

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. November 2005 (03.11.2005)

PCT

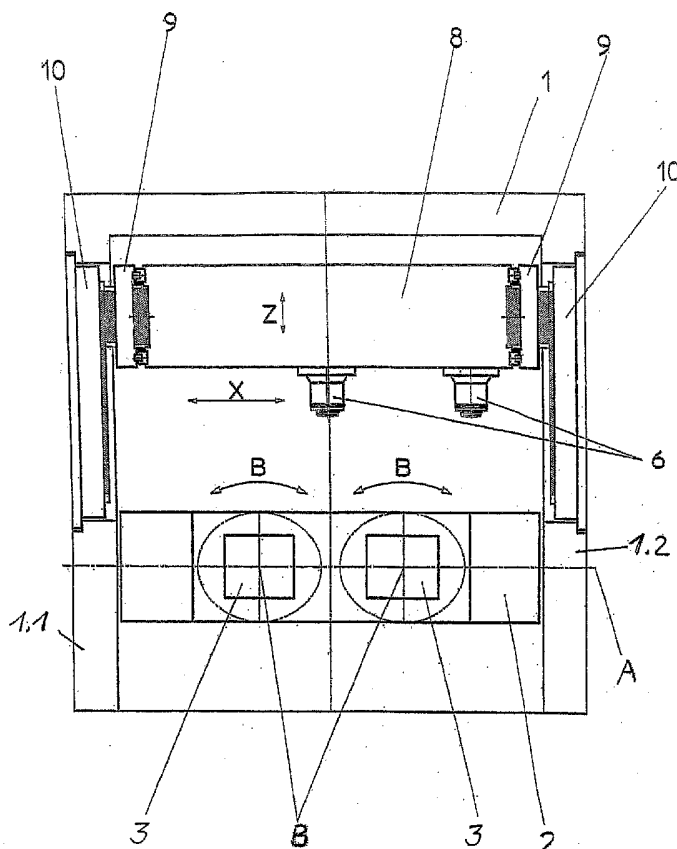
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/102596 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B23Q 1/01**, 11/08, 1/28 102004061058.4 16. Dezember 2004 (16.12.2004) DE
102004062538.7
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000744 22. Dezember 2004 (22.12.2004) DE
- (22) Internationales Anmeldedatum: 20. April 2005 (20.04.2005) (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **STARRAGHECKERT GMBH** [DE/DE]; Otto-Schmerbach-Strasse 15/17, 09117 CHEMNITZ Chemnitz (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (72) Erfinder; und
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHOPPE, Eberhard** [DE/DE]; Am Rosenhof 13, 09212 Limbach-Oberfrohna
- (30) Angaben zur Priorität: 102004019924.8 21. April 2004 (21.04.2004) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MACHINE-TOOL

(54) Bezeichnung: WERKZEUGMASCHINE



(57) Abstract: A machine-tool has at least one work spindle for receiving tools for machining workpieces located in a work space, a machine frame (1) in or on which carriages movable in the x, y and z directions are arranged, and a swivelling mounted workpiece holding device (2). According to the invention, the machine frame (1) is shaped as a closed hollow cube and a guide part (10) is arranged in the y or z direction on each of the two opposite inner sides of the machine frame (1) shaped as a hollow cube for receiving both ends of a crossbeam (8) which extends in the x direction, and/or the motor (M) of the workpiece holding device (2) has a stator (12) which is coaxial to its swivelling axis (A), a cavity (12.1) and curved guiding segments (13) arranged at its periphery for mounting purposes; and/or a movement transmitted from a first machine part (9.1, 9.3) to the first covering element (22) can be converted into a movement of the second covering element (21) perpendicular to the first movement by a functional connection between covering elements (22, 21) of a protective device.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine mit wenigstens einer Arbeitsspindel zur Aufnahme von Werkzeugen für die Bearbeitung von in einem Arbeitsraum befindlichen Werkstücken, mit einem Maschinengestell (1), in/an dem in x-y- und z-Richtung verfahrbare Schlitten angeordnet

sind, und mit einer schwenkbar gelagerten Werkstück-Haltevorrichtung (2), wobei erfindungsgemäss das Maschinengestell (1) als ein geschlossener Hohlquader ausgebildet

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/102596 A2



(DE). **PÖNISCH, Achim** [DE/DE]; Am Hopfenweg 16, 09573 Augustusburg (DE). **NEUBER, Dieter** [DE/DE]; Markersdorfer Strasse 45-47, 09123 Chemnitz (DE). **SCHLIEDER, Daniel** [DE/DE]; Erich-Mühsam-Strasse 18, 09112 Chemnitz (DE). **KEMTER, Heino** [DE/DE]; Gelenauer Strasse 18, 09235 Burkhardtsdorf, OT Kemtau (DE). **WEIRAUCH, Frank** [DE/DE]; Am Winkel 4a, 09128 Chemnitz (DE).

(74) **Anwalt: RUMRICH, Gabriele**; Limbacher Strasse 305, 09116 Chemnitz (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY,

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

ist, und an zwei sich gegenüberliegenden Innenseiten des hohlquaderförmigen Maschinengestells (1) je ein in y- oder in z-Richtung angeordnetes Führungsteil (10) zur beidseitigen Aufnahme eines sich in x-Richtung erstreckenden Querträgers (8) angeordnet ist, und/oder der Motor (M) der Werkstück-Haltevorrichtung (2) einen koaxial zu deren Schwenkachse (A) angeordneten und mit einem Hohlraum (12.1) versehenen Stator (12) aufweist, an dessen Aussenumfang der Lagerung dienende Bogenführungssegmente (13) angeordnet sind, und/oder durch eine zwischen Abdeckelementen (22, 21) einer Schutzvorrichtung bestehende Wirkverbindung eine von einem ersten Maschinenteil (9.1, 9.3) auf das erste Abdeckelement (22) übertragene Bewegung in eine orthogonal dazu verlaufende Bewegung des zweiten Abdeckelementes (21) umlenkbar ist.

Beschreibung

Werkzeugmaschine

- 5 Die Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine mit wenigstens einer Arbeitsspindel zur Aufnahme von Werkzeugen für die Bearbeitung von in einem Arbeitsraum befindlichen Werkstücken, mit einem Maschinengestell, in/an dem in x-, y- und z-Richtung verfahrbare, diese Bewegungen an die Arbeitsspindel übertragende, Schlitten angeordnet sind, und mit einer zwischen zwei
10 Seitenwänden des Maschinengestells um eine horizontale Schwenkachse schwenkbar gelagerten Werkstück-Haltevorrichtung.

Aus der DE 101 19 175 A1 ist eine zweispindelige Werkzeugmaschine bekannt, die ein Maschinengestell aufweist, an dem zwei Schlitten in x- und in z-Richtung
15 verfahrbar angeordnet sind. Die beiden Schlitten tragen Spindelköpfe, die unabhängig voneinander bewegbar sind und jeweils ein Werkzeug tragen. Die Schlitten sind außerdem an einem Maschinenständer in y-Richtung verfahrbar. Im vorderen Bereich des Maschinengestells befindet sich wenigstens ein Werkstückträger, auf dem die zu bearbeitenden Werkstücke unmittelbar
20 festgespannt werden. Die Werkstücke werden dabei abwechselnd durch je eines der Werkzeuge oder gleichzeitig bearbeitet.

Bei langen Verfahrwegen der Arbeitsspindel in z-Richtung kann es bei dieser Werkzeugmaschine zu Durchbiegungen der Arbeitsspindel und damit zu Fehlern bei der Bearbeitung kommen.

25

In der DE 203 01 126 U1 wird das Durchbiegen der Arbeitsspindel verhindert, indem das Werkzeug in z-Richtung unverschiebbar angeordnet ist. Es erfolgt dafür eine Verschiebung des Werkstücks in z-Richtung. Das Werkstück befindet sich dabei auf einem Werkstückträger, der im Arbeitsraum auf einem in z-
30 Richtung verschiebbaren Schlitten angeordnet ist. Allerdings entstehen auch hier bei der Bearbeitung Kräfte (neben den Bearbeitungskräften wirken auch noch Massenträgheitskräfte beim Beschleunigen), die auf Grund der einseitigen

Befestigung des Werkstücks ebenfalls zu "Durchbiegungen" und damit zu Fehlern bei der Bearbeitung führen können.

Die Lösungen des Standes der Technik weisen einen relativ großen Abstand des Werkzeugs bzw. Werkstücks zu den Führungen/zu den Antrieben auf.

5 Deshalb muss mittels einer schweren Bauweise und damit einer verminderten Dynamik eine hohe Steifigkeit der Werkzeugmaschine erreicht werden.

Nachteilig ist außerdem die nach allen Seiten offene Anordnung der maschinenspezifischen Einrichtungen des bekannten Standes der Technik.

10 Zum Schutz der Umgebung müssen diese Werkzeugmaschinen deshalb von einer zusätzlichen Schutzkabine umgeben werden.

Des Weiteren wird in DE 201 21 653 U1 eine Werkzeugmaschine beschrieben, bei der ein zwischen zwei Seitenwänden eines Maschinengestells angeordneter Werkstücktisch mit einer Lagerwelle schwenkbar um eine horizontale Achse in

15 Antriebsaggregaten gelagert ist. Die Antriebsaggregate befinden sich in den Seitenwänden und nehmen das Lager, den Antriebsmotor für die Lagerwelle, eine Winkelmesseinrichtung sowie ein Federklemmgesperre auf.

Mit diesem Aufbau der Schwenkeinrichtung ist zwar eine torsionssteife und spielfreie Feststellbarkeit des schwenkbaren Werkstücktischs relativ zum

20 Maschinengestell in jeder gewünschten Schwenkposition möglich, es bedeutet aber auch einen hohen apparativen Aufwand. Durch den Einbau des Antriebsaggregates ist zudem die Sicht in den Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine aus seitlicher Richtung versperrt.

25 Bei der in DE 201 10 420 U1 gezeigten Ausführung einer Schwenkeinrichtung für eine Werkstück-Halteeinrichtung ist der für den Antrieb der Welle der schwenkbaren Werkstück-Halteeinrichtung vorgesehene Motor mit dem Motorgehäuse in einer Aussparung der Seitenwand der Werkzeugmaschine angeordnet. Der Motor - vorzugsweise ein linearer Rundmotor - besitzt einen

30 Direktantrieb, wobei die Werkstück-Halteeinrichtung mit einer Abtriebswelle des Motors starr verbunden ist und von dieser getragen wird.

Das am gesamten Umfang der Aussparung in einem Vollkreis von 360° anliegende Motorlager dient gleichzeitig zur Lagerung der Werkstück-

Halteeinrichtung. Die Aussparung ist mit dieser Anordnung der Antriebseinrichtung ausgefüllt und ermöglicht keine Sicht in den Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine. Die Verwendung eines Motors mit einem am gesamten Umfang angeordneten Lager ist zudem relativ teuer.

5 Außerdem erfordern die meisten Bearbeitungsvorgänge keine Schwenkbewegung eines Werkstücktisches um 360°, sondern lediglich ein Schwenken in eine bestimmte Position.

So können mit dieser Lösung der apparative Aufwand und die Gesamtausführung zwar relativ klein gehalten werden, aber ein Zugriff zum
10 Zwecke des Werkstückwechsels oder auch nur ein der Überwachung der Bearbeitungsvorgänge dienender Sichtkontakt durch den Bediener kann immer nur von der Vorderseite aus stattfinden.

Für den Einsatz an Werkzeugmaschinen, die einen seitlichen Zugang oder zumindest einen Sichtkontakt von der Seite erfordern, da ein Herangehen oder
15 der Blick von vorn - aus welchen Gründen auch immer - nicht möglich ist, sind die bekannten Lösungen des Standes der Technik nicht geeignet.

Es ist außerdem üblich, die Schlitten und Führungsbahnen zum Schutz gegen Späne, Kühlflüssigkeit u. dgl. während der Bearbeitung abzudecken. Es
20 kommen dabei bekanntermaßen Abdeckungen, wie z.B. Teleskop- oder Rollo-Abdeckungen, zum Einsatz, deren Länge in Abhängigkeit von der Bewegung der Schlitten veränderbar ist. Die Teleskopabdeckungen umfassen bekannterweise übereinander schiebbare, U-förmige Blechteile, die beidseitig von einem bewegbaren Maschinenteil angeordnet sind und dessen Führungen
25 übergreifen und somit vor Verschmutzungen schützen (DE OS 36 18 959 A1, DE 103 17 318 A1).

Die DD 201 402 zeigt Teleskopabdeckungen für rechtwinklig zueinander angeordnete Führungsbahnen, bei denen Teleskoprohre eingesetzt werden.
30 Dabei sind zwischen zwei sich gegeneinander verschiebbaren Maschinenteilen Teleskopspindeln in einer Ebene schwenkbar angeordnet, wobei jedes Teleskoprohr ein Abdeckblech besitzt.

Die Teleskopabdeckungen erfordern einen relativ großen Platzbedarf. Sie können deshalb nur dort zum Einsatz kommen, wo zwischen den Maschinenteilen oder Baugruppen genügend Platz vorhanden ist.

- 5 In DE 196 16 433 C2 werden deshalb an sich bekannte Rolloabdeckungen eingesetzt, die einen geringeren Platzbedarf und ein kleineres Gewicht als die Teleskopabdeckungen aufweisen. Allerdings benötigen auch die Rolloabdeckungen ein außerhalb der Führungsbahnen angeordnetes Gehäuse, in dem das sich während der Bewegung des Maschinenteils ab- bzw.
10 aufwickelnde Rollo aufgenommen wird.
- Nachteilig bei diesen bekannten Einrichtungen zur Abdeckung und zum Schutz der Führungsbahnen und Maschinenteile an Werkzeugmaschinen ist zum einen der zusätzliche Platzbedarf und zum anderen, dass diese Abdeckungen nur dafür vorgesehen sind, die Verschmutzung speziell der Führungsbahnen zu
15 verhindern. Für den Schutz weiterer Teile der Werkzeugmaschine, wie z.B. dort angeordneter Messsysteme, sind sie meist nicht geeignet. Dafür werden Abschirmelemente verwendet, die bestimmte Maschinenbaugruppen oder den gesamten Arbeitsraum von Werkzeugmaschinen vor Verschmutzung mit Spänen und Kühlmittel schützen. So ist es bekannt, die Bedienseite durch
20 Schutzwände abzuschirmen, die für den Zugriff in den Arbeitsraum entlang der Maschine verschieb- bzw. auseinander schiebbar sind. Bei derartigen Arbeitsraumabschirmungen bleibt aber die Werkzeugseite im wesentlichen ungeschützt bzw. es wird auf die weiter oben angeführten Teleskop- oder Rolloabdeckungen zurückgegriffen.

- 25 Eine Arbeitsraumabschirmung, die den Arbeitsraum sowohl auf der Werkstück- als auch zur Werkzeugseite hin abschirmt, ist in DD 204 873 beschrieben. Die gezeigte Fräsmaschine besitzt dabei ein Querbett, auf dem ein Maschinenständer verfahrbar angeordnet ist. An dem Maschinenständer
30 befindet sich wiederum ein senkrecht verschiebbarer Werkzeugträger. Einer bedienseitig angebrachten Schutzwand sind quer zur Längsbewegung und in der Bewegungsbahn des Werkstückträgers angeordnete, flexible Abschirmelemente zugeordnet. Für die Werkzeugseite ist eine komplementäre,

bedienseitig angebrachten Schutzwand sind quer zur Längsbewegung und in der Bewegungsbahn des Werkstückträgers angeordnete, flexible Abschirmelemente zugeordnet. Für die Werkzeugseite ist eine komplementäre, die Führungsbahnen von Querbett und Maschinenständer gleichzeitig

5 schützende Abdeckung vorgesehen, die durch parallel zur Schutzwand bewegliche Abschirmungen ergänzbar ist. Diese Abdeckung besteht aus gelenkig miteinander verbundenen Abdeckelementen, die von am Werkzeugträger angebrachten waagerechten bzw. ortsfesten senkrechten Geradführungen längs- und schwenkbeweglich aufgenommen werden.

