



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 38 351 T2** 2008.05.21

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 402 994 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 38 351.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 026 385.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **24.07.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **31.03.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **29.08.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.05.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B23Q 1/01 (2006.01)**
B23Q 1/62 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

19871297	24.07.1997	JP
2352398	04.02.1998	JP

(73) Patentinhaber:

Jtekt Corp., Osaka, Osaka, JP

(74) Vertreter:

TBK-Patent, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Wakazono, Yoshio, Nagoya-shi Aichi-ken, JP;
Machida, Kazuo, Kariya-shi Aichi-ken, JP; Iida,
Wataru, Ama-gun Aichi-ken, JP; Takeuchi,
Katsuhiko, Anjo-shi Aichi-ken, JP

(54) Bezeichnung: **Werkzeugmaschine**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 (siehe zum Beispiel das Dokument EP-A-0 742 072).

BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

[0002] Bei dieser Art von Werkzeugmaschine, die in der offengelegten japanischen Patentanmeldung (JP-A) 8-318 445 offenbart ist, ist ein Kastenrahmen **481** auf einer Basis **480** angeordnet, um einen Bock **483** an einem oberen und unteren Endabschnitt desselben innerhalb eines rechteckigen Fensters **482** zu führen, das im Kastenrahmen **481** geöffnet ist, wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt. Der Bock **483** wird in X-Achsen-Richtung von einem Paar von Linearmotoren **484** und **485** bewegt, die jeweils zwischen dem oberen und unteren Endabschnitt des Bocks **483** und gegenüberliegenden Flächen des Rahmens **481** angeordnet sind.

[0003] Der Bock **483** besitzt ein rechteckiges Fenster **486**, in dem ein Sattel **487** mit Hilfe eines Paares von rechten und linken linearen Führungsmechanismen (nicht gezeigt) innerhalb des rechteckigen Fensters **486** so geführt wird, dass er in Y-Achsen-Richtung durch ein Paar von rechten und linken Linearmotoren **488** bewegbar ist und bewegt wird. Ein Stößel **490** wird von einem linearen Führungsmechanismus (nicht gezeigt) so am Sattel **487** geführt, dass er von einem Linearmotor (nicht gezeigt) in Z-Achsen-Richtung vorwärts und rückwärts bewegbar ist. Der Stößel **490** lagert des Weiteren drehbar eine Werkzeugspindel **490a**, die von einem Antriebsmotor (nicht gezeigt) um die Z-Achse gedreht wird.

[0004] Jeder der linearen Führungsmechanismen zum Führen des Bocks **483** an der linken und rechten Seite in X-Achsen-Richtung besteht aus einem unteren linearen Führungsmechanismus **491** einschließlich einer Führungsschiene und eines darauf laufenden Lagerblocks sowie einem oberen linearen Führungsmechanismus **492**. Der untere lineare Führungsmechanismus **491** ist zwischen einer Unterseite des Bocks **483** und einem unteren Trägerelement **481c** des Kastenrahmens **481** angeordnet, während der obere lineare Führungsmechanismus **492** zwischen einer Vorderseite eines Querträgers **481a** des Rahmens **481** und einer Rückseite eines gegenüberliegenden oberen Abschnittes des Bocks **483** angeordnet ist.

[0005] Da bei der vorstehend erwähnten herkömmlichen, von einem Linearmotor angetriebenen Werk-

zeugmaschine der Bock **483** so angeordnet ist, dass er im rechteckigen Fenster **482**, das sich im Rahmen **481** öffnet, bewegbar ist, wird der Hub des Bocks **483** in Y-Achsen-Richtung durch ein rechtes und linkes Säulenelement **481b** des Rahmens **481** begrenzt.

[0006] Ferner ist der Querträger **481a** des Rahmens **481** so angeordnet, dass er eine obere Endfläche des Bocks **483** bedeckt, so dass die Höhe des Rahmens **481** zunimmt und auf diese Weise das Volumen der Werkzeugmaschine vergrößert wird.

[0007] Da des Weiteren der untere lineare Führungsmechanismus **491** zum Führen des unteren Endabschnittes des Bocks **483** in X-Achsen-Richtung an einer Unterseite einer Basisplatte **483a** des Bocks **483** montiert ist, müssen im Falle einer Inspektion, Wartung und eines Austausches des linearen Führungsmechanismus und des Linearmotors **488** zur Bewegung des an der rechten und linken Endfläche des rechteckigen Fensters **486** im Bock **483** montierten Sattels **487** separat sämtliche Elemente, die auf der Basisplatte **483c** des Bocks **483** vorgesehen sind, entfernt werden. Dies kann daher eine aufwendige erneute Montage des linearen Führungsmechanismus und des Linearmotors nach der Inspektion, Wartung und dem Austausch desselben erforderlich machen.

[0008] Als nächstes wird eine in der offengelegten japanischen Patentanmeldung (JP-A) 8-318 445 beschriebene Werkzeugmaschine in größeren Einzelheiten in Verbindung mit den schematischen Darstellungen der [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) in Bezug auf den Stand der Technik erläutert.

[0009] Wie [Fig. 3](#) zeigt, ist der Bock **483** in einem Rahmen (nicht gezeigt) über das Paar des oberen und unteren linearen Führungsmechanismus **491** und **492** vorgesehen, um entlang der X-Achse gleitend angetrieben zu werden. Die linearen Führungsmechanismen **491** und **492** für den X-Achsen-Antrieb sind parallel in Y-Achsen-Richtung angeordnet, in der die Werkzeugspindel **490a** um die Z-Achse dazwischen drehbar gelagert ist. Der untere lineare Führungsmechanismus **491** besteht aus einer geraden Schiene **101**, die sich entlang der X-Achse erstreckt, und einem rechten und linken Lagerblock **103** und **104**, die gleitend damit in Eingriff stehen. Die gerade Schiene **101** ist am Rahmen fixiert, während die Lagerblöcke **103** und **104** am Bock **483** fixiert sind.

[0010] Entsprechend dem unteren linearen Führungsmechanismus **491** besteht der obere lineare Führungsmechanismus **492** aus einer geraden Schiene **102**, die am Rahmen fixiert ist, und einem rechten und linken Lagerblock **105** und **106**, die gleitend damit in Eingriff stehen und am Bock **483** fixiert sind. Eine X-Achsen-Führungseinrichtung zum gleit-

tenden Führen des Bocks **483** entlang der X-Achse besteht aus dem Paar des oberen und unteren linearen X-Achsen-Führungsmechanismus **491** und **492**, wie vorstehend beschrieben. Des Weiteren sind in der X-Achsen-Führungseinrichtung vier Lagerblöcke **103**, **104**, **105** und **106**, die am Bock **483** fixiert sind, in der gleichen Ebene senkrecht zur Z-Achse angeordnet.

[0011] Des Weiteren ist der Sattel **487** so am Bock **483** über lineare Y-Achsen-Führungsmechanismen **422** und **424** vorgesehen, das er entlang der Y-Achse gleiten kann. Die linearen Y-Achsen-Führungsmechanismen **422** und **424** sind parallel zur X-Achsen-Richtung angeordnet, wobei die Werkzeugspindel **490a** drehbar dazwischen gelagert wird. Der rechte lineare Y-Achsen-Führungsmechanismus **424** besteht aus einer geraden Schiene **110**, die sich entlang der Y-Achse erstreckt, und einem unteren und oberen Lagerblock **112** und **114**, die gleitend damit in Eingriff stehen. Die gerade Schiene **110** ist am Bock **483** fixiert, und die Lagerblöcke **112** und **114** sind am Sattel **487** fixiert.

[0012] Entsprechend dem rechten linearen Y-Achsen-Führungsmechanismus **424** besteht der linke lineare Y-Achsen-Führungsmechanismus **422** aus einer geraden Schiene **111**, die am Bock **483** fixiert ist, und einem unteren und oberen Lagerblock **113** und **115**, die gleitend mit der geraden Schiene **111** in Eingriff stehen und am Sattel **487** fixiert sind. Die Y-Achsen-Führungseinrichtung zum gleitenden Führen des Sattels **487** in Y-Achsen-Richtung besteht aus den Paaren des rechten und linken linearen Y-Achsen-Führungsmechanismus **422** und **424**, die vorstehend erwähnt wurden. Des Weiteren sind in der Y-Achsen-Führungseinrichtung vier Lagerblöcke **112**, **113**, **114** und **115**, die am Sattel **487** fixiert sind, in der gleichen Ebene senkrecht zur Z-Achse angeordnet.

[0013] Wie [Fig. 4](#) zeigt, ist der Stößel **490** im Sattel **487** über lineare Y-Achsen-Führungsmechanismen **432** und **434** gleitend entlang der Z-Achse angeordnet. Die linearen Z-Achsen-Führungsmechanismen **432** und **434** sind parallel in X-Achsen-Richtung unterhalb der Werkzeugspindel **490a** angeordnet. Der rechte lineare Z-Achsen-Führungsmechanismus **434** besteht aus einer geraden Schiene **125**, die sich entlang der Z-Achse erstreckt, und einem hinteren und vorderen Lagerblock **121** und **123**, die gleitend damit in Eingriff stehen. Die gerade Schiene **125** ist am Stößel **490** fixiert, und die Lagerblöcke **121** und **123** sind am Sattel **487** fixiert.

[0014] Entsprechend dem rechten Z-Achsen-Führungsmechanismus **434** besteht der linke lineare X-Achsen-Führungsmechanismus **432** aus einer geraden Schiene **126**, die am Stößel **490** fixiert ist, und einem hinteren und vorderen Lagerblock **122** und

124, die gleitend damit in Eingriff stehen und am Sattel **487** fixiert sind. Die Z-Achsen-Führungseinrichtung zum gleitenden Führen des Stößels **490** entlang der Z-Achse besteht aus dem Paar des linken und rechten linearen Z-Achsen-Führungsmechanismus **432** und **434**, wie vorstehend beschrieben. Ferner sind in der Z-Achsen-Führungseinrichtung vier Lagerblöcke **121**, **122**, **123** und **124**, die am Stößel **490** fixiert sind, in der gleichen Ebene senkrecht zur Y-Achse angeordnet.

[0015] Bei dieser Werkzeugmaschine sind die vier Lagerblöcke **103**, **104**, **105** und **106** der X-Achsen-Führungseinrichtung, die in der gleichen Ebene senkrecht zur Z-Achse angeordnet sind, um den Bock **483** zu lagern, an einer Vorderseite desselben fixiert. In entsprechender Weise sind die vier Lagerblöcke **112**, **113**, **114** und **115** der Y-Achsen-Führungseinrichtung zum Lagern des Sattels **487** an einer Vorderseite desselben fixiert. Bei einer derartigen Konstruktion werden Schneidkräfte, die auf die Werkzeugspindel **490a** einwirken, in einem Schneidvorgang des Werkstücks konzentrisch auf jede der Vorderseiten des Bocks **483**, die die Lagerblöcke **103**, **104**, **105** und **106** fixieren, und des Sattels **487**, die die Lagerblöcke **112**, **113**, **114** und **115** fixieren, aufgebracht.

[0016] Jede der Vorderseiten des Bocks **483** und des Sattels **487** muss somit eine hohe Steifigkeit besitzen, um der Schneidkraft entgegenzuwirken, die auf die Werkzeugspindel **490a** einwirkt. Bei der herkömmlichen Werkzeugmaschine ist die Steifigkeit der Vorderseite erhöht, indem die Dicke einer jeden Vorderseite des Bocks **483** und Sattels **487** vergrößert ist. Da jedoch die Dickenerhöhung der Vorderseiten des Bocks **483** und des Sattels **487** in Bezug auf die Schneidkraft keine Auswirkungen auf die anderen Abschnitte hiervon hat, wird das Gesamtgewicht stark vergrößert, wodurch eine Gewichtsverringering des Bocks **483** und des Sattels **487** verhindert wird.

[0017] Ferner wird der Stößel **490** von den vier Lagerblöcken **121**, **122**, **123** und **124** der Z-Achsen-Führungseinrichtung gelagert, die in der gleichen Ebene senkrecht zur Y-Achse angeordnet sind. Dies bewirkt ein ähnliches Problem wie bei dem Bock **483** und dem Sattel **487**. Generell kann man sagen, dass eine Gewichtsreduzierung der Gleitelemente im Bock **483**, Sattel **487** und Stößel **490** und eine Erhöhung von deren Steifigkeit einander zuwider laufen. Bei einer Werkzeugmaschine, die von einem Linear-motor angetrieben wird, von dem das Gleitelement mit einer hohen Geschwindigkeit positioniert wird, ist es jedoch besonders wichtig, die vorstehend erwähnten Probleme gleichzeitig zu lösen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0018] Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine Werkzeugmaschine, die ein Gleitelement mit Hilfe von Linearmotoren bewegt, mit einem Strukturverbesserungsvermögen zur Aufnahme einer Schneidkraft, die auf eine Werkzeugspindel einwirkt, zu schaffen, ohne ihr Gewicht übermäßig zu erhöhen. Diese Aufgabe wird mit einer Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0019] Eine Werkzeugmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung kann, wenn angenommen wird, dass eine horizontale Richtung eines Rahmens eine X-Achsen-Richtung ist, seine vertikale Richtung eine Y-Achsen-Richtung ist und seine Längsrichtung eine Z-Achsen-Richtung ist, eine Werkzeugspindel, die sich um eine Achse dreht, die sich entlang der Z-Achse erstreckt, ein Gleitelement, das zumindest in entweder der X-Achsen-, der Y-Achsen- oder der Z-Achsen-Richtung gleitfähig ist, und ein Führungsgerät mit einer geraden Schiene besitzen, das das Gleitelement an der Führungsschiene gleitfähig stützt und so angeordnet ist, dass drei Stützpunkte für das Stützen des Gleitelements bei einer Betrachtung in der X-Achsen-Richtung die Eckpunkte eines Dreiecks bilden.

[0020] Bei diesem Aufbau kann es, da die drei Stützpunkte so angeordnet sind, dass sie bei einer Betrachtung in der X-Achsen-Richtung die Eckpunkte eines Dreiecks bilden, eine Schneidkraft rationell aufnehmen, die auf die Werkzeugspindel einwirkt. Somit kann die Notwendigkeit der Verbesserung einer Steifigkeit durch das Erhöhen seiner Dicke des Gleitelements zusammen mit dem Anstieg seines Gewichts erübrigt werden. Folglich kann das Gleitelement leichter gemacht werden, wodurch sein Hochgeschwindigkeitsvorschub realisiert werden kann, was zu einer verkürzten Bearbeitungszeit der Werkzeugmaschine führt.

[0021] In dem Fall, dass das Gleitelement aus einem Bock (das auch als Gerüst bezeichnet werden kann), der dazu in der Lage ist, sich entlang der X-Achse zu bewegen, einem Sattel, der dazu in der Lage ist, sich entlang der Y-Achse zu bewegen, und einem Stößel, der dazu in der Lage ist, sich entlang einer Z-Achse zu bewegen, gebildet ist, kann das Gewicht des Bocks, des Sattels und des Stößels verringert werden.

[0022] In dem Fall, in dem zwei Lagerpunkte von den drei Lagerpunkten der X-Achsen-Führungseinrichtung und zwei Lagerpunkte von den drei Lagerpunkten der Y-Achsen-Führungseinrichtung in der gleichen Ebene senkrecht zur Z-Achse angeordnet sind, können der Bock und der Sattel auf kompakte Weise relativ zur Z-Achse angeordnet werden.

[0023] In dem Fall, in dem die drei Lagerpunkte der Z-Achsen-Führungseinrichtung so angeordnet sind, dass sie Scheitelpunkte eines gleichschenkligen Dreiecks mit einer horizontalen Grundlinie, von der Z-Achsen-Richtung aus gesehen, bilden, kann mit der herabgesetzten Zahl von Lagerpunkten eine wirksame Lagerung in der Vorderseite des Stößels erfolgen, wodurch ein Herabhängen durch Schwerkraft während der Vorwärtsbewegung des Stößels vermieden wird. Ferner kann eine hohe Steifigkeit erzielt werden, mit der die auf die Werkzeugspindel einwirkende Schneidkraft aufgenommen werden kann.

[0024] Zudem kann die Werkzeugmaschine der vorliegenden Erfindung eine Werkzeugspindel, die sich um eine Achse dreht, ein Gleitelement, das in der axialen Richtung der Werkzeugspindel bewegbar ist, ein Antriebsgerät für das Bewegen des Gleitelements und ein Führungsgerät besitzen, das eine gerade Schiene besitzt, das Gleitelement bewegbar an der Führungsschiene stützt und so angeordnet ist, dass die Stützpunkte für das Stützen des Gleitelements bei einer Betrachtung aus einer Richtung rechtwinklig zu der axialen Richtung der Werkzeugspindel die Eckpunkte eines Dreiecks bilden.

[0025] Bei diesem Aufbau sind die Stützpunkte für das Stützen des Gleitelements so angeordnet, dass sie bei einer Betrachtung aus der Richtung rechtwinklig zu der axialen Richtung der Werkzeugspindel die Eckpunkte eines Dreiecks bilden. Dieser Aufbau verhindert somit das Herabhängen infolge der Schwerkraft während der Vorwärtsbewegung des Gleitelements.

[0026] Dieser Aufbau ist insbesondere dann effektiv, wenn die Stützpunkte so angeordnet sind, dass sie die Eckpunkte eines rechtwinkligen Dreiecks bilden, während sich das Gleitelement an einer vorderen Bewegungsendposition befindet.

[0027] Zudem ist bei der Werkzeugmaschine der vorliegenden Erfindung ein Bock vor einem Befestigungsrahmen an einer Basis so angeordnet, dass er dazu in der Lage ist, sich auf der Basis in einer ersten horizontalen Richtung zu bewegen, wodurch sich ein Teil des Bocks in der ersten horizontalen Richtung bewegen kann, während er in dem Befestigungsrahmen aufgenommen ist. Als eine Einrichtung für das Führen und Antreiben des Bocks in der ersten horizontalen Richtung sind die untere Führungseinrichtung und der untere Linearmotor zwischen der unteren Fläche des Bocks und der Basis angeordnet. Währenddessen sind die obere Führungseinrichtung und der obere Linearmotor zwischen der oberen hinteren Fläche des Bocks und der oberen vorderen Fläche des Befestigungsrahmens angeordnet, wodurch verhindert wird, dass der Befestigungsrahmen den oberen Endabschnitt des Bocks abdeckt. Vorzugsweise ist er so aufgebaut, dass der obere En-

dabschnitt des Bocks dem oberen Endabschnitt des Befestigungsrahmens in der horizontalen Richtung zugewandt ist und der Befestigungsrahmen die Höhe des Bocks nicht überschreitet.

[0028] Gemäß diesem Aufbau kann, da der Bock so angeordnet ist, dass er dazu in der Lage ist, sich vor dem Befestigungsrahmen in der ersten horizontalen Richtung zu bewegen, der Bock mit einer Überlappingsbeziehung zu dem Befestigungsrahmen bewegt werden und die Bewegungshub-Endposition des Bocks ist nicht durch das Element beschränkt, das den Befestigungsrahmen bildet. Folglich kann ein Öffnungsabschnitt der Werkzeugmaschine durch das Sichern eines gewünschten Bewegungshubs des Bocks verringert werden. Da die obere und die untere Führungseinrichtung für das Bewegen des Bocks in der ersten horizontalen Richtung und der obere und der untere Linearmotor für das Antreiben des Bocks entlang der Führungseinrichtung zwischen der unteren Fläche des Bocks und der oberen Fläche der Basis und zwischen der oberen hinteren Fläche des Bocks und der oberen vorderen Fläche des Befestigungsrahmens angeordnet sind, kann die Höhe des Befestigungsrahmens niedrig sein, während die Anforderungen des Führens und des Antreibens des Bocks in dem oberen und unteren Abschnitt erfüllt werden können, sodass die Werkzeugmaschine kompakt gemacht werden kann und der vorstehend beschriebene Öffnungsabschnitt verringert werden kann.

[0029] Vorzugsweise kann durch das Verlängern beider Enden der Schieneneinrichtung, die die obere und untere Führungseinrichtung des Bocks über dem ersten Öffnungsabschnitt des Fixierrahmens bilden, die Steifigkeit zu dem Zeitpunkt, an dem sich der Bock an der Bewegungsendposition befindet, sichergestellt werden.

[0030] In dem Fall des Anordnens des oberen und unteren Linearmotors derart, dass ein Aufbringungspunkt dieser Ansaugkräfte in der selben vertikalen Oberfläche wie der Schwerpunkt des Bocks positioniert sind, vorzugsweise einem Schwerpunkt der Baugruppen, die sich zusammen mit dem Bock nach oben und nach unten bewegen, kann der Bock **20** sanft bewegt werden.

