(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 25 828 T2** 2005.09.01

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 904 890 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 25 828.2**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 118 388.2**
(96) Europäischer Anmeldetag: **29.09.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **31.03.1999**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **25.08.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.09.2005**

(51) Int Cl.[7]: **B23Q 1/01**
B23Q 11/00, B23Q 1/62, B23Q 3/155

(30) Unionspriorität:

26732197	**30.09.1997**	**JP**
26732297	**30.09.1997**	**JP**
26732397	**30.09.1997**	**JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Toyoda Koki K.K., Kariya, Aichi, JP

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(72) Erfinder:
Okada, Yasuhiro, Nagoya-shi, Aichi-ken, JP;
Yoshioka, Kengo, Kariya-shi, Aichi-ken, JP;
Sakamoto, Fumio, Toyota-shi, Aichi-ken, JP;
Sugita, Sentaro, Nagoya-shi, Aichi-ken, JP;
Hirano, Hidekazu, Tokoname-shi, Aichi-ken, JP;
Nishikayama, Takeshi, Kariya-shi, Aichi-ken, JP;
Takahara, Hiroyuki, Chiryu-shi, Aichi-ken, JP

(54) Bezeichnung: **Horizontal-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

Bereich der Erfindung:

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Horizontalmaschinenwerkzeug gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Beschreibung des zugehörigen Stands der Technik:

[0002] Wie in der japanischen Patentoffenlegungsschrift (Kokai) Nr. 58-132432 offenbart ist, ist bei einem Horizontalmaschinenwerkzeug der vorstehend beschriebenen Bauart ein Spindelkopf, der eine Horizontalwerkzeugspindel stützt, an einer ersten Seitenfläche einer Säule geführt, die als eine Basis dient, um in die axiale Richtung der Werkzeugspindel bewegbar zu sein, während eine Werkstückstütze an einer zweiten Seitenfläche der Säule geführt ist, die senkrecht zu der ersten Seitenfläche und angrenzend an diese ist, um in eine vertikale Richtung sowie eine horizontale Richtung senkrecht zu der Werkzeugspindel bewegbar zu sein.

[0003] Bei einem weiteren herkömmlichen Maschinenwerkzeug, das in der japanischen Gebrauchsmusteroffenlegungsschrift (Kokoku) 2-26580 offenbart ist, ist ein Spindelkopf, der ein Horizontalwerkzeug stützt, an einer oberen Fläche einer Basis so geführt, dass der Spindelkopf in eine Richtung parallel zu der Achse der Werkzeugspindel ebenso wie in eine vertikale Richtung senkrecht dazu bewegbar ist, während eine Werkstückstütze, die ein Werkstück an ihrem oberen Ende stützt, an einer vorderen Fläche der Basis so geführt ist, dass die Werkstückstütze in eine horizontale Richtung senkrecht zu der Werkzeugspindel bewegbar ist.

[0004] Da bei dem ersteren herkömmlichen Maschinenwerkzeug der Spindelkopf an der ersten Seitenfläche hebelartig geführt ist, wird eine große Differenz der Wärmeverteilung zwischen der Seitenfläche und der entgegengesetzten Seitenfläche erzeugt, was eine Neigung der Säule ergibt. Da des Weiteren die Werkstückstütze in die vertikale Richtung an der zweiten Seitenfläche senkrecht zu der ersten Seitenfläche geführt wird, neigen sich vertikal erstreckende Führungswege der Werkstückstütze um unterschiedliche Beträge, wenn sich die Säule innerhalb einer Ebene senkrecht zu der Werkzeugspindel neigt.

[0005] Da bei dem letzteren herkömmlichen Maschinenwerkzeug die Säule an der Basis angeordnet ist und der Spindelkopf in die vertikale Richtung an der Säule geführt ist, vergrößert sich die gesamte Maschinenhöhe, was für ein Maschinenwerkzeug mit einer großen Steifigkeit von Nachteil ist. Da des Weiteren die Werkstückstütze an der vertikalen Vorderfläche der Basis so geführt ist, dass die Werkstückstütze in eine horizontale Richtung senkrecht zu der Werkzeugspindel bewegbar ist, ist eine Abdeckungseinheit horizontal angeordnet, so dass sie sich in eine Richtung senkrecht zu einer Fallrichtung von Spänen erstreckt, um Führungswege zum Führen der Werkstückstütze vor den Spänen zu schützen. Daher behindert die Abdeckungseinheit den Ausstoß der Späne. Zusätzlich muss eine Teleskopabdeckungseinheit oder ähnliches eingesetzt werden, die nicht notwendigerweise geeignet für eine Hochgeschwindigkeitsförderung eines bewegbaren Elements geeignet ist.

[0006] Unterdessen wurden zum Verkürzen einer Werkzeugaustauschzeit vielzählige Verbesserungen mit Bezug auf automatische Werkzeugänderungsvorrichtungen gemacht, die bei Maschinenwerkzeugen verwendet werden. Beispielsweise wurde ein Nockenmechanismus, wie er in der japanischen Patentoffenlegungsschrift (Kokai) Nr. 5-104377 offenbart ist, als ein Antriebsmechanismus zum Antreiben eines Werkzeugänderungsarms zum Erzeugen einer Ausfahr-/Einfahrbewegung und einer Drehbewegung des Werkzeugänderungsarms als eine kontinuierliche Bewegung eingesetzt, um dadurch die Werkzeugänderungsgeschwindigkeit zu erhöhen.

[0007] Ein weiterer Ansatz zum Verkürzen der Werkzeugänderungszeit besteht in der Verkürzung eines Werkzeugänderungsarms zum Erhöhen der Geschwindigkeit der Drehbewegung des Werkzeugänderungsarms, wie in der japanischen Patentoffenlegungsschrift (Kokai) Nr. 8-39381 offenbart ist. Bei dieser herkömmlichen Technik wird der Werkzeugänderungsarm über eine Verringerung des Zwischenachsenabstands zwischen der Werkzeugspindel und einem Sockel verkürzt, der ein neues Werkzeug hält, wenn ein Werkzeugänderungsbetrieb durchgeführt wird. Bei der in dieser Veröffentlichung offenbarten Technik sind zum Verringern des Zwischenachsenabstands zwischen der Werkzeugspindel und dem Sockel eine Armstützwelle zum Stützen des Werkzeugänderungsarms und eine Armantriebswelle, die durch einen Antriebsmechanismus der Nockenbauart gedreht und axial bewegt wird, und die diese Bewegungen auf die Armstützwelle überträgt, parallel zueinander und getrennt voneinander in die vertikale Richtung angeordnet. Somit hat ein Stützabschnitt, der zum Stützen der Armstützwelle geeignet ist und zwischen dem Spindelkopf und einem Werkzeugmagazin während eines Werkzeugänderungsbetriebs angeordnet ist, eine verringerte Breite in eine Richtung, die die Werkzeugspindel und das Magazin verbindet. Der vorstehend beschriebene Aufbau ermöglicht, dass ein Gehäuseabschnitt, der die Armantriebswelle und den Antriebsmechanismus der Nockenbauart aufnimmt, eine größere Breite als diejenige des Stützabschnitts als bei herkömmlichen Maschinenwerkzeugen hat.

[0008] Des Weiteren ist eine herkömmliche automatische Werkzeugänderungsvorrichtung mit einem Werkzeugmagazin versehen, das so angeordnet ist, dass dann, wenn ein Spindelkopf auf eine Werkzeugänderungsposition zurückgestellt wird, die an der Rückseite des Maschinenwerkzeugs definiert ist, das Werkzeugmagazin angrenzend an den Spindelkopf gelegen ist. Das Werkzeugmagazin speichert eine Vielzahl von Werkzeugen, so dass die Werkzeuge zu einer Richtung parallel oder senkrecht zu der Werkzeugspindel ausgerichtet sind.

[0009] Bei der in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 8-39381 offenbarten herkömmlichen Werkzeugänderungsvorrichtung müssen der relativ enge Stützabschnitt zum Stützen der Armstützwelle und der relativ breite Antriebsabschnitt, der die Armantriebswelle und den Antriebsmechanismus der Nockenbauart aufnimmt, voneinander in die vertikale Richtung getrennt werden. Daher wird der Aufbau der Werkzeugänderungsarmeinheit komplex und erhöhen sich die Herstellungskosten.

[0010] Darüber hinaus wurde bei einem Horizontalmaschinenwerkzeug eine Spansammelvorrichtung unter Einsatz einer Spanbeförderungseinrichtung herkömmlicher Weise verwendet.

[0011] Wie beispielsweise in der japanischen Patentoffenlegungsschrift (Kokai) Nr. 6-247523 offenbart ist, ist eine derartige Spansammelvorrichtung so aufgebaut, dass ein Spaneinlass zum Sammeln von Spänen an einem Bett ausgebildet ist, an dem ein Maschinenwerkzeugtisch und eine Hauptspindel angeordnet sind, und ist eine Spanbeförderungseinrichtung unter dem Spaneinlass angeordnet.

[0012] Die Spanbeförderungseinrichtung hat eine endlose Kette, die um ein Paar Kettenräder gewunden ist. Es wird verursacht, dass die endlose Kette durch einen Motor läuft, der an einem der Kettenräder angebracht ist, so dass Späne, die von dem Spaneinlass herunterfallen, zu einem Spansammelkasten ausgestoßen werden, der hinter dem Bett angeordnet ist.

[0013] Jedoch erfordert die Spansammelvorrichtung unter Einsatz einer Spanbeförderungseinrichtung eine große Anzahl von Teilen, wie zum Beispiel eine endlose Kette und Kettenräder. Des Weiteren ist eine Spansammelvorrichtung in dem Bett eingebaut oder unter dem Bett zur Verwendung angeordnet, wobei sich die Höhe von dem Bett vergrößert und die Wartung sowie die Handhabung der Spansammelvorrichtung schwierig werden.

[0014] Aus den Druckschriften DE 26 53 928 A und DE 25 14 615 A sind Horizontalmaschinenwerkzeuge bekannt, die eine Basis haben, die eine obere Fläche und eine vertikale Vorderseite haben. Das Maschinenwerkzeug weist einen Spindelkopf, der eine Werkzeugspindel stützt, und zwei Führungseinrichtungen zum Führen des Spindelkopfs auf. Des Weiteren sind zwei Fördermechanismen zum Fördern des Spindelkopfs in zwei Richtungen vorgesehen. Zum Stützen des Werkstücks ist eine Werkstückstütze an der vertikalen Vorderfläche der Basis vorgesehen, die durch einen Führungsmechanismus geführt ist und durch einen Fördermechanismus in eine bestimmte Richtung bewegt wird. Beide Druckschriften beschreiben Horizontalmaschinenwerkzeuge, die eine Werkstückstütze haben, die um eine Achse senkrecht zu der Fläche der Werkstückstütze drehbar ist, wobei das Werkstück daran angebracht ist.

[0015] Die Druckschrift DE 32 36 356 A beschreibt ein Horizontalmaschinenwerkzeug, das demjenigen ähnlich ist, das in der Druckschrift DE 26 53 928 A beschrieben ist, aber das des Weiteren das Merkmal aufweist, dass die Werkstückstütze zusätzlich um eine zusätzliche Achse gekippt wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0016] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe ist es, ein Horizontalmaschinenwerkzeug zu schaffen, das die komplizierte Bearbeitung einer Vielzahl von Werkstücken mit einer hohen Genauigkeit gestattet.

[0017] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst. Gemäß der Erfindung ist es möglich, das Werkstück um zwei Achsen, nämlich eine horizontale Achse und eine vertikale Achse, zu drehen. Die Drehung des Werkstücks um die vertikale Achse wird durch eine mögliche Drehung des Stützkörpers des Werkstücks erzielt. Des Weiteren ist ein Indexmechanismus vorgesehen, der die Bearbeitung eines Werkstücks mit einer sehr hohen Genauigkeit ermöglicht.

[0018] Gemäß der Erfindung ist ein Präzisions-Horizontalmaschinenwerkzeug vorgesehen, bei dem weder die Genauigkeit eines Führungsmechanismus zum Führen eines Spindelkopfs, der eine Werkzeugspindel stützt, noch die Genauigkeit eines Führungsmechanismus zum Führen einer Werkstückstütze nachteilig durch eine thermische Verformung einer Basis beeinträchtigt wird.

[0019] Ein Horizontalmaschinenwerkzeug ist vorgesehen, bei dem alle Abschnitte eines Werkstücks, die andere als eine Montierfläche sind, durch die Verwendung eines Werkzeugs bearbeitet werden können und bei dem Energiezufuhrleitungen der Fluidzufuhrrohre, die mit einem Mechanismus zum Einstellen der Orientierung eines Werkstücks relativ zu dem Werkzeug verbunden sind, während des Bearbeitungsbetriebs nicht beschädigt werden.

[0020] Ein Horizontalmaschinenwerkzeug ist vorgesehen, bei dem Späne in einem relativ engen Bereich durch den freien Fall der Späne gesammelt werden können, was somit den Ausstoß der Späne nach außen von dem Maschinenwerkzeug vereinfacht.

[0021] Ein Horizontalmaschinenwerkzeug ist vorgesehen, bei dem der Eintrag von Spänen in den Führungsmechanismus und den Fördermechanismus für die Werkstückstütze zuverlässig durch die Verwendung einer einfachen Abdichtungsstruktur verhindert wird.

