


 12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG


 Anmeldenummer: 86101186.4


 Int. Cl.<sup>4</sup>: **B 24 B 23/04**


 Anmeldetag: 30.01.86


 Priorität: 25.05.85 DE 3518984


 Anmelder: Festo KG, Ulmer Strasse 48,  
 D-7300 Esslingen a.N. (DE)


 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 03.12.86  
 Patentblatt 86/49

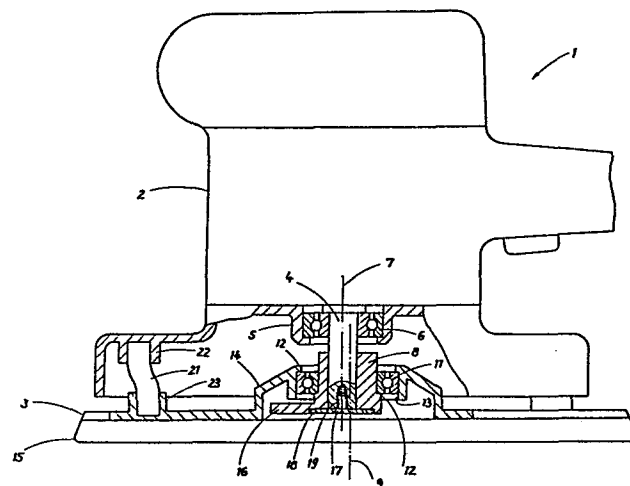

 Erfinder: Maier, Peter, Dipl.-Ing. (FH), Gerokstrasse 1,  
 D-7311 Neldlingen (DE)  
 Erfinder: Haberhauer, Horst, Dr., Bergstrasse 24,  
 D-7310 Plochingen (DE)


 Benannte Vertragsstaaten: AT BE CH DE FR GB IT LI LU  
 NL SE


 Vertreter: Rüger, Rudolf, Dr.-Ing. et al, Patentanwälte  
 Dr.-Ing. R. Rüger Dipl.-Ing. H.P. Barthelt  
 Webergasse 3 Postfach 348, D-7300 Esslingen/Neckar  
 (DE)

### 54 Ausgewuchteter Schwingschleifer.


 57 Bei einem Schwingschleifer (1) ist an einer Seite seines Gehäuses (2) ein Schleifschuh (3) beweglich gelagert, der mittels einer in dem Gehäuse (2) untergebrachten Antriebseinrichtung sowie einem damit gekuppelten Exzenter (8) in eine Orbitalbewegung zu versetzen ist. Der Exzenter (8) ist einerseits in dem Gehäuse (2) und andererseits in dem Schleifschuh (3) drehbar gelagert, wobei die Drehachse (7) in dem Gehäuse (2) gegenüber der Drehachse (9) des Exzenter (8) in dem Schleifschuh (3) radial versetzt ist, jedoch zu dieser parallel verläuft. Synchron mit dem Exzenter (3) läuft ein Auswuchtgewicht (16) zur Kompensation der Unwucht um. Um auch beim Schleifen einen vibrationsarmen Lauf zu erhalten, sind Mittel zur Kompensation der von den Reib- und/oder Schnittkräften hervorgerufenen und an dem Exzenter angreifenden Querkräfte vorgesehen.



### Ausgewuchteter Schwingschleifer

Die Erfindung geht aus von einem Schwingschleifer mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Hauptanspruchs.

Bei derartigen aus der Praxis bekannten Schwingschleifern  
5 liegt der Schwerpunkt des Auswuchtgewichtes auf der Verbindungsgeraden zwischen den beiden Drehachsen des Exzentrers, und zwar bezüglich der Drehachse in dem Gehäuse diametral zu der Drehachse des Exzentrers im Schleifschuh. Bei abgehobenem Schwingschleifer werden  
10 auf diese Weise praktisch sämtliche von dem Schleifschuh ausgehenden Kräfte, die um die Drehachse des Exzentrers im Gehäuse umlaufen, kompensiert.

Zumindest dann, wenn der solchermaßen ausgewuchtete  
15 Schwingschleifer an die zu bearbeitende Oberfläche angepreßt wird, treten Schnittkräfte auf, die bezüglich der Drehachse des Exzentrers in dem Gehäuse ein Drehmoment erzeugen und außerdem an dem Exzenter angreifende Querkräfte hervorrufen, die entsprechend der Orbitalbewegung des Schleifschuhs um die Drehachse des  
20 Exzentrers im Gehäuse umlaufen. Diese ständig die Richtung ändernden Querkräfte werden vom Schleifschuh auf

das Gehäuse bzw. die Handgriffe übertragen. Die am Handgriff auftretenden Querkräfte werden von der Bedienperson als lästige Schwingungen empfunden.

- 5 Darüber hinaus kann zumindest bei größeren Schwing-  
schleifern der Fall eintreten, daß die elastischen  
Glieder, mit denen der Schleifschuh an dem Gehäuse be-  
festigt ist, bereits nennenswerte Querkräfte erzeugen,  
wenn der Schleifschuh in die oszillierende bzw. Orbital-  
10 bewegung bezüglich des Gehäuses gebracht wird. In sol-  
chen Fällen würde ein Auswuchtgewicht, dessen Schwer-  
punkt in Verlängerung der die beiden Drehachsen schnei-  
denden Normalen liegt, nur eine ungenügende Auswuch-  
tung ermöglichen.

15

- Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zu-  
grunde, einen Schwingschleifer, insbesondere einen hand-  
geführten Schwingschleifer zu schaffen, der im Schleif-  
betrieb geringere Vibrationen am Gehäuse bzw. am Hand-  
20 griff erzeugt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Schwing-  
schleifer mit den Merkmalen des Hauptanspruches gelöst.

- 25 Je nach dem, wie die Relation zwischen den Fliehkräften,  
die von dem auf einer Kreisbahn schwingenden Schleif-  
schuh erzeugt werden, und den Querkräften ist, die durch  
die Reibung des Schleifschuhs relativ zum Gehäuse und  
den Schnittkräften beim Schleifen hervorgerufen werden,  
30 kann es ausreichen, entweder das ohnehin vorhandene  
Auswuchtgewicht geringfügig gedreht anzuordnen oder  
es ist besser als Mittel zur Kompensation der Quer-  
kräfte ein Zusatzauswuchtgewicht zu verwenden. Im  
ersteren Fall wird die Anordnung derart getroffen, daß  
35 die Verbindungsgerade zwischen der Drehachse des Ex-

zentrums in dem Gehäuse und dem Schwerpunkt des Auswuchtgewichtes etwa parallel zu dem Summenvektor aus der Zentrifugalkraft des längs der Kreisbahn bewegten Schleifschuhs und der an dem Exzenter angreifenden Querkraft verläuft. In diesem Falle wird davon ausgegangen, daß der Summenvektor infolge der vergleichsweise geringen Querkraften keinen nennenswert größeren Betrag aufweist als der Betrag des Kraftvektors infolge der Zentrifugalkraft.

