

 12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 21 Anmeldenummer: 86115865.7

 51 Int. Cl.⁴: **B 24 B 41/06**

 22 Anmeldetag: 14.11.86

 30 Priorität: 12.12.85 DD 284177

 43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.06.87 Patentblatt 87/26

 84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI

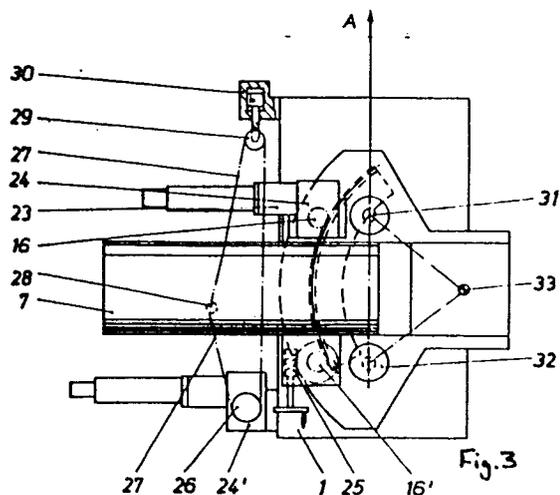
 71 Anmelder: **VEB Werkzeugmaschinenkombinat "7. Oktober" Berlin**
Leninallee 399
DDR-1140 Berlin(DD)

 72 Erfinder: **Diesing, Kurt**
DDR-1170 Berlin
Zur Nachtheide 72(DD)

 74 Vertreter: **Patentanwälte Zellentin**
Zweibrückenstrasse 15
D-8000 München 2(DE)

 54 **Schwenkeinrichtung für den Werkstückspindelkasten einer Schleifmaschine, insbesondere Innenrundscheifmaschine.**

 57 Die Erfindung betrifft eine Schwenkeinrichtung für Werkstückspindelkasten einer Schleifmaschine, insbesondere einer Innenrundscheifmaschine, zur Fertigung zylindrischer und keglicher Bohrungen und zur Korrektur dieser Flächen. Dazu sind Lagerung und Klemmung der Schwenkeinheit konstruktiv und in ihren Beziehungen untereinander so gestaltet, daß zum einen ein aufgesetzter Werkstückspindelkasten problemlos verfahren werden kann und daß zum anderen ein stick-slip-Effekt auch bei Schwenkbewegungen in kleinsten Schritten ausgeschlossen ist.



1

Schwenkeinrichtung für den Werkstückspindelkasten
einer Schleifmaschine, insbesondere Innenrundsleifmaschine

Die Erfindung betrifft eine Schwenkeinrichtung für den Werkstückspindelkasten einer Schleifmaschine, insbesondere einer Innenrundsleifmaschine, zur Fertigung zylindrischer und keglicher Bohrungen und zur Korrektur dieser Flächen.

5 Zur Komplexbearbeitung von Werkstücken mit mehreren Bohrungsdurchmessern in einer Aufspannung werden in immer stärkerem Maße CNC- oder CAC-gesteuerte Schleifmaschinen eingesetzt. Das trifft insbesondere für die Klein- und Mittelserienfertigung zu. Zur Fertigung von z. B. keglichen Bohrungen ist es
10 desweiteren bekannt, die Schwenkeinheit für die Aufnahme des Werkstückspindelkastens entsprechend dem jeweiligen Kegelwinkel über eine NC-Achse zu verschwenken. Die gesamte Steuerung übernimmt dabei ein Rechner.

Dieser bekannte Stand der Technik wird besonders deutlich
15 dokumentiert durch die Europäische Patentanmeldung 0131 366, die eine Schleifmaschine mit einem CNC-gesteuerten drehbaren Werkstückspindelkasten betrifft.

Beschrieben ist eine Schleifmaschine mit einem Werkstückspindelkasten, der auf einer Schwenkeinheit befestigt ist.
20 Die Drehbewegung für die Schwenkeinheit erfolgt mit Hilfe eines Servomotors, gesteuert durch eine programmierbare Steuerung. Die Drehwinkelwerte werden von einem Positionsmeßgeber erfaßt und der Steuerung zur Verarbeitung zugeleitet. Zur Lagesicherung der Schwenkeinheit nach erfolgter Positionierung
25 sind zwei spezielle Klemmvorrichtungen vorgesehen. Sie

werden zur Positionierung gegen die Kraft von Federn über ein Druckmedium geöffnet. Mittels einer Schmiereinrichtung wird während der Drehung die Reibung zwischen der Schwenkplatte und der Maschinengrundplatte gemindert.

