



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 824 971 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.02.1998 Patentblatt 1998/09

(51) Int. Cl.⁶: **B06B 1/16**

(21) Anmeldenummer: **97114004.1**

(22) Anmeldetag: **13.08.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(30) Priorität: **14.08.1996 DE 29614122 U**

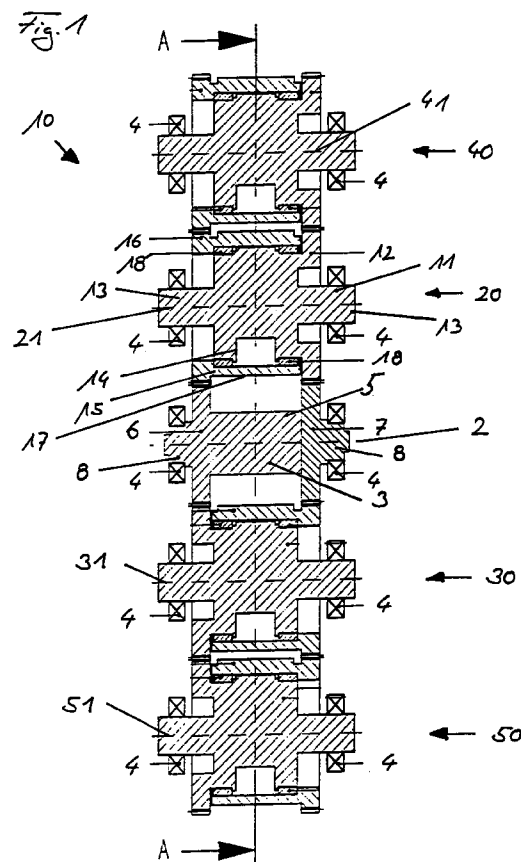
(71) Anmelder:
**Bauer Spezialtiefbau GmbH
86529 Schrobenhausen (DE)**

(72) Erfinder: **Weixler, Leonhard
86672 Thierhaupten (DE)**

(74) Vertreter:
**Lang, Friedrich, Dipl.-Ing. et al
Patentanwälte Weber & Heim
Irmgardstrasse 3
81479 München (DE)**

(54) **Schwingungserreger**

(57) Die Erfindung betrifft einen Schwingungserreger (10) mit mindestens einer rotierend angetriebenen Unwuchteinheit (20), die eine hohlzylinderförmige Außenunwucht (15) und eine coaxial darin gelagerte Innenunwucht (11) aufweist, und eine Verstellereinrichtung (5) mit einer Zahnradanordnung, die mit einem Zahnrad der Außenunwucht (15) und einem Zahnrad der Innenunwucht (11) zur Verstellung der Unwucht in Verbindung steht. Ein einfacher und kompakter Aufbau mit dem auch größere Unwuchten erzeugt werden können, wird dadurch erreicht, daß zu beiden Seiten der Verstellereinrichtung (5) jeweils mindestens eine Unwuchteinheit (20,30) vorgesehen ist, daß die Verstellereinrichtung (5) zwei zueinander coaxial angeordnete und gegeneinander verdrehbar gelagerte Verstellzahnräder (6,7) aufweist, und daß eines der Verstellzahnräder mit jeweils einem Zahnrad der angrenzenden Unwuchteinheiten in kämmender Verbindung steht, während das andere Verstellzahnrad mit den jeweils anderen Zahnradern der angrenzenden Unwuchteinheiten in kämmender Verbindung steht.



EP 0 824 971 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Schwingungserreger mit mindestens einer rotierend angetriebenen Unwuchteinheit, die eine hohlzylinderförmige Außenunwucht und eine coaxial darin gelagerte Innenunwucht aufweist, und einer Verstelleinrichtung mit einer Zahnradanordnung, die mit einem Zahnrad der Außenunwucht und einem Zahnrad der Innenunwucht zur Verstellung der Unwucht in Verbindung steht.

Ein gattungsgemäßer Schwingungserreger ist aus der DE 35 05 580 C2 bekannt, bei dem eine Drehzahlverstellung mittels Axialverschiebung eines schräg verzahnten Doppelzahnrades erfolgt. Der notwendige Axialantrieb und die zugehörige Gleitlagerung führen zu einer insgesamt aufwendigen Konstruktion. Zudem ist dieser bekannte Schwingungserreger mit einer einzigen Unwuchteinheit ebenso wie der aus der DE 24 09 417 A bekannte Schwingungserreger nur bedingt für die Erzeugung größerer Unwuchtkräfte geeignet.