[0022] Das Maschinenwerkzeug kann mit einer einfachen Werkzeugänderungsvorrichtung versehen sein, die einen verkürzten Werkzeugänderungsarm zum Verkürzen einer Werkzeugänderungszeit hat.

[0023] Bei der vorstehend beschriebenen Werkzeugänderungsvorrichtung, bei der ein Werkzeugmagazin so angeordnet ist, dass dann, wenn ein Spindelkopf auf eine Werkzeugänderungsposition zurückgestellt wird, die an der Rückseite von dem Maschinenwerkzeug definiert ist, das Werkzeugmagazin angrenzend an den Spindelkopf gelegen ist, wobei der Betreiber sich von der Vorderseite von dem Maschinenwerkzeug zu einer Seite des Maschinenwerkzeugs bewegen muss, wenn die in dem Werkzeugmagazin gespeicherten Werkzeuge geändert werden. Bei einem automatischen Bearbeitungssystem, bei dem viele Maschinenwerkzeuge in kurzen Intervallen eingebaut werden, muss ein Betreiber in einen engen Raum zwischen angrenzenden Maschinenwerkzeugen eintreten, um in dem Werkzeugmagazin gespeicherte Werkzeuge zu ändern. Eine derartige Werkzeugänderungsarbeit bringt eine Gefahr mit sich. Des Weiteren wird bei einem Automatik-Bearbeitungssystem, bei dem ein selbst angetriebenes Fahrzeug mit einem Mechanismus zum Zuführen von Werkzeugen zu dem Werkzeugmagazin von jedem Maschinenwerkzeug veranlasst wird, vor die vielzähligen Maschinenwerkzeuge zu laufen, der Laufpfad des selbst angetriebenen Fahrzeugs komplex und der Aufbau des Werkzeug-Zufuhrmechanismus ebenso komplex.

[0024] Eine Werkzeugänderungsvorrichtung kann verwendet werden, die gestattet, dass ein Betreiber oder ein Werkzeug-Zufuhrmechanismus an einem selbst angetriebenen Fahrzeug Werkzeuge an ein Werkzeugmagazin anbringt oder Werkzeuge von diesem von der Vorderseite von dem Maschinenwerkzeug abnimmt.

[0025] Kurz gesagt ist bei einem Horizontalmaschinenwerkzeug gemäß der vorliegenden Erfindung ein Spindelkopf, der eine Werkzeugspindel drehbar um eine horizontale Achse stützt, an einem oberen Flächenabschnitt einer Basis so geführt, dass der Spindelkopf in eine erste horizontale Richtung senkrecht zu der Achse von der Werkzeugspindel und in eine zweite horizontale Richtung parallel zu der Achse der Werkzeugspindel bewegbar ist. Des Weiteren hat die Basis einen vertikalen Vorderflächenabschnitt, der sich von der Vorderseite der Basis erstreckt, und hat eine obere Fläche, die niedriger als der obere Flächenabschnitt der Basis ist. Eine Werkstückstütze mit einem Werkstückanbringabschnitt an einer Position oberhalb von dem oberen Flächenabschnitt der Basis ist durch den vertikalen Vorderseitenabschnitt vertikal bewegbar geführt.

[0026] Mit Hilfe des vorstehend beschriebenen Aufbaus kann die Breite in die horizontale Richtung eines Führungsmechanismus zum Führen einer vertikalen Bewegung der Werkstückstütze verringert werden, so dass ein Raum, der einen freien Fall von Spänen gestattet, an beiden Seiten der Werkstückstütze gesichert werden kann. Da ebenso die Werkstückstütze durch den vertikalen Vorderflächenabschnitt der gemeinsamen Basis gestützt ist, die eine Bewegung des Spindelkopfs in zwei horizontale Richtungen führt, wird die Steifigkeit des Maschinenwerkzeugs verbessert. Darüber hinaus kann die Steifigkeit des Maschinenwerkzeugs durch eine Verringerung der Gesamthöhe des Maschinenwerkzeugs verbessert werden.

[0027] Des Weiteren sind ein erster und ein zweiter Führungsmechanismus zum Führen einer Bewegung des Spindelkopfs in eine erste und in eine zweite Horizontalrichtung sowie ein dritter Führungsmechanismus zum Führen einer vertikalen Bewegung der Werkstückstütze so aufgebaut, dass sie symmetrisch mit Bezug auf eine vertikale Ebene einschließlich der Achse der Werkzeugspindel vorliegen, wenn der Spindelkopf an einer im Wesentlichenlängsgerichteten Mitte von dem ersten Führungsmechanismus gelegen ist. Dieser Aufbau mindert eine nachteilige Wirkung einer thermischen Verformung der Basis auf die Bearbeitungsgenauigkeit der Werkstücke.

[0028] Die Werkstückstütze besteht aus einem Stützkopf, der vertikal durch den dritten Fördermechanismus gefördert wird; einem ersten Indexelement, das an dem Stützkörper um eine vertikale Achse gedreht und indexiert wird; und einem zweiten Indexelement, das an dem ersten Indexelement um eine horizontale Achse senkrecht zu der vertikalen Achse gedreht und indexiert wird.

[0029] Dieser Aufbau ermöglicht, dass fünf Flächen eines Werkstücks oder alle Flächen, die andere als eine Anbringfläche sind, bearbeitet werden, während sie zu einem Werkzeug ausgerichtet werden, das an der Werkzeugspindel angebracht ist. Da des Weiteren die ersten und zweiten Indexelemente an dem Stützkörper vorgesehen sind, der sich nur in die vertikale Richtung bewegt, hängen Drähte und dergleichen, die mit den Betätigungsgliedern zum Antreiben

der ersten und zweiten Indexelemente verbunden sind, aufgrund der Schwerkraft durch, so dass die Drähte und dergleichen kaum einen Gleitkontakt mit anderen stationären Abschnitten verursachen, während sich der Stützkörper vertikal bewegt. Somit kann ein Schaden an den Drähten vermieden werden, der anderenfalls häufig für den Fall eines herkömmlichen Aufbaus auftreten würde, bei dem ein Indexelement an einem horizontal bewegbaren Element vorgesehen ist, das wiederholt bewegt wird.

[0030] Des Weiteren ist ein vorderes Element vorzugsweise an der Vorderseite der Basis vorgesehen. Das vordere Element und die Basis bilden einen Spansammelraum an zumindest einer Seite der Werkstückstütze, so dass der Spansammelraum allmählich nach unten verengt wird, wobei sich dadurch ein V-förmiger Querschnitt ausbildet.

[0031] Dieser Aufbau gestattet, dass während des Bearbeitungsbetriebs erzeugte Späne frei fallen, so dass sie an dem engen Bodenabschnitt von dem V-förmigen Raum gesammelt werden, der an zumindest einer Seite der Werkstückstütze ausgebildet ist. Wenn daher eine Vorrichtung zum erzwungenen Ausstoßen von Spänen an dem Bodenabschnitt vorgesehen ist, kann ein Ausstoß von Spänen nach außen von dem Maschinenwerkzeug wirksam durchgeführt werden.

[0032] Das Horizontalmaschinenwerkzeug kann mit einem Werkstückstützfördermechanismus versehen sein, der für das vorstehend beschriebene Horizontalmaschinenwerkzeug geeignet ist. Der Werkstückstützfördermechanismus umfasst zumindest zwei Lagerblöcke, die an dem vertikalen vorderen Seitenabschnitt der Basis fixiert sind, so dass die Lagerblöcke in eine Querrichtung beabstandet sind; ein Paar linearer Schienen, die durch die Lagerblöcke für eine vertikale Bewegung geführt sind; einen Werkstückstützkörper, der an den linearen Schienen fixiert ist und einen zylindrischen Abschnitt an seinem oberen Ende hat, an dem eine vertikale Ebene einschließlich der Anbringfläche der linearen Schienen durch im Wesentlichen die Mitte von dem zylindrischen Abschnitt hindurchtritt; und einen Vertikalfördermechanismus einschließlich einer Förderschraube, die sich vertikal an der Seite entgegengesetzt zu den Lagerblöcken mit Bezug auf den Werkstückstützkörper erstreckt und geeignet ist, die Werkstückstütze vertikal zu fördern.

[0033] Mit Hilfe des vorstehend beschriebenen Aufbaus können der vertikale Führungsmechanismus und der Antriebsmechanismus des Werkstückstützkörpers zuverlässig von dem Spansammelraum durch den Einsatz eines ringförmigen Abdichtungselements isoliert werden, das in Gleitkontakt mit dem zylindrischen Abschnitt ist. Da des Weiteren der vertikale Fördermechanismus an der Vorderseite der Maschine entgegengesetzt zu dem vertikalen Führungsmechanismus angeordnet ist, werden der Zusammenbau und die Wartungsarbeit vereinfacht.

[0034] Das Horizontalmaschinenwerkzeug kann mit einer automatischen Werkzeugänderungsvorrichtung versehen sein, die für das vorstehend beschriebene Horizontalmaschinenwerkzeug geeignet ist. Die automatische Werkzeugänderungsvorrichtung hat eine Werkzeugänderungsarmeinheit zum Austauschen eines Werkzeugs an einer Werkzeugspindel durch ein Werkzeug, das aus einem Werkzeugmagazin unter Verwendung einer Zwischentransporteinheit herausgenommen wurde. Die Werkzeugänderungsarmeinheit hat eine Armwelle, die durch ein Gehäuse gestützt ist, einen Werkzeugänderungsarm, der an einem Ende von der Armwelle angebracht ist, das von dem Gehäuse vorsteht, und der einen Werkzeuggreifabschnitt an dem anderen Ende hat, und einen Antriebsmechanismus, der innerhalb von dem Gehäuse angeordnet ist und geeignet ist, die Armwelle zu drehen und axial zu bewegen. Die Werkzeugänderungsarmeinheit ist so angeordnet, dass die Armwelle parallel zu der Werkzeugspindel wird und das Gehäuse an der vorderen Seite in die axiale Richtung von der Werkzeugspindel von dem Spindelkopf gelegen ist, der an der Werkzeugänderungsposition gelegen ist.

[0035] Bei dem vorstehend beschriebenen Aufbau ist das Gehäuse, das den Antriebsmechanismus aufnimmt und das daher eine relativ große Breite hat, an der vorderen Seite von der Werkzeugspindel angeordnet, die an der Werkzeugänderungsposition gelegen ist. Daher kann der Zwischenachsenabstand zwischen dem Werkzeug an der Werkzeugspindel, die an der Werkzeugänderungsposition gelegen ist, und dem Werkzeug an der Zwischentransporteinheit verringert werden, so dass ein kurzer Änderungsarm verwendet werden kann, der mit einer hohen Geschwindigkeit gedreht werden kann.

[0036] Vorzugsweise ist die Werkzeugänderungsarmeinheit fest an der Basis fixiert, so dass das Gehäuse von der Werkzeugänderungsarmeinheit parallel zu der Werkstückstütze wird, die in eine Richtung senkrecht zu der Bewegungsrichtung von dem Spindelkopf und senkrecht zu der Achse von der Werkzeugspindel bewegbar ist. Dieser Aufbau stellt ständig einen vorbestimmten Abstand zwischen der Werkstückstütze und der Werkzeugänderungsarmeinheit sicher, um dadurch zu verhindern, dass der Werkzeugänderungsarm einen Bearbeitungsbetrieb behindert. Somit können Nachteile beseitigt werden, die für den Fall vorliegen, bei dem eine Werkzeugänderungsarmeinheit an der Werkstückstütze angeordnet ist.

[0037] Weitergehend vorzuziehen ist es, das Maschinenwerkzeug so aufzubauen, dass der Spindel-

kopf, der die Werkzeugspindel horizontal stützt, an dem oberen Flächenabschnitt von der Basis geführt ist, so dass er in eine erste horizontale Richtung senkrecht zu der Achse der Werkzeugspindel und in eine zweite horizontale Richtung parallel zu der Achse der Werkzeugspindel bewegbar ist, und wobei die Werkstückstütze durch den vertikalen Vorderseitenabschnitt der Basis geführt ist, so dass sie vertikal in eine dritte Richtung senkrecht zu sowohl der ersten als auch der zweiten Richtung bewegbar ist, und so dass die Werkzeugänderungsarmeinheit derart angeordnet ist, dass das Gehäuse der Werkzeugänderungsarmeinheit und das Werkzeugmagazin an der vorderen Seite von der Werkzeugspindel und parallel zu der Werkstückstütze an einer Seite davon in die erste Richtung angeordnet sind.

[0038] Dieser Aufbau verringert die Gesamthöhe des Maschinenwerkzeugs einschließlich der automatischen Werkzeugänderungseinheit und ermöglicht eine gute Anordnung des Maschinenwerkzeugs in einer Massenproduktionsfabrik. Da zusätzlich das Werkzeugmagazin an der vorderen Seite von dem Maschinenwerkzeug angeordnet ist und parallel zu der Werkstückstütze ist, kann die Zufuhr von Werkzeugen, die in dem Werkzeugmagazin zu speichern sind, und die Entnahme von alten Werkzeugen aus dem Werkzeugmagazin von der vorderen Seite von dem Maschinenwerkzeug durchgeführt werden.

