



19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 688 031 A5

51 Int. Cl.⁶: B 23 Q 016/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 03407/95

22 Anmeldungsdatum: 01.12.1995

24 Patent erteilt: 30.04.1997

45 Patentschrift
veröffentlicht: 30.04.1997

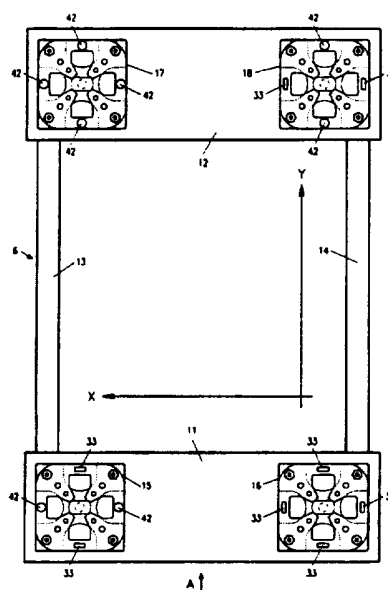
73 Inhaber:
Erowa AG, Winkelstrasse 8, 5734 Reinach AG (CH)

72 Erfinder:
Basil Oberist, Büntenweg 1022,
5728 Gontenschwil (CH)

74 Vertreter:
Rottmann, Zimmermann + Partner AG,
Glattalstrasse 37, 8052 Zürich (CH)

54 Vorrichtung zum positionsdefinierten Aufspannen eines Werkstücks auf einem Bearbeitungstisch.

57 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum positionsdefinierten Aufspannen eines Werkstücks auf dem Bearbeitungstisch einer Werkzeugmaschine. Der Bearbeitungstisch (1) ist mit mindestens zwei im Abstand voneinander angeordneten, zweiten Zentrierorganen (4, 5) versehen, die vier kreuzweise angeordnete Zentrierzapfen aufweisen. Die Werkstückaufnahme (6) besitzt zwei erste Zentrierorgane (15, 16). Das eine der ersten Zentrierorgane (16) ist mit vier korrespondierend zu den Zentrierzapfen angeordneten Zentrierschlitzten (33) versehen, und das andere, erste Zentrierorgan (15) besitzt zwei Zentrierschlitzte (33), die auf je einer Parallelen zu der Verbindungslinie durch die Zentren der beiden ersten Zentrierorgane (15, 16) liegen. Das eine Paar von ersten und zweiten Zentrierorganen (15; 16) definiert nur die Lage in X- und Y-Richtung, nicht aber die Winkellage um die Z-Achse, und das andere Paar von ersten und zweiten Zentrierorganen (14, 15) definiert nur die Winkellage um die Z-Achse, nicht aber die Lage in X- und Y-Richtung. Dadurch kann die Positioniergenauigkeit der Werkstückaufnahme nicht durch Abstandstoleranzen zwischen den zweiten bzw. zwischen den ersten Zentrierorganen beeinträchtigt werden, und die exakte Positionierung von vergleichsweise elastischen, grossen Werkstückaufnahme-Rahmen wie auch von in sich starren Werkstückaufnahmen ist problemlos möglich.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum positionsdefinierten Aufspannen von Werkstücken auf einem Bearbeitungstisch einer Werkzeugmaschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Unter dem Begriff «positionsdefiniertes Aufspannen» wird hier im weitesten Sinn verstanden, dass ein Gegenstand, namentlich ein zu bearbeitendes Werkstück oder eine Mehrzahl von Werkstücken, in genau bekannter, definierter Lage innerhalb einer Bearbeitungsvorrichtung befestigt wird. Im besonderen soll in erster Linie eine genau definierte Lage des Gegenstandes in zwei senkrecht zueinander liegenden Richtungen, der X- und der Y-Achse, sowie bezüglich einer Verdrehung in der X/Y-Ebene um die Z-Achse erreicht werden. Schliesslich soll auch eine an sich weniger kritische, nichtsdestoweniger aber ebenso wichtige, definierte Positionierung entlang der Z-Achse gewährleistet sein.

Zum Einspannen von kleinen Werkstücken sind Vorrichtungen bekannt, die im allgemeinen ebenfalls relativ geringe Abmessungen besitzen, umfassend eine Werkstückaufnahme, z.B. ein Spannfutter, an welchem ein Werkstückträger befestigt werden kann. Für die Positionierung sorgen dabei vorstehende Zentrierzapfen an der Aufnahme und korrespondierend angeordnete Zentrieröffnungen am Träger, in welche die Zentrierzapfen eingreifen. Wenn man einmal von einer Positionierung in Erstreckungsrichtung der Z-Achse absieht, genügt es dabei, zwei jeweils miteinander zusammenarbeitende Zapfen/Öffnungs-Paare vorzusehen, wobei das eine Paar die Positionsbestimmung in X- und Y-Richtung und das Zusammenwirken der beiden Paare die Winkelposition um die Z-Achse festlegen.

Eine wesentliche Voraussetzung bei solchen bekannten Aufspannvorrichtungen ist, dass die Zentrierzapfen einerseits und die Zentrieröffnungen andererseits bezüglich ihrer relativen Lage zueinander sehr präzise angeordnet sind, damit eine einwandfreie Zusammenarbeit von Zapfen und Öffnungen und damit die gewünschte Positionierung des Trägers in Bezug auf die (in ihrer Lage bekannte) Aufnahme gewährleistet ist. Dies bringt einen hohen Fertigungsaufwand und damit grosse Kosten mit sich, insbesondere, wenn ausser gewöhnlich hohe Anforderungen an die Positioniergenauigkeit gestellt werden, wie es z.B. im Fall der elektroerosiven Bearbeitung von Werkstücken der Fall ist. Ausserdem ist eine solche Anordnung oft geometrisch überbestimmt, namentlich wenn, wie in den meisten Fällen, konische Zentrierzapfen Verwendung finden, da hier beide Zapfen/Öffnungs-Paare theoretisch unabhängig voneinander die Lage in X/Y-Richtung festlegen.

Besonders gravierend wirken sich diese Nachteile aus, wenn verhältnismässig grosse Werkstücke aufgespannt werden sollen. Im Interesse einer stabilen Lage sind die einzelnen Zentrierzapfen bzw. Zentrieröffnungen möglichst weit voneinander entfernt anzuordnen. Dabei machen sich bereits im Bereich von 20–40 cm Distanz zwischen den einzelnen Zapfen/Öffnungs-Paaren durch thermische

Ausdehnung bzw. Kontraktion hervorgerufene Abweichungen bemerkbar, die einen einwandfreien Sitz des einen oder anderen Zentrierzapfens in der zugeordneten Zentrieröffnung beeinträchtigen. Die Folge davon ist, dass die namentlich im Werkzeugbau geforderte, äusserst hohe Positionsgenauigkeit nicht mehr gewährleistet ist.

Ein weiteres Problem stellt sich dann, wenn auf ein und derselben Aufnahme verschiedene Träger befestigt werden sollen, die möglicherweise aus unterschiedlichen Herstellungsserien stammen und deshalb, wenn auch kleine, so doch bei äusserst hohen Präzisionsanforderungen spürbare Dimensionsabweichungen besitzen. Aus den zuvor genannten Gründen ist eine exakte Lagepräzision wiederum nicht gewährleistet.

Aus der GB-PS 2 033 263 ist eine Vorrichtung zum positionsdefinierten Aufspannen eines Werkstücks auf einem Bearbeitungstisch bekannt, mit einer Werkstückaufnahme, auf welcher das Werkstück lösbar befestigt wird und welche mit Zentrieröffnungen versehen ist, die mit korrespondierend auf dem Bearbeitungstisch angeordneten, über diesen vorstehenden Zentrierzapfen zusammenwirken. Die dort beschriebene Vorrichtung ist mit vier im Bereich der Ecken der aufzuspannenden Palette gelegenen, V-förmigen Nuten (V-grooves 70) versehen, die sinngemäss den Zentrieröffnungen des Anmelungsgegenstandes entsprechen, welche Nuten mit vorstehenden Zapfen (V-blocks 23, 24, 26, 28) zusammenwirken, um die Palette in X- und Y-Richtung (und sogar auch in Z-Richtung) zu positionieren. Damit ist eine Gruppe von vier weit auseinanderliegenden Öffnungs-Zapfen-Paaren vorhanden, welche die gesamte Zentrierfunktion übernimmt. Es leuchtet ein, dass die Zentriergenauigkeit der Palette auf dem Maschinentisch ausschliesslich von der Bearbeitungsgenauigkeit und der aktuellen Lage der «V-blocks» und der «V-grooves» abhängt. Die Anordnung ist geometrisch überbestimmt und selbst bei kleinsten Abweichungen der Lage der V-förmigen Nuten in der Palette wird sich nie die exakt gleiche Position einstellen, wenn nacheinander eine Anzahl von Paletten z.B. aus unterschiedlichen Herstellungsserien oder mit unterschiedlichen Temperaturen aufgespannt werden.

Aus der DE 3 115 586 A1 ist eine Palettenwechsel- und Zentriervorrichtung für eine Werkzeugmaschine bekannt geworden, die eine Zufuhrbahn umfasst, auf der die mit dem Werkstück beladenen Paletten zu einer Palettenaufnahme- und Werkstückbearbeitungsstation gelangen. Wenn die Palette dort angelangt ist, wird die Station abgesenkt, bis die Palette einerseits auf der Oberfläche von Z-Achsen-Zentrierstiften aufliegt, die jedoch keine Zentrierfunktion in X-, Y- oder Winkelrichtung ausüben. Beim Absenken der Station greifen andererseits konisch ausgebildete Oberkanten von Zentrierstiften in entsprechend konisch ausgebildete Büchsen ein. Die Büchsen sind in axialer Richtung federnd, in radialer Richtung jedoch starr gelagert. Damit soll eine «genaue Ausfluchtung der Palette auf dem Festlegungsstift in radialer Richtung» erreicht werden.

Mit dieser Anordnung ist es nicht möglich, eine

genaue Zentrierung in X/Y-Richtung und bezüglich der Winkellage zu erreichen, namentlich wenn die Achsenabstände der Zentrierstifte einerseits und der Büchsen andererseits nicht exakt übereinstimmen. Wenn nämlich der Abstand zwischen den Zentrierstiften einerseits und den Büchsen andererseits nicht ganz genau übereinstimmt, ist die Lage der Palette undefiniert, da je nach Ausgangslage der Palette vor dem Eingreifen der Stifte in die Büchsen entweder das eine Stift-Büchsen-Paar oder das andere definiert ineinandergreift; dies resultiert aber zwangsläufig in zwei unterschiedlichen Positionen der Palette, was aber eben vermieden werden soll.

Ein Teil dieser Probleme kann mit einer Vorrichtung gelöst werden, wie sie in der EP 0 403 428 B1 beschrieben ist. Bei dieser Vorrichtung ist der Bearbeitungstisch einer Werkzeugmaschine mit mindestens zwei im Abstand voneinander angeordneten Tragkörpern versehen, die vier kreuzweise angeordnete Zentrierzapfen aufweisen. Die Werkstückaufnahme besitzt zwei Zentrierorgane. Das eine Zentrierorgan ist mit vier korrespondierend zu den Zentrierzapfen angeordneten Zentrierschlitzern versehen, und das andere Zentrierorgan besitzt zwei Zentrierschlitze, die auf der Verbindungslinie durch die Zentren der beiden Zentrierorgane liegen. Durch das Eingreifen der vier relativ nahe beieinander liegenden Zentrierzapfen des einen Tragkörpers in die vier korrespondierend angeordneten Zentrierschlitze des einen Zentrierorgans ist die Position der Werkstückaufnahme in X- und Y-Richtung sowie auch bezüglich der Winkellage um die Z-Achse definiert. Durch das Eingreifen von zwei Zentrierzapfen des anderen Tragkörpers in die zwei korrespondierend angeordneten Zentrierschlitze des anderen Zentrierorgans ist die Position der Werkstückaufnahme zusätzlich nochmals bezüglich der Winkellage um die Z-Achse bestimmt. Dadurch kann zwar die Positioniergenauigkeit der Werkstückaufnahme nicht durch Abstandstoleranzen zwischen den beiden Tragkörpern bzw. zwischen den beiden Zentrierorganen beeinträchtigt werden, doch ist die Winkellage überbestimmt. Diese Überbestimmung mag in manchen Fällen, z.B. bei Verwendung eines relativ filigranen Rahmens als Werkstückaufnahme für eine Vielzahl von Werkstücken, erwünscht sein, da ein solcher Rahmen eine nicht zu vernachlässigende Elastizität aufweist. Im Fall einer starren Werkstückaufnahme kann sich aber diese Überbestimmung nachteilig auswirken und zu Positionsungenauigkeiten führen, insbesondere was die repetitive Positioniergenauigkeit anbelangt.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die vorstehend genannten Nachteile zu vermeiden und eine Vorrichtung der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 genannten Art derart weiterzubilden, dass nicht nur bei verminderter Präzision bei der Herstellung oder Montage der Aufnahme bzw. des Trägers, namentlich bezüglich des gegenseitigen Abstandes der Zentrierzapfen bzw. Zentrieröffnungen, sowie unter dem Einfluss thermisch bedingter Abmessungsänderungen von Träger und/oder Aufnahme die erwünschte, hohe Positioniergenauigkeit des Trägers auf der Aufnahme erreicht bzw. auf-

rechterhalten wird, sondern dass auch unabhängig von der Beschaffenheit der Werkstückaufnahme stets eine definierte Position derselben ohne Überbestimmung erzielbar ist.

