

SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 683601 A5  
⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>: B 23 Q 3/157

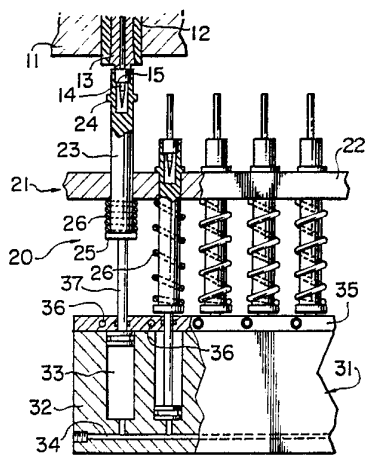
**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

<p>⑲ Gesuchsnummer: 1182/91</p> <p>⑳ Anmeldungsdatum: 19.04.1991</p> <p>㉓ Priorität(en): 20.04.1990 JP 2-102979 02.06.1990 JP 2-144667</p> <p>㉔ Patent erteilt: 15.04.1994</p> <p>㉕ Patentschrift veröffentlicht: 15.04.1994</p>	<p>㉗ Inhaber: Hitachi Seiko Ltd, Ebina-shi (JP)</p> <p>㉘ Erfinder: Ito, Yasushi, Hadano-shi (JP) Otani, Tamio, Hadano-shi (JP) Dobahsi, Tadanori, Kawasaki-shi (JP) Irie, Akira, Aiko-gun/Kanagawa-ken (JP) Matsuya, Akihiro, Ebina-shi (JP)</p> <p>㉙ Vertreter: Ammann Patentanwälte AG Bern, Bern</p>
--	---

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Auswechseln von Werkzeugen und Verwendung der Vorrichtung.

⑤⑦ Eine Vorrichtung zum Werkzeugwechseln zur Verwendung mit einer Spindel (11) hat eine Werkzeughaltevorrichtung (20, 21, 31) mit mehreren Werkzeughaltebauteilen (23), die in vorbestimmten Abständen angebracht sind. Jedes Werkzeughaltebauteil (23) ist so gelagert, dass es in seiner axialen Richtung bewegt werden kann und wird axial durch eine Antriebsvorrichtung angetrieben, so dass ein Werkzeug (14) zwischen dem Werkzeughaltebauteil (23) und der Spindel (11) übergeben wird.



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Austauschen eines Werkzeugs zwischen einer Werkzeughalterung und einer Spindel gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 3. Die Erfindung betrifft auch eine Verwendung der erfindungsgemässen Vorrichtung gemäss Anspruch 7.

Eine bekannte Bohrmaschine zum Bohren eines Lochs in eine gedruckte Leiterplatte ist aus der japanischen, nicht geprüften Patentveröffentlichung Nr. 6 294 210 bekannt. Die dort offenbarte Bohrmaschine ist so ausgelegt, dass eine Werkzeughalterung, wie sie im japanischen Gebrauchsmuster Nr. 62 201 638 offenbart ist und die mehrere Bohrer hält, an einem Bohrmaschinentisch befestigt ist, auf dem sich eine gedruckte Leiterplatte befindet, so dass die gewünschten Löcher während des Werkzeugwechsels gebohrt werden.

Die oben beschriebene vorbekannte Werkzeughalterung hat den Vorteil, dass eine Vielfalt von Werkzeugen gehalten werden kann. Das Werkzeug kann jedoch nicht direkt zwischen der Werkzeughalterung und der Spindel ausgetauscht werden, da der Abstand zwischen den gehaltenen Werkzeugen sehr klein gemacht wurde.

Die Anordnung wurde deshalb derartig ausgelegt, dass eine Übergabestation für die Werkzeughalterung vorgesehen ist, so dass ein in der Werkzeughalterung gehaltenes Werkzeug zeitweise durch die Übergabestation gehalten wird und dann von der Übergabestation an die Spindel weitergereicht wird. Ausserdem wird kurzzeitig der sich an der Spindel befindende Bohrer an die Übergabestation übergeben, bevor er von dieser Werkzeughalterung bewegt wird.

Bei derartigen Werkzeughalterungen ergibt sich aber der Nachteil, dass aufgrund der Übergabestation zum Abgeben und Annehmen von Werkzeugen lange Werkzeugwechselzeiten auftreten, was insgesamt die Arbeitseffektivität verringert.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum direkten Werkzeugwechsel zwischen einer Werkzeughalterung und einer Spindel anzugeben.

Diese Aufgabe wird gemäss dem Kennzeichen der Ansprüche 1 bzw. 3 gelöst.

Erfindungsgemäss können somit Werkzeuge, die in geringen Abständen in der Werkzeughalterung vorhanden sind, direkt von der Werkzeughalterung an die Spindel übergeben werden. Der Zwischenschritt mittels einer Übergabestation kann somit vermieden werden, so dass die für den Werkzeugwechsel benötigte Zeit nennenswert verkürzt werden kann. Dadurch ergibt sich eine Verbesserung der Arbeitseffektivität.

Bezugnehmend auf die Zeichnungen werden einzelne Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise geschnittene Vorderansicht einer erfindungsgemässen Ausführungsform der Vorrichtung für den Werkzeugwechsel;

Fig. 2 die perspektivische Ansicht einer Maschi-

ne, die mit einer erfindungsgemässen Wechselvorrichtung für Werkzeuge ausgerüstet ist;

Fig. 3 und 4 sind eine vergrösserte, teilweise geschnittene Seitenansicht und eine teilweise geschnittene Vorderansicht der Antriebseinrichtung aus Fig. 1;

Fig. 5 ein Beispiel eines Druck-Fluid-Kreislaufes zur Verwendung in einer Fluidversorgungseinrichtung,

Fig. 6A bis 6E die aufeinanderfolgenden Schritte beim Wechseln von Werkzeugen;

Fig. 7 eine Draufsicht auf eine andere erfindungsgemässe Ausführungsform der Werkzeugwechseleinrichtung;

Fig. 8 eine teilweise geschnittene Seitenansicht der in Fig. 7 dargestellten Werkzeugwechselvorrichtung; und

Fig. 9 die Tätigkeit beim Abschicken/Entgegennehmen eines Werkzeugs, wie sie durch die Werkzeugwechselvorrichtung aus Fig. 8 durchgeführt wird.

In Fig. 2 bezeichnet Bezugszeichen 1 ein Bett einer Bohrmaschine, die in der Lage ist, in gedruckte Leiterplatten Löcher zu bohren. Bezugsziffer 2 bezeichnet Führungen, die am Bett befestigt sind. Bezugszeichen 3 bezeichnet einen Tisch, der durch die Führungen 2 derartig beweglich gelagert wird, dass der Tisch 3 in eine Richtung längs des Pfeiles x durch ein Schraubenge triebe (nicht dargestellt) bewegt werden kann. Bezugsziffer 4 bezeichnet einen Ständer, der mit dem Bett 1 derartig verbunden ist, dass der Ständer 4 den Tisch 3 überspannt. Bezugsziffer 5 bezeichnet Führungen, die an der vorderen Oberfläche des Ständers 4 befestigt sind. Bezugsziffer 6 bezeichnet einen Schlitten, der durch die Führungen 5 beweglich gelagert wird. Bezugsziffer 7 bezeichnet einen durch den Ständer 4 gehaltenen Motor. Bezugsziffer 8 bezeichnet eine Antriebsschnecke, die mit dem Motor 7 verbunden ist, durch den Ständer 4 drehbar gelagert wird und die funktionell mit einer im Schlitten 6 ausgebildeten Mutter (nicht dargestellt) in Eingriff steht. Somit kann der Schlitten 6 in Richtung des Pfeils Y bewegt werden, wenn sich der Motor 7 dreht. Bezugsziffer 9 bezeichnet einen Sattel, der am Schlitten 6 beweglich gelagert wird, so dass er in Richtung des Pfeiles Z mittels eines Schraubenge triebes, das durch einen Motor 10 angetrieben wird, bewegt werden kann. Bezugsziffer 11 bezeichnet Spindeln, die durch den Sattel 9 gelagert werden, wobei jede Spindel 11 einen Rotor 12 und ein Bohrfutter 13, wie in Fig. 1 dargestellt, hat, so dass jedes der Werkzeuge 14, die an sich einen Positionierungring 15 aufweisen, durch das Bohrfutter 13 gehalten wird.

