Außerdem wurde die bewegliche Unwuchtmasse 18 bezüglich der feststehenden Unwuchtelemente 16, 17 auf der Unwuchtwellen 3 um 90° in die gleiche Richtung wie die bewegliche Unwuchtmasse 6 verdreht. Der entsprechende Zustand ist in Fig. 2a) in der Spalte "Vorwärts" dargestellt. Auch hier sind in der

Spalte "Vorwärts" unter a) bis d) verschiedene Drehzustände der Unwuchtwellen 2, 3 gezeigt.

[0036] Es ist erkennbar, dass sich die Fliehkräfte aufgrund der Unwuchtmassen 4, 5 einerseits und 6 andererseits bzw. 16, 17 und 18 nicht mehr kompensieren, wie dies bei der Standrüttelung der Fall war. Vielmehr überlagern sich die Fliehkräfte derart, dass sich eine in Fig. a) dargestellte resultierende Kraft nach links oben ergibt, was der Vorwärts-Richtung entsprechen soll.

[0037] In Fig. 2c) entsteht eine entsprechende Gegenwirkung nach rechts unten. In diesem Fall stützt sich die Vibrationsplatte am Boden ab und leitet die Schwingungsenergie in den Boden ein.

[0038] Eine Rückwärtsbewegung der Vibrationsplatte (in Fig. 2 nach rechts) ist in der rechten Spalte von Fig. 2 dargestellt. Dazu sind die beweglichen Unwuchtmassen 6 und 18 bezüglich der sie tragenden Unwuchtwellen 2, 3 in gegenüber der Vorwärtsrichtung entgegengesetzter Richtung und gegenüber der Standstellung um 90° verdreht worden, wie in Fig. 2a) in der Spalte "Rückwärts" erkennbar.

[0039] Hierdurch wird, wie in den Fig. a) und c) "Rückwärts" durch gerade Pfeile dargestellt, eine Hin- und Herschwingung der Vibrationsplatte nach rechts oben bzw. links unten erreicht, was in einer Rückwärtsfahrt resultiert.

[0040] Die in Fig. 2 gezeigten Stellungen der Unwuchtmassen sind Extremstellungen. Je nach Ausbildung der Einstelleinrichtungen 9, 19 sind auch beliebige Zwischenstellungen, d. h. andere Verstellwinkel als 90° erreichbar, so dass ein kontinuierlicher Wechsel zwischen Vorwärtsfahrt, Standbetrieb und Rückwärtsfahrt erreicht werden kann.

[0041] Für die Einstelleinrichtungen 9, 19 ist es einerseits möglich, auf bekannte Mittel, wie Hydrauliksteuerung, Elektromotoren, elektromechanische Stellglieder etc. zurückzugreifen. Alternativ dazu kann bei einer vereinfachten Ausführungsform auch eine Ansteuerung der beweglichen Unwuchtmassen mit Hilfe von einfachen Zug-Druckkabeln erfolgen, die über einen gemeinsamen Geber vom Bediener ansteuerbar sind. Dadurch lassen sich auch bei einfacheren Vibrationsplatten erhebliche Kosten sparen.

[0042] Um einen präzisen Wechsel zwischen den einzelnen Betriebszuständen zu erreichen, sollte die Verstellung der Relativstellungen durch die Einstelleinrichtungen 9, 19 synchron durchführbar sein. Gegebenenfalls kann es darüber hinaus aber auch zweckmäßig sein, eine individuelle Verstellbarkeit der beweglichen Unwuchtmassen ohne Synchronisierungszwang zu ermöglichen.

[0043] Der kontinuierliche Wechsel zwischen Vorwärts- und Rückwärtsfahrt, bei dem übergangsweise der Standbetrieb ohne Schwingungserzeugung einnehmbar ist, ermöglicht es, dass der Betrag der resultierenden Fliehkraft und somit die wirksame Schwingung proportional zu der Fortbewegungs-Geschwindigkeit der Vibrationsplatte anpassbar ist. Je langsamer die Vibrations-

platte fährt, desto geringer ist die resultierende Fliehkraft, bis im Stillstand der Vibrationsplatte, z. B. im Reversierpunkt, keine Schwingung mehr in den Boden eingeleitet wird. Diese proportionale Abhängigkeit ergibt sich aus dem Aufbau des erfindungsgemäßen Schwingungserregers, ohne dass aufwändige Regulationsmaßnahmen ergriffen werden müssen.