Größere Unwuchtkräfte bei einem kompakten Geräteaufbau sind durch die Verwendung von zwei Unwuchteinheiten möglich, wie beispielsweise bei dem in der EP 0 199 922 A beschriebenen Vibrationsbär. Zur Unwuchtverstellung wird bei dieser bekannten Vorrichtung Hydraulikfluid verwendet. Dies ist aber bei den bestimmungsgemäß stark vibrierenden Vorrichtungen in bezug auf die Dichtigkeit problematisch. Des weiteren können bei dem beschriebenen Vibrationsbär die eingesetzten Unwuchten nicht vollständig addiert werden. Die gegenläufige Rotation der beiden Unwuchteinheiten hat zudem eine unerwünschte Taumelbewegung zur Folge.

Ein Schwingungserreger mit mehreren Unwuchteinheiten ist weiterhin in der DE 27 38 794 A offenbart. Zur Verstellung der Außenunwucht gegenüber einer Innenunwucht ist eine komplexe Verstell- und Spanneinrichtung vorgesehen, welche in der Fertigung aufwendig ist.

Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, einen kompakten und möglichst einfach aufgebauten Schwingungserreger zu schaffen, mit dem auch größere Unwuchten erzeugt werden können.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß zu beiden Seiten der Verstelleinrichtung jeweils mindestens eine Unwuchteinheit vorgesehen ist, daß die Verstelleinrichtung zwei zueinander coaxial angeordnete und gegeneinander drehbar gelagerte Verstellzahnrad aufweist, und daß eines der Verstellzahnrad mit jeweils einem Zahnrad der angrenzenden Unwuchteinheiten in kämmender Verbindung steht, während das andere Verstellzahnrad mit den jeweils anderen Zahnradern der angrenzenden Unwuchteinheiten in kämmender Verbindung steht. Durch eine Verdrehung der beiden Verstellzahnrad gegeneinander, beispielsweise um 180 Grad, werden auch die Außen- oder Innenunwuchten der einzelnen Unwuchteinheiten um denselben Winkel verdreht. Entsprechend der Ver-

drehung können so in einfacher Weise die Unwuchten stufenlos durch Addition oder Kompensation verändert werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß zu beiden Seiten der Verstelleinrichtung jeweils zwei Unwuchteinheiten vorgesehen sind, die miteinander in kämmender Verbindung stehen. Von den beiden Unwuchteinheiten auf einer Seite kämmt jeweils nur eine mit den Verstellzahnradern der Verstelleinrichtung, während die zweite Unwuchteinheit ausschließlich mit der ersten Unwuchteinheit in kämmender Verbindung steht. Durch diese Anordnung mit insgesamt vier Unwuchteinheiten kann beispielsweise ein Vertikalrüttler geschaffen werden, bei dem sich die Unwuchten in vertikaler Richtung vollständig addieren. Jedoch in horizontaler Richtung kompensieren sich diese zu null, wenn gleiche Unwuchtmassen für die Innen- und Außenunwucht verwendet werden. Durch die Vermeidung unerwünschter seitlicher Schwingungen ist ein derartiger Vertikalrüttler insbesondere als Aufsatzrüttler im Spezialtiefbau geeignet. Die erfindungsgemäße Anordnung ermöglicht eine Rotation der Unwuchten mit relativ großer Unwuchtmasse, ohne daß unerwünschte Taumelbewegungen erzeugt werden.

Eine besonders gute Kompensation unerwünschter Schwingungskomponenten wird dadurch erreicht, daß einerseits ein Verstellzahnrad mit dem Zahnrad der Außenunwucht der einen Unwuchteinheit in kämmender Verbindung steht, während andererseits dasselbe Verstellzahnrad mit dem Zahnrad der Innenunwucht der anderen Unwuchteinheit in kämmender Verbindung steht.

Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung liegt darin, daß auf einer Seite der Verstelleinrichtung ausschließlich die Zahnrad der Außenunwuchten und ausschließlich die Zahnrad der Innenunwuchten miteinander in kämmender Verbindung stehen. Durch diese Anordnung können auf jeder Seite jeweils die Unwuchten der Außenunwucht und der Innenunwucht genau ausgerichtet werden.