10 Die Verbindung zwischen den Abdeckelementen wird über Scharniere verwirklicht. Der Arbeitsraum dieser Werkzeugmaschine ist somit nach allen Seiten abgeschirmt, und die einzelnen Maschinenbaugruppen sind vor Verschmutzung geschützt. Nachteilig an dieser Arbeitsraumabschirmung ist ihre material- und platzaufwändige Ausführung. Insbesondere an

15 Werkzeugmaschinen mit stark eingeschränktem Bauraum ist diese Variante einer Schutzvorrichtung ebenso wenig anwendbar wie die weiter oben aufgezeigten Lösungen des Standes der Technik.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Werkzeugmaschine mit einer

20 hohen Steifigkeit und Dynamik bei kostengünstigem Aufbau zu entwickeln, bei der durch eine entsprechende Ausbildung des für die Schwenkbewegung der Werkstück-Haltervorrichtung vorgesehenen Antriebes ein seitlicher Zugriff in den Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine möglich sowie ein zuverlässiger Schutz der orthogonal zueinander bewegbaren Maschinenteile vor Spänen und

25 Kühlmittel auf engstem Raume gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des 1. Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

30 Erfindungsgemäß ist das Maschinengestell als ein geschlossener Hohlquader ausgebildet, wobei an zwei sich gegenüberliegenden Innenseiten des hohlquaderförmigen Maschinengestells je ein in y- oder in z-Richtung angeordnetes Führungsteil zur beidseitigen Aufnahme eines sich in x-Richtung

erstreckenden Querträgers angeordnet ist, und sich an dem Querträger ein in x-Richtung verfahrbarer, die Arbeitsspindel tragender Schlitten befindet.

In den Seitenwänden sind fluchtend angeordnete Aussparungen zur Aufnahme eines eine Schwenkbewegung der Werkstück-Haltevorrichtung bewirkenden Motors vorgesehen, wobei der Motor einen koaxial zu der Schwenkachse angeordneten und mit einem Hohlraum versehenen Stator aufweist, an dessen Außenumfang der Lagerung dienende Bogenführungssegmente angeordnet sind.

Eine Schutzvorrichtung für orthogonal zueinander bewegbare Maschinenteile mit sich kreuzenden Bewegungsbahnen ist mit wenigstens zwei beweglichen Abdeckelementen versehen, wobei durch eine zwischen den Abdeckelementen bestehende Wirkverbindung eine von dem ersten Maschinenteil auf das erste Abdeckelement übertragene Bewegung in eine orthogonal dazu verlaufende Bewegung des zweiten Abdeckelementes umlenkbar ist.

15

Die Führungsteile weisen dabei je einen in z-Richtung verfahrbaren Schlitten auf, der mit in y-Richtung verlaufenden Führungen zur beidseitigen Aufnahme des Querträgers versehen ist.

Die Führungsteile können aber auch je einen in y-Richtung verfahrbaren Schlitten aufweisen, der mit in z-Richtung verlaufenden Führungen zur beidseitigen Aufnahme des Querträgers versehen ist.

Der Arbeitsraum befindet sich dabei innerhalb des Maschinengestells. Das Maschinengestell weist lediglich Öffnungen für die Beschickung der Werkzeugmaschine auf.

An den Innenseiten des Maschinengestells ist wenigstens ein Werkstücktisch befestigt.

Der Werkstücktisch wird vorzugsweise von einer als Werkstückwippe ausgebildeten Werkstück-Haltevorrichtung aufgenommen, die um eine in x-Richtung verlaufende Schwenkachse schwenkbar an den Innenseiten des Maschinengestells gelagert ist.

Die Werkstückwippe kann um einen Winkel $> 180^\circ$ schwenkbar sein, wodurch eine Überkopfbearbeitung möglich ist.

An den Innenseiten des Maschinengestells sind wenigstens eine Palettenwechseleinrichtung, eine Werkzeugwechseleinrichtung mit wenigstens einem Werkzeugmagazin und ein Späneförderer befestigt. Der Späneförderer ist dabei auf der geschlossenen Bodenplatte des hohlquaderförmigen Maschinengestells angeordnet.

5 Ein Bedientableau ist ebenfalls am Maschinengestell angebracht. Der in x-Richtung bewegbare Schlitten kann auch zwei Arbeitsspindeln aufnehmen, oder zwei in x-Richtung bewegbare Schlitten nehmen jeweils wenigstens eine Arbeitsspindel auf. Das Maschinengestell bildet gleichzeitig eine

10 Arbeitsraumverkleidung und eine Schutzeinhausung für alle maschinenspezifischen Einrichtungen.

Des Weiteren weist der Stator des in den Aussparungen der Seitenwände angeordneten, die Schwenkbewegung der Werkstück-Haltevorrichtung bewirkenden Motors im radialen Querschnitt gesehen die Form eines

15 Kreissegmentes auf. Das Kreissegment besitzt dabei annähernd die Form eines Halbkreises, wobei der Mittelpunkt des zugehörigen, imaginären, Vollkreises mit der Schwenkachse zusammenfällt. Die Bogenführungssegmente sind entlang einem Kreisbogen des Kreissegmentes angeordnet, der einem Schwenkwinkel um die Schwenkachse von 0° bis 180° entspricht. Der Stator ist mit seinem

20 flanschförmigen Ende an der Außenseite der Seitenwand befestigt. Der Motor kann sowohl als Torquemotor-Segment als auch als Scheibenmotor-Segment ausgebildet sein. Dabei ist ein Sekundärteil des Motors an dem Stator und ein Primärteil an einem die Werkstück-Haltevorrichtung tragenden

25 Rotorschlitten angeordnet. Bei einer Anordnung eines Torquemotor-Segments sind das Primärteil und das Sekundärteil mit ihrer Wirkfläche parallel zu der Schwenkachse angeordnet. Bei einer Anordnung eines Scheibenmotor-Segments sind das Primärteil und das Sekundärteil mit ihrer Wirkfläche orthogonal zu der Schwenkachse angeordnet. Der Rotorschlitten ist dabei in

30 den Bogenführungssegmenten gelagert. Der Stator wird von einem flexiblen Abdeckelement, das durch eine Stahl- oder Gliederbandabdeckung gebildet wird, umschlossen. Der Hohlraum des Stators ist durch ein schwenkbar gelagertes Bedienerfenster verschließbar. Hierbei ist der Hohlraum des Stators

so bemessen, dass ein Werkstückwechsel und/oder Werkstückträgerwechsel durch den Stator durchführbar ist.

Die Schutzvorrichtung ist so beschaffen, dass die Richtung der Bewegung des
5 zweiten Abdeckelementes der Richtung der Bewegung des zweiten
Maschinenteils entspricht. Das erste Abdeckelement ist als eine in dem zweiten
Abdeckelement drehbar gelagerte, kreisförmige Abdeckscheibe ausgebildet,
die außermittig mit dem die Bewegung übertragenden Maschinenteil
wirkverbunden ist.

10 Das zweite Abdeckelement ist als viereckige Abdeckblende ausgebildet. Die
Abdeckscheibe ist um eine durch ihren Mittelpunkt führende Drehachse
drehbar.

Die Übertragung der Bewegung des ersten Maschinenteils auf die
Abdeckscheibe kann durch eine an dem Maschinenteil angeordnete
15 Arbeitsspindel erfolgen, welche die Abdeckscheibe außermittig und achsparallel
zu der Drehachse durchdringt. Die Bewegung des Maschinenteils auf die
Abdeckscheibe kann auch durch einen mit dem Maschinenteil drehfest
verbundenen Flansch übertragen werden, welcher die Abdeckscheibe
außermittig und achsparallel zu der Drehachse durchdringt. Arbeitsspindel oder
20 Flansch durchdringen die Abdeckscheibe in einem radialen Abstand von ihrer
Drehachse kreisförmig. Die Abdeckscheibe ist drehbar und abgedichtet an
Arbeitsspindel oder Flansch gelagert. Dabei ist die in der Abdeckblende drehbar
gelagerte Abdeckscheibe an ihrem Umfang abgedichtet. Die Abdeckscheibe
kann an ihrem Umfang in der Abdeckblende gelagert sein. Dann weist die
25 Abdeckblende eine den Abmessungen der kreisförmigen Abdeckscheibe
entsprechende Aussparung auf.

Die Abdeckscheibe kann auch in ihrem die Drehachse aufnehmenden
Mittelpunkt in der Abdeckblende gelagert sein. Dann weist die Abdeckblende
eine der kreisbogenförmigen Bewegungsbahn von Arbeitsspindel oder Flansch
30 mit der Abdeckscheibe entsprechende Aussparung auf.

Die Abdeckblende ist entlang von Führungsschienen verschiebbar, die
orthogonal zu der Bewegungsrichtung des die Bewegung auf die
Abdeckscheibe übertragenden Maschinenteils angeordnet sind.

Durch eine lineare Bewegung des ersten Maschinenteils um einen bestimmten Betrag ist eine Drehbewegung der Abdeckscheibe um ihre Drehachse um einen bestimmten Winkel hervorrufbar.

- 5 Die Erfindung wird nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert.
Es zeigen:

- Fig. 1: eine erfindungsgemäße Werkzeugmaschine mit einer Arbeitsspindel in Vorderansicht
- 10 Fig. 2: eine erfindungsgemäße Werkzeugmaschine mit zwei Arbeitsspindeln in Vorderansicht
- Fig. 3: eine erfindungsgemäße Werkzeugmaschine mit einer Arbeitsspindel in größerer Bauweise
- Fig. 4: eine erfindungsgemäße Werkzeugmaschine mit zwei Arbeitsspindeln in Draufsicht
- 15 Fig. 5: eine erfindungsgemäße Werkzeugmaschine in Seitenansicht
- Fig. 6: Parallelschnitt zur Schwenkachse A von vorn
- 20 Fig. 7: Parallelschnitt zur Schwenkachse A von oben
- Fig. 8: Seitenansicht, Blick von außen auf die Stirnseite der Schwenkachse A
- Fig. 9: Querschnitt der Schwenkachse A mit Blick auf die Lagerung
- Fig. 10: Querschnitt der Schwenkachse A mit Blick auf den Motor
- 25 Fig. 11: Querschnitt der Schwenkachse A in Maschinenmitte bei waagerechter Stellung des Werkstücktisches
- Fig. 12: Querschnitt der Schwenkachse A in Maschinenmitte bei senkrechter Stellung des Werkstücktisches
- Fig. 13: Querschnitt eines Scheibenmotor-Segments

- Fig. 14: Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine mit angedeuteter Schutzvorrichtung
- Fig. 15: Vorderansicht nach Fig. 14 bei sich in zwei unterschiedlichen Positionen befindlichen Schutzvorrichtung
- 5 Fig. 16: Schutzvorrichtung nach Fig. 15 in einer ersten Position
- Fig. 17: Schutzvorrichtung nach Fig. 15 in einer zweiten Position
- Fig. 18: entlang x-y-Koordinatenachsen verfahrbare Maschinenteile mit Arbeitsspindel ohne Schutzvorrichtung
- Fig. 19: Schutzvorrichtung bei Arbeitsspindelposition y – unten, x –
10 rechts
- Fig. 20: Schutzvorrichtung bei Arbeitsspindelposition y – unten, x – Mittelstellung
- Fig. 21: Schutzvorrichtung bei Arbeitsspindelposition y – oben, x – Mittelstellung
- 15 Fig. 22: Längsschnitt durch Fig. 3 in schematischer Darstellung
- Fig. 23: Schutzvorrichtung bei flacher Bauweise und Arbeitsspindelposition y – unten, x – links

Die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine weist ein als Hohlquader
20 ausgebildetes Maschinengestell 1 auf, das auf allen sechs Seiten geschlossen ist. Der Arbeitsraum mit wenigstens einem Werkstücktisch 3 befindet sich dabei ebenfalls innerhalb des Maschinengestells 1. Der Werkstücktisch 3 wird hier von einem Drehtisch, der um eine Drehtischachse B drehbar ist, gebildet. Bei einer 5-Seitenbearbeitung befindet er sich vorzugsweise auf einer
25 schwenkbaren, als Werkstückwippe ausgebildeten Werkstück-Haltevorrichtung 2, die an den Innenseiten der beiden sich gegenüberliegenden senkrechten Seitenwände 1.1, 1.2 des Maschinengestells 1 um eine Schwenkachse A schwenkbar gelagert ist. Dabei können auch zwei Werkstücktische 3 auf der Werkstückwippe angeordnet sein.

30 Ebenfalls an den sich gegenüberliegenden Innenseiten der Seitenwände 1.1, 1.2 des Maschinengestells 1 sind Führungsteile 10 befestigt. Im hier aufgezeigten Beispiel der Fig. 1 bis Fig. 5 sind sie in z-Richtung angeordnet und nehmen je einen in z-Richtung verfahrbaren Schlitten 9 auf.

Die Schlitten 9 weisen wiederum in y-Richtung verlaufende Führungen zur Aufnahme eines sich in x-Richtung erstreckenden und in y-Richtung verfahrbaren Querträgers 8 auf. Es ist aber auch möglich, die Führungsteile 10 in y-Richtung anzuordnen. Die Schlitten 9 sind dann in y-Richtung bewegbar und weisen in z-Richtung verlaufende Führungen auf, entlang denen der Querträger 8 verfahrbar ist. In beiden Fällen ergibt sich eine Beweglichkeit des Querträgers 8 in y- und in z-Richtung, die über beidseitig an den Enden des Querträgers 8 angeordnete Linearantriebe verwirklicht wird. An der Unterseite des Querträgers 8 ist ein in x-Richtung verfahrbarer, wenigstens eine Arbeitsspindel 6 aufnehmender Schlitten 7 angeordnet. Diese unterhalb des Querträgers 8 erfolgende Anordnung der Arbeitsspindel 6 ermöglicht einen freien Fall der Späne in Richtung der geschlossenen Bodenplatte des Maschinengestells 1. Dort befindet sich ein Späneförderer 11, der die bei der Bearbeitung anfallenden Späne aufnimmt. Durch die seitliche Anordnung der y- und z- Führungen kann ein günstiger, ungehinderter Spänefall erzielt werden. Es sind keinerlei Behinderungen durch Abdeckungen und Führungen vorhanden. Durch die geschlossene Ausführung des Maschinengestells 1 muss auch keine separate Auffangwanne für die Kühlmittleckage vorgesehen sein. Unterstützt wird der gute Spänefall noch durch die Möglichkeit der Überkopfbearbeitung an der um einen Winkel von mindestens 180° (bis etwa 200°) um die Schwenkachse A schwenkbaren Werkstück-Haltevorrichtung 2. Öffnungen sind in dem als Hohlquader ausgeführten Maschinengestell 1 lediglich für die Beschickung der Werkzeugmaschine vorgesehen, z.B. für die Übergabe/Entnahme der Werkstücke und der Werkzeuge.

In den Fig. 2 und 4 ist eine erfindungsgemäße Werkzeugmaschine mit zwei Arbeitsspindeln 6 dargestellt. Wahlweise kann der in x-Richtung verfahrbare Schlitten 7 sowohl für eine als auch für zwei Arbeitsspindeln 6 vorgesehen sein. Bei dem Einsatz von zwei Arbeitsspindeln 6 ist eine Koppelung in allen Achsen vorgesehen, so dass ein paralleles Arbeiten beider Arbeitsspindeln 6 erfolgt.

Da sich der Arbeitsraum innerhalb des Maschinengestells 1 befindet, ist keine zusätzliche Arbeitsraumverkleidung erforderlich. Das Maschinengestell 1 selbst bildet die Arbeitsraumverkleidung. Aufwändige Blechkonstruktionen können somit entfallen.

Außerdem können sich innerhalb des Maschinengestells 1 alle für die geforderte Werkstückbearbeitung notwendigen Einrichtungen befinden. So sind im hier aufgezeigten Ausführungsbeispiel an den Innenseiten des Maschinengestells 1 neben den weiter oben erwähnten Befestigungen für die Lagerstellen der Werkstückwippe und der Führungsteile 10 weitere Anschraubflächen für wenigstens eine Werkzeugwechseleinrichtung mit wenigstens einem Werkzeugmagazin sowie für wenigstens eine Palettenwechseleinrichtung vorgesehen. Ein Bedientableau ist ebenfalls am Maschinengestell 1 angeordnet.

10 Diese Einrichtungen sind hier nicht näher dargestellt.

Durch diesen Aufbau der Werkzeugmaschine, die ein als geschlossener Hohlquader ausgebildetes Maschinengestell 1 aufweist, ergibt sich eine sehr steife Konstruktion.

15 Insbesondere in Verbindung mit der über den Querträger 8 verwirklichten Gantry-Bauweise kann eine hohe Steifigkeit und eine hohe Dynamik der Werkzeugmaschine erzielt werden. Auf Grund seiner an beiden Enden erfolgenden Befestigung entsteht nur eine minimale Durchbiegung des Querträgers 8. Die Beweglichkeit des Querträgers 8 in orthogonal zueinander verlaufende Richtungen kann mittels in Kreuzschlittenbauweise an den Führungsteilen 10 angeordneten Schlitten verwirklicht werden. Führungsteile und Schlitten müssen nur Zug- und Druckkräfte übertragen. Sie zeigen dabei eine sehr schmale und leichte Bauweise und ermöglichen durch die beidseitige Aufnahme des Querträgers 8 eine auf kürzestem Wege erfolgende Einleitung der Bearbeitungskräfte und/oder der beim Beschleunigen entstehenden Massenträgheitskräfte in das Maschinengestell 1. In den Linearachsen werden zudem relativ kleine Massen bewegt, wodurch eine hohe Dynamik erzielbar ist.