Bezugsziffer 16 bezeichnet mehrere gedruckte Leiterplatten, die in vorbestimmten Positionen auf dem Tisch 3 befestigt sind.

Bezugsziffer 20 bezeichnet mehrere, am Tisch 3 mittels Klammern 19 befestigte Werkzeugwechselvorrichtungen. Wie in Fig. 1 dargestellt, besteht jede Werkzeugwechselvorrichtung 20 aus einer Werkzeughalterevorrichtung 21 und einer Antriebsvorrichtung 31, wobei die Werkzeugwechselvorrichtung

gen 20 in vorbestimmten Abständen so angeordnet sind, dass sie sich gegenüberstehen.

Bezugsziffer 22 bezeichnet eine Kasette mit mehreren, matrixartig unter vorbestimmten Abständen angeordneten Löchern. Bezugsziffer 23 bezeichnet mehrere Werkzeugpfosten, die die Werkzeughaltebauteile bilden und die axial verschiebbar durch die Kasette 22 gelagert sind. Jeder Werkzeugpfosten 23 hat in seinem oberen Bereich ein Loch, um einen Ring 15 eines Werkzeugs 14 zu halten und um den Endbereich des Werkzeugs 24 aufzunehmen, ausserdem weist er einen an seiner Aussenseite angebrachten Anschlag 24 auf. Bezugsziffer 25 bezeichnet einen am unteren Endbereich des Werkzeugpfostens 23 angebrachten Ring. Bezugsziffer 26 bezeichnet eine um den Pfosten 23 herumliegende und sich zwischen Kasette 22 und Ring 25 erstreckende Schraubenfeder.

Bezugsziffer 32 bezeichnet einen Zylinderkörper, innerhalb dessen mehrere Zylinder 33 ausgebildet sind, die unter denselben Abständen wie die der Löcher in der Kasette 22 angeordnet sind. Der Zylinderkörper 32 weist mehrere Fluidleitungen 34 auf, die mit den unteren Enden derjenigen Zylinder verbunden sind, die in den entsprechenden Spalten der oben erwähnten Matrix angeordnet sind. Bezugsziffer 35 bezeichnet einen Deckel, der Löcher hat, die mit dem Zylinder 33 verbunden sind, wobei der Deckel 35 am Zylinderkörper 32 befestigt ist. Der Deckel 35 weist ausserdem mehrere Fluidleitungen 36 auf, die mit den oberen Endbereichen jeweils derjenigen Zylinder 33 verbunden sind, die in einer Zeile der oben beschriebenen Matrix angeordnet sind. Bezugsziffer 37 bezeichnet einen Kolben, der beweglich in jedem der Zylinder 33 eingepasst ist.

Bezugnehmend auf Fig. 5 erkennt man, dass die oben beschriebenen Fluidleitungen 34 und 36 mit einer Druckluftquelle 60 über Druckregulatoren X und Y sowie über Magnetventile X1 bis X5 und Y1 bis Y9 verbunden sind. Bezugsziffer 40 bezeichnet eine Steuerungseinheit, um die Fluidleitungen mittels der Magnetventile X1 bis X5 und Y1 bis Y9 umzuschalten.

Im folgenden wird die Arbeitsweise der bisher beschriebenen Werkzeugwechsellvorrichtung erläutert.

Wenn die Magnetventile X1 bis X5 betätigt werden, ist die Fluidleitung 34 mit der Atmosphäre verbunden. Wenn die Magnetventile Y1 bis Y9 betätigt werden, wird den Fluidleitungen 36 Druckluft zugeführt. Somit werden die Kolben 37 jeweils herabgedrückt, so dass jeder der Werkzeugpfosten 23 durch die Wirkung der Feder 26 in eine Warteposition herabgedrückt wird, bei der der Anschlag 24 an der Kasette 22 anliegt.

In diesem Zustand wird die Spindel 11, die ein Werkzeug 14 hält und die eine gewünschte Tätigkeit soeben beendet hat, mittels einer Relativbewegung zwischen Tisch 3 und Schlitten 6 in eine Position bewegt, bei der die Spindel axial mit dem entsprechenden Werkzeugpfosten 23 wie in Fig. 6A dargestellt ausgerichtet ist. Die Spindel 11 wird dadurch in eine Werkzeugwechselposition gebracht, wie in Fig. 6B dargestellt.

Nimmt man nun an, dass sich der fragliche Werkzeugpfosten 23 an der Position X1–Y9 befindet, wie in Fig. 5 dargestellt, wird das Magnetventil Y9 auf einen von der Steuerungseinheit 40 ausgegebenen Befehl hin betätigt, so dass die mit dem Magnetventil Y9 verbundene Fluidleitung 36 mit der Atmosphäre verbunden wird. Gleichzeitig wird das Magnetventil X1 betätigt, so dass der mit diesem verbundenen Fluidleitung 34 Druckluft zugeführt wird.

Demzufolge wird nun all den Zylindern 33 Druckluft zugeführt, die mit einer Druckluft führenden Fluidleitung 34 verbunden sind. Da aber die mit den Magnetventilen Y1 bis Y8 verbundenen Zylinder 33 über Fluidleitungen 36 mit Druckluft versorgt werden, werden deren Kolben 37 nicht bewegt. Da aber, andererseits die mit dem Magnetventil Y9 verbundene Fluidleitung 36 mit der Atmosphäre in Verbindung steht, wird der Kolben 37 des mit dem Magnetventil Y9 in Verbindung stehenden Zylinders 33 durch die Druckluft, die durch die Fluidleitung 34 zugeführt wird, aufwärts bewegt. Somit wird der Werkzeugpfosten 23 nach oben geschoben, wie in Fig. 6B dargestellt. Der Werkzeugpfosten 23 hält dann den Ring 15 des von der Spindel 11 gehaltenen Werkzeugs 14, das an der Werkzeugwechselposition wartet. Daraufhin wird das Bohrfutter 13 der Spindel 11 geöffnet, so dass das Werkzeug 14 freigegeben und an den Werkzeugpfosten 23 übergeben wird.

Wenn das Werkzeug 14 von der Spindel 11 an den Werkzeugpfosten 23 wie oben beschrieben übergeben wurde, wird die Spindel 11 wie in Fig. 6C dargestellt nach oben bewegt. Gleichzeitig werden die Magnetventile X1 und Y9 betätigt, so dass die Fluidleitung 34 mit der Atmosphäre verbunden ist und Druckluft der Fluidleitung 36 zugeführt wird. Somit wird der Kolben 37 durch die Druckluft in eine Warteposition herabgedrückt. Daraufhin wird der das Werkzeug 14 haltende Werkzeugpfosten 23 aufgrund der treibenden Kraft der Feder 26 in die Warteposition herabgedrückt wie in Fig. 6C dargestellt.

In diesem Zustand wird der Tisch 3 und der Schlitten 6 so bewegt, dass die Spindel 11 zu einer Position über einem als nächstes zu benutzenden Werkzeug 14a bewegt wird, wie in Fig. 6D dargestellt. Somit wird die Spindel 11 in eine Werkzeugwechselposition bewegt, wie in Fig. 6E dargestellt.

Wenn sich nun der in Fig. 6D und 6E dargestellte Werkzeugpfosten 23 an der in der Fig. 5 dargestellten Position X3–Y5 befindet, wird das Magnetventil Y5 betätigt, so dass die mit diesem in Verbindung stehende Fluidleitung 36 mit der Atmosphäre verbunden wird. Gleichzeitig wird das Magnetventil X3 betätigt, so dass die mit diesem in Verbindung stehende Fluidleitung 34 mit Druckluft versorgt wird.