Grundsätzlich ist es für kompakte Ausführungen des Schwingungserregers möglich, die Achsen der Unwuchteinheiten und der Verstelleinheit achsparallel, aber räumlich versetzt zueinander anzuordnen. Für eine genaue Unwuchtaddition oder Unwuchtkompensation ist es aber vorteilhaft, daß die Achsen der Unwuchteinheiten und der Verstelleinheit zueinander achsparallel sind und in einer Ebene liegen.

Für einen robusten Aufbau ist es von Vorteil, daß die Innenunwuchten jeweils drehbar in einem Gehäuse gelagert sind. Für diesen Zweck ist es weiterhin förderlich, daß die Außenunwucht über eine Lagereinrichtung an der Innenunwucht gelagert ist. Die Lagereinrichtung kann ein Wälzlager, insbesondere ein Nadellager, oder ein Gleitlager sein. Schmierungsfreie Gleitbuchsen als Gleitlager sind immer dann zu wählen, wenn mit dem erfindungsgemäßen Schwingungserreger starke Vibra-

tionen erzeugt werden sollen.

Das Antriebsdrehmoment von einem Motor kann prinzipiell über die Verstelleinrichtung eingeleitet und über die Zahnräder auf die einzelnen Unwuchteinheiten übertragen werden. Die Verstelleinrichtung ist dann in der entsprechenden Materialstärke auszuführen. Für eine möglichst kleine Verstelleinrichtung ist es aber bevorzugt, daß ein Drehmoment von einem Antriebsmotor auf eine Unwuchteinheit übertragbar ist. Der Antriebsmotor steht dabei über ein Getriebe mit der Innen- oder der Außenunwucht einer Unwuchteinheit unmittelbar in Verbindung.

Alternativ zu dieser Ausführungsform ist es erfindungsgemäß vorgesehen, daß ein Antriebsdrehmoment gleichzeitig auf alle Unwuchteinheiten übertragbar ist. Hierfür kann beispielsweise für jede Unwuchteinheit ein eigener Antriebsmotor oder ein zentraler Motor mit entsprechendem Getriebe vorgesehen sein. Durch diese Antriebsform können die Zahnräder sowohl der Verstelleinrichtung als auch der einzelnen Unwuchteinheit mit einer geringeren Festigkeit ausgebildet werden.

Die Erfindung wird weiter anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert, welches in der Zeichnung schematisch dargestellt ist. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Schwingungserreger mit vier Unwuchteinheiten und

Figuren 2 bis 5 eine schematische Ansicht gemäß dem Schnitt A-A in Figur 1 in unterschiedlichen Betriebszuständen.

Ein erfindungsgemäßer Schwingungserreger 10 mit einer Verstelleinrichtung 5 und vier Unwuchteinheiten 20, 30, 40, 50 ist in Figur 1 dargestellt. Die Verstelleinrichtung 5 umfaßt ein erstes Verstellzahnrad 6 mit einem Lagerschaft 8 und einen Befestigungsschaft 3. An diesen ist über eine nicht dargestellte Feststelleinrichtung, welche beispielsweise eine Feststellschraube sein kann, ein Verstellzahnrad 7 lösbar befestigt. Über die Lagerschäfte 8 der beiden Verstellzahnräder 6, 7 ist die Verstelleinrichtung 5 über Wälzlager 4 in einem nicht dargestellten Gehäuse gelagert.

Zu beiden Seiten der Verstelleinrichtung 5 grenzen zunächst je eine Unwuchteinheit 20, 30 an. Die Unwuchteinheiten 20, 30, 40, 50 sind gleich aufgebaut, wobei die Unwuchteinheiten 30, 50 auf der einen Seite gegenüber den Unwuchteinheiten 20, 40 auf der anderen Seite der Verstelleinrichtung 5 um 180 Grad versetzt angeordnet sind. Der Aufbau der Unwuchteinheiten 20, 30, 40, 50 wird beispielhaft an der Unwuchteinheit 20 erläutert.