20

25

In den Fig. 6 bis 13 ist die nach allen Seiten geschlossene Ausführung der Werkzeugmaschine in der Art eines Hohlquaders, innerhalb welchem sich alle wichtigen Maschinenbaugruppen befinden, nicht näher gezeigt.

30

In diesem Ausführungsbeispiel weist die Werkzeugmaschine zwei Werkstücktische 3 und zwei waagrecht angeordnete Arbeitsspindeln 6 auf. Es

ist aber auch eine Bestückung mit nur einem Werkstücktisch 3 und/oder einer Arbeitsspindel 6 möglich. Die Werkstücktische 3 werden dabei von der als Werkstückwippe ausgebildeten Werkstück-Haltevorrichtung 2 aufgenommen. In den Seitenwänden 1.1 und 1.2 des Maschinengestells 1 sind fluchtend angeordnete, durchgehende Öffnungen oder Aussparungen 5 zur Aufnahme eines koaxial zu der horizontalen Schwenkachse A der Werkstück-Haltevorrichtung 2 angeordneten Stators 12 vorgesehen. Der Stator 12 besitzt dabei im radialen Querschnitt gesehen die Form eines Kreissegments, annähernd eines Halbkreises. Er ist so angeordnet, dass der Mittelpunkt des zugehörigen, imaginären Vollkreises mit der Schwenkachse A zusammenfällt. Außerdem weist er einen Hohlraum 12.1 mit einem großen Innenradius auf. Mit seinem einen, flanschförmigen, Ende ist er an der Außenseite der Seitenwand 1.1, 1.2 befestigt, beispielsweise festgeschraubt, während sein anderes Ende in den Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine hinein zeigt. An dem Stator 12 ist eine aus mehreren Bogenführungssegmenten 13 bestehende Bogenführung angeordnet, die der Lagerung eines ein Primärteil 14 tragenden Rotorschlittens 15 dient. Ein zugehöriges Sekundärteil 16 ist, dem Primärteil 14 gegenüberliegend, an dem Stator 12 befestigt. Der Rotorschlitten 15 ist über Führungsschuhe 15.1 in den Bogenführungssegmenten 13 gelagert. Der Rotorschlitten 15 trägt die Werkstück-Haltevorrichtung 2 mit den Werkstücktischen 3. Die Bogenführungssegmente 13 sind am Umfang des Stators 12 entlang einem Kreisbogen des Kreissegmentes angeordnet, der einem um die Schwenkachse A drehenden Schwenkwinkel α von 0° bis 180° entspricht. In diesem Fall finden drei Stück Bogenführungssegmente 13 für je 60° Anwendung. Die beschriebenen Teile können dabei zu einem Motor M gehören, der sowohl ein Torquemotor-Segment als auch ein Scheibenmotor-Segment sein kann. Bei Verwendung eines Torquemotor-Segmentes sind Primärteil 14 und Sekundärteil 16 parallel zu der Schwenkachse A, bei Verwendung eines Scheibenmotor-Segmentes orthogonal zu der Schwenkachse A angeordnet. Des Weiteren ist ein flexibles Abdeckelement 17, beispielsweise eine Stahl- oder Gliederbandabdeckung, vorgesehen, welches die Teile des Motors M vor Verunreinigungen schützt. Eine Umlenkrolle 18 dient dazu, am Stator 12 vorhandene scharfe Kanten bei der Abdeckung zu

umgehen. Auf Grund des eine freie Sicht in den Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine gewährenden Hohlraumes 12.1 des Stators 12 ist es möglich, ein Bedienerfenster 19 am Stator 12 anzuordnen. Das Bedienerfenster 19 ist mittels eines Schwenkscharnieres 20 auf- und zuschwenkbar.

5

Die Wirkungsweise ist folgende:

Bei Einschaltung des Motors M vollführt der Rotorschlitten 15 mit der auf ihm befestigten Werkstück-Haltevorrichtung 2 eine Verfahrbewegung entlang den Bogenführungssegmenten 13, die einer Schwenkbewegung um die Schwenkachse A entspricht. Die auf der Werkstück-Haltevorrichtung 2 angeordneten Werkstücktische 3 vollführen diese Schwenkbewegung, die einen Schwenkwinkel α aufweist, der zwischen 90° und 180° - vorzugsweise aber bei etwa 140° - liegt, ebenfalls aus. Dieser bevorzugte Schwenkwinkel α ist ausreichend, um eine 5-Seitenbearbeitung eines auf dem Werkstücktisch 3 aufgespannten, hier nicht gezeigten, Werkstücks durchzuführen.

10

Die Feststellung der Werkstück-Haltevorrichtung 2 in der gewünschten Schwenkposition erfolgt in hier ebenfalls nicht dargestellter, aber an sich bekannter Weise, mittels einer Klemmeinrichtung.

Gegenüber den bekannten Lösungen des Standes der Technik wird bei der Erfindung die Schwenkbewegung um die Schwenkachse A nicht durch eine Welle des Motors M hervorgerufen. Der Motor M besitzt keine Welle.

20

Es erfolgt eine Übertragung der Schwenkbewegung über den am Umfang des Stators 12 in den Bogenführungssegmenten 13 gelagerten Rotorschlitten 15. Durch die Anordnung des wellenlosen Motors M ist die Aussparung 5 der Seitenwand 1.1, 1.2 trotz der dortigen Anordnung des Antriebes offen. Die Größe des Hohlraumes 12.1 gestattet aber nicht nur in den Bearbeitungsraum hineinzuschauen, sondern ermöglicht darüber hinaus die Zuführung bzw. den Abtransport der Werkstücke durch den Stator 12. Durch den Hohlraum 12.1 des Stators 12 hindurch kann somit der Werkstückwechsel gestaltet werden.

25

Dieser Aspekt schafft eine vollkommen neue Möglichkeit der Verkettung der Werkzeugmaschinen im Bearbeitungsprozess.

30

Durch die Verwendung eines im Querschnitt annähernd halbkreisförmigen Stators 12 kann neben der Einsparung von kostenintensiven Lagerteilen ein

geringer Platzbedarf als weiterer Vorteil der Erfindung aufgezeigt werden. Gerade bei Werkzeugmaschinen in der vorliegenden Hohlquader-Bauweise ist innerhalb des Bearbeitungsraumes wenig Platz vorhanden. Eine Vollkreis-Ausführung des Stators 12 würde mit an den Innenseiten der Seitenwände 1.1 und 1.2 angeordneten Maschinenteilen bzw. Abdeckungen kollidieren.

Bei der beschriebenen Werkzeugmaschine in Gantry-Bauweise, die ein hohlquaderförmig ausgebildetes Maschinengestell aufweist, ist ebenfalls wenig Platz für die Anordnung von Abdeckungen vorhanden. Insbesondere für die an den Innenseiten angeordneten Führungssysteme sind die Möglichkeiten der Anbringung eines Schutzes vor Spänen und Kühlmittel stark eingeschränkt. Die erfindungsgemäße Schutzvorrichtung dient dabei dem Schutz von orthogonal zueinander bewegbaren Maschinenteilen mit sich kreuzenden Bewegungsbahnen, wie sie beispielsweise an den Führungsteilen 10 der Seitenwände 1.1, 1.2 der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine angeordnet sind.

Sie ist aber auch an anderen Werkzeugmaschinen einsetzbar – überall dort, wo wenigstens ein Maschinenteil orthogonal zu einem anderen Maschinenteil bei sich kreuzenden Bewegungsbahnen verfahrbar ist.

In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 14 bis 17 ist die Anordnung der erfindungsgemäßen Schutzvorrichtung an der hohlquaderförmig ausgebildeten Werkzeugmaschine schematisch dargestellt.

Dabei sind an den Seitenwänden 1.1, 1.2 in den dort befindlichen, nur angedeuteten, Führungsteilen 10 in Kreuzschlittenbauweise je ein Längsschlitten 9.0 und ein Querschlitten 9.1 geführt. Der Längsschlitten 9.0 ist entlang der Führungsbahnen F1 des Führungsteiles 10 in Richtung y (y-Koordinatenachse) verfahrbar. Auf dem Längsschlitten 9.0 ist der Querschlitten 9.1 entlang der Führungsbahnen F2 des Längsschlittens 9.0 in Richtung z (z-Koordinatenachse) verfahrbar. An dem Querschlitten 9.1 ist drehfest ein Flansch 6.1 angebracht, der als Verbindungsstück zu dem in Fig. 14 nicht dargestellten und in Fig. 15 angedeuteten Querträger 8 dient. Dieser in Richtung x (x-Koordinatenachse) angeordnete Querträger 8 ist mit seinen

beiden Enden an den Flanschen 6.1 der an den sich gegenüberliegenden Seitenwänden 1.1, 1.2 des Maschinengestells 1 befindlichen Querschlitten 9.1 befestigt. In der in Fig. 15 dargestellten Vorderansicht der Werkzeugmaschine ist der Querträger 8 in zwei unterschiedlichen Positionen gezeigt:

5 Während auf der vom Betrachter aus gesehen linken Seite sich der Querträger 8 und damit der Flansch 6.1 in der unteren y-Stellung befindet, ist auf der rechten Seite der Flansch 6.1 mit dem Querträger 8 in der, in Richtung y gesehen, oberen Stellung.

Die zugehörigen Fig. 16 und 17 zeigen schematisch die erfindungsgemäße
10 Schutzvorrichtung gemäß der in Fig. 15 gezeigten Darstellung.

Die Schutzvorrichtung besteht aus einem als viereckige Abdeckblende 21.1 ausgeführten Abdeckelement 21, welches in Richtung y parallel zu den Führungsbahnen F1 des Längsschlittens 9.0 in hier nicht näher gezeigten
15 Führungsschienen S verfahrbar angeordnet ist.

Die Abdeckblende 21.1 wird von einem weiteren, als kreisförmige Abdeckscheibe 22.1 ausgebildeten Abdeckelement 22 durchdrungen.

Die Abdeckscheibe 22.1 ist um eine durch ihren Mittelpunkt führende Drehachse A1 drehbar gelagert. An dem Umfang der Abdeckscheibe 22.1,
20 entlang der kreisförmigen Berührungslinie zwischen ihr und der Abdeckblende 21.1, ist eine Abdichtung vorgesehen. Die Abdeckscheibe 22.1 wird außermittig in einem radialen Abstand b sowie achsparallel zu ihrer Drehachse A1 von dem Flansch 6.1 durchdrungen, an dem sie drehbar gelagert ist.

Die Durchdringungen sowohl von Abdeckscheibe 22.1/Abdeckblende 21.1 und
25 Flansch 6.1/Abdeckscheibe 22.1 sind dabei kreisförmig und abgedichtet.

Bei Bewegung des Querschlittens 9.1 und damit des an ihm befestigten Flansches 6.1 in Richtung z wird die drehbeweglich und außermittig mit dem Flansch 6.1 verbundene Abdeckscheibe 22.1 um ihre Drehachse A1 gedreht. In Abhängigkeit von der zurückgelegten Strecke in Richtung z erfolgt eine
30 Drehbewegung um die Drehachse A1 um einen Winkel β . Die Drehbewegung der Abdeckscheibe 22.1 wird wiederum auf die Abdeckblende 21.1 übertragen, die dadurch eine lineare Bewegung in Richtung y ausführt. Bei einer Mittelstellung des Flansches 6.1, das heißt, bei Zurücklegen eines Weges $z/2$

in Richtung z führt die Abdeckblende 21.1 eine Bewegung in Richtung y um einen Betrag y' durch. Bei der weiteren Bewegung des Flansches 6.1 in Richtung z bewegt sich die Abdeckblende 21.1 wieder in die Ausgangsstellung zurück – der Betrag y' geht gegen 0. Eine zusätzliche Bewegung der
5 Schutzvorrichtung in Richtung z ist nicht erfolgt.

Zur näheren Erläuterung ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für den Einsatz der erfindungsgemäßen Schutzvorrichtung in den Fig. 18 bis 23 dargestellt.

10 Bei der hier gezeigten Werkzeugmaschine bestand das Problem darin, dass in horizontaler Richtung (x-Koordinatenachse) nur ein geringer Bauraum B_x und in vertikaler Richtung (y-Koordinatenachse) ein ausreichender Bauraum B_y zur Verfügung stand. Für diese Anordnung musste ein optimaler Schutz der Maschinenteile und dort befindlicher Einrichtungen, wie Messsysteme u.ä.,
15 erreicht werden.

In Fig. 18 ist die entsprechende Maschinenbaugruppe der Werkzeugmaschine noch ohne die Schutzvorrichtung dargestellt.

Auf einem feststehenden Maschinenbett 1.0 ist ein Ständer 9.2 auf hier nicht
20 gezeigten Führungsbahnen in horizontaler Richtung x - entlang der x-Koordinatenachse - verschiebbar angeordnet. An dem Ständer 9.2 wiederum ist ein Support 9.3 in vertikaler Richtung y - entlang der y-Koordinatenachse - verfahrbar angebracht. Von dem Support 9.3 wird eine Arbeitsspindel 6.0 aufgenommen, die sich in Fig. 18 in Richtung y in der untersten und in Richtung
25 x in der äußersten linken Position befindet.

In Fig. 19 ist die sich in der Position I befindende Arbeitsspindel 6.0 (y ganz unten und x ganz links) dargestellt. Es ist eine weitere Position II der Arbeitsspindel 6.0 angedeutet, in welcher sich die Arbeitsspindel 6.0 nach Zurücklegen einer Strecke x_1 , die einer Drehung der Abdeckscheibe 22.1 um ihre mittige Drehachse A1 um einen Winkel β entspricht, befindet. Durch die
30 zwischen der Abdeckblende 21.1 und der Abdeckscheibe 22.1 bestehende Wirkverbindung, dass eine Drehung der Abdeckscheibe 22.1 um ihre Drehachse A1 eine lineare Bewegung der Abdeckblende 21.1 in y-Richtung

bewirkt, ergibt sich folgende Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Schutzvorrichtung nach Fig. 19:

Bei Bewegung des Ständers 9.2 in Richtung x absolviert auch die Arbeitsspindel 6.0 eine Bewegung in diese Richtung. Auf Grund der
5 außermittigen, drehbeweglichen Verbindung der Abdeckscheibe 22.1 mit der Arbeitsspindel 6.0 erfolgt bei einer geradlinigen Bewegung der Arbeitsspindel 6.0 in Richtung x eine Verdrehung der Abdeckscheibe 22.1 um ihre Drehachse A1. In Abhängigkeit von der in Richtung x zurückgelegten Strecke der Arbeitsspindel 6.0 dreht sich die Abdeckscheibe 21.1 um einen bestimmten
10 Winkel β . Dies bewirkt wiederum eine Verschiebung der mit der Abdeckscheibe 22.1 drehbeweglich verbundenen Abdeckblende 21.1 entlang der Führungsschienen S in der orthogonal zu der Verfahrrichtung des Ständers 9.2 verlaufenden Richtung y.

Der Verfahrweg der Arbeitsspindel 6.0 mit der Abdeckscheibe 22.1 ist als
15 Kreisbogen in Fig. 19 angedeutet. Bei Zurücklegen eines Weges $x/2$ in eine Mittelstellung der Arbeitsspindel 6.0, die einer Drehbewegung der Abdeckscheibe 22.1 um einen Winkel $\beta/2$ entspricht, führt die Abdeckblende 21.1 eine lineare Bewegung entlang der Führungsschienen S um den Betrag y' nach oben durch.

20 Außerdem ist in der Zeichnung eine feststehende, den Arbeitsraum abschirmende Arbeitsraumverkleidung V gezeigt, die unabhängig von der erfindungsgemäßen Schutzvorrichtung angeordnet ist und einen bedienungsseitigen Schutz darstellt.

25 Die sich in Richtung x in der Mittelstellung (y ganz unten) befindende Arbeitsspindel 6.0 ist in Fig. 20 gezeigt.

Eine weitere Verschiebung der Arbeitsspindel 6.0 in Richtung x in ihre äußerste rechte Position II bewirkt eine Bewegung der Abdeckblende 21.1 um den Betrag y' nach unten, zurück in die Ausgangsstellung.

30 Fig. 21 zeigt die Arbeitsspindel 6.0 in Richtung x in ihrer Mittelstellung und in Richtung y in ihrer obersten Stellung.

In Fig. 22 ist schematisch ein Längsschnitt nach Fig. 20 dargestellt.

Das beschriebene Ausführungsbeispiel zeigt die Anwendung der erfindungsgemäßen Schutzvorrichtung an einer Werkzeugmaschine, die eine sehr schmale Bauweise in x-Richtung erfordert. Ein entsprechend großer Bauraum B_y in Richtung y ist dagegen vorhanden. Dieser kann die

5 "umgewandelte" Bewegung (aus Richtung x in Richtung y) der Schutzvorrichtung aufnehmen.