Somit wird nun allen mit der Druckluft führenden Fluidleitung 34 verbundenen Zylindern 33 Druckluft zugeführt. Da aber auch denjenigen Zylindern 33, die mit den Magnetventilen Y1 bis Y4 und Y6 bis Y9 verbunden sind, Druckluft zugeführt wird, werden die mit diesen Ventilen verbundenen Kolben nicht bewegt. Da aber andererseits die mit dem Ventil Y5 verbundene Fluidleitung 36 mit der Atmo-

sphäre verbunden ist, wird der Kolben 37 des mit dem Ventil Y5 verbundenen Zylinders 33 durch die über die Fluidleitung 34 zugeführte Druckluft nach oben bewegt. Der Werkzeugpfosten 23 wird also nach oben bewegt, wie in Fig. 6E dargestellt, so dass der Schaftbereich des Werkzeugs 14a in das Bohrfutter 13 der in der Werkzeugwechselposition wartenden Spindel 11 eingeführt wird. Die Spindel 11 verschliesst dann ihr Bohrfutter 13, um das Werkzeug 14a vom Werkzeugpfosten 23 zu übernehmen.

Nachdem somit das Werkzeug 14 vom Werkzeugpfosten 23 an die Spindel 11 übergeben wurde, wird die Spindel 11 nach oben in die selbe Höhe wie in Fig. 6A dargestellt bewegt. Gleichzeitig werden die Magnetventile X3 und Y5 betätigt, so dass die Fluidleitung 34 mit der Atmosphäre in Verbindung steht und der Fluidleitung 36 Druckluft zugeführt wird. Durch die Druckluft wird somit der Kolben 37 in eine Warteposition herabgedrückt, dadurch werden dann auch die Werkzeugpfosten 23 durch die treibende Kraft der Federn 26 in die Warteposition herabgedrückt.

Danach werden Tisch 3 und Schlitten 6 so bewegt, dass das Werkzeug 14a in eine Bearbeitungsposition gebracht wird, so dass die Bearbeitung begonnen werden kann.

Somit erübrigt es sich bei dieser Ausführungsform, ein Werkzeug an eine Übergabestation zu übergeben, wenn es ausgewechselt werden soll, statt dessen kann es direkt an einen Werkzeugpfosten zurückgegeben werden und ein anderes Werkzeug von einem anderen Werkzeugpfosten her angenommen werden. Die für den Werkzeugwechsel benötigte Zeit kann dadurch merklich verkürzt werden.

In der oben beschriebenen Ausführungsform kann der Druck der Druckluft, die den Zylindern 33 zugeführt wird, um deren Kolben 37 nach oben zu bewegen, denselben Druck haben wie der Druck, um den Kolben 37s abwärts zu bewegen.

Ausserdem können die Zylinder 33 unabhängig voneinander angeordnet sein und individuell bedient werden.

Es wird nun eine andere erfindungsgemässe Ausführungsform beschrieben.

In dieser Ausführungsform sind die im Druckfluidkreislauf enthaltenen Regulatoren X und Y, wie sie in Fig. 5 dargestellt sind, so eingestellt, dass der Druck am Ausgang des Regulators Y grösser als der des Regulators X ist.

Werden die Magnetventile X1 bis X5 und Y1 bis Y9 betätigt, werden die Fluidleitungen 34 und 36 mit Druckluft versorgt. Aufgrund der Druckdifferenz der zugeführten Druckluft wird jeder Kolben 37 herabgedrückt, und durch die Federn wird ebenso jeder Werkzeugpfosten 23 in eine Warteposition herabgedrückt, bei der der Anschlag 24 an der Kassette 22 anliegt.

In diesem Zustand wird die Spindel 11, die das Werkzeug 14 hält und die soeben eine bestimmte Arbeit beendet hat, mittels der Relativbewegung zwischen Tisch 3 und Schlitten 6 in eine Position bewegt, bei der die Spindel 11 axial mit dem entsprechenden Werkzeugpfosten 23 ausgerichtet ist

wie in Fig. 6A dargestellt. Die Spindel 11 befindet sich dadurch in der Werkzeugwechselposition wie in Fig. 6B dargestellt.

Nimmt man nun an, dass der in Fig. 6A dargestellte Werkzeugpfosten sich an der Position X1–Y9 wie in Fig. 5 dargestellt befindet, werden die Magnetventile X2 bis X5 und Y9 auf von der Steuerungseinheit 40 ausgegebene Befehle hin so betätigt, dass die mit den Magnetventilen X2 bis X5 in Verbindung stehenden Fluidleitungen 34 und die mit dem Ventil Y9 verbundene Fluidleitung 36 mit der Atmosphäre verbunden werden.

Somit fällt die herabdrückende Kraft weg, die dem mit dem Magnetventil Y9 verbundenen Zylinder 33 zugeführt wurde. Genauso fallen aber die Kräfte weg, die die Kolben in den mit den Magnetventilen X2 bis X5 in Verbindung stehenden Zylindern heben könnten, so dass die Kolben der Zylinder an den Positionen X2–Y9, X3–Y9, X4–Y9 und X5–Y9 nicht bewegt werden.

Da aber andererseits über die Fluidleitung 34 dem Zylinder 33, der mit den Magnetventilen X1 und Y9 in Verbindung steht und der sich an der Position X1–Y9 befindet, Druckluft zugeführt wird, während die mit diesem Zylinder verbundene Fluidleitung 36 mit der Atmosphäre verbunden ist, wird der Kolben 37 dieses Zylinders nach oben in die in Fig. 6B dargestellte Position bewegt, so dass auch der Werkzeugpfosten nach oben bewegt wird. Der Werkzeugpfosten 23 hält dann den Ring 15 des Werkzeugs 14, das von der in der Werkzeugwechselposition wartenden Spindel (Fig. 6B) gehalten wird. Die Spindel 11 öffnet danach ihr Bohrfutter 13, um das Werkzeug 14 freizugeben, dadurch wird das Werkzeug 14 an den Werkzeugpfosten 23 übergeben.

Nachdem das Werkzeug 14 von der Spindel 11 an den Werkzeugpfosten 23 wie oben beschrieben übergeben wurde, wird die Spindel 11 wie in Fig. 6C dargestellt nach oben bewegt. Gleichzeitig werden die Magnetventile X2 bis X5 und Y9 betätigt, so dass Druckluft den mit diesen Ventilen verbundenen Fluidleitungen 34 und 36 zugeführt wird. Dadurch wird der Kolben 37 des Zylinders 33, der sich an der Position X1–Y9 befindet aufgrund der Druckdifferenz der Druckluft in die Warteposition herabgedrückt. Zu diesem Zeitpunkt wird das Magnetventil X1 zeitweilig betätigt, so dass die Fluidleitung 34 mit der Atmosphäre verbunden wird und sich die Geschwindigkeit, mit der der Kolben 37 nach unten bewegt wird, erhöht. Durch die treibende Kraft der Feder 26 wird somit der Werkzeugpfosten 23, der das Werkzeug 14 hält, in die in Fig. 6C dargestellte Warteposition herabgedrückt.

Wie in Fig. 6D dargestellt wird nun der Tisch 3 und der Schlitten 6 so bewegt, dass sich die Spindel 11 in einer Position über einem als nächstes zu verwendenden Werkzeug 14a befindet. Dadurch befindet sich die Spindel 11 in der in Fig. 6E gezeigten Werkzeugwechselposition.

Wenn sich der in den Fig. 6D und 6E dargestellte Werkzeugpfosten 23 an der Position X3–Y5 wie in Fig. 5 dargestellt befindet, werden die Magnetventile X1, X2, X4, X5 und Y5 auf von der Steuerungseinheit 40 ausgegebene Befehle hin betätigt. Dadurch stehen die mit den Magnetventilen X1, X2,

X4 und X5 verbundenen Fluidleitungen sowie die mit dem Magnetventil Y5 verbundene Fluidleitung 36 mit der Atmosphäre in Verbindung.