Die Unwuchteinheit 20 weist eine hohlzylinderförmige Außenunwucht 15 und eine darin angeordnete Innenunwucht 11 auf. Über Wälzlager 4 und Lagerschäfte 13 ist die Innenunwucht 11 in einem Gehäuse

drehbar gelagert. Zur kämmenden Verbindung mit dem Verstellzahnrad 7 und der angrenzenden Unwuchteinheit 40 ist ein Zahnrad 12 mit Stirnradverzahnung vorgesehen. Zur Erzeugung einer ungleichmäßigen Masseverteilung ist die Innenunwucht 11 an einer Seite mit einer Ausnehmung 14 versehen.

Über zwei Gleitlager 18 ist die Außenunwucht 15 auf der Innenunwucht 11 drehbar gelagert. Die Außenunwucht 15 weist ein Zahnrad 16 und eine Ausnehmung 14 zur Erzeugung einer Unwucht auf. Die Zahnräder 12, 16 besitzen einen gleichen Durchmesser. Der axiale Abstand der Zahnräder 12, 16 entspricht dem der Verstellzahnräder 6, 7.

Das Verstellzahnrad 7 der Verstelleinrichtung 5 kämmt einerseits mit dem Zahnrad 12 der Innenunwucht 11 der Unwuchteinheit 20 und andererseits mit dem Zahnrad 16 der Außenunwucht 15 der anderen angrenzenden Unwuchteinheit 30. Hingegen steht das andere Verstellzahnrad 6 der Verstelleinrichtung 5 in kämmender Verbindung mit dem Zahnrad 16 der Unwuchteinheit 20 und dem Zahnrad 12 der Unwuchteinheit 30.

Auf der einen oder oberen Seite der Verstelleinrichtung 5 kämmt das Zahnrad 12 der Unwuchteinheit 20 mit dem entsprechenden Zahnrad 12 der Unwuchteinheit 40, während deren Zahnrad 16 mit dem entsprechenden Zahnrad 16 der Unwuchteinheit 20 in kämmender Verbindung steht. Auf diese Weise sind die Drehungen der Außenunwuchten 15 und der Innenunwuchten 11 miteinander gekoppelt.

Auf der anderen oder unteren Seite der Verstelleinrichtung 5 ist hingegen das Verstellzahnrad 7 über die Zahnräder 16 mit den Außenunwuchten 15 der Unwuchteinheiten 30, 50 gekoppelt. Entsprechend steht das Verstellzahnrad 6 mit den Zahnrädern 12 der Unwuchteinheiten 30, 50 in Verbindung. Die Achse 2 der Verstelleinrichtung 5 und die Achsen 21, 31, 41, 51 der jeweiligen Unwuchteinheiten 20, 30, 40, 50 sind zueinander achsparallel und liegen in der Zeichnungsebene.

Die Funktion des erfindungsgemäßen Schwingungserregers 10 wird weiter anhand der Figuren 2 bis 5 erläutert. In den Figuren 2 und 3 sind die Unwuchten der einzelnen Unwuchteinheiten 20, 30, 40, 50 so eingestellt, daß sich diese zu einem Maximalwert addieren. Die Unwuchtmassen sind schematisch durch schwarze Dreiecke U angedeutet, während die Rotationsrichtungen der einzelnen Unwuchteinheiten 20, 30, 40, 50 und der Verstelleinrichtung 5 durch Pfeile P dargestellt sind.

In Figur 2 befinden sich die in einem Gehäuse 1 gelagerten Unwuchteinheiten 20, 30, 40, 50 in einem Betriebszustand, in dem die maximale Unwuchtkraft in einer Linie nach oben gerichtet ist. Bei der dargestellten Anordnung des erfindungsgemäßen Schwingungserregers 10 werden unerwünschte Querkraftkomponenten weitgehend vermieden, wie sich aus dem Betriebszustand gemäß Figur 3 ergibt. Bei diesem dargestellten