5 Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 1 angegebenen Massnahmen gelöst. Insbesondere ist damit gewährleistet, dass z.B. im Fall von zwei Paaren von Zentrieröffnungen und Zentrierzapfen das eine Paar lediglich die Aufgabe der X/Y-Positionierung und damit die Referenz für die Z-Achse genau festlegt, währenddem das andere Paar die Werkzeugaufnahme lediglich bezüglich ihrer Verdrehungsausrichtung um die Z-Achse herum exakt positioniert. Der gegenseitige Abstand zwischen den beiden Zentrieröffnungen/Zentrierzapfen-Paaren wird somit dadurch unkritisch, dass die Distanz zwischen den Zentrierzapfen zweier Gruppen und die Distanz zwischen den Zentrieröffnungen dieser beiden Gruppen nicht exakt übereinstimmen muss. Als Folge davon werden Herstellungstoleranzen, thermische Dimensionsänderungen und dgl. aufgefangen und eine geometrische Überbestimmung der Position der Werkstückaufnahme auf dem Bearbeitungstisch vermieden, so dass gleichermassen starre, z.B. platten- oder balkenförmige Werkstückaufnahmen wie auch relativ elastische, z.B. rahmenförmige Werkstückaufnahmen mit höchster Präzision eingespannt werden können.

15 20 25 Weiterbildungen des Erfindungsgegenstandes und bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen 2-26 beschrieben.

30 Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der erfindungsgemässen Vorrichtung, unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen, näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

40 Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf einen Arbeitstisch einer Werkstückbearbeitungsmaschine, auf welchem vier mit Zentrierzapfen versehene Zentrierorgane im Abstand zueinander angeordnet sind;

45 Fig. 2 eine Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer Werkstückaufnahme von unten, welche vier mit Zentrieröffnungen versehene Zentrierorgane aufweist;

50 Fig. 3 eine Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Werkstückaufnahme von unten, welche zwei mit Zentrieröffnungen versehene Zentrierorgane aufweist;

55 Fig. 4 eine Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines mit vier Zentrierzapfen versehenen Zentrierorgans, von oben;

Fig. 5 eine Seitenansicht des Zentrierorgans gemäss Fig. 4;

60 Fig. 6 eine Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines Zentrierzapfens, wie er bei einer Zentriervorrichtung gemäss Fig. 4 und 5 verwendet wird; Fig. 7 eine Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines mit vier Zentrierzapfen versehenen Zentrierorgans, von oben;

Fig. 8 eine Seitenansicht des Zentrierorgans gemäss Fig. 7;

65 Fig. 9 eine Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Zentrierzapfens, wie er bei einer

Zentriervorrichtung gemäss Fig. 7 und 8 verwendet wird;

Fig. 10 eine Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines mit vier Zentrieröffnungen versehenen Zentrierorgans, von unten;

Fig. 11 einen Schnitt entlang der Linie I-I in Fig. 10;

Fig. 12 einen Schnitt entlang der Linie II-II in Fig. 10;

Fig. 13 eine Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines mit vier Zentrieröffnungen versehenen Zentrierorgans, von unten;

Fig. 14 einen Schnitt entlang der Linie III-III in Fig. 13;

Fig. 15 einen Schnitt entlang der Linie IV-IV in Fig. 13;

Fig. 16 eine Ansicht eines dritten Ausführungsbeispiels eines mit vier Zentrieröffnungen versehenen Zentrierorgans, von unten;

Fig. 17 einen Schnitt entlang der Linie V-V in Fig. 16;

Fig. 18 einen Schnitt entlang der Linie VI-VI in Fig. 16;

Fig. 19 eine Ansicht eines vierten Ausführungsbeispiels eines mit vier Zentrieröffnungen versehenen Zentrierorgans, von unten;

Fig. 20 einen Schnitt entlang der Linie VII-VII in Fig. 19;

Fig. 21 einen Schnitt entlang der Linie VIII-VIII in Fig. 19;

Fig. 22 eine Ansicht eines dritten Ausführungsbeispiels einer Werkstückaufnahme von unten, welche zwei mit Zentrieröffnungen versehene Zentrierorgane aufweist;

Fig. 23 eine teilweise geschnittene Seitenansicht des Arbeitstisches und der Werkstückaufnahme in Richtung der Pfeile A in Fig. 1 und 2;

Fig. 24 eine Seitenansicht eines Zentrierorgans gemäss Fig. 5 sowie eine Ansicht eines Zentrierorgans gemäss Fig. 13, in einem Schnitt entlang der Linie IX-IX in Fig. 13, in einer ersten Phase des Kupplungsvorgangs;

Fig. 25 wie Fig. 24, in einer zweiten Phase des Kupplungsvorgangs;

Fig. 26 wie Fig. 24, in einer dritten Phase des Kupplungsvorgangs;

Fig. 27 eine Seitenansicht eines Zentrierorgans gemäss Fig. 5 sowie eine Ansicht eines Zentrierorgans gemäss Fig. 13, in einem Schnitt entlang der Linie X-X in Fig. 24, in einer ersten Phase des Kupplungsvorgangs;

Fig. 28 wie Fig. 27, in einem Schnitt entlang der Linie XI-XI in Fig. 25, in einer zweiten Phase des Kupplungsvorgangs; und

Fig. 29 wie Fig. 27, in einem Schnitt entlang der Linie XII-XII in Fig. 26, in einer dritten Phase des Kupplungsvorgangs.

In Fig. 1 ist schematisch der Arbeitstisch 1 einer Werkzeugmaschine dargestellt. Auf der Oberfläche des Arbeitstisches 1 sind vier zweite Zentrierorgane 2, 3, 4 und 5 angeordnet, die je mit mehreren Zentrierzapfen versehen sind. Auf die nähere Ausbildung der Zentrierorgane 2-5 wird nachstehend im Zusammenhang mit Fig. 6-10 noch detailliert einge-

gangen werden. Im Normalfall sind alle vier Zentrierorgane 2-5 identisch ausgebildet, doch ist es denkbar, je nach Anwendungsfall, z.B. das Zentrierorgan 3, das, wie noch erklärt werden wird, nur Stützfunktion in Z-Richtung hat, anders auszubilden oder durch ein Stützorgan zu ersetzen.

In Fig. 2 ist schematisch ein Werkstückaufnahme-Rahmen 6 in einer Ansicht von unten dargestellt, d.h. mit Blick auf die dem Arbeitstisch 1 zugewandte Seite. Der Rahmen 6 ist im Bereich seiner vier Ecken mit je einem ersten Zentrierorgan 15, 16, 17 und 18 versehen, die mit Zentrieröffnungen versehen sind; auf deren nähere Ausbildung wird ebenfalls im folgenden noch detailliert eingegangen werden.

In Fig. 3 ist schematisch ein ähnlicher Werkstückaufnahme-Rahmen 7 wie in Fig. 2, in entsprechender Ansicht, dargestellt, der aber lediglich mit zwei ersten Zentrierorganen 16 und 18 versehen ist. Der Rahmen 7 kann auf dem gleichen Arbeitstisch 1 verwendet werden, wobei dann lediglich zwei zweite Zentrierorgane, z.B. die beiden Zentrierorgane 4 und 5, benutzt werden. Wenn der Rahmen 7 auf dem Arbeitstisch befestigt ist, liegt der Querholm 8 des Rahmens 7 auf einem Stützelement 9 des Arbeitstisches auf, welches zweckmässigerweise mit einer Druckluft-Auslassöffnung 10 ausgerüstet ist, um beim Auflegen des Rahmens 7 etwaigen Schmutz zwischen Querholm 8 und Oberfläche des Stützelementes 9 wegzublasen.

Gemäss Fig. 2 besteht der Werkstückaufnahme-Rahmen 6 aus zwei Querholmen 11 und 12, die mittels zweier Längsholme 13 und 14 miteinander verbunden sind. An den beiden Längsholmen 13 und 14 können Aufnahmeorgane für die zu bearbeitenden Werkstücke befestigt werden (nicht dargestellt); auf deren Ausbildung braucht im Rahmen dieser Beschreibung nicht eingegangen zu werden. Die beiden Querholme 11 und 12 sind mit je zwei ersten Zentrierorganen 15 und 16 bzw. 17 und 18 versehen, deren Aufbau nachstehend noch genauer beschrieben wird. Der Rahmen 7 gemäss Fig. 3 besitzt den gleichen Querholm 11 mit den beiden ersten Zentrierorganen 16 und 18, zwei kürzere Längsholme 13a und 14a sowie den bereits erwähnten Querholm 8, der keine Zentrierorgane aufweist.

Während der Rahmen 6 gemäss Fig. 2 für grössere Werkstücke bzw. eine Vielzahl von kleineren Werkstücken Verwendung findet und infolge seiner Abmessungen im Bereich seiner vier Ecken auf dem Arbeitstisch 1 festgehalten wird, ist der Rahmen 7 gemäss Fig. 3 für kleinere Werkstücke bzw. eine geringe Anzahl kleiner Werkstücke geeignet; demzufolge reicht eine Befestigung an zwei Orten aus und der Querholm 8 kann nur lose auf dem Stützelement 9 aufliegen.

In Fig. 4 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines Zentrierorgans 2 in einer Ansicht von oben dargestellt, während in Fig. 5 das gleiche Zentrierorgan 2 in einer Seitenansicht zu sehen ist. Das Zentrierorgan 2 besitzt einen zylindrischen Unterteil 19 und einen im wesentlichen quadratischen Oberteil 20, dessen vier Ecken abgeschrägt sind. Auf der Oberfläche des Oberteils 20 sind vier gegen oben abste-

hende Zentrierzapfen 21 entlang der beiden Mittellinien des Quadrates angeordnet.

Im Zentrum des Zentrierorgans 2 ist ein Kugelspannfutter 25 mit federbelasteten, pneumatisch betätigbaren Spannkugeln 26 vorgesehen, das zur Aufnahme eines Zugbolzens dient. Solche Kugelspannfutter sind an sich bekannt und brauchen hier nicht im Detail erörtert zu werden. Vier diagonal verlaufende Oberflächenbereiche 27 des Zentrierorgan-Oberteils 20 sind exakt plangeschliffen und dienen als Auflagefläche für Distanzbolzen, die Teil der Zentrierorgane 15–18 des Werkstückaufnahme-Rahmens 6 bzw. 7 bilden. Auf weitere, diesbezügliche Einzelheiten wird weiter unten noch eingegangen werden.

Die Zentrierzapfen 21, von denen in Fig. 6 einer in einer schaubildlichen Darstellung zu sehen ist, weisen einen im wesentlichen zylindrischen Basisteil 22 auf, der in eine konische Spitze mündet. Die konische Spitze umfasst einen ersten, an den Basisteil 22 anschliessenden, kegelmantelförmigen Bereich 23 und einen zweiten, daran anschliessenden, kegelmantelförmigen Bereich 24. Die Neigung des ersten, an den Basisteil 22 anschliessenden, kegelmantelförmigen Bereichs 23 ist geringer als diejenige des zweiten, daran anschliessenden, kegelmantelförmigen Bereichs 24. Der zweite Bereich 24 hat die Aufgabe, das Eindringen des Zentrierzapfens 21 in eine Zentrieröffnung zu erleichtern, indem er eine Art Grobzentrierung vornimmt. Der erste Bereich 23 ist der eigentliche Zentrierbereich, der dann mit seiner Oberfläche an den Kanten der zugeordneten Zentrieröffnungen anliegt, wie dies noch eingehender erläutert werden wird.

Der Zentrierzapfen 21 kann mit einem vom Basisteil 22 abstehenden Gewindestift 29 versehen sein, um den Zapfen 21 in Gewindebohrungen einzuschrauben, die im Oberteil 20 des Zentrierorgans 2 vorgesehen sein können. In diesem Fall kann der Basisteil 22 auch mit sechseckigem Querschnitt ausgeführt sein (nicht dargestellt). Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Zentrierzapfen 21 in das Zentrierorgan 2 einzupressen; schliesslich ist es auch möglich, die Zentrierzapfen 21 einstückig mit dem Zentrierorgan 2 auszubilden.

In Fig. 7 ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines Zentrierorgans 2a in einer Ansicht von oben dargestellt, während in Fig. 8 das gleiche Zentrierorgan 2a in einer Seitenansicht zu sehen ist. Das Zentrierorgan 2a besitzt in entsprechender Weise einen zylindrischen Unterteil 19 und einen im wesentlichen quadratischen Oberteil 20, dessen vier Ecken abgeschrägt sind. Auf der Oberfläche des Oberteils 20 sind vier gegen oben abstehende Zentrierzapfen 21a entlang eines kleineren, coaxialen Quadrates angeordnet.

Im Zentrum des Zentrierorgans 2a ist wiederum ein Kugelspannfutter 25 mit federbelasteten, pneumatisch betätigbaren Spannkugeln 26 vorgesehen, das zur Aufnahme eines Zugbolzens dient. Ebenso sind vier diagonal verlaufende Oberflächenbereiche 27 des Zentrierorgan-Oberteils 20 exakt plangeschliffen und dienen als Auflagefläche für Distanzbolzen.