10 Wenn die Schnittkräfte und die innere Reibung des Schwingschleifers größere Querkraften erzeugen, die zu einer am Exzenter angreifenden Summenkraft führen, die nennenswert größer als die Fliehkraft ist, ist es  
15 zweckmäßig, ein zweites, mit dem Exzenter gekuppeltes und synchron mit diesem umlaufendes Auswuchtgewicht vorzusehen, dessen Masse derart bemessen ist, daß es bei einer bestimmten Drehzahl des Exzentrums eine Kraft erzeugt, die gleich der am Exzenter angreifenden Querkraft ist. Der Schwerpunkt des zweiten Auswuchtgewichtes liegt auf einer Geraden durch die Drehachse des Exzentrums im Gehäuse, die rechtwinklig zu der Verbindungsgeraden der beiden Drehachse des Exzentrums verläuft.

25 Zum Zweck der Vereinfachung ist es dabei ohne weiteres möglich, das erste und das zweite Auswuchtgewicht zu einem einzigen, gegebenenfalls einstückigen Auswuchtgewicht zusammenzufassen.

30 Die solchermaßen unveränderliche Auswuchtung, die für den Lastfall bemessen ist, bedingt jedoch eine schlechtere Auswuchtung bei abgehobenem Schwingschleifer, was an sich normalerweise deswegen nicht besonders störend  
35 ist, weil der abgehobene Schwingschleifer nicht zu lau-

fen braucht. Zweckmäßiger ist es jedoch, den Schwing-  
schleifer sowohl für den Lastfall als auch für den ent-  
lasteten Fall auszuwuchten. Dies ist insbesondere vor-  
teilhaft, wenn der Schwingschleifer während des Schleif-  
vorganges, ohne ausgeschaltet zu werden, häufig umge-  
5 setzt werden muß. In diesem Falle ist es zweckmäßig,  
wenn der Abstand zwischen dem Schwerpunkt des Auswucht-  
gewichtes und der Normalen, die die beiden Drehachsen  
schneidet, in Abhängigkeit von der Schnittkraft selbst-  
10 tätig verstellbar ist.

Hierzu kommen grundsätzlich zwei Lösungen in Frage.  
Gemäß der einen Lösung ist das Auswuchtgewicht fest  
mit dem Exzenter verbunden, der seinerseits drehbar  
15 auf einer Ausgangswelle der Antriebseinrichtung ge-  
lagert ist. Die Drehachse, um die der Exzenter auf der  
Ausgangswelle drehbar ist, liegt zwischen der in dem  
Schleifschuh ortsfesten sowie der in dem Gehäuse ortsfesten  
Drehachse und verläuft zu beiden Drehachsen  
20 parallel, wobei der Exzenter mit der Ausgangswelle  
über ein elastisches Glied drehelastisch gekuppelt  
ist. Diese Anordnung erreicht eine Drehung des aus  
Schnittkraft und Fliehkraft zusammengesetzten Summen-  
vektors, der hierdurch zu dem Fliehkraftvektor paral-  
25 lel wird, der am Schwerpunkt des Auswuchtgewichtes  
angreift.

Eine andere Möglichkeit für die selbsttätige Verstel-  
lung sieht vor, daß sowohl das Auswuchtgewicht als  
30 auch der Exzenter drehbar auf der Ausgangswelle der  
Antriebseinrichtung gelagert sind, deren Drehachse  
die ortsfeste Drehachse des Exzenter in dem Gehäuse  
bildet. Wiederum ist die Ausgangswelle mit dem Ex-  
zenter drehelastisch gekuppelt, während in dem Ex-  
35 zenter ein Getriebeelement gelagert ist, das bei

einer Drehung des Exzenters um die Ausgangswelle  
das Auswuchtgewicht in derselben Richtung um die Aus-  
gangswelle dreht, jedoch um einen größeren Winkel.  
Dieses Getriebelement wirkt damit ähnlich wie ein  
5 Planetenrad, das zwischen der Ausgangswelle und dem  
Fliehgewicht angeordnet ist, während der Exzenter  
selbst den Planetenträger darstellt.

Da bei den meisten Schwingschleifern sowohl im Lastfall  
10 als auch im Freilauf die jeweils auftretenden Reib- und  
Schnittkräfte innerhalb gewisser Toleranzen konstant  
sind, genügt es vollständig, wenn der Exzenter bezüg-  
lich der Ausgangswelle in seinem Drehwinkel begrenzt  
ist, während die Federkraft des drehelastischen Kupp-  
15 lungsgliedes so bemessen ist, daß im Freilauffall der  
Exzenter in die Ruhelage gebracht wird, während beim  
Überschreiten einer vorbestimmten Schnittkraft der  
Exzenter in seine andere, dem Lastfall entsprechende  
Betriebsstellung umklappt.

20 In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des Gegen-  
standes der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schwingschleifer gemäß der Erfindung  
25 mit teilweise geöffnetem Gehäuse sowie teil-  
weise geöffnetem Schleifschuh in einer Sei-  
tenansicht,

Fig. 2 eine stark schematisierte Draufsicht auf den  
30 Schleifschuh sowie den ihn antreibenden Exzen-  
ter unter Veranschaulichung der dort angrei-  
fenden Kräfte,

Fig. 3 einen Ausschnitt des Schwingschleifers nach  
35 Fig. 1 mit selbsttätiger Verstellung des Aus-  
wuchtgewichtes in einem Längsschnitt,

Fig. 4 eine stark schematisierte Draufsicht auf die  
und 5 Anordnung aus Exzenter und Auswuchtgewicht  
nach Fig. 3 unter Veranschaulichung der an-  
greifenden Kräfte in den verschiedenen Be-  
5 triebsfällen und

Fig. 6 ein weiteres stark schematisiertes Ausfüh-  
rungsbeispiel für eine selbsttätige Verstel-  
lung des Auswuchtgewichtes bei einem Schwing-  
10 schleifer gemäß der Erfindung.

In Fig. 1 ist ein Schwingschleifer 1 veranschaulicht, in dessen Gehäuse 2 eine Antriebseinrichtung in Gestalt eines Elektro- oder Druckluftmotors angeordnet ist, der dazu dient, einen mit dem Gehäuse 2 elastisch verbundenen Schleifschuh 3 relativ zu dem Gehäuse 2 in eine oszillierende Bewegung zu versetzen. Das Gehäuse 2 stellt dabei den raumfesten Bezugspunkt dar und soll möglichst in Ruhe bleiben. Zum Erzeugen der Relativbewegung ist hierzu eine Ausgangswelle 4 der Antriebseinrichtung in einem Lagerflansch 5 des Gehäuses 2 mittels eines Radialrillenkugellagers 6 um eine Drehachse 7 drehbar gelagert, die rechtwinklig zu einer durch den Schleifschuh 3 definierten Ebene verläuft. Die oszillierende Bewegung des Schleifschuhs 3 erzeugt ein Exzenter 8, der drehfest auf dem aus dem Rillenkugellager 6 herausragenden Ende der Ausgangswelle 4 befestigt ist und eine zylindrische Außenumfangsfläche aufweist, deren Symmetrieachse 9 bezüglich der Drehachse 7 der Ausgangswelle 4 radial versetzt ist. Auf dem Exzenter 8 steckt ein weiteres Radialrillenkugellager 11, das bis zur Anlage an einer Schulter 12 des Exzenters 8 aufgeschoben ist. Die Symmetrieachse 9 bildet hierdurch die Drehachse des Exzenters 8 in dem Schleifschuh 3, die zu der Drehachse 7 parallel ist.

