

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 527 826 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

04.05.2005 Patentblatt 2005/18

(51) Int Cl.7: B06B 1/16

(21) Anmeldenummer: 03450240.1

(22) Anmeldetag: 28.10.2003

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK

(71) Anmelder: Gschweitl, Ernst Dipl.-Ing.

8200 Gleisdorf (AT)

(72) Erfinder: Gschweitl, Ernst Dipl.-Ing.

8200 Gleisdorf (AT)

(74) Vertreter: Weiser, Andreas, Dr.

Patentanwalt,
Hietzinger Hauptstrasse 4
1130 Wien (AT)

(54) Schwingungserreger und Biegeweichselfestigkeits-Prüfvorrichtung

(57) Die Erfindung betrifft einen Schwingungserreger (1) zum Erzeugen zumindest zweier entgegengesetzt in einer Bewegungslinie (5) schwingender Massenkräfte (F_{1V} , F_{2V}) ausgehend von rotierenden Unwuchtmassen (8, 11), mit zwei Gehäuseteilen (2, 3), die in der Bewegungslinie (5) relativ zueinander geführt (4) sind und über welche die beiden Massenkräfte (F_{1V} , F_{2V}) ausleitbar sind, einer Welle (7), die am ersten Gehäuseteil (2) axialnormal zur Bewegungslinie (5) gelagert ist und eine erste Unwuchtmasse (8) trägt, und einer Hohlwelle (9), welche am zweiten Gehäuseteil (3) axialparallel zur Welle (7) und diese mit Spiel (12) umgebend gelagert ist und eine zweite Unwuchtmasse (11) trägt, wobei die Unwuchtmassen (8, 11) um $180^\circ \pm \Delta$, mit $\Delta \leq 90^\circ$, zueinander versetzt und gleichsinnig antreibbar sind. Die Erfindung betrifft ferner Anwendungen des Schwingungserregers (1) in Vorrichtungen (18, 18') zur Biegeweichselfestigkeitsprüfung.

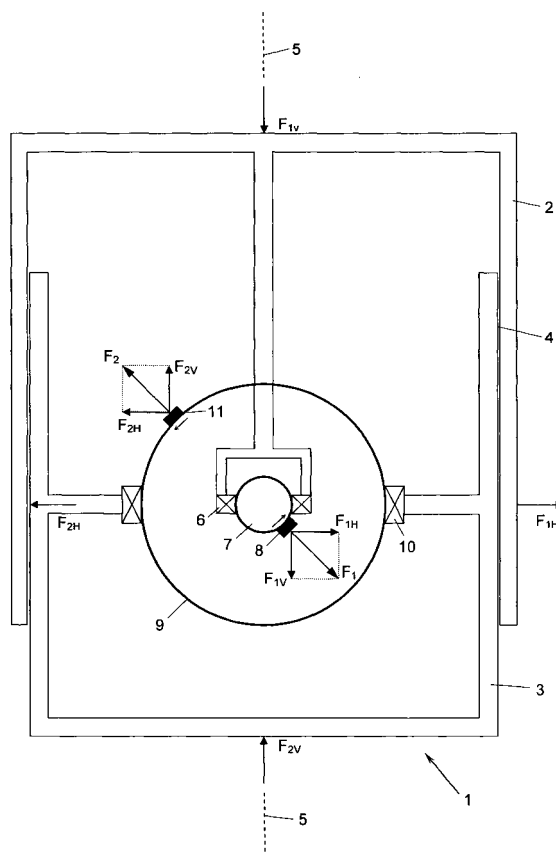


Fig. 1

EP 1 527 826 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schwingungserreger zum Erzeugen zumindest zweier entgegengesetzt in einer Bewegungslinie schwingender Massenkräfte ausgehend von rotierenden Unwuchtmassen. Die Erfindung betrifft ferner eine Anwendung eines solchen Schwingungserregers in einer Vorrichtung zur Biegewechselfestigkeitsprüfung.

[0002] Schwingungserreger der eingangs genannten Art werden beispielsweise in der Materialprüfung eingesetzt, um periodisch Lastwechsel auf einen Prüfling für Biege- oder Torsionsfestigkeitsprüfungen aufzubringen. Wird dabei die Eigenresonanzfrequenz des Systems aus Prüfling und schwingenden Teilen des Prüfstandes angeregt, können mit geringer Eingangsleistung hohe Beanspruchungen des Prüflings bewirkt werden. Für die dazu erforderlichen hohen Schwingungsfrequenzen sind hydraulische Schwingungserreger vom Zylinder-Kolbentyp aufgrund ihrer Trägheit nicht geeignet; elektromagnetische Schwingungserreger sind aus Kostengründen in der Leistung und aufgrund der mit der Entfernung abnehmenden Feldstärke im erzielbaren Schwingungshub begrenzt. Einzig mechanische Schwingungserreger mit schwingenden Massen sind in der Lage, ausreichend große Kräfte mit hoher Schwingungsfrequenz unter Bewirkung eines großen Schwingungshubs zu erzeugen.

[0003] Alle bekannten Schwingungserreger mit schwingenden Massen können jedoch stets nur eine einzige in einer Bewegungslinie schwingende Massenkraft (gleichsam eine "Absolutkraft") erzeugen: Dazu enthalten sie zwei parallele, in einem gemeinsamen Gehäuse gelagerte und gegensinnig rotierende Unwuchtmassen, deren Massenkräfte sich in der durch die Drehachsen aufgespannten Ebene kompensieren, normal dazu jedoch addieren und über das Gehäuse als resultierende schwingende Massenkraft ausleitbar sind (sog. Unwuchtrüttler mit Lanchester-Ausgleich).