Die herabdrückende Kraft, die in dem mit dem Magnetventil Y5 verbundenen Zylinder 33 wirkt, fällt somit weg. Da aber die anhebenden Kräfte, die in den mit den Magnetventilen X1, X2, X4 und X5 verbundenen Zylindern 33 wirken, ebenso wegfallen, werden die Kolben 37 jeder derjenigen Zylinder, die sich an den Positionen X3-Y1, X3-Y2, X3-Y4 und X3-Y5 befinden, nicht bewegt. Andererseits wird der Kolben 37 des Zylinders 33, der sich an der Position X3-Y5 befindet und der mit den Magnetventilen X3 und Y5 in Verbindung steht, nach oben bewegt, da die Fluidleitung 36 mit der Atmosphäre in Verbindung steht und Druckluft über die Fluidleitung 34 dem Zylinder 33 zugeführt wird. Dadurch bewegt sich der Werkzeugpfosten 23 nach oben. Der Schaftbereich des Werkzeugs 14 wird somit in das Bohrfutter 13 der Spindel 11 eingeführt, die in der Werkzeugwechselposition wartet. Die Spindel 11 schliesst dann ihr Bohrfutter 13, um das Werkzeug 14a zu erfassen und vom Werkzeugpfosten 23 her zu übernehmen.

Nachdem somit das Werkzeug 14a vom Werkzeugpfosten 23 an die Spindel 11 übergeben wurde, wird die Spindel 11 nach oben auf dieselbe Höhe wie in Fig. 6A gezeigt bewegt. Gleichzeitig werden die Magnetventile X1, X2, X4, X5 und Y5 betätigt, so dass Druckluft den mit diesen Ventilen verbundenen Fluidleitungen 34 und 36 zugeführt wird. Aufgrund der Druckdifferenz der Druckluft wird somit der Kolben 37 herabgedrückt. Aufgrund der treibenden Kraft der Feder 26 werden dann auch alle Werkzeugpfosten 23 in ihre Warteposition herabgedrückt.

Danach werden Tisch 3 und Schlitten 6 so bewegt, dass das Werkzeug 14a in eine Arbeitsposition bewegt wird, so dass die Bearbeitung beginnen kann.

Es erübrigt sich somit, beim Werkzeugwechsel ein Werkzeug an eine Übergabestation zu übergeben, statt dessen kann das Werkzeug direkt an die Werkzeugpfosten zurückgegeben werden und ein neues Werkzeug direkt von einem anderen Werkzeugpfosten her aufgenommen werden. Die für einen Werkzeugwechsel benötigte Zeit kann dadurch merklich verkürzt werden. Ausserdem wird jedem der Zylinder 33 Druckluft zugeführt, so dass die anhebende Kraft für alle Leitungen mit Ausnahme derjenigen Leitung (eine der Leitungen X1 bis X5), die den zu betätigenden Zylinder 33 enthält, wegfällt und so dass die herabdrückende Kraft, die an derjenigen Leitung (eine der Leitungen Y1 bis Y9) wirkt, die den zu betätigenden Zylinder 33 beinhaltet, ebenfalls wegfällt. Dadurch kann der Zeitraum, der zur Betätigung des Zylinders 33 benötigt wird, verkürzt werden, selbst dann, wenn jede der Fluidleitungen 34 und 36 vergleichsweise lang ist.

In den obigen Ausführungsformen wird ein Werkzeug von der Spindel an einen Werkzeugpfosten übergeben. Es ergeben sich somit zwei Auf- und Abwärtsbewegungen der Werkzeugpfosten, einmal wird der Werkzeugpfosten nach oben bewegt, um ein zurückzugebendes Werkzeug von der Spindel

her zu übernehmen, danach wird der Werkzeugpfosten abwärts bewegt, danach wird ein anderer Werkzeugpfosten, der ein anderes Werkzeug hält, nach oben bewegt, um dieses an die Spindel zu übergeben, danach wird auch dieser wieder abwärts bewegt.

Die sich somit ergebende Werkzeugwechselzeit kann weiter verkürzt werden.

Da ausserdem für jeden Werkzeugpfosten ein eigener Zylinder vorgesehen ist und die so vorgesehenen Zylinder einzeln betätigt werden, hat die Zylinderantriebsvorrichtung einen komplizierten Aufbau und ist somit vergleichsweise gross und teuer.

Demzufolge wird eine andere Ausführungsform angegeben, bei der die Werkzeugwechselzeit weiter verkürzt ist, die einen einfacheren Aufbau hat und somit billiger ist.

Fig. 7 bis 9 stellen eine weitere erfindungsgemässe Ausführungsform der Werkzeugwechselvorrichtung dar. Bezugsziffer 41 bezeichnet eine Gruppe von Werkzeugsetzpfosten mit mehreren Werkzeugsetzpfosten 43, die in vorbestimmten Abständen angebracht sind, wobei die Werkzeugsetzpfosten 43 Werkzeuge 42 aufnehmen. Die Gruppe 41 der Werkzeugsetzpfosten wird durch eine Pfostenhalterung 44 so gehalten, dass die Werkzeugsetzpfosten 43 vertikal in Richtung einer Spindel 45 bewegt werden können.

Jeder Werkzeugsetzpfosten 43 hat eine zylindrische Form mit einem Boden. Die Werkzeugsetzpfosten 43 sind oben offen und haben eine Ringaufnahme 48, in die ein Werkzeug 42 herum angebrachter Positioniererring 47 eingeführt werden kann. Die Werkzeugsetzpfosten 43 weisen ausserdem einen ringförmigen Flanschbereich 49 auf, der im unteren Abschnitt der äusseren Umfangsfläche angebracht ist, so dass der Flanschbereich 49 an der inneren Umfangsfläche eines später zu beschreibenden, den Pfosten aufnehmenden Loches gleiten kann.

Die Pfostenhalterung 44 hat ein Pfostenlochbauteil 52, in dem Pfostenlöcher 51 zur beweglichen Aufnahme der Werkzeugsetzpfosten 43 ausgebildet sind, wobei genauso viele Pfostenlöcher 51 wie Werkzeugsetzpfosten 43 vorgesehen sind. Die Pfostenlöcher 51 sind nach oben in einen rechteckigen Kasten 50 geöffnet und ihr Unterende ist durch die Bodenplatte 53 des rechteckigen Kastens 50 verschlossen.

Zwischen dem rechteckigen Kasten 50 und dem Pfostenlochbauteil 52 befindet sich ein Spalt 54, der eine Luftleitung 55 darstellt, die mit den offenen Oberenden der Pfostenlöcher 51 in Verbindung steht. Ausserdem weist die Bodenplatte 53 des rechteckigen Kastens 50 Luftlöcher 56 auf. Die Luftleitung 55 und die Luftleitungslöcher 56 sind mit einer Druckluftquelle verbunden, so dass Luft in die Pfostenlöcher 51 eingeleitet bzw. von diesen weggeführt werden kann.

Wird durch die Luftlöcher 56 Druckluft in die Pfostenlöcher 51 eingeleitet, werden die Werkzeugsetzpfosten 43 gemeinsam nach oben geschoben. Wird der Luftleitung 55 Druckluft zugeführt, werden die nach oben geschobenen Werkzeugsetzpfosten 43 gemeinsam wieder herabgeschoben.

Der Luftdruck zum Aufwärtsbewegen der oben beschriebenen Werkzeugsetzpfosten 43 wird auf einen relativ niedrigen Wert so eingestellt, dass jeder der Werkzeugsetzpfosten 43 dann, wenn er durch die Spindel 45 belastet wird, zurückgeschoben, d.h., nach unten bewegt werden kann. Bezugsziffer 57 bezeichnet einen für jeden Werkzeugsetzpfosten 43 vorgesehenen Dichtungsring.

Bezugnehmend auf Fig. 9 wird nun die Arbeitsweise der erfindungsgemässen Werkzeugwechselvorrichtung beschrieben.

Zunächst wird die Spindel 45 in eine Position über dem Werkzeugsetzpfosten 43 der Gruppe 41 von Werkzeugsetzpfosten, der ein Werkzeug 42 von der Spindel aufnehmen muss, bewegt.