Der äußere Lagerring des Rillenkugellagers 11 steckt in einer Lagerbohrung 13, die in dem domartigen Aufsatz 14 des Schleifschuhs 3 angebracht ist. Der domartige Aufsatz 14 ist einstückiger Bestandteil des Schleifschuhs 3 und wölbt sich der Unterseite des Gehäuses 2 entgegen. Er befindet sich etwa mittig auf dem rechteckigen Schleifschuh 3, der auf seiner Unterseite aufgeklebt oder sonst wie befestigt, eine elastische Auflageplatte 15 trägt, die die Auflagefläche für die Rückseite eines aufzuspannenden Schleif-



papiers darstellt. Die Befestigungseinrichtungen zum Halten des Schleifpapiers sind der Übersichtlichkeit halber weggelassen.

- 5 Zur Kompensation der von dem Schleifschuh 3 samt Auflageplatte 15 sowie dem Exzenter 8 und den Schnitkräften erzeugten Unwucht ist an dem Exzenter 8 ein Auswuchtgewicht 16 einstückig angeformt, das in dem Hohlraum umläuft, der von dem domartigen Aufsatz 14  
10 und der Auflageplatte 15 begrenzt wird.

- Die axiale Sicherung des Exzenters 8 auf der Ausgangswelle 4 erfolgt mittels einer Senkschraube 17, die unter Zwischenlage einer Beilagscheibe 18 in eine  
15 koaxiale Gewindebohrung 19 der Ausgangswelle 4 eingeschraubt ist. Die Beilagscheibe 18 bildet dabei die Anlagefläche für die untenliegende Stirnseite des Exzenters 8 bzw. des Auswuchtgewichtes 16.

- 20 Um beim Ingangsetzen des Exzenters 8 ein Umlaufen des Schleifschuhs 3 um die Drehachse 7 zu verhindern und um die gewünschte Orbitalbewegung zu erzwingen, befinden sich in der Nähe der vier Ecken des Schleifschuhs 3 längliche elastische Glieder oder Füße, von  
25 denen lediglich der elastische Fuß 21 im aufgebrochenen Teil des Gehäuses 2 erkennbar ist. Diese zylindrischen elastischen Füße 21 stecken, wie der elastische Fuß 21 stellvertretend zeigt, mit ihren Endabschnitten in zylinderförmigen Näpfen 22 und 23, die an dem Schleifschuh 3 bzw. dem Gehäuse 2 einander gegenüberliegend  
30 angeformt sind. Auf diese Weise verlaufen die in den Näpfen 22, 23 befindlichen Abschnitte des elastischen Fußes 21 parallel zu der Drehachse 9 bzw. der Drehachse 7. Durch Ingangsetzen des Exzenters 8. d.h. dadurch,  
35 daß er, angetrieben von der Ausgangswelle 4 um die raumfeste Drehachse 7 umläuft und sich hierbei gleichzeitig

in dem Rillenkugellager 11 um seine eigene Drehachse 9 dreht, vollführen sämtliche Punkte des Schleifschuhs 3 Kreisbewegungen mit einem Radius, der dem Abstand der beiden Drehachsen 7 und 9 voneinander entspricht.

5

Fig. 2 enthält eine stark schematisierte Draufsicht auf den Schleifschuh 3 sowie den Exzenter 8, wobei zur übersichtlichen Veranschaulichung der am Exzenter 8 angreifenden Kräfte alle übrigen in diesem Zusammenhang unwichtigen konstruktiven Einzelheiten weggelassen sind.

10

Zur Erläuterung der erfinderischen Maßnahme sei der Exzenter 8 als einarmiger Hebel aufgefaßt, dessen Länge dem Abstand der beiden zueinander parallelen Drehachsen 7 und 9 entspricht. Weiterhin sei angenommen, daß die gesamte Masse des Schleifschuhs 3 in dem freien Ende des gedachten einarmigen Hebels, d.h. in der Drehachse 9, konzentriert ist und daß auch an dieser Stelle die von dem Schleifschuh 3 hervorgerufenen Reib- und Schnittkräfte angreifen. Da der Exzenter 8 um die möglichst raumfeste Drehachse 7 als aufgezwungene Drehachse rotiert, läuft die in der Drehachse 9 konzentrierte Masse des Schleifschuhs 3 um die Drehachse 7 mit einem Radius entsprechend dem Abstand der Drehachse 7 von der Drehachse 9 um. Hierdurch erzeugt die Masse des Schleifschuhs 3 eine Fliehkraft gemäß der Formel

20

25

$$F = \omega^2 r m,$$

30

wobei  $\omega$  die Winkelgeschwindigkeit,  $r$  der Abstand zwischen den beiden Drehachsen 7 und 9 und  $m$  die Masse des Schleifschuhs 3 ist. Diese Fliehkraft greift an der Drehachse 9 an und wirkt, wie ein Pfeil 25 veranschaulicht, in Verlängerung der Verbindungsgeraden zwischen

35

den beiden Drehachsen 7 und 9, und zwar in Verlängerung des gedachten einarmigen Hebels. Der Pfeil 25 veranschaulicht also den Fliehkraftvektor.

Die Schnittkraft, die beim Einsatz des Schwingschleifers 1 entsteht, wirkt rechtwinklig zu der Fliehkraft, ebenso wie Reibkräfte, die zwischen dem Schleifschuh 3 und dem Gehäuse 2 auftreten. Unter der Annahme, daß der Exzenter 8 im Gegenuhrzeigersinne, wie durch einen Pfeil 26 angedeutet, um die Drehachse 7 rotiert, wirken die Schnitt- und Reibkräfte in Richtung eines Pfeiles 27, der den zum Fliehkraftvektor 25 rechtwinklig verlaufenden Kraftvektor veranschaulicht. Beide Kräfte zusammen ergeben eine Summenkraft entsprechend der vektoriellen Addition der beiden Kraftvektoren 25 und 27, d.h. der Schnitt- und Reibkräfte einerseits und der Fliehkraft andererseits. Die resultierende Summenkraft ist in Fig. 2 durch einen Summenvektor entsprechend dem Pfeil 28 dargestellt.