[0004] Gegenüber diesem Stand der Technik setzt sich die Erfindung zum Ziel, einen mechanischen Schwingungserreger zu schaffen, mit welchem gleichzeitig zumindest zwei entgegengesetzt in einer Bewegungslinie schwingende Massenkräfte (sozusagen eine "Relativkraft") ausgehend von rotierenden Unwuchtmassen erzeugt werden können. Dieses Ziel wird mit einem Schwingungserreger der einleitend genannten Art erreicht, der sich gemäß der Erfindung auszeichnet durch

zwei Gehäuseteile, die in der Bewegungslinie relativ zueinander geführt sind und über welche die beiden Massenkräfte ausleitbar sind,

eine Welle, die am ersten Gehäuseteil axialnormal zur Bewegungslinie gelagert ist und eine erste Unwuchtmasse trägt, und

eine Hohlwelle, welche am zweiten Gehäuseteil axialparallel zur Welle und diese mit Spiel umgebend gelagert ist und eine zweite Unwuchtmasse trägt,

wobei die Unwuchtmassen um $180^\circ \pm \Delta$, mit $\Delta \leq 90^\circ$, zueinander versetzt und gleichsinnig antreibbar sind.

[0005] Auf diese Weise wird erstmals ein mechanischer Schwingungserreger geschaffen, welcher gleichzeitig (zumindest) zwei entgegengesetzt schwingende Massenkräfte erzeugen kann, und dies auf einfachste Art und Weise mit Hilfe rotierender Unwuchtmassen ohne jedwede Pleuel oder Kurbeln. Die sich eröffnenden Anwendungsmöglichkeiten sind mannigfach: Ein solcher Schwingungserreger kann insbesondere zu einer symmetrischen Beaufschlagung von Prüflingen in Resonanzprüfständen verwendet werden, wie weiter unten noch ausführlicher erörtert wird, als besonders störungsunanfälliger Antrieb in Kompressoren, als beliebiger Hubkolbenantrieb, als beliebiger schwingender Linearantrieb usw.

[0006] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß die Schwerpunkte der Unwuchtmassen in einer gemeinsamen Ebene liegen, welche die Bewegungslinie enthält und zu den Achsen von Welle und Hohlwelle normal ist. Dadurch wird die unerwünschte Erzeugung eines Kippmomentes vermieden.

[0007] In einer ersten besonders bevorzugten Variante der Erfindung beträgt der Versatz der Unwuchtmassen 180° , wodurch genau zwei entgegengesetzt in der Bewegungslinie schwingende Massenkräfte erzeugt werden können.

[0008] In einer alternativen bevorzugten Variante der Erfindung schwankt der Versatz der Unwuchtmassen im Verlauf einer Umdrehung sinusförmig zwischen $180^\circ - \Delta$ und $180^\circ + \Delta$ (mit $\Delta \leq 90^\circ$). Dadurch kann zusätzlich zu den zwei entgegengesetzt schwingenden Massenkräften (der "Relativkraft") auch noch eine - je nach Wahl des maximalen Auslenkwinkels Δ orientierte - schwingende Absolutkraft erzeugt werden, beispielsweise um eine zusätzliche Rüttelkraft zu erzeugen.

[0009] Die Welle und die Hohlwelle könnten dazu von gesonderten, entsprechend synchronisierten regelbaren Motoren angetrieben werden. Alternativ könnten sie von einer gemeinsamen, zentralen Antriebswelle mit ruhender Achse über ein sich scherenartig auseinander- bzw. zueinander bewegendes Getriebe drehangetrieben werden. Besonders günstig ist es jedoch, wenn die Welle und die Hohlwelle in Drehrichtung gekuppelt sind, so daß nur einer der Teile Welle und Hohlwelle angetrieben werden muß.

[0010] Die Kupplung von Welle und Hohlwelle kann auf besonders einfache Weise über eine Linearführung erfolgen, welche in Richtung einer gedachten Verbindungslinie der beiden Unwuchtmassen verläuft. Eine alternative vorteilhafte Variante besteht darin, die Welle und die Hohlwelle über eine Feder zu kuppeln, welche etwa normal zur Richtung einer gedachten Verbindungslinie der beiden Unwuchtmassen verläuft. Dadurch wird die Einleitung einer störenden Differenz-Drehverschiebung in die Kupplung vermieden.

[0011] Gemäß einem weiteren bevorzugten Merkmal der Erfindung ist an die Welle und/oder die Hohlwelle eine biegsame Welle angeflanscht. Über diese biegsame Welle kann das schwingende System auf besonders einfache Art drehangetrieben werden.

[0012] Ein weiterer Aspekt der Erfindung befaßt sich mit einer vorteilhaften Anwendung des vorgestellten Schwingungserregers in einer Vorrichtung zur Prüfung der Biegegewichseigenschaft eines Prüflings mittels mechanischer Eigenresonanzanregung, die zwei einander mit Abstand gegenüberliegende Hebelmassen aufweist, zwischen denen der Prüfling symmetrisch einspannbar ist, und zwar zum periodischen Aufbringen einer Hebelkraft auf zumindest eine der Hebelmassen.

[0013] In einer ersten bevorzugten Ausführungsform einer solchen Vorrichtung greift der erste Gehäuseteil des Schwingungserregers an der ersten Hebelmasse und der zweite Gehäuseteil an der zweiten Hebelmasse jeweils in einem Abstand zum Prüfling an.

[0014] In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform lagert zumindest eine der Hebelmassen zwei zweiarmlige Hebel symmetrisch in einem Abstand zum Prüfling, zwischen deren einen Hebelarmen der Schwingungserreger wirkt und deren andere Hebelarme über Stangen symmetrisch an der anderen Hebelmasse jeweils in einem Abstand zum Prüfling angreifen.