[0031] Gemäß der Erfindung erzeugt jeder der oberen und unteren Linearmotoren eine Ansaugkraft in einer unterschiedlichen Richtung und eine Kombinationskraft dieser Kräfte drängt den Bock in einer nach hinten und schräg nach unten gerichteten Richtung zu dem Befestigungsrahmen, sodass die relative Position des Bocks in der vertikalen Richtung und der Längsrichtung in einem unbewegbaren Zustand in Bezug auf die Basis und den Befestigungsrahmen beibehalten werden kann.

[0032] Zudem kann in dem Fall des Vorstehens des Querträgers des Befestigungsrahmens zu einer mittleren Position des Bocks in der zweiten horizontalen Richtung senkrecht zu der ersten horizontalen Richtung und durch das Anordnen der oberen Führungseinrichtung in einer vorderen Fläche des Vorsprungsabschnitts der Bock über den Schwerpunkt des Bocks hinaus geführt werden und der Bock kann sanft in der ersten horizontalen Richtung bewegt werden.

[0033] Darüber hinaus kann in dem Fall des Anordnens des unteren Linearmotors unmittelbar unter der oberen Führungsschieneneinrichtung in der zweiten horizontalen Richtung und durch das Anordnen des unteren Linearmotors zwischen einem Paar von Führungsschienen der untere Abschnitt des Bocks in der ersten horizontalen Richtung unmittelbar unter dem Schwerpunkt des Bocks angetrieben werden, sodass der Bock sanft in der ersten horizontalen Richtung mit einer Kooperation mit der oberen Führungseinrichtung bewegt werden kann.

[0034] Als der weitere vorzuziehende Aufbau ist der Aufbau zudem so gestaltet, dass eine schräge Fläche, die zu der zweiten horizontalen Richtung der Basis geneigt ist, ausgebildet ist, rechte und linke Säulenelemente für den Befestigungsrahmen auf die schräge Fläche gestellt werden und der Querträger die oberen Enden der Säulenelemente miteinander verbindet, nach vorne zu dem Bock hin vorstehen. In diesem Fall kann das obere Ende des Bocks in der oberen Führungseinrichtung angeordnet sein, die in der ersten horizontalen Richtung führt und antreibt, und der obere Linearmotor kann unmittelbar über dem Schwerpunkt des Bocks in der zweiten horizontalen Richtung angeordnet sein, sodass das obere Ende des Bocks sanft in der ersten horizontalen Richtung geführt und angetrieben werden kann.

[0035] Darüber hinaus ist als der weitere vorzuziehende Aufbau der Bock durch das rechte und linke Vertikalträgererelement und das obere und untere Horizontalträgererelement, die die oberen Abschnitte der vertikalen Trägererelemente miteinander verbinden und ihre unteren Abschnitte in einer Weise miteinander verbinden, dass sie sich trennen können, gebildet und zwei Lagerblocks, die auf der Führungsschiene der unteren Führungseinrichtung laufen, sind jeweils an der unteren Fläche des vertikalen Trägererelements montiert. In diesem Fall können sogar dann, wenn in dem Fall des Trennens des Bocks in vier Elemente, die das rechte und das linke Vertikalträgererelement und das obere und das untere Horizontalträgererelement enthalten, das linke und das rechte Vertikalträgererelement in einem Stehzustand durch den Lagerblock gehalten werden, der an der unteren Oberfläche in solch einer Weise montiert ist, dass er dazu in der Lage ist, sich individuell an der Führungsschiene der unteren Führungseinrichtung zu bewegen, so-

dass die Führungseinrichtung und die Antriebseinrichtung des Sattels, die an der Innenfläche jedes Elements des Vertikalträgerelements vorgesehen sind, durch das Ausdehnen eines Abstands des rechten und des linken Vertikalträgerelements leicht inspiziert, gewartet und ersetzt werden können.

[0036] Zudem kann der Querträger des Befestigungsrahmens von dem rechten und linken Säulenelement getrennt werden, ein Paar von Führungsschienen ist als die untere Führungseinrichtung des Bocks vorgesehen und das untere Horizontalträgerelement des Bocks wird zu der Führungsschiene geführt, die separat von der Führungsschiene vorgesehen ist, die das Vertikalträgerelement des Bocks führt. In diesem Fall können sogar dann, wenn in dem Fall, dass das rechte und das linke Vertikalträgerelement und das obere und das untere Horizontalträgerelement, die den Bock bilden, in vier Elemente für die Inspektion oder Wartung getrennt werden, alle vier Elemente in einem Zustand gehalten werden, in dem sie zu der Führungsschiene geführt werden. Dementsprechend kann, da der Führungszustand jedes der vier Elemente und der Führungsschienenführung in einen Zustand vor der Trennung in dem getrennten Zustand gehalten werden, einen Wiederaufbau nach der Inspektion oder Wartung vereinfacht werden.

[0037] Es folgt nunmehr eine Kurzbeschreibung der Zeichnungen. Hiervon zeigen:

[0038] [Fig. 1](#) eine Vorderansicht einer herkömmlichen Werkzeugmaschine, die von einem Linearmotor angetrieben wird;

[0039] [Fig. 2](#) eine Schnittansicht entlang Linie B-B der in [Fig. 1](#) gezeigten, von einem Linearmotor angetriebenen herkömmlichen Werkzeugmaschine;

[0040] [Fig. 3](#) eine schematische Ansicht der Beziehung zwischen einem Bock und einem Sattel bei einer anderen herkömmlichen Werkzeugmaschine, die von einem Linearmotor angetrieben wird;

[0041] [Fig. 4](#) eine schematische Ansicht der Beziehung zwischen einem Sattel und einem Stößel bei einer anderen herkömmlichen Werkzeugmaschine, die von dem in [Fig. 4](#) gezeigten Linearmotor angetrieben wird;

[0042] [Fig. 5](#) eine schematische Vorderansicht einer von einem Linearmotor angetriebenen Werkzeugmaschine gemäß einem nicht beanspruchten Beispiel;

[0043] [Fig. 6](#) eine Schnittansicht entlang Linie A-A in [Fig. 5](#);

[0044] [Fig. 7](#) eine Vorderansicht eines Umfangsab-

schnittes eines Sattels gemäß dem nicht beanspruchten Beispiel;

[0045] [Fig. 8](#) eine schematische Ansicht der Beziehung zwischen einem Bock und einem Sattel;

[0046] [Fig. 9](#) eine schematische Ansicht der Beziehung zwischen einem Sattel und einem Stößel;

[0047] [Fig. 10](#) eine Ansicht einer Anordnung eines Lagerblocks in der X-Achsen-Führungseinrichtung;

[0048] [Fig. 11](#) eine Ansicht einer Anordnung eines Lagerblocks in der Y-Achsen-Führungseinrichtung;

[0049] [Fig. 12](#) eine Ansicht einer Anordnung eines Lagerblocks in der Z-Achsen-Führungseinrichtung;

[0050] [Fig. 13](#) eine Draufsicht einer von einem Linearmotor angetriebenen Werkzeugmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0051] [Fig. 14](#) eine rechte Seitenansicht einer von einem Linearmotor angetriebenen Werkzeugmaschine gemäß der ersten Ausführungsform;

[0052] [Fig. 15](#) eine Vorderschnittansicht entlang der Linie A-A der in [Fig. 13](#) gezeigten ersten Ausführungsform;

[0053] [Fig. 16](#) eine perspektivische Ansicht eines rechten Endabschnittes eines unteren Trägerelementes, das einen Bock gemäß der ersten Ausführungsform bildet;

[0054] [Fig. 17](#) eine perspektivische Ansicht der Beziehung zwischen einem vertikalen Trägerelement und einem unteren Trägerelement das einen Bock gemäß der ersten Ausführungsform bildet;

[0055] [Fig. 18](#) eine Ansicht der Beziehung zwischen einer Anordnung eines Lagerblocks zum Führen eines Sattels in Y-Achsen-Richtung und der Anordnung eines Lagerblock zum Führen eines Bocks in X-Achsen-Richtung gemäß der ersten Ausführungsform;

[0056] [Fig. 19](#) eine Ansicht der Beziehung zwischen einer Anordnung eines Lagerblocks zum Führen eines Stößels in Z-Achsen-Richtung und der Anordnung eines Lagerblocks zum Führen eines Sattels in Y-Achsen-Richtung gemäß der ersten Ausführungsform; und

[0057] [Fig. 20](#) eine rechte Seitenansicht einer von einem Linearmotor angetriebenen Werkzeugmaschine gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0058] Es wird nunmehr ein nicht beanspruchtes exemplarisches Beispiel einer Werkzeugmaschine in Verbindung mit den Zeichnungen der [Fig. 5](#) bis [Fig. 12](#) beschrieben. Gleiche Bezugszeichen werden für Teile verwendet, die die gleiche Funktion wie beim Stand der Technik besitzen.

[0059] Gemäß den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) ist ein Rahmen **40** mit einer Basis **42**, einem rechten und linken Seitenelement **44** und einem oberen Element **46** so zusammengebaut, dass er im Wesentlichen Kastenform besitzt. Ein Tisch zur Lagerung eines Werkstücks (nicht gezeigt) ist an einem Vorderabschnitt der Basis **42** vorgesehen.

[0060] Ein Bock **50**, der in einem Innenraum des Rahmens **40** angeordnet ist, ist mit einem unteren Element **52**, einem rechten und linken Seitenelement **54** und einem oberen Element **56** so zusammengebaut, dass er die Form eines vertikalen Kastens besitzt. Ein Sattel **60**, der im Innenraum des Bocks **50** angeordnet ist, hat ebenfalls im Wesentlichen Kastenform. Ein Stößel **70**, der sich in einem Innenraum des Sattels **60** befindet, hat im Wesentlichen die Form eines polygonalen Zylinders, der sich entlang einer Z-Achse erstreckt. Eine Werkzeugspindel **100** ist drehbar in einem vorderen Endabschnitt des Stößels **70** um die Z-Achse gelagert. Bei dieser Ausführungsform ist ein Werkzeug, beispielsweise ein drehbares Schneidwerkzeug (nicht gezeigt), das eine Fräsvorrichtung aufweist, an der Werkzeugspindel **100** befestigt. Im Stößel **70** ist ein eingebauter Motor (nicht gezeigt) zum Drehen der Werkzeugspindel **100** vorgesehen.

[0061] Der Bock **50**, der Sattel **60** und der Stößel **70** sind über hiernach beschriebene Führungseinrichtungen am Rahmen **40** in X-, Y- und Z-Achsen-Richtungen gleitend geführt. In [Fig. 9](#) ist der Stößel **70** in einer vorderen Position mit einer strichpunktierten Linie gezeigt.

[0062] Gemäß den [Fig. 5](#), [Fig. 6](#) und [Fig. 8](#) ist der Bock **50** über drei Sätze von linearen X-Achsen-Führungen **12**, **14** und **16** in X-Achsen-Richtung gleitend gelagert. Die beiden Sätze der oberen und unteren linearen X-Achsen-Führungen **12** und **14** am vorderen Ende sind im vorderen Bereich des Rahmens **40** parallel zueinander angeordnet und halten die Werkzeugspindel **100** dazwischen. Die hintere lineare X-Achsen-Führung **16** ist im hinteren Abschnitt des Rahmens **40** parallel zur unteren linearen X-Achsen-Führung **14** am vorderen Ende angeordnet.

[0063] Die untere lineare X-Achsen-Führung **14** am vorderen Ende besteht aus einer geraden Schiene **101**, die sich in X-Achsen-Richtung erstreckt, und einem rechten und linken Lagerblock **103** und **104**, die gleitend damit in Eingriff stehen. Die gerade Schiene **101** ist an der Basis **42** des Rahmens **40** fixiert, und

die Lagerblöcke **103** und **104** sind an den Unterseiten des rechten und linken Seitenelementes **54** des Bocks **50** fixiert.

[0064] Die obere lineare X-Achsen-Führung **12** am vorderen Ende besteht aus einer geraden Schiene **102**, die am oberen Element **46** des Rahmens **40** fixiert ist, und einem rechten und einem linken Lagerblock **105** und **106**, die gleitend damit in Eingriff stehen und am oberen Element **56** des Bocks **50** fixiert sind. Die hintere lineare X-Achsen-Führung **16** besteht aus einer geraden Schiene **101a**, die an der Oberseite der Basis **42** des Rahmens **40** fixiert ist, und einem rechten und linken Lagerblock **103a** und **104a**, die gleitend damit in Eingriff stehen und am unteren Element **52** unter den Seitenelementen **54** des Bocks **50** fixiert sind. Daher ist in der Unterseite eines jeden Seitenelementes **54** ein Stufenabschnitt ausgebildet, in dem ein hinterer Abschnitt in Z-Achsen-Richtung in einer höheren Position als ein Vorderabschnitt positioniert ist. Beide Endabschnitte des unteren Elementes **52** in X-Achsen-Richtung sind am Stufenabschnitt angeordnet.

[0065] Die X-Achsen-Führungseinrichtung zum gleitenden Führen des Bocks **50** in X-Achsen-Richtung besteht aus den drei Sätzen von linearen X-Achsen-Führungen **12**, **14** und **16**. Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, befindet sich der Mittelpunkt einer jeden linearen X-Achsen-Richtung **12**, **14** und **16** in X-Achsen-Richtung im Wesentlichen auf einer Mittellinie L entlang der Y-Achse senkrecht zum Drehpunkt der Werkzeugspindel **100**.

[0066] Die Beziehung zwischen den Lagerblöcken **103**, **103a**, **104**, **104a**, **105** und **106**, die am Bock **50** fixiert sind, wird anhand der schematischen Ansicht der [Fig. 10](#) erläutert. In [Fig. 10](#) ist [Fig. 10\(a\)](#) eine linke Seitenansicht, [Fig. 10\(b\)](#) eine Vorderansicht, [Fig. 10\(c\)](#) eine rechte Seitenansicht und [Fig. 10\(d\)](#) eine Draufsicht. Die drei in [Fig. 10\(a\)](#) dargestellten Lagerblöcke **104**, **104a** und **106** sind in den Scheitelpunkten eines rechtwinkligen Dreiecks, von der linken Seite in X-Achsen-Richtung aus gesehen, angeordnet. In entsprechender Weise sind die drei in [Fig. 10\(c\)](#) gezeigten Lagerblöcke **103**, **103a** und **105** in den Scheitelpunkten eines rechtwinkligen Dreiecks, von der rechten Seite in X-Achsen-Richtung aus gesehen, in der gleichen Weise wie die Lagerblöcke **104**, **104a** und **106** angeordnet.

[0067] Des Weiteren sind die in [Fig. 10\(b\)](#) dargestellten vier Lagerblöcke **103**, **104**, **105** und **106** in der gleichen Ebene senkrecht zur Z-Achse angeordnet. Die in [Fig. 10\(d\)](#) dargestellten vier Lagerblöcke **103**, **103a**, **104** und **104a** sind in der gleichen Ebene senkrecht zur Y-Achse angeordnet.

[0068] Wie die [Fig. 5](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) zeigen, ist der Sattel **60** in Y-Achsen-Richtung im Bock **50** über

ein Paar von linken und rechten vorderen linearen Y-Achsen-Führungen **22** und **24** und ein Paar von linken und rechten hinteren linearen Y-Achsen-Führungen **26** und **28** gleitend angeordnet. Die linke und rechte vordere lineare Y-Achsen-Führung **22** und **24** sind parallel zur X-Achsen-Richtung angeordnet und halten die Werkzeugspindel **100** dazwischen. Die linke und rechte hintere lineare Y-Achsen-Führung **26** und **28** sind an der Rückseite der vorderen linearen Y-Achsen-Führungen **22** und **24** parallel zur X-Achsen-Richtung angeordnet. Bei einer derartigen Konstruktion sind die linken und rechten linearen Y-Achsen-Führungen **22**, **26**, **24** und **28** symmetrisch zur Y-Achse senkrecht zur Drehachse der Werkzeugspindel **100** vorgesehen.

[0069] Die rechte vordere lineare Y-Achsen-Führung **24** besteht aus einer geraden Schiene **110**, die sich entlang der Y-Achse erstreckt, und einem unteren und oberen Lagerblock **112** und **114**, die gleitend damit in Eingriff stehen. Die gerade Schiene **110** ist am Seitenelement **54** am rechten Endabschnitt des Bocks **50** fixiert, und die Lagerblöcke **112** und **114** sind an einer Seitenfläche des Sattels **60** fixiert. In entsprechender Weise besteht die linke vordere lineare Y-Achsen-Führung **22** aus einer geraden Schiene **111**, die am Seitenelement **54** an einem linken Endabschnitt des Bocks **50** fixiert ist, und dem unteren und oberen Lagerblock **113** und **115**, die gleitend damit in Eingriff stehen und an einer Seitenfläche des Sattels **60** fixiert sind.

[0070] Die rechte hintere lineare Y-Achsen-Führung **28** besteht aus einer geraden Schiene **110a**, die sich entlang der Y-Achse erstreckt, und einem Lagerblock **112a**, der gleitend damit in Eingriff steht. Die gerade Schiene **110a** ist am Seitenelement **54** am rechten Endabschnitt des Bocks **50** fixiert, und der Lagerblock **112a** ist an der Seitenfläche des Sattels **60** fixiert. In entsprechender Weise besteht die linke hintere lineare Y-Achsen-Führung **26** aus einer geraden Schiene **101a**, die an einem Seitenelement **54** am linken Endabschnitt des Bocks **50** fixiert ist, und dem Lagerblock **113a**, der gleitend damit in Eingriff steht und an der Seitenfläche des Sattels **60** fixiert ist.

[0071] Die Y-Achsen-Führungseinrichtung zum gleitenden Führen des Sattels **60** in Y-Achsen-Richtung besteht aus den vier linearen Y-Achsen-Führungen **22**, **24**, **26** und **28**, die vorstehend beschrieben wurden.

[0072] Die Lagebeziehung zwischen den Lagerblöcken **112**, **112a**, **113**, **113a**, **114** und **115**, die am Sattel **60** fixiert sind, wird in Verbindung mit [Fig. 11](#) erläutert. [Fig. 11\(a\)](#) ist eine linke Seitenansicht, [Fig. 11\(b\)](#) ist eine Vorderansicht, [Fig. 11\(c\)](#) ist eine rechte Seitenansicht und [Fig. 11\(d\)](#) ist eine Draufsicht. Die in [Fig. 11\(a\)](#) dargestellten Lagerblöcke **113**, **113a** und **115** sind in den Scheitelpunkten eines rechtwinkligen

Dreiecks, von der linken Seite in X-Achsen-Richtung aus gesehen, angeordnet. Die vorderen Lagerblöcke **113** und **115** der drei sind in der gleichen Ebene senkrecht zur Z-Achse zusammen mit den zwei linken Vorderend-Lagerblöcken **104** und **106** (siehe [Fig. 10\(a\)](#)) in der X-Achsen-Führungseinrichtung angeordnet.

[0073] In entsprechender Weise sind die in [Fig. 11\(c\)](#) dargestellten Lagerblöcke **112**, **112a** und **114** in den Scheitelpunkten eines rechtwinkligen Dreiecks, von der rechten Seite in X-Achsen-Richtung aus gesehen, angeordnet. Die vorderen Lagerblöcke **103** und **105** der drei sind in der gleichen Ebene senkrecht zur Z-Achse zusammen mit den rechten Vorderend-Lagerblöcken **112** und **114** (siehe [Fig. 10\(c\)](#)) in der X-Achsen-Führungseinrichtung angeordnet.

[0074] Die in [Fig. 11\(b\)](#) dargestellten Lagerblöcke **112**, **113**, **114** und **115** sind in der gleichen Ebene senkrecht zur Z-Achse vorgesehen. Die in [Fig. 11\(d\)](#) gezeigten Lagerblöcke **112**, **112a**, **113** und **113a** sind in der gleichen Ebene senkrecht zur Y-Achse angeordnet.

[0075] Wie die [Fig. 6](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 9](#) zeigen, wird der Stößel **70** in Z-Achsen-Richtung im Sattel **60** über drei Paare von linearen Z-Achsen-Führungen **32**, **34** und **36** gelagert. Die linke und rechte lineare Z-Achsen-Führung **32** und **34** sind parallel zur X-Achsen-Richtung an einem unteren Abschnitt der Werkzeugspindel **100** angeordnet. Die obere lineare Z-Achsen-Führung **36** ist über der Werkzeugspindel **100** parallel zu den unteren linearen Z-Achsen-Führungen **32** und **34** in Y-Achsen-Richtung vorgesehen. Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, sind die linke und rechte lineare Z-Achsen-Führung **32** und **34** symmetrisch zur X-Achsen-Richtung um die Mittellinie L entlang der Y-Achse senkrecht zur Drehachse der Werkzeugspindel **100** vorgesehen. Ferner ist die lineare Führung **36** im Wesentlichen auf der Mittellinie L angeordnet.