Nach dieser Lösung ist der Werkstückspindelkasten auf der Schwenkeinheit ortsfest angebracht und somit nicht axial zum Schleifkörper verschiebbar. Damit ist die Maschine, wie auch beschrieben, nur zum Schleifen kurzer, ringförmiger Werkstücke geeignet. Bei längeren Werkstücken und größerem Schwenkwinkel entfernt sich die Bearbeitungsfläche des Werkstückes soweit von ihrer Ausgangslage, daß sie mit vertretbaren Querschlittenwegen vom Schleifkörper nicht mehr erreicht werden kann. Als Nachteil ist desweiteren zu nennen, daß die Schwenkplatte zwei Schmiersysteme hat. Das eine besteht aus einem konzentrisch um das Schwenklager angeordneten Ringkanal mit Schmiertaschen, dem Schmieröl zugeführt wird. Die Drehwelle des Schwenklagers ist durch zwei gegeneinander verspannte Schrägkugellager vertikal fixiert, so daß die an der Drehwelle befestigte Schwenkplatte im Umkreis der Schwenklagerung zur Maschinengrundplatte einen angepaßten Zwischenraum für den sich zu bildenden Ölfilm aufweist. Dieser Zwischenraum bleibt durch die Verspannung der Schrägkugellager erhalten, auch gegen die Wirkung der Klemmeinrichtung. Durch diesen ständigen Ölfilm ist in der Klemmstellung in diesem Bereich kein Massekontakt gesichert und bei kleinsten Schwenkschritten ein stick-slip-Effekt nicht auszuschließen. Das andere Schmiersystem am Ende der Schwenkplatte besteht aus einem Kanalsystem, das in Klemmstellung mit Schmieröl und während der Schwenkbewegung zusätzlich mit Druckluft versorgt wird. Je nach der zustande kommenden Wirkung wird die Schwenkplatte auf einem Ölfilm oder Luftkissen schwimmen. Zum Konturenschleifen, also Schleifen während des Schwenkens, besitzt diese Lagerung nur eine geringe Steife. Zum anderen muß zur Klemmung das Schmieröl zwischen den Gleitflächen herausgequetscht werden, das auch einem sicheren Massekontakt hinderlich ist.

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen und eine Schwenkeinheit entwickeln, auf die zum Schleifen von langen Werkstücken ein axial beweglicher Werkstückspindelkasten aufgesetzt werden kann.

Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, löst die Aufgabe, die Lagerung und Klemmung der Schwenkeinheit so zu gestalten, daß zum einen ein aufgesetzter Werkstückspindelkasten problemlos verfahren werden kann und daß zum anderen ein stick-slip-Effekt auch bei Schwenkbewegungen in kleinsten Schritten ausgeschlossen ist.

-) Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß folgendermaßen gelöst. Auf einer Schwenkeinheit ist ein Werkstückspindelkasten mit seinen Funktionsbaugruppen auf Längsführungen längsverschiebbar angeordnet, so daß sich für die Schwenkeinheit häufig eine einseitige und veränderliche Lastverteilung ergibt, indem die im Masseschwerpunkt wirkende Massekraft P_1 ihren Wirkabstand, beispielsweise zum Schwenklager, verändert. Der Schwenkantrieb kann manuell im Zusammenwirken mit einer elektronischen Positionsanzeige oder durch einen Stellmotor mit direkt bzw. indirekt wirkenden Meßsystemen erfolgen. Mechanisch erfolgt der Antrieb wahlweise über Zugmittel oder Verzahnelemente, indem die Ausgangswelle eines spieeleinstellbaren Untersetzungsgetriebes entweder die Antriebs-scheibe eines Zugmittels oder die Ritzelwelle eines Zahnradtrieb-
es antreibt. Das Ritzel greift in ein Zahnsegment, welches an einer Grundplatte befestigt ist. Das Zahnsegment ist gleichzeitig als beidseitig wirkendes Axiallagersegment ausgebildet. Über dieses Axiallagersegment wirken zwei druckmittelbeaufschlagte Arbeitskolben in Abhängigkeit ihrer Druckbeaufschlagung als Abhebe- bzw. Spannelement.

-) Als Schwenklager dient ein durch Federkraft axial vorgespanntes Wälzlager, beispielsweise ein Kegelrollenlager. Die Federn sind so angeordnet, daß sie sowohl die axiale Vorspannkraft aufrechterhalten, als auch mit ihrer gleich großen Reaktionskraft P_2 auf die Schwenkplatte diese auf ihre Grundplatte aufspannen.

Die geometrische Anordnung der beiden Abhebe- und Spanneinrichtungen sowohl zum Masseschwerpunkt als auch zum Schwenklager und die Wahl der zur Wirkung kommenden Kräfte dient zwei nachstehend beschriebenen Funktionen.