[0039] Vorzugsweise wird eine Vielzahl von Werkzeugen in dem Werkzeugmagazin gehalten, so dass die Werkzeuge parallel zu einem an der Werkzeugspindel angebrachten Werkzeug und in die gleiche Richtung wie dieses orientiert sind, und ist die Zwischentransporteinheit so aufgebaut, dass die Werkzeuge aus dem Werkzeugmagazin von der Rückseite von dem Werkzeugmagazin entnommen oder zurückgeführt werden können. Bei dem vorstehend beschriebenen Aufbau muss die Zwischentransporteinheit nicht so aufgebaut sein, dass die Werkzeuge aus dem Werkzeugmagazin von der vorderen Seite von dem Werkzeugmagazin entnommen oder zurückgeführt werden. Daher kann der Aufbau der Zwischentransporteinheit vereinfacht werden, die ein Werkzeug zwischen dem Werkzeugmagazin, das an der vorderen Seite von dem Maschinenwerkzeug vorgesehen ist, und einer Werkzeugänderungsposition transportiert, die hinter dem Werkzeugmagazin und in einer Ebene gelegen ist, in der sich der Werkzeugänderungsarm dreht.

[0040] Vorzugsweise hat die Zwischentransporteinheit einen Sockel, der abnehmbar ein Werkzeug auf die gleiche Weise wie für den Fall halten kann, bei dem ein Werkzeug an der Werkzeugspindel angebracht ist; einen Querpositioniermechanismus zum Bewegen des Sockels in die Querrichtung von dem Maschinenwerkzeug; einen Vertikalpositioniermechanismus, der an dem Querpositioniermechanismus angeordnet ist und geeignet ist, den Sockel in die vertikale Richtung zu bewegen; und einen Vor-/Rückpositioniermechanismus, der an dem Vertikalpositioniermechanismus angeordnet ist und geeignet ist, den Sockel in die Vor-/Rückrichtung zwischen der Position entsprechend der Position des Werkzeugmagazins und der Werkzeugänderungsposition zu bewegen, die hinter dem Werkzeugmagazin und in einer Ebene gelegen ist, in der sich der Werkzeugänderungsarm dreht.

[0041] Mit Hilfe des vorstehend beschriebenen Aufbaus kann das Anbringen der Zwischentransporteinheit durch einen einfachen Anbringungsvorgang des Querpositioniermechanismus an einem Stützelement dafür durchgeführt werden. Wenn zusätzlich die Zwischentransporteinheit in Kombination mit einem Werkzeugmagazin verwendet wird, das eine geringe Breite in die Querrichtung hat, sind die Positioniermechanismen eines Sockelbewegungsabstands übereinander gelegt. Daher kann jeder Positioniermechanismus reibungslos arbeiten.

[0042] Vorzugsweise sind die Werkzeugänderungsarmeinheit, das Werkzeugmagazin und die Zwischentransporteinheit der Werkzeugänderungsvorrichtung an einem einzelnen Substrat fixiert, so dass die gesamte Werkzeugänderungsvorrichtung als eine einzelne Einheit zusammengebaut wird. Daher kann während des Zusammenbaus die relative Positionierung zwischen dem Maschinenwerkzeugkörper und der Werkzeugänderungsvorrichtung durch einen einfachen Betrieb des Positionierens des Substrats relativ zu dem Maschinenwerkzeugkörper bewirkt werden.

[0043] Das Horizontalmaschinenwerkzeug kann mit einer Spansammelvorrichtung versehen sein, die für das vorstehend beschriebene Horizontalmaschinenwerkzeug geeignet ist. Die Spansammelvorrichtung weist ein Spansammelelement, eine Spanansaugvorrichtung und einen Spansammelbehälter auf. Das Spansammelelement definiert einen Spansammelraum, der die Werkstückstütze umgibt und dessen Querschnittsfläche sich allmählich verringert. Das Spansammelelement hat einen Spanansauganschluss, der in der Umgebung von dem Boden des Spansammelraums ausgebildet ist. Die Spanansaugvorrichtung ist an der Spanansaugöffnung vorgesehen und geeignet, um die Späne durch die Wirkung von Luft anzusaugen. Der Spansammelbehälter sammelt die durch die Spanansaugvorrichtung angesaugten Späne.

[0044] Dieser Aufbau ermöglicht die Sammlung von Spänen ohne das Erfordernis einer Bearbeitung in großem Maßstab innerhalb der Basis. Des Weiteren kann die Höhe der Basis durch eine Vereinfachung der Vorrichtung für die Spansammlung zum Verringern der Abmessung des Maschinenwerkzeugs ver-

ringert werden.

[0045] Vorzugsweise ist des Weiteren eine Spanansaugvorrichtung vorgesehen, die eine bewegbare Abdeckung, die an dem Spindelkopf angebracht ist, um die Werkzeugspindel abzudecken, und die in die Ausfahr-/Einfahrrichtung des Spindelkopf bewegbar ist; und eine Steuerungseinrichtung der bewegbaren Abdeckung aufweist, um die Bewegung der bewegbaren Abdeckung auf der Grundlage des Betrags einer Bewegung des Spindelkopfs in die Ausfahr-/Einfahrrichtung zu steuern.

[0046] Vorzugsweise ist die bewegbare Abdeckung so ausgebildet, dass sie ein Werkzeug umgibt, das an der Werkzeugspindel angebracht ist, und gemäß einer Relativbewegung zwischen dem Spindelkopf und der Werkstückstütze in die Ausfahr-/Einfahrrichtung bewegt wird. Für diesen Fall kann der Abstand zwischen dem Umfang des Werkstücks und der bewegbaren Abdeckung konstant gehalten werden, so dass die Sammlung von Spänen optimal ohne Verursachen einer Störung zwischen dem Werkzeug und der bewegbaren Abdeckung oder dem Werkstück und der bewegbaren Abdeckung durchgeführt werden kann.

[0047] Weitergehend vorzugsweise steuert während der Bearbeitung eines Werkstücks die Steuerungsvorrichtung der bewegbaren Abdeckung die Bewegung der bewegbaren Abdeckung so, dass ein vorbestimmter Zwischenraum zwischen der bewegbaren Abdeckung und der Vorderseite des Werkstücks, ungeachtet der Länge eines in der Werkzeugspindel gehaltenen Werkzeugs, und einer Bewegung des Spindelkopfs in die Ausfahr-/Einfahrrichtung beibehalten wird. Daher kann zu dem Zeitpunkt eines Werkzeugänderungsbetriebs die bewegbare Abdeckung auf eine Entnahmeposition bewegt werden.

[0048] Die bewegbare Abdeckung wird vorzugsweise so gesteuert, dass die bewegbare Abdeckung ebenso gemäß einer Länge eines an der Werkzeugspindel angebrachten Werkzeugs bewegt wird. Für diesen Fall kann die Sammlung von Spänen optimal ohne Verursachen einer Störung zwischen dem Werkzeug und der bewegbaren Abdeckung oder zwischen dem Werkstück und der bewegbaren Abdeckung auch bei einem Maschinenwerkzeug durchgeführt werden, bei dem viele Arten von Werkzeugen wahlweise an der Werkzeugspindel angebracht werden.

[0049] Vorzugsweise ist ein Wärmeaustauschelement an dem äußeren Umfang eines Steuerungskastens vorgesehen und wird Luft, die zum Ansaugen von Spänen verwendet wird, gegen das Wärmeaustauschelement zum Kühlen des Innenraums des Steuerungskastens gestrahlt. Für diesen Fall kann die Anzahl von Kühllüftern zum Kühlen des Steuerungskastens verringert werden oder können diese vollständig beseitigt werden.

KURZBESCHREIBUNG DER BEIGEFÜGTEN ZEICHNUNGEN

[0050] Verschiedene andere Aufgaben, Merkmale und viele der zugehörigen Vorteile der vorliegenden Erfindung werden einfach erkennbar, wenn diese unter Bezugnahme auf die folgende genaue Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele besser verstanden wird, wenn sie in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen betrachtet wird, in denen:

[0051] Fig. 1 eine Draufsicht eines Maschinenwerkzeugs gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

[0052] Fig. 2 eine schematische rechtsseitige Ansicht der Maschinenwerkzeugs ist, die eine Spansammelvorrichtung zeigt;

[0053] Fig. 3 eine Vorderansicht des Maschinenwerkzeugs ist;

[0054] Fig. 4 eine rechtsseitige Ansicht des Maschinenwerkzeugs ist;

[0055] Fig. 5 eine vergrößerte Ansicht eines Hauptabschnitts des Spindelkopfs in Kombination mit einem Blockdiagramm einer numerischen Steuerungseinrichtung ist;

[0056] Fig. 6 ein vergrößerter vertikaler Querschnitt entlang einer Linie A-A in Fig. 1 ist;

[0057] Fig. 7 eine Vorderansicht des Spindelkopfs ist;

[0058] Fig. 8 eine vergrößerte Draufsicht der in Fig. 1 gezeigten Werkzeugänderungseinheit ist, bei der die Werkzeugänderungseinheit teilweise weggeschnitten ist;

[0059] Fig. 9 eine erläuternde Ansicht ist, die eine Luftzirkulation in einem Steuerungskasten zeigt;

[0060] Fig. 10 eine vergrößerte teilweise Vorderansicht des Werkzeugmagazins ist;

[0061] Fig. 11 ein Querschnitt entlang der Linie B-B in Fig. 10 ist;

[0062] Fig. 12 eine Ansicht ist, die die Details der Spansammelvorrichtung zeigt;

[0063] Fig. 13 eine vergrößerte teilweise Vorderansicht eines Werkzeugmagazins gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist; und

[0064] Fig. 14 und Fig. 15 Ablaufdiagramme sind, die einen Prozess zeigen, der durch die numerische Steuerungseinrichtung durchgeführt wird.

GENAUE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0065] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0066] In den Fig. 1-Fig. 4, die jeweils eine Draufsicht, eine rechtsseitige Ansicht, eine Vorderansicht und eine weitere rechtsseitige Ansicht eines Horizontalmaschinenwerkzeugs gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigen, bezeichnet ein Bezugszeichen **10** eine Basis eines Maschinenkörpers MTB. Die Basis **10** besteht aus einem Blockabschnitt und einem Hilfsvorrichtungs-Anbringabschnitt **10c**. Der Blockabschnitt hat eine rechteckige Gestalt, so dass die Länge in die Vor-/Rückrichtung geringfügig länger als die Länge in die Querrichtung ist, und ist geeignet, ein bewegbares Element zu führen, das später beschrieben wird. Der Hilfsvorrichtungs-Anbringabschnitt **10c** ist einstöckig mit dem Blockabschnitt ausgebildet, der an der rechten Seite in Fig. 1 gezeigt ist, um zu gestatten, dass Hilfsvorrichtungen des Maschinenwerkzeugs daran montiert werden. Wie am besten Fig. 4 entnehmbar ist, verringert sich die Höhe des Hilfsvorrichtungs-Anbringabschnitts **10c** stufenweise von dem hinteren Abschnitt in Richtung auf den vorderen Abschnitt. Für den Fall, bei dem die Hilfsvorrichtungen des Maschinenwerkzeugs auf dem Boden installiert werden, ist der Hilfsvorrichtungs-Anbringabschnitt **10c** nicht notwendig. Demgemäß wird in der folgenden Beschreibung der Blockabschnitt als "Basis **10**" bezeichnet, außer eine spezifische Bezugnahme ist auf den Hilfsvorrichtungs-Anbringabschnitt **10c** gemacht worden.

[0067] An dem oberen Flächenabschnitt **10a** von der Basis **10** sind ein Paar Führungsschienen **11** fest angeordnet. Die Führungsschienen **11** sind voneinander in eine Z-Achsen-Richtung getrennt, die die Vor-/Rückrichtung des Maschinenwerkzeugs darstellt, und erstrecken sich in eine horizontale X-Achsen-Richtung senkrecht zu der Z-Achsen-Richtung. Lagerblöcke **13a**–**13d**, die entlang den Führungsschienen **11** laufen, sind an der Bodenfläche von einem X-Achsenschieber **12** fixiert. Somit wird der X-Achsenschieber **12** so geführt, dass er in die X-Achsen-Richtung entlang den Führungsschienen **11** bewegbar ist. Ein Servomotor **14**, der fest an der Basis angeordnet ist, bewegt den X-Achsenschieber **12** in die horizontale X-Achsen-Richtung über eine Förderschraube **15** und eine Mutter **15a** (siehe Fig. 6), die an der Bodenfläche von dem X-Achsenschieber **12** fixiert ist.

[0068] Ein Encoder **152** ist mechanisch mit dem hinteren Ende von dem X-Achsen-Servomotor **14** verbunden und elektrisch mit einer numerischen Steuerungseinrichtung NC über einen nicht dargestellten Servoverstärker verbunden.

[0069] An dem X-Achsenschieber **12** sind ein Paar Führungsschienen **18** fest vorgesehen, die senkrecht zu den Führungsschienen **11** angeordnet sind. Insbesondere sind die Führungsschienen **18** voneinander in die X-Achsen-Richtung getrennt und erstrecken sich in die horizontale Z-Achsen-Richtung. Ein Spindelkopf **20** wird durch die Führungsschienen **18** über Lagerblöcke **19a**–**19d** geführt, die an der Bodenfläche von dem Spindelkopf **20** an seinen vier Ecken fixiert sind, so dass der Spindelkopf **20** entlang den Führungsschienen **18** laufen kann.