[0076] Wie die [Fig. 6](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 9](#) zeigen, besteht die rechte untere lineare Z-Achsen-Führung **34** aus einer geraden Schiene **125**, die sich entlang der Z-Achse erstreckt, und einem vorderen und hinteren Lagerblock **121** und **123**, die gleitend damit in Eingriff stehen. Die gerade Schiene **125** ist an einer Unterseite des Stößels **70** fixiert, und die Lagerblöcke **121** und **123** sind an einem rechten unteren Abschnitt des Sattels **60** fixiert. In entsprechender Weise besteht die linke untere lineare Z-Achsen-Führung **32** aus einer geraden Schiene **126**, die an der Unterseite des Stößels **70** fixiert ist, und einem vorderen und hinteren Lagerblock **122** und **124**, die gleitend damit in Eingriff stehen und an einem linken unteren Abschnitt des Sattels **60** fixiert sind.

[0077] Die obere lineare Z-Achsen-Führung **36** besteht aus einer geraden Schiene **118**, die sich entlang der Z-Achse erstreckt, und einem Lagerblock **117**, der gleitend damit in Eingriff steht. Die gerade Schiene **118** ist an einer Oberseite des Stößels **70** fixiert, während der Lagerblock **117** an einer oberen Innenfläche des Sattels **60** fixiert ist.

[0078] Die Z-Achsen-Führungseinrichtung zum gleitenden Führen des Stößels **70** entlang der Z-Achse besteht aus den drei Sätzen der linearen Z-Achsen-Führungen **32**, **34** und **36**, wie vorstehend beschrieben.

[0079] Die Lagebeziehung zwischen den Lagerblöcken **121**, **122**, **123**, **124** und **117**, die am Sattel **60** fixiert sind, wird in Verbindung mit [Fig. 12](#) erläutert. [Fig. 12\(a\)](#) ist eine linke Seitenansicht, [Fig. 12\(b\)](#) eine Vorderansicht, [Fig. 12\(c\)](#) eine rechte Seitenansicht und [Fig. 12\(d\)](#) eine Draufsicht. Die in [Fig. 12\(a\)](#) gezeigten Lagerblöcke **117**, **122** und **124** sind in Scheitelpunkten eines rechtwinkligen Dreiecks, von der linken Seite in X-Achsen-Richtung aus gesehen, angeordnet. In entsprechender Weise sind die in [Fig. 12\(c\)](#) gezeigten Lagerblöcke **117**, **121** und **123** in Scheitelpunkten eines rechtwinkligen Dreiecks, von der rechten Seite in X-Achsen-Richtung aus gesehen, angeordnet.

[0080] Ferner sind die in [Fig. 12\(b\)](#) gezeigten Lagerblöcke **117**, **121** und **122** in der gleichen Ebene senkrecht zur Z-Achse und in Scheitelpunkten eines gleichschenkligen Dreiecks (einschließlich eines gleichseitigen Dreiecks) angeordnet. Darüber hinaus sind die in [Fig. 12\(d\)](#) gezeigten Lagerblöcke **121**, **122**, **123** und **124** in der gleichen Ebene senkrecht zur Y-Achse vorgesehen.

[0081] Der Bock **50**, der Sattel **60** und der Stößel **70** werden in Axialrichtungen von einem bekannten Linearmotor angetrieben. Genauer gesagt, wie in [Fig. 6](#) gezeigt, sind ein oberer und unterer X-Achsen-Linearmotor **210** vertikal symmetrisch in Y-Achsen-Richtung zwischen dem Rahmen und dem Bock **50** angeordnet. Der X-Achsen-Linearmotor **210** besitzt einen Spulenstator **212**, der am Bock **50** vorgesehen ist, und einen Magneten **214**, der am Rahmen **40** vorgesehen ist. In entsprechender Weise sind ein linker und rechter Y-Achsen-Linearmotor **220** (nur der linke Motor ist in [Fig. 6](#) gezeigt) seitlich symmetrisch zwischen dem Bock **50** und dem Sattel **60** angeordnet. Der Y-Achsen-Linearmotor **220** besitzt einen Spulenstator **222**, der am Sattel **60** vorgesehen ist, und einen Magneten **224**, der am Bock **50** vorgesehen ist. Wie in [Fig. 7](#) gezeigt, ist ein Z-Achsen-Linearmotor **230** zwischen dem Sattel **60** und dem Stößel **70** vorgesehen. Der Z-Achsen-Linearmotor **230** besitzt einen Spulenstator **232**, der am Sattel **60** vorgesehen ist, und einen Magneten **234**, der am Stößel **70** vorgesehen ist.

[0082] Bei der vorstehend beschriebenen Werkzeugmaschine ist die X-Achsen-Führungseinrichtung mit drei Lagerblöcken **104**, **104a** und **106** (siehe [Fig. 10\(a\)](#)) und **103**, **103a** und **105** (siehe [Fig. 10\(c\)](#)) versehen, die in den Scheitelpunkten eines rechtwinkligen Dreiecks angeordnet sind. In entsprechender Weise ist die Y-Achsen-Führungseinrichtung mit drei Lagerblöcken **113**, **113a** und **115** (siehe [Fig. 11\(a\)](#)) und **112**, **112a** und **114** (siehe [Fig. 11\(c\)](#)) versehen, die in den Scheitelpunkten eines rechtwinkligen Dreiecks angeordnet sind. Ferner ist die Z-Achsen-Führungseinrichtung mit drei Lagerblöcken **117**, **122** und **124** (siehe [Fig. 12\(a\)](#)) und **117**, **121** und **123** (siehe [Fig. 12\(c\)](#)) vorgesehen, die in den Scheitelpunkten eines rechtwinkligen Dreiecks angeordnet sind. Daher kann die auf die Werkzeugspindel **100** einwirkende Schneidkraft über die entsprechenden Führungseinrichtungen gleichmäßig auf den Bock **50**, den Sattel **60** und den Stößel **70** einwirken. Auf diese Weise kann die Steifigkeit des Bocks **50**, des Sattels **60** und des Stößels **70** erhöht werden. Somit können das Gewicht des Bocks **50**, des Sattels **60** und des Stößels **70** verringert werden. Hierdurch können die Geschwindigkeit und Beschleunigung des Bocks **50**, Sattels **60** und Stößels **70** der bei diesem Beispiel gezeigten Werkzeugmaschine mit Linearmotorantrieb erhöht werden.

[0083] In Bezug auf die Führungseinrichtungen für die X-Achse, Y-Achse und Z-Achse ist es ausreichend, wenn mindestens eine Führungseinrichtung mit drei Lagerblöcken versehen ist, die in den Scheitelpunkten eines Dreiecks angeordnet sind, welches durch drei gerade Linien, gesehen aus X-Achsen-Richtung, gebildet wird. Das gleitend von der mit den Lagerblöcken versehenen Führungseinrichtung geführte Gleitelement kann so konstruiert werden, dass es eine hohe Steifigkeit und ein verringertes Gewicht besitzt. Das Dreieck, in dessen Scheitelpunkten die drei in der Führungseinrichtung vorgesehenen Lagerblöcke angeordnet sind (aus X-Achsen-Richtung gesehen), kann zusätzlich zu einem rechtwinkligen Dreieck ein gleichschenkliges Dreieck und ein gleichseitiges Dreieck sein. In diesem Fall wird nicht bevorzugt, vier oder mehr Lagerblöcke in den Scheitelpunkten eines größeren Polygons als einem Tetragon, das von vier oder mehr geraden Linien gebildet wird (aus X-Achsen-Richtung gesehen), vorzusehen, da hierdurch trotz einer hohen Steifigkeit des Gleitelementes das Gewicht überflüssigerweise erhöht werden kann, was dazu führt, dass das Problem der Gewichtsreduzierung ungelöst bleibt.

[0084] Des Weiteren sind zwei Lagerblöcke **103**, **105**, **104**, **106** (siehe die [Fig. 10\(a\)](#) und [10\(c\)](#)) von den drei in den Scheitelpunkten eines Dreiecks (in X-Achsen-Richtung gesehen) in der X-Achsen-Führungseinrichtung angeordneten Lagerblöcken und

zwei Lagerblöcke **112**, **114**, **113**, **115** (siehe die **Fig. 11(a)** und **11(c)**) von den drei in den Scheitelpunkten eines Dreiecks (aus X-Achsen-Richtung gesehen) in der Y-Achsen-Führungseinrichtung angeordneten Lagerblöcken in der gleichen vertikalen Ebene senkrecht zur Z-Achse angeordnet. Der durch die X-Achsen-Führungseinrichtung gelagerte Bock **50** und der durch die Y-Achsen-Führungseinrichtung gelagerte Sattel **60** können somit auf kompakte Weise relativ zur Z-Achse angeordnet werden.

[0085] Ferner besitzt die Z-Achsen-Führungseinrichtung drei Lagerblöcke **117**, **121**, **122** (siehe **Fig. 12(b)**), die in den drei Scheitelpunkten eines gleichschenkligen Dreiecks angeordnet sind, das eine Grundlinie als horizontale Linie aufweist und von drei Geraden, aus Z-Achsen-Richtung gesehen, gebildet wird. Eine hohe Steifigkeit des Stößels **70**, der die auf die Werkzeugspindel **100** einwirkende Schneidkraft aufnimmt, kann durch die Lagerblöcke sichergestellt werden.

[0086] Eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend in Verbindung mit den Zeichnungen erläutert.

[0087] Die **Fig. 13** bis **Fig. 15** zeigen eine Draufsicht, eine rechte Seitenansicht und eine Vorderansicht einer Werkzeugmaschine mit Linearmotorantrieb gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform besteht eine Werkzeugmaschine hauptsächlich aus einem Arbeitstisch **211**, einer Basis **210**, einem Befestigungsrahmen **215**, einem Bock **220**, einem Stößel **260**, Linearmotoren **235**, **237**, **251**, **252** und **267** und einer Werkzeugspindel **271**. Der Arbeitstisch **211** ist an der Vorderseite einer Basis **210** angeordnet, während sich der Befestigungsrahmen **215** an der Rückseite derselben befindet. Der Bock **220** ist in X-Achsen-Richtung durch die Basis **210** und den Befestigungsrahmen **215** an einer Vorderseite desselben gleitend geführt, während der Sattel **250** in Y-Achsen-Richtung durch den Bock **220** gleitend geführt wird. Der Stößel **260** wird vom Sattel **250** in Z-Achsen-Richtung geführt, in dem die Werkzeugspindel **271** drehbar gelagert ist. Der Bock **220**, Sattel **250** und Stößel **260** werden von drei Sätzen der Linearmotoren **235**, **237**, **251**, **252** und **267** angetrieben.

[0088] Der Arbeitstisch **211** wird an der Oberseite eines Vorderabschnittes der Basis **210** von einem Tischlagermechanismus **212** gelagert und hat eine Montagefläche **211a**, auf der ein Werkstück **W** montiert ist. Der Tischlagermechanismus **212** kann so ausgebildet sein, dass hierdurch der Arbeitstisch **211** in einfacher Weise fixiert und gehalten wird. Es wird jedoch bevorzugt, den Tisch so auszubilden, dass darin ein bekannter Indexmechanismus (nicht gezeigt) installiert ist.

[0089] Der Indexmechanismus kann so ausgebildet sein, dass er den Arbeitstisch **211** jede 90° um die Y-Achse dreht. Der Mechanismus kann jedoch auch so ausgebildet sein, dass er in einer willkürlichen Winkellage von einem Servomotor (nicht gezeigt) gedreht wird, der von einer NC-Vorrichtung (nicht gezeigt) numerisch gesteuert wird. Ferner können bei dem Tischlagermechanismus **212** diverse Aspekte Anwendung finden, wie eine Unterteilung des Arbeitstisches **211** um eine Achse parallel oder senkrecht zu einer Drehachse der Werkzeugspindel **271**, wie nachfolgend beschrieben.

[0090] Der Befestigungsrahmen **215** ist an der Oberseite eines hinteren Abschnittes der Basis **210** angeordnet und besitzt eine Breite, die geringfügig größer ist als die Breite eines Vorderabschnittes, an dem der Arbeitstisch **211** angeordnet ist. Wie in **Fig. 15** gezeigt, besteht der Befestigungsrahmen **215** aus zwei Säulenelementen **216**, die voneinander beabstandet in X-Achsen-Richtung angeordnet sind, und einem Querträger **217**, dessen untere Endfläche lösbar mit Bolzen und Muttern (nicht gezeigt) mit jeder oberen Endfläche der Säulenelemente **216** verbunden ist. Bei einer derartigen Ausführungsform öffnet sich ein rechteckiges Fenster **218** (ein erster Öffnungsabschnitt) in Z-Achsen-Richtung, das von einer hinteren Oberseite der Basis **210**, inneren gegenüberliegenden Flächen der Säulenelemente **216** und einer unteren Endfläche des Querträgers **217** begrenzt wird.

[0091] Im vorderen Bereich des Befestigungsrahmens **215** ist ein Bock **220** mit einem rechteckigen Fenster **224** (einem zweiten Öffnungsabschnitt) vorgesehen, in dem sich sowohl das erste als auch das zweite rechteckige Fenster **218** und **224** in X-Achsen-Richtung überlappen, wie in **Fig. 15** gezeigt. Eine untere Endfläche und eine Rückseite eines oberen Abschnittes des Bocks **220** werden in X-Achsen-Richtung gleitend von der Basis **210** und dem Befestigungsrahmen **215** geführt. Der Bock **220** ist durch ein rechtes und linkes Trägerelement **221** und ein oberes und unteres Trägerelement **222** und **223** in Kastenform ausgebildet, und das rechteckige Fenster **224** öffnet sich in X-Achsen-Richtung.

[0092] Im Detail ist die Breite in Z-Achsen-Richtung des unteren Trägerelementes **223** geringer als die des Trägerelementes **221**, wobei eine Unterseite als abgestufte Fläche **223a** ausgebildet ist, die eine Vorderseite aufweist, die dünner ist als eine Rückseite, um eine Spuleneinheit eines hiernach beschriebenen Linearmotors zu montieren, wie in **Fig. 16** gezeigt. Auf der Oberseite von beiden Endabschnitten des unteren Trägerelementes **223** sind eine Sitzfläche **223b**, auf der das untere Ende des Trägerelementes **221** sitzt, und eine Aufnahme fläche **223c** zur Aufnahme einer Innenseite des unteren Endabschnittes des Trägerelementes **221** ausgebildet. Die rechte und lin-

ke Aufnahme­fläche **223c** sind einstückig über Leisten **223d** miteinander verbunden.

[0093] Die unteren Endabschnitte der Träger­elemente **221** sind an den Sitz­flächen **223b** des unteren Träger­elementes **223** befestigt, wie in [Fig. 17](#) gezeigt. Diese Befestigung wird durchgeführt, indem Bolzen aus Taschen **221b** und **221c**, die an einer äußeren End­fläche eines unteren Abschnittes des Träger­elementes **221** offen sind, eingesetzt werden und der Bolzen in eine Schraubenbohrung (ohne Bezugs­zeichen) eingeschraubt wird, die zur Sitz­fläche **223b** hin offen ist. Eine Innen­fläche eines unteren End­abschnittes des Träger­elementes **221** ist lösbar mit der Aufnahme­fläche **223c** des unteren und horizontalen Träger­elementes **223** verbunden. Diese Verbindung wird durchgeführt, indem Bolzen in die Aufnahme­fläche **223c** von einer Seite der Leiste **223d** eingesetzt und die Bolzen in eine Schraubenbohrung des Träger­elementes **221** eingeschraubt werden.

[0094] Die Träger­elemente **221** sind durch lösbares Fixieren von beiden Endabschnitten der Träger­elemente **221** an der oberen End­fläche des oberen Träger­elementes **222** mit dem oberen Träger­element verbunden. Genauer gesagt, der Bolzen wird von einem Abschnitt **222a** eines Endes des oberen Träger­elementes **222** durch einen Abschnitt **222a** eingesetzt, um in Schraubenbohrungen mit dem oberen Ende des Träger­elementes **221** eingeschraubt zu werden. Wie vorstehend beschrieben, werden das linke und rechte Träger­element **221** und das obere und untere Träger­element **222** und **223** zu einer Kasten­form zusammengebaut, so dass das rechteckige Fenster **224** von den Innen­flächen des rechten und linken Träger­elementes **221**, die gegenüber angeordnet sind, und der unteren Fläche und oberen Fläche des oberen und unteren Träger­elementes **222** und **223**, die gegenüber angeordnet sind, gebildet wird.

[0095] Ein linearer Führungsmechanismus **227** als untere Führungseinrichtung ist zwischen einem Abschnitt auf der Basis **210** im Vorderbereich des Befestigungsrahmens **215** und einer Unterseite des Bocks **220** vorgesehen. Ein linearer Führungsmechanismus **228** als obere Führungseinrichtung ist zwischen einer oberen Vorderseite des Befestigungsrahmens **215** und einer oberen Rückseite des Bocks **220** vorgesehen. Der untere Führungsmechanismus **227** umfasst zwei gerade Schienen **229**, die an der Basis **210** parallel in X-Achsen-Richtung fixiert sind, und ein Paar von Lagerblöcken **230** und **231**, die auf jeder Schiene **229** laufen.

[0096] Das Paar der vorderen Lagerblöcke **230**, die im Vorderbereich der Basis **210** angeordnet sind, ist direkt an der unteren End­fläche der Träger­elemente **221** montiert. Diese Befestigung wird durchgeführt, indem Bolzen von der in [Fig. 17](#) gezeigten Tasche **221a** durch die untere End­fläche des Träger­elemen-

tes **221** eingesetzt werden, um mit der Schraubenbohrung im Lagerblock **230** verschraubt zu werden.

[0097] Der hintere rechte und linke Lagerblock **231** sind an einer Unterseite einer jeden Sitz­fläche **223b** des unteren Träger­elementes **223** unmittelbar unter dem Träger­element **221** montiert. Diese Befestigung wird vor der Verbindung des Träger­elementes **221** mit dem unteren Träger­element **223** durchgeführt und realisiert, indem die Bolzen vom oberseitigen Ende der Sitz­fläche **223** durch das untere Träger­element **223** eingesetzt und mit der Schraubenbohrung, die zur Oberseite des Lagerblocks **231** offen ist, verschraubt werden. In diesem Fall wird beispielsweise ein Bolzen mit einem Sechseckloch als Bolzen verwendet, und ein Kopfabschnitt desselben wird so angeordnet, dass er nicht von der Sitz­fläche **223b** vorsteht.

[0098] Somit ist die Oberseite der Basis **210** zur Montage der hinteren Führungsschiene **229** so konstruiert, dass sie um eine Größe nach unten abfällt, die der Dicke der Sitz­fläche **223b** im Vergleich zur Montage der Führungsschiene **229** entspricht, da der Lagerblock **231** am Träger­element **221** montiert ist.

[0099] Der obere Führungsmechanismus **228** umfasst eine einzige Führungsschiene **232**, die sich entlang der X-Achse parallel zur Führungsschiene **229** erstreckt und an der Vorderseite des Querträgers **217** fixiert ist, und ein Paar von rechten und linken Lagerblöcken **233**, die darauf laufen. Um die Führungsschiene **232** in einer mittleren Position über die Breite des Bocks **220** entlang der Z-Achse anzuordnen, d.h. einer mittleren Position in Z-Achsen-Richtung zwischen einem Paar von unteren Führungsschienen **229**, steht der Querträger **217** nach vorne vor, so dass er etwa die Hälfte des hinteren Endes des oberen Endes des vertikalen Träger­elementes **221** am vorderen Ende bedeckt.

[0100] Zu dem gleichen Zweck ist die Breite des oberen und horizontalen Träger­elementes **222** des Bocks **220** entlang der Z-Achse um ein Ausmaß verringert, das etwa der Hälfte der Breite des vertikalen Träger­elementes **221** in der gleichen Richtung entspricht, und beide Enden in Längsrichtung sind lösbar an der Oberseite des vertikalen Träger­elementes **221** mit einem Bolzen (nicht gezeigt) in der vorstehend beschriebenen Weise so befestigt, dass der vordere Endrand derselben so zum Ende der vorderen Hälfte der Oberseite des vertikalen Träger­elementes **221** verschoben ist, dass im Wesentlichen eine Ausrichtung mit der Vorderseite des vertikalen Träger­elementes **221** erreicht wird. Das obere und horizontale Träger­element **222** besitzt eine vertikale Rückseite **222b**, und die Lagerblöcke **233** sind an den beiden Längsendabschnitten der vertikalen Rückseite **222b** montiert, und zwar unmittelbar über dem vertikalen Träger­element **221** (siehe [Fig. 15](#)).