- 5 Ausgehend von der vorhandenen Masse und deren größtem Abstand zum Schwenklager sind die Zylinder so angeordnet und ihre Kräfte so bemessen, daß durch die Abhebung ein Gleichgewichtszustand hergestellt wird, die verbleibende Normalkraft also gegen Null geht. Um einer eventuell verbleibenden Reibkraft zu begegnen
10 und die Notwendigkeit einer Ölschmierung zu vermeiden, ist die Aufspannfläche mit einem Gleitbelag beschichtet. Weiterhin sind die beiden Zylinder und das Schwenklager so angeordnet, daß ihre Verbindungslinien ein gleichschenkliges bzw. gleichseitiges Dreieck mit statisch bestimmter Anordnung ergeben und während der
15 Schwenkbewegung Gleichgewichtszustand besteht, dabei aber die Wälzvorspannung im Schwenklager, wie auch die Wälzeinspannung im Bereich der Abhebeeinrichtungen im Zusammenwirken mit dem Wälzuntergriff bestehend aus dem Zahnsegment 15, dem Segment 19 und den dazwischen angeordneten Wälzkörpern 20 eine steife
20 Schwenklagerung insgesamt darstellen. Wird durch axiale Verschiebung des Werkstückspindelkastens auf der Längsführung der Schwenkplatte nach rechts das Hebelverhältnis Abstand a : Abstand b der Kräfte verändert, so kommt der Wälzuntergriff stärker zum Tragen, und die dort wirkende Kraft stellt wieder die
25 Gleichgewichtsbedingung her. Nach erfolgter Positionierung setzt die Festspannung der Schwenkeinheit ein, indem die Druckbeaufschlagung der Arbeitskolben wechselt. Dadurch wird die Abhebekraft augenblicklich abgeschaltet. Die Schwenkeinheit setzt durch ihr Eigengewicht auf die Spannfläche der Grundplatte auf.
30 Gleichzeitig wird durch den Untergriff der Kolbenstangen am Zahnsegment eine vertikal nach unten gerichtete Spannkraft erzeugt. Am Drehzapfen entfällt ebenfalls die Kraftkomponente der Abhebekraft und es wirkt die Reaktionskraft aus der Kegellagervorspannung als Spannkraft der Schwenkeinheit auf
35 die Unterplatte.

Durch die erfindungsgemäße Lösung ergeben sich gegenüber dem bekannten Stand der Technik folgende Vorteile:

- Durch die Dreipunktanordnung der beiden Arbeitszylinder zum Schwenklager in Form eines gleichschenkligen Dreieckes und dem Zusammenwirken der Vorspannungen sowohl im Schwenklager als auch an den Wirkstellen der Arbeitskolben ergibt sich durch die Wälzlagerverspannung dieser drei Punkte eine stabile, durch die vorgespannte Wälzlagerung vorgespannte Basisfläche auch während der Schwenkbewegung.
- Durch die Anordnung der beiden Arbeitszylinder in Bezug auf die im Schwerpunkt wirkende Massenkraft und die im Schwenklager wirkende Reaktionskraft aus der Federvorspannkraft des Schwenklagers ergibt sich durch die entsprechend gewählte Größe der Abhebekraft ein Gleichgewichtszustand der Schwenkplatte.
- Im gespannten Zustand wirken die beiden Arbeitskolben, indem sie durch Untergriff am Zahnsegment die Schwenkplatte auf die Unterplatte drücken. Gleichzeitig wirkt die Reaktionskraft aus der Federvorspannung im Schwenklager als zusätzliche Aufspannkraft, ohne die Vorspannung dieses Schwenklagers zu beeinträchtigen.

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen nach

Figur 1 einen Mittenschnitt durch das Schwenklager

Figur 2 einen Schnitt durch die Abhebe- und Spanneinrichtung und das Antriebsritzeln

Figur 3 eine Schwenkeinrichtung in der Ansicht von oben und

Figur 4 eine Schwenkeinrichtung in Vorderansicht und Teilschnitt.

In der Grundplatte 1 nach Figur 1, die auch ein Verstellschlitzen sein könnte, ist eine Lagerbuchse 2 zentriert und verschraubt.

Der Innenring 3 eines Kegelrollenlagers ist durch eine Mutter 4 auf der Lagerbuchse 2 festgespannt. Der Außenring 5 des Kegelrollenlagers ist vorteilhafterweise mit 0,01 bis 0,02 mm Bewegungsspiel in die Bohrung 6 der Schwenkplatte 7 eingepaßt. Eine Anzahl von Kopfbolzen 8 sind in Senkbohrungen der Schwenkplatte 7 angeordnet und im Vorspannring 9 so befestigt, daß in den Federn 10 eine solche Vorspannung entsteht, deren gesamte Vorspannkraft P_2 multipliziert mit dem Abstand b gleich groß ist der tatsächlichen Massekraft P_1 multipliziert mit dem Abstand a und daß weiterhin die Summe beider Kräfte, der Massekraft P_1 und der Vorspannkraft P_2 , gleich groß der Abhebekraft A ist.

Die Vorspannkraft P_2 wirkt über den Vorspannring 9 auf den Außenring 5, so daß eine axiale Verspannung des Kegelrollenlagers entsteht. Dadurch wird zwangsläufig über die kegligen Elemente des Kegelrollenlagers das Lager insgesamt radial vorgespannt. Hierbei stützen sich die Federn 10 auf dem Grund der Senkbohrungen der Schwenkplatte 7 ab, so daß ihre Reaktionskraft P_2 in gleicher Größe die Schwenkplatte 7 auf die Grundplatte 1 spannt.