Daraufhin wird durch die Luftlöcher 56 den Pfostenlöchern 51 Luft zugeführt, so dass alle Werkzeugsetzpfosten 43 nach oben auf die Spindel 45 zu geschoben werden.

Dann wird die Spindel 45 nach unten bewegt, um das Werkzeug 42 an den Werkzeugsetzpfosten 43 unterhalb der Spindel 45 zurückzugeben. Die Spindel 45 drückt dabei die der Spindel benachbarten und von Werkzeugsetzpfosten 43 gehaltenen Werkzeuge 42 nach unten. Die Spindel 45 drückt dabei die oberen Endbereiche der Werkzeuge 42 in dieselbe Richtung, in die die Werkzeugsetzpfosten 43 zurückgezogen werden, also nach unten und somit gegen den oben beschriebenen Luftdruck. Das Werkzeug kann somit durch die Abwärtsbewegung der Spindel 45 sanft übergeben werden.

Nachdem das Werkzeug 42 an den entsprechenden Werkzeugsetzpfosten 43 wie oben beschrieben zurückgegeben wurde, wird die Spindel 45 nach oben und in eine Position über demjenigen Werkzeugsetzpfosten 43 bewegt, der das als nächstes zu verwendende Werkzeug beinhaltet. Die Werkzeugsetzpfosten 43, die durch die Abwärtsbewegung der Spindel 45 nach unten gedrückt wurden, werden durch die Druckluft, die durch die Luftlöcher 56 in die Pfostenlöcher 51 eingeleitet wurde, wieder in die obere Position zurückgebracht.

Daraufhin wird die Spindel 45 wieder nach unten bewegt, so dass sie vom Werkzeugsetzpfosten 43 das gewünschte Werkzeug 42 aufnimmt. Die Spindel drückt dabei auf andere Werkzeuge 42, die dem gewünschten Werkzeug 42 benachbart sind, so dass die Werkzeugsetzpfosten 43, die diese benachbarten Werkzeuge 42 aufnehmen, nach unten bewegt werden. Somit kann das neue Werkzeug 42 sanft an der Spindel 45 befestigt werden.

Danach wird die Spindel 45 mit dem nun gehaltenen Werkzeug 42 nach oben bewegt und in eine bestimmte Richtung bewegt, bevor sie wieder nach unten bewegt wird. Andererseits wird den Pfostenlöchern 51 der Pfostenhalterung 44 über die Luftlöcher 56 keine Luft mehr zugeführt, gleichzeitig wird den Pfostenlöchern 51 über die Luftleitung 55 Luft zugeführt. Dadurch werden die Werkzeugsetzpfosten 43 gemeinsam nach unten bewegt. Die Werkzeugwechseltätigkeit ist damit beendet.

Die obige Tätigkeit kann automatisch mittels elektrischer Steuerungseinrichtungen (nicht dargestellt) durchgeführt werden.

Da wie oben beschrieben die Auf- und Abwärts-

bewegungen der Werkzeugsetzpfosten auf eine einzige Aktion reduziert werden können, kann die für den Werkzeugwechsel benötigte Zeit weiter verkürzt werden. Dadurch ergibt sich eine Erhöhung der Arbeitseffizienz. Da ausserdem die Auf- und Abwärtsbewegungen der Werkzeugsetzpfosten so durchgeführt werden, dass alle Werkzeugsetzpfosten der Pfostenhalterung gemeinsam aufwärts bzw. abwärts bewegt werden, ist der Aufbau der Ansteuerungsvorrichtung für die Auf- und Abwärtsbewegung der Werkzeugsetzpfosten vergleichsweise einfach. Dadurch können Grösse und Kosten der Werkzeugwechselvorrichtung merklich verringert werden.

## 15 Patentansprüche

1. Verfahren zum Auswechseln von Werkzeugen zwischen einer Werkzeughaltervorrichtung mit mehreren Werkzeughaltebauteilen, die in vorbestimmten Abständen angeordnet sind, und einer Spindel, die auf das Werkzeughaltebauteil zu und von diesem weg bewegt werden kann, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

25 Lagern eines jeden Werkzeugbauteils so, dass es in seiner axialen Richtung bewegt werden kann; Positionieren der Spindel über dem gewünschten Werkzeughaltebauteil;

30 Anlegen einer aufwärts gerichteten Kraft an alle Werkzeughaltebauteile, um sie aufwärts zu bewegen; und

35 Abwärtsbewegen der Spindel, um das gewünschte Werkzeughaltebauteil gegen die auf es wirkende aufwärts gerichtete Kraft nach unten zu bewegen, während ein Werkzeug zwischen Spindel und Werkzeughaltebauteil übergeben wird.

2. Werkzeugwechselverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man dann, wenn das gewünschte Werkzeughaltebauteil durch die Spindel nach unten bewegt wird, die Spindel ausserdem auf zumindest ein anderes Werkzeughaltebauteil, das benachbart zum gewünschten Werkzeughaltebauteil liegt, einwirkt, um auch dieses benachbarte Werkzeughaltebauteil nach unten zu bewegen.

3. Werkzeugwechselvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit mehreren Werkzeughaltebauteilen (23, 43), die in vorbestimmten Abständen angebracht sind, und einer Spindel (11, 45), die auf das Werkzeughaltebauteil (20, 21, 31, 43, 44) zu und von diesem weg bewegt werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Werkzeughaltebauteile (23, 43) so gelagert ist, dass es in seiner axialen Richtung bewegt werden kann, und dass eine Antriebseinrichtung (X, Y, X1-X5, Y1-Y9, 34, 36, 40, 55, 56) vorgesehen ist, um jedes der Werkzeughaltebauteile (23, 43) in seiner axialen Richtung zu bewegen.

4. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass Werkzeughaltebauteile (23, 43) in einem matrixförmigen Muster angeordnet sind und mehrere, durch ein Fluid betätigte Zylinder (33, 51) aufweisen, die matrixartig angeordnet sind und jeweils axial mit den Werkzeughaltebauteilen (23, 43) ausgerichtet sind.

5. Werkzeugwechselvorrichtung nach Anspruch

4, gekennzeichnet durch eine Fluidzuführeinrichtung mit einer ersten Gruppe (36) von mehreren Fluidleitungen, um ein unter Druck stehendes Fluid entsprechenden Reihen einer ersten Gruppe von Reihen von Zylindern (33) zuzuführen, mit einer zweiten Gruppe (34) von mehreren Fluidleitungen, um ein unter Druck stehendes Fluid jeweiligen Reihen einer zweiten Gruppe von Reihen von Zylindern (33) zuzuführen, mit einer ersten Gruppe (Y1–Y9) von mehreren Ventilen, um jeweils Fluid den Fluidleitungen (36) der ersten Gruppe derart zuzuführen, dass auf die Zylinder (33) in den Reihen der ersten Gruppe eine abwärts gerichtete Kraft ausgeübt wird, mit einer zweiten Gruppe (X1–X5) von mehreren Ventilen, um jeweils Fluid den Fluidleitungen (34) der zweiten Gruppe derart zuzuführen, um jeweils auf die Zylinder (33) in den Zeilen der zweiten Gruppe eine aufwärts gerichtete Kraft auszuüben, und mit einer Steuerungseinrichtung (49), um die erste und zweite Gruppe von Ventilen zu betätigen, und durch eine Einrichtung (26), um ein Werkzeughaltebauteil (23), das mit einem der Zylinder (33) ausgerichtet ist, dann, wenn es gleichzeitig mit der aufwärts gerichteten und der abwärts gerichteten Kraft beaufschlagt wird, in der unteren Position zu halten.

6. Werkzeugwechsellvorrichtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine Fluidzuführeinrichtung mit einer ersten Gruppe (36) von mehreren Fluidleitungen die mit entsprechenden Reihen einer ersten Gruppe von Reihen von Zylindern (33) verbunden sind, mit einer zweiten Gruppe (34) von mehreren Fluidleitungen, die mit einer zweiten Gruppe von Reihen von Zylindern (33) verbunden sind, mit einer ersten Gruppe (Y1–Y9) von mehreren Ventilen, um jeweils Fluid den Fluidleitungen (36) der ersten Gruppe derart, dass auf die Zylinder (33) in den Reihen der ersten Gruppe eine abwärts gerichtete Kraft ausgeübt wird, mit einer zweiten Gruppe (X1–X5) von mehreren Ventilen, um jeweils Fluid den Fluidleitungen (34) der zweiten Gruppe derart zuzuführen, dass jeweils auf die Zylinder (33) in den Zeilen der zweiten Gruppe eine aufwärts gerichtete Kraft ausgeübt wird und durch eine Steuerungseinrichtung (40) für die erste und zweite Gruppe von Ventilen und durch Druckregulierungseinrichtungen (X, Y), für das Fluid derart, dass der Druck des Fluids in den Fluidleitungen der ersten Gruppe (36) höher ist als der Druck des Fluids in den Fluidleitungen der zweiten Gruppe (34), wodurch dann, wenn ein Zylinder gleichzeitig mit der aufwärts gerichteten und der abwärts gerichteten Kraft beaufschlagt wird, das Werkzeughaltebauteil (23), das dem Zylinder zugeordnet ist, in seiner unteren Warposition gehalten wird.

7. Verwendung der Werkzeugwechsellvorrichtung nach Anspruch 3 für eine Bohrmaschine, die Löcher in gedruckte Leiterplatten bohrt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