[0044] Selbstverständlich ist es mit dem erfindungsgemäßen Schwingungserreger auch möglich, andere Relativstellungen als die in Fig. 2 gezeigten einzunehmen. Bei entsprechender Ausbildung der Einstelleinrichtungen 9, 19 lassen sich z. B. Relativstellungen erreichen, bei denen im Stillstand der Vibrationsplatte zwar keine Vertikalschwingungen, aber dafür starke Horizontalschwingungen erzeugt werden, wie in der DE 199 43 391 A1 bekannt.

[0045] Die Erfindung ist am Beispiel eines Schwingungserregers nach Fig. 1 erläutert worden. Selbstverständlich lässt sich das der Erfindung zugrundeliegende Prinzip auch auf andere Schwingungserreger übertragen, die z. B. mehrere bewegliche Unwuchtmassen oder eine andere Anzahl von Unwuchtwellen aufweisen.

Patentansprüche

1. Schwingungserreger für Bodenverdichtungsgeräte, mit parallel oder koaxial zueinander stehenden, gegenläufig mit gleicher Drehzahl antreibbaren Unwuchtwellen (2, 3), wobei jede der Unwuchtwellen (2, 3) eine auf ihr feststehende Unwuchtmasse (4, 5: 16, 17) und eine relativ zu ihr drehbar bewegliche Unwuchtmasse (6, 18) trägt, und wobei jeder der Unwuchtwellen (2, 3) eine Einstelleinrichtung (9, 19) zum Verstellen der Relativstellung der jeweiligen beweglichen Unwuchtmasse (6, 18) bezüglich der sie tragenden Unwuchtwellen (2, 3) zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Relativstellungen durch die Einstelleinrichtungen (9, 19) während des Betriebs derart einstellbar sind, dass sich die bei Drehung der Unwuchtwellen (2, 3) durch die Unwuchtmassen (4, 5: 16, 17; 6, 18) erzeugten Fliehkräfte in jeder Drehstellung der Unwuchtwellen (2, 3) in ihrer Gesamtheit aufheben, und dass
- eine Änderung der Relativstellungen derart durchführbar ist, dass der Betrag einer aus den Unwuchtmassen resultierenden Gesamt-Fliehkraft proportional zu einer Fortbewegungs-Geschwindigkeit des Bodenverdichtungsgeräts ist.

2. Schwingungserreger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Relativstellung auf jeder der Unwuchtwellen (2, 3) derart einstellbar ist, dass sich die Fliehkräfte der von dieser Unwuchtwellen getragenen Unwuchtmassen (4, 5, 6; 16, 17, 18) in jeder Drehstellung der Unwuchtwellen aufheben.

3. Schwingungserreger nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Bewirken einer Fortbewegung des Bodenverdichtungsgeräts in eine horizontale erste Richtung die Relativstellungen derart veränderbar sind, dass sich die Fliehkräfte der Unwuchtmassen nicht aufheben, sondern eine aus den Fliehkräften resultierende Gesamt-Fliehkraft eine Horizontalkomponente aufweist.

4. Schwingungserreger nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Wechsel zwischen der ersten Richtung und einer entgegengesetzten zweiten Richtung die in Anspruch 1 definierten Relativstellungen übergangsweise einnehmbar sind.

5. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Änderung der Relativstellungen kontinuierlich durchführbar ist.

6. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unwuchtwellen (2, 3) formschlüssig gegenläufig drehbar miteinander gekoppelt sind.

7. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Phasenlage der Unwuchtwellen (2, 3) zueinander nicht veränderbar ist.

8. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstellung der Relativstellungen durch die Einstelleinrichtungen (9, 19) auf den Unwuchtwellen (2, 3) synchron durchführbar ist.

9. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstelleinrichtungen (9, 19) elektrisch, hydraulisch, pneumatisch oder mechanisch betätigbar sind.

10. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Teil der Unwuchtmassen aus mehreren Unwuchtelementen (4, 5: 16, 17) gebildet ist.