Die Zentrierzapfen 21a, von denen in Fig. 9 einer

in einer schaubildlichen Darstellung zu sehen ist, weisen einen im wesentlichen prismatischen Basisteil 22a auf, auf den der eigentliche Zapfenteil aufgesetzt ist. Der Zapfenteil weist symmetrisch zueinander geneigte Seitenflächen auf: An einen zum Basisteil 22a benachbarten Bereich 23a mit schwächerer Neigung der Seitenflächen schliesst sich ein Bereich 24a mit stärkerer Neigung der Seitenflächen an. Wie bereits erwähnt, arbeiten die Zentrierzapfen 21a mit Zentrieröffnungen zusammen. Der stärker geneigte Kopfbereich 24a dient dazu, das Einführen der Zentrierzapfen in die Öffnungen zu erleichtern, während die schwächer geneigten Bereiche 23a die eigentliche Zentrierfunktion ausüben.

Auch in diesem Fall kann der Zentrierzapfen 21a mit einem abstehenden Zapfen (nicht dargestellt sein, um ihn in das Zentrierorgan 2a einpressen zu können; schliesslich ist es auch möglich, die Zentrierzapfen 21a einstückig mit dem Zentrierorgan 2a auszubilden.

Fig. 10 zeigt eine Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines mit vier Zentrieröffnungen versehenen Zentrierorgans 16 von unten, Fig. 11 einen Schnitt durch das Zentrierorgan 16 entlang der Linie I–I in Fig. 10 und Fig. 12 einen Schnitt durch das Zentrierorgan 16 entlang der Linie II–II in Fig. 10.

Das Zentrierorgan 16 ist zentralsymmetrisch ausgebildet und weist einen Tragkörper 29 mit im wesentlichen quadratischer Gestalt auf, der mit einer zentralen Gewindebohrung 30 zur Befestigung eines an sich bekannten, nur schematisch angedeuteten Zugbolzens 31 versehen ist. Auf der Oberfläche des Tragkörpers 29 liegt eine Zentrierplatte 32 auf, die z.B. aus Federstahl gefertigt sein kann. Die Zentrierplatte 32 ist mit vier Zentrieröffnungen 33 versehen, die rechteckige Gestalt haben. Die Längserstreckung der Zentrieröffnungen 33 verlaufen im wesentlichen tangential zu einer durch das Zentrum des Tragkörpers 29 gelegten, imaginären Kreislinie; mit anderen Worten, sie liegen auf den Seiten eines zum quadratischen Grundkörper 29 coaxialen Quadrats. Die Breite der Zentrieröffnungen 33 ist dabei grösser als der kleinste Durchmesser des kegelmantelförmigen Bereichs 23 der Zentrierzapfen 21 bzw. grösser als die kleinste Breite des konischen Bereichs 23a der Zentrierzapfen 21a, jedoch kleiner als der grösste Durchmesser des kegelmantelförmigen Bereichs 23 der Zentrierzapfen 21 bzw. kleiner als die grösste Breite des konischen Bereichs 23a der Zentrierzapfen 21a. Vorzugsweise liegt die Breite etwa bei einem Mittelwert zwischen kleinstem und grösstem Durchmesser bzw. kleinsten und grösster Breite. Damit ist gewährleistet, dass die Eindringtiefe der Zapfen 21 bzw. 21a in die Zentrieröffnungen 33 begrenzt ist; ab einer bestimmten Eindringtiefe liegen die geneigten Seitenflächen der Bereiche 23 bzw. 23a an den Längskanten der Öffnungen 33 an und deformieren die Federstahlplatte 32 in Z-Richtung, wenn sich die ersten und zweiten Zentrierorgane 2/2a bzw. 16 weiter aneinander annähern. Diese Zusammenhänge werden weiter unten im Zusammenhang mit den Fig. 24–29 noch eingehender erläutert.

Wie aus Fig. 10 deutlich zu entnehmen ist, ist

die Zentrierplatte 32 mit vier Ausnehmungen 34 versehen, die sich von ihrem Zentrum aus in kreuzartiger Anordnung gegen die Zentrieröffnungen 33 erstrecken. Damit sind die Zentrieröffnungen 33 entlang ihrer Längskanten durch zwei relativ schmale Stege 35.1 und 35.2 begrenzt; durch die Bemessung der Breite dieser Stege 35.1 und 35.2 kann die Kraft eingestellt werden, die zu einer elastischen Deformierung der Federstahlplatte 32 angewendet werden muss.

Damit die Zentrierplatte 32 während des Spannvorgangs in Z-Richtung elastisch deformiert werden kann, ist der Tragkörper 29 mit Ausnehmungen 36 versehen, die unterhalb der Zentrieröffnungen 33 angebracht sind.

Die Zentrierplatte 32 kann am Tragkörper 29 lösbar befestigt, fest an diesem angebracht (z.B. angeschweisst) oder einstückig mit diesem ausgebildet sein. Im ersten Fall, der beispielsweise auch in den Zeichnungen dargestellt ist, dienen zur Befestigung der Zentrierplatte vier Distanzbolzen 37, die einen Gewindestift 39 tragen, mittels welchem die Distanzbolzen 37 in im Tragkörper vorgesehene Gewindebohrungen eingeschraubt werden können. Die Distanzbolzen 37 dienen zugleich als Referenzen für die Lage der Werkstückaufnahme in Z-Richtung, indem in gespanntem Zustand plangeschliffene oder geläppte Oberflächenbereiche 38 der Distanzbolzen 37 auf den plangeschliffenen Bereichen 27 der Zentrierorgane 2, 2a aufliegen.

Es versteht sich, dass die geometrische Anordnung der Zentrieröffnungen 33 in der Zentrierplatte 32 derjenigen der Zentrierzapfen 21 bzw. 21a auf dem Zentrierorgan 2 bzw. 2a entspricht.

Fig. 13 zeigt eine Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines mit vier Zentrieröffnungen versehenen Zentrierorgans 16a von unten, Fig. 14 einen Schnitt durch das Zentrierorgan 16a entlang der Linie III-III in Fig. 13 und Fig. 15 einen Schnitt durch das Zentrierorgan 16a entlang der Linie IV-IV in Fig. 13. In diesen Figuren sind gleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen wie in Fig. 10-12.

Der Aufbau bzw. die Konstruktion des Zentrierorgans 16a ist weitgehend identisch mit dem- bzw. derjenigen des Zentrierorgans 16, mit einem Tragkörper 29, der mit Ausnehmungen 36 versehen ist, mit einer Federstahlplatte 32, die mit Ausnehmungen 34 versehen und mittels der Distanzbolzen 37 am Grundkörper 29 befestigt ist, und mit vier länglichen Zentrieröffnungen 33a, deren Breite nach den gleichen Richtlinien bemessen ist, wie im Zusammenhang mit den Öffnungen 33 erläutert. Die Öffnungen 33a haben aber keine rechteckige Gestalt, wie die Zentrieröffnungen 33 der Zentrierplatte 32, sondern sind im wesentlichen als kreisbogenförmige Schlitzte ausgebildet, wobei ihre Mittellinie auf der Peripherie eines Kreises liegt, der gleichen Durchmesser besitzt wie der Kreis, entlang welchem die Zentrierzapfen 21 des Zentrierorgans 2 bzw. die Zentrierzapfen 21a des Zentrierorgans 2a angeordnet sind.

Entlang der Längskanten der Zentrieröffnungen 33a verlaufen wiederum schmale Stege 35a1 und 35a2, die die gleiche Funktion besitzen wie die ent-

sprechenden Stege der Zentrierplatte 32 gemäss Fig. 10-12.

In beiden Fällen, sowohl beim Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 10-12 als auch beim Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 13-15, wird die Position eines auf das Zentrierorgan 2 oder 2a aufgesetzten Zentrierorgans 16 bzw. 16a in X- und Y-Richtung eindeutig, genau und wiederholbar exakt bestimmt, währenddem eine Verdrehung des Zentrierorgans 16 bzw. 16a gegenüber dem Zentrierorgan 2 bzw. 2a um dessen zentrale Achse, die gleichzeitig die Z-Achse ist, in stärkerem oder schwächerem Ausmass erfolgen kann. So ist leicht ersichtlich, dass ein auf das Zentrierorgan 2 aufgesetztes Zentrierorgan 16a relativ leicht und in grösserem Masse verdreht werden kann, nämlich um annähernd den Winkel, der dem Zentriwinkel der kreisbogenartigen Öffnungen 33a entspricht, als ein auf das Zentrierorgan 2a aufgesetztes Zentrierorgan 16, bei dem die rechteckigen Zentrieröffnungen 33 die im Querschnitt ebenfalls rechteckigen Zentrierzapfen 21a enger umfassen. Allerdings muss betont werden, dass die Breite der Zentrierzapfen 21a geringer ist als die Länge der Zentrieröffnungen 33 bzw. 33a, so dass keinesfalls eine Berührung der Schmalseiten der Zentrieröffnungen 33 bzw. 33a durch den Zentrierstift 21a erfolgen kann; vielmehr soll ausreichendes Spiel zwischen diesen beiden Elementen gewährleistet sein, um eine wenn auch geringe Verdrehbarkeit der Tragorgane gegeneinander sicherzustellen.

Während die gegenseitige Verdrehbarkeit bei einem Zusammenwirken des Zentrierorgans 2 mit dem Zentrierorgan 16a ohne weiteres ersichtlich ist, ist in der Praxis eine gegenseitige Verdrehbarkeit bei einem Zusammenwirken des Zentrierorgans 2 mit dem Zentrierorgan 16 ebenfalls gegeben, da bei einem angenommenen Kreisradius von 35 mm, entlang welchem die Zentrieröffnungen 33 liegen, und bei einer Verdrehung um $\pm 5^\circ$ lediglich ein Passfehler von 0.13 mm, bei einer in der Praxis höchstens vorkommenden Wert von $\pm 2^\circ$ lediglich ein Passfehler von 0.02 mm auftritt.

Fig. 16 zeigt eine Ansicht eines drittes Ausführungsbeispiels eines mit vier Zentrieröffnungen versehenen Zentrierorgans 16b von unten, Fig. 17 einen Schnitt durch das Zentrierorgan 16b entlang der Linie V-V in Fig. 16 und Fig. 18 einen Schnitt durch das Zentrierorgan 16b entlang der Linie VI-VI in Fig. 16. In diesen Figuren sind gleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen wie in Fig. 10-12.

Der Aufbau bzw. die Konstruktion des Zentrierorgans 16b ist ähnlich zu dem- bzw. derjenigen des Zentrierorgans 16, mit einem Tragkörper 29, der mit Ausnehmungen 36 versehen ist, und mit einer hier aus zwei Teilen 32b1 und 32b2 bestehenden Federstahlplatte 32b, wobei der innere Teil 32b1 mit Ausnehmungen 34b versehen und mittels Schrauben 40 am Grundkörper 29 befestigt ist. Der äussere Teil 32b2 der Federstahlplatte 32b ist in entsprechender Weise mittels der Distanzbolzen 37b am Tragkörper 29 befestigt. Die beiden Teile 32b1 und 32b2 der Federstahlplatte 32b begrenzen vier hier schlitzförmige Zentrieröffnungen 33b, deren Breite

nach den gleichen Richtlinien bemessen ist, wie im Zusammenhang mit den Öffnungen 33 erläutert. Die Mittellinie der Öffnungen 33b liegt tangential zur Peripherie eines Kreises, der gleichen Durchmesser besitzt wie der Kreis, entlang welchem die Zentrierzapfen 21 des Zentrierorgans 2 bzw. die Zentrierzapfen 21a des Zentrierorgans 2a angeordnet sind.

Die Zentrierschlitze 33b des Zentrierorgans 16b werden auf der einen Seite durch schmale Kantenbereiche 35b1 der inneren Federstahlplatte 32b1 und auf der anderen Seite durch schmale Kantenbereiche 35b2 der äusseren Federstahlplatte 32b2 begrenzt. Diese Kantenbereiche entsprechen den schmalen Stegen 35a1 und 35a2 und besitzen die gleiche Funktion wie die entsprechenden Stege der Zentrierplatte 32 gemäss Fig. 10–12.

Fig. 19 zeigt eine Ansicht eines vierten Ausführungsbeispiels eines mit vier Zentrieröffnungen versehenen Zentrierorgans 16c von unten, Fig. 20 einen Schnitt durch das Zentrierorgan 16c entlang der Linie VII–VII in Fig. 19 und Fig. 21 einen Schnitt durch das Zentrierorgan 16c entlang der Linie VIII–VIII in Fig. 19. In diesen Figuren sind gleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen wie in Fig. 10–12.

Der Aufbau bzw. die Konstruktion des Zentrierorgans 16c ist ähnlich zu dem- bzw. derjenigen des Zentrierorgans 16b, mit einem Tragkörper 29, der mit Ausnehmungen 36 versehen ist, und mit einer aus zwei Teilen 32c1 und 32c2 bestehenden Federstahlplatte 32c, wobei der innere Teil 32c1 mit Ausnehmungen 34c versehen und mittels Schrauben 40c am Grundkörper 29 befestigt ist. Der äussere Teil 32c2 der Federstahlplatte 32c ist in entsprechender Weise mittels der Distanzbolzen 37c am Tragkörper 29 befestigt. Die beiden Teile 32c1 und 32c2 der Federstahlplatte 32c begrenzen vier hier schlitzförmige Zentrieröffnungen 33b, deren Breite nach den gleichen Richtlinien bemessen ist, wie im Zusammenhang mit den Öffnungen 33 erläutert. Im Gegensatz zum vorstehend erläuterten dritten Ausführungsbeispiel haben die Schlitze 33c im wesentlichen kreisbogenförmige Gestalt, wobei deren Mittellinie auf der Peripherie eines Kreises liegt, der gleichen Durchmesser besitzt wie der Kreis, entlang welchem die Zentrierzapfen 21 des Zentrierorgans 2 bzw. die Zentrierzapfen 21a des Zentrierorgans 2a angeordnet sind.