[0101] Eines der Merkmale dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass der Befestigungsrahmen **215** so ausgebildet ist, dass er die Rückseite des oberen Abschnittes des Bocks **220** führt. Diese Ausführungsform macht es möglich, das obere Ende des Bocks **220** so einzustellen, dass dieses im Wesentlichen die gleiche Höhe besitzt wie das obere Ende des Befestigungsrahmens **215**. Die Höhe der gesamten Werkzeugmaschine ist so reduziert, dass noch ein gewünschter Hub des Sattels **250** in Y-Achsen-Richtung sichergestellt wird, um zu einer kompakten Größe und einer verbesserten Steifigkeit der Werkzeugmaschine beizutragen.

[0102] Als eines der anderen Merkmale dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Bock **220** nicht im rechteckigen Fenster **218** des Befestigungsrahmens **215** angeordnet, sondern vor dem Befestigungsrahmen **215**, und vorzugsweise erstrecken sich beide Enden der unteren Führungsschiene **229** und der oberen Führungsschiene **232** bis zur Vorderseite des Säulenelementes **216** auf der entsprechenden Seite. Daher kann der Bock **220** nach vorne rücken und das linke und rechte vertikale Trägerelement **221** überlappen, wobei sich das Vorderende des Säulenelementes **216** im entsprechenden Ende des Befestigungsrahmens **215** befindet. Ein Intervall des Säulenelementes **216** entlang der X-Achse ist unter der Bedingung verengt, dass ein gewünschter Hub des Bocks **220** in X-Achsen-Richtung sichergestellt wird. Auf diese Weise kann der Öffnungsabschnitt vor der Werkzeugmaschine verengt werden.

[0103] Der von der Führungsschiene **232** und dem Lagerblock **233** gebildete lineare Führungsmechanismus **228** ist in einer Richtung entgegengesetzt zur maximalen Belastung, die auf die Z-Achse wirkt, montiert. Der lineare Führungsmechanismus **228** ist in der Richtung montiert, die zu der auf die Z-Achse ausgeübten maximalen Belastung entgegengesetzt ist. Ein Paar von unteren linearen Führungsmechanismen **227** ist in der Richtung montiert, die der auf die Y-Achse ausgeübten maximalen Belastung entgegengesetzt ist. Die Montagerichtung des linearen Führungsmechanismus **228** unterscheidet sich somit von der des linearen Führungsmechanismus **227** um 90°. Diese Konstruktion kennzeichnet eines der anderen Merkmale der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

[0104] Der Bock **220** wird von einem unteren Linearelektromotor **235** und einem oberen Linearelektromotor **237** angetrieben, die synchron einen unteren Endabschnitt und einen oberen Endabschnitt steuern. Der untere Linearmotor **235** wird von einer festen Magnetplatteneinheit **235a**, die auf der Basis **210** entlang zwei Führungsschienen **229** dazwischen angeordnet ist, und einer elektromagnetischen Spuleneinheit **235b** gebildet, die auf der Unterseite des unteren

und horizontalen Trägerelementes **223**, das gegenüberliegt, montiert ist. Die Magnetplatteneinheit **235a** ist so ausgebildet, dass eine Vielzahl von Magnetplatten in Reihe in Bewegungsrichtung des Bocks **220** angeordnet ist.

[0105] Im Gegensatz dazu wird der obere Linearmotor **237** von einer festen Magnetplatteneinheit **237a** gebildet, die in der Vorderseite des Querträgers **217** des Befestigungsrahmens **215** entlang der Führungsschiene **232** angeordnet ist, und einer elektromagnetischen Spuleneinheit **237b**, die auf der Rückseite des oberen und horizontalen Trägerelementes **222** des Bocks **220**, das gegenüberliegt, montiert ist.

[0106] Diese Linearmotoren **235** und **237** steuern synchron die Spuleneinheiten **235b** und **237b** über eine NC-Vorrichtung (nicht gezeigt) und wirken so, dass der Bock **220** auf der Basis **210** und dem Befestigungsrahmen **215** durch die Bewegung eines magnetischen Erregungszustandes zwischen den Spuleneinheiten **235b** und **237b** und den Magnetplatteneinheiten **235a** und **237a**, die diesen gegenüberliegen, in Abhängigkeit vom NC-Programm in Vorschubrichtung bewegt wird. Bei diesem Vorschubprozess erzeugt die Spuleneinheit **235b** eine Magnetkraft, um an die Magnetplatteneinheit **235a** angezogen zu werden und auf diese Weise den Bock **220** zur Basis **210** nach unten zu pressen. Im Gegensatz dazu erzeugt die Spuleneinheit **237b** eine Magnetkraft, wodurch der Bock **220** zum Querträger **217** des Befestigungsrahmens **215** nach hinten gepresst wird.

[0107] Als eines der anderen Merkmale dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind der obere und untere Linearmotor **235**, **237** im Schwerpunkt des Bocks **220**, vorzugsweise im Mittelabschnitt von dessen Breite in Z-Achsen-Richtung, angeordnet, um den oberen und unteren Endabschnitt innerhalb der vertikalen Fläche anzutreiben, die sich durch den Bock **220** und den Schwerpunkt des sich vertikal hiermit bewegenden Mechanismus erstreckt.

[0108] Als eines der weiteren Merkmale dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wirkt eine kombinierte Kraft aus den Anziehungskräften F_1 , F_2 , die von den Linearmotoren **235** und **237** erzeugt werden, so, dass der Bock **220** nach unten in einer sich schräg nach hinten erstreckenden Richtung gepresst wird, wie durch den Pfeil F_t in [Fig. 14](#) gezeigt. Selbst in dem Fall, in dem die auf die Werkzeugspindel **271** einwirkende Schneidkraft in einer Richtung zum Anheben des Bocks **220** wirkt, oder in dem Fall, in dem sich die Schneidkraft intermittierend verändert, wird daher der Bock **220** fest an der Basis **220** und dem Befestigungsrahmen **215** gehalten, so dass er nicht in Vertikalrichtung (Y) und vor und zurück (Z) bewegt wird. Folglich wird der Bock **220** daran gehindert, sich relativ zur Basis **210** und zum Befestigungsrahmen **215** vor und zurück und vertikal zu bewegen, da ein

Spalt in einem Gleitabschnitt zwischen den Führungsschienen **229**, **232** und den Lagerblöcken **230**, **231**, **233** vorhanden ist, wodurch eine hohe Bearbeitungsgenauigkeit sichergestellt wird.

[0109] Der ähnlich in Kastenform ausgebildete Sattel **250** ist im vertikal rechteckigen Fenster **224** des Bocks **220** so geführt, dass er sich in Vertikalrichtung frei bewegen kann. Der Führungsmechanismus wird von einem linearen Führungsmechanismus **251** gebildet, der der Vorderabschnittführungseinrichtung entspricht, die im vorderen Abschnitt der inneren gegenüberliegenden Endfläche des vertikalen Trägerelementes **221** im Bock **220** vorgesehen ist, und einem linearen Führungsmechanismus **252**, der der Hinterabschnittführungseinrichtung entspricht, die in entsprechender Weise im hinteren Abschnitt der gegenüberliegenden Endfläche vorgesehen ist. Ein Paar von Führungsschienen **253**, die den Vorderabschnittführungsmechanismus **251** bilden, besitzt eine Gesamtlänge, die im Wesentlichen der Breite in Richtung der Höhe des vertikal rechteckigen Fensters **224** entspricht, und ist an der inneren gegenüberliegenden Fläche im Vorderabschnitt des vertikalen Trägerelementes **221** fixiert. Die Lagerblöcke **254**, **254**, die sich frei auf jeder Führungsschiene **253** bewegen, sind am oberen und unteren Endabschnitt auf der Seitenfläche des Sattels **250** gegenüber den Führungsschienen befestigt.

[0110] Ein Paar von rechten und linken Führungsschienen **255**, die den Hinterabschnittführungsmechanismus **252** bilden, besitzt eine Länge, die kürzer ist als die Gesamtlänge der Führungsschiene **253**, und ist an der inneren gegenüberliegenden Fläche fixiert, um zum unteren Abschnitt des rechteckigen Fensters **224** im hinteren Abschnitt des vertikalen Trägerelementes **221** gedrückt zu werden. Ein einziger Lagerblock **256**, der frei auf jeder Führungsschiene **255** laufen kann, ist am unteren Endabschnitt auf der Seitenfläche des Sattels **250**, die der Führungsschiene gegenüberliegt, befestigt. Der Sattel **250** ist daher so ausgebildet, dass der Vorderabschnitt von vier Lagerblöcken **254** geführt wird, die an vier Ecken des Sattels befestigt sind, und der hintere Abschnitt von zwei Lagerblöcken **256** geführt wird, die an zwei Ecken des unteren Abschnittes befestigt sind.

[0111] Als eines der Merkmale dieser Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung, das in [Fig. 14](#) dargestellt ist, bildet eine Linie, die zwei obere und untere Lagerblöcke **254** im Vorderabschnitt und einen Lagerblock **256** im hinteren Abschnitt verbindet, ein rechtwinkliges Dreieck. Auf diese Weise kann eine hohe Steifigkeit gegen die auf die Werkzeugspindel **271** einwirkende Schneidkraft erzielt werden. In entsprechender Weise bildet, aus der Richtung der rechten Seitenansicht der [Fig. 14](#) gesehen, eine Linie, die den vorderen und hinteren Lagerblock **230** und **231** zum Führen des unteren Abschnittes

des Bocks **220** und einen Lagerblock **233** zum Führen des oberen Abschnittes verbindet, ein gleichschenkeliges Dreieck. Bei dieser Ausführungsform kann ebenfalls eine hohe Steifigkeit in Bezug auf die Schneidkraft erreicht werden.

[0112] Wie durch die gestrichelte Linie in [Fig. 14](#) gezeigt ist, wird eine Vorschubeinrichtung zum Bewegen des Sattels **250** in Vertikalrichtung (Y-Achsen-Richtung) von den elektrischen Linearmotoren **257** gebildet, die zwischen beiden Seitenflächen des Sattels **250** und der Innenfläche des vertikalen Trägerelementes **221** angeordnet sind. Jeder Linearmotor **257** wird von der Magnetplatteneinheit **257a**, die auf der Innenfläche entsprechend dem vertikalen Trägerelement **221** entlang der Vertikalrichtung zwischen der vorderen und hinteren Führungsschiene **253** und **255** auf jeder Seitenfläche des Sattels **250** ausgebildet ist, und der Spuleneinheit **257b**, die an der Seitenfläche des Sattels **250** befestigt ist, gebildet. Die Spuleneinheit **257b** ist so angeordnet, dass sie der Magnetplatteneinheit **257a** gegenüberliegt.

[0113] Der Sattel **250** besitzt Kastenform und eine lange zylindrische Form in Längsrichtung. Ein hinterer Abschnitt desselben weist in das rechteckige Fenster **218** des Befestigungsrahmens **215**. Der Stößel **260** ist im zentralen Fenster **250a** des Sattels **250** so geführt, dass er sich vorwärts und rückwärts (in Z-Achsen-Richtung) frei bewegen kann. Der Stößel **260** hat eine hexagonale Form, die von beiden Seitenflächen zur schmalen Oberseite geneigt ist, von der Vorderseite der [Fig. 15](#) aus gesehen, und hat eine längliche Form in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung (Z-Achsen-Richtung), so dass er sich durch den Sattel **250** und das rechteckige Fenster **224** und **218** erstreckt, wobei das hintere Ende vom hinteren Abschnitt des Befestigungsrahmens **215** vorsteht.

[0114] Die Führungseinrichtung zum Führen des Stößels **260** in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung wird von einem Paar von linearen Unterabschnittführungsmechanismen **261** gebildet, die zwischen beiden Seiten der Unterseite mit großer Breite und dem Sattel **250** angeordnet sind, und einem einzigen linearen Oberabschnittführungsmechanismus **262**, der zwischen der Oberseite mit geringer Breite und dem Sattel **250** angeordnet ist. Wie die vorstehend beschriebenen linearen Führungsmechanismen wird jeder Führungsmechanismus **261**, **262** von geraden Führungsschienen **263**, **264** und einem oder zwei Lagerblöcken **265**, **266**, die auf der Schiene laufen, gebildet.

[0115] Die Führungsrichtung des Stößels **260** in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung (Z-Achsen-Richtung) ist so ausgebildet, dass die Führungsschienen **263**, **264**, die am Stößel **260** befestigt sind, und Lagerblöcke **265**, **266**, die am Sattel **250** befestigt sind, aufweist. Genauer gesagt, wie in [Fig. 19](#) gezeigt,

sind in jedem linearen Unterabschnittführungsmechanismus **261** zwei Lagerblöcke 265 am Vorderabschnitt und Mittelabschnitt in Längsrichtung des Stößels **260** befestigt, und im linearen Querabschnittführungsmechanismus **262** ist ein Lagerblock 266 am Vorderabschnitt des Stößels **260** fixiert.

[0116] Als eines der anderen zusätzlichen Merkmale dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, das in der schematischen Ansicht der [Fig. 19](#) gezeigt ist, sind, aus der Richtung der rechten Seitenansicht der [Fig. 14](#) gesehen, der Oberabschnitt- und Unterabschnittlagerblock **265** und **266** so angeordnet, dass eine diese verbindende Linie ein rechtwinkliges Dreieck bildet, so dass eine hohe Steifigkeit gegen die auf die Werkzeugspindel **271** einwirkende Bearbeitungskraft erzielt werden kann.

[0117] Als Antriebseinrichtung zum Bewegen des Stößels **260** in der Vorwärts- und Rückwärtsrichtung (Z-Achsen-Richtung) findet ein Elektrolinarmotor **267** Verwendung, der zwischen der Unterseite des Stößels **260** und dem Sattel **250** angeordnet ist. Der Linearmotor **267** wird von einer elektromagnetischen Spuleneinheit **267b**, die am Sattel **250** zwischen den Führungsschienen **263**, **263** montiert ist, und einer Magnetplatteneinheit **267a** gebildet, die eine Vielzahl von Magnetplatten aufweist, welche auf der Unterseite des Stößels **260** in Reihe in Z-Achsen-Richtung montiert sind, so dass sie auf die Spuleneinheit **267b** weisen.

[0118] Der Stößel **260** nimmt ein zylindrisches Lagergehäuse (nicht gezeigt) auf, und das Gehäuse lagert drehbar die Werkzeugspindel **271** über eine Lagervorrichtung (nicht gezeigt) um eine sich entlang der Z-Achse erstreckende Achse. Das Gehäuse **270** installiert ferner einen eingebauten Motor (nicht gezeigt), der die Werkzeugspindel **271** dreht. Die Lagervorrichtung ist von einem Typ, bei dem ein Kugellager, in Rollenlager oder ein Strömungsmittellager unter Verwendung von Luft und einer Flüssigkeit als Lagermedium oder eine Kombination hiervon Verwendung finden.

[0119] Die Werkzeugspindel **271** installiert einen Mechanismus zum Befestigen eines Werkzeuges P am Vorderende desselben, so dass verschiedene Arten von Werkzeugen, wie ein Bohrer, ein Endfräser, ein Fräser, ein Gewindebohrer, ein Räumwerkzeug, ein Schleifwerkzeug, ein Schneidwerkzeug u.ä., im Vorderende der Werkzeugspindel **271** manuell oder automatisch mit Hilfe eines ATC ausgetauscht werden können, um mit dem Werkstück W diverse Bearbeitungsvorgänge durchzuführen.

[0120] Es wird nunmehr die Funktionsweise der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform beschrieben.

[0121] Das Werkstück W wird auf dem Arbeitstisch **211** mit Hilfe einer geeigneten Einrichtung befestigt. Eine NC-Vorrichtung (nicht gezeigt) dreht die Werkzeugspindel **271** in Abhängigkeit von einem eingegebenen NC-Programm, bewegt den Bock **220**, den Sattel **250** und den Stößel **260** entlang der X-Achse, Y-Achse und Z-Achse und bringt das Schneidwerkzeug T, das am Vorderende der Werkzeugspindel **271** befestigt ist, mit dem Werkstück W in Kontakt, um einen Schneidprozess durchzuführen.

[0122] Unter der Annahme, dass das Werkzeug T ein Bohrer ist, treibt die NO-Vorrichtung synchron die Linearmotoren **235**, **237** an, bewegt den Bock **220** in seinem oberen und unteren Endabschnitt mit einer großen Vorschubgeschwindigkeit entlang der X-Achse und positioniert den Bohrer T auf Koordinaten der X-Achse (Position in seitlicher Richtung) des Lochs des zu bearbeitenden Werkstücks W. In diesem Fall rückt der Bock **220** in Abhängigkeit von der Größe des Werkstücks W in eine Position vor, in dem das rechte und linke vertikale Trägerelement **221** das Säulenelement **216** des Befestigungsrahmens **215** im entsprechenden Ende überlappen.

[0123] Parallel zum Positioniervorgang oder danach treibt die NO-Vorrichtung synchron die Linearmotoren **257**, **257** an, bewegt den Sattel **250** in Y-Achsen-Richtung (Vertikalrichtung) mit einer großen Vorschubgeschwindigkeit im rechten und linken Endabschnitt des Sattels **250** und positioniert den Bohrer T auf Koordinaten der Y-Achse des Lochs des zu bearbeitenden Werkstücks W. Daher wird der Bohrer T in eine Position coaxial zum zu bearbeitenden Loch gebracht.

[0124] Nach der Einstellung des Bohrers T, so dass dieser coaxial zur Lage des zu bearbeitenden Loches angeordnet ist, treibt die NO-Vorrichtung den Linearmotor **267** an, bewegt den Stößel **260** mit großer Geschwindigkeit in Richtung auf das Werkstück W und schaltet die Vorwärtsvorschubgeschwindigkeit auf die Bohrvorschubgeschwindigkeit um, wenn das Vorderende des Bohrers T eine Position in einem vorgegebenen Intervall von der Oberfläche des Werkstücks W erreicht, um auf diese Weise einen vorgegebenen Bohrvorgang am Werkstück W durchzuführen. Ein Startprozess und ein Beendigungsprozess des schnellen Vorschubes des Bocks **220**, Sattels **250** und Stößels **260** werden beispielsweise mit einer Beschleunigung oder Verzögerung von 1 G oder mehr durchgeführt.

[0125] Wenn die Ausbildung des Lochs beendet ist, wird der Stößel **260** in eine Position zurückgezogen, in der ein vorgegebenes Spiel zwischen dem Vorderende des Bohrers T und der Oberfläche des Werkstücks W sichergestellt wird. Als nächstes werden der Bock **220** und der Sattel **250** mit einer großen Vorschubgeschwindigkeit bewegt, so dass der Boh-

rer T zur Position des als nächstes zu bearbeitenden Loches ausgerichtet wird, und der Stößel **260** wird wiederum zum Bohren vor bewegt, so dass das nächste Loch geformt wird. Wie vorstehend erwähnt, wird auf diese Weise eine Vielzahl von Löchern nacheinander auf der Oberfläche des Werkstücks W mit hoher Geschwindigkeit ausgebildet.

[0126] Wenn das Werkzeug T zum Fräsen eingesetzt werden soll und beispielsweise ein Fräser oder ein Endfräser ist, werden der Bock **220** und der Sattel **250** für den schnellen Vorschub in der gleichen Weise wie bei dem vorstehend beschriebenen Bohrprozess gesteuert, und der Fräser oder Endfräser T wird auf den X- und Y-Koordinaten der Position angeordnet, in der der Bearbeitungsvorgang des Werkstücks W beginnt. Danach wird der Stößel **260** zum Fräsen vor bewegt, so dass er oder der Endfräser T auf der Oberfläche des Werkstücks W bis in eine vorgegebene Tiefe eingesetzt wird. Danach wird wahlweise oder gleichzeitig der Bock **220** oder Sattel **250** entlang der X-Achse und Y-Achse mit einer Vorschubgeschwindigkeit zum Fräsen bewegt, und es wird ein Fräsvorgang auf der Oberfläche des Werkstücks W durchgeführt.