Bei den bisher bekannten Schwingschleifern ist lediglich ein Ausgleichsgewicht vorgesehen, das nur dazu dient, die vom Schleifschuh 3 hervorgerufene Fliehkraft zu kompensieren. Bei diesen Schwingschleifern liegt deshalb auch der Schwerpunkt des Ausgleichsgewichtes auf der Verbindungsgeraden durch die beiden Drehachsen 7 und 9, d.h. in Verlängerung des Fliehkraftvektors 25. Die effektive Masse des Auswuchtgewichtes 16 ist dabei so bemessen, daß dessen Fliehkraft die Fliehkraft des Schleifschuhs 3 kompensiert. Solange keine Schnittkräfte auftreten, wird auf diese Weise ein recht vibrationsarmer Betrieb erhalten, bei dem das Gehäuse 2, das von der Bedienperson in der Hand gehalten wird, weitgehend in Ruhe bleibt. Wenn aber mit dem Schwingschleifer tatsächlich geschliffen wird und Schnitt- und Reibkräfte auftreten, geht

bei den bekannten Schwingschleifern der vibrationsarme Lauf verloren, weil am Exzenter 8 die oben erläuterten Schnittkräfte angreifen. Diese Schnittkräfte rufen entsprechende Querkräfte an der Drehachse 7 und damit am Gehäuse 2 hervor, die zu entsprechenden Schwingungen des Gehäuses 2 führen.

Bei dem neuen in den Figuren gezeigten Schwingschleifer 1 ist deshalb das Auswuchtgewicht 16 geringfügig gedreht angeordnet. Der Schwerpunkt 29 des Auswuchtgewichtes 16 liegt bei dem neuen Schwingschleifer 1 neben der Verbindungsgeraden, die rechtwinklig die beiden Drehachsen 7 und 9 des Exzenter 8 schneidet und sich in einer Ebene befindet, die den Schwerpunkt 29 enthält. Der Versatz des Schwerpunktes 29, d.h. die Verdrehung des Auswuchtgewichtes 16 bezüglich des Exzenter 8 bzw. der Ausgangswelle 4, ist so festgelegt, daß die an dem Schwerpunkt 29 des Auswuchtgewichtes 16 angreifende Fliehkraft in eine Richtung wirkt, die parallel zu dem Summenvektor 28 verläuft und diesem entgegengesetzt ist.

Da bei schnellaufenden Schwingschleifern mit kleinem Schleifkreisdurchmesser die auftretenden Schnitt- und Reibkräfte um den Faktor 10 oder mehr kleiner sind als die von dem Schleifschuh 3 hervorgerufenen Fliehkkräfte genügt es, das bereits bekannte Auswuchtgewicht zum Ausgleich der Fliehkkräfte in der oben erläuterten Weise gedreht vorzusehen. Wenn jedoch sich das Verhältnis zwischen den Schnittkräften und den Fliehkkräften in Richtung auf die Schnittkräfte verlagert, kann möglicherweise die oben erläuterte Maßnahme noch nicht ausreichen und es ist dann zusätzlich zu dem Auswuchtgewicht 16, dessen Schwerpunkt auf der Ver-

bindungsgeraden zwischen den beiden Drehachsen 7 und 9 liegt, ein weiteres Auswuchtgewicht an dem Exzenter 8 oder der Ausgangswelle 4 zu befestigen, das bei der Betriebsdrehzahl eine Fliehkraft erzeugt, die betragsmäßig gleich den Schnitt- und Reibkräften entsprechend dem Kraftvektor 27 ist, jedoch in entgegengesetzte Richtung wirkt und an der Drehachse 7 angreift. Selbstverständlich lassen sich diese beiden Auswuchtgewichte in bekannter Weise wiederum zu einem einzigen Auswuchtgewicht zusammenfassen, das gegenüber dem Auswuchtgewicht zur Kompensation der Fliehkraft gemäß dem Kraftvektor 25 eine größere effektive Masse und eine geänderte Schwerpunktlage aufweist. Auch hierbei ist dann im Betriebsfall wiederum die Bedingung erfüllt, daß der an dem Schwerpunkt 29 angreifende Fliehkraftvektor denselben Betrag hat wie der Summenvektor 28, diesem jedoch entgegengesetzt wirkt.

Der gemäß den Fig. 1 und 2 aufgebaute Schwingschleifer zeigt im Betriebs- oder Lastfall eine größere Laufruhe, als wenn er von dem Werkstück abgehoben ist und freiläuft, weil dann der von dem Schwerpunkt 29 ausgehende Fliehkraftvektor nicht mehr parallel zu dem nunmehr ausschließlich vorhandenen Fliehkraftvektor 25 verläuft; die Schnittkräfte entsprechend dem Kraftvektor 27 sind im Freilauffall auf null zurückgegangen. Wenn dieses Verhalten stört, ist es möglich, eine dynamische Verstellung der Lage des Schwerpunktes 29 des Auswuchtgewichtes relativ zu dem Fliehkraftvektor 25 bzw. dem Summenvektor 28 vorzusehen, wie dies in den nachfolgenden Figuren gezeigt ist. Bei diesen Ausführungsbeispielen wird das von der Ausgangswelle 4 auf den Schleifschuh 3 übertragene Drehmoment dazu verwendet, die Verstellung der Kraftvektoren im Last- und im Freilauffall zu verwirklichen.

Fig. 3 zeigt ausschnittsweise den im aufgebrochenen Teil von Fig. 1 erkennbaren Bereich des Schwingschleifers, soweit er für die Erläuterung erforderlich ist. Für die einzelnen Bauteile werden, soweit sie bereits  
5 in den vorhergehenden Figuren dargestellt sind, dieselben Bezugszeichen verwendet.

Auf dem aus dem Rillenkugellager 6 herausragenden Ende der Ausgangswelle 4 sitzt drehfest eine exzentrisch angeordnete zylindrische Hülse 31, auf der wiederum drehbar, jedoch axial gesichert, der Exzenter 8 angeordnet ist. Die Drehmomentübertragung von der Ausgangswelle 4 auf den Exzenter 8 erfolgt mittels eines drehelastischen Kupplungsgliedes 32, das einerseits drehfest  
10 mit der Ausgangswelle 5 in deren Bereich zwischen dem Rillenkugellager 6 und der oberen Stirnseite der exzentrischen Hülse 31 angebracht ist, und das andererseits drehfest mit der Außenumfangsfläche des Exzenter 8 verbunden ist. Das Auswuchtgewicht 16 sitzt wiederum ein-  
15 stückig an dem Exzenter 8.  
20

Wie die Fig. 4 und 5 zeigen, treten bei dieser Ausführungsform insgesamt drei Drehachsen auf: Die Drehachse 7 und die Drehachse 9, wie sie bereits vorher beschrieben sind, sowie eine neue Drehachse 33, die parallel  
25 zu den Drehachsen 7 und 9 verläuft und sich etwa zwischen diesen befindet, d.h. die Drehachse 33 verläuft mit Abstand zu der Drehachse 7 und auch mit Abstand zu der Drehachse 9, wobei sich jedoch die beiden Drehachsen  
30 7 und 9 an unterschiedlichen Seiten der Drehachse 33 befinden.