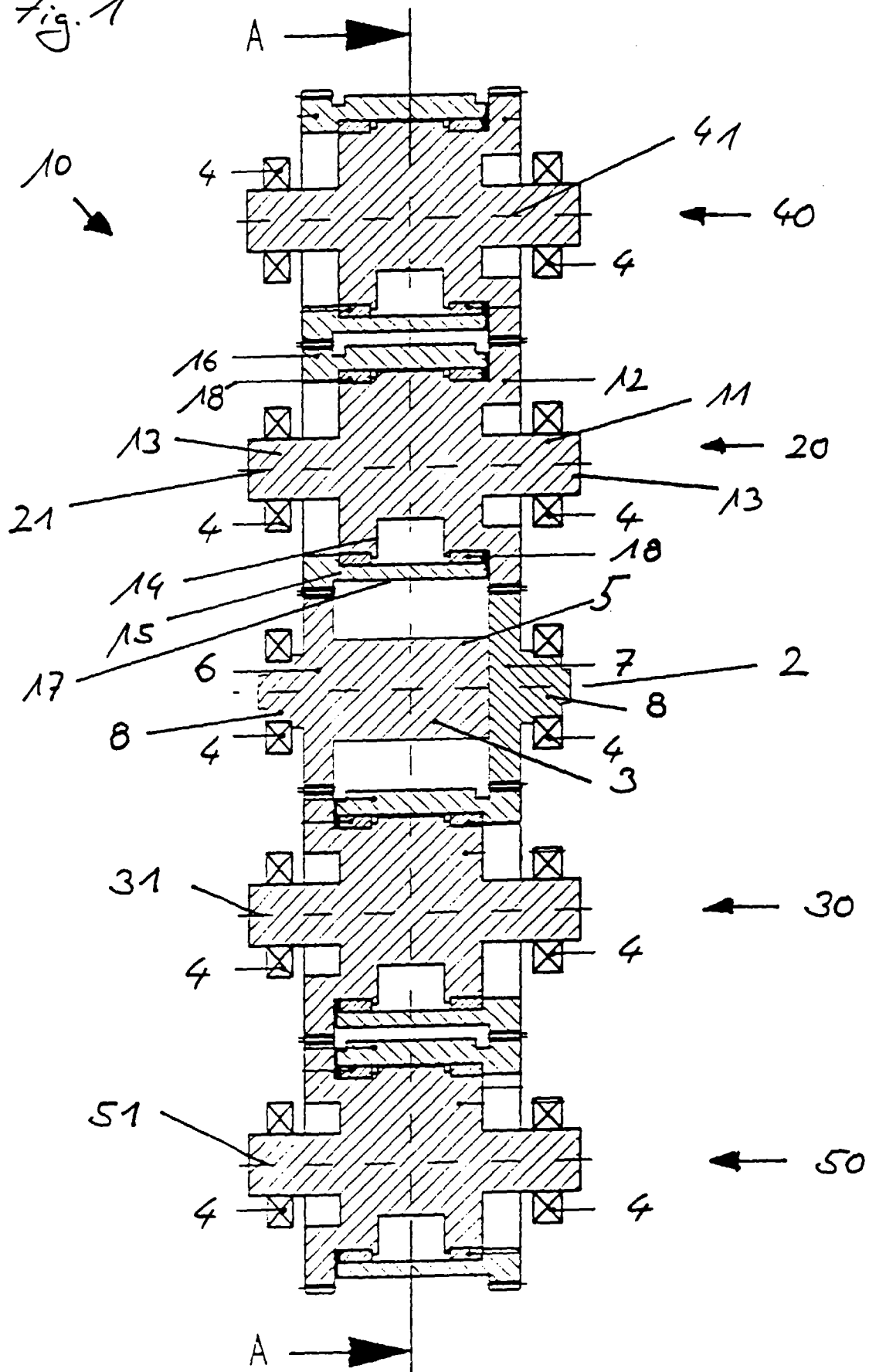
Betriebszustand haben sich die Unwuchteinheiten 20, 30, 40, 50 jeweils um 90 Grad weitergedreht. Die durch die Rotation entstehenden Unwuchtkräfte F_1 und F_2 bilden Gesamtkräfte F_{res} , die sich gegeneinander aufheben. Bei dieser Einstellung der Unwuchteinheiten 20, 30, 40, 50 wird also eine maximale Unwuchtkraft in vertikaler Richtung, aber keinerlei Kraftkomponenten in horizontaler Richtung erzeugt.