Entlang der Längskanten der Zentrierschlitze 33c verlaufen wiederum schmale Stege 35c1 und 35c2, die die gleiche Funktion besitzen wie die entsprechenden Stege der Zentrierplatte 32 gemäss Fig. 10–12.

Auch bei den Ausführungsbeispielen gemäss Fig. 16–18 und Fig. 19–21 wird die Position eines auf das Zentrierorgan 2 oder 2a aufgesetzten Zentrierorgans 16b bzw. 16c in X- und Y-Richtung eindeutig, genau und wiederholbar exakt bestimmt, währenddem eine Verdrehung des Zentrierorgans 16b bzw. 16c gegenüber dem Zentrierorgan 2 bzw. 2a um dessen zentrale Achse, die gleichzeitig die Z-Achse ist, in stärkerem oder schwächerem Ausmass erfolgen kann. Diesbezüglich wird auf die Ausführungen im Zusammenhang mit dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel verwiesen, die

sinngemäss auch für das dritte und vierte Ausführungsbeispiel Gültigkeit besitzen.

Die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele der Zentrierorgane 16, 16a, 16b und 16c dienen dazu, in Zusammenarbeit mit einem der auf dem Maschinentisch 1 befestigten Zentrierorgane 2, 2a, 3, 4 oder 5 die Position der Werkstückaufnahme 6 bzw. 7 in X- und Y-Richtung, nicht aber bezüglich des Drehwinkels um die Z-Achse festzulegen. Zu letzterem Zweck ist eine etwas abgewandelte Form eines Zentrierorgans erforderlich, wie es anhand der Fig. 22 beschrieben wird.

In dieser Figur ist ein Ausführungsbeispiel mit einer Werkstückaufnahme 11a zu sehen, die mit zwei im Bereich ihrer Enden montierten Zentrierorganen 16b und 16d versehen ist. Das Zentrierorgan 16b entspricht dem in Fig. 16–18 dargestellten und dort beschriebenen Zentrierorgan 16b und dient, wie erwähnt, zur Festlegung der Position der Werkstückaufnahme 11a in X- und in Y-Richtung, nicht jedoch zur Festlegung der Winkellage um die Z-Achse. Für letzteren Zweck ist das Zentrierorgan 16d vorgesehen.

Dieses ist grundsätzlich genau gleich aufgebaut wie das Zentrierorgan 16b, nur sind hier die Stege 35b1 und 35b2 weggelassen, indem die innere Zentrierplatte 32b1 durch die beiden inneren Zentrierplatten 32d1 und äussere die Zentrierplatte 32b2 durch die beiden äusseren Zentrierplatten 32d2 ersetzt sind. Damit besitzt das Zentrierorgan 16d lediglich zwei einander gegenüberliegende Zentrieröffnungen 33d in Form von Schlitzen, die parallel zur Verbindungslinie der Zentren der beiden Zentrierorgane 16b und 16d und damit zur X-Achse verlaufen. Anstelle der beiden restlichen Zentrieröffnungen sind Freiräume zwischen den Zentrierplattenteilen 32d1 einerseits und den Zentrierplattenteilen 32d2 andererseits vorgesehen, durch die die korrespondierenden Zentrierzapfen 21 bzw. 21a der Zentrierorgane 2 bzw. 2a ungehindert durchtreten können. Damit ist eine Bewegung des Zentrierorgans 16d in X-Richtung, also in Erstreckungsrichtung der Schlitze 33d, durchaus möglich, um Längstoleranzen der Werkstückaufnahme 11a aufnehmen zu können. Eine Verdrehung der Werkstückaufnahme 11a um den Schnittpunkt der X- und Y-Achsen, d.h. um die Z-Achse, ist jedoch ausgeschlossen, da die mit den Zentrieröffnungen 33d zusammenarbeiten den Zentrierzapfen 21 bzw. 21a der Zentrierorgane 2 bzw. 2a jegliche quer zur Verbindungslinie zwischen den Zentren der beiden Zentrierorgane 16b und 16d gerichtete Bewegung und damit jegliche Verschwenkung der Werkstückaufnahme verhindern.

Entsprechendes gilt natürlich für das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 3, wo die Werkstückaufnahme 7 mit einem Zentrierorgan 16 zur Lagepositionierung lediglich in X- und Y-Richtung sowie mit einem weiteren Zentrierorgan 18 versehen ist, das nur zwei Zentrieröffnungen 33 besitzt, die die Winkellage der Werkstückaufnahme 7 definieren. Durch die beiden in der Federstahlplatte 32 vorgesehenen Öffnungen 42 können zugeordnete Zentrierzapfen 21x eines mit dem Zentrierorgan 18 zusammenarbeitenden Zentrierorgans 5 (Fig. 1) un-

gehindert durchtreten und üben damit keinerlei Funktion aus.

Schliesslich gilt auch entsprechendes für das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 2, wo die Werkstückaufnahme 6 mit einem Zentrierorgan 16 zur Lagepositionierung lediglich in X- und Y-Richtung, mit einem weiteren Zentrierorgan 18, das nur zwei Zentrieröffnungen 33 besitzt, die die Winkellage der Werkstückaufnahme 7 definieren, mit einem dritten Zentrierorgan 15, das ebenfalls nur zwei Zentrieröffnungen 33 besitzt, die ebenfalls die Winkellage der Werkstückaufnahme 7 definieren, und mit einem vierten Zentrierorgan 17 versehen ist, das keinerlei Zentrieröffnungen, sondern nur Öffnungen 42 für den freien Durchtritt der Zentrierzapfen 21x aufweist und lediglich zur Definition der Höhenlage der Werkstückaufnahme 6 (Position entlang der Z-Achse) dient.

Aus Gründen der Einfachheit und um die Möglichkeit zu schaffen, je nach Art des verwendeten Werkstückaufnahme-Rahmens jedes beliebige der Zentrierorgane 2–5 mit dem einen Zentrierorgan 16, 16a, 16b oder 16c für die X/Y-Zentrierung zusammenwirken zu lassen, können alle Zentrierorgane 2–5 identisch ausgebildet sein, obwohl nur bei einem der Zentrierorgane sämtliche vier Zentrierzapfen in Funktion treten.

Allfällige Abweichungen der Distanz zwischen den geometrischen Zentren zweier benachbarter Zentrierorgane auf dem Arbeitstisch und denjenigen zweier benachbarter Zentrierorgane am Werkstückaufnahme-Rahmen, sei es durch thermische Expansion oder Kontraktion, sei es durch Bearbeitungstoleranzen, haben auf die Genauigkeit der Zentrierung keinen Einfluss. Die X/Y-Position der Z-Achse wird nur durch das Zusammenwirken eines einzigen Zentrierorgans (z.B. 4 in Fig. 1) mit dem Zentrierorgan 16 in Fig. 2 festgelegt. Die Lage des Zentrierorgans 15 (Fig. 2) beispielsweise, das auf den Tragkörper 5 aufzuliegen kommt, kann in X-Richtung variieren, da die Zentrieröffnungen 33 genügend lang sind, um Abweichungen aufzunehmen.

Aus der Fig. 23 geht eine teilweise geschnittene Seitenansicht des Arbeitstisches 1 und der Werkstückaufnahme 11a hervor, gesehen in Richtung der Pfeile A in Fig. 1 und 2. Insbesondere ist in dieser Figur zu erkennen, dass für die gegenseitige Verspannung der Zentrierorgane 16b/2a und 16d/2a je ein Zugbolzen 31 dient, der in den entsprechend angeordneten Kugelspannfuttern 25 (Fig. 1, 4, 7) aufgenommen wird.

Fig. 24 zeigt eine Seitenansicht eines Zentrierorgans 2 gemäss Fig. 5 sowie eine Ansicht eines Zentrierorgans 16a gemäss Fig. 13, in einem Schnitt entlang der Linie IX–IX in Fig. 13, in einer ersten Phase des Kupplungsvorgangs, Fig. 25 eine entsprechende Ansicht wie Fig. 24, aber in einer zweiten Phase des Kupplungsvorgangs, und Fig. 26 eine entsprechende Ansicht wie Fig. 24, aber in einer dritten Phase des Kupplungsvorgangs. In den Fig. 27–29 sind die drei Phasen des Kupplungsvorgangs in einer um 90° verdrehten Ansicht dargestellt, wobei Fig. 27 eine Seitenansicht des Zentrierorgans 2 gemäss Fig. 5 sowie eine Ansicht des Zentrierorgans 16a gemäss Fig. 13, in einem

Schnitt entlang der Linie X–X in Fig. 24, Fig. 28 einen Schnitt entlang der Linie XI–XI in Fig. 25 und Fig. 29 einen Schnitt entlang der Linie XII–XII in Fig. 26 zeigt.

In einer ersten Phase gemäss Fig. 24 und 27, der Annäherungsphase, sind die beiden Zentrierorgane 2 und 16a noch im Abstand zueinander, aber zumindest annähernd aufeinander ausgerichtet. Die Zentrierscheibe 32a ist kräftefrei und in ihrer entspannten Ruhelage. In einer zweiten Phase gemäss Fig. 25 und 28, der eigentlichen Zentrierphase, sind die Zentrierstifte 21 des Zentrierorgans 2 in die Öffnungen 33a der Zentrierscheibe 32a eingetreten und liegen mit ihren geneigten Oberflächenbereichen 23 (Fig. 6) an den Längskanten der Zentrieröffnungen 33a, die durch die beiden Stege 35a1 und 35b1 begrenzt werden, an. Dadurch erfolgt eine eindeutige, präzise und exakt wiederholbare, gegenseitige Positionierung der beiden Zentrierorgane 2 und 16a in X- und Y-Richtung. Die Zentrierplatte 32a ist immer noch im wesentlichen kräftefrei und in ihrer entspannten Ruhelage, und die Oberflächenbereiche 38 der Distanzbolzen 37 berühren die plangeschliffenen Oberflächenbereiche 27 des Zentrierorgans 2 noch nicht. Der (hier nicht dargestellte) Zugbolzen 31 ist dabei in das geöffnete Kugelspannfutter 26 eingetaucht. Damit ist der eigentliche Zentriervorgang abgeschlossen. In einer dritten Phase gemäss Fig. 26 und 29, der Spannphease, wird das Kugelspannfutter 25 betätigt; damit wird der Zugbolzen 31 und damit das Zentrierorgan 16a gegen das Zentrierorgan 2 gezogen, bis die Oberflächenbereiche 38 der Distanzbolzen 37 auf den plangeschliffenen Oberflächenbereichen 27 des Zentrierorgans 2 aufliegen. Damit ist die Lage in Z-Richtung definiert. Gleichzeitig wird die Zentrierplatte 32a im Bereich ihrer Stege 35a1 und 35b1 in Richtung der Z-Achse elastisch deformiert, wie dies deutlich aus den Fig. 26 und 29 zu entnehmen ist. Es muss dabei betont werden, dass die Deformation der Zentrierplatte 32a deutehalber in den Figuren stark übertrieben dargestellt ist; in der Praxis beträgt die Deformation lediglich einige Zehntel-Millimeter.