[0015] Im Gegensatz zu herkömmlichen Prüfvorrichtungen, bei welchen stets nur eine der Hebelmassen mit einer schwingenden Massenkraft (in der Regel mit einem Unwuchtrüttler mit Lanchester-Ausgleich) beaufschlagt wird, was zu unsymmetrischen Beanspruchungen des Prüflings und damit Meßverfälschungen führt, können mit dem Schwingungserreger der Erfindung erstmals gleichzeitig beide Hebelmassen synchron und gegenphasig beaufschlagt werden, u.zw. in der ersten Ausführungsform beide Hebelmassen jeweils auf einer ihrer Seiten, in der zweiten Ausführungsform beide Hebelmassen sogar auf ihren beiden Seiten.

[0016] Die erfindungsgemäße Prüfvorrichtung ermöglicht damit eine ausgezeichnet symmetrische Beanspruchung eines Prüflings und wesentlich genauere Meßergebnisse als alle bekannten Lösungen.

[0017] Bei der ersten Ausführungsform kann die gegenseitige Relativführung der Gehäuseteile auf besonders einfache Weise durch eine Blattfeder erreicht werden, welche einerseits an der ersten Hebelmasse, die mit dem ersten Gehäuseteil verbunden ist, und andererseits an dem zweiten Gehäuseteil angreift und sich normal zur Bewegungslinie erstreckt. Die Länge der Blattfeder und damit der Radius der Relativbewegung ihrer Enden werden dabei so gewählt, daß die Bewegung der Blattfederenden im Rahmen der gewünschten Meßtoleranzen als quasi-linear ("linearisiert") betrachtet werden kann.

[0018] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Prüfvorrichtung mit einem Schwingungserreger, der eine biegsame Welle aufweist, besteht darin, daß die biegsame Welle an ihrem anderen Ende an einen regel-

baren Elektromotor angeflanscht ist. Dadurch kann eine genaue Steuerung der Schwingungsfrequenz auf elektrischem Wege erzielt werden.

[0019] Die Erfindung wird nachstehend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 das Funktionsprinzip des Schwingungserregers der Erfindung in einer schematisierten Schnittansicht, die Fig. 2a und 2b zwei Varianten der Kupplung von Welle und Hohlwelle in schematisierten Schnittansichten, Fig. 3 eine Ausführungsform des Schwingungserregers der Erfindung in einem Axialschnitt, und die Fig. 4 und 5 zwei Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Prüfvorrichtungen jeweils in einer schematischen Seitenansicht.

[0020] Gemäß den Fig. 1 und 3 umfaßt ein Schwingungserreger 1 einen ersten Gehäuseteil 2 und einen zweiten Gehäuseteil 3, die mittels einer Linearführung 4 in einer Bewegungslinie 5 relativ zueinander beweglich geführt sind.

[0021] Der erste Gehäuseteil 2 lagert über ein Lager 6 eine Welle 7 axialnormal zur Bewegungslinie 5. Die Welle 7 trägt eine erste Unwuchtmasse 8.

[0022] Die Welle 7 ist von einer Hohlwelle 9 axialparallel umgeben. Die Hohlwelle 9 ist am zweiten Gehäuseteil 3 über ein Lager 10 gelagert ist und trägt eine zweite Unwuchtmasse 11.

[0023] Zwischen der Welle 7 und der Hohlwelle 9 verbleibt ein radiales Spiel 12, welches mindestens die Hälfte des im Betrieb des Schwingungserregers 1 zwischen den Gehäuseteilen 2 und 3 auftretenden Schwingungshubes beträgt.

[0024] Die Unwuchtmassen 8 und 11 sind um 180° zueinander versetzt angeordnet und so bemessen, daß sie bei gleichsinniger, synchroner Drehung von Welle 7 und Hohlwelle 9 einander entgegengesetzte, umlaufende Massen(flieh)kräfte F_1 bzw. F_2 erzeugen. Bevorzugt liegen die Schwerpunkte der Unwuchtmassen 8 und 11 in einer gemeinsamen Ebene, welche die Bewegungslinie 5 enthält und zu den Achsen von Welle 7 und Hohlwelle 9 normal ist, so daß auch die Massenkräfte F_1 und F_2 in einer gemeinsamen Ebene liegen.

[0025] Zur einfacheren Dimensionierung ist zwecks Kompensation der unterschiedlichen Radien von Welle 7 und Hohlwelle 9 die Unwuchtmasse 8 mit Hilfe eines Abstandhalters 13 im selben Achsabstand befestigt wie die Unwuchtmasse 11, wobei die Eigenmasse des Abstandhalters 13 durch entsprechende Gegenmassen 13' auf der Welle 7 kompensiert wird. Die Unwuchtmasse 8 liegt dabei in einer der Unwuchtmasse 11 gegenüberliegenden Umfangsöffnung 14 der Hohlwelle 9.

[0026] Die Welle 7 und die Hohlwelle 9 könnten jeweils gesondert synchron angetrieben werden. Bevorzugt sind sie jedoch in Drehrichtung starr gekuppelt, so

daß nur einer der Teile anzutreiben ist. Der Antrieb kann beispielsweise über eine biegsame Welle 15 (in Fig. 3 nur teilweise dargestellt, siehe auch Fig. 5) erfolgen.

[0027] Fig. 2a zeigt eine erste Variante der Kupplung von Welle 7 und Hohlwelle 9 über eine Linearführung 16, welche in Richtung einer gedachten Verbindungslinie der beiden Unwuchtmassen 8 und 11 verläuft. Die Linearführung 16 kann beispielsweise ein Stift sein, welcher am Umfang der Hohlwelle 11 fest verankert ist und die Welle 7 gleitend durchsetzt, oder umgekehrt.