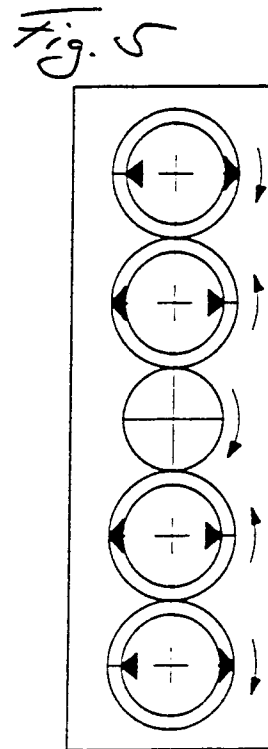
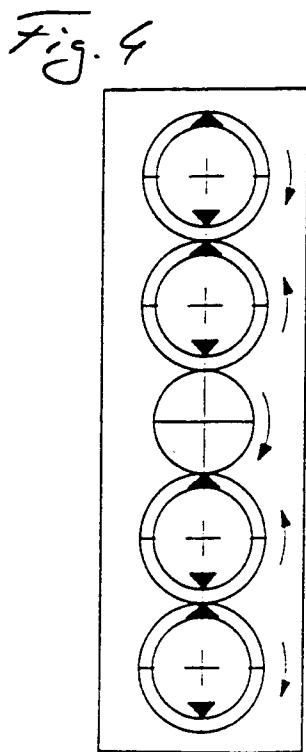
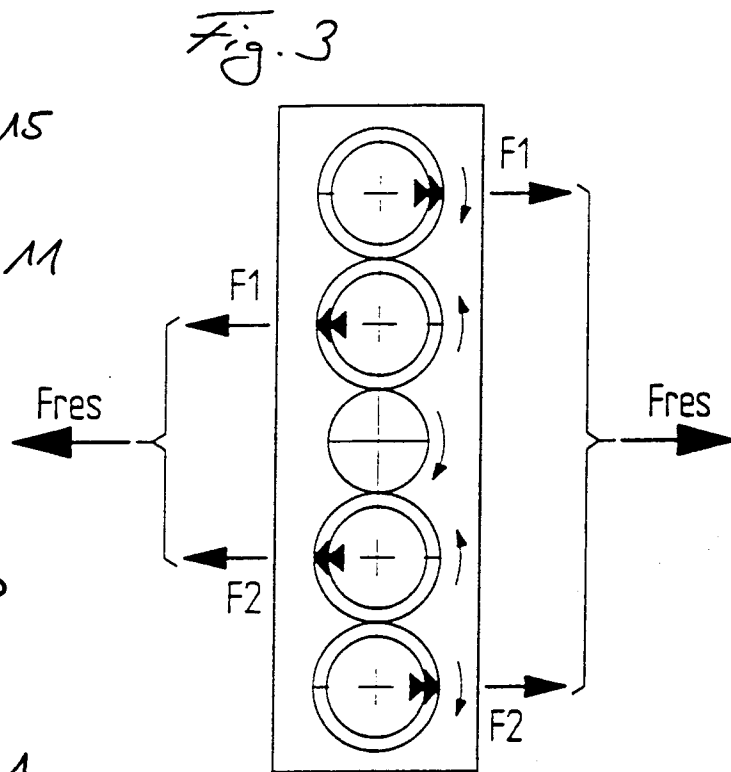
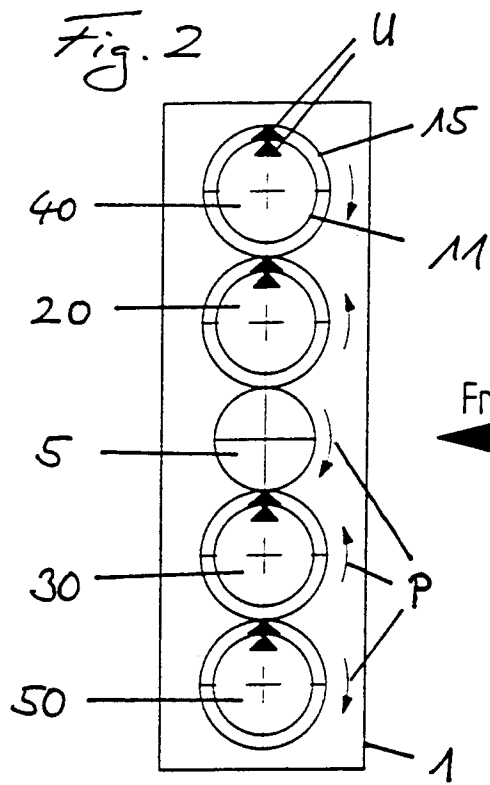
Bei den in den Figuren 4 und 5 dargestellten Betriebszuständen ist durch eine Verdrehung der Verstellzahnrad 6, 7 der Verstelleinrichtung 5 eine Phasenverschiebung um 180 Grad eingestellt. Durch die Verdrehung der Verstellzahnrad 6, 7 wird eine entsprechende Verdrehung der Innenunwucht 11 zur Außenunwucht 15 jeder Unwuchteinheit 20, 30, 40, 50 erzeugt. Bei gleichen Unwuchtmassen an der Innenunwucht 11 und der Außenunwucht 15 heben sich die Unwuchtkräfte in jedem Betriebszustand auf, so daß keine oder allenfalls nur sehr geringe Schwingungen erzeugt werden.