Unabhängig von der Belastung des Schwingschleifers 1 soll wiederum die Drehachse 7, die mit der Achse der Ausgangswelle 4 zusammenfällt, und in dem Gehäuse 2 ortsfest ist, möglichst in Ruhe bleiben. Die Drehachse 9 läuft, wie vorher beschrieben, auf einer Kreisbahn um die Drehachse 7 um, so daß der Abstand der beiden Drehachsen 7 und 9 voneinander den Schleifkreisdurchmesser festlegt. Im unbelasteten Fall, bei dem auch praktisch keine Reibungen zwischen dem Gehäuse 2 und dem Schleifschuh 3 auftreten, entstehen zwei Fliehkräfte, nämlich einmal die Fliehkraft entsprechend dem Fliehkraftvektor 25 aufgrund des oszillierenden Schleifschuhs 3 und die Fliehkraft, hervorgerufen durch das synchron mit dem Exzenter 8 umlaufende Auswuchtgewicht 16, entsprechend einem Fliehkraftvektor 30, der an dem Schwerpunkt 29 angreift und in Verlängerung der Normale durch den Schwerpunkt 29 auf die Drehachse 7 verläuft. Damit die beiden Vektoren 30 und 25 zueinander parallel und in entgegengesetzter Richtung verlaufen, ist die in Fig. 3 gezeigte Anordnung so montiert, daß das elastische Kupplungsglied 32 den Exzenter 8 in einer Stellung hält, in der die Normale durch die Drehachsen 7 und 9 auch durch den Schwerpunkt 29 verläuft.

Sobald an dem Schleifschuh 3 eine Schnittkraft entsprechend dem Vektor 27 abgenommen wird, wird über das elastische Glied 32 ein Drehmoment von der Ausgangswelle 4 auf den Exzenter 8 übertragen. Dieses Drehmoment bewirkt eine Verdrehung zwischen der Ausgangswelle 4 und dem Exzenter 8, und zwar um die zur Ausgangswelle 4 exzentrische Drehachse 33. Bei einer Drehrichtung entsprechend dem Pfeil 26 dreht sich die Ausgangswelle 4 um die Drehachse 33 in derselben Richtung aus der in Fig. 4 gezeigten Ruhelage in die in Fig. 5

gezeigte Arbeitslage.

Mathematisch gesehen entsteht die Drehung deshalb, weil an der Drehachse 7 ein Drehmoment angreift, das im Uhrzeigersinne wirkt, während durch den Schleifkraftvektor 27 an der Drehachse 9 ein Gegendrehmoment entsteht, die zusammen eine entsprechende Verdrehung der Achsen bezüglich der Drehachse 33 hervorrufen. Da der Fliehkraftvektor 25, der die Fliehkraft des Schleifschuhs 3 veranschaulicht, immer in Verlängerung der Normalen durch die beiden Drehachsen 7 und 9 verläuft, schwenkt er bei der veranschaulichten Relativdrehung zwischen der Ausgangswelle 4 und dem Exzenter 8 ebenfalls im Uhrzeigersinne herum, was zu einer entsprechenden Drehung auch des Schnittkraftvektors 27 und des entstehenden Summenvektors 28 führt. Gleichzeitig mit der erwähnten Relativdrehung schwenkt auch der Fliehkraftvektor 30, der die von dem Auswuchtgewicht 16 ausgehende und an dem Schwerpunkt 29 angreifende Fliehkraft veranschaulicht, herum, jedoch im Gegenuhrzeigersinne, denn dieser Vektor 30 verläuft in der Verlängerung der Normalen durch den Schwerpunkt 29 und die Drehachse 7.

Durch die Verdrehung zwischen dem Exzenter 8 und der Ausgangswelle 4 werden also bezüglich der Drehachse 7 der Summenvektor 28 und der Fliehkraftvektor 30 derart in der Ebene gedreht, daß sie parallel zueinander, jedoch in entgegengesetzte Richtungen, wirken.

Es ist ersichtlich, daß die Relativdrehung zwischen der Ausgangswelle 7 und dem Exzenter 8 abhängig ist von der Eigenelastizität des drehelastischen Kuppelungsgliedes 32, das den an der Drehachse 33 angreifenden beiden Biegemomenten entgegenwirkt. Durch entsprechende Abstimmung der Eigenelastizität des Kupp-



lungsgliedes 32 kann gewährleistet werden, daß bei jedem Wert der Schnittkraft immer der Summenvektor 28 parallel zu dem Fliehkraftvektor 30 verläuft.

5 Es ist auch erkennbar, daß das drehelastische Kupplungsglied 32 zu einem Rückdrehen des Exzenters 8 in die Ausgangslage führt, sobald die Schnittkraft, beispielsweise wegen des Abhebens des Schwingschleifers 1 von dem Werkstück verschwindet, so daß wieder die Lage nach  
10 Fig. 4 eingenommen wird.

Da in der Praxis die auftretenden Schnittkräfte keinen großen Streubereich aufweisen, genügt es, wenn der Exzenter 8 auf der zylindrischen Hülse 31 lediglich  
15 zwischen zwei Endstellungen hin- und herdrehbar ist, von denen die eine dem Freilauffall entsprechend Fig. 4 entspricht, während die andere Endstellung auf den Lastfall gemäß Fig. 5 abgestimmt ist. Es sind dazu in bekannter Weise auf der Außenumfangsfläche der  
20 zylindrischen Hülse 31 und in der entsprechenden Aufnahmebohrung des Exzenters 8 Anschläge vorzusehen. Die Eigenelastizität des drehelastischen Kupplungsgliedes 32 wird hierbei so bemessen, daß es einerseits im Freilauffall ein zuverlässiges Rückdrehen  
25 des Exzenters in die Stellung nach Fig. 4 gewährleistet, andererseits aber bei einer Kraft, die kleiner als die kleinste Schnittkraft ist, ein Verdrehen des Exzenters 8 in die Stellung nach Fig. 5, d.h. die andere Endstellung nicht verhindert.

30

Eine andere Ausführungsform für eine lastabhängige Verstellung des Auswuchtgewichtes 16 zeigt in weiter vereinfachter Form Fig. 6, die ähnlich wie die Fig. 2, 4 und 5 einen Querschnitt rechtwinklig zu der Ausgangswelle 4 veranschaulicht.  
35

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 sitzt drehbar auf der Ausgangswelle 4 der Exzenter 8, der wiederum über ein nicht veranschaulichtes drehelastisches Glied zur Drehmomentübertragung mit der Ausgangswelle 4 gekuppelt ist. Unterhalb des Exzenters 8 sitzt ebenfalls drehbar auf der Ausgangswelle 4 das Auswuchtgewicht 16.

In dem Exzenter 8 ist ein zweiarmiger Hebel 34 drehbar gelagert, der einerseits in einer Ausnehmung 35 der Ausgangswelle 4 und andererseits in einer Ausnehmung 36 des Auswuchtgewichtes 16 eingreift. Dieser zweiarmige Hebel 34 wirkt ähnlich einem Planetenzahnrad eines Planetengetriebes, wobei die Ausgangswelle 4 dem Sonnenrad entspricht.