7

FIG. 1

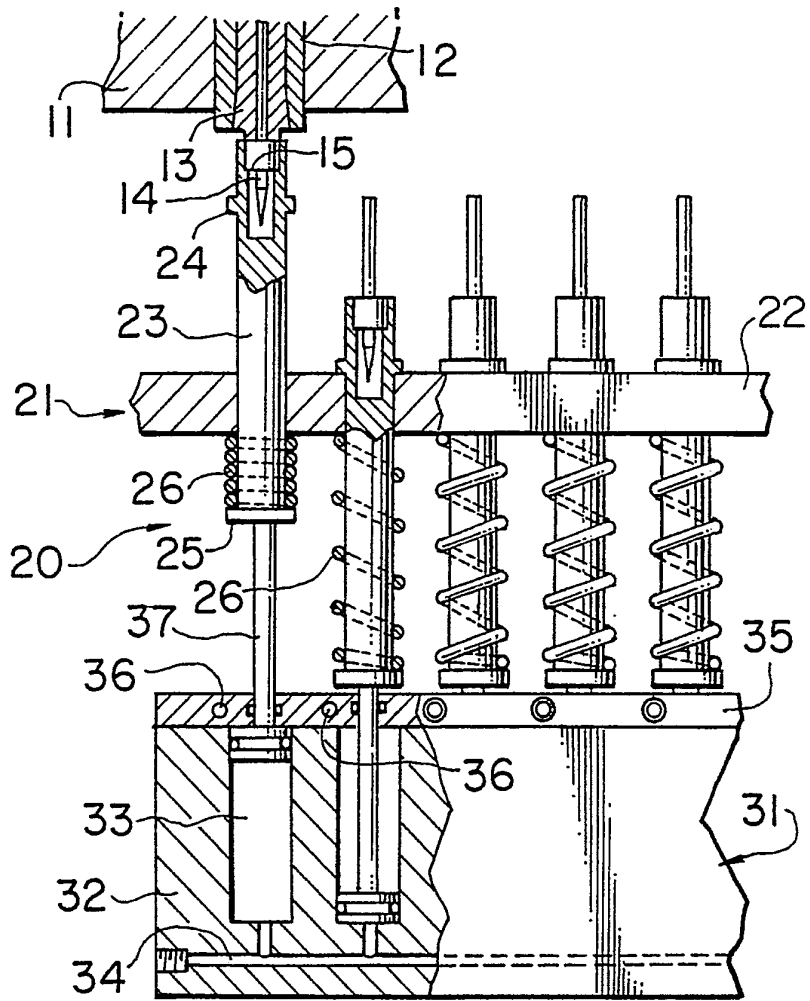


FIG. 2

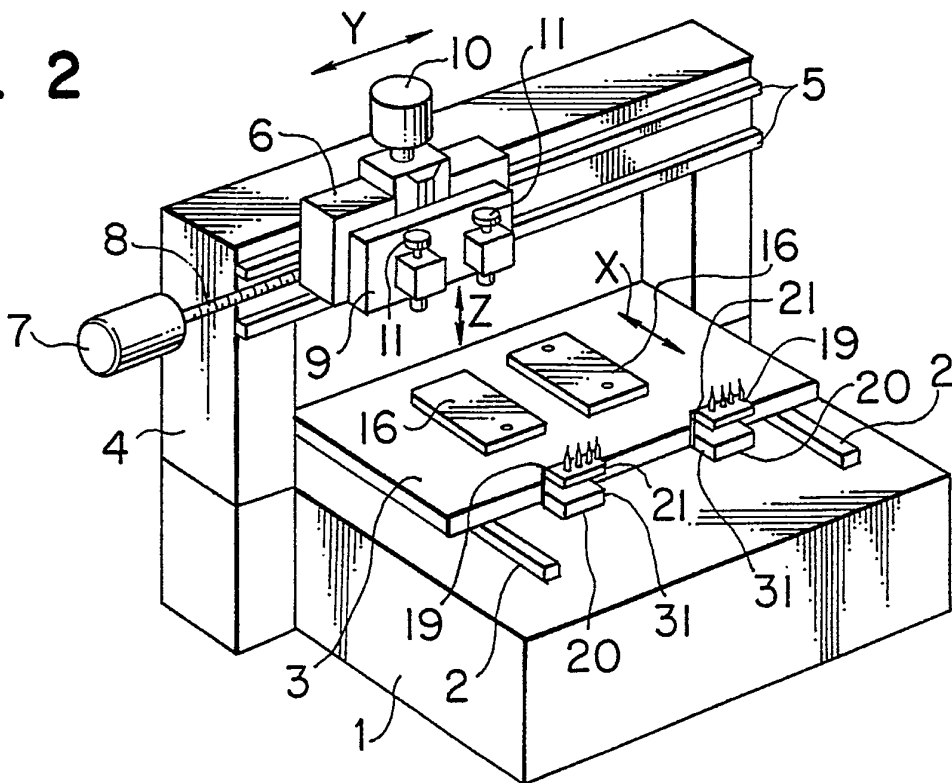


FIG. 3

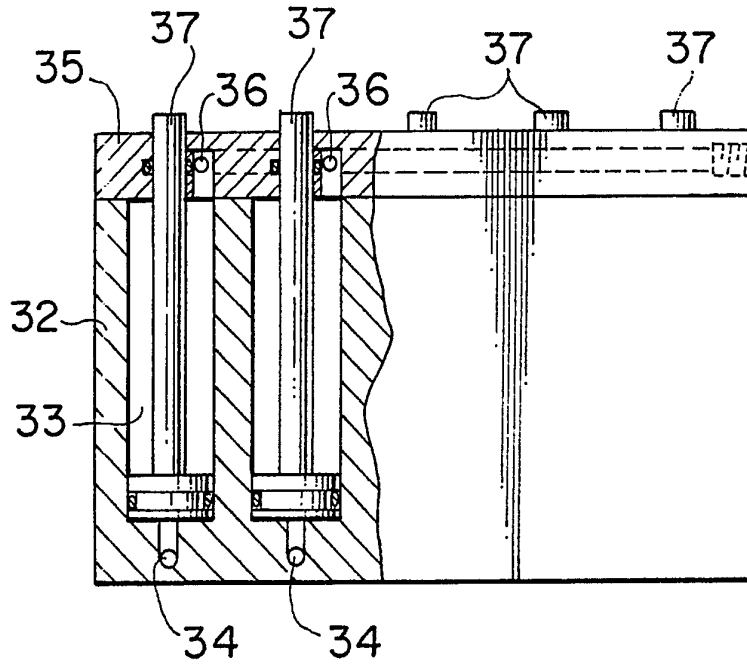


FIG. 4

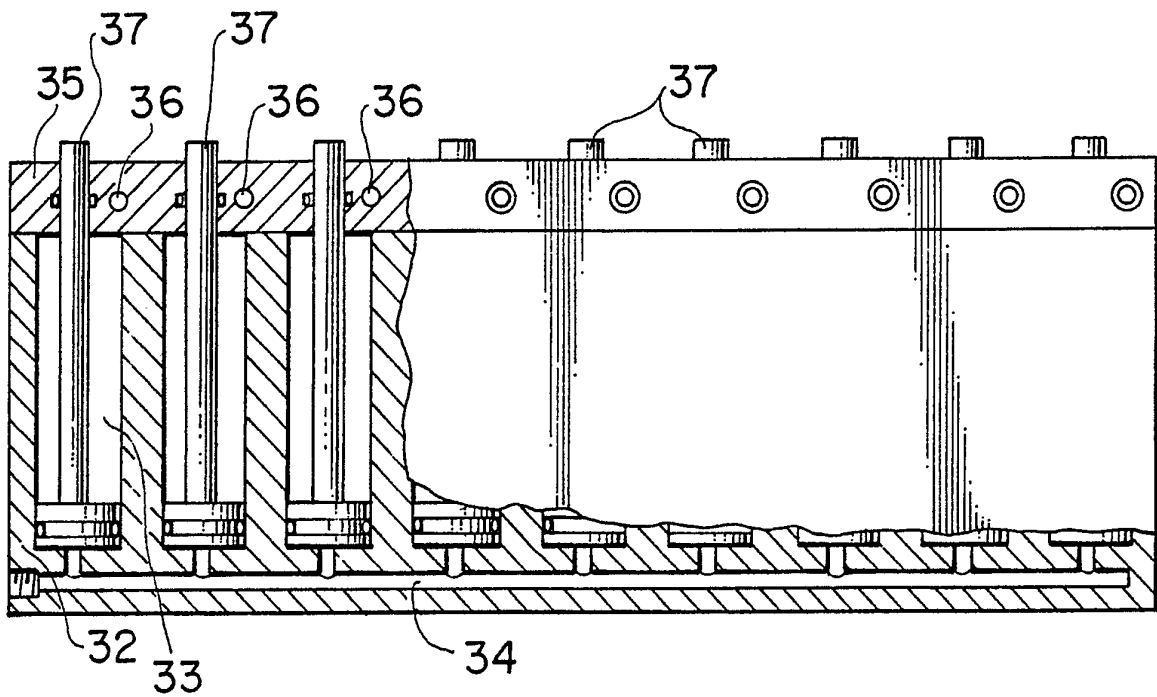


FIG. 5

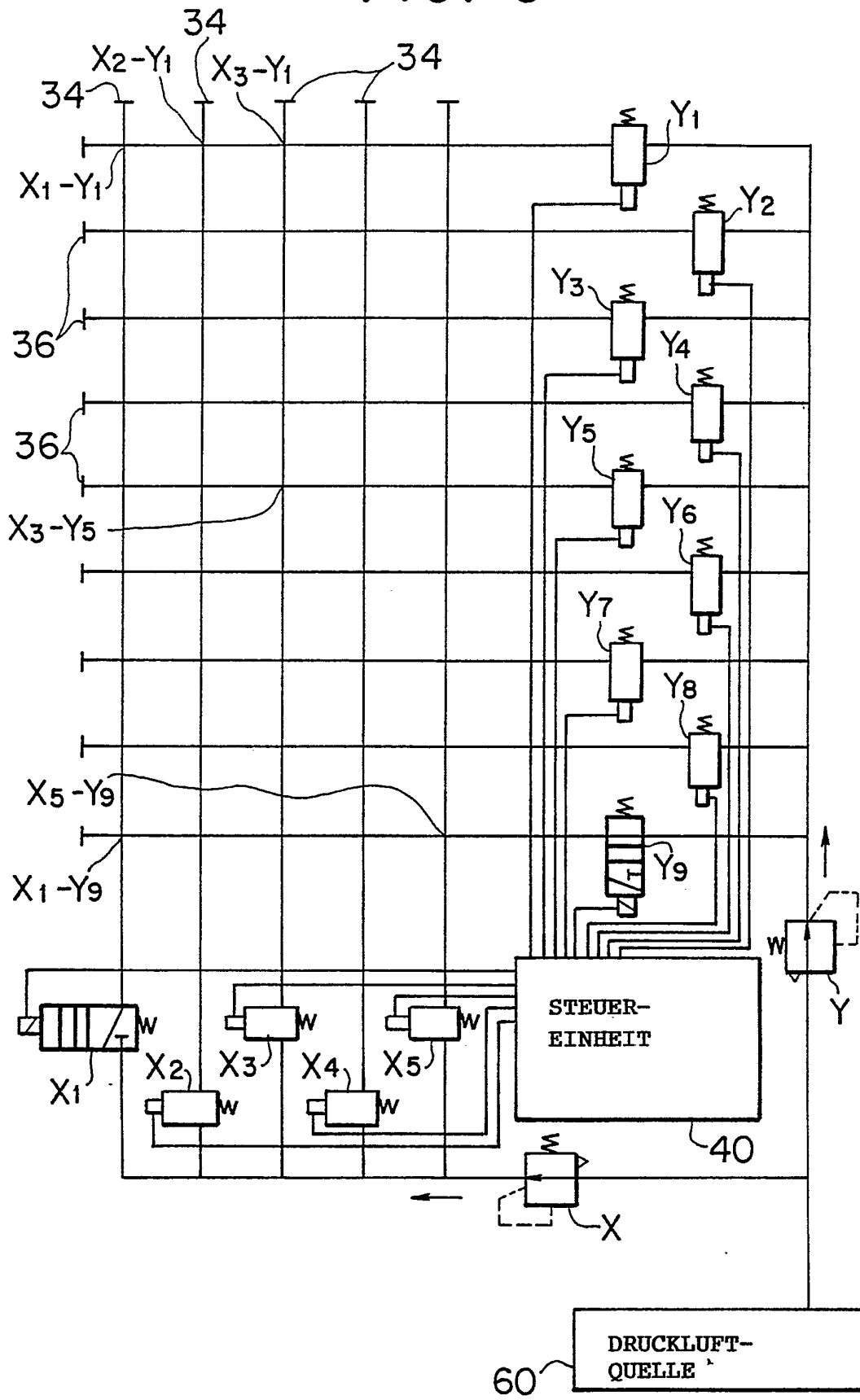


FIG. 6A

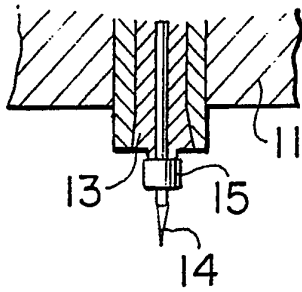


FIG. 6B