Zentrisch zum Schwenklagermittelpunkt ist in der Schwenkplatte 7 ein Winkelmeßsystem 11 befestigt, dessen Welle 12 über eine verdrehsteife Ausgleichskupplung 13 und einen Zapfen 14 ortsfest fixiert ist.

Auf der Unterplatte 1 ist nach Figur 2 desweiteren ein Zahnsegment 15 zentrisch zum Schwenklagermittelpunkt befestigt. In der Schwenkplatte 7 ist eine Ritzelwelle 16 gelagert, die über eine Antriebswelle 17 wahlweise manuell oder maschinell angetrieben werden kann. Das Zahnsegment 15 bildet gleichzeitig im Zusammenwirken mit den Segmenten 18, 19 und den zwischen ihnen angeordneten Wälzkörpern 20 eine beidseitig wirkende Axialwälzlagerung. Das Segment 18 ist mit axialem Spiel lose zur Schwenkplatte 7 gehalten. Das Segment 19 ist als Wälzuntergriffelement angepaßt und mit der Schwenkplatte 7 durch Schrauben 21 fest verbunden.

5 Die kombinierte Abhebe- und Spanneinrichtung besteht im wesentlichen aus einer vertikal geführten, kraftbeaufschlagbaren Spann-
stange 22, deren unteres Ende als Rachen ausgebildet ist. Bei nach unten wirkender Krafrichtung stützt sich die obere
Fläche des Rachens über das Segment 18 und die Wälzkörper 20
10 auf der Lauffläche des Zahnsegmentes 15 ab, wodurch die Schwenk-
platte 7 mit der gleich großen Gegenkraft abgehoben wird. Der
Größenbetrag dieser Abhebung ist begrenzt durch den angepaßten
Wälzuntergriff des Segmentes 19, so daß auch bei veränderter
Massenverteilung auf der Schwenkplatte der Abhebebetrag defi-
15 niert bleibt und die Axialwälzlagerung des Zahnsegmentes 15
und der Segmente 18 und 19 in sich vorgespannt ist. Wird die
Kraftbetätigung der Spannstange 22 umgekehrt, greift die untere
Fläche des Rachens unter das Zahnsegment 15 und die Gegenkraft
drückt die Schwenkplatte auf die Grundplatte 1.

20 In Figur 3 sind zur Komplettierung der gesamten Schwenkeinrich-
tung drei an sich bekannte Antriebsvarianten für die Schwenk-
platte 7 dargestellt. Nach der ersten, bisher auch beschriebenen
Variante, treibt ein Stellmotor 23 über ein Getriebe 24 die Rit-
zelwelle 16. Die gleiche Ritzelwelle 16' kann als zweite Varian-
25 te auch vorn angeordnet und mit einem Handantrieb 25 zu einem
manuellen Schwenkantrieb ausgelegt werden.

In beiden Varianten sind die Antriebselemente in der Schwenk-
platte 7 angeordnet und führen die Schwenkbewegung aus, wäh-
rend sich die Ritzel am feststehenden Zahnsegment 15 abwälzen.

10 Als dritte Antriebsvariante ist ein Schwenkantrieb über Zug-
mittel dargestellt. Hierbei ist das Getriebe 24' einer zweiten
Ausführung mit einer Antriebsscheibe 26 für ein Zugmittel 27
an der Grundplatte 1 angeordnet. Der eine Trumm ist direkt an
einem Gelenkpunkt 28 der Schwenkplatte 7 angelenkt, dagegen ist
5 der zweite Trumm über eine Umlenkrolle 29 einer federnden Län-
genausgleichseinrichtung 30 an den Gelenkpunkt 28 geführt.
Die Längenausgleichseinrichtung 30 kann z. B. ein druckmittel-
beaufschlagter Geradschubmotor sein, der über den erforderlichen
Ausgleichshub eine konstante Krafterzeugung absichert.