Die gleiche Schutzvorrichtung ist aber auch einsetzbar bei einer geforderten flachen Bauweise in Richtung y (Fig. 23).

Hier ist ein stark eingeschränkter Bauraum B_y vorhanden, während in Richtung

10 x der Bauraum B_x großzügiger bemessen ist. Der Aufbau und die Anordnung der erfindungsgemäßen Schutzvorrichtung sind analog der weiter oben beschriebenen, nur um 90° gedreht dargestellt. Die Arbeitsspindel 6.0 verfährt hier in Richtung y aus der Position I in die Position II. Die Abdeckblende 21.1 ist dabei in Richtung x entlang der entsprechend angeordneten Führungsschienen

15 S um einen Betrag x' bewegbar, und in der Mittelstellung der Arbeitsspindel 6.0, bei einer zurückgelegten Strecke $y/2$, hat die Abdeckblende 21.1 einen Weg x' zurückgelegt - in Richtung eines ausreichend großen Bauraums B_x .

Die erfindungsgemäße Schutzvorrichtung ermöglicht somit eine Abdeckung der

20 Führungsbahnen sowie maschineninterner Einrichtungen auf engstem Raume. Dabei sind verschiedene Ausführungen und Anordnungen der beiden Abdeckelemente, Abdeckblende 21.1 und Abdeckscheibe 22.1, möglich. So kann die Abdeckscheibe 22.1 mit ihrer Drehachse A_1 in der Abdeckblende 21.1 drehbar gelagert sein. Bei dieser Ausführung ist eine kreisbogenförmige

25 Aussparung C in die Abdeckblende 21.1 eingebracht, die den Abmessungen und dem mit der Abdeckscheibe 22.1 zurücklegbaren Weg der Arbeitsspindel 6.0 entspricht. Eine andere Ausführung sieht eine drehbewegliche Lagerung der Abdeckscheibe 22.1 an ihrem Umfang in der Abdeckblende 21.1 vor. In diesem

30 Fall weist die Abdeckblende 21.1 eine kreisförmige, den Abmessungen der Abdeckscheibe 22.1 entsprechende, Aussparung auf. Eine Abdichtung erfolgt bei beiden Varianten jeweils an der kreisförmigen Berührungslinie von Abdeckscheibe 22.1 und Abdeckblende 21.1. In dem Vorhandensein radialer Abdichtungen, die im Gegensatz zu in geradlinigen Bereichen angeordneten

Abdichtungen wirkungsvoller und zuverlässiger sind, liegt ebenfalls ein Vorzug der erfindungsgemäßen Schutzvorrichtung.

Ein weiterer Vorteil der Schutzvorrichtung ist - neben ihrem geringen Platzbedarf und dem zuverlässigen Schutz vor Spänen und anderen
5 Verunreinigungen - ihr großes Einsatzgebiet. Überall dort, wo eine Umlenkung einer linearen Bewegung in eine dazu orthogonal verlaufende Bewegung gefordert wird, ist sie einsetzbar. Möglich ist ihre Anwendung auch bei nur einem bewegbaren Maschinenteil, während das andere Maschinenteil
feststehend angeordnet ist. Die Ausführung der Schutzvorrichtung ist dabei die
10 gleiche. Allerdings entspricht die absolute Bewegung der Abdeckblende 21.1 nur dem Betrag y' , wenn das entsprechende Maschinenteil in Richtung y keine Bewegung ausführt.

Somit wurde eine Werkzeugmaschine geschaffen, die bei hoher Steifigkeit und
15 Dynamik eine vollkommen neue Möglichkeit der Verkettung von Werkzeugmaschinen im Bearbeitungsprozess schafft und dabei auf engstem Raum einen sicheren Schutz der Führungsbahnen und maschineninternen Einrichtungen gewährleistet.

20

25

30

Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine mit wenigstens einer Arbeitsspindel zur Aufnahme von Werkzeugen für die Bearbeitung von in einem Arbeitsraum
5 befindlichen Werkstücken, mit einem Maschinengestell (1), in/an dem in x-
y- und z-Richtung verfahrbare, diese Bewegung an die Arbeitsspindel (6)
übertragende, Schlitten angeordnet sind, und mit einer zwischen zwei
Seitenwänden (1.1, 1.2) des Maschinengestells (1) um eine horizontale
Schwenkachse (A) schwenkbar gelagerte Werkstück-Haltevorrichtung (2),
10 **dadurch gekennzeichnet,**
- dass das Maschinengestell (1) als ein geschlossener Hohlquader
ausgebildet ist, und an zwei sich gegenüberliegenden Innenseiten des
hohlquaderförmigen Maschinengestells (1) je ein in y- oder in z-Richtung
angeordnetes Führungsteil (10) zur beidseitigen Aufnahme eines sich in x-
15 Richtung erstreckenden Querträgers (8) angeordnet ist, wobei sich an
dem Querträger (8) ein in x-Richtung verfahrbarer, die Arbeitsspindel (6)
tragender Schlitten (7) befindet,
und/oder
 - dass in den Seitenwänden (1.1, 1.2) fluchtend angeordnete
20 Aussparungen (5) zur Aufnahme eines eine Schwenkbewegung der
Werkstück-Haltevorrichtung (2) um die Schwenkachse (A) bewirkenden
Motors (M) vorgesehen sind, wobei der Motor (M) einen koaxial zu der
Schwenkachse (A) angeordneten und mit einem Hohlraum (12.1)
versehene Stator (12) aufweist, an dessen Außenumfang der Lagerung
25 dienende Bogenführungssegmente (13) angeordnet sind,
und/oder
 - dass eine Schutzvorrichtung für orthogonal zueinander bewegbare
Maschinenteile mit sich kreuzenden Bewegungsbahnen mit wenigstens
zwei beweglichen Abdeckelementen (22, 21) vorgesehen ist, wobei durch
30 eine zwischen den Abdeckelementen (22, 21) bestehende Wirkverbindung
eine von dem ersten Maschinenteil (9.1, 9.3) auf das erste Abdeckelement
(22) übertragene Bewegung in eine orthogonal dazu verlaufende
Bewegung des zweiten Abdeckelementes (21) umlenkbar ist.

2. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsteile (10) je einen in z-Richtung verfahrbaren Schlitten (9) aufweisen, der mit in y-Richtung verlaufenden Führungen zur beidseitigen Aufnahme des Querträgers (8) versehen ist.
- 5
3. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsteile (10) je einen in y-Richtung verfahrbaren Schlitten (9) aufweisen, der mit in z-Richtung verlaufenden Führungen zur beidseitigen Aufnahme des Querträgers (8) versehen ist.
- 10
4. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Arbeitsraum innerhalb des Maschinengestells (1) befindet.
- 15
5. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Maschinengestell (1) Öffnungen für die Beschickung der Werkzeugmaschine aufweist.
- 20
6. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Innenseiten des Maschinengestells (1) wenigstens ein Werkstücktisch (3) befestigt ist.
- 25
7. Werkzeugmaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Werkstücktisch (3) von einer als Werkstückwippe ausgebildeten Werkstück-Halteeinrichtung (2) aufgenommen wird, die um eine in x-Richtung verlaufende Schwenkachse (A) schwenkbar an den Innenseiten des Maschinengestells (1) gelagert ist.
- 30
8. Werkzeugmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Werkstück-Halteeinrichtung (2) um einen Winkel $> 180^\circ$ schwenkbar ist.

9. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Innenseiten des Maschinengestells (1) wenigstens eine Palettenwechseleinrichtung befestigt ist.
- 5 10. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Innenseiten des Maschinengestells (1) wenigstens eine Werkzeugwechseleinrichtung mit wenigstens einem Werkzeugmagazin befestigt ist.
- 10 11. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Innenseiten des Maschinengestells (1) ein Späneförderer (11) befestigt ist.
- 15 12. Werkzeugmaschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Späneförderer (11) auf der geschlossenen Bodenplatte des hohlquaderförmigen Maschinengestells (1) angeordnet ist.
- 20 13. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem Maschinengestell (1) ein Bedientableau befestigt ist.
- 25 14. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass von dem in x-Richtung bewegbaren Schlitten (7) zwei Arbeitsspindeln (6) aufgenommen werden.
- 30 15. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Unterseite des Querträgers (8) zwei in x-Richtung bewegbare Schlitten (7) angeordnet sind, die jeweils wenigstens eine Arbeitsspindel (6) aufnehmen.

16. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Maschinengestell (1) eine Arbeitsraumverkleidung bildet.
- 5 17. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Maschinengestell (1) eine Schutzeinhausung für alle maschinenspezifischen Einrichtungen bildet.
- 10 18. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stator (12) des in den Aussparungen (5) der Seitenwände (1.1, 1.2) angeordneten Motors (M) im radialen Querschnitt gesehen die Form eines Kressegmentes aufweist.
- 15 19. Werkzeugmaschine nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kressegment annähernd die Form eines Halbkreises besitzt, wobei der Mittelpunkt des zugehörigen, imaginären, Vollkreises mit der Schwenkachse (A) zusammenfällt.
- 20 20. Werkzeugmaschine nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bogenführungssegmente (13) entlang einem Kreisbogen des Kressegmentes angeordnet sind, der einem Schwenkwinkel (α) um die Schwenkachse (A) von 0° bis 180° entspricht.
- 25 21. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 18 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stator (12) mit seinem flanschförmigen Ende an der Außenseite der Seitenwand (1.1, 1.2) befestigt ist.
- 30 22. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Motor (M) als Torquemotor-Segment ausgebildet ist.

23. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Motor (M) als Scheibenmotor-Segment ausgebildet ist.
- 5 24. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 18 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Sekundärteil (16) des Motors (M) an dem Stator (12) und ein Primärteil (14) an einem die Werkstück-Haltevorrichtung (2) tragenden Rotorschlitten (15) angeordnet ist.
- 10 25. Werkzeugmaschine nach Anspruch 22 oder 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Primärteil (14) und das Sekundärteil (16) mit ihrer Wirkfläche parallel zu der Schwenkachse (A) angeordnet sind.
- 15 26. Werkzeugmaschine nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Primärteil (14) und das Sekundärteil (16) mit ihrer Wirkfläche orthogonal zu der Schwenkachse (A) angeordnet sind.
- 20 27. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 24 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotorschlitten (15) in den Bogenführungssegmenten (13) gelagert ist.
- 25 28. Werkzeugmaschine nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mittels Führungsschuhen (15.1) in den Bogenführungssegmenten (13) bewegbare Rotorschlitten (15) um die Schwenkachse (A) schwenkbar gelagert ist.
- 30 29. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 24 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegung des Rotorschlittens (15) entlang der Bogenführungssegmente (13) für einen Schwenkwinkel (α) $>90^\circ$ und $<180^\circ$ vorgesehen ist.

30. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 18 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stator (12) von einem flexiblen Abdeckelement (17) umschlossen wird.
- 5 31. Werkzeugmaschine nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass das flexible Abdeckelement (17) durch eine Stahl- oder Gliederbandabdeckung gebildet wird.
32. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 18 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlraum (12.1) des Stators (12) durch ein
10 schwenkbar gelagertes Bedienerfenster (19) verschließbar ist.
33. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 18 bis 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlraum (12.1) des Stators (12) so bemessen
15 ist, dass ein Werkstückwechsel und/oder Werkstückträgerwechsel durch den Stator (12) durchführbar ist.
34. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Richtung der Bewegung des zweiten Abdeckelementes (21) der
20 Schutzvorrichtung der Richtung der Bewegung des zweiten Maschinenteils (9.0, 9.2) entspricht.
35. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1 oder 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Abdeckelement (22) als eine in dem zweiten
25 Abdeckelement (21) drehbar gelagerte, kreisförmige Abdeckscheibe (22.1) ausgebildet ist, die außermittig mit dem die Bewegung übertragenden Maschinenteil (9.1, 9.3) wirkverbunden ist.
36. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 34 bis 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Abdeckelement (21) als viereckige
30 Abdeckblende (21.1) ausgebildet ist.

37. Werkzeugmaschine nach Anspruch 35 oder 36, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdeckscheibe (22.1) um eine durch ihren Mittelpunkt führende Drehachse (A1) drehbar ist.
- 5 38. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 35 bis 37, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegung des Maschinenteils (9.3) auf die Abdeckscheibe (22.1) durch eine an dem Maschinenteil (9.3) angeordnete Arbeitsspindel (6.0) übertragbar ist, welche die Abdeckscheibe (22.1) außermittig und achsparallel zu der Drehachse (A1) durchdringt.
- 10 39. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 35 bis 37, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegung des Maschinenteils (9.1) auf die Abdeckscheibe (22.1) durch einen drehfest mit dem Maschinenteil (9.1) verbundenen Flansch (6.1) übertragbar ist, welcher die Abdeckscheibe (22.1) außermittig und achsparallel zu der Drehachse (A1) durchdringt.
- 15 40. Werkzeugmaschine nach Anspruch 38 oder 39, **dadurch gekennzeichnet**, dass Arbeitsspindel (6.0) oder Flansch (6.1) die Abdeckscheibe (22.1) in einem radialen Abstand (b) von ihrer Drehachse (A1) kreisförmig durchdringen.
- 20 41. Werkzeugmaschine nach Anspruch 39 oder 40, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdeckscheibe (22.1) drehbar und abgedichtet an Arbeitsspindel (6.0) oder Flansch (6.1) gelagert ist.
- 25 42. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 35 bis 41, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in der Abdeckblende (21.1) drehbar gelagerte Abdeckscheibe (22.1) an ihrem Umfang abgedichtet ist.
- 30 43. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 35 bis 42, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdeckscheibe (22.1) an ihrem Umfang in der Abdeckblende (21.1) gelagert ist.

44. Werkzeugmaschine nach Anspruch 43, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdeckblende (21.1) eine den Abmessungen der kreisförmigen Abdeckscheibe (22.1) entsprechende Aussparung aufweist.
- 5 45. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 35 bis 42, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdeckscheibe (22.1) in ihrem die Drehachse (A1) aufnehmenden Mittelpunkt in der Abdeckblende (21.1) gelagert ist.
- 10 46. Werkzeugmaschine nach Anspruch 45, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdeckblende (21.1) eine der kreisbogenförmigen Bewegungsbahn der Arbeitsspindel (6.0) oder des Flansches (6.1) mit der Abdeckscheibe (22.1) entsprechende Aussparung (B) aufweist.
- 15 47. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 35 bis 46, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdeckblende (21.1) entlang von Führungsschienen (S) verschiebbar ist, die orthogonal zu der Richtung der von dem Maschinenteil (9.1, 9.3) auf die Abdeckscheibe (22.1) wirkenden Bewegung angeordnet sind.
- 20 48. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 35 bis 47, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch eine lineare Bewegung des Maschinenteils (9.1, 9.3) um einen bestimmten Betrag (x_1 , z_1) eine Drehbewegung der Abdeckscheibe (22.1) um ihre Drehachse (A1) um einen bestimmten Winkel (β) hervorrufbar ist.