[0070] Wie in Fig. 4 gezeigt ist, ist ein Servomotor **21** fest an dem X-Achsenschieber **12** angeordnet, so dass er zwischen den Führungsschienen **18** gelegen ist. Der Servomotor **21** bewegt den Spindelkopf **20** in die Z-Achsen-Richtung über eine nicht dargestellte Förderschraube und eine Mutter **23**, die an der Bodenfläche von dem Spindelkopf **20** fixiert ist. Ein Encoder **151** ist mechanisch an dem hinteren Ende von dem Servomotor **21** verbunden und elektrisch mit der numerischen Steuerungseinrichtung NC über einen Z-Achsen-Servoverstärker **153** verbunden. Der Z-Achsen-Servoverstärker **153** steuert die Drehung von dem Z-Achsen-Servomotor **21** auf der Grundlage einer Differenz zwischen einer Soll-Position, die durch eine Soll-Positions-Anweisung eines in der numerischen Steuerungseinrichtung NC gespeicherten NC-Programms angezeigt wird und der vorliegenden Position, die durch ein vorliegendes Positionssignal von dem Encoder **151** angezeigt wird, um den Spindelkopf **20** auf die Soll-Position zu bewegen.

[0071] Ebenso ist ein Encoder **138** mit der numerischen Steuerungseinrichtung NC über einen Servoverstärker **155** verbunden. Des Weiteren ist eine Sequenzsteuerungseinrichtung **158** mit der numerischen Steuerungseinrichtung NC verbunden. Die Sequenzsteuerungseinrichtung **158** führt eine Ein-/Aus-Steuerung für ein Solenoidventil **144** und dergleichen durch. Die NC-Steuerung NC speichert ein NC-Programm ebenso wie Werkzeugdaten, wie zum Beispiel Werkzeuglängen von Werkzeugen T, die in dem Werkzeugmagazin **90** gespeichert sind.

[0072] Der Spindelkopf **20** stützt eine Werkzeugspindel **25** an der Mitte zwischen dem Paar Führungsschienen **18**, so dass die Werkzeugspindel **25** um eine horizontale Achse drehbar ist, die sich in die Z-Achsen-Richtung erstreckt. An dem vorderen Ende von der Werkzeugspindel **25** sind ein Werkzeugaufnahmeloch und ein Klemmmechanismus (beide nicht dargestellt) zum abnehmbaren Aufnehmen und Fixieren eines abgeschrägten Schafts Ts eines Werkzeugs T vorgesehen, wie in Fig. 11 gezeigt ist. Der

äußeren Umfang eines Spindelgehäuses **26**, das den vorderen Endabschnitt von der Werkzeugspindel **25** umgibt und drehbar hält, hat eine im Wesentlichenzylindrische Gestalt. Eine stationäre Abdeckung **27** zum Sammeln von Spänen ist so angeordnet, dass sie den äußeren Umfang von dem Gehäuse **26** umgibt, wobei ein vorbestimmter ringförmiger Raum dazwischen ausgebildet ist, und ist an dem Spindelkopf **20** fixiert. Innerhalb von der stationären Abdeckung **27** ist eine bewegbare Abdeckung **28** angeordnet, die teleskopartig ausfährt und einfährt. Die bewegbare Abdeckung **28** ist über eine Förderschraube **135** und einen Muttermechanismus **133** mit einem Servomotor **29** verbunden, der fest an dem Spindelkopf **20** angeordnet ist, so dass der Servomotor **29** die Position der bewegbaren Abdeckung **28** steuern kann. Genauer gesagt ist die bewegbare Abdeckung **28** fest an Stäben **131** gestützt, die innerhalb von dem Paar Durchgangslöcher **130** ausfahren und einfahren, die in dem Spindelkopf **20** entlang der Werkzeugspindel **25** ausgebildet sind.

[0073] Abschnitte von den äußeren Umfängen von den Stäben **131** sind an entgegengesetzten Enden von einem V-förmigen Träger **132** fixiert und eine Kugelmutter **133** ist an dem zentralen Abschnitt von dem Träger **132** angebracht. Die Kugelmutter **133** ist im Gewindeeingriff mit einer Kugelschraube **135** innerhalb eines Raumabschnitts **134** von dem Spindelkopf **20**. Die Kugelschraube **135** ist mit der Ausgangswelle von dem Servomotor **29** über eine schwimmende Mutter **136** verbunden.

[0074] Wenn der Servomotor **29** angetrieben wird, wird die Kugelschraube **135** durch die schwimmende Mutter **136** gedreht. Mit der Drehung der Kugelschraube **135** werden die Stäbe **131** über die Kugelmutter **133** bewegt, die im Gewindeeingriff mit der Kugelschraube **135** ist. Somit wird der Träger **132**, der an den Stäben **131** fixiert ist, so bewegt, dass er die bewegbare Abdeckung **28** ausfährt und einfährt. Des Weiteren ist ein Encoder **138**, der an der oberen Fläche von dem Spindelkopf **20** fixiert ist, mit dem hinteren Ende von dem Servomotor **29** verbunden.

[0075] Eine Spanansaugvorrichtung **30** ist an dem Spindelkopf **20** angeordnet. Die Spanansaugvorrichtung **30** erzeugt einen Unterdruck innerhalb der Abdeckungen **27** und **28**, um Späne anzusaugen und diese zu einem Staubsammler **32**, der an der Rückseite von dem Maschinenwerkzeug angeordnet ist, über ein flexibles Rohr **31** zu fördern. Genauer gesagt hat die Spanansaugvorrichtung **30** einen Spanansauganschluss **140**, einen Spanausstoßanschluss **141** und einen Luftansauganschluss **142** und steht der Spanansauganschluss **140** in Verbindung mit dem Innenraum von der bewegbaren Abdeckung **28** über einen Ansaugdurchgang **143**, der in dem Spindelkopf **20** ausgebildet ist.

[0076] Der Luftansauganschluss **142** ist mit einer Luftpumpe **145** über ein Solenoidventil **144** verbunden, und wie in Fig. 2 gezeigt ist, ist der Spanausstoßanschluss **141** mit dem Staubsammler **32**, der an der Rückseite von dem Spindelkopf **20** angeordnet ist, über das flexible Rohr **31** verbunden. Die Spanansaugvorrichtung **30** ist so ausgelegt, dass von dem Luftansauganschluss **142** zugeführte Luft einen Unterdruck in der Umgebung von dem Spanansauganschluss **140** bildet, während sie in Richtung auf den Spanausstoßanschluss **141** strömt, so dass Luft von dem Spanansauganschluss **140** durch die Wirkung des so erzeugten Unterdrucks angesaugt wird.

[0077] Wie in Fig. 6 gezeigt ist, hat die Basis **10** einen vertikalen Vorderseitenabschnitt **10b**, der an ihrem mittleren Abschnitt in die Querrichtung (X-Achsen-Richtung) ausgebildet ist. Vier Lagerblöcke **35a**–**35d** sind fest an dem vertikalen Vorderseitenabschnitt **10b** angebracht. Gepaarte obere und untere Blocklager **35a** und **35b** sind nämlich an der rechtsseitigen Position angeordnet und obere und untere Blocklager **35c** und **35d** sind an einer linksseitigen Position angeordnet, die von dem rechtsseitigen Abschnitt in die X-Achsen-Richtung getrennt ist. Rechte und linke Führungsschienen **36** sind durch die Blocklager **35a**–**35d** für eine Bewegung in die Y-Achsen-Richtung geführt, die die vertikale Richtung ist. Die rechten und linken Führungsschienen **36** sind an einer Fläche von einem Werkstückstützkörper **37** fixiert, die zu dem vertikalen Vorderseitenabschnitt **10b** weist. Zum Minimieren des Einflusses einer thermischen Verformung der Basis **10** sind die Führungsschienen **36** symmetrisch mit Bezug auf eine vertikale Ebene angeordnet, die die horizontale Achse der Werkzeugspindel **35** einschließt, wenn der Spindelkopf **20** an dem oberen Flächenabschnitt **10a** der Basis **20** an einem Mittenabschnitt an der Rechts-/Linksrichtung (X-Achsen-Richtung) positioniert ist.

[0078] Eine Mutter **38** ist an der Vorderseite von dem Werkstückstützkörper **37** entgegengesetzt von der Fläche fixiert, an der die Führungsschienen **36** angebracht sind. Eine Förderschraube **39** im Gewindeeingriff mit der Mutter **38** wird durch einen Servomotor **40** gedreht, der mit einem Verringerungsgetriebemechanismus ausgestattet ist. Der Servomotor **40** ist an dem oberen Abschnitt von einem bogenförmigen Träger **41** fixiert, dessen entgegengesetzte Schenkelabschnitte an dem vertikalen Vorderseitenabschnitt **10b** von der Basis **10** fixiert sind. Wenn der Motor **40** angetrieben wird, wird der Werkstückstützkörper **37** in die Y-Achsen-Richtung bewegt, so dass das Werkstück W, das sich vertikal gemeinsam mit dem Werkstückstützkörper **37** bewegt, dreidimensional in Beziehung zu dem Werkzeug T positioniert wird, das an der Werkzeugspindel **25** angebracht ist, das horizontal an dem oberen Flächenabschnitt **10a** in die X-Achsen- und Z-Achsen-Richtungen bewegt

wird, die sich senkrecht schneiden.

[0079] An dem oberen Ende von dem Werkstückstützkörper **37** ist ein Becherabschnitt **37a** ausgebildet, der einen zylindrischen äußeren Umfang hat und der einen ersten Indexmechanismus **44** innerhalb seines zylindrischen Innenraums aufnimmt. Der Indexmechanismus **44** weist eine hohle Welle **45a**, ein Lager **46** und einen eingebauten Servomotor **48** für einen Indexierbetrieb auf, die alle innerhalb des zylindrischen Raums untergebracht sind. Die hohle Welle **45a** erstreckt sich nach unten von der Bodenfläche von einem L-förmigen ersten Indexelement **45** und ist koaxial mit dem zylindrischen Raum. Das Lager **46** stützt die hohle Welle **47** so, dass die hohle Welle **47** um eine vertikale Achse **47** für einen Indexierbetrieb gedreht werden kann. Der eingebaute Servomotor **48** besteht aus einer Statorspule, die an der Innenfläche von dem Becherabschnitt **37a** fixiert ist, so dass sie unterhalb von dem Lager **46** gelegen ist, und einem Rotor, der an dem äußeren Umfang von der hohlen Welle **45a** fixiert ist. Ein Klemmring **49** ist unter Wechselwirkung an den Außenumfang von der hohlen Welle **45a** an einer Position oberhalb von dem Lager **46** gepasst. Wenn druckbeaufschlagtes Öl in den Klemmring **49** eingeführt wird, vergrößert der Klemmring **49** seinen Innendurchmesser, um dem ersten Indexelement **45** zu gestatten, durch den Motor **48** indexiert zu werden.

[0080] Ein versetzter vertikaler Abschnitt **45b** von dem L-förmigen ersten Indexelement **45** enthält ein scheibenförmiges zweites Indexelement **53**, das um eine Horizontalachse **52** gedreht und indexiert werden kann, die die vertikale Drehachse **47** von dem ersten Indexelement **45** senkrecht in einer vertikalen Ebene schneidet, welche dieser gemeinsam ist. Der vertikale Abschnitt **45b** weist einen zweiten Indexmechanismus **45** in sich auf, dessen Aufbau ähnlich demjenigen des ersten Indexmechanismus **44** ist, um das zweite Indexelement **53** zum Indexieren und Positionieren zu drehen. Eine T-förmige Klemme **55** ist vorgesehen, um eine Palette P zum Stützen des Werkstücks B zu klemmen. Die Klemme **55** hat einen horizontalen Wellenabschnitt an ihrer Mitte und der horizontale Wellenabschnitt ist mit einem hydraulischen Zylinder **56** verbunden, der in dem zylindrischen Wellenabschnitt von dem zweiten Indexelement **53** eingebaut ist. Die Klemme **55** wird an einer Klemmposition und an einer Entklemmposition durch eine Betätigung des Zylinders **56** positioniert.

[0081] Wenn die Klemme **55** an der Entklemmposition in einem Zustand gelegen ist, in dem die Längsrichtung von der Klemme **55** mit der horizontalen X-Achsen-Richtung übereinstimmt, wird die Palette P, die das Werkstück W stützt, so belastet, dass die Klemme **55** in einen T-Schlitz von der Palette P eingesetzt wird. Wenn die Klemme **55** zu der Klemmposition bewegt wird, wird die Bodenfläche von der Palette P an nicht dargestellte Sitzstücke, die an dem zweiten Indexelement **53** vorgesehen sind, angesetzt, so dass die Palette P durch das zweite Indexelement **53** gestützt und an diesem geklemmt wird. Somit kann verursacht werden, dass durch die richtige Kombination der Betätigung des ersten Indexmechanismus **44** und der Betätigung des zweiten Indexmechanismus **54** alle Flächen von dem Werkstück W, die andere als die Fläche für die Anbringung an der Palette P sind, zu dem Werkzeug T weist, das an der Werkzeugspindel **55** angebracht ist, um dadurch bearbeitet zu werden.