[0127] In diesem Fall wirkt eine große Fräskraft auf die Werkzeugspindel **271** ein. Bei der Werkzeugmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung ist der lineare Unterabschnittführungsmechanismus **227** zum Führen des Bocks **220** so angeordnet, dass er so gerichtet ist, dass er eine große Steifigkeit gegen die Kraft des Bocks **220**, der nach unten sinkt, besitzt. Der lineare Oberabschnittführungsmechanismus **228** ist so angeordnet, dass er in eine Richtung weist, die sich um 90° von der des linearen Unterabschnittführungsmechanismus **227** unterscheidet, so dass er eine große Steifigkeit gegen die Kraft des Bocks **220**, der sich rückwärts bewegt, besitzt. Ferner ziehen der Unterabschnittlinearmotor **235** und der Oberabschnittlinearmotor **237** zum Antreiben des unteren Endes und des oberen Endes, die sich durch den Schwerpunkt des Bocks **220** erstrecken, den Bock **220** nach unten an die Basis **210** und nach hinten an den Befestigungsrahmen **215**. Daher wirken sie der Kraft, die in Richtung eines Anhebens des Bocks **220** während des Bearbeitungsvorganges wirkt, und einer intermittierenden Änderung der in Z-Achsen-Richtung wirkenden Kraft auf starke Weise entgegen. Auf diese Weise wird der Bock **220** daran gehindert, sich in Vertikalrichtung oder in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung relativ zur Basis **210** und zum Befestigungsrahmen **215** um einen Betrag zu verschieben, der einem Spalt oder Spiel entspricht, der bzw. das zwischen jeder Schiene und dem Lagerblock im linearen Unterabschnittführungsmechanismus **227** und linearen Oberabschnittführungsmechanismus **228** vorhanden ist. Auf diese Weise kann ein nachteiliger Einfluss auf die Bearbeitungsgenauigkeit vermieden werden.

[0128] Als nächstes werden ein Trennvorgang und ein erneuter Zusammenbauvorgang von vier Elementen, die den Bock **220** bilden, nämlich dem rechten und linken vertikalen Trägerelement **221** und dem oberen und unteren horizontalen Trägerelement **222**, **223**, beschrieben. Diese Art der Vorgehensweise ist hauptsächlich zum Inspizieren oder Austauschen des linearen Unterabschnittmotors **235** des Bocks **220** und zum weiteren Inspizieren oder Austauschen der Komponenten am vom Bock **220** geführten Sattel **250** erforderlich.

[0129] Ein Trennvorgang des Bocks **220** wird durchgeführt, indem zuerst ein Bolzen (nicht gezeigt) entfernt wird, der beide Enden des Querträgers **217** des Befestigungsrahmens **215** an der oberen Endfläche des rechten und linken Säulenelementes **216** befestigt. Als nächstes wird ein Bolzen (Bezugszeichen fehlt) entfernt, der beide Enden des oberen und horizontalen Trägerelementes **222** des Bocks **220** an der oberen Endfläche des rechten und linken vertikalen Trägerelementes **216** befestigt. Das obere und horizontale Trägerelement **222** und der Querträger **217** werden von einem Hubkran (nicht gezeigt) angehoben, um auf diese Weise von der Werkzeugmaschine getrennt zu werden, während das obere und horizontale Trägerelement **222** am Querträger **217** geführt wird.

[0130] Als nächstes wird der Sattel **250** an einem Hubkran (nicht gezeigt) aufgehängt und von diesem angehoben, um auf diese Weise die Lagerblöcke **254**, **256** des Sattels **250** mit den Führungsschienen **253**, **255** am rechten und linken vertikalen Trägerelement **221** außer Eingriff zu bringen. Daher werden der Sattel **250**, der Stößel **260** und die daran gelagerte Werkzeugspindel **271** zusammen von der Werkzeugmaschine getrennt und auf einen Arbeitstisch (nicht gezeigt) bewegt, so dass eine Inspektion, Demontage und erneute Montage derselben in einfacher Weise durchgeführt werden können.

[0131] Als nächstes wird der in die Taschen **221b**, **221c** eingesetzte und in [Fig. 17](#) gezeigte Bolzen, der jedes vertikale Trägerelement **221** an den unteren und horizontalen Trägerelementen **223** befestigt, gelöst und entfernt, um auf diese Weise jedes vertikale Trägerelement **221** vom unteren und horizontalen Trägerelement **223** zu trennen. Somit werden die unteren Endabschnitte des rechten und linken vertikalen Trägerelementes **221** getrennt. In diesem Zustand ist jedes vertikale Trägerelement **221** vom Lagerblock **230**, der an der Unterseite desselben befestigt ist, an der Vorderendführungsschiene **229** beweglich geführt gehalten worden.

[0132] Daher kann jedes der rechten und linken vertikalen Trägerelemente **221** wahlweise unabhängig voneinander bewegt werden, so dass die Bedienungsperson in den erweiterten Raum zwischen dem

linken und rechten vertikalen Trägerelement **221** eindringen und in einfacher Weise die Magnetplatteneinheit **257a** des Linearmotors **257** für den Vertikaltrieb und die vordere und hintere Führungsschiene **253** und **255**, die an der Innenfläche eines jeden vertikalen Trägerelementes **221** montiert sind, inspizieren, warten und austauschen kann. Da der Inspektions-, Wartungs- und Austauschvorgang durchgeführt werden kann, ohne dass jedes vertikale Trägerelement **221** vom Lagerblock **230** an der Unterseite desselben getrennt werden muss, bilden die Führungsrichtung der Lagerblöcke **230** entlang der X-Achse und die Führungsrichtung der Führungsschienen **251**, **252** zum vertikalen Führen des Sattels **250** entlang der Y-Achse auf sichere Weise einen rechten Winkel, so dass sich die Vorteile ergeben, dass eine nachfolgende erneute Montage in einfacher Weise durchgeführt werden kann und die Führungsgenauigkeit vor der Trennung auf sichere Weise wiederhergestellt werden kann.

[0133] Der Inspektions- und Austauschvorgang des linearen Unterabschnittmotors **235** des Bocks **220**, insbesondere der elektromagnetischen Spuleneinheit **235b**, kann nach Trennung des vertikalen Trägerelementes **221** vom unteren und horizontalen Trägerelement **223** in der folgenden Weise durchgeführt werden. Der Bolzen, mit dem die Spuleneinheit **235b** am unteren und horizontalen Trägerelement **223** montiert ist, wird von der Aufnahme­fläche **223b** in beiden Enden des unteren und horizontalen Trägerelementes **223** gelöst und entfernt, um die Spuleneinheit **235b** vom unteren und horizontalen Trägerelement **223** zu trennen. Daher kann der Inspektions- und Austauschvorgang der Spuleneinheit **235b** in einfacher Weise durchgeführt werden.

[0134] Da in diesem Zustand das untere und horizontale Trägerelement **223** am Lagerblock **231**, der von der Führungsschiene **229** im hinteren Abschnitt geführt wird, befestigt gehalten wurde, sind die Sitzfläche **223b**, die in beiden Endabschnitten des unteren Trägerelementes **223** angeordnet ist, und die untere Endfläche eines jeden vertikalen Trägerelementes **221** auf sichere Weise parallel zueinander angeordnet. Die vertikale Aufnahme­fläche **223c** des unteren Trägerelementes **223** und die Innenfläche des unteren Abschnittes eines jeden vertikalen Trägerelementes **221** sind ebenfalls auf sichere Weise parallel zueinander angeordnet. Der Wiedermontagevorgang eines jeden vertikalen Trägerelementes **221** im unteren und horizontalen Trägerelement **223** nach der Inspektion und dem Austausch der Spuleneinheit **238** kann in einfacher Weise durchgeführt werden, und die Führungsgenauigkeit als Kombination der Montage von beiden vertikalen Trägerelementen **221** im unteren und horizontalen Trägerelement **223** kann auf einfache und genaue Weise wiederhergestellt werden.

[0135] Wie vorstehend erwähnt, wird nach Beendigung der Inspektion und Wartung sowie dem Austausch je nach Bedarf die den Sattel **250**, den Stößel **260** und die Werkzeugspindel **271**, die daran gelagert ist, umfassende Einheit am Hubkran aufgehängt, und die Lagerblöcke **254**, **256** in beiden Seitenflächen des Sattels **250** werden an den Führungsschienen **253**, **255** angebracht, um eine vertikale Führung von der oberen Endseite des vertikalen Trägerelementes **221** zu erreichen und auf diese Weise eine einfache Wiedermontage am rechten und linken vertikalen Trägerelement **221** zu bewirken. Da bei dieser Wiedermontage die Lagebeziehung einschließlich der Parallelität zwischen den Lagerblöcken **254**, **256** und den Führungsschienen **253**, **255** unverändert gelassen wird, bis die Lagerblöcke **254**, **256** vom Sattel **250** getrennt sind, kann nicht nur die Wiedermontage in einfacher Weise durchgeführt werden, sondern auch die Führungsgenauigkeit nach der Wiedermontage in einfacher und genauer Weise wiederhergestellt werden.

[0136] Nach der Wiedermontage des Sattels **254** am rechten und linken vertikalen Trägerelement **221** werden der Querträger **217** des Befestigungsrahmens **215** und das obere Trägerelement **222** des Bocks **220** am Hubkran in einem Zustand, in dem beide zusammengebaut sind, aufgehängt und am rechten und linken Säulenelement **216** und rechten und linken vertikalen Trägerelement **221** wieder montiert. Da bei diesem Montagevorgang das Intervall zwischen den beiden bei der Wiedermontage des rechten und linken vertikalen Trägerelementes **221** wieder in den Zustand vor der Trennung gebracht werden kann, wie vorstehend erwähnt, und da die Lagebeziehung zwischen dem vertikalen Trägerelement **221**, dem Lagerblock **230** im unteren Ende und der Führungsschiene **229** am Vorderabschnitt unverändert gelassen wird, kann der Montagezustand zwischen dem oberen und horizontalen Trägerelement **222** und dem rechten und linken vertikalen Trägerelement **221** in einfacher Weise gleichzeitig mit dem Montagezustand zwischen dem Querträger **217** und dem rechten und linken Säulenelement **216** wiederhergestellt werden. Ferner kann die Führungsgenauigkeit an der Basis **210** des Bocks **220** und des Befestigungsrahmens **215** bei der Wiedermontage der Einheit wieder in den ursprünglichen Zustand vor der Trennung gebracht werden.

[0137] Obwohl auf eine Erläuterung verzichtet wird, wird in diesem Fall die Montage zwischen dem rechten und linken vertikalen Trägerelement **221** und dem unteren und horizontalen Trägerelement **223** durchgeführt, indem zusätzlich zur Befestigung mit Hilfe des Bolzens der konische Stift zwischen beiden auf bekannte Weise gepresst wird, so dass der konische Stift durch Lösen und Herausnehmen des Bolzens zum Zeitpunkt der Trennung herausgezogen wird. Zum Zeitpunkt der Wiedermontage wird der Bolzen

nach dem zuerst erfolgenden Pressen des konischen Stiftes zwischen beide Teile verschraubt, um auf diese Weise die Relativlage im Befestigungszustand zwischen beiden Teilen auf sichere Weise wiederherzustellen. Ein konischer Stift dieser Art wird in entsprechender Weise für die Montage zwischen beiden Enden des Querträgers **217** und des Säulenelementes **216** und die Montage zwischen beiden Enden des oberen und horizontalen Trägerelementes **222** und des rechten und linken vertikalen Trägerelementes **221** verwendet.

[0138] Als ein zusätzliches Merkmal dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden in einem Zustand der Trennung des rechten und linken vertikalen Trägerelementes **221** und des oberen und unteren horizontalen Trägerelementes **222**, **223**, die die vier Elemente des Bocks **220** bilden, mindestens das rechte und linke vertikale Trägerelement **221**, vorzugsweise jedes der vier Elemente, in einem Zustand gehalten, in dem sie durch den Lagerblock relativ zu einer Führungsschiene geführt werden, so dass die Wiedermontage des Bocks **220** in einfacher Weise durchgeführt werden kann, wie vorstehend erwähnt, und die Führungsgenauigkeit nach der Wiedermontage auf sichere Weise auf die hohe Genauigkeit vor der Trennung wiederhergestellt werden kann.

[0139] Im Falle der Verkürzung des Sattels **250** derart, dass das hintere Ende des Sattels **250** nicht in das rechteckige Fenster **218** des Befestigungsrahmens **215** weist, kann ein anderes Trennverfahren angewendet werden. Bei diesem Verfahren kann die Stößeinheit **260**, die die Werkzeugspindel **271** lagert, von der Vorderseite oder der Rückseite des Sattels **250** herausgezogen werden, indem ein Anschlagmechanismus (nicht gezeigt) zum mechanischen Beschränken des vorderen und hinteren Hubendes des Stößels **260** entfernt wird. Danach wird der Anschlagmechanismus (nicht gezeigt) zum mechanischen Beschränken des rechten und linken Hubendes des Bocks **220** herausgenommen und der Bock **220** wird aus seinen vier Komponenten, d.h. dem rechten und linken vertikalen Trägerelement **221** und dem oberen und unteren horizontalen Trägerelement **222** und **223**, zusammengebaut und kann nach rechts oder nach links in Bezug auf den Befestigungsrahmen **215** in einem Zustand, in dem er den Sattel **250** führt, herausgenommen werden.

[0140] Der Bock **220** wird, nachdem er auf diese Weise entfernt worden ist und die Inspektion, Wartung und der Austausch des erforderlichen Teiles durchgeführt worden ist, wieder so montiert, dass er von der Basis **210** und vom Befestigungsrahmen **215** geführt wird.

[0141] Das Trennverfahren kann in einfacher Weise auf Basis einer Mehrfachkombination zwischen ei-

nem charakteristischen Merkmal der vorliegenden Erfindung, d.h. der Führung des Bocks **220** vor dem Befestigungsrahmen **215**, und einem Punkt, gemäß dem der Antriebsmechanismus des Bocks **221** in X-Achsen-Richtung und vorzugsweise der Antriebsmechanismus des Stößels **260** in Z-Achsen-Richtung vom Linearmotor gebildet werden, verwirklicht werden.

[0142] Als nächstes wird eine zweite Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung in Verbindung mit [Fig. 20](#) erläutert. Die Bezugszeichen der Elemente dieser Ausführungsform entsprechen den Bezugszeichen der entsprechenden Elemente der ersten Ausführungsform unter Hinzufügung von **100**.

[0143] Bei dieser Ausführungsform ist die Oberseite des hinteren Abschnittes in der Basis **310** als Schrägfläche **310b** ausgebildet, die nach oben in Richtung auf den hinteren Abschnitt geneigt ist, und ein rechtes und linkes Säulenelement **316** eines Befestigungsrahmens **315** stehen vom hinteren Endabschnitt der Schrägfläche **310b** senkrecht auf der Schrägfläche.

[0144] Das Säulenelement **316** ist nach vorne in Richtung auf das obere Ende geneigt und dient zur Befestigung der Unterseite von beiden Enden des Querträgers **317** derart, dass eine freie Trennung in der oberen Endfläche möglich ist. Eine Vorderseite **317a** des Querträgers **317** ist nach vorne in Richtung auf den oberen Abschnitt so geneigt, dass eine Ausrichtung mit der Vorderseite des Säulenelementes **316** in beiden Enden erzielt wird.

[0145] Der Bock **320** ist so ausgebildet, dass sich die Unterseite eines unteren und horizontalen Trägerelementes **323** im Wesentlichen parallel zur Schrägfläche **310b** erstreckt und die Rückseite **322b** eines oberen und horizontalen Trägerelementes **322**, die der Rückseite eines oberen Abschnittes entspricht, sowie eine Rückseite eines oberen Abschnittes des, rechten und linken vertikalen Trägerelementes **321** parallel zur Vorderseite **317a** des oberen und horizontalen Trägerelementes **317** und der Vorderseite des oberen Abschnittes des Säulenelementes **316** ausgebildet sind. Daher ist der Bock **320** in der gleichen Weise wie bei der ersten Ausführungsform, von der Vorderseite der Werkzeugmaschine aus gesehen, in Kastenform ausgebildet. Er besitzt jedoch eine Form, die einem rechtwinkligen Dreieck mit einer schrägen Linie senkrecht zur Vertikalrichtung, aus der Richtung der rechten Seitenansicht der [Fig. 20](#) gesehen, entspricht.

[0146] Eine Führungseinrichtung **327** zum Führen des unteren Abschnittes des Bocks **320** entlang der X-Achse wird von einem linearen Vorderabschnittführungsmechanismus und einem linearen Hinterabschnittführungsmechanismus gebildet, und ein La-

gerblock **330** des Vorderabschnittführungsmechanismus ist direkt an der Unterseite des Vorderabschnitts des rechten und linken vertikalen Trägerelementes **321** montiert. Der Lagerblock **331** des Hinterabschnittführungsmechanismus ist jedoch auf der Unterseite des unteren und horizontalen Trägerelementes **323** montiert. Ein Unterabschnittlinearmotor **335** ist entlang der Vorderabschnitts- und Hinterabschnittsführungsschiene **329** und dazwischen angeordnet, und eine elektromagnetische Spuleneinheit **335b** ist auf einer Unterseite des unteren und horizontalen Trägerelementes **323** so montiert, dass sie frei getrennt werden kann.

[0147] Ein einziger linearer Führungsmechanismus **328** für den oberen Abschnitt zum Führen des oberen Abschnittes des Bocks **320** entlang der X-Achse ist an der Vorderseite **317a** des Querträgers **317** in einem Zustand befestigt, in dem die Führungsschiene **332** desselben horizontal entlang dem oberen Endrand der Vorderseite **317a** des Querträgers **317** verläuft.

[0148] Ein Oberabschnittlinearmotor **337** zum Antreiben des oberen Abschnittes des Bocks **320** entlang der X-Achse hat eine Magnetplatteneinheit **337a**, die an der Vorderseite **317a** des Querträgers **317** im unteren Abschnitt eng benachbart zum linearen Führungsmechanismus **328** für den oberen Abschnitt montiert ist, und eine elektromagnetische Spuleneinheit **337b**, die auf der Rückseite **322b** des oberen und horizontalen Trägerelementes **322** montiert ist.

[0149] Die linearen Führungsmechanismen für den vorderen und hinteren Abschnitt im unteren Abschnitt sind so angeordnet, dass sie der maximalen Last P1, die senkrecht zur Schrägfläche **310b** gerichtet ist, entgegenwirken. Der lineare Führungsmechanismus **328** im oberen Abschnitt ist so angeordnet, dass er der maximalen Last P2 mit einer Richtung parallel zur Schrägfläche **310b** entgegenwirkt und dadurch eine Richtung aufweist, die um 90° gegenüber dem linearen Führungsmechanismus für den unteren Abschnitt verschieden ist. In entsprechender Weise zieht der Unterabschnittlinearmotor **335** den Bock **320** in einer Richtung zur Verwirklichung der Maximallast F1 des linearen Führungsmechanismus **327** für den unteren Abschnitt an, und der obere Linearmotor **337** zieht den Bock **320** in einer Richtung zur Verwirklichung der Maximallast P2 des linearen Führungsmechanismus **328** für den oberen Abschnitt an.

[0150] Die Anziehungsrichtung eines jeden Unterabschnitts- und Oberabschnittlinearmotors **335**, **337** ist so eingestellt, dass sie der Wirkungsrichtung der Maximallasten E1, F2 der entsprechenden linearen Führungsmechanismen **327**, **328** entspricht, so dass kein Abrieb durch Verdrehungen auf den Führungsflächen in beiden Seiten einer jeden Führungsschie-

ne **329**, **332** in den linearen Führungsmechanismen **327**, **328** auftritt.

[0151] Ferner ist die Ausgestaltung derart, dass die kombinierte Kraft Ft der Maximallasten F1 und F2 in einer Richtung wirkt, die beim Rückwärtsschreiten geringfügig abfällt. Selbst wenn daher die auf die Werkzeugspindel **371** einwirkende Schneidkraft eine kontinuierliche oder intermittierende Kraft erzeugt, die den Bock anheben kann, kann der Bock **320** auf sichere Weise gegen diese Hubkraft gehalten werden, und ein in jedem Führungsabschnitt der linearen Führungsmechanismen **327**, **328** vorhandenes Spiel verhindert, dass sich der Bock vorwärts und rückwärts und in vertikalen Richtungen bewegt.