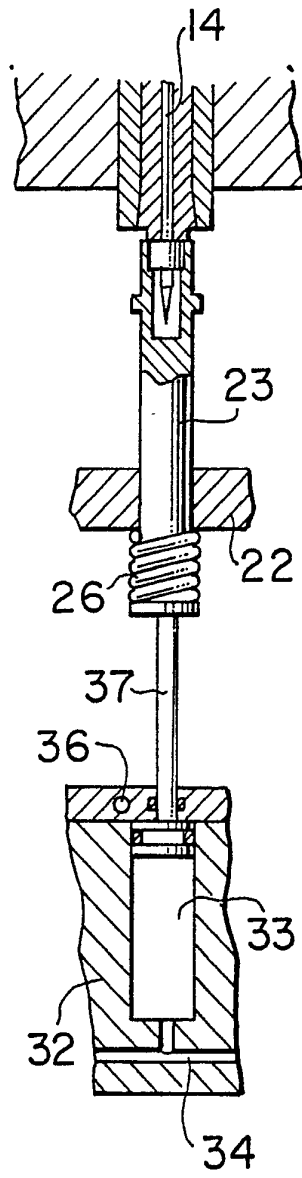


FIG. 6C

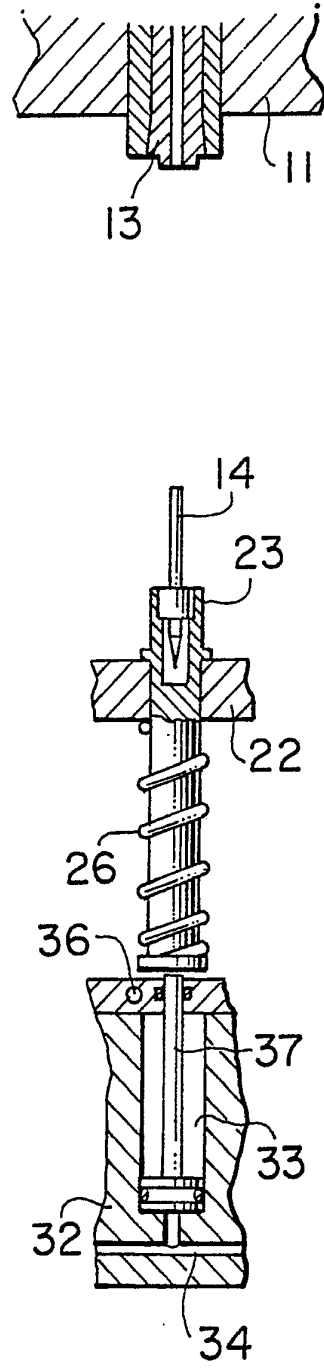


FIG. 6D

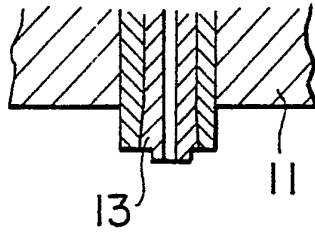


FIG. 6E

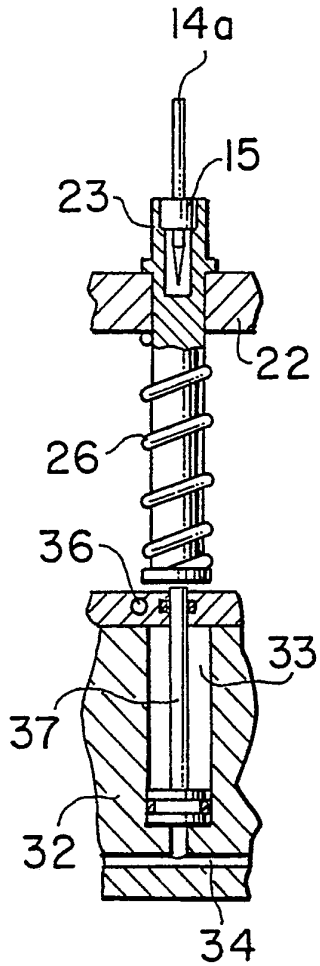
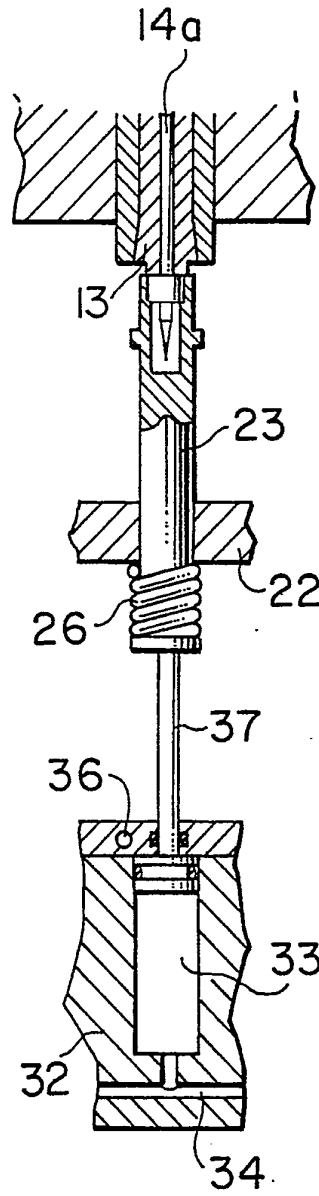


FIG. 7

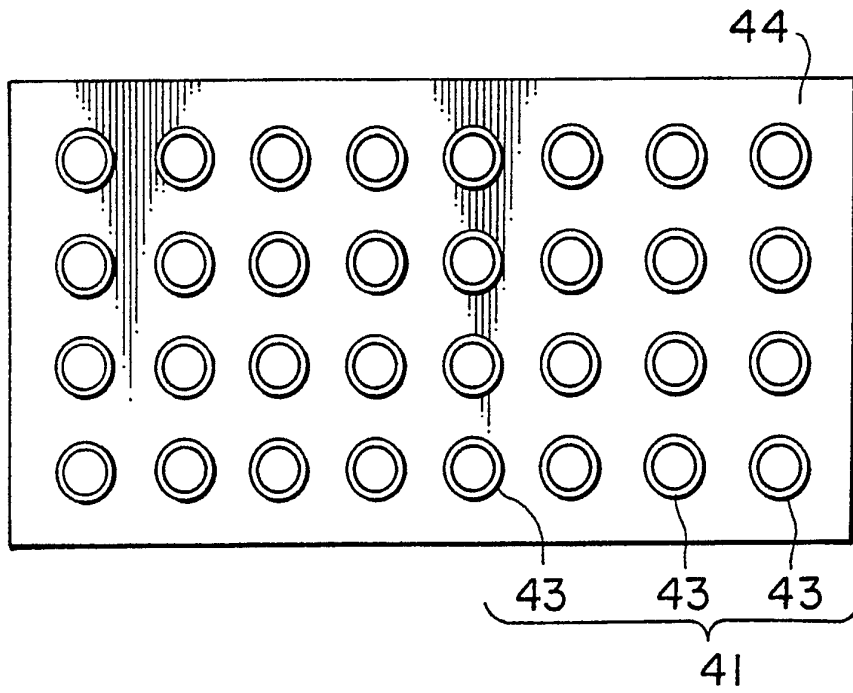


FIG. 8

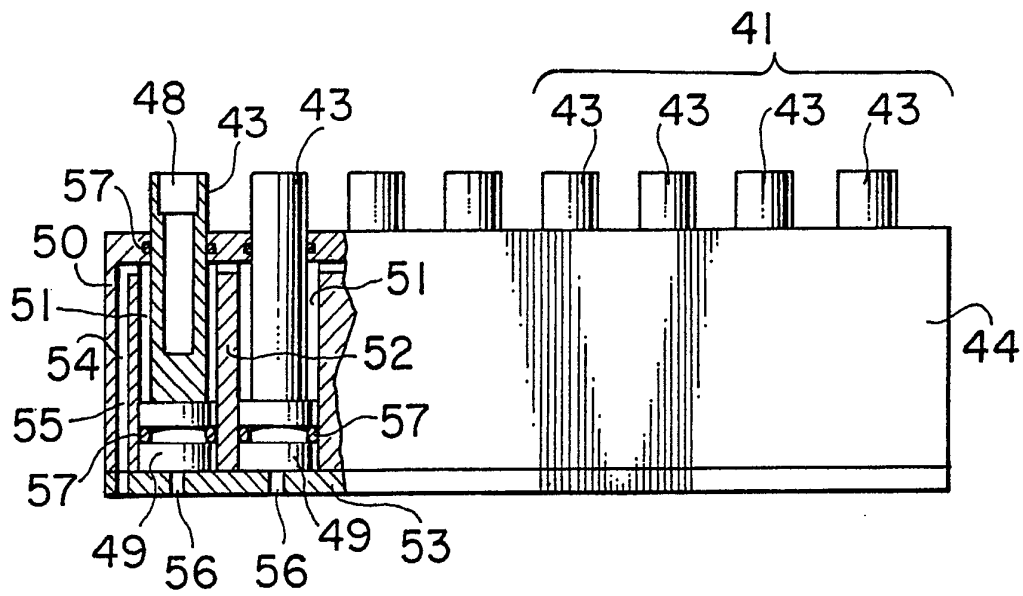


FIG. 9