Entsprechendes gilt natürlich für das Zusammenwirken z.B. eines Zentrierorgans 2a mit einem Zentrierorgan 16d, welches, wie vorher erwähnt, lediglich zwei Zentrieröffnungen 33d besitzt. Es versteht sich, dass in diesem Fall die Zentrierplatte 32d unter Einfluss der Zentrierzapfen 21a nur im Bereich der Zentrieröffnungen 33d, nicht aber im Bereich der Durchtrittsöffnungen 42 deformiert wird.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung bietet bei ausserordentlicher Flexibilität in der Gestaltung der Werkstückaufnahme eine sehr hohe Präzision bezüglich der Lagegenauigkeit. Sie ist einfach und kostengünstig herzustellen, unempfindlich gegen Verschmutzung, da das System Zentrierzapfen-Zentrierschlitz selbstreinigend ist, und verschleissunempfindlich. Sollten sich die Zentrierzapfen und/oder die Zentrierschlitze nach langem Gebrauch etwas abnutzen, wird lediglich die Zentrierplatte 32 mit ihrem zentralen Abschnitt 41 etwas weniger in Axialrichtung deformiert, was aber keinen Einfluss auf die Lagegenauigkeit hat.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum positionsdefinierten Aufspannen von Werkstücken auf einem Bearbeitungstisch (1) einer Werkzeugmaschine, mit einer Werkstückaufnahme (6, 7, 11, 11a), an welcher die Werkstücke lösbar befestigt werden, mit einer Mehrzahl von an der Werkstückaufnahme im Abstand zueinander zu befestigenden, ersten Zentrierorganen (15, 16, 16a, 16b, 16c, 16d, 17, 18) die je eine Mehrzahl von Zentrieröffnungen (33, 33a, 33b, 33c, 33d) aufweisen, und mit einer Mehrzahl von auf dem Bearbeitungstisch (1) der Werkzeugmaschine bezüglich der ersten Zentrierorgane (15, 16, 16a, 16b, 16c, 16d, 17, 18) lagekorrespondierend zu befestigenden, zweiten Zentrierorganen (2, 2a, 3, 4, 5), die je eine Mehrzahl von Zentrierzapfen (21, 21a) aufweisen, welche mit den Zentrieröffnungen (33, 33a, 33b, 33c, 33d) der ersten Zentrierorgane (15, 16, 16a, 16b, 16c, 16d, 17, 18) zusammenzuarbeiten bestimmt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentrieröffnungen (33, 33a, 33b, 33c) bzw. Zentrierzapfen (21, 21a) eines ersten Zentrierorgans (16, 16a, 16b, 16c) bzw. eines zweiten, damit zusammenarbeitenden Zentrierorgans (2, 2a) derart ausgebildet sind, dass deren relative Lage zueinander zur Festlegung einer Z-Achsen-Referenz nur in X- und Y-Richtung, nicht jedoch bezüglich der Winkelum die Z-Achse eindeutig definiert ist, und dass die Zentrieröffnungen (33d) bzw. Zentrierzapfen (2, 2a) mindestens eines weiteren ersten Zentrierorgans (16d) bzw. mindestens eines weiteren, damit zusammenarbeitenden zweiten Zentrierorgans (2, 2a, 3, 4, 5) derart ausgebildet sind, dass die Lage der Werkstückaufnahme (6, 7, 11, 11a) nur bezüglich der Winkelausrichtung um die Z-Achse eindeutig bestimmt ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten (15, 16, 16a, 16b, 16c, 16d, 17, 18) und zweiten (2, 2a, 3, 4, 5) Zentrierorgane zentralsymmetrisch ausgebildet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass neben dem ersten, die Z-Achsen-Referenz definierenden Paar (16; 4) von ersten und zweiten Zentrierorganen (16; 4) ein zweites, mit seinem Zentrum auf der Y-Achse liegendes Paar von ersten und zweiten Zentrierorganen (18; 2) sowie ein drittes, mit seinem Zentrum auf der X-Achse liegendes Paar von ersten und zweiten Zentrierorganen (15; 5) vorgesehen ist. (Fig. 1, 2).

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die in den ersten Zentrierorganen (15, 16, 16a, 16b, 16c, 16d, 17, 18) vorgesehenen Zentrieröffnungen (33, 33a, 33b, 33c, 33d) im wesentlichen längliche Gestalt haben.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die in den ersten Zentrierorganen (15, 16, 16a, 16b, 16c, 16d, 17, 18) vorgesehenen Zentrieröffnungen (33, 33b, 33d) mit ihrer Längserstreckung im wesentlichen tangential zu einer mit dem ersten Zentrierorgan (15, 16, 16a, 16b, 16c, 16d, 17, 18) koaxialen Kreislinie verlaufen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die in den ersten Zentrierorganen (15, 16, 16a, 16b, 16c, 16d, 17, 18) vorgese-

henen Zentrieröffnungen (33a, 33c) mit ihrer Längserstreckung im wesentlichen entlang einer mit dem ersten Zentrierorgan (15, 16, 16a, 16b, 16c, 16d, 17, 18) koaxialen Kreislinie verlaufen (15, 16, 16a, 16b, 16c, 16d, 17, 18).

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Zentrierorgane (15, 16, 16a, 16b, 16c, 16d, 17, 18) plattenförmige, in Richtung der Z-Achse federnd nachgiebig ausgebildete Zentriermittel (32, 32a, 32b, 32c, 32d) aufweisen, welche die Zentrieröffnungen (33, 33a, 33b, 33c, 33d) begrenzen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Zentrierorgane (15, 16, 16a, 17, 18) einen Tragkörper (29) aufweisen, und dass die Zentriermittel (32, 32a) durch eine federnd nachgiebige Metallplatte gebildet sind, die lösbar am Tragkörper (29) befestigt oder fest mit diesem verbunden ist und in welcher die Zentrieröffnungen (33, 33a) ausgebildet sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Zentrierorgane (16b, 16c, 16d) einen Tragkörper (29) aufweisen, und dass die Zentriermittel durch eine Mehrzahl von federnd nachgiebigen Metallplatten (32b1, 32b2; 32c1, 32c2; 32d1, 32d2) gebildet sind, die lösbar am Tragkörper (29) befestigt oder fest mit diesem verbunden sind und die paarweise oder gemeinsam die Zentrieröffnungen (33b, 33c, 33d) begrenzen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Zentrierorgane einen Tragkörper aufweisen, und dass die Zentriermittel durch eine Mehrzahl von federnd nachgiebigen, einstückig am Tragkörper angeformten, plattenartigen Zentrierelementen gebildet sind, die paarweise oder gemeinsam die Zentrieröffnungen begrenzen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass in der bzw. den federnd nachgiebigen Metallplatten (32, 32a) mindestens eine weitere Öffnung (42) zur berührungsfreien Aufnahme eines zugeordneten Zentrierzapfens (21x) des zweiten Zentrierorgans (2, 2a, 3, 4) vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8–10, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragkörper (29) im Bereich der Zentrieröffnungen (33, 33a, 33b, 33c, 33d) liegende Ausnehmungen (36) aufweist, um eine axiale Auslenkung der Zentriermittel (32, 32a, 32b, 32c, 32d) zu ermöglichen.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8–11, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragkörper (29) im Bereich der weiteren Öffnungen (42) liegende Ausnehmungen aufweist, um einen zugeordneten Zentrierzapfen (21x) des zweiten Zentrierorgans (2, 2a, 3, 4) berührungsfrei aufzunehmen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Zentrierorgane (2a) einen Tragkörper (20) aufweisen, der mit vier keilartigen, gleichmässig beabstandet entlang eines Kreises angeordneten Zentrierzapfen (21a) versehen ist, wobei sich die freien Keilkanten von zwei einander gegenüberliegenden Zentrierzapfen (21a) entlang von in X-Richtung verlaufenden Kreistan- genten und die freien Keilkanten der zwei anderen, einander gegenüberliegenden Zentrierzapfen (21a)

entlang von in Y-Richtung verlaufenden Kreistan-
genten erstrecken.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die mit den Zentrierzapfen (21,
21a) versehene Oberfläche der Tragkörper (20) zu-
mindest bereichsweise plangeschliffen ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die Tragkörper (20) mit einer
zentralen Aufnahmeöffnung (25) und mit an sich
bekannten Haltemitteln (26) für einen Zugbolzen
(31) versehen sind.

17. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die Zentrierzapfen erste, weni-
ger geneigte, der Tragkörperoberfläche zugewandte
seitliche Oberflächenbereiche (23a) und zweite,
stärker geneigte, an die Keilkante anschliessende,
seitliche Oberflächenbereiche (24a) besitzen.

18. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die zweiten Zentrierorgane
(2) einen Tragkörper (20) aufweisen, der mit vier
gleichmässig beabstandet entlang eines Kreises an-
geordneten Zentrierzapfen (21) versehen ist, die ei-
nen im wesentlich konisch zulaufenden, freien End-
bereich (23, 24) aufweisen.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die Zentrierzapfen (21) im freien
Endbereich erste, weniger geneigte, der Tragkör-
peroberfläche zugewandte, konische Oberflächen-
bereiche (23) und zweite, stärker geneigte, an die
Spitze der Zentrierzapfen (21) anschliessende, koni-
sche Oberflächenbereiche (24) besitzen.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16-
19, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentrierzap-
fen (21, 21a) einstückig am Tragkörper (20) ange-
formt sind.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16-
19, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentrierzap-
fen (21, 21a), gegebenenfalls lösbar, am Tragkör-
per (20) befestigt, z.B. eingeschraubt, eingepresst
oder dgl., sind.

22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die
Werkstückaufnahme (6, 7, 11, 11a) mit mindestens
zwei im Abstand voneinander angeordneten, ersten
Zentrierorganen (15, 16, 16a, 16b, 16c, 16d, 17,
18) versehen ist, welche jeweils plattenförmige Zen-
triermittel (32, 32a, 32b, 32c, 32d) aufweisen, wobei
die Zentriermittel des einen, ersten Zentrierorgans
(16, 16a, 16b, 16c) mit vier Zentrieröffnungen (33,
33a, 33b, 33c) versehen sind, deren Anordnung mit
vier Zentrierzapfen (21, 21a) eines zweiten Zentrier-
organes (2, 2a, 3, 4) korrespondiert, und wobei die
Zentriermittel mindestens eines weiteren, ersten
Zentrierorgans (15, 16d, 17, 18) mit zwei Zentrier-
öffnungen (33, 33d) versehen sind, die auf einer
senkrecht zu der Verbindungsgeraden durch das
Zentrum des einen, ersten Zentrierorgans und
durch das Zentrum des weiteren, ersten Zentrieror-
gans verlaufenden Geraden liegen.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die Werkzeugaufnahme (6) die
Gestalt eines rechteckigen Rahmens besitzt, in des-
sen vier Ecken je ein erstes Zentrierorgan (15, 16,
17, 18) angeordnet ist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch ge-

kennzeichnet, dass der Rahmen (6) mit einem Zen-
trierorgan (16) mit vier Zentrieröffnungen (33), in
den beiden benachbarten Ecken mit je einem Zen-
trierorgan (15, 18) mit zwei Zentrieröffnungen (33)
und in der gegenüberliegenden Ecke mit einem die
Lage in Richtung der Z-Achse definierenden Stütz-
organ (17) versehen ist.

25. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9 und ei-
nem der Ansprüche 22-24, dadurch gekennzeich-
net, dass die Zentriermittel (32, 32a, 32b, 32c, 32d)
aller Zentrierorgane (15, 16, 16a, 16b, 16c, 16d,
17, 18) mittels je vier Distanzbolzen (35) am Trag-
körper (29) bzw. an der Werkzeugaufnahme (11,
11a) befestigt sind.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22-
24, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentriermittel
(32d) der ersten, zwei Zentrieröffnungen aufweisen-
den Zentrierorgane mit zwei durchgehenden Boh-
rungen (42) versehen sind, durch welche die zuge-
ordneten Zentrierzapfen (21x) der zweiten Zentrier-
organe (2, 2a, 3, 4) durchtreten, wenn die ersten
Zentrierorgane auf den zugeordneten zweiten Zen-
trierorganen aufliegen.