25

30

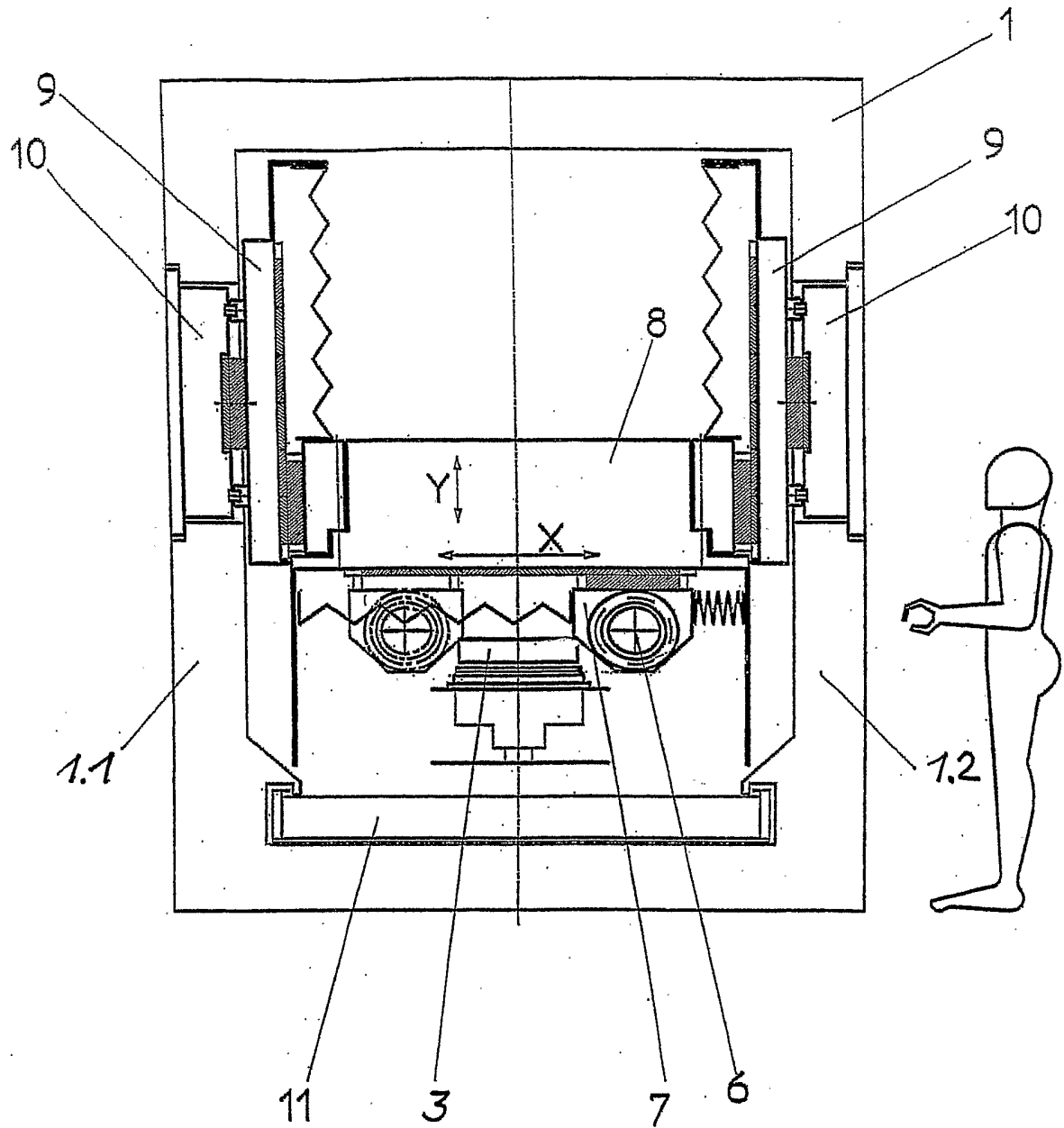


Fig. 1

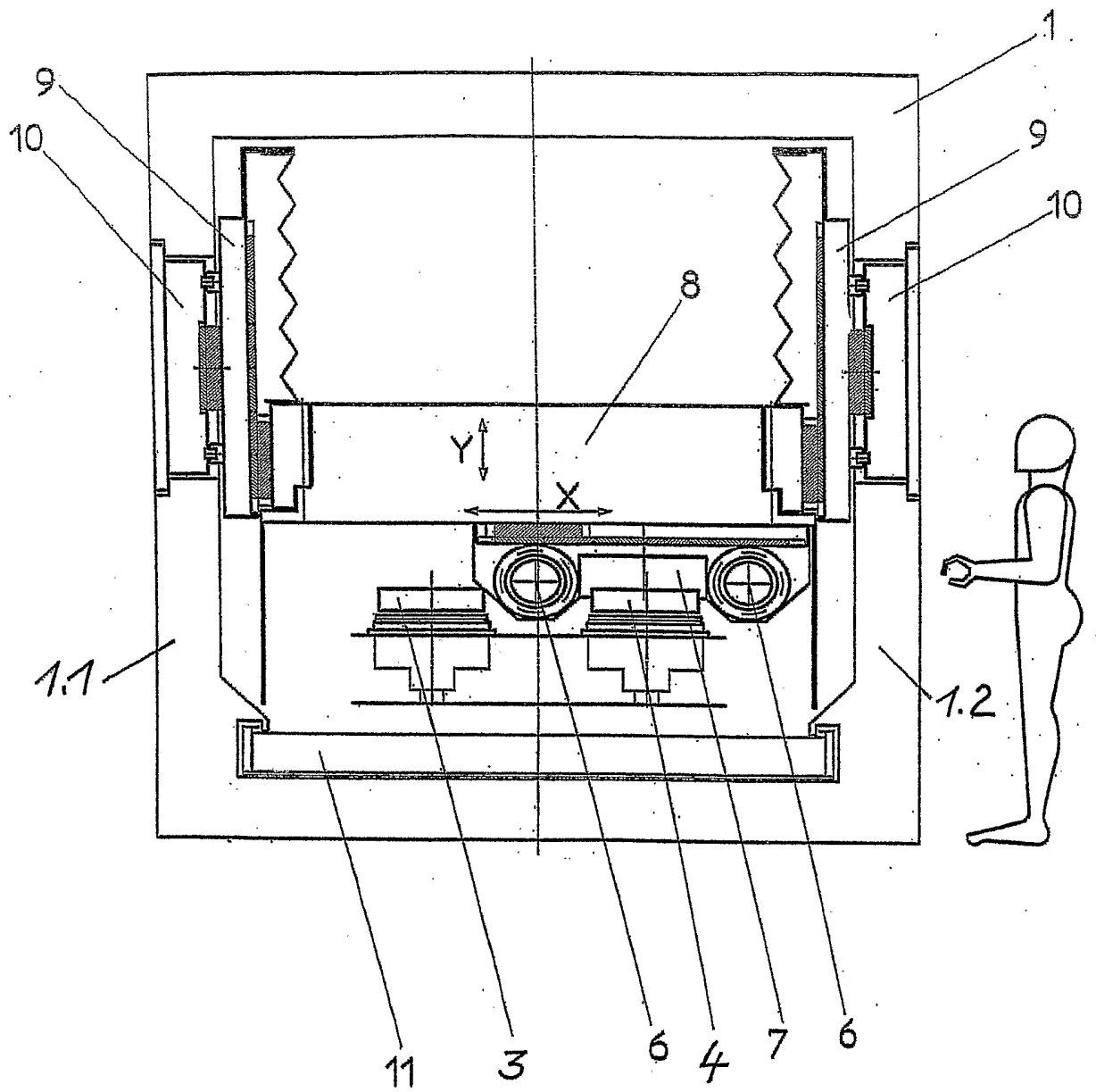


Fig. 2

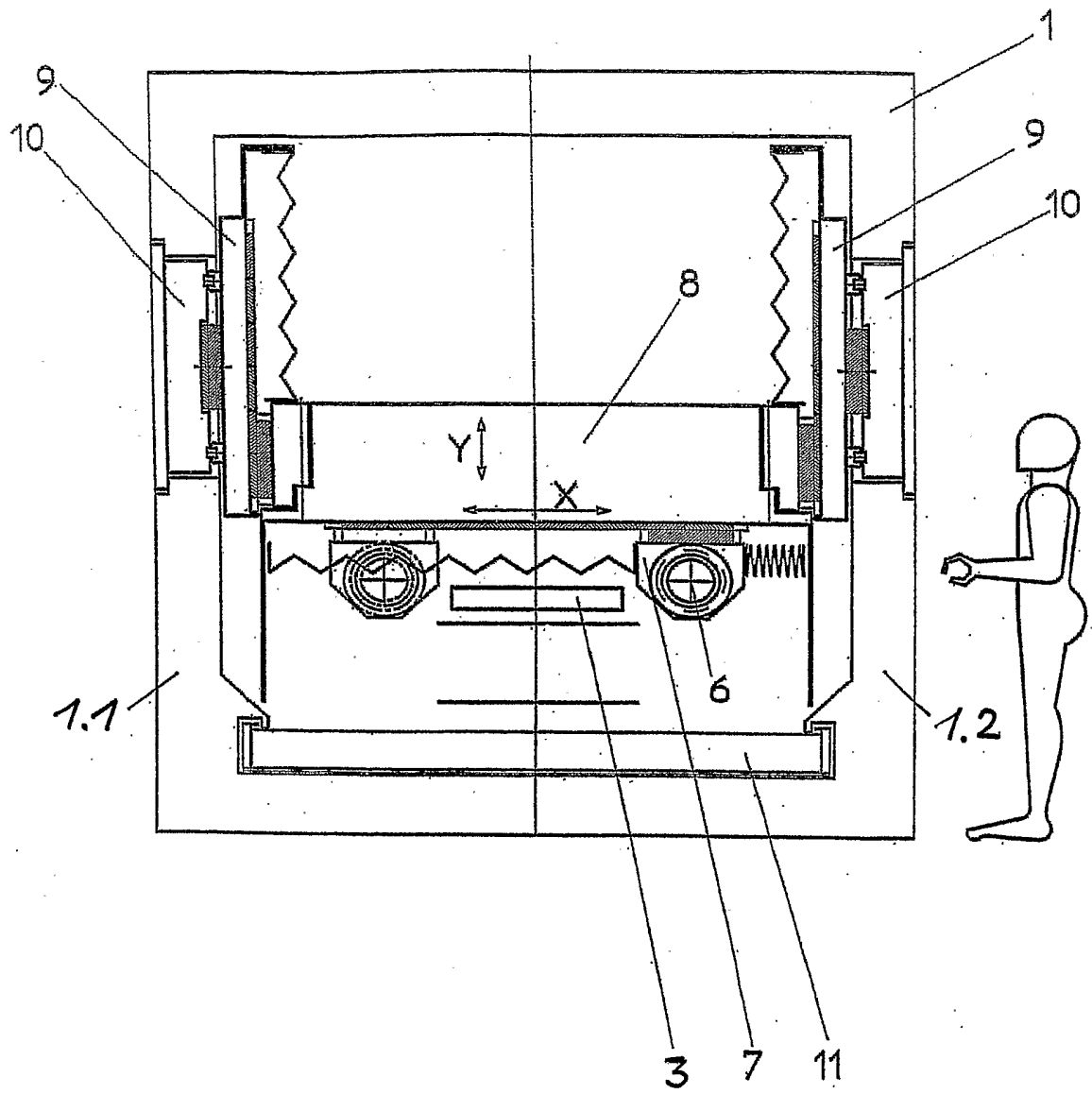


Fig.3

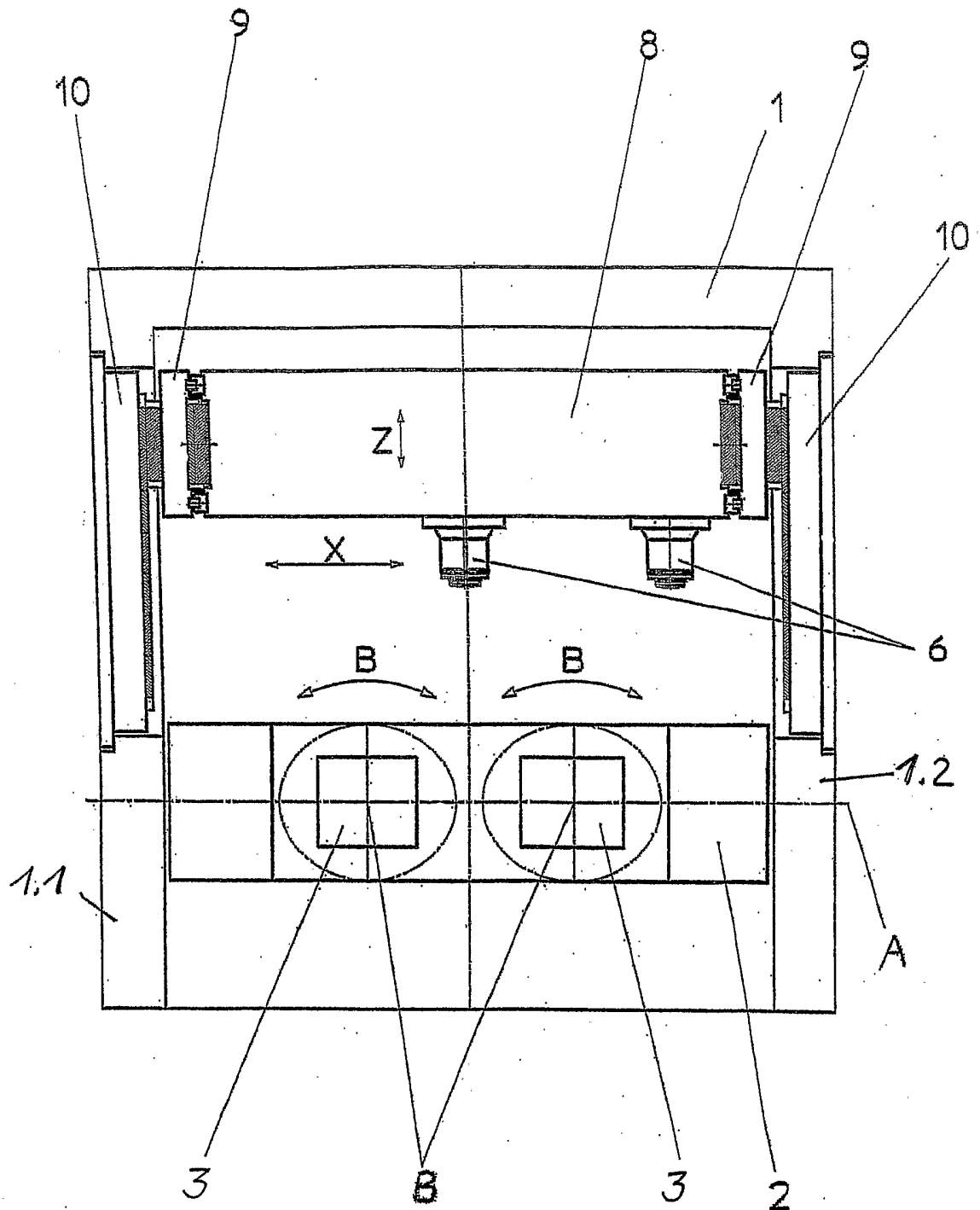


Fig.4

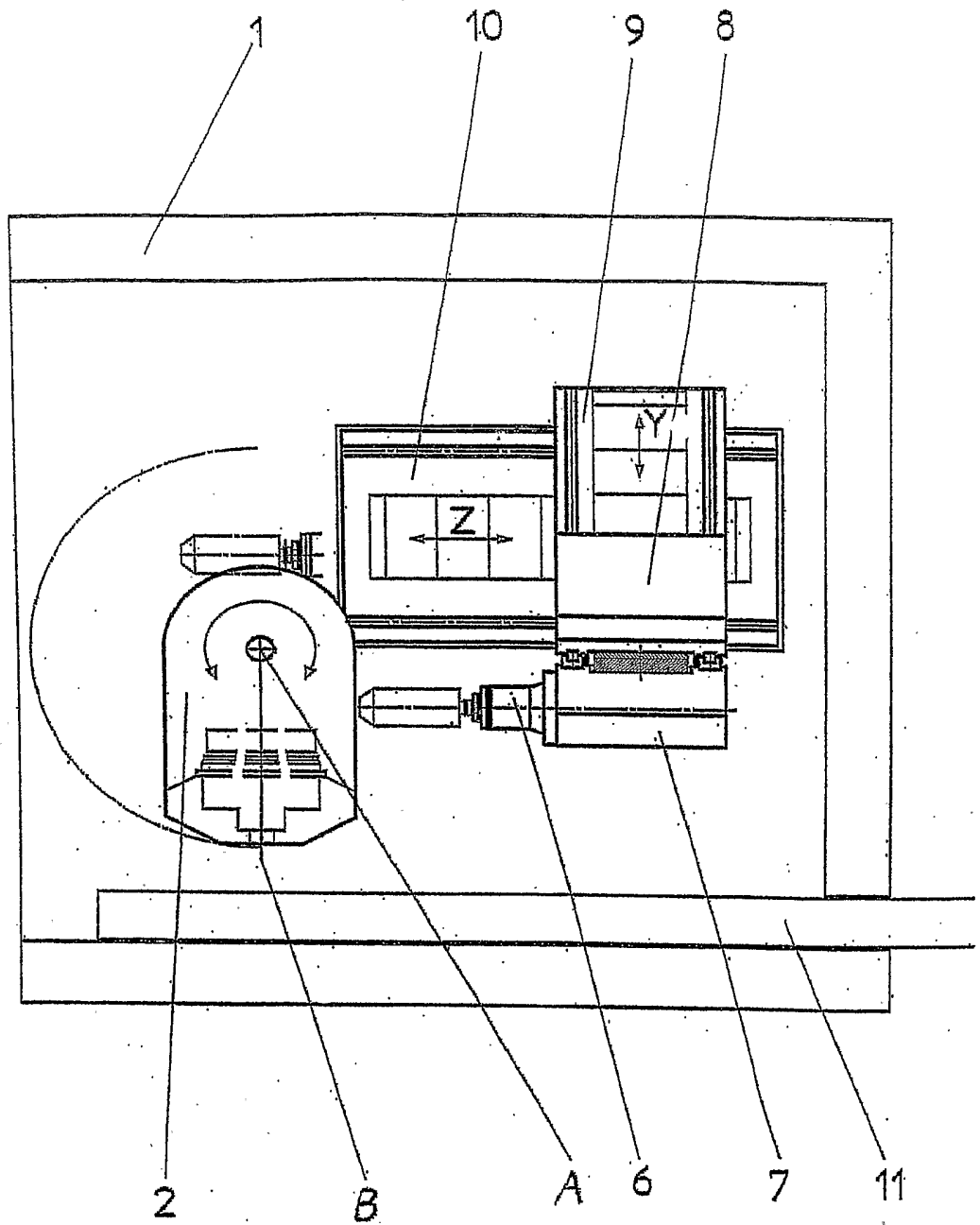


Fig.5