[0152] Der Linearmotor **337** für den oberen Abschnitt ist unmittelbar über dem Linearmotor **335** für den unteren Abschnitt angeordnet, und die beiden Linearmotoren **337** und **335** sind innerhalb der vertikalen Fläche vorgesehen, die von der X-Achsen-Richtung und der Schwerkraftwirkungsrichtung entlang der X-Achse gebildet wird. Vorzugsweise ist die vertikale Fläche so ausgewählt, dass der Schwerpunkt des Bocks **320**, vorzugsweise der Schwerpunkt des Bocks **320** und der sich damit vertikal bewegenden Einheit, in dieser Fläche vorgesehen ist. Eine Zickzackbewegung des Bocks **320** bei der Bewegung entlang der X-Achse kann auf sichere Weise verhindert werden, indem der obere und untere Linearmotor **337**, **335** innerhalb der vertikalen Fläche angeordnet sind, die den Schwerpunkt des Bocks **320** enthält.

[0153] Der rechte und linke Linearmotor **357** zum vertikalen Bewegen des Sattels **350** innerhalb des vertikal rechteckigen Fensters des Bocks **320** sind so angeordnet, dass der Mittelpunkt in Z-Achsen-Richtung senkrecht zur Antriebsrichtung desselben in der obigen vertikalen Fläche angeordnet ist, die den Schwerpunkt des oberen und unteren Linearmotors **337**, **335** und des Bocks **320** enthält.

[0154] Der andere Mechanismus zum Führen und Antreiben des Sattels **350** in Vertikalrichtung, der Mechanismus zum Führen und Antreiben des Stößels **360** in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung innerhalb des rechteckigen Fensters des Sattels **350** und der Mechanismus zum drehbaren Lagern der Werkzeugspindel **371** am Stößel **360** sind die gleichen wie bei der vorstehend beschriebenen zweiten Ausführungsform. Auf eine detaillierte Beschreibung hiervon wird daher verzichtet.

[0155] Da die Wirkungsweise dieser Ausführungsform nahezu die gleiche ist wie die der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform, wird auf eine Beschreibung hiervon verzichtet. Es existiert jedoch ein Unterschied in Bezug auf die Funktionsweise zwischen der ersten und zweiten Ausführungsform insofern, als dass der lineare Führungsmecha-

nismus **327** für den unteren Abschnitt bei der zweiten Ausführungsform der Bearbeitungskraft in Z-Achsen-Richtung stärker entgegenwirkt als der lineare Führungsmechanismus **227** für den unteren Abschnitt gemäß der ersten Ausführungsform.

[0156] Jede der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen ist so ausgestaltet, dass die rechteckigen Fenster **218, 318** in den Befestigungsrahmen **215, 315** ausgebildet sind und sich die Sättel **250, 350** und die hinteren Endabschnitte der Stößel **260, 360** innerhalb des rechteckigen Fensters bewegen können. Bei der Werkzeugmaschine mit einem kurzen Bewegungsschub entlang der Z-Achse sind jedoch die rechteckigen Fenster **218, 318** nicht erforderlich, und die Sättel **250, 350** sowie die hinteren Endabschnitte der Stößel **260, 360** können im Vorderabschnitt der Befestigungsrahmen **215, 315** bewegbar sein.

[0157] Des Weiteren sind bei jeder vorstehend beschriebenen Ausführungsform die unteren und horizontalen Trägerelemente **223, 323** der Böcke **220, 320** an der ebenen Unterseite der vertikalen Trägerelemente **221, 321** befestigt. Es kann jedoch auch eine solche Ausführungsform Verwendung finden, bei der ein Niveauunterschied im hinteren Abschnitt der Unterseite der vertikalen Trägerelemente **221, 321** bei der Dicke des Abschnittes der Aufnahme­fläche **223a** in beiden Enden der unteren und horizontalen Trägerelemente **223, 323** vorgesehen ist, um die Führungsschienen **229, 329** der vorderen und hinteren linearen Führungsmechanismen **227, 327**, die im unteren Abschnitt der vertikalen Trägerelemente **221, 321** angeordnet sind, auf einer einzigen Ebene auf der Basis **210, 310** anzuordnen.

[0158] Die Führungsmechanismen **227, 327** zum Führen der Unterseite des Bocks **220, 320** sind als Paar entlang der Z-Achse vorgesehen. Dieser Führungsmechanismus wird jedoch nicht immer von einem Paar gebildet, und es können nur die linearen Führungsmechanismen **229, 230 (329 und 330)** für das vordere Ende vorgesehen sein.

[0159] Jeder der vorstehend beschriebenen linearen Führungsmechanismen ist so ausgebildet, dass jeder der Lagerblöcke einen Rollkörper, wie eine Vielzahl von Kugeln, Rollen o.ä., als Mittel zur Reduzierung der Reibung hält, so dass dieser zirkuliert, wobei ein Laufen auf der Führungsschiene über den Rollkörper nur in Längsrichtung sichergestellt ist. Es kann jedoch auch ein anderer Führungsmechanismus Anwendung finden, bei dem ein Druckmittel als Medium zum Reduzieren der Reibung Verwendung findet.

Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine mit einer Basis (**210; 310**);

einem Befestigungsrahmen (**215; 315**), der sich von der Basis (**210; 310**) in einer im Wesentlichen vertikalen aufrechten Richtung erstreckt und einen ersten Öffnungsabschnitt (**218; 318**) besitzt; einem Gerüst (**220; 320**), das einen zweiten Öffnungsabschnitt (**224; 324**) besitzt und vor einer vorderen Oberfläche des Befestigungsrahmens (**215; 315**) angeordnet ist, so dass es dazu in der Lage ist, sich vor dem Befestigungsrahmen (**215; 315**) in einer ersten horizontalen Richtung (X) zu bewegen; einem Sattel (**250; 350**), der an dem Gerüst (**220; 320**) vertikal geführt ist, so dass er dazu in der Lage ist, sich in vertikaler Richtung relativ zu dem Gerüst (**220; 320**) zu bewegen; einem Stempel (**260; 360**), der durch den Sattel (**250; 350**) in einer zweiten horizontalen Richtung (Z), die senkrecht zu der ersten horizontalen Richtung (X) ist, beweglich geführt ist; einer Werkzeugspindel (**271; 371**), die in Bezug auf eine Achse, die sich entlang der zweiten horizontalen Richtung (Z) erstreckt, durch den Stempel (**260; 360**) drehbar gestützt ist und dazu in der Lage ist, ein Werkzeug an einem vorderen Endabschnitt zu befestigen, einer Antriebseinrichtung mit einem Linearmotor (**235; 335**) für den unteren Abschnitt für das Antreiben der unteren Oberfläche des Gerüsts (**220; 320**) und einen Linearmotor (**237; 337**) für den oberen Abschnitt für das Antreiben der oberen hinteren Oberfläche des Gerüsts (**220; 320**) und das Antreiben des Gerüsts (**220; 320**) in der ersten horizontalen Richtung, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Linearmotoren für den oberen Abschnitt (**237; 337**) und den unteren Abschnitt (**235; 335**) in einer unterschiedlichen Richtung angeordnet sind, so dass ihre Anziehungskräfte Richtungen wirken, die sich um 90° unterscheiden, und das Gerüst zu dem Befestigungsrahmen in einer nach hinten und schräg nach unten gerichteten Richtung gedrängt wird.

2. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 1, die des Weiteren eine Führungseinrichtung (**228; 328**) für den oberen Abschnitt für das horizontale Führen des Gerüsts in der ersten horizontalen Richtung (X) besitzt, wobei die Führungseinrichtung (**228; 328**) für den oberen Abschnitt zwischen einer oberen vorderen Oberfläche des Befestigungsrahmens (**215; 315**) und einer oberen hinteren Oberfläche des Gerüsts (**220; 320**) angeordnet ist.

3. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Befestigungsrahmen (**215; 315**) aus Säulenabschnitten (**216; 316**), die sich in aufrechter Richtung erstrecken, und einem Querträgerabschnitt (**217; 317**), der sich quer zu diesen erstreckt, so ausgebildet ist, dass der erste Öffnungsabschnitt (**218; 318**) definiert wird.

4. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 3, wobei

die Führungseinrichtung (**228; 328**) für den oberen Abschnitt direkt an dem Querträgerabschnitt (**217; 317**) montiert ist.

5. Werkzeugmaschine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei sich eine obere Endfläche des Befestigungsrahmens (**215; 315**) und eine obere Endfläche des Gerüsts (**220; 320**) im Wesentlichen auf derselben vertikalen Höhe befinden.

6. Werkzeugmaschine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Führungseinrichtung (**228; 328**) für den oberen Abschnitt eine Schieneneinrichtung (**232; 332**) für den oberen Abschnitt besitzt; und beide Enden in der ersten horizontalen Richtung der Schieneneinrichtung (**232; 332**) des oberen Abschnitts sich zu beiden Endabschnitten des Befestigungsrahmens (**215; 315**) über den ersten Öffnungsabschnitt (**218; 318**) des Befestigungsrahmens (**215; 315**) erstrecken.

7. Werkzeugmaschine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, die des Weiteren eine Führungseinrichtung mit einer Führungseinrichtung (**227; 327**) für den unteren Abschnitt besitzt, die zwischen der unteren Oberfläche des Gerüsts (**220; 320**) und der Basis (**210; 310**) angeordnet ist und das Gerüst (**220; 320**) in der ersten horizontalen Richtung führt.

8. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 1, wobei ein mittlerer Abschnitt, auf den entsprechende Anziehungskräfte des Linearmotors (**237; 337**) für den oberen Abschnitt und des Linearmotors (**235; 335**) für den unteren Abschnitt einwirken, in derselben vertikalen Oberfläche mit einem Schwerpunkt des Gerüsts (**120; 320**) positioniert ist.

9. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 1, wobei ein Mittelpunkt, an dem entsprechende Anziehungskräfte des Linearmotors (**237; 337**) für den oberen Abschnitt und des Linearmotors (**235; 335**) für den unteren Abschnitt wirken, in derselben vertikalen Oberfläche mit einem Schwerpunkt des Gerüsts (**220; 320**) und einem Schwerpunkt einer Baugruppe, die sich zusammen mit dem Gerüst (**220; 320**) vertikal bewegt, positioniert sind.

10. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 1, wobei die Linearmotoren für den oberen Abschnitt (**237; 337**) und für den unteren Abschnitt (**235; 335**) so angeordnet sind, dass eine Anziehungskraft des Linearmotors für den unteren Abschnitt (**235; 335**) in der vertikalen Richtung wirkt und eine Anziehungskraft des Linearmotors für den oberen Abschnitt (**237; 337**) in der zweiten horizontalen Richtung wirkt.

11. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 6, wobei die Schieneneinrichtung (**232; 332**) für den oberen Abschnitt an der vorderen Endfläche des Querträgers (**217; 317**) montiert ist und in einem im We-

sentlichen mittleren Abschnitt einer Breite des Gerüsts (**220; 320**) in der zweiten horizontalen Richtung angeordnet ist.

12. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 1, wobei der Linearmotor für den unteren Abschnitt (**235; 335**) zwischen der unteren Oberfläche des Gerüsts (**220; 320**) und der oberen Oberfläche der Basis (**210; 310**) unmittelbar unterhalb der Schieneneinrichtung (**232; 332**) für den oberen Abschnitt angeordnet ist, die Führungseinrichtung (**227; 327**) für den unteren Abschnitt an der Basis (**210; 310**) befestigt ist und ein Paar von Führungsschienen (**229; 329**) besitzt, die in Längsrichtung voneinander in der zweiten horizontalen Richtung auseinander liegen, und der Linearmotor für den unteren Abschnitt (**235; 335**) zwischen dem Paar von Führungsschienen (**229; 329**) positioniert ist.

13. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 1, wobei die Basis (**310**) eine geneigte Oberfläche (**310b**) besitzt, die in Bezug auf die zweite horizontale Richtung geneigt ist, der Befestigungsrahmen aus einem Paar von Säulenelementen (**316**), die an der geneigten Oberfläche (**310b**) befestigt sind, und einem Querträger (**317**) gebildet ist, der die oberen Enden der Säulenelemente (**316**) verbindet, und das Gerüst (**320**) die untere Oberfläche und die obere hintere Oberfläche jeweils in einer Form ausgebildet hat, die jeweils im Wesentlichen parallel zu der geneigten Oberfläche (**310b**) und dem Säulenelement (**316**) ist.

14. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 1, wobei das Gerüst (**220; 320**) durch ein Paar von rechten und linken vertikalen Trägerelementen (**221; 321**), die zueinander in der ersten horizontalen Richtung auseinander liegen, ein unteres und horizontales Trägerelement (**223; 323**), das mit einer gegenüber liegenden Oberfläche im Inneren des vertikalen Trägerelements (**221; 321**) verbunden ist, so dass es dazu in der Lage ist, sich zu lösen und sich entlang der ersten horizontalen Richtung zu erstrecken, und ein oberes und horizontales Trägerelement (**222; 322**) gebildet ist, das mit einer oberen Endfläche des vertikalen Trägerelements (**221; 321**) verbunden ist, so dass es dazu in der Lage ist, sich zu lösen und sich entlang der ersten horizontalen Richtung zu erstrecken, und eine Führungseinrichtung für den unteren Abschnitt durch eine Schiene (**229; 329**), die an der Basis (**210; 310**) befestigt ist, und mindestens zwei Lagerblöcken (**230; 231; 330; 331**) gebildet ist, die an der Schiene (**229; 329**) laufen können und an der unteren Oberfläche von jedem eines Paares von vertikalen Trägerelementen (**222; 322**) montiert sind.

15. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 2, wobei die Führungseinrichtung für den oberen Abschnitt (**228; 328**) durch eine Schiene (**232; 332**), die an der

oberen vorderen Oberfläche des Befestigungsrahmens (**215**; **315**) befestigt ist, und einen Lagerblock (**232**; **332**) gebildet ist, der an der Schiene laufen kann und an der hinteren Oberfläche des oberen Trägerelements (**222**; **322**) montiert ist.

Es folgen 20 Blatt Zeichnungen

FIG. 1 (STAND DER TECHNIK)

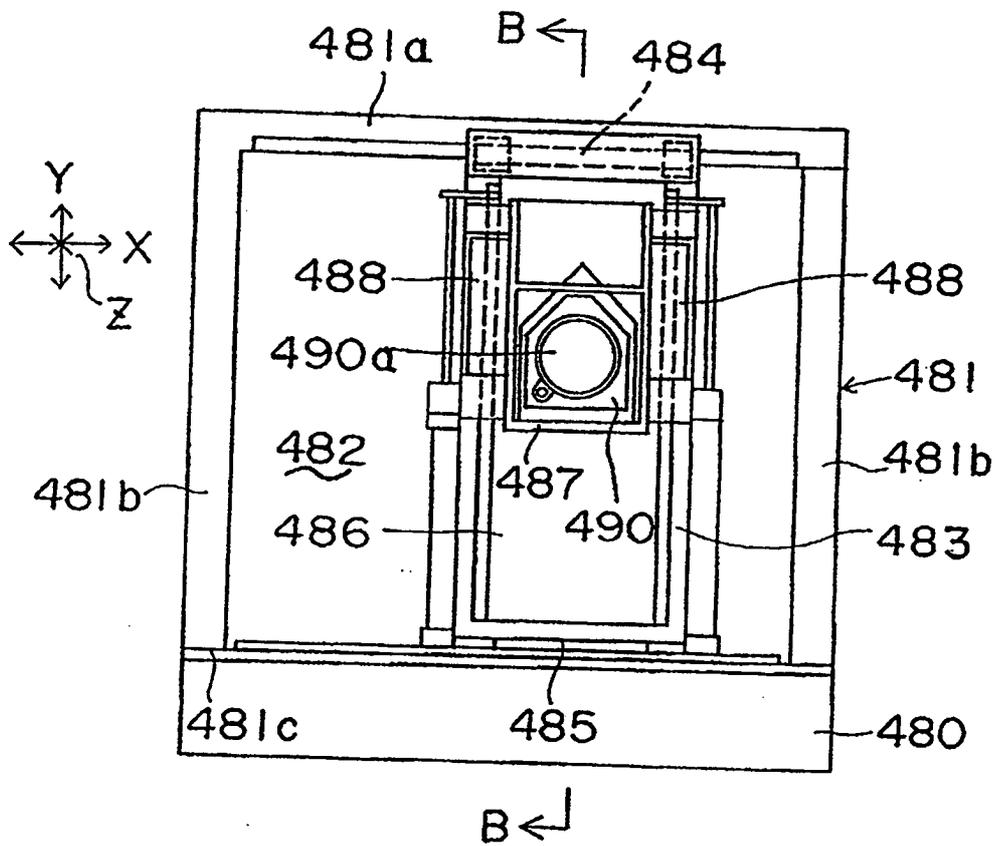


FIG. 2 (STAND DER TECHNIK)

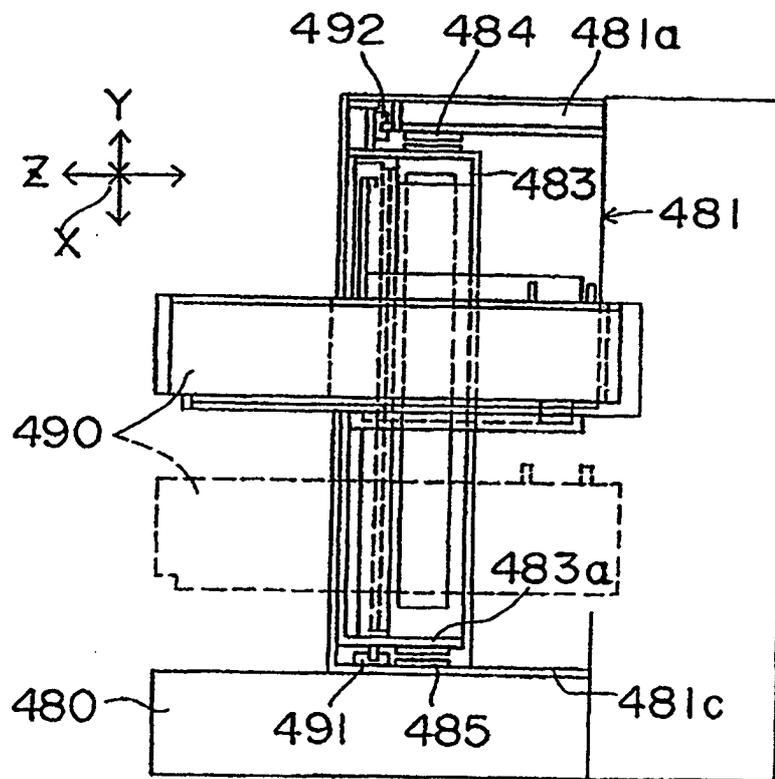


FIG. 3 (STAND DER TECHNIK)

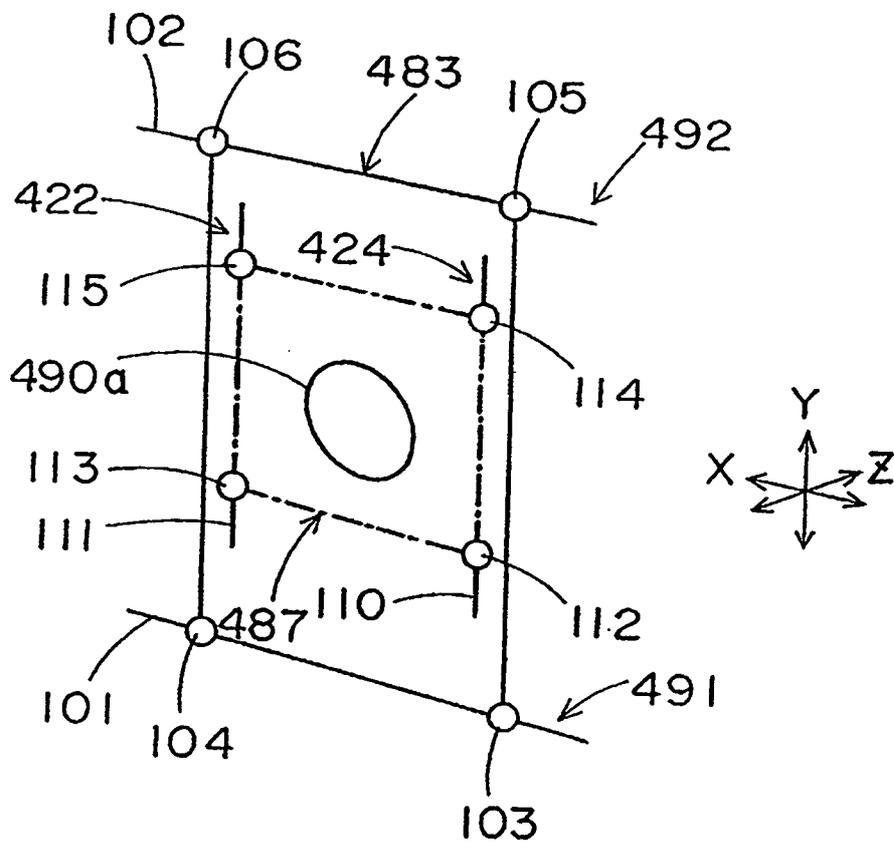


FIG. 4 (STAND DER TECHNIK)