Patentansprüche

1. Schwingungserreger mit mindestens einer rotierend angetriebenen Unwuchteinheit, die eine hohlzylinderförmige Außenunwucht und eine coaxial darin gelagerte Innenunwucht aufweist, und eine Verstelleinrichtung mit einer Zahnradanordnung, die mit einem Zahnrad der Außenunwucht und einem Zahnrad der Innenunwucht zur Verstellung der Unwucht in Verbindung steht, dadurch **gekennzeichnet**, daß zu beiden Seiten der Verstelleinrichtung (5) jeweils mindestens eine Unwuchteinheit (20, 30) vorgesehen ist, daß die Verstelleinrichtung (5) zwei zueinander coaxial angeordnete und gegeneinander verdrehbar gelagerte Verstellzahnrad (6, 7) aufweist, und daß eines der Verstellzahnrad (6) mit jeweils einem Zahnrad (12, 16) der angrenzenden Unwuchteinheiten (20, 30) in kämmender Verbindung steht, während das andere Verstellzahnrad (7) mit den jeweils anderen Zahnradern (12, 16) der angrenzenden Unwuchteinheiten (20, 30) in kämmender Verbindung steht.
2. Schwingungserreger nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß zu beiden Seiten der Verstelleinrichtung (5) jeweils zwei Unwuchteinheiten (20, 40; 30, 50) vorgesehen sind, die miteinander in kämmender Verbindung stehen.
3. Schwingungserreger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß einerseits ein Verstellzahnrad (6) mit dem Zahnrad (16) der Außenunwucht (15) der einen Unwuchteinheit (20) in kämmender Verbindung steht, während andererseits dasselbe Verstellzahnrad (6) mit dem Zahnrad (12) der Innenunwucht (11) der anderen Unwuchteinheit (30) in kämmender Verbindung steht.
4. Schwingungserreger nach Anspruch 2 oder 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß auf einer Seite der Verstelleinrichtung (5) ausschließlich die Zahnrad (16) der Außenunwuchten (15) und ausschließlich die Zahnrad (12) der Innenunwuchten (11) miteinander in kämmender Verbindung stehen.
5. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Achsen (2, 21, 31, 41, 51) der Verstelleinrichtung (5) und der Unwuchteinheiten (20, 30, 40, 50) zueinander achsparallel sind und in einer Ebene liegen.
6. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Innenunwuchten (11) jeweils drehbar in einem Gehäuse (1) gelagert sind.
7. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Außenunwucht (15) über eine Lagereinrichtung (18) an der Innenunwucht (11) gelagert ist.
8. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß ein Drehmoment von einem Antriebsmotor auf eine Unwuchteinheit (20, 30, 40, 50) übertragbar ist.
9. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß ein Antriebsdrehmoment gleichzeitig auf alle Unwuchteinheiten (20, 30, 40, 50) übertragbar ist.

Fig. 1







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 11 4004

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 5 253 542 A (HOUZE CHRISTIAN) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Spalte 3, Zeile 18 - Spalte 4, Zeile 21 *	1-9	B06B1/16
D,A	EP 0 199 922 A (LINDENMEYER GMBH & CO) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	
D,A	DE 27 38 794 A (FMC CORP)		
A	EP 0 467 758 A (PROCEDES TECH CONST)		
A	FR 2 664 833 A (PROCEDES TECH CONSTRUCTION)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B06B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 4. November 1997	Prüfer Soederberg, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04/C03)