[0082] Durch einen zylindrischen Raum, der sich axial innerhalb von der hohlen Welle **45a** von dem ersten Indexmechanismus **44** erstreckt, sind nicht dargestellte Drähte zum Zuführen von Elektrizität zu dem eingebauten Motor von dem zweiten Indexmechanismus **54**, nicht dargestellte Zufuhrrohre zum Zuführen von Öl zu einer nicht dargestellten Durchmesservergrößerungsfluidkammer des Klemmrings **49** für die ersten und zweiten Indexmechanismen **44** und **54** und nicht dargestellte Zufuhr- und Ausstoßrohre, die mit dem hydraulischen Zylinder **56** zum Betätigen der Klemme **55** verbunden sind, geführt. Diese Drähte und Rohre werden durch eine nicht dargestellte Ausnehmungsöffnung, die an einer Seitenfläche von dem Werkstückstützkörper **37** geöffnet ist und sich nach unten erstreckt, herausgeführt. Da der Stützkörper **37** sich nur in die vertikale Richtung bewegt, kann eine Beschädigung der Drähte und der Rohre beseitigt werden, wobei die Beschädigung häufig aufgrund eines Gleitkontakts mit einem stationären Abschnitt aufzutreten pflegt, wenn Drähte und Rohre von einem sich horizontal bewegenden Element herausgeführt werden.

[0083] An den rechten und linken Seiten von dem vertikalen Vorderseitenabschnitt **10b** von der Basis **10** ist eine Neigungsfläche **10s** von der oberen Fläche in Richtung auf die Bodenfläche von der Basis **10** außer an dem linken Endflächenabschnitt **10g** ausgebildet. Des Weiteren ist ein Brückenabschnitt **10j** an dem vorderen oberen Abschnitt von der Basis **10** so vorgesehen, dass der Brückenabschnitt **10j** sich in die Vor-/Rückrichtung an der Mitte von dem vertikalen Vorderseitenabschnitt **10b** erstreckt, und sind die entgegengesetzten Seitenflächen von dem Brückenabschnitt **10j** derart geneigt, dass der Abstand zwischen den Seitenflächen sich von dem oberen Abschnitt in Richtung auf den unteren Abschnitt von dem Brückenabschnitt **10j** vergrößert, und sind die Seitenflächen mit den vorstehend beschriebenen geneigten Flächen **10s** verbunden.

[0084] Wie Fig. 1 entnehmbar ist, ist an der vorderen Seite von der Basis **10** eine Verbindungsfläche **10t** ausgebildet, die sich in die Rechts-/Linksrichtung erstreckt, während sie durch die Mitte von dem Becherabschnitt **37a** von dem Werkstückstützkörper **37**

hindurchtritt. Genauer gesagt schließt an der linken Seite von dem Becherabschnitt **37a** die Verbindungsfläche **10t** die jeweiligen vordersten Seiten von dem linken Endflächenabschnitt **10g**, die geneigte Fläche von dem Brückenabschnitt **10j**, die an der linken Seite von dem Becherabschnitt **47a** gelegen ist, und einen horizontalen Bodenabschnitt **10u** von der Basis **10** zwischen dem linken Endflächenabschnitt **10g** und der linksseitigen geneigten Fläche des Brückenabschnitts **10j** ein. An der rechten Seite von dem Becherabschnitt **37a** schließt die Verbindungsfläche **10t** die jeweiligen vordersten Seiten von der geneigten Fläche von dem Brückenabschnitt **10j**, die an der rechten Seite von dem Becherabschnitt **37a** gelegen ist, und einen horizontalen Bodenabschnitt **10u** ein, der an dem unteren Ende von der geneigten Fläche **10s** ausgebildet ist.

[0085] Durch die Verbindung einer Vielzahl von nicht dargestellten Schrauben wird ein vorderes Element **60** abnehmbar an der Basis **10** derart fixiert, dass das vordere Element **60** an die vorstehend beschriebene Verbindungsfläche **10d** stößt. Insbesondere hat das vordere Element **60** Abschnitte, die dem linken Endflächenabschnitt **10g**, dem linksseitigen geneigten Abschnitt **10s**, dem horizontalen Bodenabschnitt **10u**, der sich von dem linksseitigen geneigten Abschnitt erstreckt, dem mittleren Brückenabschnitt **10j**, dem rechtsseitigen geneigten Abschnitt und dem horizontalen Bodenabschnitt **10u**, der sich von dem rechtsseitigen geneigten Abschnitt erstreckt, entsprechen und in Flächenkontakt mit diesen gelangen. Mit Hilfe des vorstehend angegebenen Aufbaus, wie in Fig. 6 gezeigt ist, wird ein V-förmiger Spansammelraum CP an beiden Seiten von dem mittleren Brückenabschnitt **10j** in die Rechts-/Linksrichtung ausgebildet.

[0086] Ein Staubsammler **32** ist geeignet, Späne von angesaugter Luft zu trennen. Wie in Fig. 12 gezeigt ist, hat der Staubsammler **32** einen Filter **190**, der gestattet, dass nur Luft durch den Filter zu der oberen Seite tritt, um dadurch zu verursachen, dass Späne innerhalb von dem Staubsammler **32** verbleiben. Einführanschlüsse **148** und **149** sind an den Seitenwänden von dem Staubsammler **32** ausgebildet und ein Spanansammlungsabschnitt **161** ist an dem Boden von dem Staubsammler **32** ausgebildet.

[0087] Der Einführanschluss **148** ist mit der Spanansaugvorrichtung **30** verbunden, während der Einführanschluss **149** mit einer Spanansaugvorrichtung **64** verbunden ist, die später beschrieben wird. Ein Deckelelement **162** ist für jeden von den Einführanschlüssen **148** und **149** vorgesehen.

[0088] Das Deckelelement **162** ist aus einem rechteckigen plattenförmigen Element ausgebildet. Ein Oberseitenabschnitt von dem Deckelelement **162** ist schwenkbar an seinen beiden Enden oberhalb von dem Einführanschluss **148** oder **149** gestützt, so dass das Deckelelement durch den Druck der Luft von dem Einführanschluss **148** oder **149** geöffnet wird. Wenn somit Luft in den Staubsammler **32** von nur einem oder zwei von den Einführanschlüssen **148** und **149** strömt, wird jeder verbleibende Einführanschluss geschlossen, um eine Rückwärtsströmung von Luft zu verhindern.

[0089] Der Spanansammlungsabschnitt **161** besteht aus einer Spanfallöffnung **163**, die an dem Boden von dem Staubsammler **32** ausgebildet ist, einer Schließplatte **164** zum Schließen der Spanfallöffnung **132** und einem Öffnungs-/Schließzylinder **165** zum Öffnen und Schließen der Schießplatte **164**.

[0090] Wenn Luft in den Staubsammler **32** von den Einführanschlüssen **148** und **149** strömt, schließt der Öffnungs-/Schließzylinder 165 die Spanfallöffnung **163** durch die Schließplatte **164**. Wenn Luft nicht in den Staubsammler **32** von den Einführanschlüssen **148** und **149** strömt, öffnet der Öffnungs-/Schließzylinder **165** die Spanfallöffnung **163** durch eine Bewegung der Schließplatte **164**.

[0091] Wie in Fig. 12 gezeigt ist, hat der Öffnungs-/Schließzylinder **165** einen Zylinderstab **165a** und einen Kolben **165b**. Der Zylinderstab **165a** ist mit der Schließplatte **164** verbunden und der Kolben **165b** ist mit einem Ende von dem Zylinderstab **165a** verbunden und teilt den Innenraum von dem Öffnungs-/Schließzylinder **165** in zwei Zylinderkammern **165c** und **165d**.

[0092] Die Zylinderkammer **165c**, die entgegengesetzt von der Endfläche liegt, von der der Zylinderstab **165a** vorsteht, ist mit einer Luftpumpe **165** verbunden, während die andere Zylinderkammer **165d** eine Feder **165e** innen aufnimmt.

[0093] In einem Luftzufuhrdurchgang zwischen der Luftpumpe **145** und dem Öffnungs-/Schließzylinder **165** ist ein Solenoid-Ablassventil **166** zum Ablassen von Luft vorgesehen. Das Solenoid-Ablassventil **166** wird durch die Sequenzsteuerungseinrichtung **158** gesteuert. Wenn die Spanfallöffnung **163** durch den Öffnungs-/Schließzylinder **165** zu schließen ist, wird das Solenoid-Ablassventil **166** geschlossen, um Luft zu dem Öffnungs-/Schließzylinder **165** zuzuführen. Wenn die Spanfallöffnung **163** zu öffnen ist, wird das Solenoid-Ablassventil **166** geöffnet, um Luft abzulassen, so dass der Kolben **165b** durch die Wirkung der Feder **165e** bewegt wird.

[0094] Unterhalb von der Spanfallöffnung **163** ist ein Spansammelbehälter **170** angeordnet, der Räder **171** hat, die an seiner Bodenfläche angebracht sind. Die Räder **171** ermöglichen eine Bewegung des Spansammelbehälters **170**.

[0095] Ein Steuerkasten **173** ist an der Rückseite von dem Staubsammler **32** angeordnet. Der Steuerkasten **173** nimmt in sich den Z-Achsen-Servoverstärker **153**, den Servoverstärker **155**, die Sequenzsteuerungseinrichtung **158** usw. auf. Ein Lüfter **174** ist innerhalb von dem Steuerkasten **173** angebracht, um Luft innerhalb von dem Steuerkasten **173** zu zirkulieren.

[0096] An der Oberseite von dem Steuerkasten **173** ist eine Luftleitung **176** ausgebildet. Von dem Filter **190** des Staubsammlers **32** ausgestoßene Luft tritt in die Luftleitung **176** von einem Ende von dieser ein, während das andere Ende der Luftleitung **176** zu der Umgebung geöffnet ist.

[0097] Wie in Fig. 9 gezeigt ist, ist eine Rippe **177** zwischen der Luftleitung **176** und dem Steuerkasten **173** angeordnet, um diese voneinander zu trennen.

[0098] Die Rippe bewirkt eine Wärmeaustausch zwischen dem Innenraum von dem Steuerkasten **173** und der Luftleitung **176**. Durch den Z-Achsen-Servoverstärker **153**, den Servoverstärker **155**, die Sequenzsteuerungseinrichtung **158** usw. erwärmte Luft wird zu der Umgebung von der Rippe **177** durch den Lüfter **174** geleitet. Die Wärme der Luft wird dann zu der Luftleitung **75** durch die Wärmeaustauschwirkung der Rippe **177** ausgestoßen. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Rippe **177** als ein Element für einen Wärmeaustausch verwendet. Jedoch kann eine Platte, die aus einem Werkstoff mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit (beispielsweise Kupfer, Aluminium, andere Metalle) ausgebildet ist, so verwendet werden.

[0099] Ein Spanansauganschluss **62** ist an dem engen Bodenabschnitt von jedem Spansammelraum CP ausgebildet, der an der Seite in Richtung auf die Basis **10** ausgebildet ist. Der Spanansauganschluss **62** steht mit einem Spantransportdurchgang **63** in Verbindung, der sich in die Vor-/Rückrichtung innerhalb des unteren Abschnitts von der Basis **10** erstreckt. Der Transportdurchgang **63** führt zu dem hinteren Abschnitt von der Basis **10**, wo er mit dem Staubsammler **32** über ein nicht dargestelltes Rohr verbunden ist. In der Umgebung von dem Ansauganschluss **62** von jedem Transportdurchgang **63** ist eine Spanansaugvorrichtung **64** angeordnet, die verdichtete Luft zu der Rückseite strahlt, um Späne, die zu dem Bodenabschnitt von dem Spansammelraum CP heruntergefallen sind, in den Transportdurchgang **63** zu transportieren.

[0100] Wie bei dem Fall der Spanansaugvorrichtung **30** ist jede Spanansaugvorrichtung **64** mit der Luftpumpe **145** über ein Solenoid-Ventil **147** verbunden, das elektrisch mit der Sequenzsteuerungseinrichtung **158** verbunden ist.

[0101] In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel teilen die Spanansaugvorrichtungen **30** und **64** die Luftpumpe **145**. Jedoch kann eine getrennte Luftpumpe für jede der Spanansaugvorrichtungen **30** und **64** vorgesehen sein. Die Luftpumpe **145** kann an jeder Position an dem Maschinenwerkzeug angeordnet sein. Da die Spanansaugvorrichtungen **30** und **64** von der Luftpumpe **145** getrennt sind, ist es nur erforderlich, dass Räume zum Einbauen der Spanansaugvorrichtungen **30** und **64** innerhalb des Betts **10** ausgebildet sind.