Claims

1. Vibration exciter for soil compacting devices, having unbalanced shafts (2, 3) which are in parallel with one another or are coaxial with respect to one another and can be driven in opposite directions with the same rotational speed, wherein each of the unbalanced shafts (2, 3) supports an unbalanced mass (4, 5; 16, 17) fixedly attached thereto and an unbalanced mass (6, 18) which is rotationally movable with

respect thereto, and wherein each of the unbalanced shafts (2, 3) is allocated an adjustment device (9, 19) for adjusting the relative position of the respective movable unbalanced mass (6, 18) with respect to the unbalanced shaft (2, 3) supporting it, **characterised in that**

- the relative positions can be adjusted by the adjustment devices (9, 19) during operation such that the centrifugal forces produced by the unbalanced masses (4, 5; 16, 17; 6, 18) during rotation of the unbalanced shafts (2, 3) completely cancel each other out in each rotational position of the unbalanced shafts (2, 3), and **in that**

- the relative positions can be changed in such a manner that the magnitude of an overall centrifugal force resulting from the unbalanced masses is proportional to a forward movement speed of the soil compacting device.

2. Vibration exciter as claimed in Claim 1, **characterised in that** the relative position on each of the unbalanced shafts (2, 3) can be adjusted such that the centrifugal forces of the unbalanced masses (4, 5; 6; 16, 17, 18) supported by this unbalanced shaft cancel each other out in each rotational position of the unbalanced shaft.
3. Vibration exciter as claimed in Claim 1 or 2, **characterised in that** in order to effect forward movement of the soil compacting device in a horizontal first direction the relative positions can be changed such that the centrifugal forces of the unbalanced masses do not cancel each other out but rather an overall centrifugal force resulting from the centrifugal forces has a horizontal component
4. Vibration exciter as claimed in Claim 3, **characterised in that** when there is a change between the first direction and an opposite second direction the relative positions defined in Claim 1 are able to be assumed transitionally.
5. Vibration exciter as claimed in any one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the relative positions can be changed continuously.
6. Vibration exciter as claimed in any one of Claims 1 to 5, **characterised in that** the unbalanced masses (2, 3) are coupled together in a positive-locking manner so as to be rotatable in opposite directions.
7. Vibration exciter as claimed in any one of Claims 1 to 6, **characterised in that** the phase position of the unbalanced shafts (2, 3) with respect to one another cannot be changed.

8. Vibration exciter as claimed in any one of Claims 1 to 7, **characterised in that** the relative positions can be adjusted by the adjustment devices (9, 19) on the unbalanced shafts (2, 3) in a synchronous manner.

9. Vibration exciter as claimed in any one of Claims 1 to 8, **characterised in that** the adjustment devices (9, 19) can be actuated electrically, hydraulically, pneumatically or mechanically.

10. Vibration exciter as claimed in any one of Claims 1 to 9, **characterised in that** at least part of the unbalanced masses is formed from several unbalanced elements (4, 5; 16, 17).

Revendications

1. Oscillateur destiné à des engins de compactage du sol avec des arbres à balourd (2, 3) placés parallèlement ou coaxialement l'un par rapport à l'autre, pouvant être entraînés en sens inverse à la même vitesse de rotation, chacun des arbres à balourd (2, 3) portant un balourd (4, 5 ; 16, 17) fixé sur lui et un balourd (6, 18) mobile en rotation par rapport à lui, et un dispositif de réglage (9, 19) étant associé à chacun des arbres à balourd (2, 3) pour le réglage de la position relative du balourd mobile (6, 18) par rapport à l'arbre à balourd respectif (2, 3) qui le porte, **caractérisé en ce que**

- les positions relatives sont réglables au moyen des dispositifs de réglage (9, 19) pendant le fonctionnement de telle manière que les forces centrifuges générées par les balourds (4, 5 ; 16, 17 ; 6, 18) lors de la rotation des arbres à balourd (2, 3) s'équilibrent dans chaque position de rotation des arbres à balourd (2, 3) dans leur ensemble, et **en ce que**

- une modification des positions relatives est réalisable de telle manière que la valeur d'une force centrifuge totale résultant des balourds est proportionnelle à une vitesse de déplacement de l'engin de compactage du sol.

2. Oscillateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la position relative est ajustable sur chacun des arbres à balourd (2, 3) de telle manière que les forces centrifuges des balourds (4, 5 ; 16, 17 ; 6, 18) portés par cet arbre à balourd s'équilibrent dans chaque position de rotation de l'arbre à balourd.
3. Oscillateur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, pour provoquer un déplacement de l'engin de compactage du sol dans une première direction horizontale, les positions relatives peuvent être modifiées de telle manière que les forces centrifuges des balourds ne s'équilibrent pas, mais

qu'une force centrifuge totale résultant des forces centrifuges présente une composante horizontale.