Wenn bei diesem Ausführungsbeispiel von der Ausgangswelle 4 über das nicht gezeigte drehelastische Kuppelungsglied ein Drehmoment auf den den Schleifschuh 3 antreibenden Exzenter 8 übertragen wird, und zwar in Richtung des Pfeiles 26, verdreht sich entsprechend dem abgenommenen Drehmoment die Ausgangswelle 4 in dem Exzenter 8 um ihre Drehachse 7. Die Ausgangswelle 4 verschwenkt hierbei den in die Ausnehmung 35 eingreifenden zweiarmigen Hebel 34, der daraufhin das Auswuchtgewicht 16 entgegen der Drehrichtung des Pfeiles 26, nämlich in Richtung eines Pfeiles 37, auf der Ausgangswelle 4 dreht. Die Übertragung der anhand der vorherigen Figuren ausführlich erläuterten Kräftedigramme auf das Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 zeigt, daß durch die Verschwenkung des Auswuchtgewichtes 16 im Lastfall, d.h. bei auftretender Schnittkraft, der Fliehkraftvektor, der am Schwerpunkt des Auswuchtgewichtes 16 angreift, in Richtung parallel zu dem Summenvektor aus der Fliehkraft des Schleifschuhs und der Schnittkraft gedreht wird. Sobald die Schnitt-

kraft verschwindet, dreht das drehelastische Kupplungs-  
glied den Exzenter 8 wiederum in die gezeigte Lage  
zurück, so daß auch für den Freilauffall eine opti-  
male Auswuchtung wie bei dem Ausführungsbeispiel  
5 nach Fig. 3 gewährleistet ist.

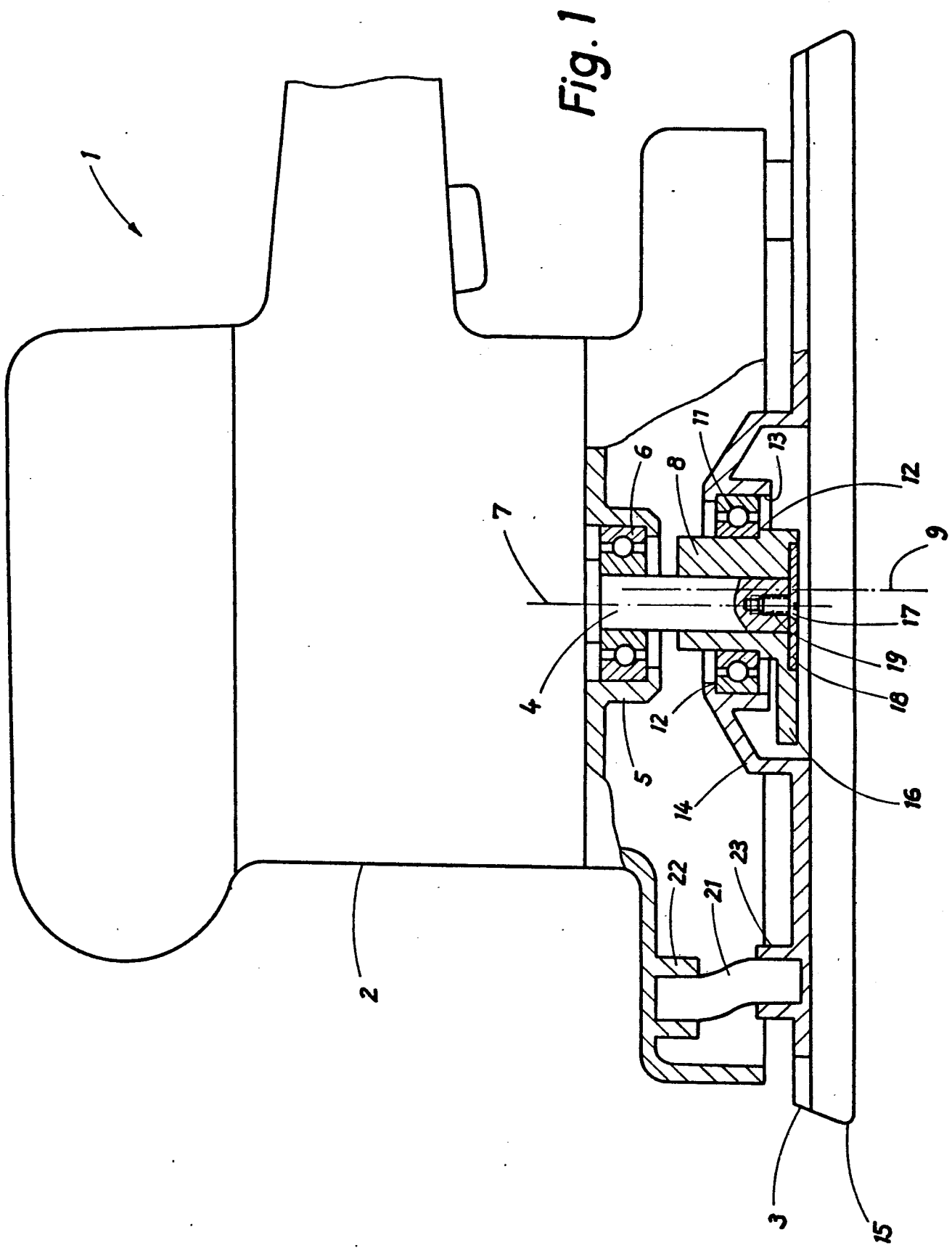
## Patentansprüche:

1. Schwingschleifer mit einem eine Antriebseinrichtung  
enthaltenden Gehäuse, an dessen einer Seite ein  
5 Schleifschuh beweglich befestigt ist, mit einem  
an der Antriebseinrichtung angekuppelten und den  
Schleifschuh in eine Orbitalbewegung bezüglich des  
Gehäuses versetzenden Exzenter, der zwei zueinander  
10 parallele und voneinander beabstandete Drehachsen  
aufweist, von denen die eine ortsfest bezüglich  
des Gehäuses und die andere ortsfest bezüglich des  
Schleifschuhs ist, sowie mit einer synchron mit  
dem Exzenter umlaufenden Auswuchtgewicht, das die  
15 Unwucht kompensiert, die der relativ zu dem Gehä-  
use oszillierende Schleifschuh erzeugt und das um  
die in dem Gehäuse ortsfeste Drehachse umläuft, da-  
durch gekennzeichnet, daß Mittel (16) vorgesehen  
sind, die die von den Reib- und/oder Schnittkräften  
20 hervorgerufenen Querkräfte (27) kompensiert, die  
an der bezüglich des Schleifschuhs (3) ortsfesten  
Drehachse (9) angreifen und bezüglich einer die  
beiden Drehachsen (7, 9) schneidenden Normalen  
rechtwinklig wirken.
- 25 2. Schwingschleifer nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Mittel zur Kompensation der  
Querkräfte (27) von dem ersten Auswuchtgewicht (16)  
gebildet sind, dessen Schwerpunkt (29) neben einer  
Normalen liegt, die die beiden Drehachsen (7, 9)  
30 des Exzenter (8) schneidet und die in einer zu  
den Drehachsen (7, 9) rechtwinkligen und den  
Schwerpunkt (29) enthaltenden Ebene liegt, derart,  
daß die an dem Schwerpunkt (29) angreifende Flieh-  
kraft eine Richtung aufweist, die etwa parallel  
35 zu dem Summenvektor (28) aus der Zentrifugal-

kraft (25) des Schleifschuhs (3) und der an dem Exzenter (8) angreifenden Querkraft (17) verläuft.