[0102] Wie in Fig. 6 gezeigt ist, umgeben der mittlere Brückenabschnitt **10j** von der Basis **10** und der mittlere Brückenabschnitt **60j** von dem vorderen Element **60**, das diesem entspricht, den äußeren Umfang des Becherabschnitts **37a** von dem Werkstückstützkörper **37**, wobei ein geringfügiger Zwischenraum dazwischen ausgebildet ist. An den Umfangsabschnitten des oberen Endes von den mittleren Brückenabschnitten **10j** und **60j** ist ein ringförmiger Abdichtungs-Haltering **67** fixiert und ist ein Abdichtungselement (Bezugszeichen weggelassen), das aus einem elastischen Werkstoff ausgebildet ist, wie zum Beispiel Gummi, an dem inneren Umfangsabschnitt des oberen Endes von dem Haltering **67** derart gehalten, dass der Lippenabschnitt von dem Abdichtungselement in Gleitkontakt mit dem äußeren Umfang von den, Becherabschnitt **37a** gelangt. Da der Abdichtungsabschnitt mit einer kreisförmigen Gestalt ausgebildet ist, kann der Eintrag von Spänen in den Führungsmechanismusabschnitt und den Fördermechanismusabschnitt von dem Werkstückstützkörper **37** zuverlässig verhindert werden.

[0103] Als nächstes wird eine Beschreibung von einer automatischen Werkzeugänderungsvorrichtung unter Bezugnahme auf die Fig. 4, Fig. 8, Fig. 10 und Fig. 11 angegeben. Die Werkzeugänderungsvorrichtung ATC besteht hauptsächlich aus einer Werkzeugänderungsarmeinheit **80**, einem Werkzeugmagazin **90** und einer Zwischentransporteinheit **100**, die an einem einheitlichen Substrat **71** montiert sind, das getrennt von dem Maschinenkörper MTB vorgesehen ist, um die Werkzeugänderungsvorrichtung ATC als eine einzelne Einheit zu bilden. Durch die Verwendung einer Vielzahl von Schrauben **72** wird das Einheitssubstrat **71** an den rechtsseitigen Flächen von der Basis **10** und dem vorderen Element **60** fixiert, um die Werkzeugänderungsvorrichtung ATC mit dem Maschinenkörper MTB zu verbinden. Die beigefügten Zeichnungen zeigen einen Zustand, in dem die Werkzeugänderungsvorrichtung ATC an dem Maschinenkörper MTB zusammengebaut wurde. Im Folgenden wird eine genaue Beschreibung von dem Betrieb der Werkzeugänderungsvorrichtung ATC in dem zusammengebauten Zustand angegeben.

[0104] Das Einheitssubstrat **71** dient auch als ein Element zum Definieren der rechten Endfläche von

dem V-förmigen Raum CP für die Spansammlung, der an der rechten Seite von den mittleren Brückenabschnitten **10j** und **60j** ausgebildet ist.

[0105] Wie in Fig. 8 gezeigt ist, ist die Werkzeugänderungsarmeinheit **80** an der linksseitigen Fläche von dem Einheitssubstrat **71** so fixiert, dass eine Armwelle **81** parallel zu der Werkzeugspindel **25** ist. Die Armwelle **81** ist so gestützt, dass sie drehbar und axial bewegbar innerhalb eines Gehäuses **82** von der Werkzeugänderungsarmeinheit **80** ist. Die Armwelle **81** wird durch einen Antriebsmechanismus **87** der Nockenbauart gedreht und axial bewegt, die innerhalb von dem Gehäuse **82** untergebracht ist und die durch einen Servomotor **85** angetrieben wird, der im vorderen Ende von dem Gehäuse **82** fixiert ist. Das hintere Ende von der Armwelle **81** durchdringt die hintere Endfläche von dem Gehäuse **82** und der mittlere Abschnitt von einem Werkzeugänderungsarm **83** ist an dem hinteren Ende von der Armwelle **81** fixiert. Der Werkzeugänderungsarm **83** hat ein Paar Werkzeuggreifabschnitte **83a** (siehe Fig. 3), die an entgegengesetzten Enden von diesem ausgebildet sind.

[0106] Der Antriebsmechanismus **87** der Nockenbauart ist eine gut bekannte Bauart, wie zum Beispiel die Bauart, die in der japanischen Patentoffenlegungsschrift (Kokai) Nr. 5-104377 offenbart ist. Der Antriebsmechanismus **87** weist einen Globoidalnocken **87a**, ein Spinnenelement **87b** und ein Paar Hebelelemente **87c** auf. Der Globoidalnocken wird durch den Motor **85** gedreht. Das Spinnenelement **87b** steht im Eingriff mit einer Umfangsnockenvertiefung von dem Nocken **87a**, um dadurch gedreht zu werden, und steht im Keileingriff mit der Armwelle **81**, um die Armwelle **81** direkt zu drehen. Das Paar Hebelelemente **87c** steht im Eingriff mit einem Nockenweg, der an einer Seitenfläche von dem Globoidalnocken **87a** ausgebildet ist, um dadurch geschwenkt zu werden, und stehen im Eingriff mit der Nockenwelle **81**, um die Nockenwelle **81** synchron mit ihrer Drehung zu bewegen.

[0107] Der Werkzeugänderungsarm **83**, der durch den Nockenmechanismus angetrieben wird, arbeitet wie folgt. Wenn eine Werkzeugänderungsanweisung von der numerischen Steuerungseinheit NC (siehe Fig. 4) in einem Zustand abgegeben wird, der in Fig. 8 gezeigt ist, indem der Werkzeugänderungsarm **83** vertikal orientiert ist, insbesondere an seinem Ursprung positioniert ist, dreht sich der Arm **83** in Gegenuhrzeigerrichtung (mit Sicht auf Fig. 3) um ungefähr 60°, um gleichzeitig das Werkzeug T an der Werkzeugspindel **25**, das auszutauschen ist, und ein Werkzeug T zu greifen, das an einem Zwischentransportsockel **101** gehalten ist, der an der Werkzeugänderungsposition positioniert ist, die in Fig. 8 gezeigt ist, und das als nächstes zu verwenden ist. Nachfolgend schiebt sich die Armwelle **81** vor, um die Werkzeuge aus der Werkzeugspindel **25** bzw. dem Sockel **101** zu ziehen und dreht sich des Weiteren in Gegenuhrzeigerrichtung um 180°, um die Positionen der Werkzeuge T auszutauschen. Nachfolgend zieht sich die Armwelle **81** zurück, um die Werkzeuge T in die Werkzeugspindel **25** bzw. den Sockel **101** einzusetzen, und dreht sich in Uhrzeigerrichtung (mit Sicht auf Fig. 3) um 60°, um auf die dargestellte Ursprungsposition zurückzukehren.

[0108] Der vorstehend beschriebene Werkzeugänderungsbetrieb des Arms **83** ist gut bekannt. Jedoch steht bei der Werkzeugaustauschvorrichtung **80** des vorliegenden Ausführungsbeispiels die Armwelle **81** von dem Gehäuse **82** in Richtung auf die Rückseite von dem Maschinenwerkzeug vor, wenn die Armwelle **81** an der Ursprungsposition gelegen ist. Eine Teleskop-Abdeckungsvorrichtung **84** hat eine stationäre Abdeckung **84a**, die an dem Gehäuse **82** fixiert ist, und eine bewegbare Abdeckung **84b**, die sich gemeinsam mit der Armwelle vorschiebt und zurückzieht. Somit umgibt die Abdeckungsvorrichtung **84** einen Abschnitt von der Armwelle **81**, die von dem hinteren Ende von dem Gehäuse **82** vorsteht, um eine Verschmutzung der Armwelle **81** durch Späne zu verhindern.

[0109] Da das Gehäuse **82**, das den Nockenmechanismus **87** zum Antreiben der Armwelle **81** aufnimmt, fest an der Vorderseite von dem Spindelkopf **20** fixiert ist, kann der Spindelkopf **20** näher an die Werkzeugänderungsarmeinheit **80** in die Rechts-/Linksrichtung (X-Achsen-Richtung) bewegt werden. Das heißt, dass der Abstand L zwischen der Werkzeugspindel **25** und der Armwelle **81** in einem Zustand verringert werden kann, in dem der Spindelkopf **20** an der Werkzeugänderungsposition positioniert ist, die in den Zeichnungen gezeigt ist, und kann daher die Länge des Werkzeugänderungsarms **83** im Vergleich mit dem Fall verkürzt werden, bei dem die Werkzeugänderungsarmeinheit **80** an der Seite von dem Spindelkopf **20** angeordnet ist. Das vergrößert die Drehgeschwindigkeit von dem Werkzeugänderungsarm **83**, wobei sich dadurch die Werkzeugänderungszeit verringert.

[0110] Das Werkzeugmagazin **90** und die Zwischentransporteinheit **100** teilen Rahmen **91a** und **91b**, die an der rechtsseitigen Fläche von dem Einheitssubstrat **71** an den oberen und unteren Positionen fixiert sind und die als Montierbasen dienen. Eine Werkzeughalteplatte **91** ist zwischen den Rahmen **91a** und **91b** vorgesehen (siehe Fig. 3). Da das Werkzeugmagazin **90** und die Zwischentransporteinheit **100** an der Fläche von dem Einheitssubstrat **71** entgegengesetzt von der Fläche angebracht sind, an der die Werkzeugänderungsarmeinheit **80** angebracht ist, kann der Werkzeugänderungsarm **80** näher an dem Spindelkopf **20** angeordnet werden und kann das Werkzeugmagazin **90** und die Zwischentransporteinheit **100** von den Spänen isoliert werden.

Das Werkzeugmagazin **90** hat ein Plattenelement **93**, dessen obere und untere Endabschnitte an den Rahmen **91a** und **91b** durch die Verwendung von Schrauben **92** fixiert sind, so dass das Plattenelement **93** senkrecht zu dem Einheitssubstrat **71** wird.

[0111] Wie in Fig. 3 gezeigt ist, hat das Plattenelement **93** eine Vielzahl von Werkzeughaltelöchern **94**, die in einer linken Reihe und einer rechten Reihe angeordnet sind, um eine Vielzahl von Werkzeugen parallel zu der vorstehend beschriebenen Armwelle **81** zu speichern. Wie in den vergrößerten Zeichnungen von den Fig. 10 und Fig. 11 gezeigt ist, ist jedes der Werkzeughaltelöcher **94** durch einen oberen großen Lochabschnitt **94a** und einen unteren kleinen Lochabschnitt **94b** ausgebildet. Der obere große Lochabschnitt **94a** hat einen Durchmesser, der geringfügig größer als der maximale Durchmesser von dem größten Werkzeug ist, das bei dem Maschinenwerkzeug verwendet wird, während der untere kleine Lochabschnitt **94b** einen Durchmesser hat, der dem Durchmesser einer Werkzeughaltevertiefung Tm von dem Halteabschnitt von jedem Werkzeug T entspricht.

[0112] An der untersten Position von dem kleinen Lochabschnitt **94b** ist ein Schlitz von der hinteren Fläche von dem Plattenelement **93** von dem Magazin **90** ausgebildet und ist ein Keil **95** in den Schlitz gepasst. Der Keil **95** ist durch die Verwendung von Schrauben **96** fixiert, die von der vorderen Fläche von dem Plattenelement **93** eingesetzt werden. Der Keil **95** gelangt in Eingriff mit einem der Keilnuten Tk, die an dem Halteabschnitt von jedem Werkzeug T ausgebildet sind, so dass sie radial symmetrisch zueinander sind. Somit wird jedes Werkzeug T in dem Magazin **90** an einer vorbestimmten Winkelphase gespeichert.

[0113] Der große Lochabschnitt **94a** von jedem Werkzeughalteloch **94** gestattet, dass ein Werkzeug durch diesen in die axiale Richtung hindurch tritt. Dieser Aufbau ermöglicht, dass jedes Werkzeug T in das Werkzeughalteloch **94** von der Vorderseite von dem Maschinenwerkzeug eingesetzt wird (von der linken Seite in Fig. 4) und es dadurch in dem Werkzeughalteloch **94** gehalten wird, so dass es an der Rückseite von dem Magazin **90** entnommen wird, während es durch die Zwischentransporteinheit **100** gehalten ist, und dass es von der Vorderseite von dem Magazin **90** entfernt wird, nachdem es zu dem Werkzeughalteloch **94** von der Rückseite von dem Magazin **90** durch die Zwischentransporteinheit **100** zurückgeführt wird.

[0114] Der Vorteil der Tatsache, dass die Werkzeuge T von der Vorderseite von dem Maschinenwerkzeug in das Magazin **90** gespeichert und von diesem entfernt werden können, wird in dem Fall merklich, in dem eine Vielzahl von Maschinenwerkzeugen mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau nebeneinander in die Rechts-/Linksrichtung in Fig. 1 so angeordnet sind, dass der Zugriff eines Arbeiters zu den rechten und linken Seiten von jedem Maschinenwerkzeug begrenzt ist, oder in dem Fall, in dem ein automatisches Werkzeugzufuhrsystem eingesetzt wird, bei dem ein selbst angetriebenes Fahrzeug für eine Werkzeugzufuhr entlang einem Pfad an der Vorderseite von der Vielzahl der Maschinenwerkzeuge läuft.

[0115] Die Zwischentransporteinheit **100** besteht hauptsächlich aus einem Querpositioniermechanismus **102**, einem Vertikalpositioniermechanismus **103** und einem Vor-/Rückpositioniermechanismus **104**, die den Zwischensockel **101** in die X-Achsen-, die Y-Achsen- bzw. die Z-Achsen-Richtungen positionieren. Der Querpositioniermechanismus **102** hat obere und untere Führungsschienen **106a** und **106b**, die horizontal an der Rückseite von den oberen und unteren Rahmen **91a** und **91** angeordnet sind, so dass sie parallel zu dem Magazin **90** sind. Obere und untere Träger **109a** und **109b** zum Fixieren und Stützen der oberen und unteren Enden eines sich vertikal erstreckenden vertikalen Führungshalters **108** sind einstückig mit Führungsblöcken **107a** und **107b** fixiert, die an den Schienen **106a** und **106b** laufen.