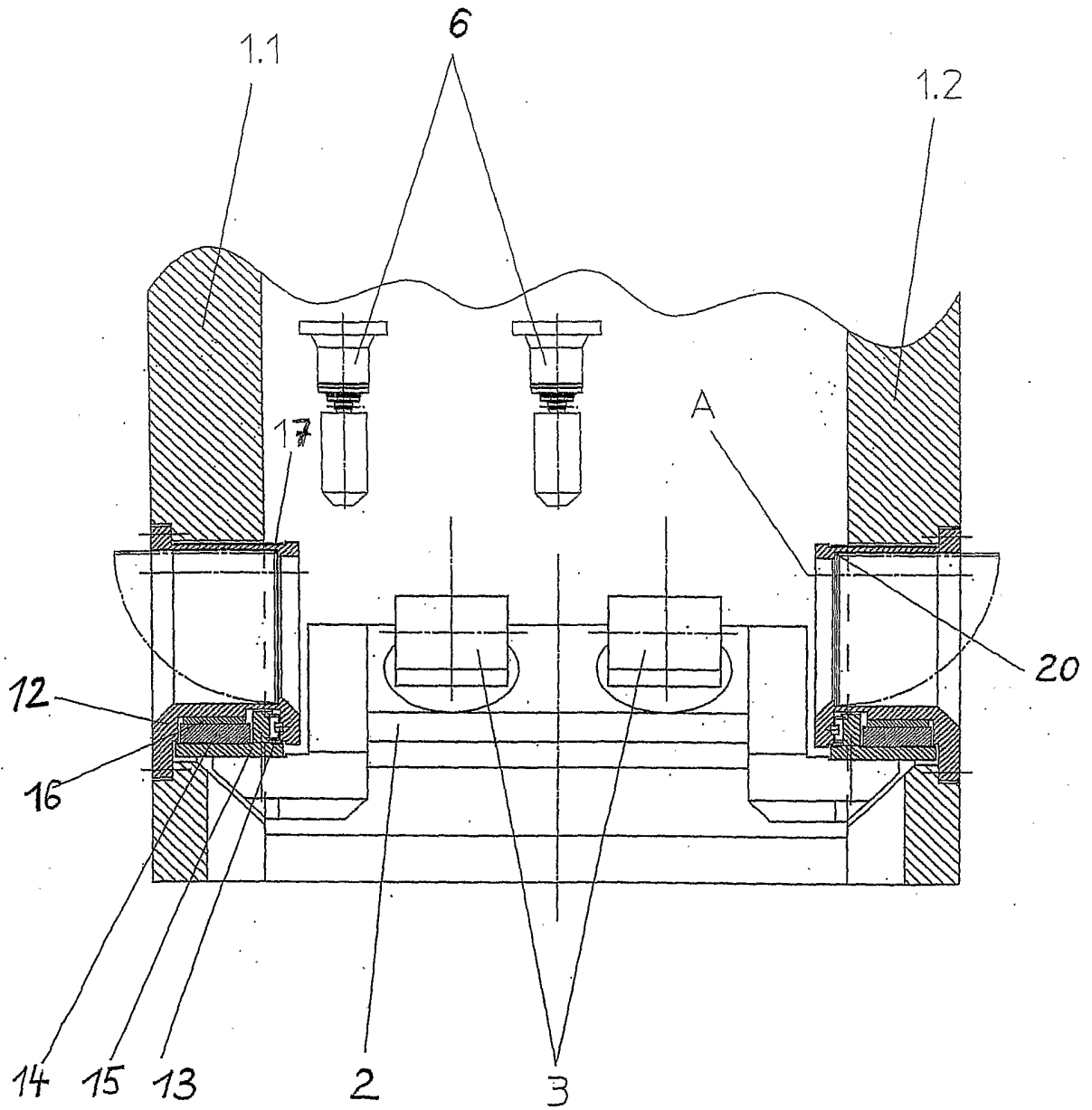


Fig. 7

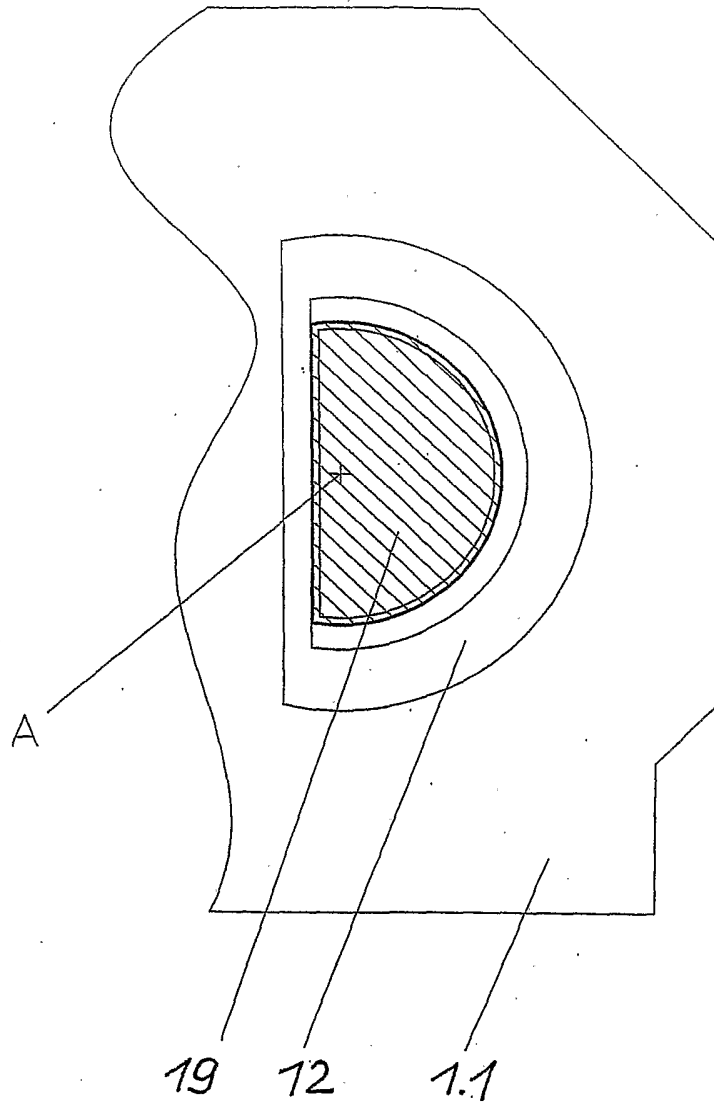


Fig. 8

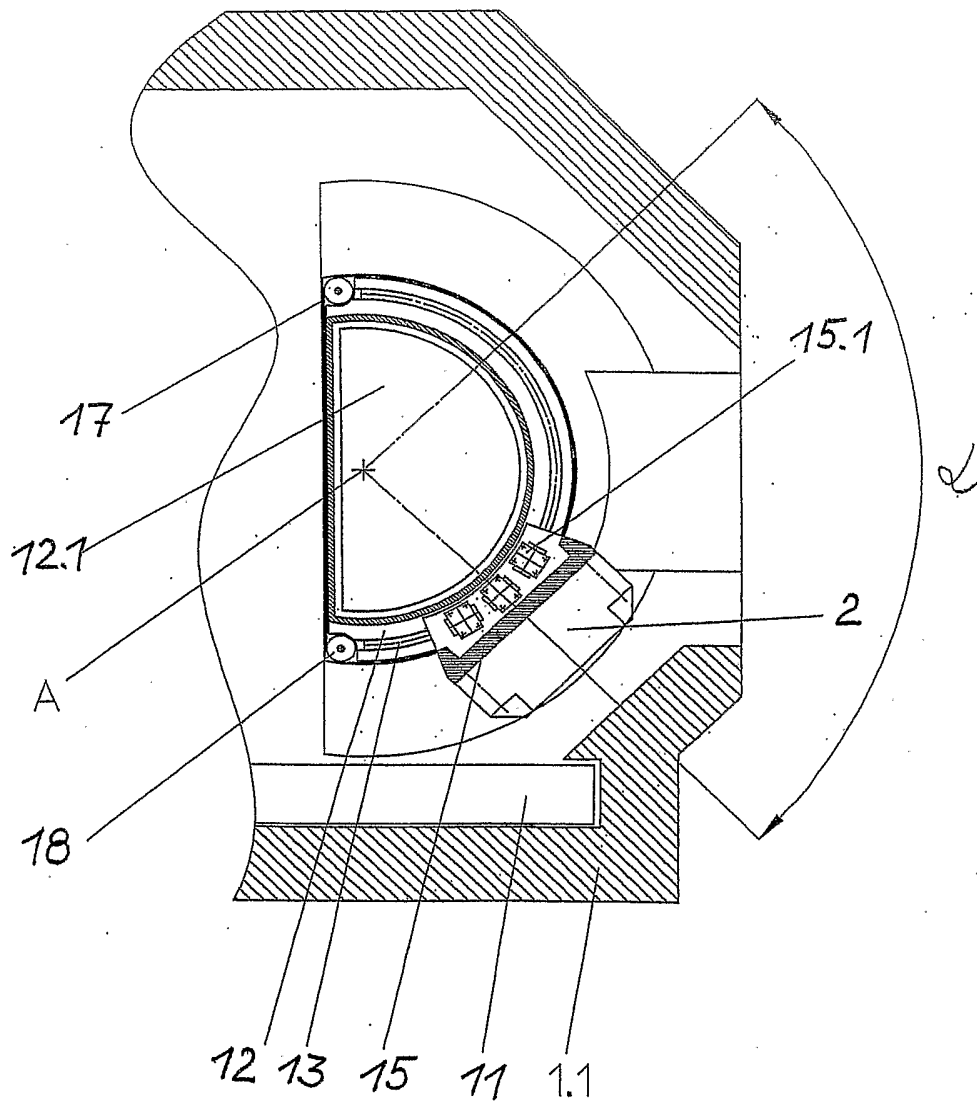


Fig. 9

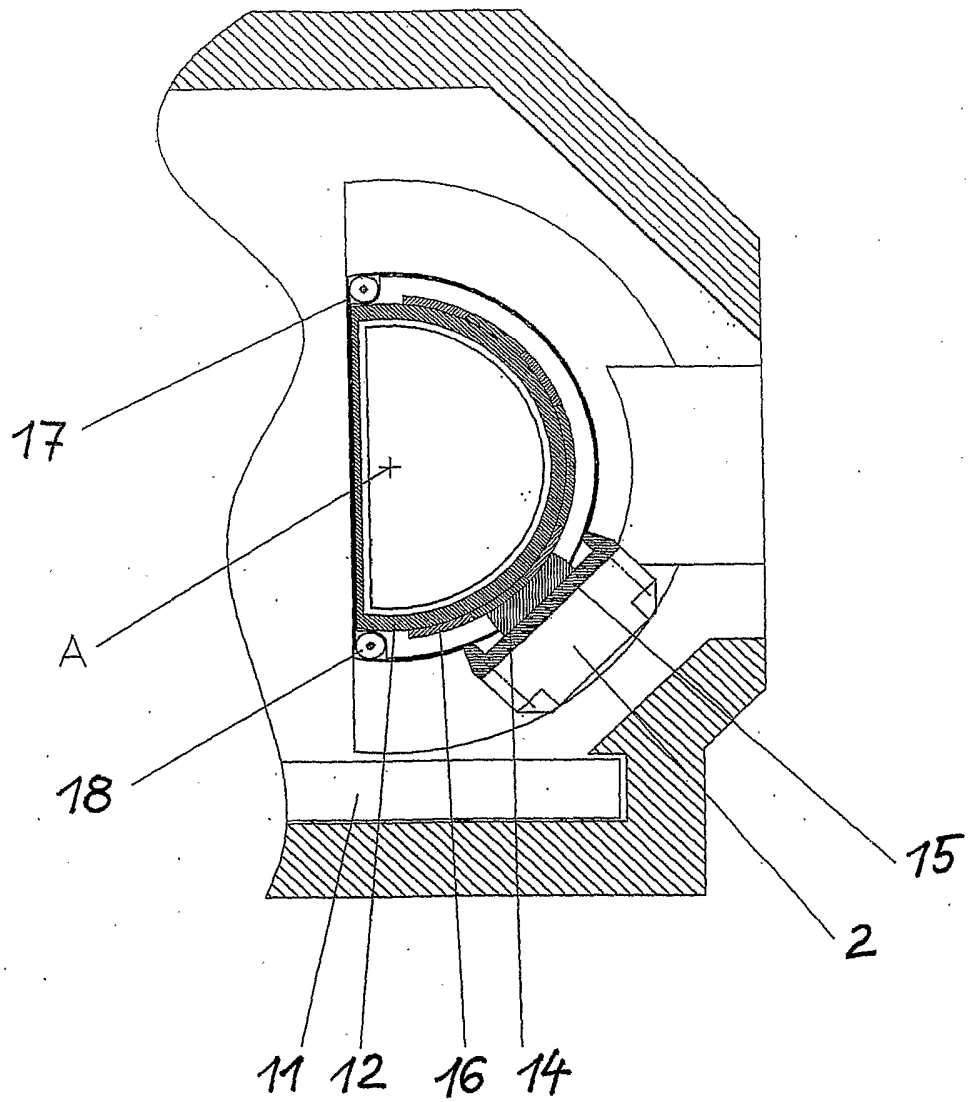


Fig. 10

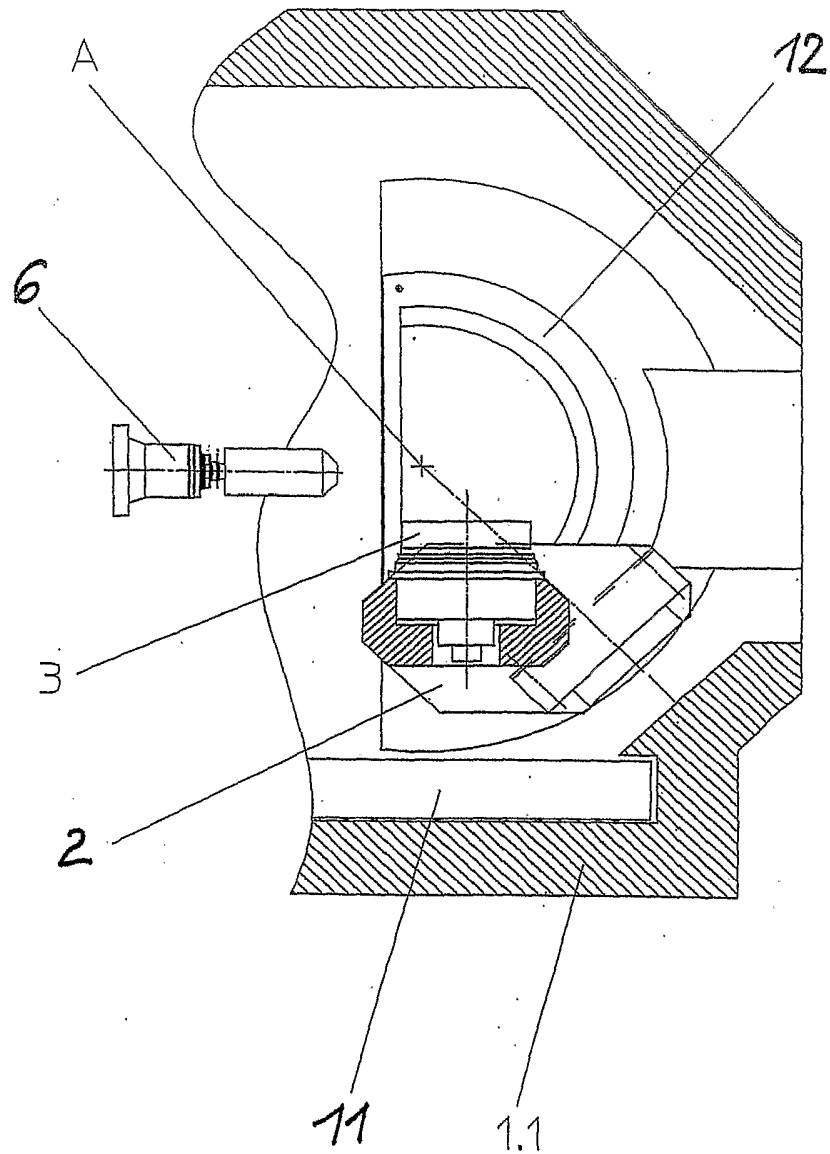


Fig. 11