[0028] Fig. 2b zeigt eine zweite Variante der Kupplung von Welle 7 und Hohlwelle 9 über eine Feder 17, welche etwa normal zur Richtung einer gedachten Verbindungslinie der beiden Unwuchtmassen 8 und 11 verläuft. Im Betrieb, wenn zwischen Welle 7 und Hohlwelle 9 ein Schwingungshub auftritt, kann die Feder 17 diesem Hub folgen, ohne Relativkräfte in Richtung des Hubes zu übertragen, wogegen sie quer dazu Kraftschluß bewirkt. Dies vermeidet die Übertragung störender Brems- und Beschleunigungskräfte, welche sonst (z.B. bei der Linearführung nach Fig. 2a) durch die radiale Relativbewegung der beiden gleich schnell rotierenden Teile hervorgerufen werden.

[0029] Die Funktionsweise des Schwingungserregers wird nun anhand von Fig. 1 ausführlicher erläutert. Die Massen(flieh)kräfte F_1 und F_2 der rotierenden Unwuchtmassen 8 und 11 lassen sich jeweils in eine horizontale Komponente F_{1H} bzw. F_{2H} und eine vertikale Komponente F_{1V} bzw. F_{2V} zerlegen.

[0030] Die horizontale Komponente F_{1H} der Unwuchtmasse 8 wirkt über das Lager 6 normal auf die Linearführung 4 und damit der über das Lager 10 ebenfalls normal auf die Linearführung 4 einwirkenden horizontalen Komponente F_{2H} der Unwuchtmasse 11 entgegen. Die horizontalen Komponenten F_{1H} und F_{2H} heben sich somit in ihrer Wirkung gegenseitig auf.

[0031] Die vertikale Komponente F_{1V} der Unwuchtmasse 8 wirkt hingegen über das Lager 6 nur auf den ersten Gehäuseteil 2 (denn sie wird von der Linearführung 4 nicht weiterübertragen) und ist kann am Gehäuseteil 2 abgegriffen bzw. ausgeleitet werden.

[0032] In gleicher Weise wirkt die vertikale Komponente F_{2V} der Unwuchtmasse 11 über das Lager 10 nur auf den zweiten Gehäuseteil 3 und kann an diesem abgegriffen bzw. ausgeleitet werden.

[0033] Fig. 4 zeigt eine erste Anwendung des Schwingungserregers 1 anhand einer Vorrichtung 18 zur Prüfung der Biegegewichseigenschaft mittels mechanischer Eigenresonanzanregung. Die Vorrichtung 18 umfaßt zwei einander mit Abstand gegenüberliegenden Hebelmassen 19, 20, zwischen denen ein Prüfling 21, z.B. eine Kraftfahrzeug-Kurbelwelle, symmetrisch einspannbar ist.

[0034] Das gesamte System aus Hebelmassen 19, 20 und Prüfling 21 wird z.B. bei 22 freischwingend aufgehängt und durch periodisches Aufbringen einer Kraft bis zur Eigenresonanz angeregt, u.zw. bevorzugt in einem Schwingungsmodus, welcher den Prüfling in der

Art eines schwingenden Stabes auf wechselnde Biegung beansprucht, wie in der Technik bekannt.

[0035] Zum Aufbringen der periodischen Kraft dient ein Schwingungserreger 1, dessen erster Gehäuseteil 2 an der ersten Hebelmasse 19 in einem Abstand vom Prüfling 21 angreift. Der zweite Gehäuseteil 3 des Schwingungserregers 1 greift über eine Verbindungsstange 23 an der zweiten Hebelmasse 20 in gleichem Abstand zum Prüfling 21 an.

[0036] Die gegenseitige Linearführung 4 der Gehäuseteile 2 und 3 wird durch eine Blattfeder 24 bewerkstelligt, welche einerseits an der ersten Hebelmasse 19, die mit dem ersten Gehäuseteil 2 verbunden ist, und andererseits direkt am zweiten Gehäuseteil 3 angreift und sich normal zur Bewegungslinie 5 erstreckt.

[0037] Auf diese Weise bringt der Schwingungserreger 1 zwei entgegengesetzt schwingende Massenkräfte auf die beiden Hebelmassen 19 und 20 auf, wodurch der Prüfling 21 in der Zeichnungsebene von Fig. 4 auf wechselnde Biegung beansprucht wird.

[0038] Fig. 5 zeigt eine zweite Anwendung des Schwingungserregers 1 anhand einer Vorrichtung 18' zur Prüfung der Biegegewichseigenschaft mittels mechanischer Eigenresonanzanregung. Die Vorrichtung 18' ist gleich aufgebaut wie die Vorrichtung 18 von Fig. 4 und gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Teile, mit den folgenden Ausnahmen.

[0039] Die Hebelmasse 19 lagert hier an zwei symmetrisch und in einem Abstand zum Prüfling 21 liegenden Anlenkpunkten 25, 26 jeweils einen zweiarmigen Hebel 27 bzw. 28, zwischen deren einen Hebelarmen 29, 30 - jedoch auf entgegengesetzten Seiten derselben - der Schwingungserreger 1 wirkt. Die jeweils anderen Hebelarme 31, 32 greifen über Verbindungsstangen 33, 34 an der Hebelmasse 20 symmetrisch und im selben Abstand zum Prüfling 21 an.

[0040] Dadurch werden die Hebelmassen 19, 20 jeweils alternierend und symmetrisch bezüglich des Prüflings 21 so beaufschlagt, daß der Prüfling 21 in der Zeichnungsebene von Fig. 5 exakt symmetrisch auf wechselnde Biegung beansprucht wird. In Fig. 5 ist ferner ein regelbarer Elektromotor 35 gezeigt, welcher den Schwingungserreger 1 über die biegsame Welle 15 antreibt.

[0041] Es ist ersichtlich, daß die Konstruktion und die Bewegungen der Gehäuseteile 2, 3 bzw. der Welle 7 und der Hohlwelle 9 auch kinematisch umgekehrt werden könnte, ohne die Funktionsweise des Schwingungserregers 1 bzw. der Prüfvorrichtungen 18, 18' zu beeinträchtigen. Die Erfindung ist demgemäß nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern umfaßt alle Varianten und Modifikationen, die in den Rahmen der angeschlossenen Ansprüche fallen.