3. Schwingschleifer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Kompensation der Querkräfte (27) ein mit dem Exzenter (8) gekoppeltes und synchron mit diesem umlaufendes zweites Auswuchtgewicht umfassen, dessen Masse und/oder Abstand von der in dem Gehäuse (2) ortsfesten Drehachse (7) derart bemessen ist, daß es bei einer bestimmten Drehzahl des Exzenter (8) eine Kraft erzeugt, die gleich der an dem Exzenter (8) angreifenden Querkraft (27), dieser jedoch entgegengesetzt ist.
4. Schwingschleifer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Auswuchtgewicht mit dem ersten Auswuchtgewicht (16) gegebenenfalls einstückig verbunden ist.
5. Schwingschleifer nach den Ansprüchen 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen dem Schwerpunkt (29) des Auswuchtgewichtes (16) und der Normalen durch die beiden Drehachsen (7, 9) in Abhängigkeit von der Schnittkraft (27) selbsttätig verstellbar ist.
6. Schwingschleifer nach den Ansprüchen 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen dem Schwerpunkt (29) des Auswuchtgewichtes (16) und der Normalen durch die beiden Drehachsen (7, 9) konstant ist.
7. Schwingschleifer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Auswuchtgewicht (16) drehfest mit dem Exzenter (8) verbunden ist, der drehbar auf

- einer Ausgangswelle (4) der Antriebseinrichtung gelagert ist, wobei die Drehachse (33), um die der Exzenter (8) auf der Ausgangswelle (4) drehbar ist, zwischen der in dem Schleifschuh (3) ortsfesten sowie der in dem Gehäuse (2) ortsfesten Drehachse (7, 9) liegt und zu beiden Drehachsen (7, 9) parallel verläuft, und daß der Exzenter (8) mit der Ausgangswelle (4) über ein elastisches Glied (32) drehelastisch gekuppelt ist.
8. Schwingschleifer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Auswuchtgewicht (16) sowie der Exzenter (8) drehbar auf einer Ausgangswelle (4) der Antriebseinrichtung gelagert sind, deren Drehachse (7) die ortsfeste Drehachse des Exzenters (8) in dem Gehäuse (2) bildet, daß die Ausgangswelle (4) mit dem Exzenter (8) drehelastisch gekuppelt und in dem Exzenter (8) ein Getriebeelement (34) gelagert ist, daß bei einer Drehung des Exzenters (8) um die Ausgangswelle (4) das Auswuchtgewicht (16) in derselben Richtung um die Ausgangswelle (4) dreht, jedoch um einen größeren Drehwinkel.
9. Schwingschleifer nach den Ansprüchen 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehwinkel des Exzenters (8) bezüglich der Ausgangswelle (4) begrenzt ist.