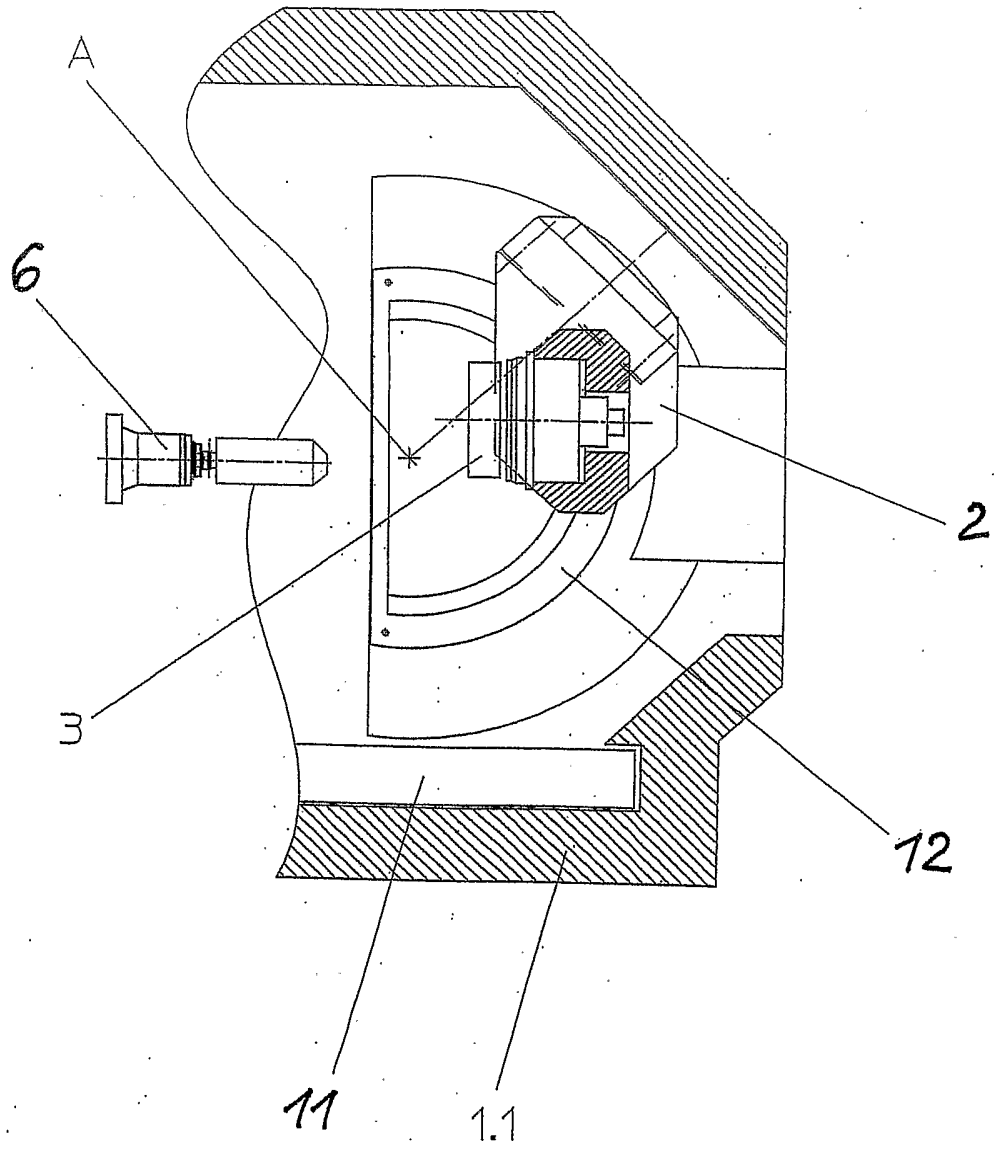


Fig. 12

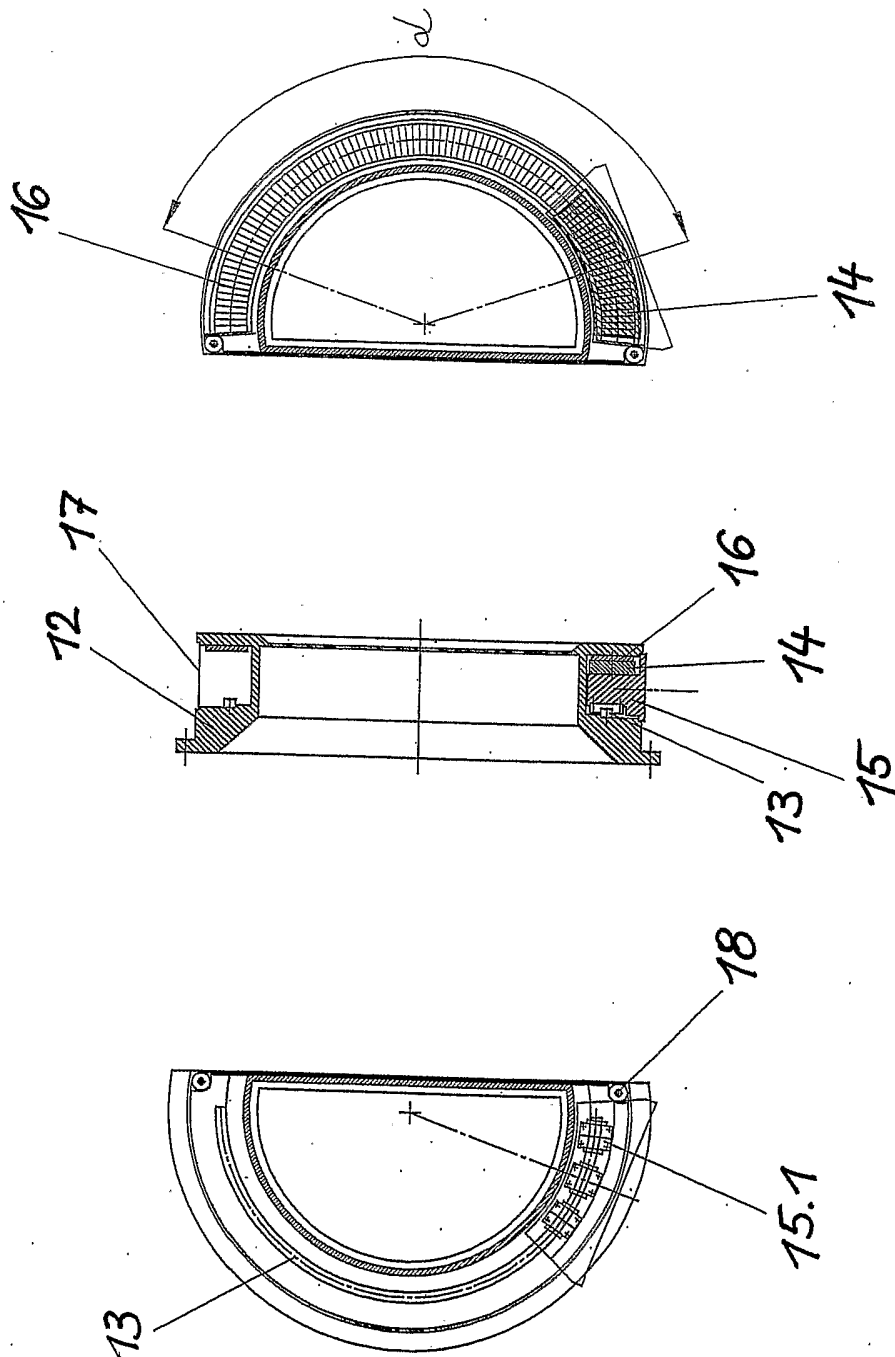


Fig. 13

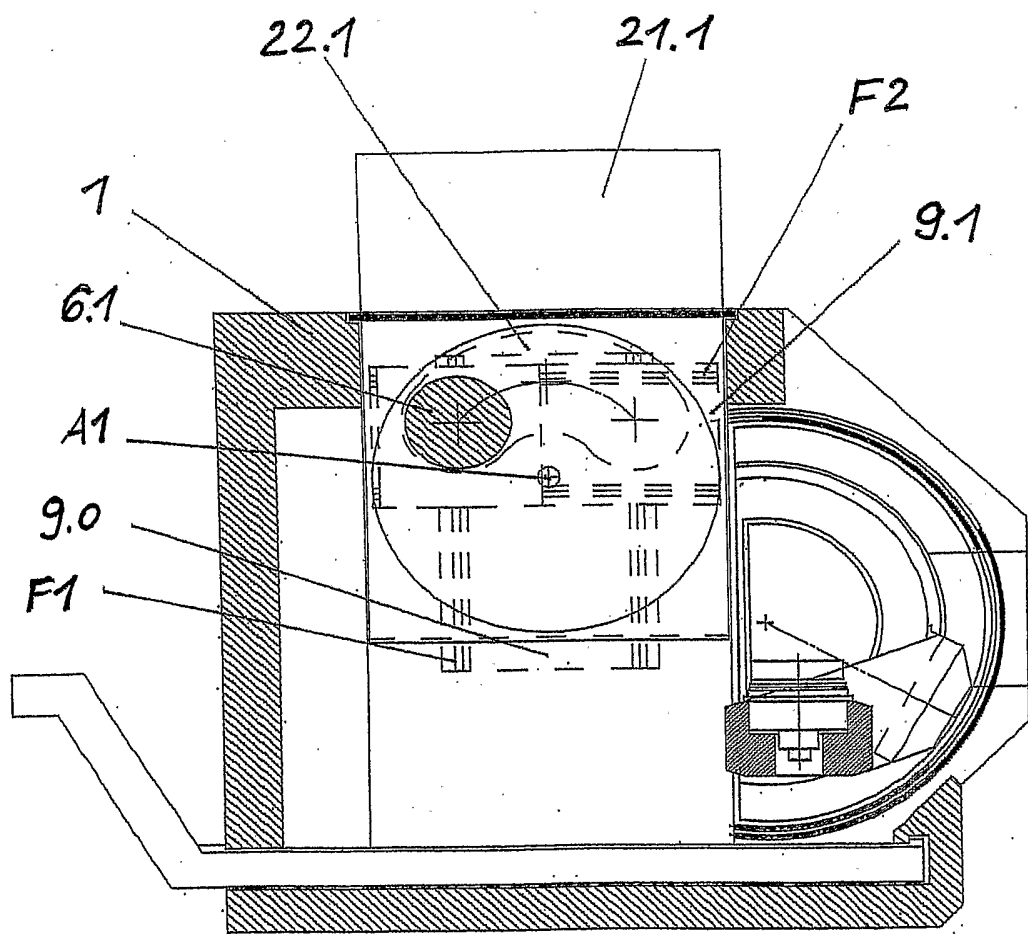


Fig. 14

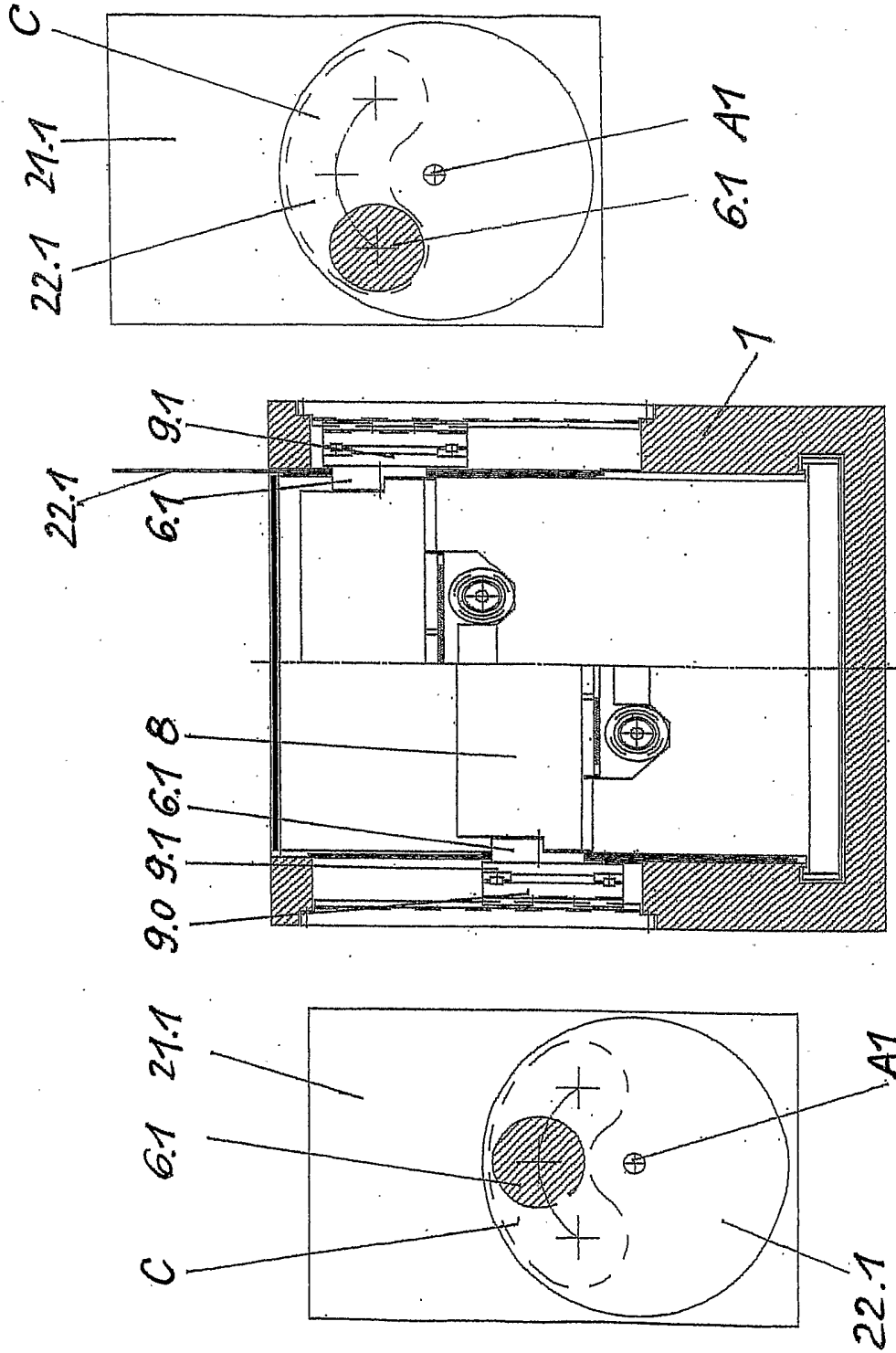


Fig. 17

Fig. 15

Fig. 16

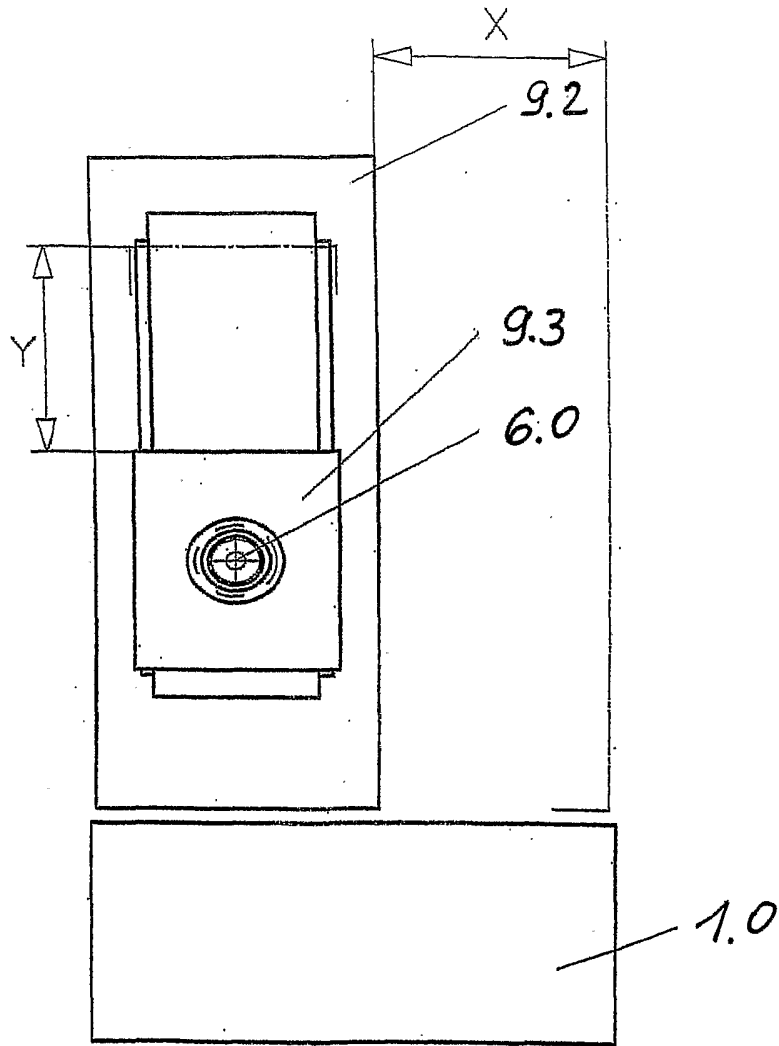