Patentansprüche

1. Schwingungserreger (1) zum Erzeugen zumindest

zweier entgegengesetzt in einer Bewegungslinie (5) schwingender Massenkräfte (F_{1V} , F_{2V}) ausgehend von rotierenden Unwuchtmassen (8, 11), **gekennzeichnet durch**

zwei Gehäuseteile (2, 3), die in der Bewegungslinie (5) relativ zueinander geführt (4) sind und über welche die beiden Massenkräfte (F_{1V} , F_{2V}) ausleitbar sind,

eine Welle (7), die am ersten Gehäuseteil (2) axialnormal zur Bewegungslinie (5) gelagert ist und eine erste Unwuchtmasse (8) trägt, und

eine Hohlwelle (9), welche am zweiten Gehäuseteil (3) axialparallel zur Welle (7) und diese mit Spiel (12) umgebend gelagert ist und eine zweite Unwuchtmasse (11) trägt,

wobei die Unwuchtmassen (8, 11) um $180^\circ \pm \Delta$, mit $\Delta \leq 90^\circ$, zueinander versetzt und gleichsinnig antreibbar sind.

2. Schwingungserreger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schwerpunkte der Unwuchtmassen (8, 11) in einer gemeinsamen Ebene liegen, welche die Bewegungslinie (5) enthält und zu den Achsen von Welle (7) und Hohlwelle (9) normal ist.
3. Schwingungserreger nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Versatz der Unwuchtmassen 180° beträgt.
4. Schwingungserreger nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Versatz der Unwuchtmassen im Verlauf einer Umdrehung sinusförmig zwischen $180^\circ - \Delta$ und $180^\circ + \Delta$ schwankt.
5. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Welle (7) und die Hohlwelle (9) in Drehrichtung gekuppelt sind.
6. Schwingungserreger nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Welle (7) und die Hohlwelle (9) über eine Linearführung (16) gekuppelt sind, welche in Richtung einer gedachten Verbindungslinie der beiden Unwuchtmassen (8, 11) verläuft.
7. Schwingungserreger nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Welle (7) und die Hohlwelle (9) über eine Feder (17) gekuppelt sind, welche etwa normal zur Richtung einer gedachten Verbindungslinie der beiden Unwuchtmassen (8, 11) verläuft.
8. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** an die Welle (7) und/oder die Hohlwelle (9) eine biegsame Welle (15) angeflanscht ist, über welche sie antreibbar ist.

9. Vorrichtung (18) zur Prüfung der Biegeweichselfestigkeit eines Prüflings (21) mittels mechanischer Eigenresonanzanregung, mit zwei einander mit Abstand gegenüberliegenden Hebelmassen (19, 20), zwischen denen der Prüfling (21) symmetrisch einspannbar ist, und einer Einrichtung zum periodischen Aufbringen einer Hebelkraft auf zumindest eine der Hebelmassen, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einrichtung zumindest einen Schwingungserreger (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 aufweist, dessen erster Gehäuseteil (2) an der ersten Hebelmasse (19) und dessen zweiter Gehäuseteil (3) an der zweiten Hebelmasse (20) jeweils in einem Abstand zum Prüfling (21) angreift.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Führung (4) der Gehäuseteile relativ zueinander durch eine Blattfeder (24) erfolgt, welche einerseits an der ersten Hebelmasse (19), die mit dem ersten Gehäuseteil (2) verbunden ist, und andererseits an dem zweiten Gehäuseteil (3) angreift und sich normal zur Bewegungslinie (5) erstreckt.

11. Vorrichtung (18') zur Prüfung der Biegeweichselfestigkeit eines Prüflings (21) mittels mechanischer Eigenresonanzanregung, mit zwei einander mit Abstand gegenüberliegenden Hebelmassen (19, 20), zwischen denen der Prüfling (21) symmetrisch einspannbar ist, und einer Einrichtung zum periodischen Aufbringen einer Hebelkraft auf zumindest eine der Hebelmassen, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest eine (19) der Hebelmassen zwei zweiarmlige Hebel (27, 28) symmetrisch in einem Abstand zum Prüfling (21) lagert, zwischen deren einen Hebelarmen (29, 30) ein Schwingungserreger (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 wirkt und deren andere Hebelarme (31, 32) über Stangen (33, 34) symmetrisch an der anderen Hebelmasse (20) jeweils in einem Abstand zum Prüfling (21) angreifen.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11 in Verbindung mit Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die biegsame Welle (15) an ihrem anderen Ende an einen regelbaren Elektromotor (35) angeflanscht ist.