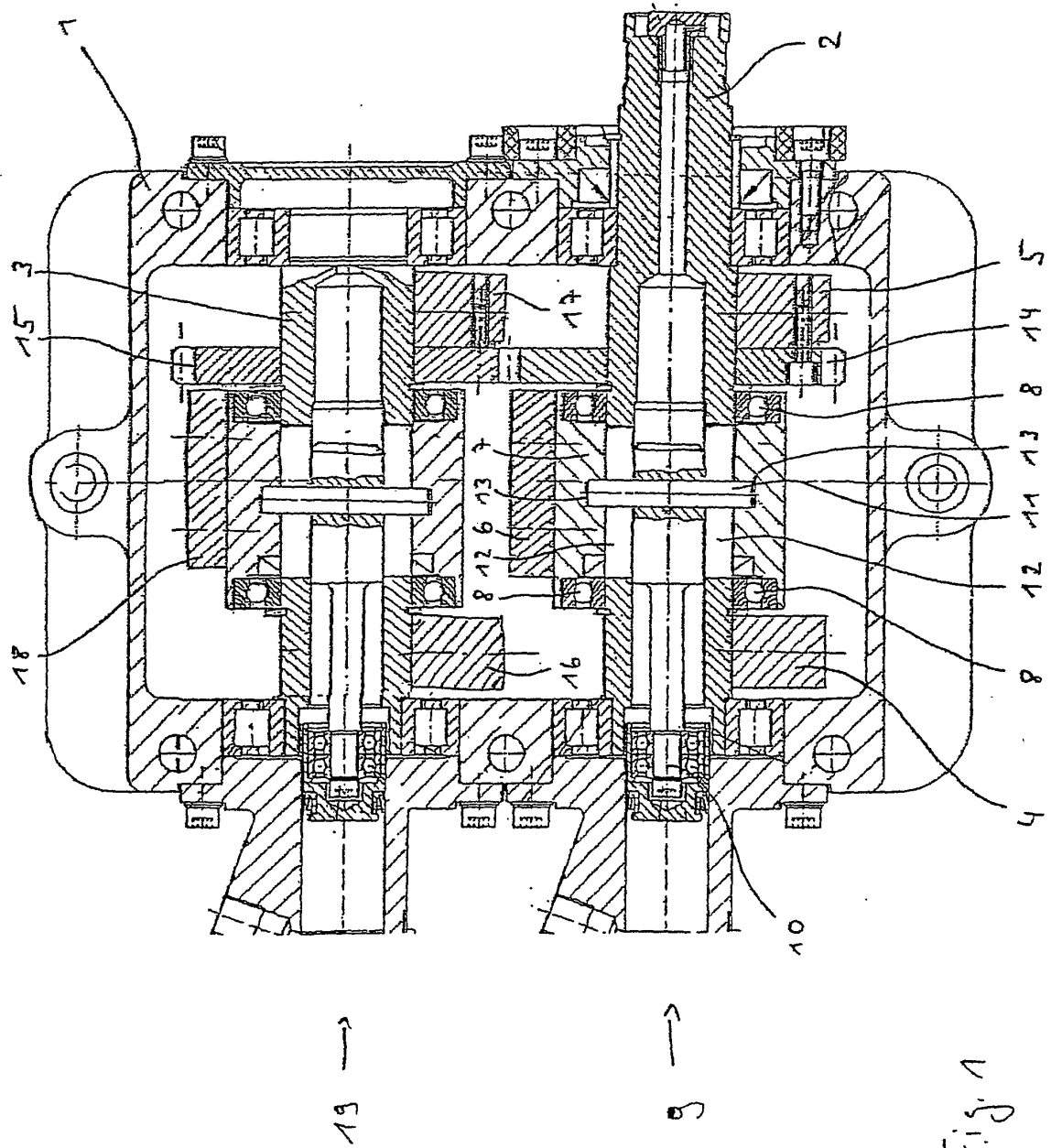
4. Oscillateur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**, lors d'un changement entre la première direction et une deuxième direction opposée, les positions relatives définies dans la revendication 1 peuvent être prises temporairement. 5
5. Oscillateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la modification des positions relatives est réalisable en continu. 10
6. Oscillateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les arbres à balourd (2, 3) sont couplés mécaniquement l'un à l'autre en rotation dans le sens opposé. 15
7. Oscillateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la relation des phases des arbres à balourd (2, 3) l'un par rapport à l'autre n'est pas modifiable. 20
8. Oscillateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le réglage des positions relatives au moyen des dispositifs de réglage (9, 19) sur les arbres à balourd (2, 3) est réalisable de manière synchrone. 25
9. Oscillateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les dispositifs de réglage (9, 19) sont actionnables électriquement, hydrauliquement, pneumatiquement ou mécaniquement. 30
10. Oscillateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie des balourds est constituée de plusieurs éléments de balourd (4, 5 ; 16, 17). 35