[0116] Wie in Fig. 8 gezeigt ist, stützt der obere Rahmen **91a** einen Servomotor **111**, der parallel zu der Führungsschiene **106a** angeordnet ist, und stützt drehbar entgegengesetzte Enden einer Förderschraube **112**. Der Servomotor **111** und die Förderschraube **112** sind miteinander über einen Drehübertragungsmechanismus **113** einschließlich Riemenscheiben und einem Keilriemen verbunden, der darum gewunden ist. Die Förderschraube **112** ist im Gewindeeingriff mit einer Mutter **114**, die an dem oberen Träger **109a** fixiert ist. Demgemäß kann durch die Steuerung des Servomotors **111** der vertikale Führungshalter **108** in die Rechts-/Linksrichtung bewegt werden, um den Zwischentransportsockel **101**, der sich gemeinsam mit dem Führungshalter **108** in die Rechts-/Linksrichtung bewegt, mit einer rechten oder einer linken Reihe der Werkzeughaltelöcher **94** des Magazins **90** auszurichten.

[0117] Der vertikale Führungshalter **108**, der als Vertikalpositioniermechanismus **103** dient, hat ein Rahmenelement, dessen entgegengesetzte Enden an den Trägern **109a** und **109b** fixiert sind und das einen C-förmigen Querschnitt hat, einem Gleitstück, das gleitfähig innerhalb des Rahmenelements ist, und einer Förderschraube, die drehbar durch das obere Ende von dem Rahmenelement gestützt ist und im Gewindeeingriff mit dem mittleren Abschnitt von dem Gleitstück ist. Ein Ende eines Gehäuses **115** ist an dem oberen Ende von dem Rahmenelement fixiert und ein Servomotor **116** ist an der unteren Fläche von einem Überhang an einem anderen Ende von dem Gehäuse **115** angebracht. Das Gehäuse **115** nimmt einen Drehübertragungsmechanismus

117 einschließlich eines Keilriemens und eines Paars Riemenscheiben auf. Da der Abstand zwischen der Armwelle **81** und dem Zwischenwerkzeugsockel **101**, insbesondere die Länge von dem Werkzeugänderungsarm **83**, verkürzt werden kann, kann eine Werkzeugänderungszeit durch die Vergrößerung der Drehgeschwindigkeit von der Armwelle **81** verkürzt werden.

[0118] Das Gleitstück, das einen Vor-/Rückführungshalter **120** in einem horizontalen Zustand fest stützt, der den Vor-/Rückpositioniermechanismus **104** bildet, ist parallel zu der Armwelle **81** angeordnet. Wie durch die teilweise weggeschnittene Ansicht gezeigt ist, hat, ähnlich wie bei dem vertikalen Führungshalter **108**, der Vor-/Rückführungshalter **120** ein Rahmenelement **120a**, das einen C-förmigen Querschnitt hat sowie ein Gleitstück **120b** und eine Förderschraube **120c**. Ein Servomotor **121** zum Drehen der Förderschraube **120c** ist an dem hinteren Ende von dem Rahmenelement **120a** angebracht.

[0119] Ein Sockelhalter **122** ist an dem Gleitstück **120b** fixiert und stützt den Zwischentransportsockel **101** derart, dass der Zwischentransportsockel **101** drehbar um eine Achse ist, die parallel zu der Armwelle **81** ist. Der Zwischentransportsockel **101** hat ein nicht dargestelltes abgeschrägtes Loch zum Aufnehmen eines abgeschrägten Abschnitts Ts von einem Werkzeug T (siehe Fig. 11) und hat darin einen nicht dargestellten Kugelumlaufmechanismus. Wenn das Werkzeug T in den Zwischentransportsockel **101** eingesetzt wird, gelangt der Umlaufmechanismus in Eingriff mit einem verlängerten Fenster, das an dem abgeschrägten Abschnitt Ts ausgebildet ist und dringt von der Außenfläche zu der Innenfläche von dem abgeschrägten Abschnitt Ts durch. Somit wird das Werkzeug T zuverlässig gehalten.

[0120] Der Vor-/Rückführungshalter **120** wird vertikal durch den Betrieb von dem Servomotor **116** so bewegt, dass der Zwischentransportsockel **101** an einer vertikalen Position positioniert wird, die der Höhe des kleinen Lochabschnitts **94b** oder des großen Lochabschnitts **94a** von einem gewünschten von den Werkzeughaltelöchern **94** von dem Werkzeugmagazin **90** entspricht. Des Weiteren kann durch den Betrieb von dem Servomotor **121** der Vor-/Rückführungshalter **120** den Zwischentransportsockel **101** an jeder von drei Positionen, insbesondere einer Werkzeugänderungsposition, die in Fig. 8 gezeigt ist, einer Werkzeugherausnahmeposition, an der der Zwischentransportsockel **101** in Eingriff mit dem abgeschrägten Abschnitt Ts von einem der Werkzeuge T gelangt, das in dem Werkzeugmagazin **90** gehalten ist, und einer Indexposition positionieren, die nach hinten von der Werkzeugherausnahmeposition um einen Betrag ersetzt ist, der geringfügig größer als die Länge von dem abgeschrägten Abschnitt Ts ist.

[0121] Des Weiteren ist durch die Verwendung einer Befestigungsplatte **126** eine verlängerte Nockenplatte **125** an der oberen Fläche von dem Rahmenelement **120c** von dem Vor-/Rückführungshalter **120** parallel zu der oberen Fläche angebracht. Wie in Fig. 4 gezeigt ist, ist eine Nockenvertiefung **125a** an der Nockenplatte **125** so ausgebildet, dass die Nockenvertiefung **125a** ihre vertikale Position ändert, wenn sie ihre längsgerichtete Position ändert. Die Nockenvertiefung **125a** führt eine kugelförmige Nabe eines Hebelarms **128**, der von dem Zwischentransportsockel **101** in die radial nach außen weisende Richtung vorsteht. Während der Zwischentransportsockel **101** zwischen den vorstehend beschriebenen Werkzeugherausnahme- und Werkzeugänderungspositionen bewegt wird, wird der Hebelarm **128** von dem Zwischentransportsockel **101** entlang der Nockenvertiefung **125a** gewendet, so dass die Drehwinkelphase von der Keilnut Tk von dem Werkzeug T, das an dem Zwischentransportsockel **101** gehalten wird, geändert wird.

[0122] Als nächstes wird eine Beschreibung von dem Betrieb des vorliegenden Ausführungsbeispiels mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau angegeben.

[0123] An der in den Zeichnungen gezeigten Ursprungsposition ist der Spindelkopf **20** an der Werkzeugänderungsposition gelegen, die an dem rechten Ende in die X-Achsen-Richtung definiert ist, und wird ein neues Werkzeug T, das an die Werkzeugspindel **25** durch die Werkzeugänderungsarmeinheit **80** angebracht wurde, fest an dem spitzen Ende von der Werkzeugspindel **25** gehalten. Der Werkstückstützkörper **37** ist an der am weitesten angehobenen Position gelegen. Das erste Indexelement **45** befindet sich in einer Position, an der die Klemme **55** in Richtung auf die Spindel **25** gerichtet ist. Darüber hinaus befindet sich das zweite Indexelement **53** an einer Position, an der die Längsrichtung von der Klemme **55** in einem entklemmten Zustand mit der X-Achsen-Richtung übereinstimmt.

[0124] Wenn eine Palette P, die ein Werkstück stützt, das zu bearbeiten ist, im Eingriff mit der Klemme **55** durch eine nicht dargestellte Belastungseinheit ist, die sich in die X-Achsen-Richtung bewegt, wird ein Bearbeitungsbetrieb wie folgt unter einer Steuerung der numerischen Steuerungseinrichtung NC durchgeführt.

[0125] Zuerst wird durch den Betrieb des Klemmzylinders **56** verursacht, dass sich die Palette P an das zweite Indexelement **53** ansetzt und wird dann geklemmt. Nachfolgend wird die Werkzeugspindel **25** durch den nicht dargestellten eingebauten Motor gedreht und wird gleichzeitig der Spindelkopf **20** nach links in Fig. 1 durch den Servomotor **14** bewegt, um zu dem Werkstück W zu weisen. Nachfolgend wird

durch einen Betrieb des Servomotors **21** der Spindelkopf **20** in Richtung auf das Werkstück W vorgeschoben.

[0126] Unterdessen wird der Werkstückstützkörper **37** durch den Betrieb von dem Servomotor **40** abgesenkt und werden die ersten und zweiten Indexelemente **45** und **53** durch die ersten und zweiten Indexmechanismen **44** und **54** indexiert, um einen zu bearbeitenden Abschnitt des Werkstücks W zu dem Werkzeug T zu richten. Durch einen korrekten Betrieb der ersten und zweiten Indexmechanismen **44** und **54** können alle Flächen von dem Werkstück W außer der Fläche für die Anbringung an der Palette P (fünf Flächen in dem Fall, in dem das Werkstück W ein rechtwinkliger Quader ist), wahlweise zu dem Werkzeug T mit einem gewünschten Winkel gerichtet werden. Des Weiteren wird durch eine Kombination einer Positionierung des Spindelkopfs **20** zu einer frei wählbaren Position in einer horizontalen X-Z-Ebene und durch das Positionieren des Werkstückstützkörpers **37** auf eine frei wählbare vertikale Position eine gewünschte Bearbeitung an einem gewünschten Abschnitt von dem Werkstück W bewirkt.

[0127] Da der Werkstückstützkörper **37** an im Wesentlichen der Mitte von der Rechts-/Linksrichtung von der Basis **10** mit der im Wesentlichen rechteckigen Parallelepipedgestalt vorgesehen ist, sind während des Bearbeitungsbetriebs der X-Achsenschieber **12** und der Spindelkopf **20** in der Nähe von der Mitte der Basis **10** in die Rechts-/Linksrichtung (X-Achsen-Richtung) positioniert. Da des Weiteren das Paar Führungsschienen **36** von dem Werkstückstützkörper **37** symmetrisch mit Bezug auf die vertikale Ebene angeordnet ist, die die Achse der Werkzeugspindel **25** einschließt, die an der Mitte der X-Achsen-Richtung positioniert ist, nehmen die Führungsabschnitte von jedem X-Achsenschieber **12**, der Spindelkopf **20** und der Werkstückstützkörper **37** symmetrische Positionen mit Bezug auf die Werkzeugspindel **25** in die Rechts-/Linksrichtung (X-Achsen-Richtung) während des Betriebs der Bearbeitung des Werkstücks W ein, wobei sie dadurch dem Bearbeitungswiderstand stark widerstehen. Da nämlich das Werkstück W und die Werkzeugspindel **25** im Wesentlichen symmetrisch in die X-Achsen-Richtung angeordnet sind, hat eine thermische Verformung der Basis **10** nur eine Wirkung in die Z-Achsen-Richtung und kann eine nachteilige Wirkung der thermischen Verformung auf die Bearbeitungsgenauigkeit in die X-Achsen- und die Y-Achsen-Richtungen minimiert werden.

[0128] Späne, die während des vorstehend beschriebenen Bearbeitungsbetriebs erzeugt werden, fallen natürlicher Weise nach unten zu dem Bodenabschnitt **10u** von dem V-förmigen Spansammelraum CP, der an beiden Seiten von dem ersten Indexelement **45** angeordnet ist. Die Späne werden dann zu dem Transportdurchgang **63** von dem Ansauganschluss **62** angesaugt, der zu dem Bodenabschnitt **10u** geöffnet ist und werden dann durch die Luft zu der Rückseite von der Basis **10** transportiert. Die Späne werden weitergehend zu dem Staubsammler **32** über ein nicht dargestelltes Rohr transportiert.

[0129] Bei Beendigung der Bearbeitung durch die Verwendung des Werkzeugs T an der Werkzeugspindel **25** wird der Spindelkopf **20** auf die in Fig. 1 gezeigte Werkzeugänderungsposition zurückgestellt. Zu diesem Zeitpunkt hält der Zwischentransportsockel **101** ein Werkzeug T, das als nächstes zu verwenden ist, während er an der am weitesten zurückgezogenen Werkzeugänderungsposition positioniert wird, wie in Fig. 5 gezeigt ist, wobei an diesem Punkt der Zwischentransportsockel **101** symmetrisch zu der Achse der Werkzeugspindel **25** mit Bezug auf die Armwelle **81** ist. Bei der Beendigung des Einfahrens des Spindelkopfs **20** auf die Werkzeugänderungsposition wird der Servomotor **85** von der Werkzeugänderungsarmeinheit **80** betrieben, um den Antriebsmechanismus **87** der Nockenbauart anzutreiben, der innerhalb von dem Gehäuse **82** von der Werkzeugänderungsarmeinheit **80** untergebracht ist.