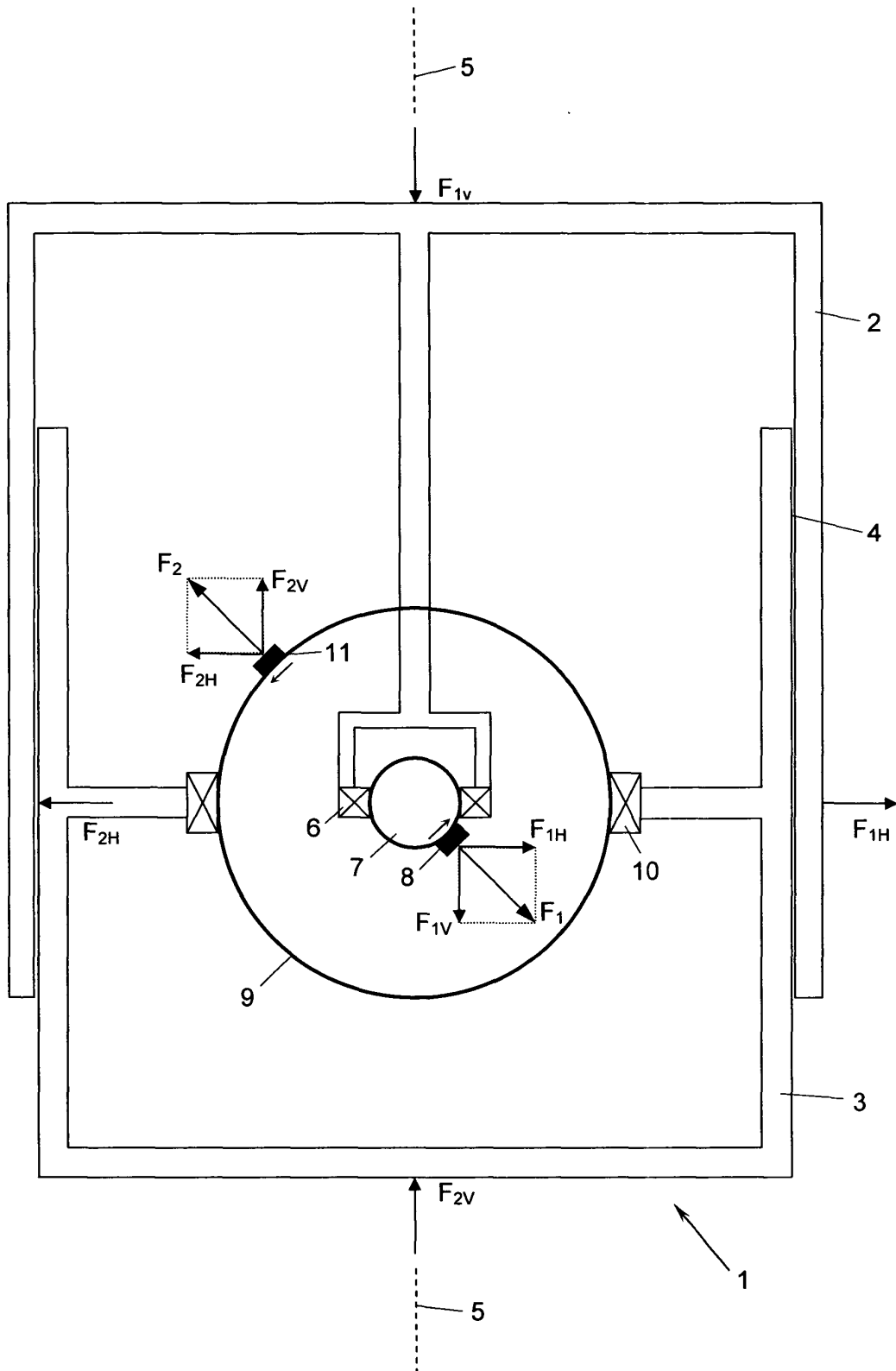


Fig. 1

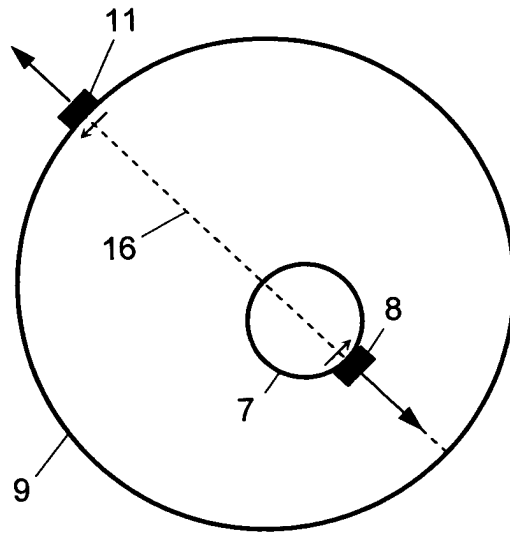


Fig. 2a

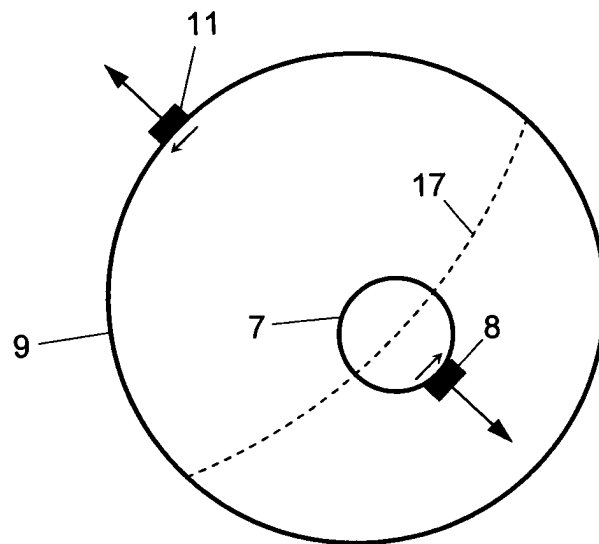


Fig. 2b

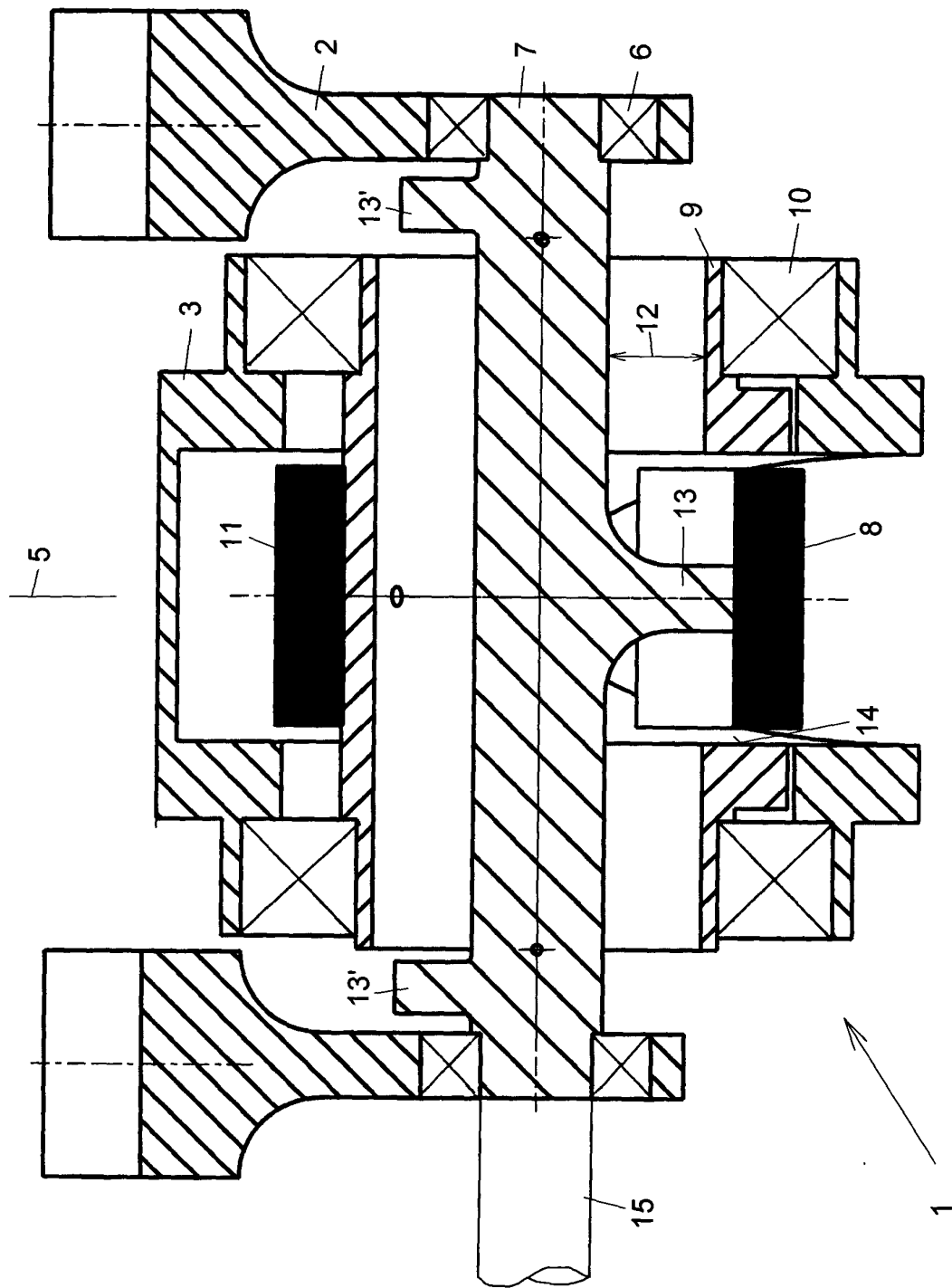


Fig. 3

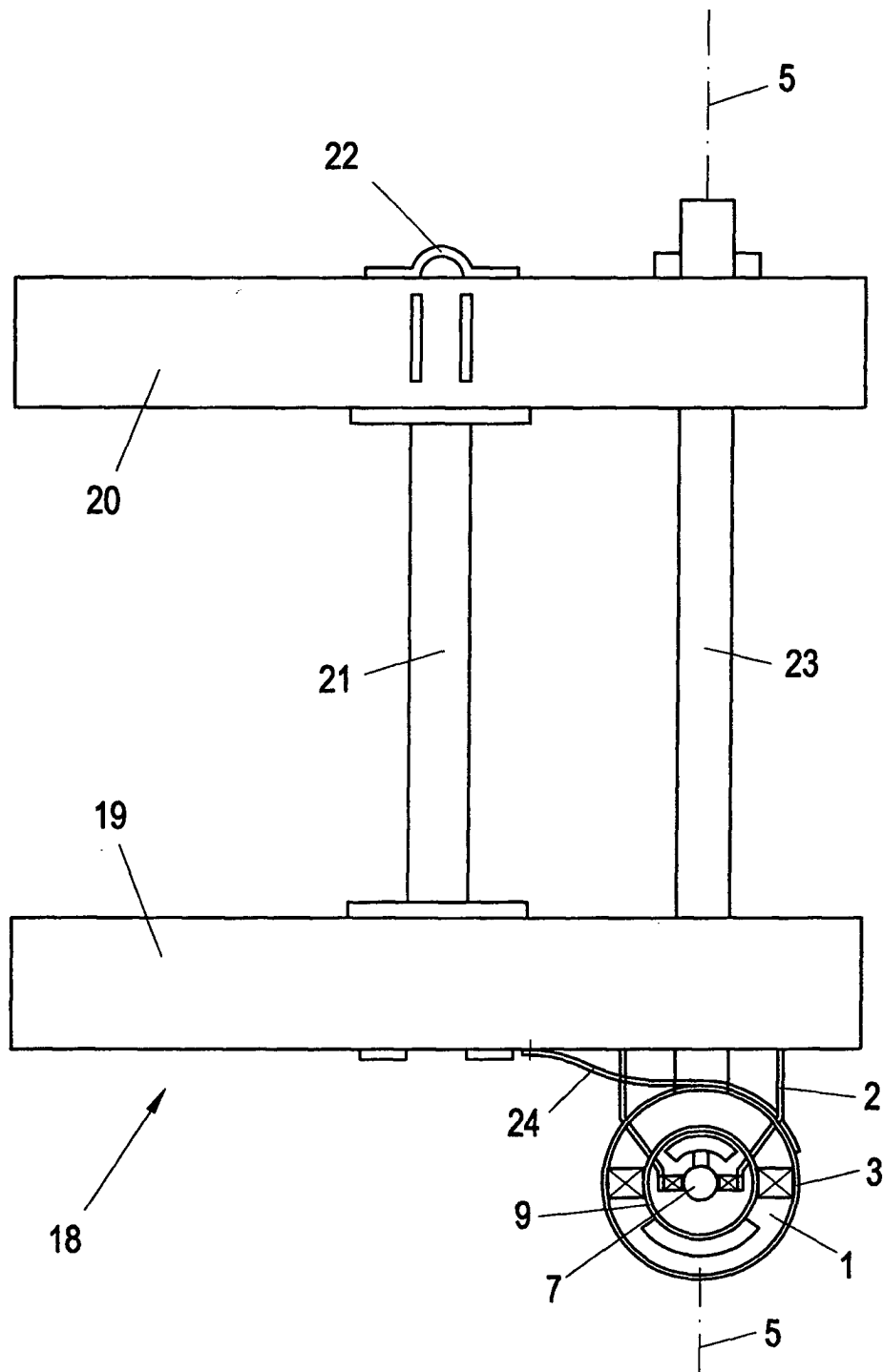


FIG. 4

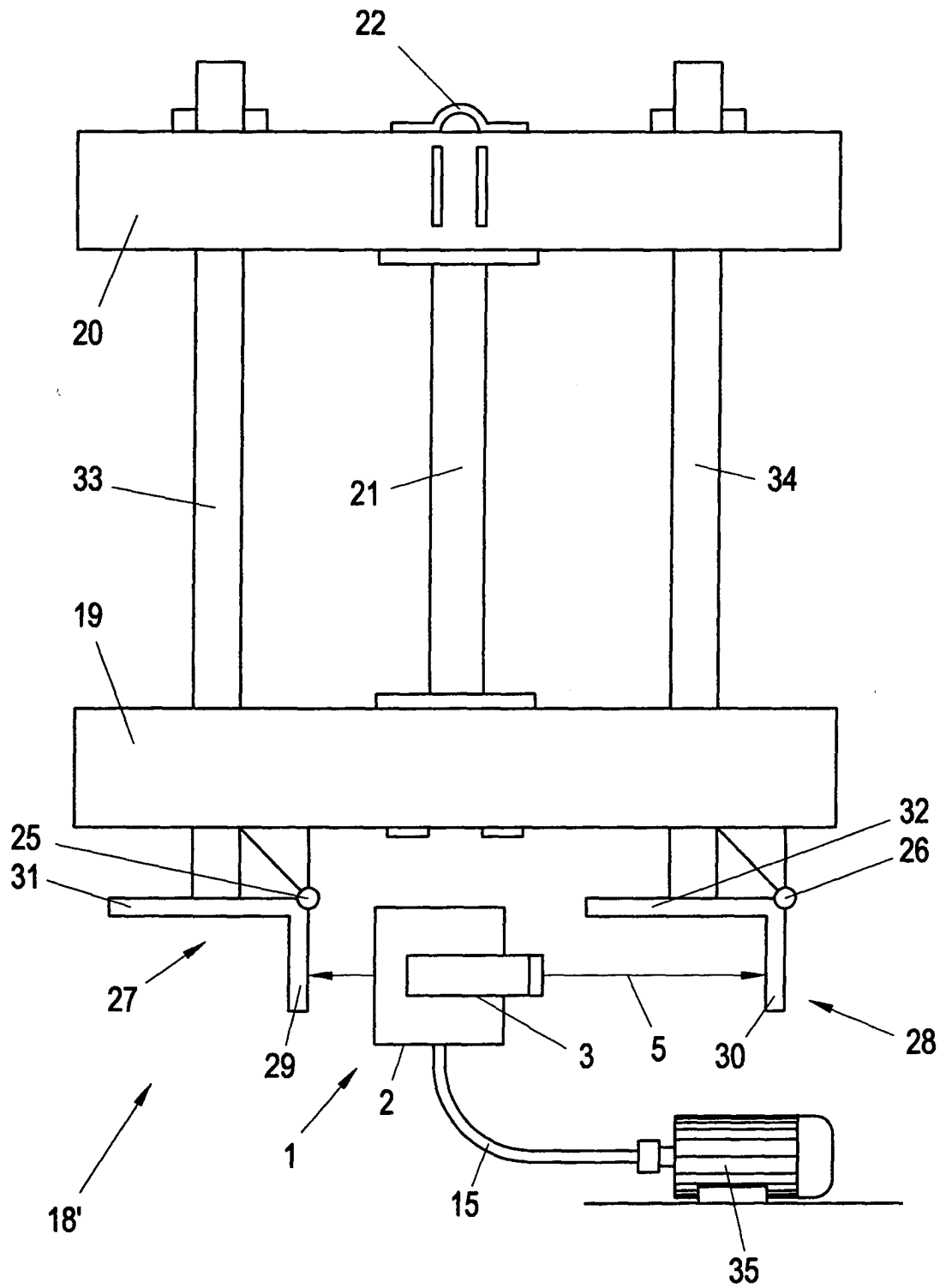


FIG. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 45 0240

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	WO 00/55430 A (ANDERSSON ULF BERTIL) 21. September 2000 (2000-09-21) * Seite 4, Zeile 104 - Zeile 111; Abbildung 4 * * Seite 5, Zeile 150 - Zeile 163; Abbildung 3 * -----	1	B06B1/16
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B06B G01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 28. April 2004	Prüfer Häusser, T
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 : mündliche 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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 45 0240

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-04-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0055430 A	21-09-2000	SE 513571 C2	02-10-2000
		AU 3991100 A	04-10-2000
		EP 1159488 A1	05-12-2001
		WO 0055430 A1	21-09-2000
		SE 9900990 A	19-09-2000
		US 6717379 B1	06-04-2004

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82