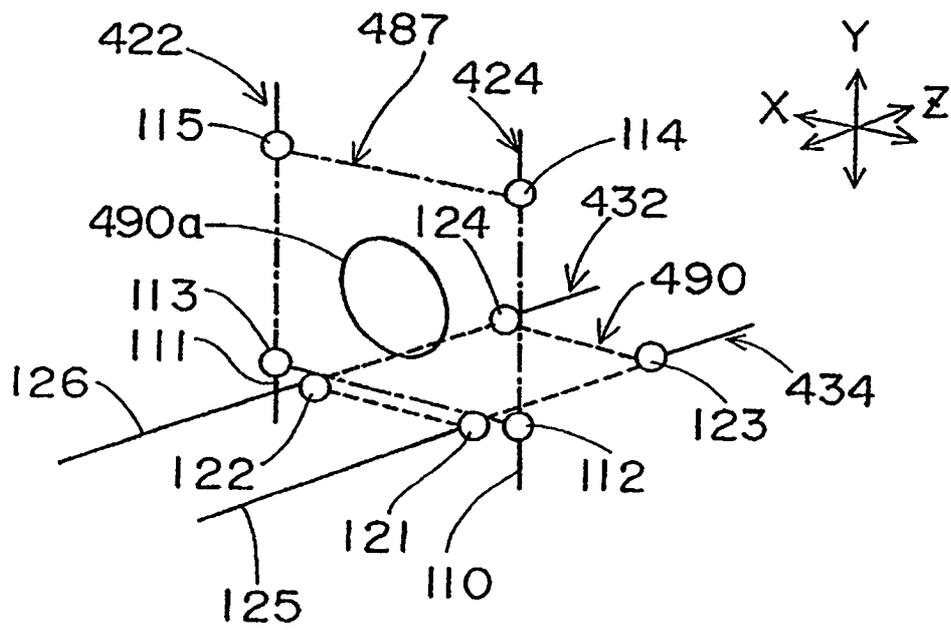


FIG. 5

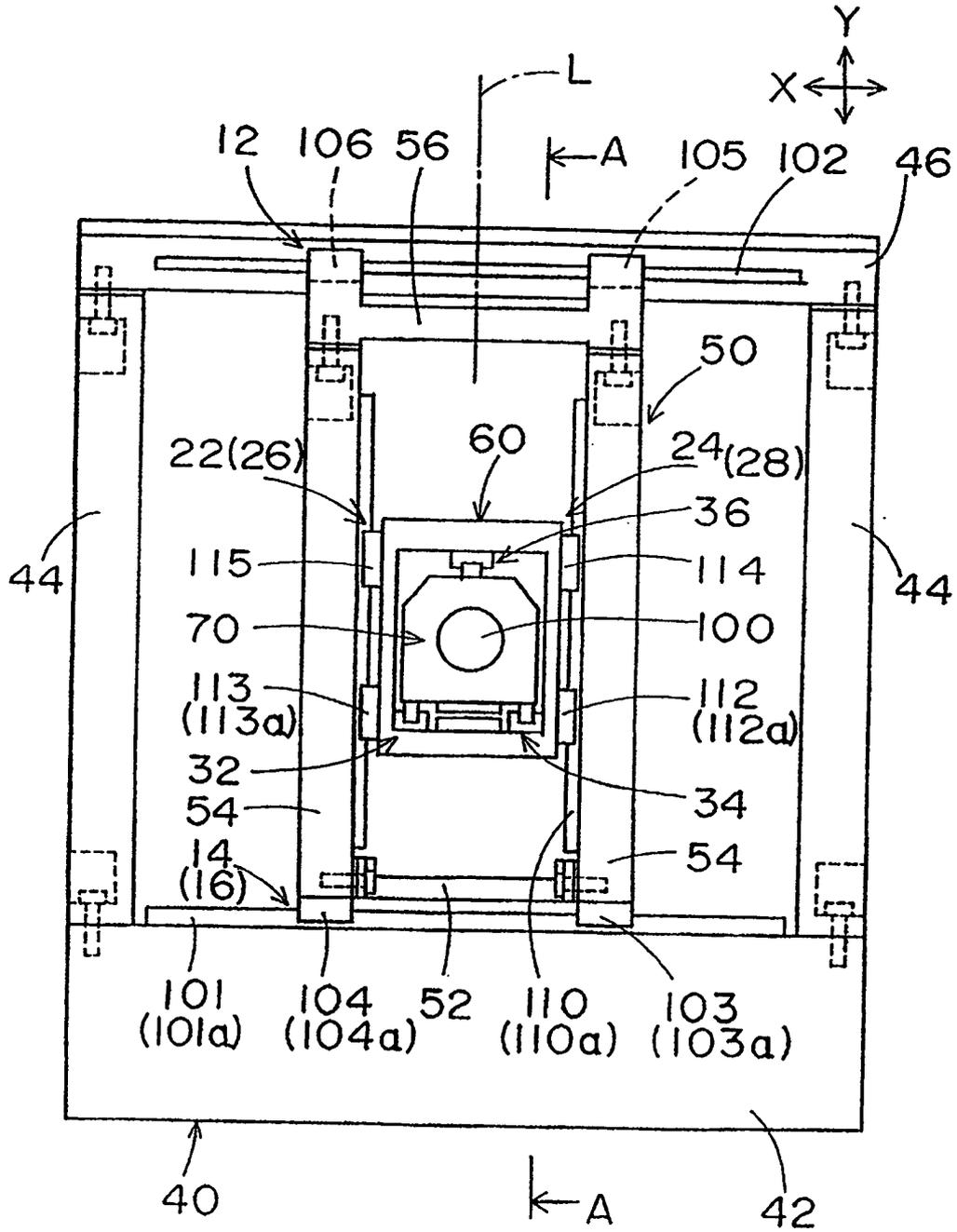


FIG. 6

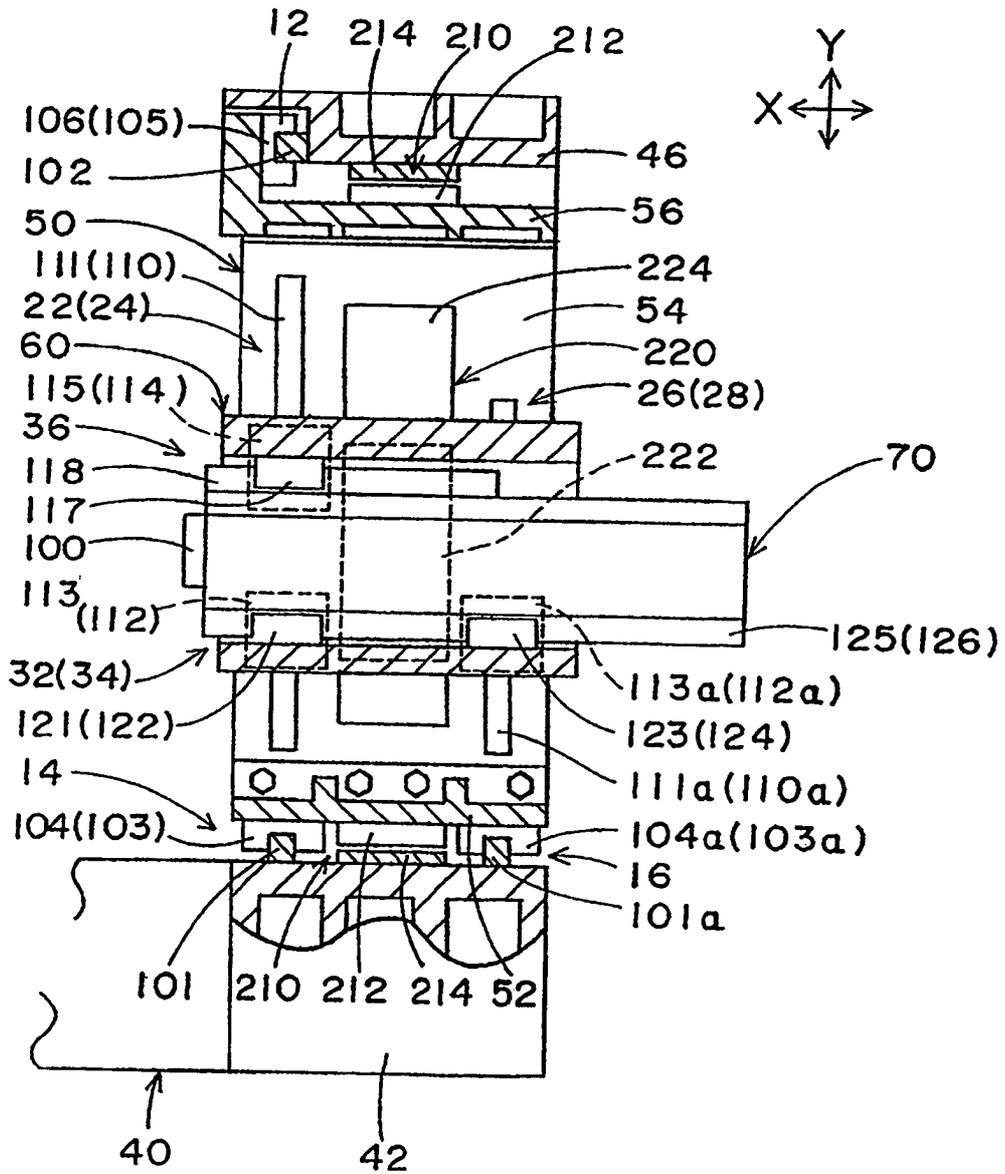


FIG. 7

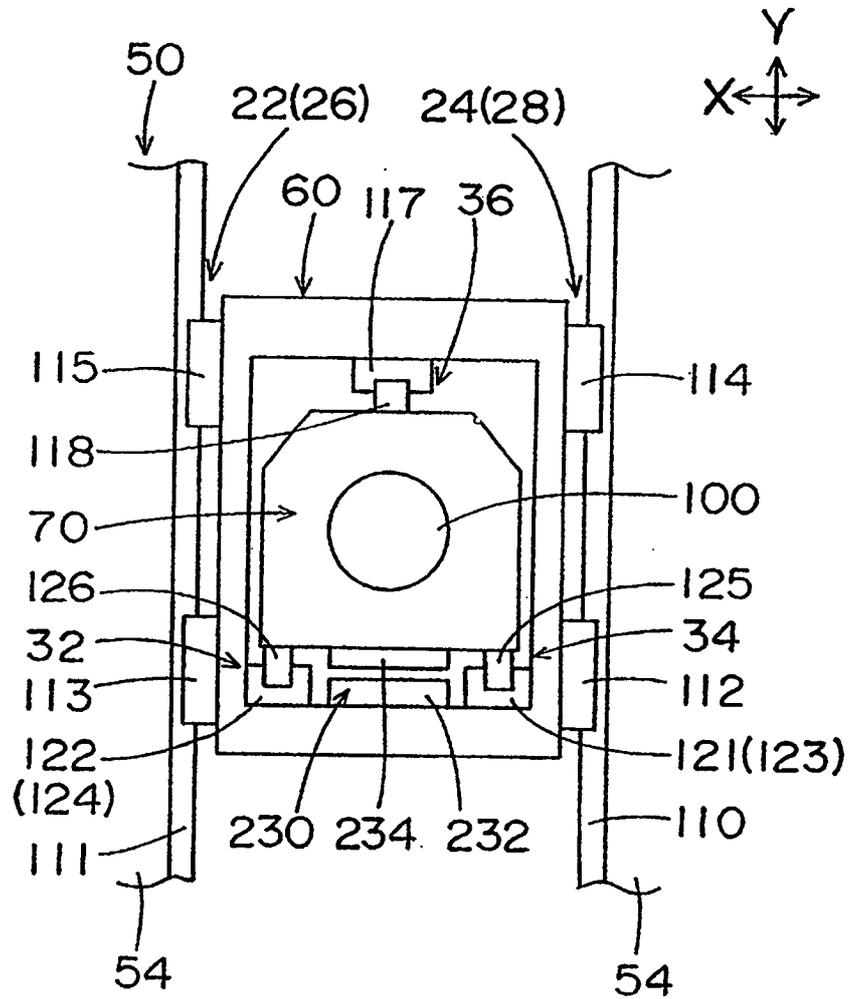


FIG. 9

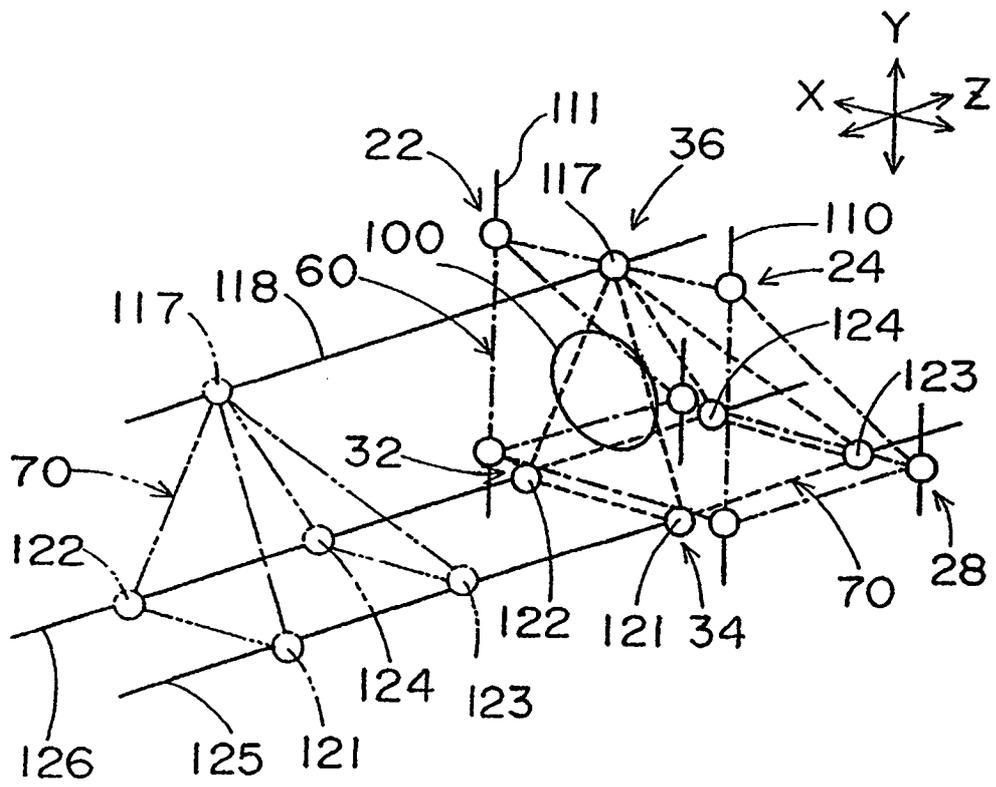


FIG. 10

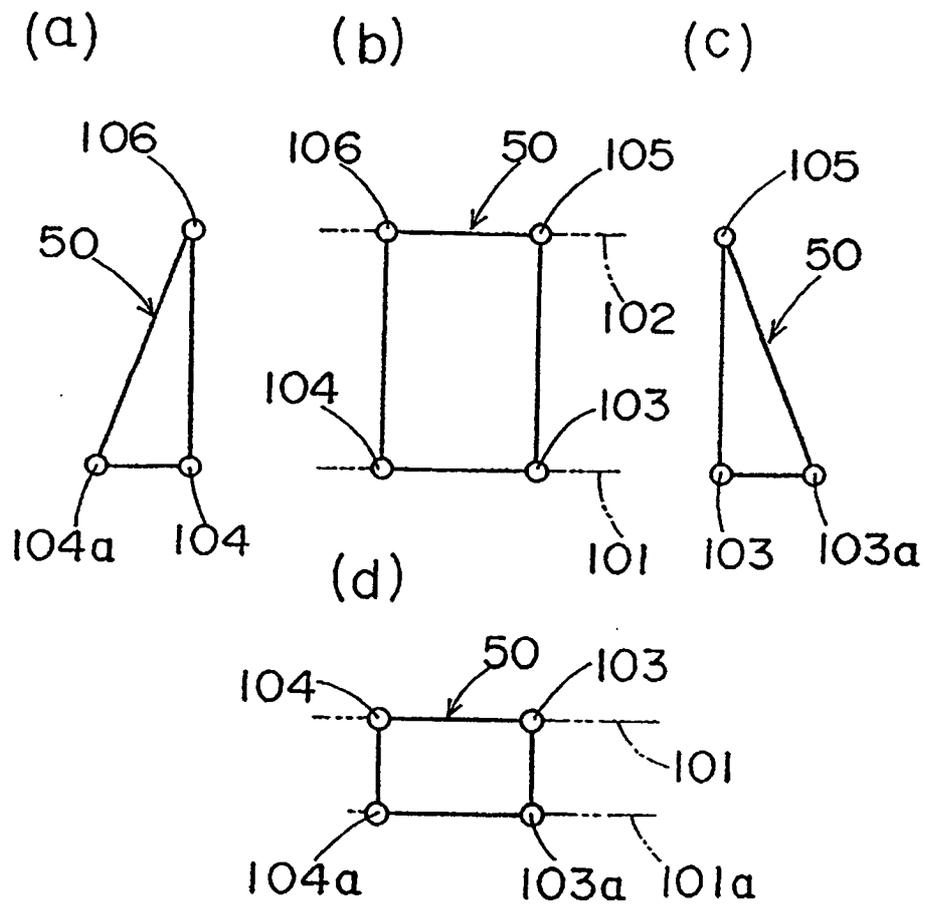


FIG. 11

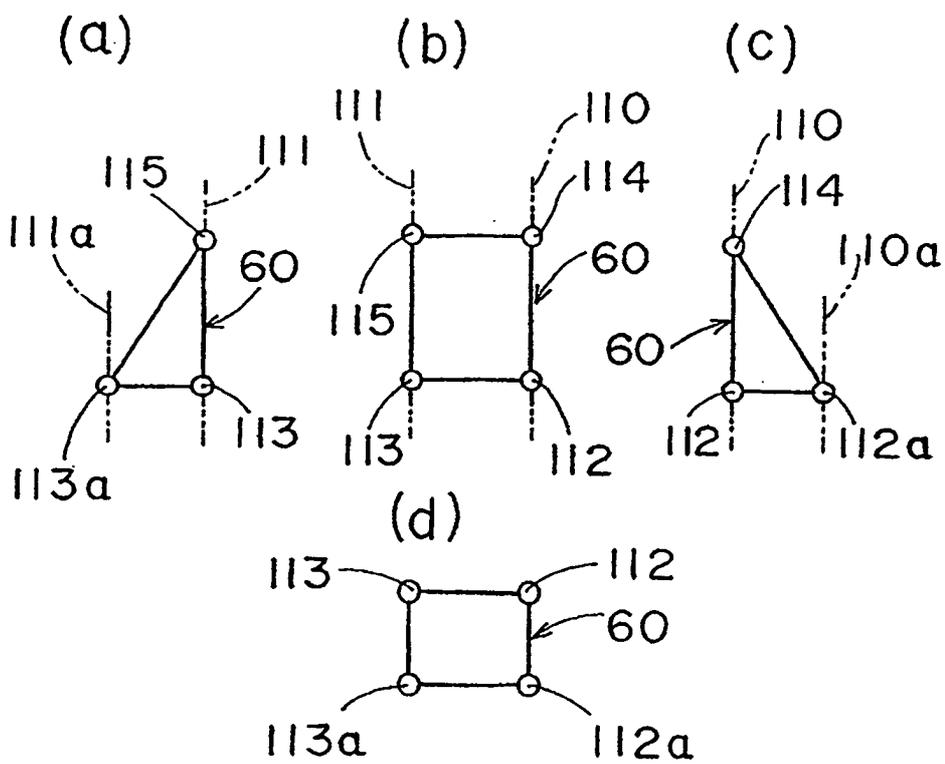


FIG. 12

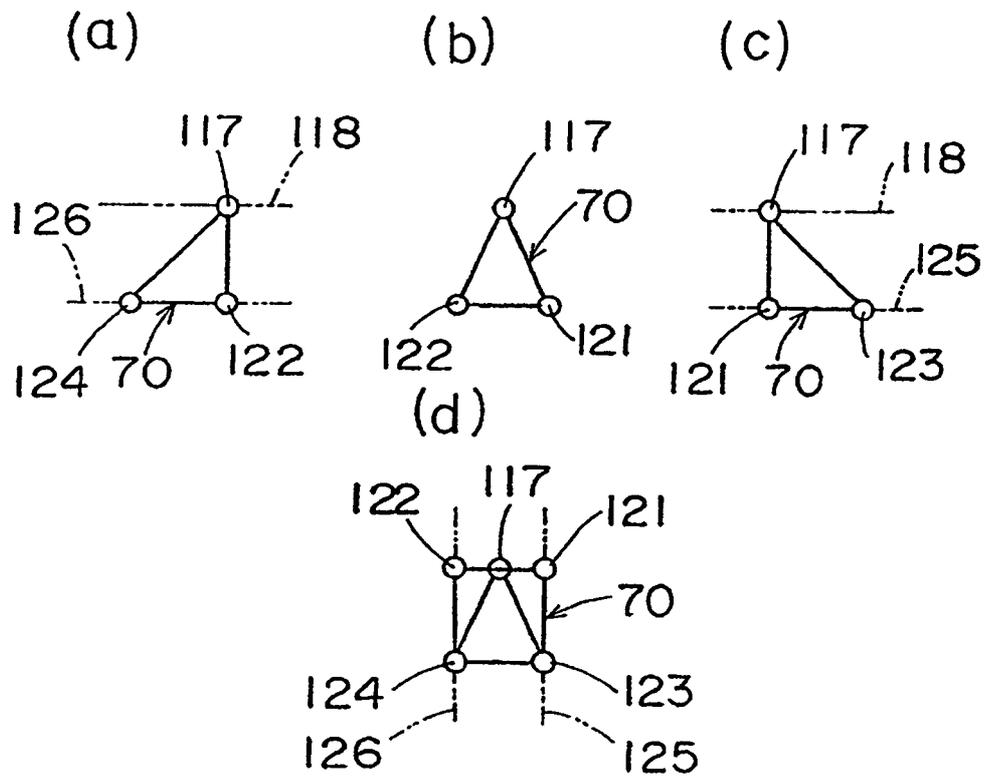