40

45

50

55



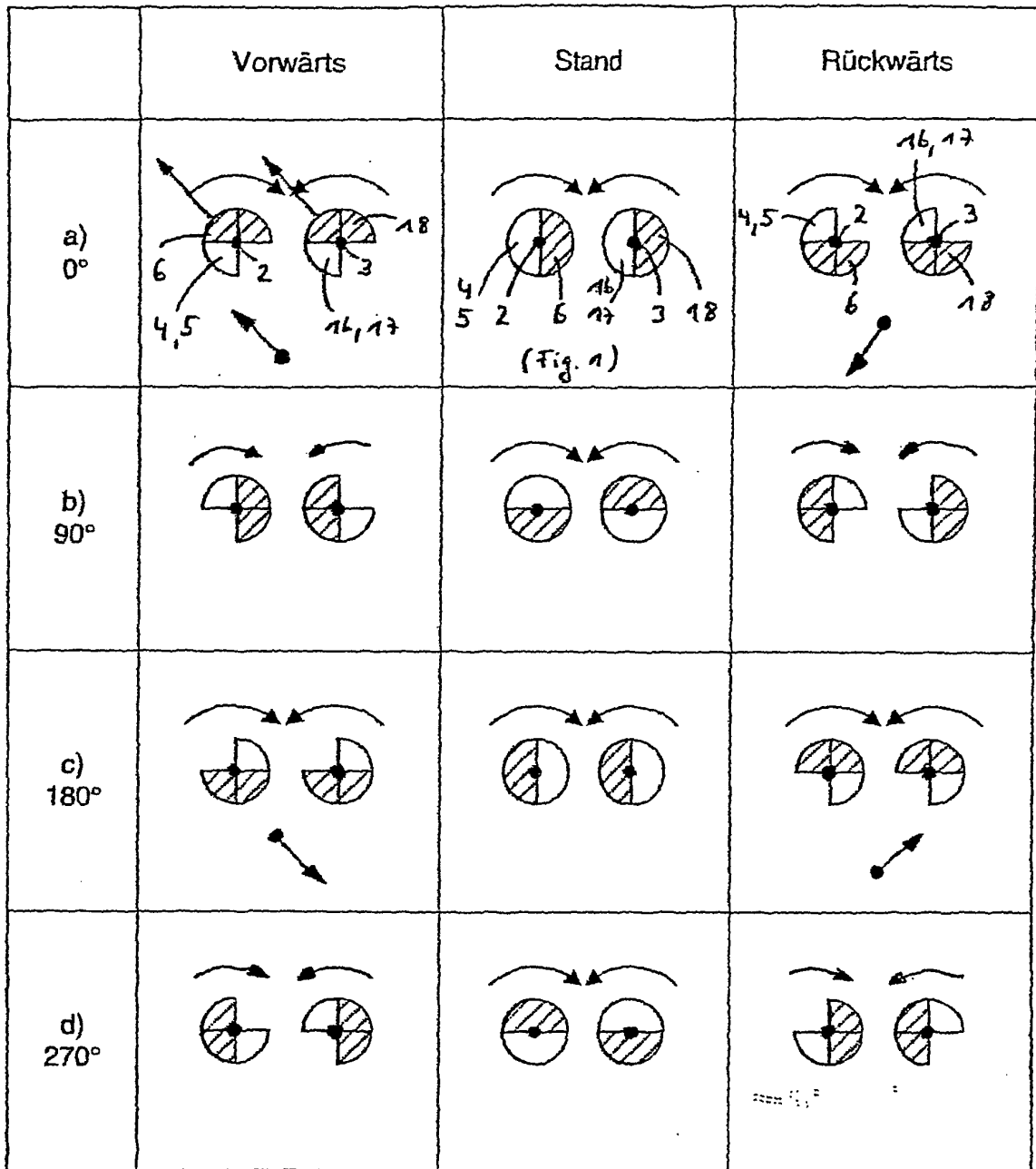


Fig. 2