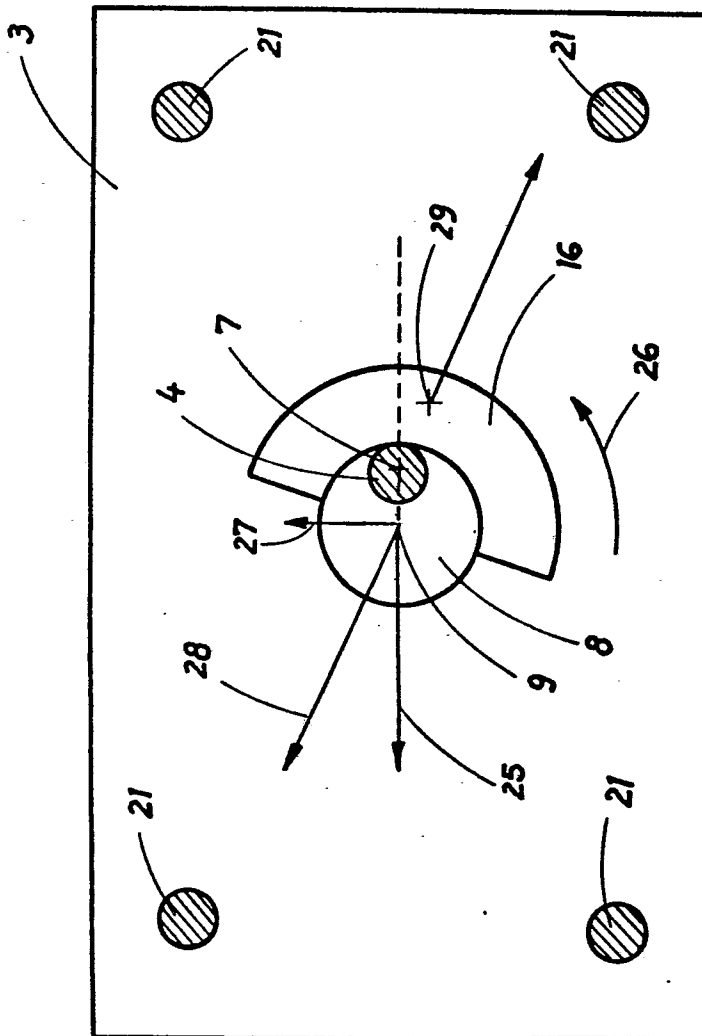


Fig. 2



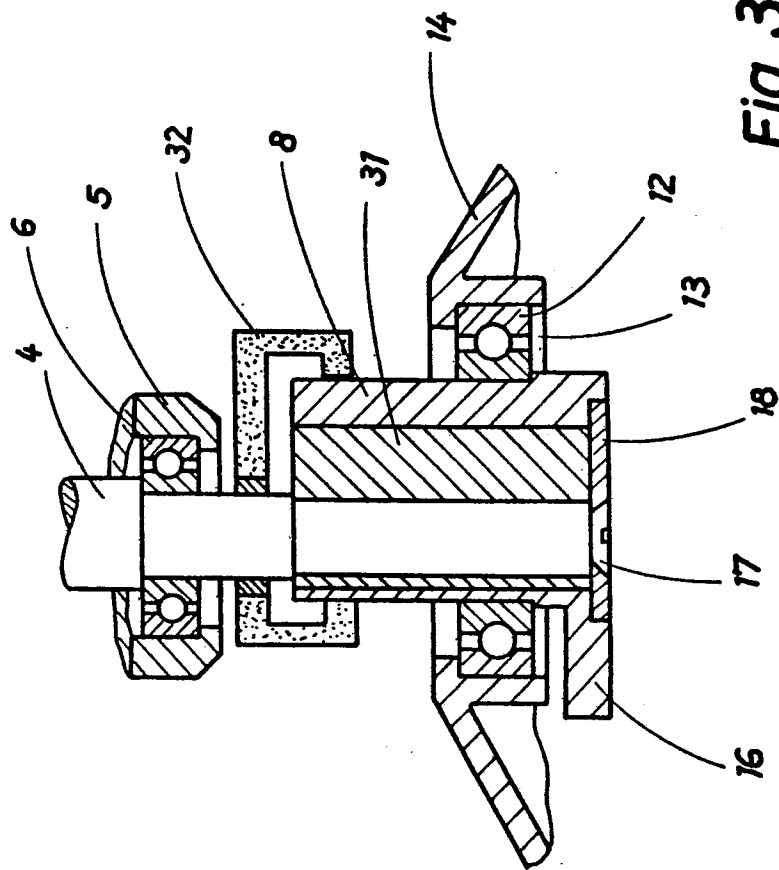


Fig. 3

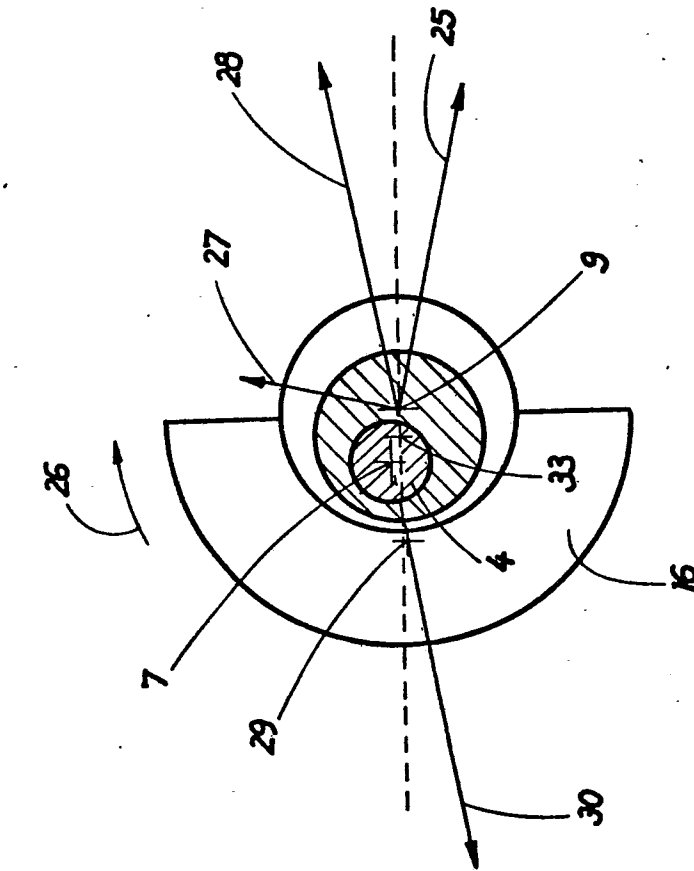


Fig. 5

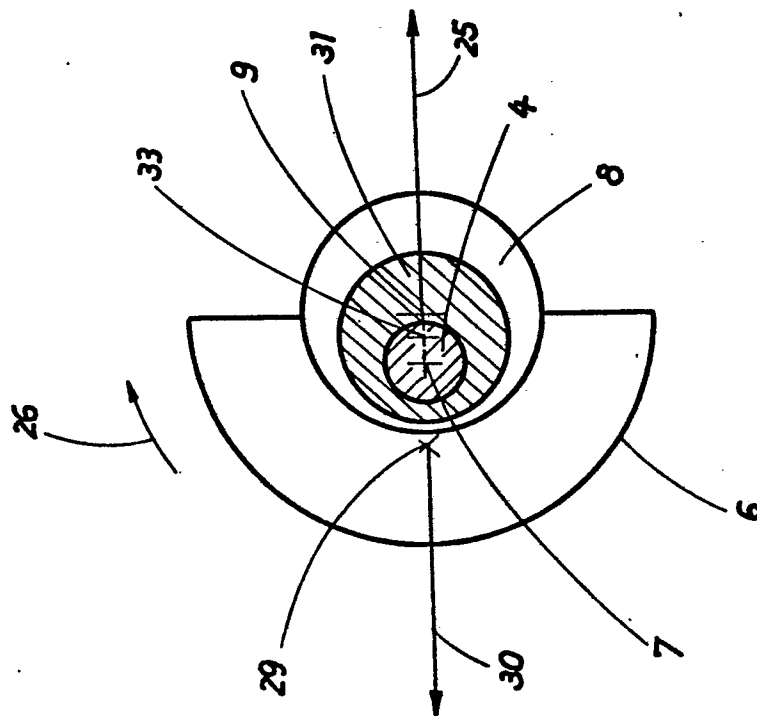


Fig. 4

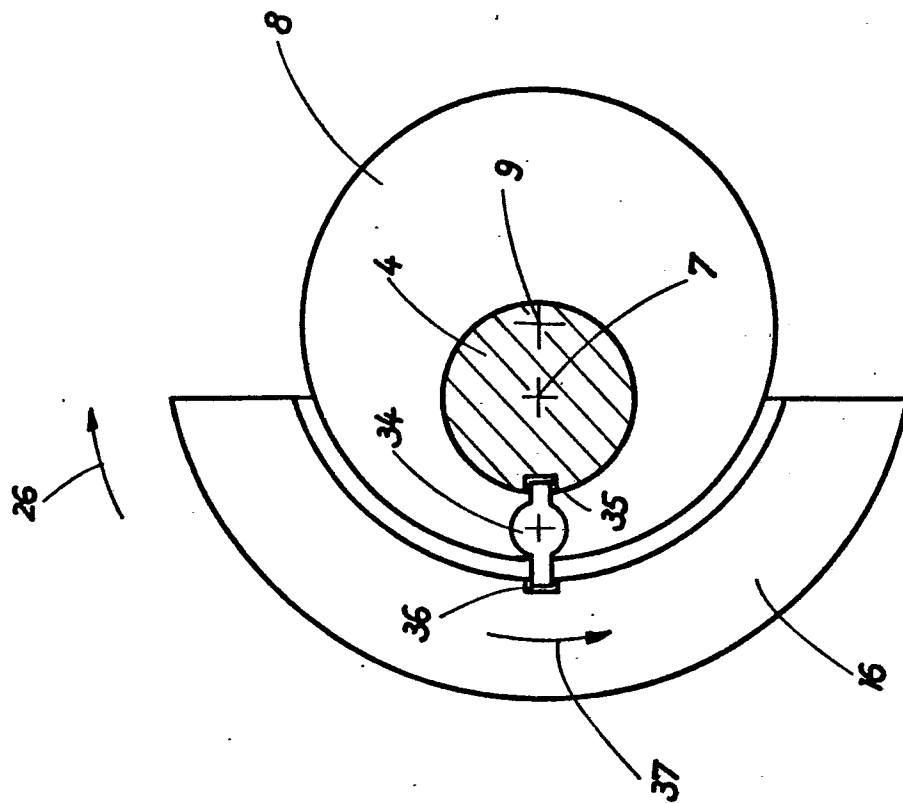


Fig. 6