- Die beiden Abhebe- und Spanneinrichtungen 31, 32 sind so angeordnet, daß die Verbindungslinien ihrer Mittelpunkte untereinander und mit dem Drehmittelpunkt des Schwenklagers 33 ein gleichschenkliges bzw. gleichseitiges Dreieck bilden. Damit ist sowohl im Schwenkbetrieb als auch in der Spannlage eine stabile, statisch bestimmte Situation gesichert. Dies bedeutet, daß das Kippmoment, resultierend aus dem relativ hoch über der Schwenkebene 35 liegenden Masseschwerpunkt 34 nach Figur 4 und der Beschleunigung sicher abgefangen wird.
- 10 Des weiteren hat die Anordnung der Abhebe- und Spanneinrichtungen 31, 32 die Aufgabe, im Zusammenwirken mit der im Schwenklager wirkenden Federkraft und der im Masseschwerpunkt 34 wirkenden Last einen Gleichgewichtszustand herzustellen, in dem die Abstände a und b und die Abhebekraft A als Summe der
- 15 Kräfte beider Arbeitskolben entsprechend gewählt sind. Dieser erreichte Gleichgewichtszustand hat zur Folge, daß für eine möglicherweise verbleibende Restgleitreibung die Normalkraft so gering ist, daß im Zusammenwirken mit einer mit Gleitfolie beschichteten Gleitfläche keine meßbare Gleitreibung vorhanden
- 20 ist.
- Ein weiterer Effekt der Gleitfolie ist, daß kein Schmieröl erforderlich ist und es demzufolge bei der Spannung nicht verdrängt werden muß. Dadurch wird im gespannten Zustand der Einrichtung ein sicherer Massekontakt erreicht.
- 25 Durch eine weitere Vergrößerung der Abhebekraft A und eine Anpassung des Segmentes 19 in Form von größerem Spiel ist auch eine absolute Abhebung der Schwenkplatte 7 von der Spannfläche erzielbar. Hierbei kommt dann die Dreipunkt-Wälzlager-Einspannung voll zum Tragen.
- 30 Eine Störung der Gleichgewichtsbedingung durch eine Verstellung des Werkstückspindelkastens nach rechts wird dadurch vermieden, daß der Wälzuntergriff des Segmentes 19 stärker belastet wird, wodurch die Gleichgewichtsbedingung wieder hergestellt ist.

Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

1 Grundplatte	A - Abhebekraft
2 Lagerbuchse	A' Spannkraft
3 Innenring	a Abstand
4 Mutter	b Abstand
5 Außenring	P ₁ Massenkraft
6 Bohrung	P ₂ Vorspannkraft
7 Schwenkplatte	P' ₂ Reaktionskraft
8 Kopfbolzen	
9 Vorspannring	
10 Feder	
11 Winkelmeßsystem	
12 Welle	
13 Ausgleichskupplung	
14 Zapfen	
15 Zahnsegment	
16 Ritzelwelle	
16' Ritzelwelle	
17 Antriebswelle	
18 Segment	
19 Segment	
20 Wälzkörper	
21 Schraube	
22 Spannstange	
23 Stellmotor	
24 Getriebe	
24' Getriebe	
25 Handantrieb	
26 Antriebsscheibe	
27 Zugmittel	
28 Gelenkpunkt	
29 Umlenkrolle	
30 Längenausgleichseinrichtung	
31 Abhebe- und Spanneinrichtung	
32 Abhebe- und Spanneinrichtung	
33 Schwenklager	
34 Masseschwerpunkt	
35 Schwenkebene	

Patentansprüche

1. Schwenkeinrichtung für den Werkstückspindelkasten einer Schleifmaschine mit einem wälzgelagerten Schwenkpunkt, mit Spannvorrichtungen für die Schwenkplatte, mit einer programmierbaren Steuerung für die Drehbewegung und mit einer Erfassung der Schwenkwinkelwerte über einen Positionsmeßgeber gekennzeichnet dadurch, daß in einer Grundplatte (1) eine Lagerbuchse (2) zentriert und verschraubt ist, daß ein Innenring (3) eines Kegelrollenlagers durch eine Mutter (4) auf der Lagerbuchse (2) festgespannt ist, daß ein Außenring (5) des Kegelrollenlagers annähernd spielfrei in eine Bohrung (6) einer Schwenkplatte (7) eingepaßt ist, daß eine Anzahl von Kopfbolzen in Senkbohrungen der Schwenkplatte (7) vorgesehen sind und in einem Vorspannring (9) so befestigt sind, daß in den Federn (10) eine definierte Vorspannkraft erzeugbar ist, daß ein Zahnsegment (15) mit Segmenten (18,19) und zwischen ihnen angeordneten Wälzkörpern (20) als wechselseitig wirkende Axialwälzlagerung ausgelegt ist, daß das Segment (18) mit axialem Spiel lose zur Schwenkplatte (7) vorgesehen ist und daß das Segment (19) als Wälzuntergriffelement angepaßt und mit der Schwenkplatte (7) durch Schrauben (21) fest verbunden ist.
2. Schwenkeinrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß in jeder Abhebe- und Spanneinrichtung (31,32) eine vertikal geführte, kraftbeaufschlagbare Spannstange 22 vorgesehen ist, deren unteres Ende als Rachen ausgebildet ist.
3. Schwenkeinrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die beiden Abhebe- und Spanneinrichtungen (31,32) so angeordnet sind, daß die Verbindungslinien ihrer Mittelpunkte untereinander und mit dem Drehmittelpunkt des Schwenklagers (33) ein gleichschenkliges Dreieck bilden.

4. Schwenkeinrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Abstand der Verbindungslinie beider Abhebe- und Spanneinrichtungen (31,32) jeweils zum Schwenklager 33 und zum Masseschwerpunkt 34 sowie die Größe der Abhebekräfte der Zylinder wie auch die Vorspannkraft des Schwenklagers so gewählt sind, daß ein Gleichgewichtszustand erzielt wird.

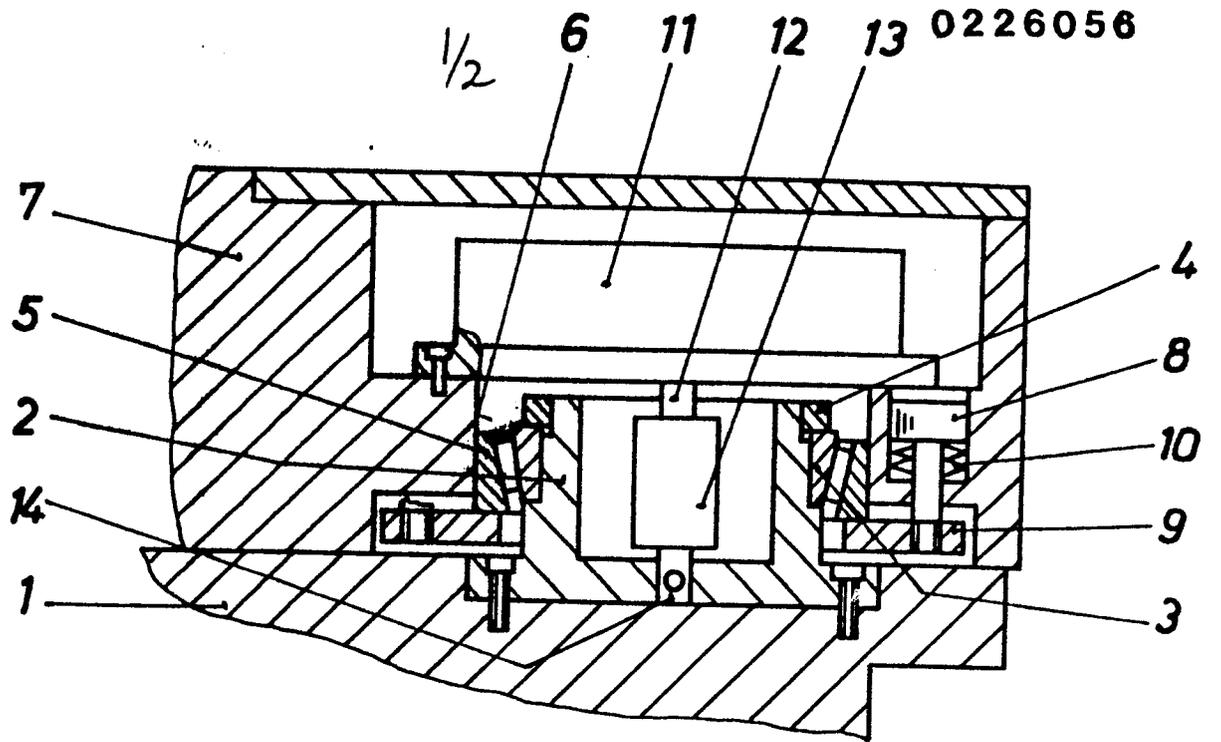


Fig. 1

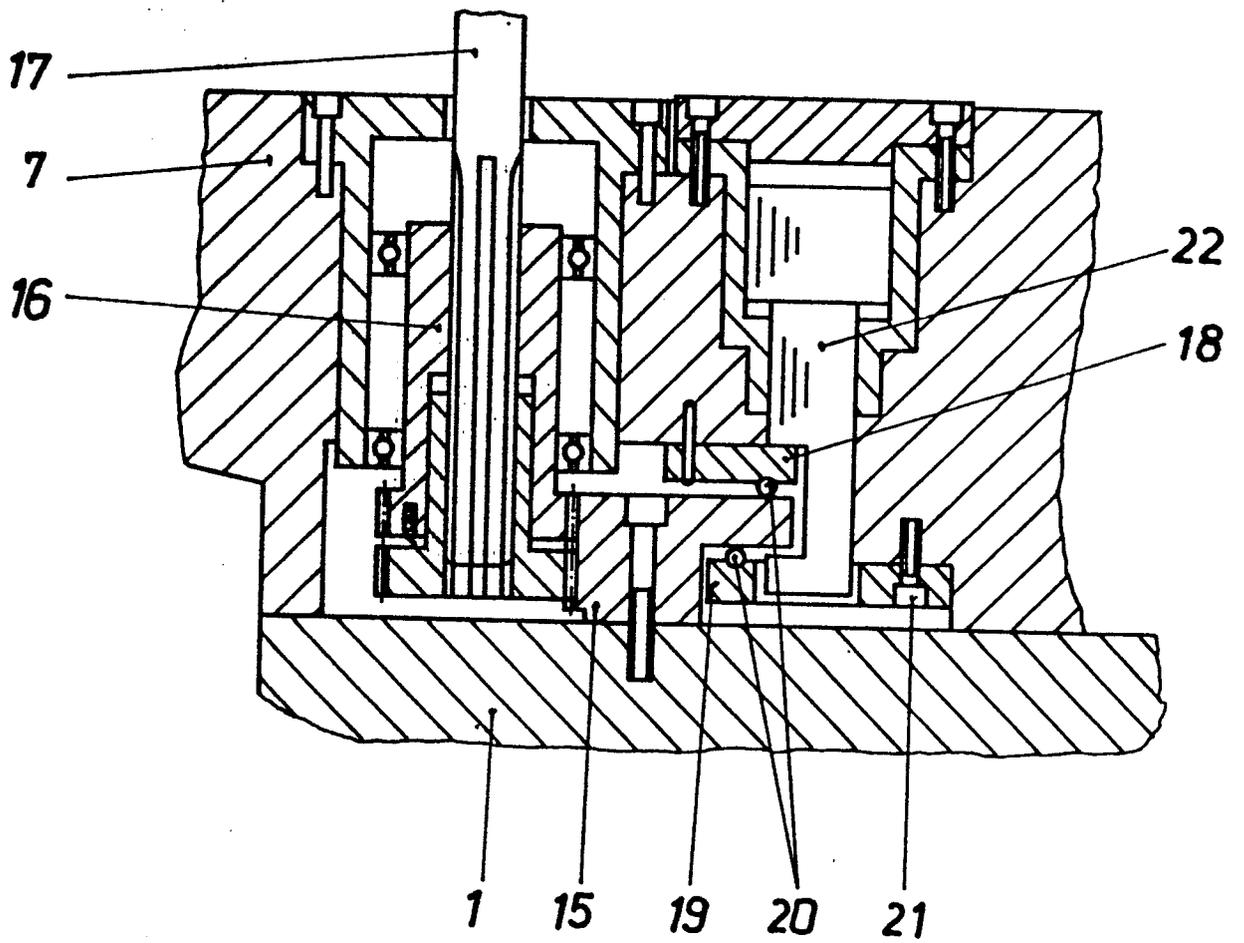


Fig. 2

2/2

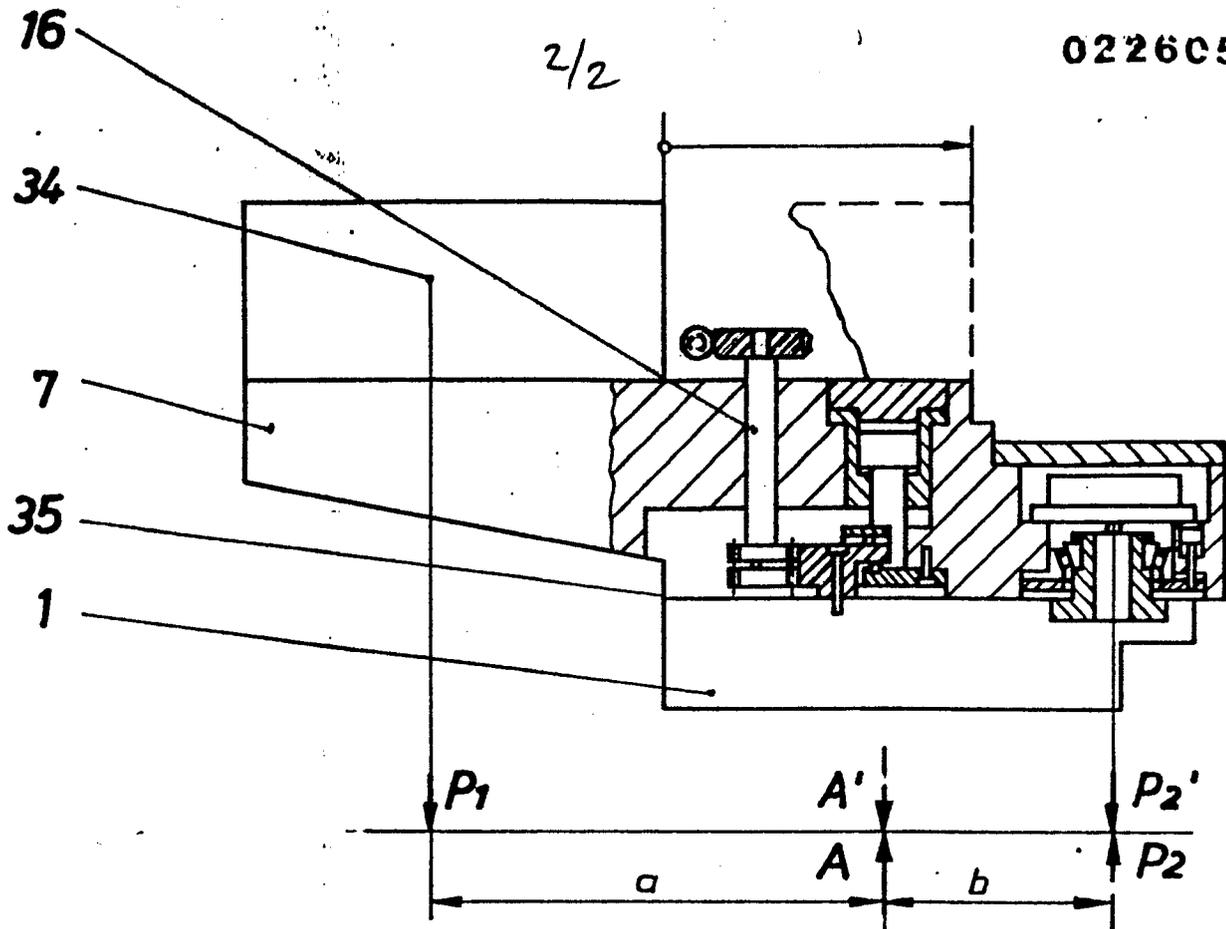


Fig. 4

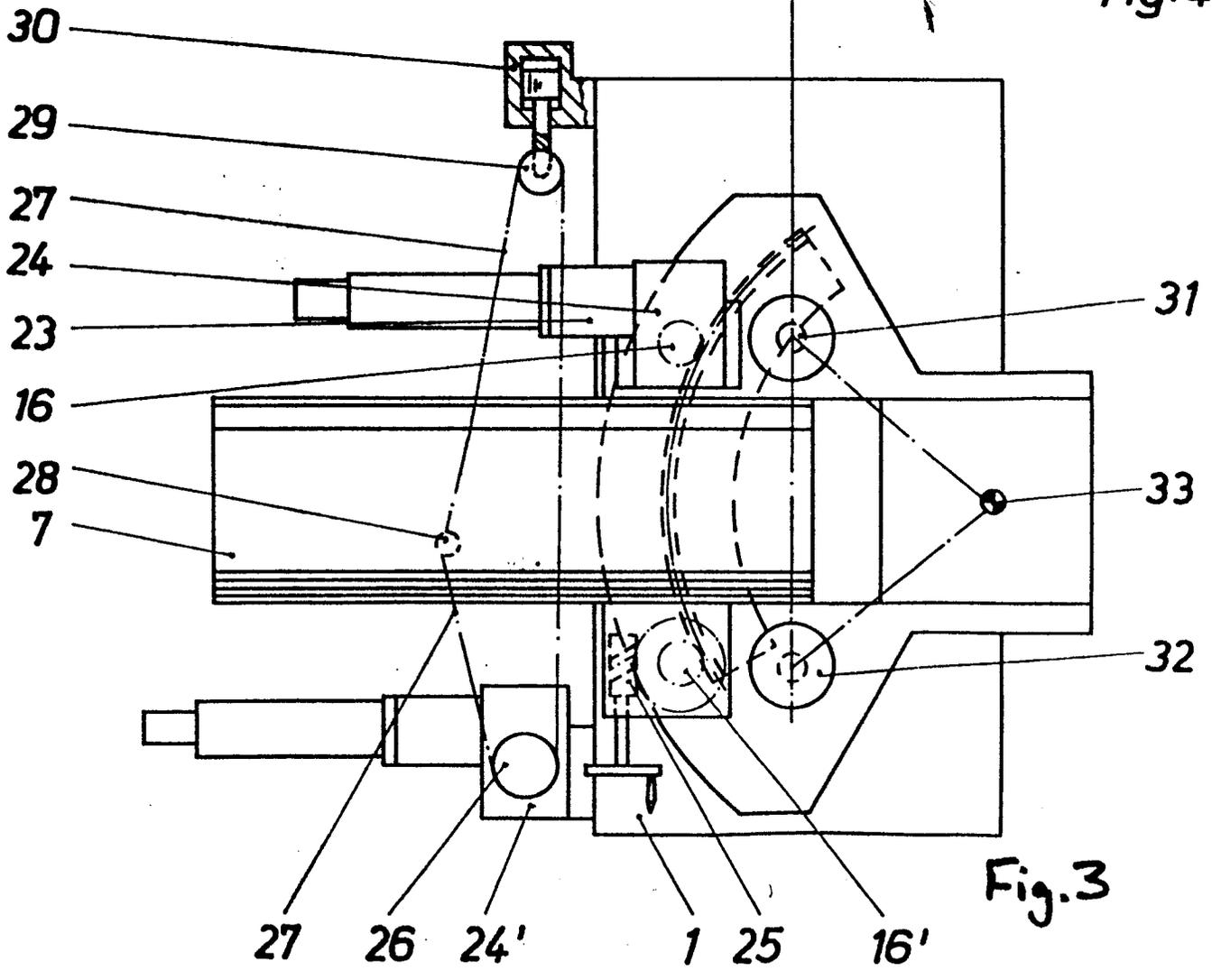


Fig. 3