Fig. 18

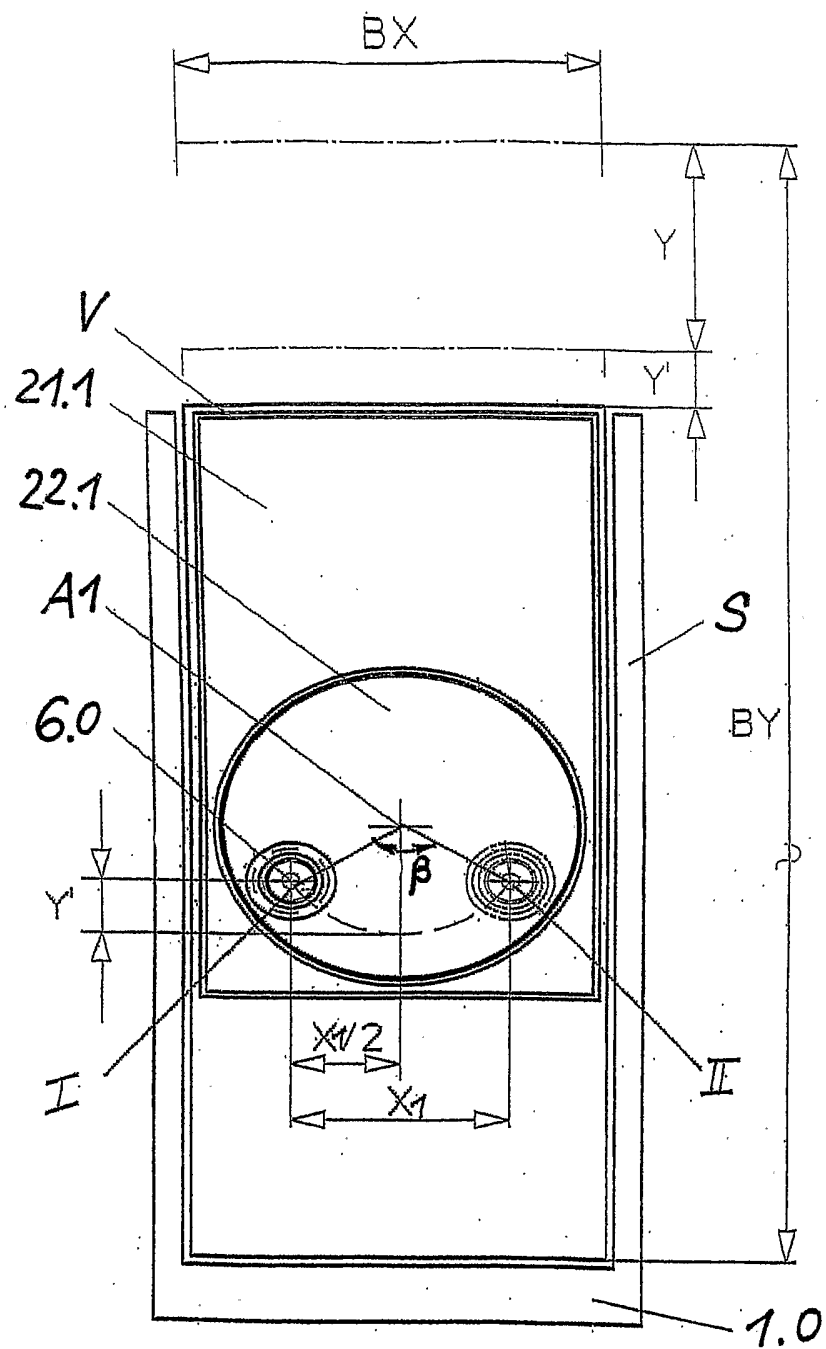


Fig. 19

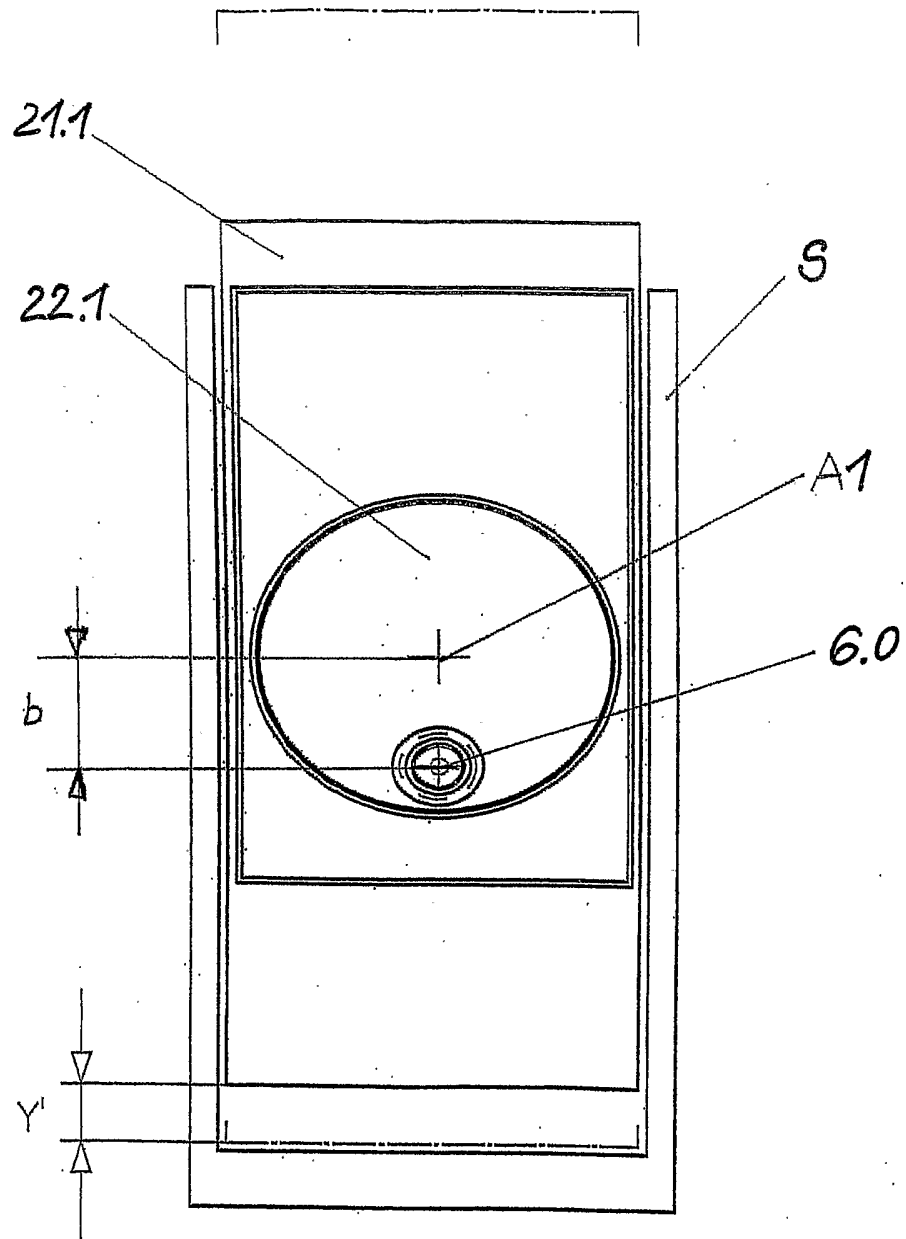


Fig. 20

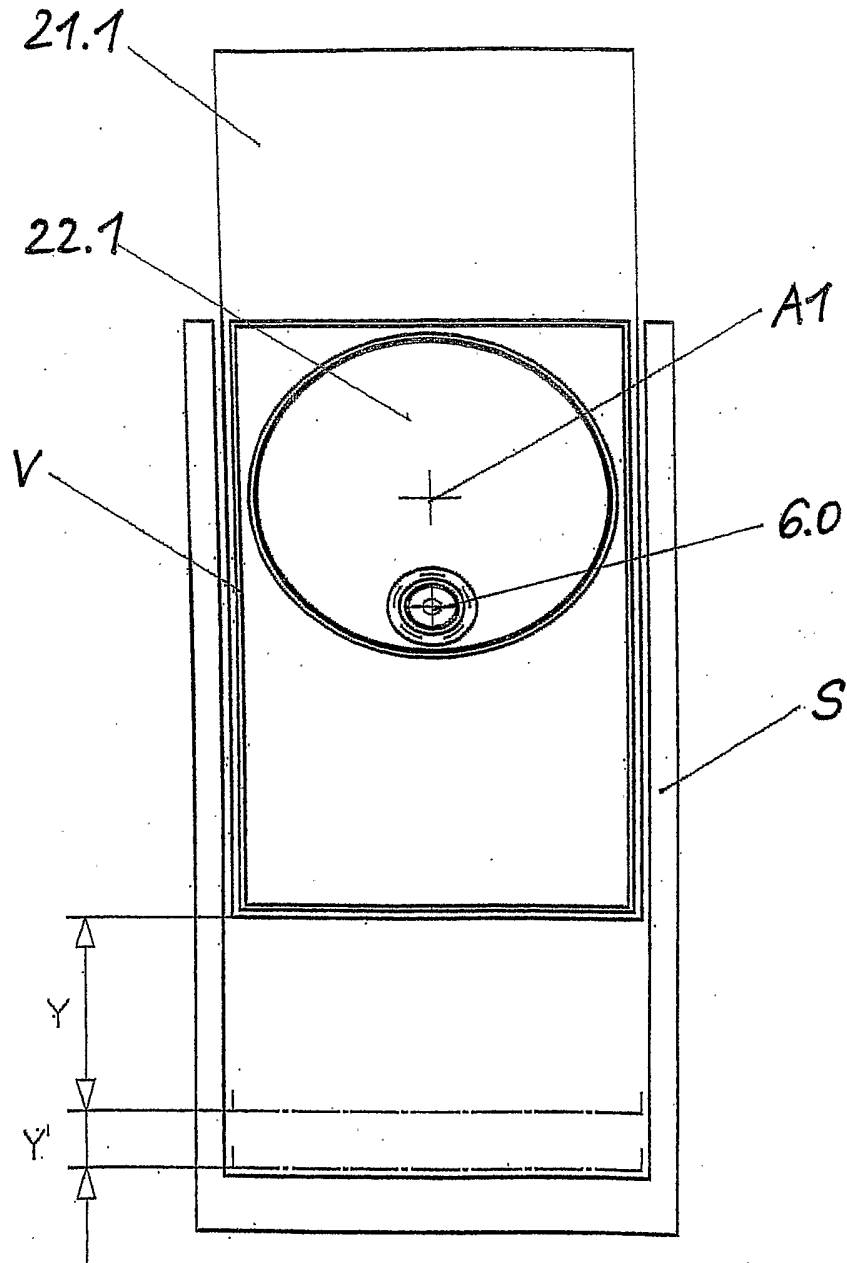


Fig. 21

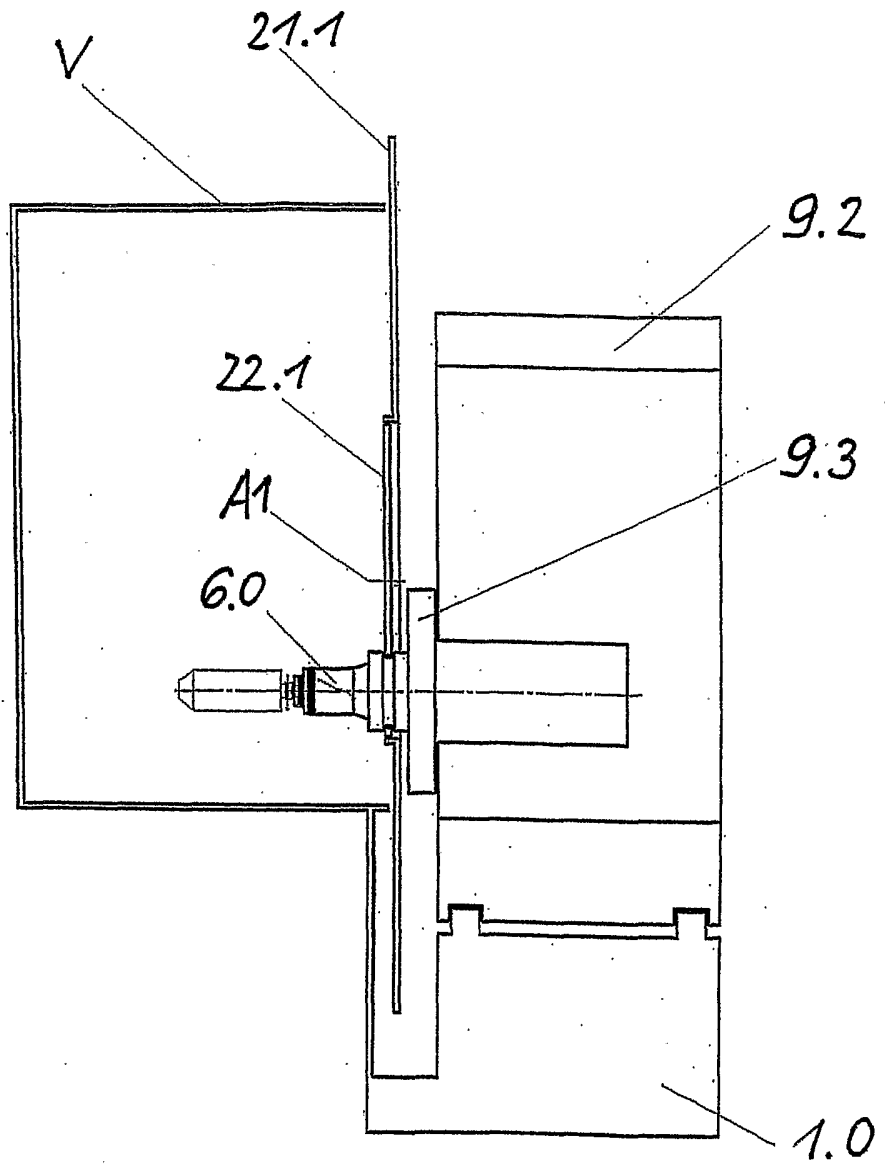


Fig. 22

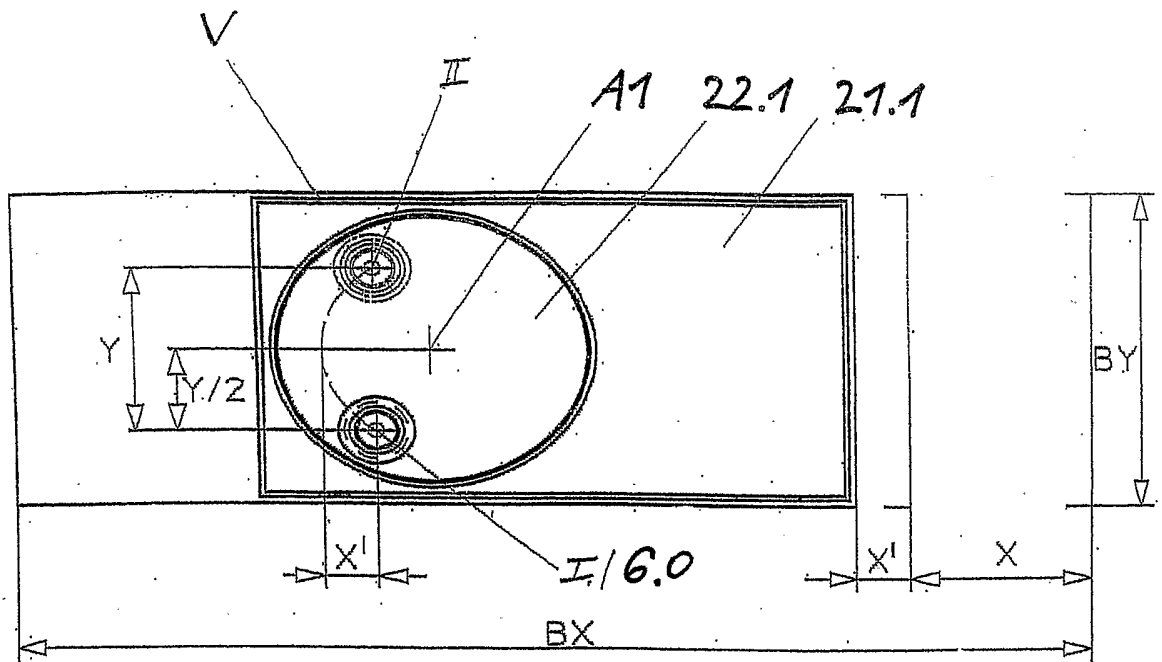


Fig. 23