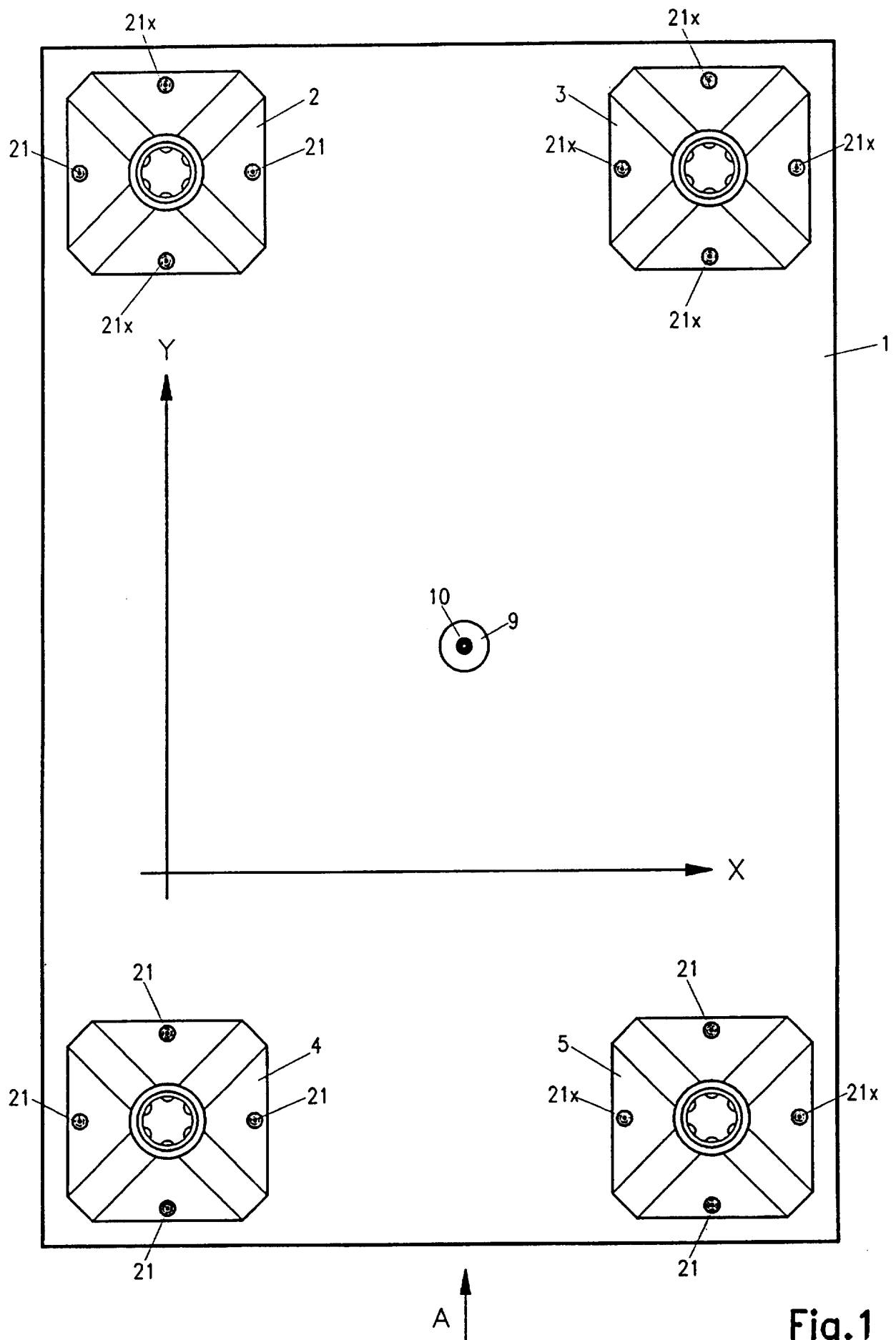


Fig.1

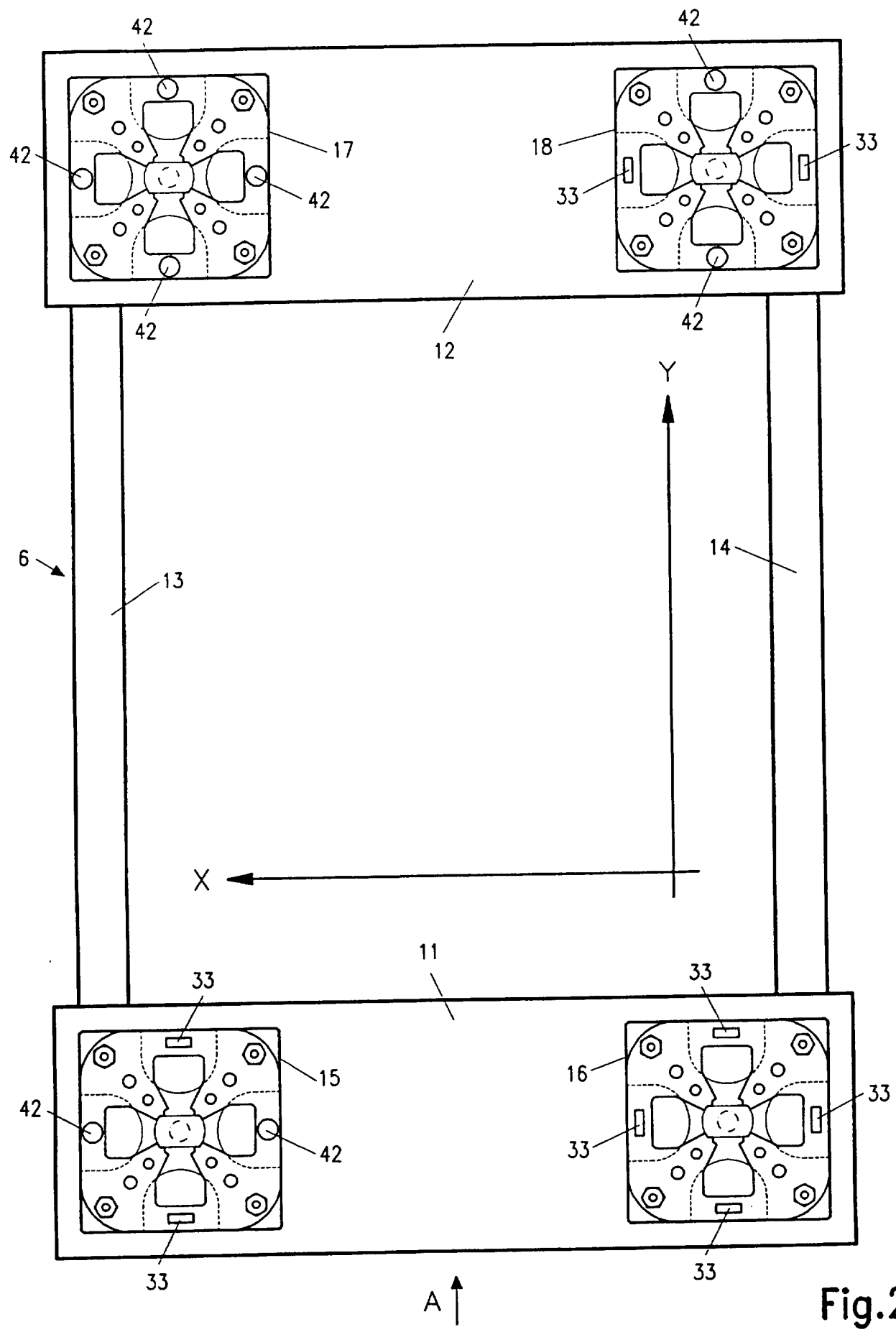


Fig.2

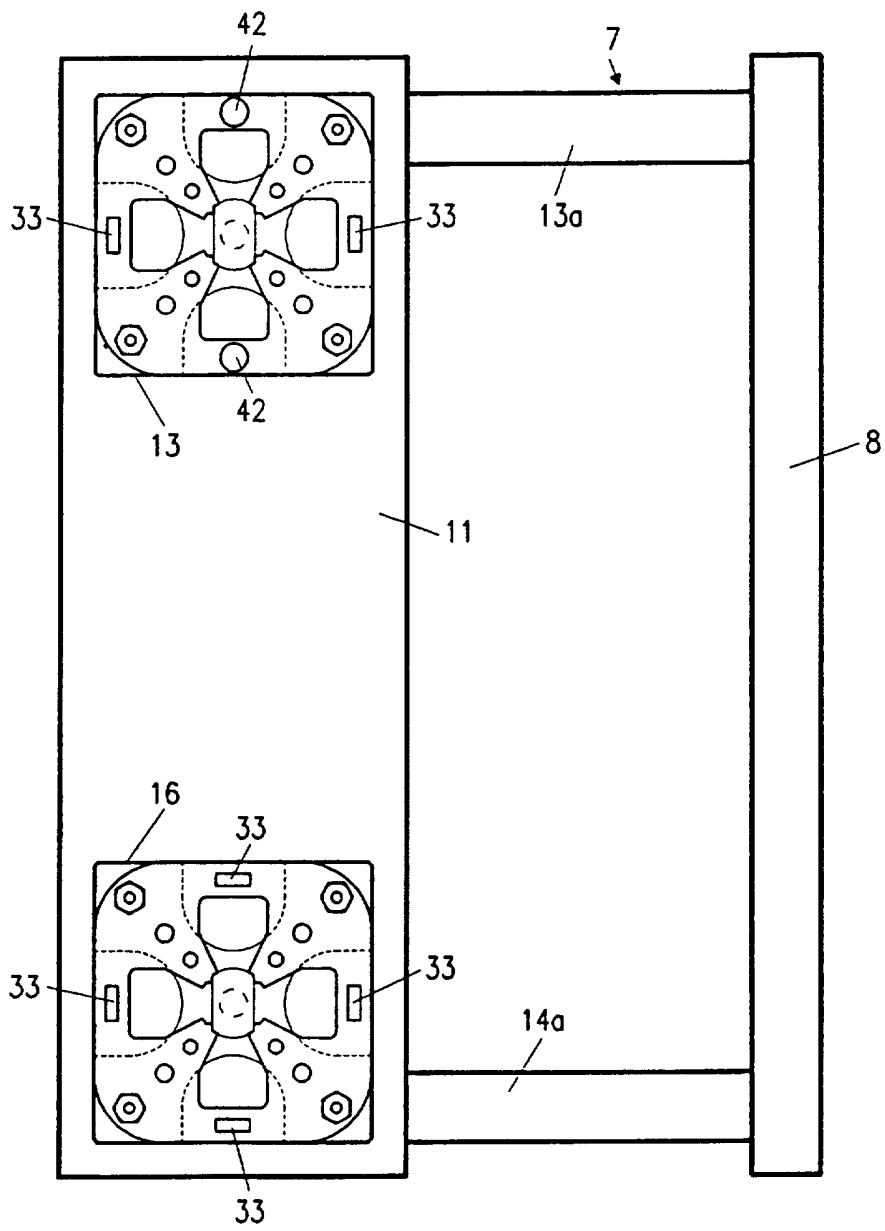


Fig.3

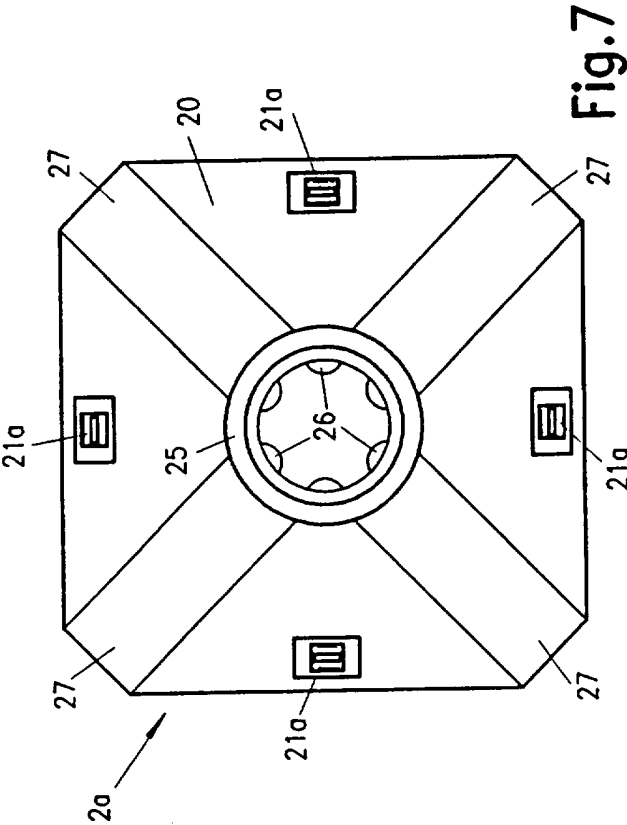


Fig. 7

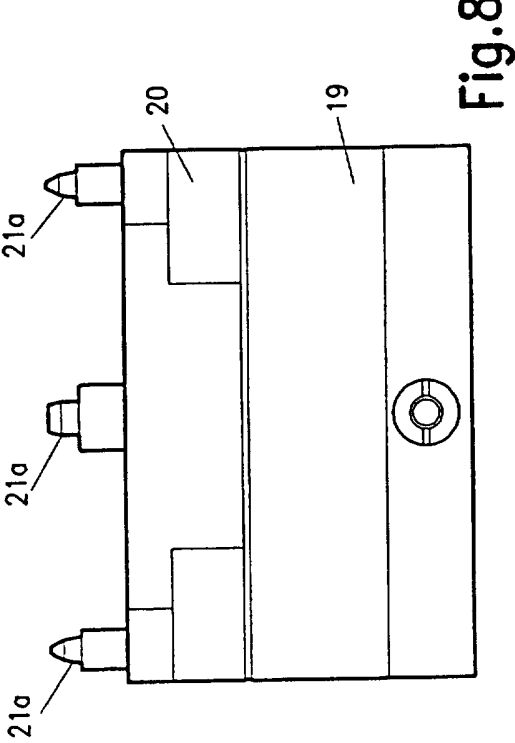


Fig. 8

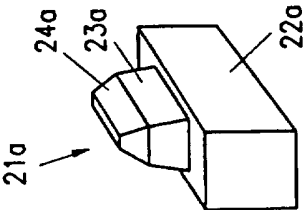


Fig. 9

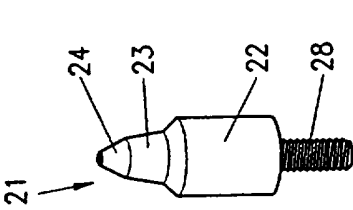


Fig. 6

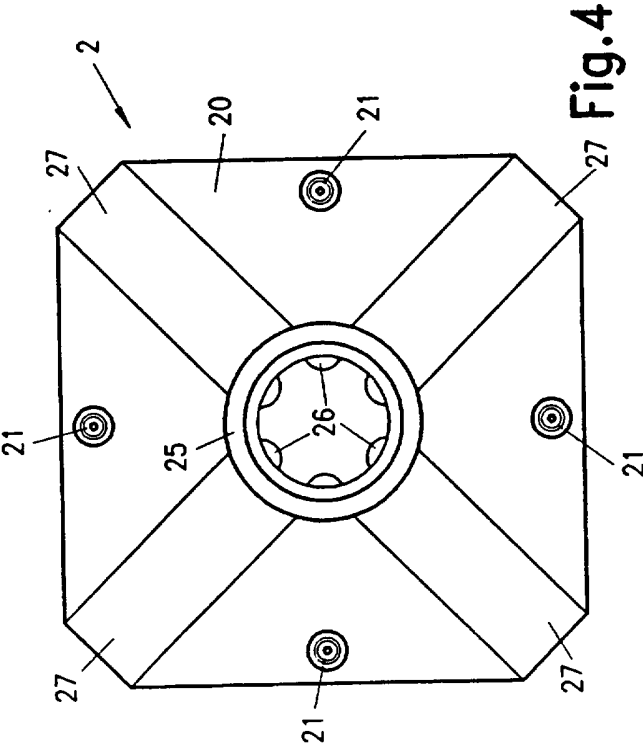


Fig. 4

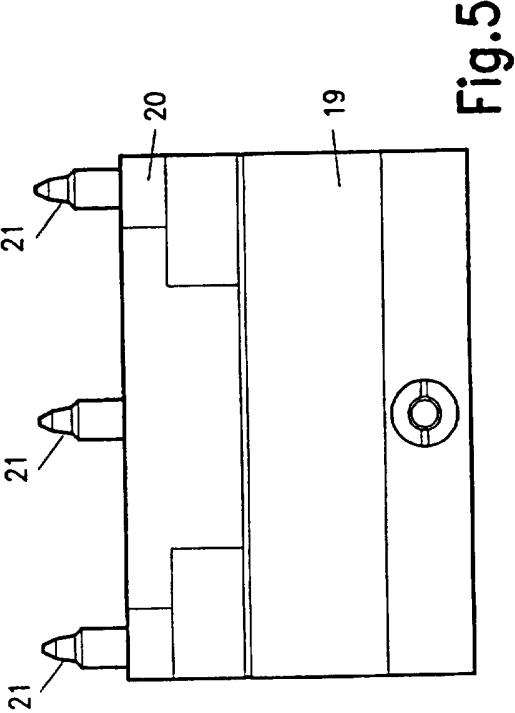


Fig. 5