FIG. 13

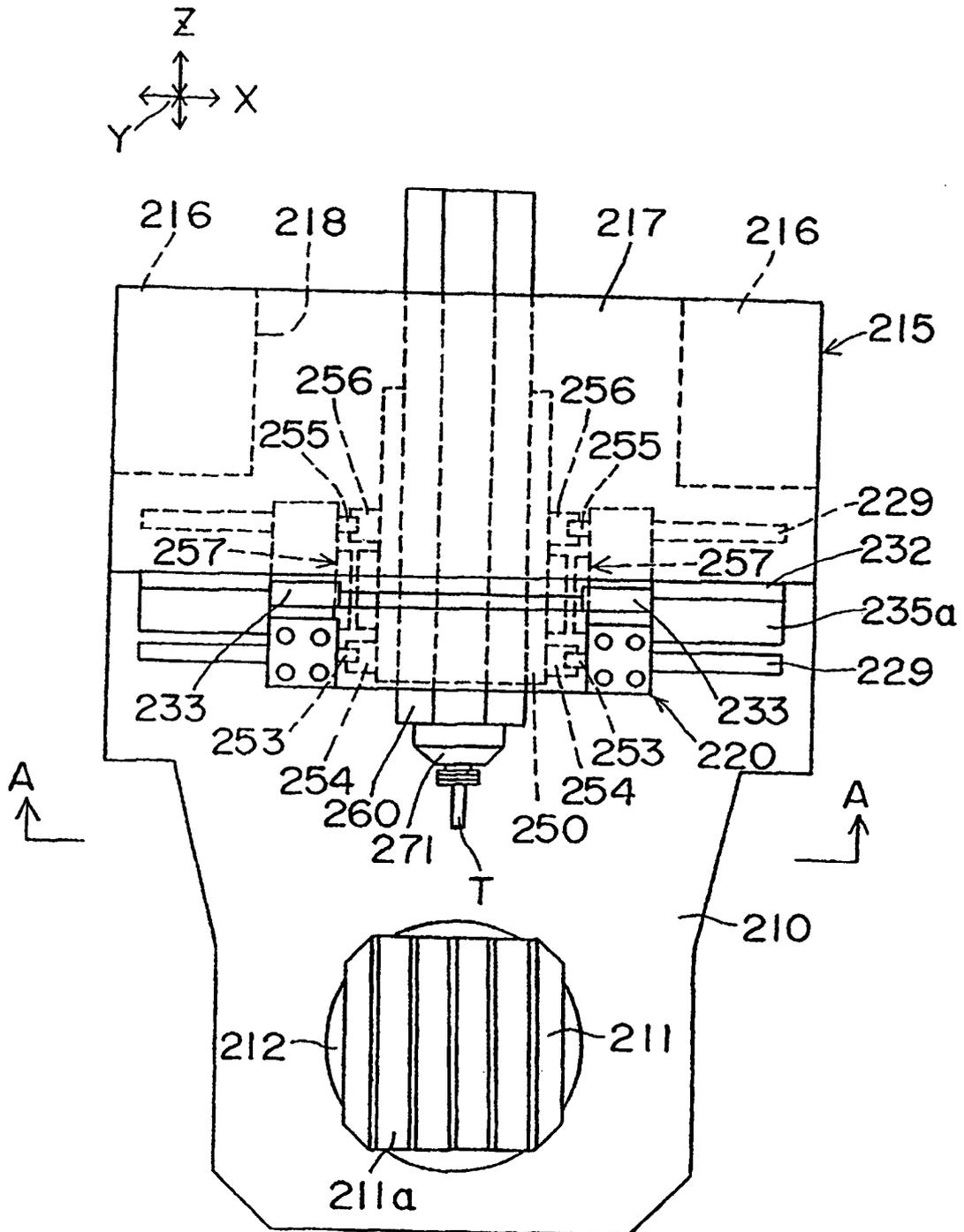


FIG. 14

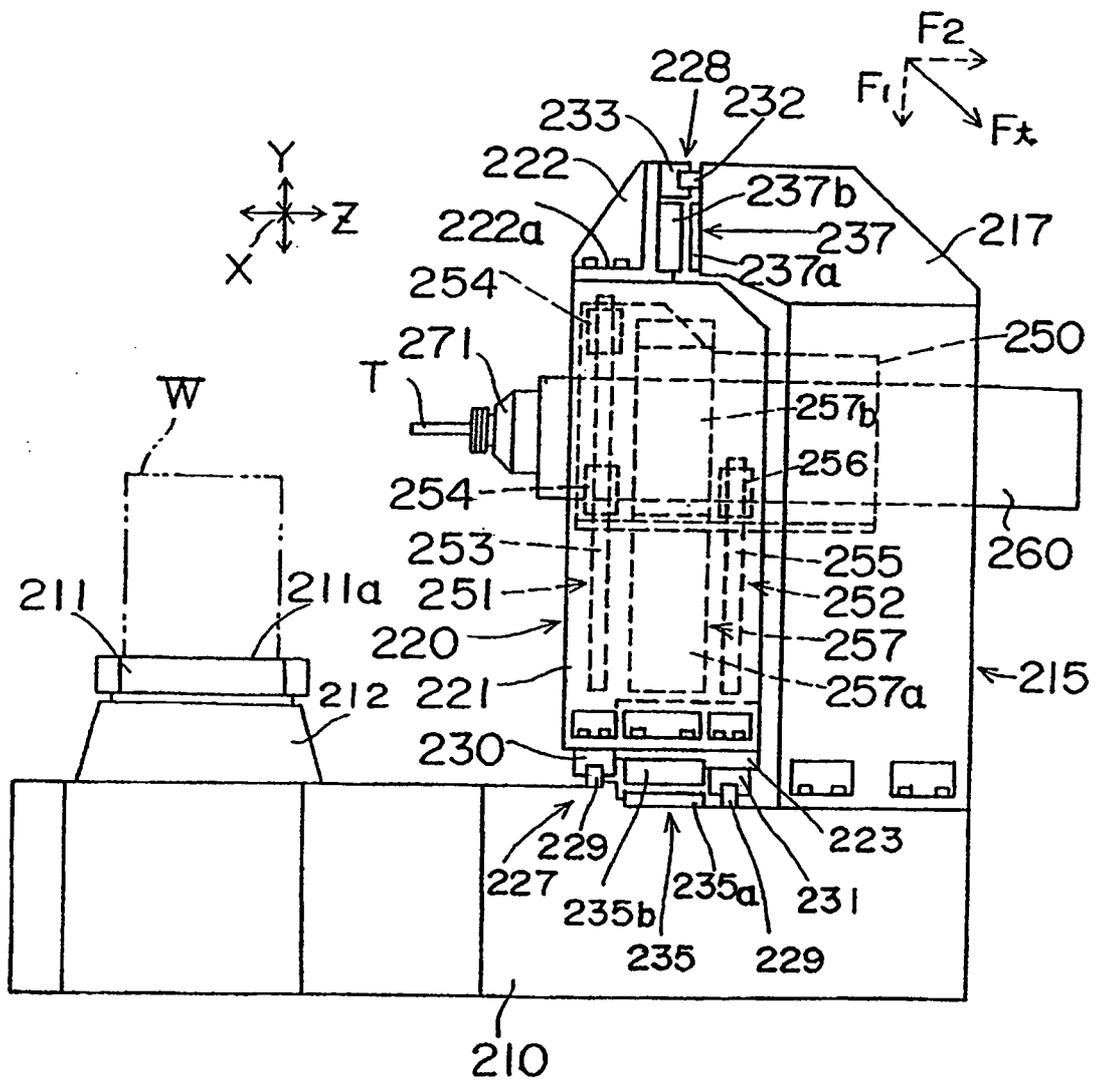


FIG. 15

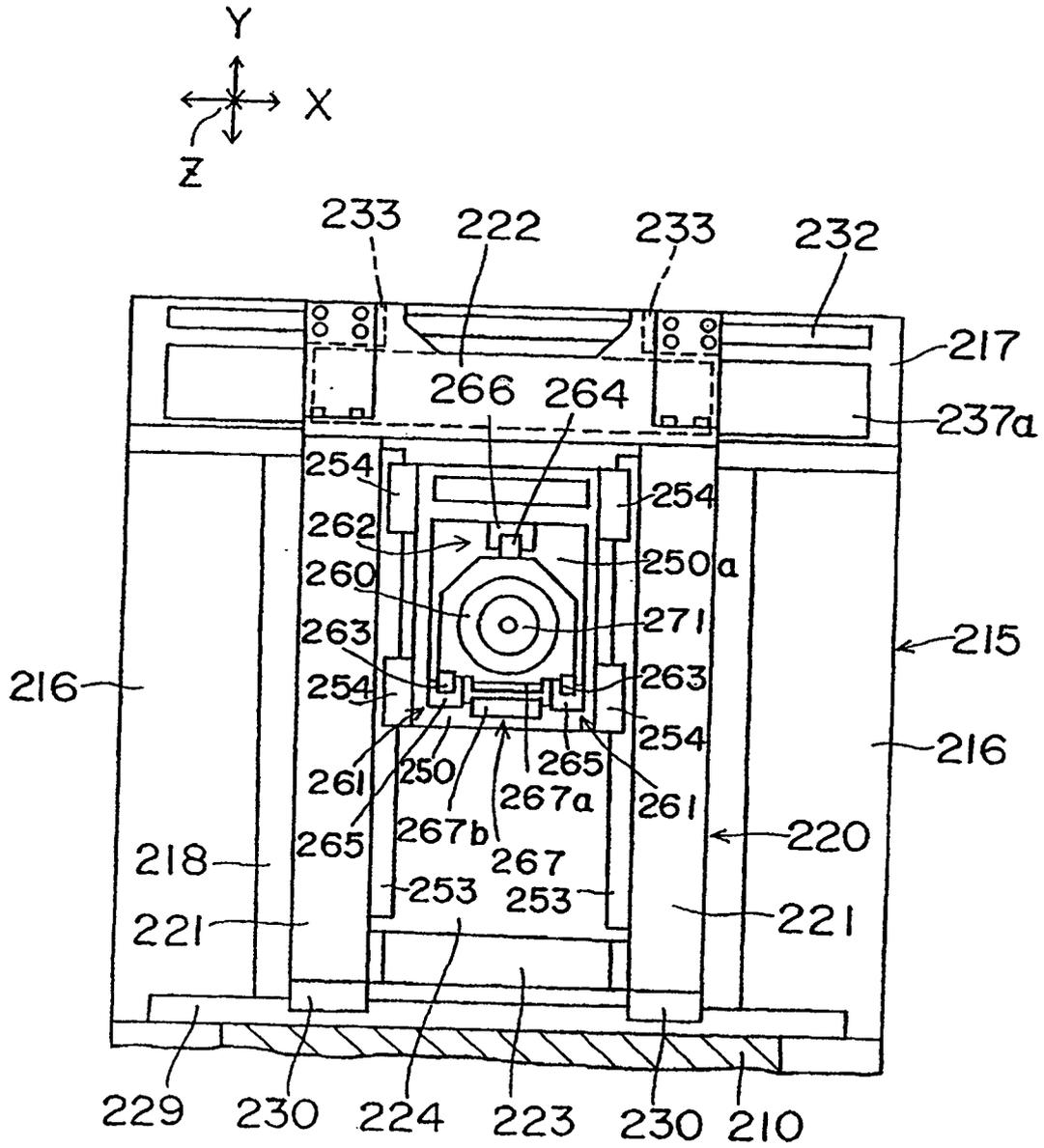


FIG. 16

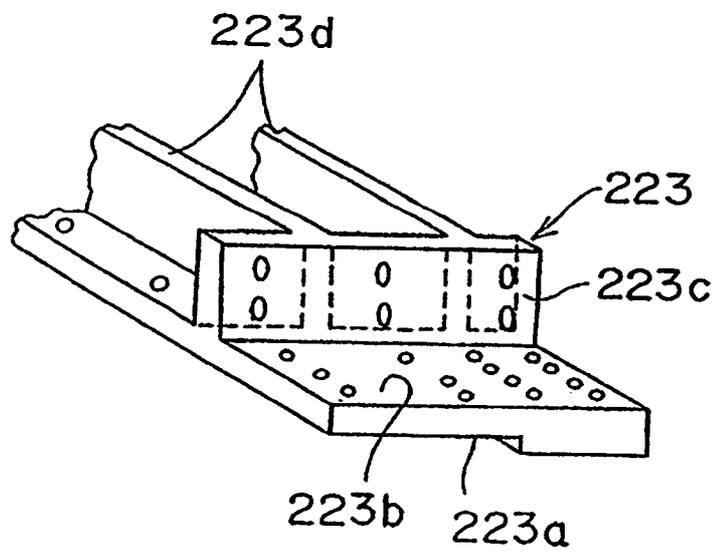


FIG. 17

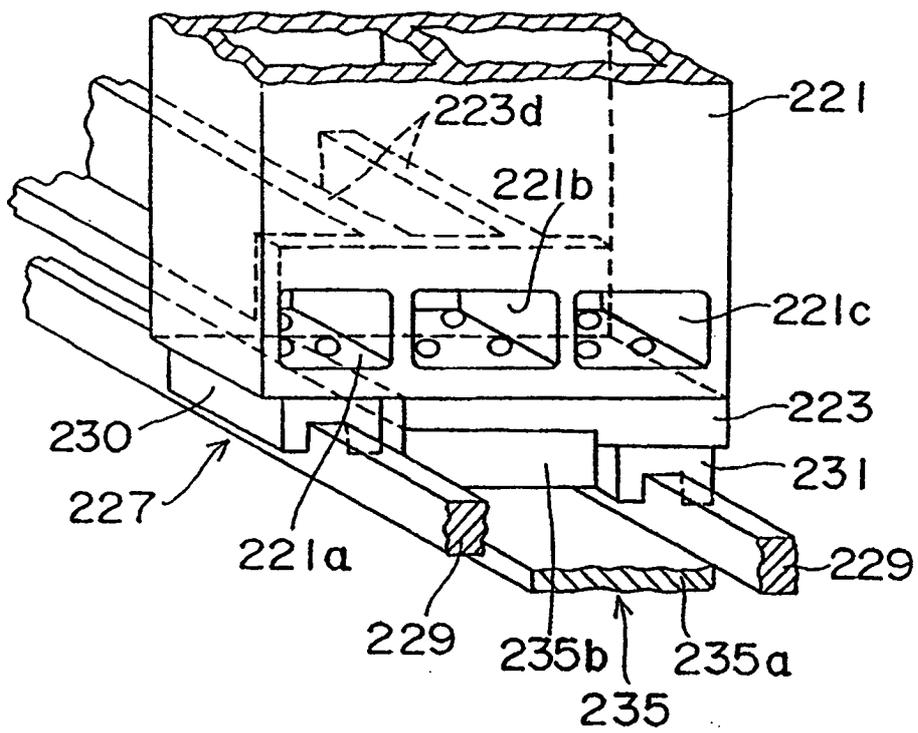


FIG. 18

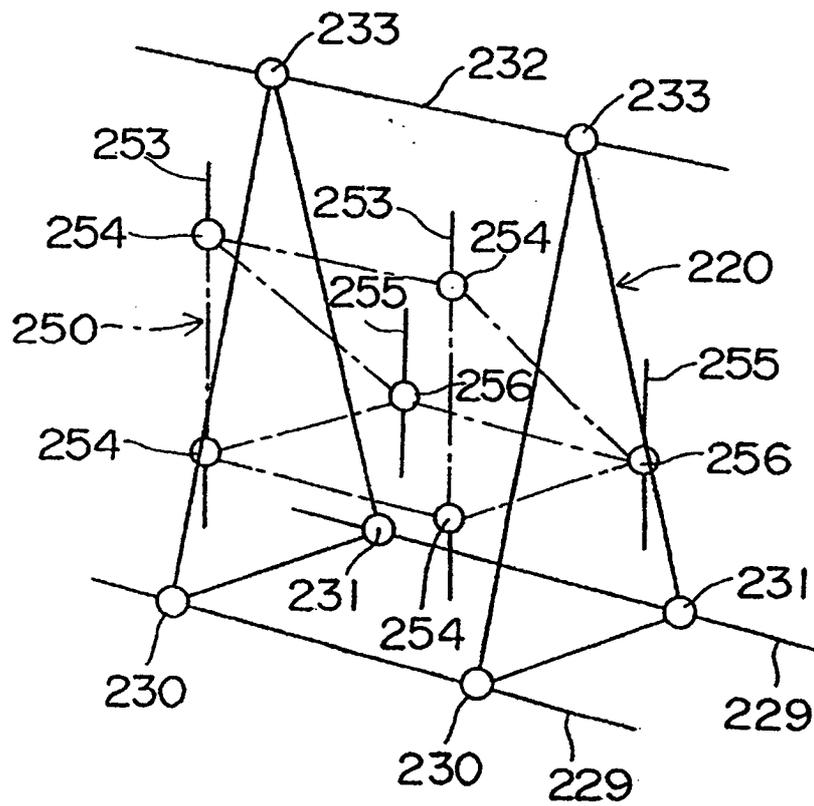


FIG. 19

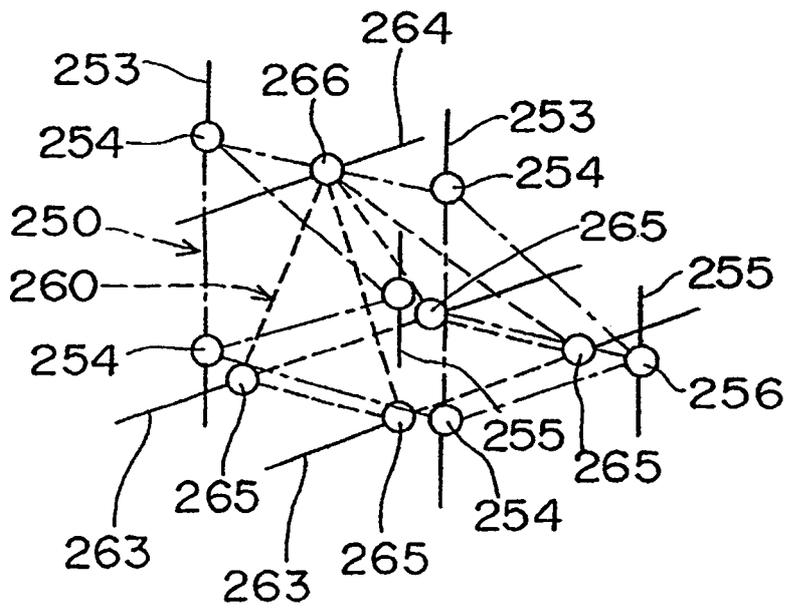


FIG. 20