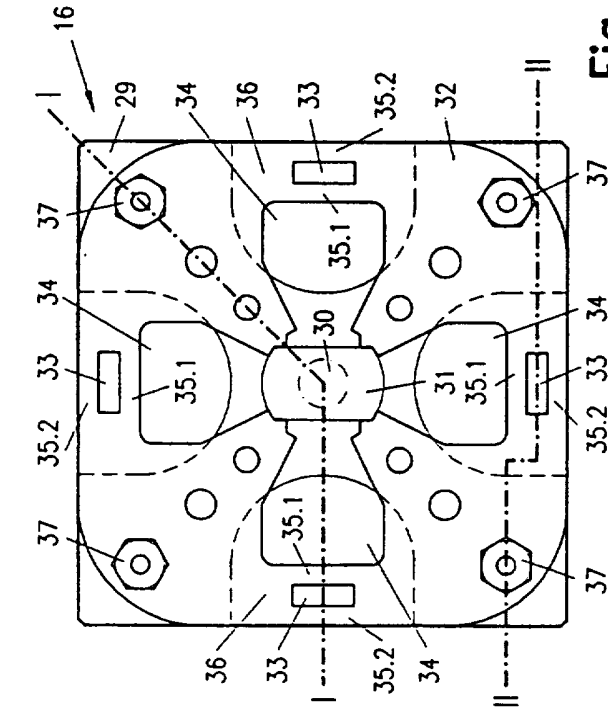


Fig. 10

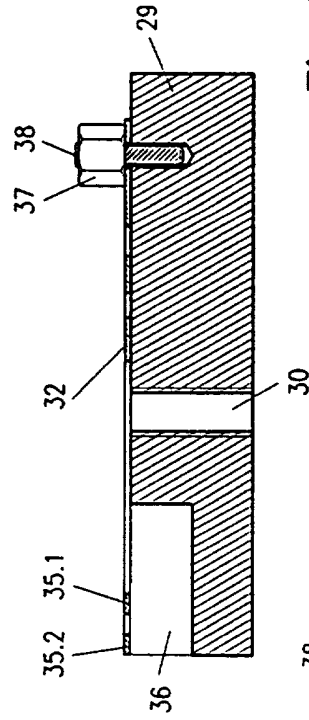


Fig. 11

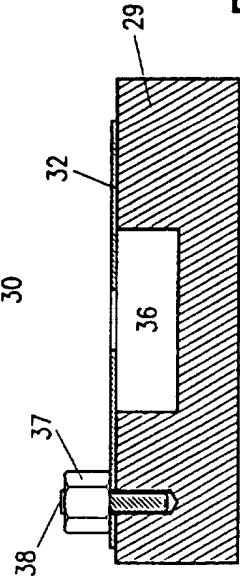


Fig. 12

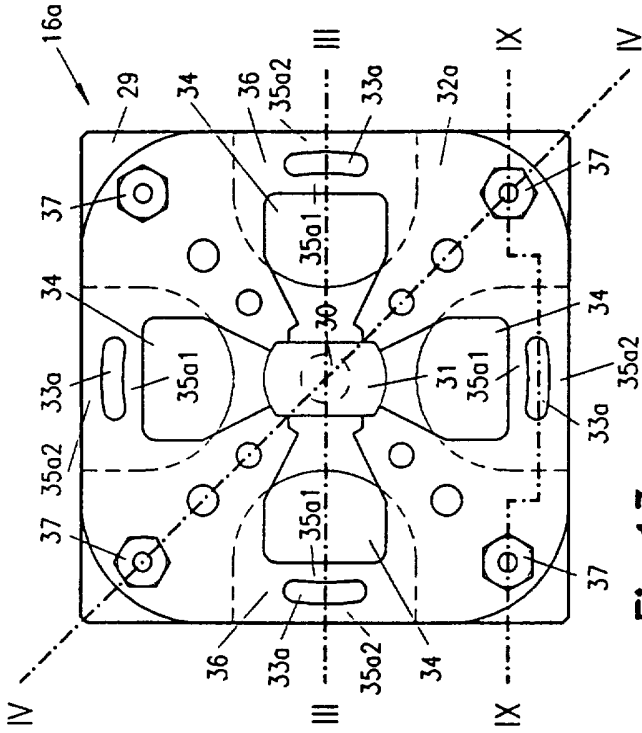


Fig. 13

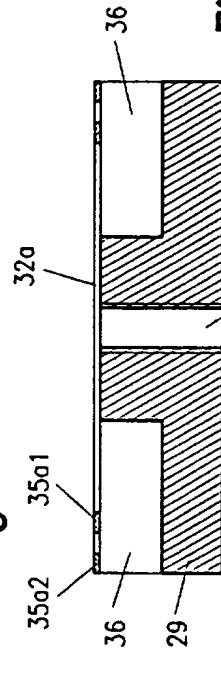


Fig. 14

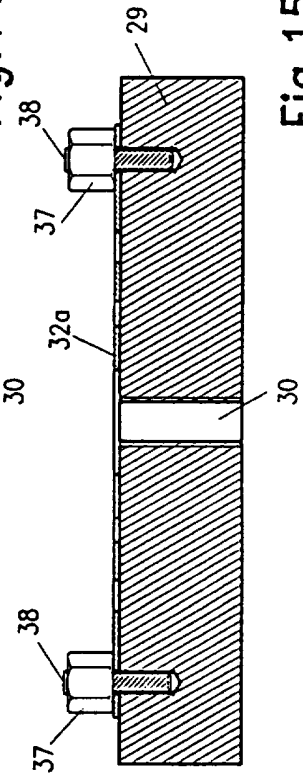


Fig. 15

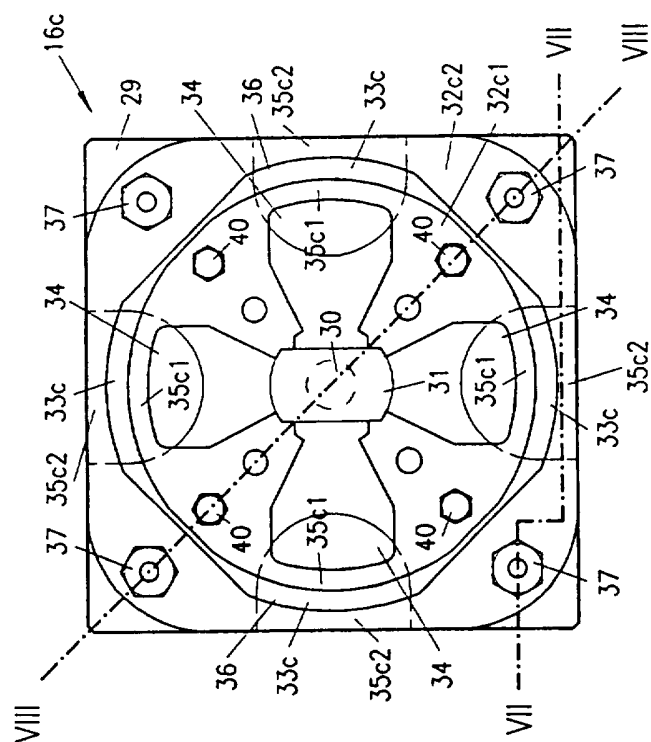


Fig. 19

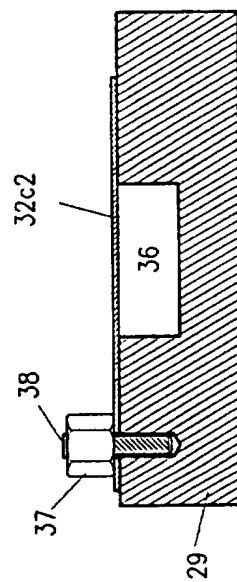


Fig. 20

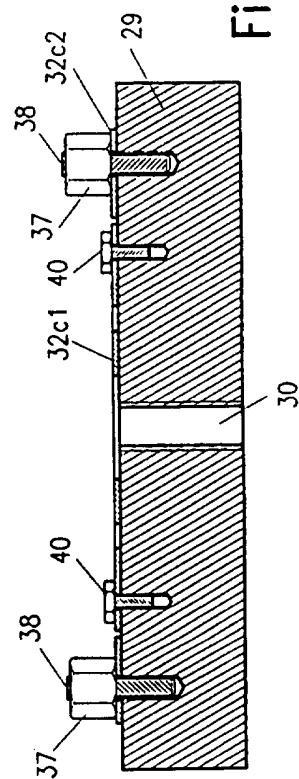


Fig.21

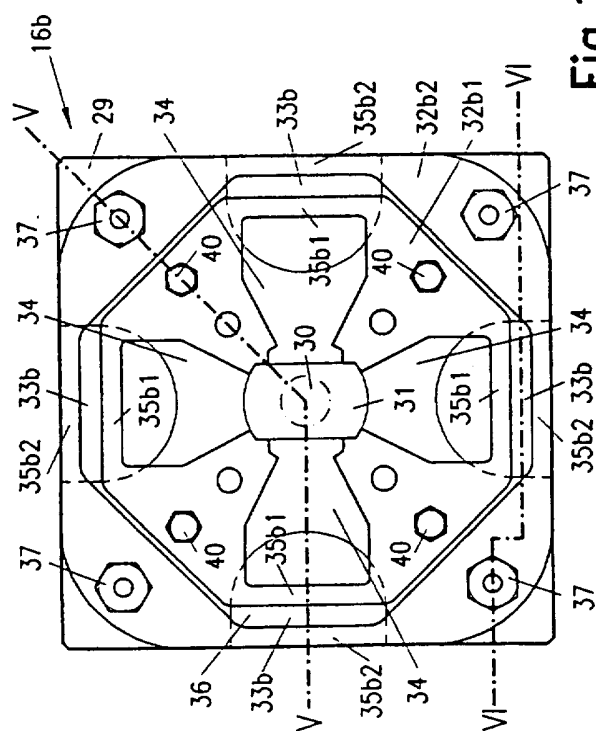


Fig. 16

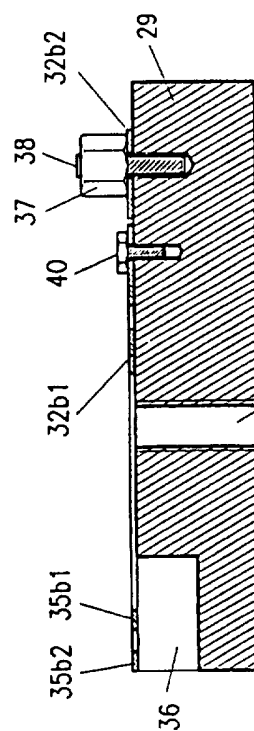


Fig.17

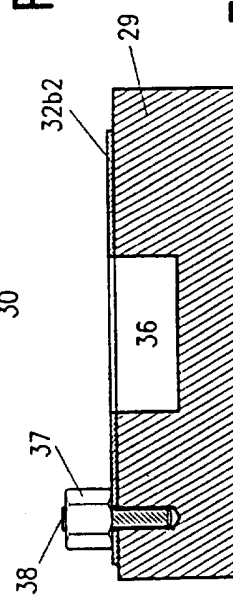


Fig. 18

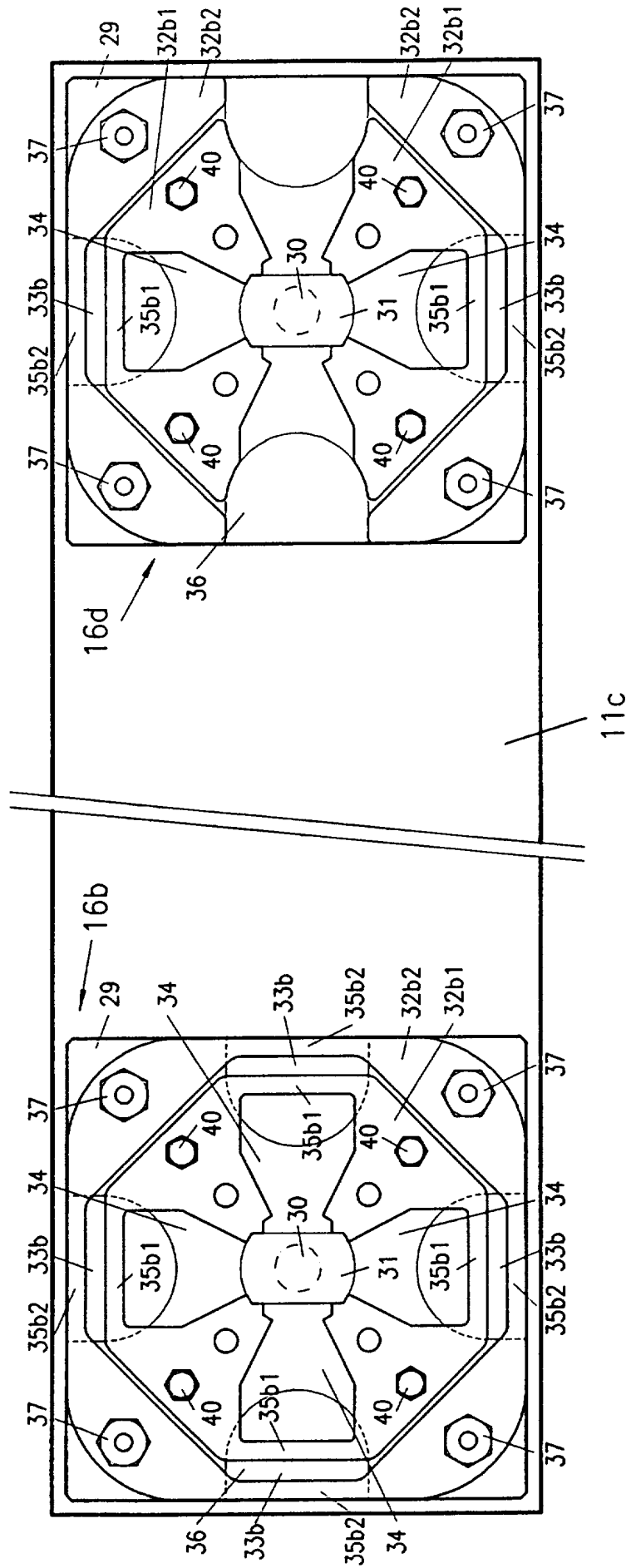


Fig.22

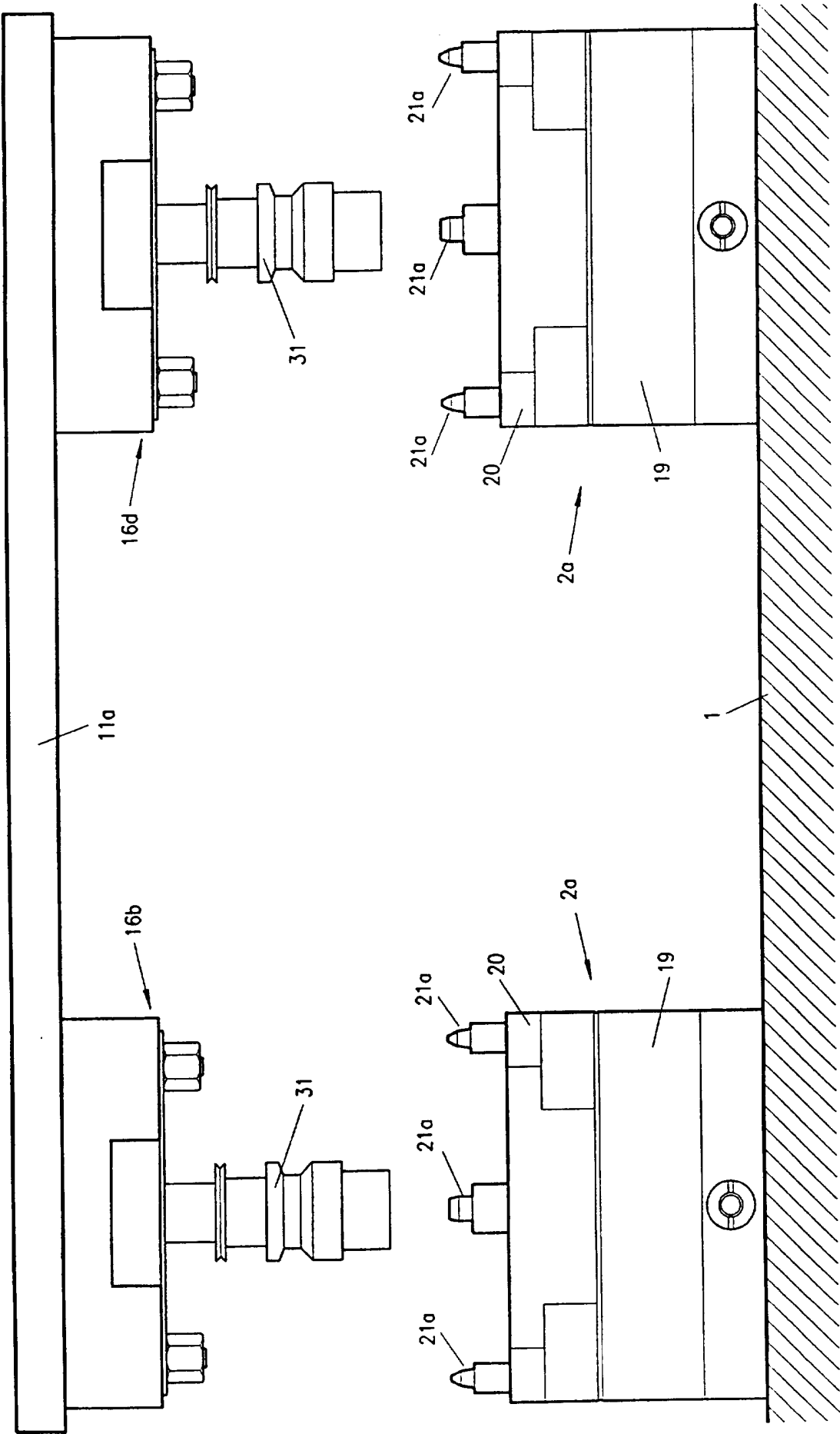


Fig. 23

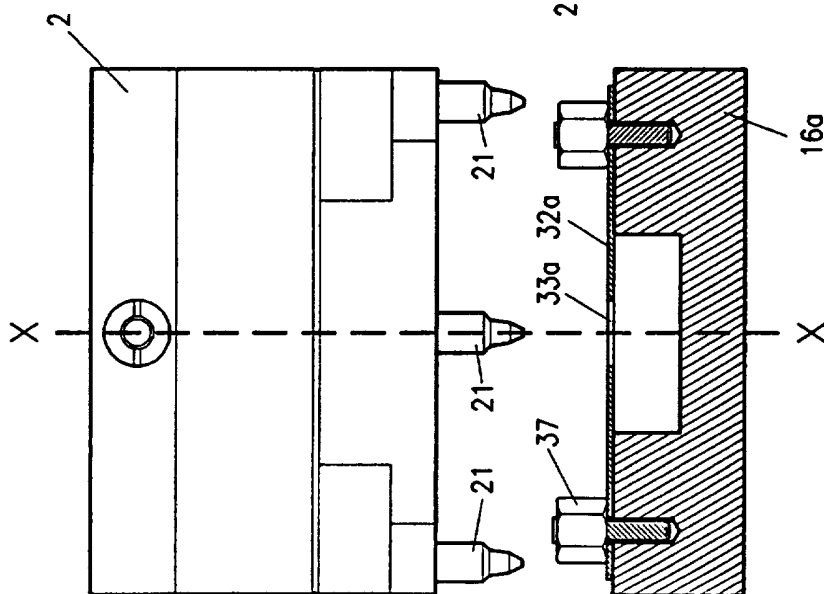


Fig. 24

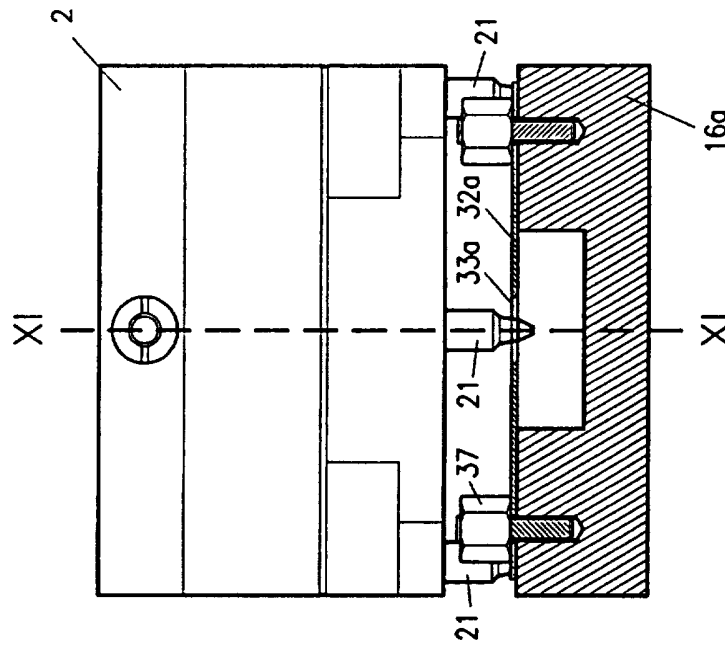


Fig. 25

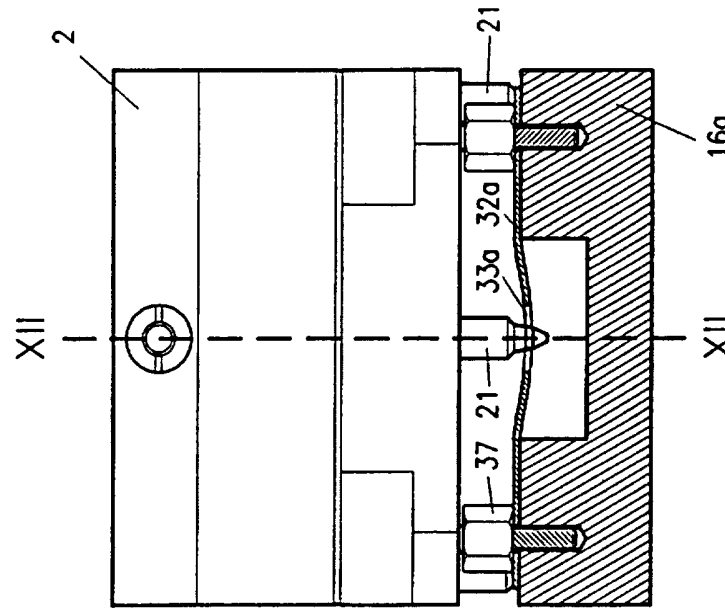


Fig. 26

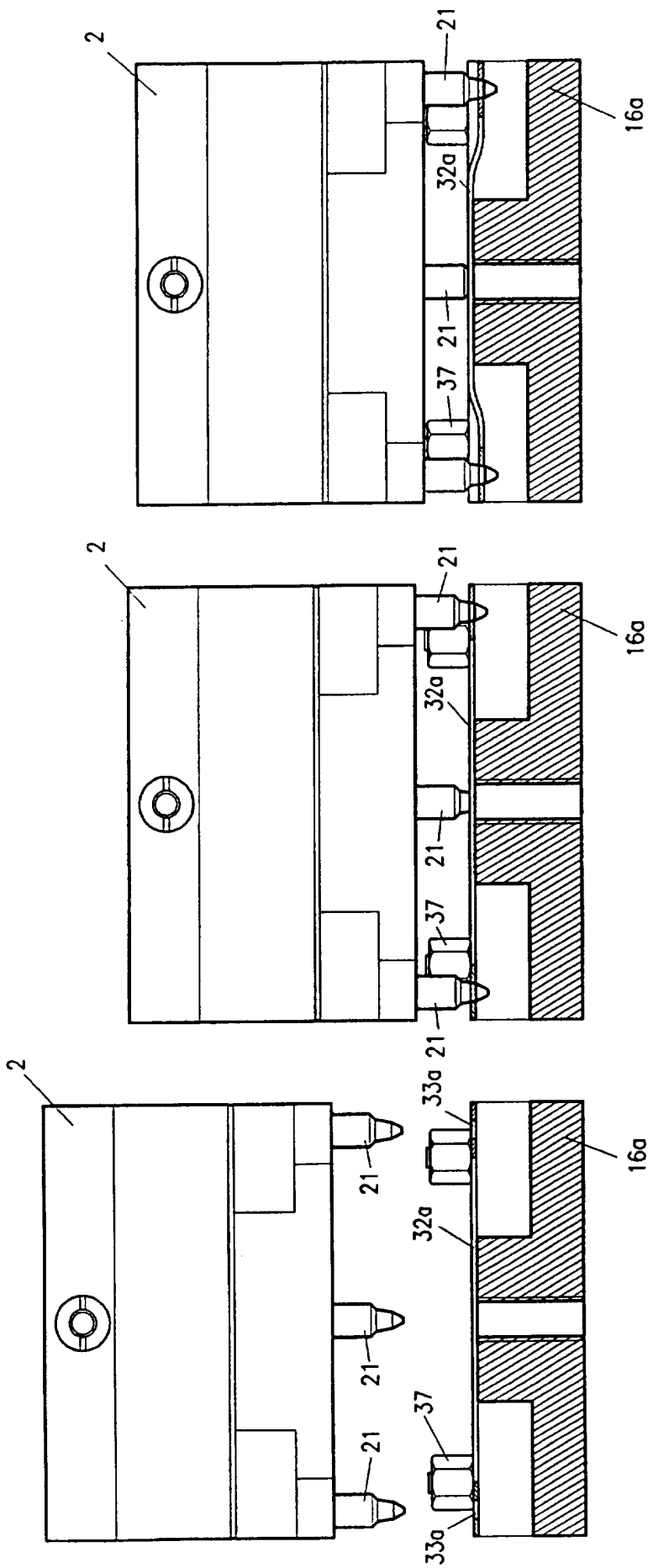


Fig.27

Fig.28

Fig.29