[0130] Die Armwelle **81** dreht sich in Gegenuhrzeigerrichtung in Fig. 3 um ungefähr 60°, um zu verursachen, dass der Werkzeugänderungsarm **83** gleichzeitig das Werkzeug, das in der Werkzeugspindel **25** gehalten ist, und das Werkzeug, das an dem Zwischentransportsockel **101** gehalten ist, durch die Verwendung der Greifabschnitte **83a** greift, die an entgegengesetzten Enden von dem Werkzeugänderungsarm **83** vorgesehen sind. Nachfolgend fährt die Armwelle **81** in Richtung auf das Gehäuse **82** um einen vorbestimmten Betrag aus, um die Werkzeuge herauszuziehen, und dreht sich des Weiteren in die gleiche Richtung um 180°. Nachfolgend fährt die Armwelle **81** um einen vorbestimmten Betrag ein, um die Werkzeuge T, die ausgetauschte Positionen haben, in die Werkzeugspindel **25** und in den Zwischentransportsockel **101** einzusetzen. Ein nicht dargestellter Werkzeugklemmmechanismus, der in der Werkzeugspindel **25** eingebaut ist, lässt das Werkzeug T gleichzeitig mit der Beendigung der Drehung in Gegenuhrzeigerrichtung um 60° von der Armwelle **81** los und klemmt das Werkzeug T gegen die Werkzeugspindel **25** gleichzeitig mit der Beendigung der Einfahrbewegung von der Armwelle **81**.

[0131] Die Armwelle **81** dreht sich dann in Uhrzeigerrichtung um ungefähr 60°, so dass der Werkzeugänderungsarm **83** auf die vertikale Position zurückgestellt wird. Nachfolgend, wie vorstehend beschrieben ist, wird der Spindelkopf **20** nach links auf eine Bearbeitungsposition gefördert, die zu dem Werkstück W weist, um den Bearbeitungsbetrieb durch die Verwendung des neuen Werkzeugs T durchzuführen.

[0132] Einhergehend damit wird die Zwischentransporteinheit **100** betrieben. Zunächst werden die Servomotoren **111** und **116** von dem Querpositioniermechanismus **102** und von dem Vertikalpositioniermechanismus **103** gleichzeitig gestartet, um den Zwischentransportsockel **101** so zu bewegen, dass das alte Werkzeug T, das an dem Zwischentransportsockel **101** gehalten ist, mit der Mitte von dem großen Lochabschnitt **94a** von einem leeren Werkzeughalteloch **94** ausgerichtet wird, zu dem das alte Werkzeug T zurückzuführen ist. Nachfolgend wird der Servomotor **121** von dem Vor-/Rückpositioniermechanismus **104** gestartet, um den Zwischentransportsockel **101** auf die vorderste Herausnahmeposition auszufahren. Während dieser Ausfahrbewegung wird der Hebelarm **128** entlang der Nockenvertiefung **125a** von der Nockenplatte **125** so geführt, dass der Zwischentransportsockel **101** um einen vorbestimmten Winkel an dem Sockelhalter **122** gedreht wird. Als Folge wird die Keilnut Tk von dem Werkzeug T in eine nach unten weisende Richtung gerichtet, wenn das Werkzeug T an der Werkzeugherausnahmeposition angelangt.

[0133] In diesem Zustand bewegt der Servomotor **116** von dem Vertikalpositioniermechanismus **103** den Vor-/Rückführungshalter **120** nach unten, so dass die Haltevertiefung Tm von dem Werkzeug T an dem Zwischentransportsockel **101** in Eingriff mit gekrümmten Stegabschnitten **94c** von dem kleinen Lochabschnitt **94b** von dem Werkzeughalteloch **94** gelangt, was zur Folge hat, dass das Werkzeug T an dem Werkzeugmagazin **90** angesetzt wird. Die Entfernung von der nach unten weisenden Bewegung ist gleich dem Abstand zwischen der Mitte von dem großen Lochabschnitt **94a** und der Mitte von dem kleinen Lochabschnitt **94b**.

[0134] Nachfolgend fährt der Servomotor **121** von dem Vor-/Rückpositioniermechanismus **104** den Zwischentransportsockel **101** von der Herausnahmeposition um einen vorbestimmten Abstand ein, um den Zwischentransportsockel **101** auf die Indexposition zurückzuführen, an der der Sockel **101** von dem Werkzeug T getrennt wird. In dieser Rückführbewegung wird zumindest entweder der Querpositioniermechanismus **102** oder der Vertikalpositioniermechanismus **103** betrieben, um den leeren Zwischentransportsockel **101** mit einem Werkzeug T an dem Werkzeugmagazin **90** auszurichten, das als nächstes zu verwenden ist. Nachfolgend wird der Vor-/Rückpositioniermechanismus **104** betrieben, um den Zwischentransportsockel **101** von der Indexposition auf die Werkzeugherausnahmeposition auszufahren, um das als nächstes zu verwendende Werkzeug T aufzunehmen und zu halten.

[0135] Der Vertikalpositioniermechanismus **103** wird dann betrieben, um das Werkzeug T, das als nächstes zu verwenden ist, das durch den Zwischentransportsockel **101** aufgenommen und gehalten wird, um eine Entfernung entsprechend der Entfernung zwischen der Mitte von dem großen Loch und der Mitte von dem kleinen Loch von dem Werkzeughalteloch **94** nach oben zu bewegen, so dass das Werkzeug T von dem Werkzeugmagazin **90** zu dem Zwischentransportsockel **101** bewegt wird. Des Weiteren wird der Zwischentransportsockel **101** auf die hinterste Position durch den Vor-/Rückpositioniermechanismus **104** eingefahren und wird dann zu der in Fig. 8 gezeigten Werkzeugänderungsposition durch den Betrieb von zumindest entweder dem Vertikalpositioniermechanismus **103** oder dem Querpositioniermechanismus **102** zurückgestellt. In diesem Zustand wird ein nächster Betrieb von der Werkzeugänderungsarmeinheit **80** erwartet. Somit ist ein einzelner Zyklus eines Werkzeugänderungsbetriebs beendet.

[0136] Fig. 13 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des Werkzeugmagazins **90**. Das Werkzeugmagazin **900** des vorliegenden Ausführungsbeispiels hat eine Leitergestalt. Ein Werkzeughalteabschnitt **94b** entsprechend dem kleinen Lochabschnitt in dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel ist an dem oberen Abschnitt von jedem von einer Vielzahl von Querträgern **901** ausgebildet. Ein Raum zwischen Querträgern **901** angrenzend in die vertikale Richtung wird als ein Raum zum Herausnehmen eines Werkzeugs T verwendet.

[0137] In dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel ist die Werkzeugänderungsvorrichtung ATC direkt an einer weiteren Fläche von dem vorderen Abschnitt von dem Maschinenkörper MTB angebracht. Jedoch kann die Werkzeugänderungsvorrichtung ATC eine getrennte Bauart sein, bei der die Werkzeugänderungsvorrichtung ATC getrennt von der Basis **10** von dem Maschinenkörper MTB angeordnet ist. In diesem Fall ist das vordere Element **60** symmetrisch in die Rechts-/Linksrichtung so ausgebildet, dass das vordere Element **60** eine Seitenwand hat, die die rechte Endfläche von dem rechtsseitigen Spansammelraum CP abdeckt.

[0138] Bei der Werkzeugänderungsvorrichtung ATC von dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel ist die Werkzeugänderungsarmeinheit **80** so ausgelegt, dass der Werkzeugänderungsarm **83** in die radiale Richtung von der Spindel mit dem spitzen Ende von der Werkzeugspindel **25** an der Werkzeugänderungsposition ausgerichtet wird und das Gehäuse **80** einschließlich des Antriebsabschnitts für den Werkzeugänderungsarm **83** in einer nicht überlappenden Art angeordnet ist. Daher kann der Abstand zwischen der Achse von der Werkzeugspindel **25** an der Werkzeugänderungsposition und der Armwelle **81** und insbesondere die Länge von dem Werkzeugänderungsarm **83** verringert werden. Als Folge kann die Werkzeugänderungszeit durch eine Vergrößerung der Drehgeschwindigkeit von der Armwelle

81 verkürzt werden.

[0139] Bei der Werkzeugänderungsvorrichtung ATC des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels ist das Werkzeugmagazin **90** an der Vorderseite von dem Maschinenwerkzeugkörper vorgesehen und können Werkzeuge T von der Vorderseite von dem Maschinenwerkzeug durch eine Bewegung parallel zu einem Werkzeug T, das an der Werkzeugspindel **25** angebracht ist, mit der gleichen Haltung wie derjenigen des Werkzeugs T gespeichert und von diesem entnommen werden, das an der Werkzeugspindel **25** angebracht ist. Des Weiteren kann die Zwischenüberführungseinheit **100** Werkzeuge T von der Rückseite von dem Magazin **90** herausnehmen und diese zu diesen zurückführen. Daher wird die Einrichtung von Werkzeugen T an dem Werkzeugmagazin **90** vereinfacht und kann der Aufbau von der Zwischenübertragungseinheit **100** vereinfacht werden.

[0140] Des Weiteren sind die Werkzeugänderungsarmeinheit **80**, das Werkzeugmagazin **90** und die Zwischentransporteinheit **100** an einer einzelnen Basis **71** angebracht, um einen integrierte Einheit auszubilden, und wird das Anbringen der integrierten Einheit an dem Maschinenkörper MTB nur durch das Anbringen der Basis **71** an dem Maschinenkörper MTB durchgeführt. Daher werden die Zusammenbauarbeit ebenso wie die nachfolgende Wartung und die Inspektionsarbeit für den Maschinenkörper MTB und die automatische Werkzeugänderungsvorrichtung ATC einfacher.

[0141] Die automatische Werkzeugänderungsvorrichtung ATC von dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel wird vorzugsweise auf ein Horizontalmaschinenwerkzeug mit einer horizontalen Spindel angewendet. Jedoch kann die automatische Werkzeugänderungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung auf ein Vertikalmaschinenwerkzeug mit einer vertikalen Werkzeugspindel angewendet werden. In diesem Fall wird zum zuverlässigen Halten eines Werkzeugs T an dem Werkzeugmagazin **90** parallel zu der vertikalen Werkzeugspindel eine Halteeinrichtung vorteilhaft für jeden Werkzeughalteabschnitt **94b** von dem Werkzeugmagazin **90** so vorgesehen, dass die Halteeinrichtung an einer Lage ausfährt und einfährt, die radial entgegengesetzt zu dem Werkzeughalteabschnitt **94b** ist.

[0142] Als nächstes wird der Betrieb des Maschinenwerkzeugs mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau gemeinsam mit dem Prozess beschrieben, der tatsächlich durch die numerische Steuerungseinrichtung NC gemäß einem NC-Programm durchgeführt wird, das in der numerischen Steuerungseinrichtung NC gespeichert ist.

[0143] Die Fig. 14 und Fig. 15 zeigen Ablaufdiagramme, die den Prozess zeigen, der durch die numerische Steuerungseinrichtung NC gemäß einem NC-Programm durchgeführt wird, das in der numerischen Steuerungseinrichtung NC gespeichert ist.

[0144] In Schritt **200** wird ein Block des NC-Programms eingelesen. Der Prozess schreitet dann zu dem Schritt **202** weiter, um eine Beurteilung zu machen, ob eine in dem eingelesenen Block des NC-Programms enthaltene Anweisung eine ATC-Anweisung ist (Werkzeugänderungsanweisung).

[0145] Wenn die in dem eingelesenen Block enthaltene Anweisung eine ATC-Anweisung ist, schreitet der Prozess zu dem Schritt **210** weiter, und wenn die in dem eingelesenen Block enthaltene Anweisung keine RTC-Anweisung ist, schreitet der Prozess zu dem Schritt **230** weiter.

[0146] In Schritt **210** wird der Spindelkopf **20** zu der Werkzeugänderungsposition bewegt (die in Fig. 3 gezeigte Position des Spindelkopfs **20**).

[0147] Nachfolgend wird in Schritt **212** eine Anweisung zum Ausschalten der Solenoid-Ventile **144** und **147** an die Sequenzsteuerungseinrichtung **158** abgegeben. Als Folge werden die Solenoid-Ventile **144** und **147** geschlossen, um die Zufuhr von Luft zu den Spanansaugvorrichtungen **30** und **64** anzuhalten.

[0148] In Schritt **214** wird das Solenoid-Ablassventil **166** geöffnet, um die Atmosphärenluft, die von der Luftpumpe **145** zugeführt wird, abzulassen, und wird der Öffnungs-/Schließzylinder **165** betrieben, um die Spanfallöffnung zu öffnen, um in dem Spanansammlungsabschnitt angesammelte Späne in den Spansammelbehälter **170** auszustoßen.

[0149] In Schritt **216** wird eine Drehung der Werkzeugspindel **15** angehalten, und in Schritt **217** wird der Servomotor **29** angetrieben, um die bewegbare Abdeckung **28** zu dem Einfahrende zu bewegen, um eine Störung zwischen einem Werkzeug T und der bewegbaren Abdeckung **28** zu verhindern, was anderenfalls auftreten würde, wenn das Werkzeug T an der Werkzeugspindel **15** angebracht oder von dieser entfernt würde.

[0150] In Schritt **218** wird die Werkzeugänderungsvorrichtung ATC betrieben, um das in der Werkzeugspindel **15** gehaltene Werkzeug T durch ein Werkzeug auszutauschen, das in dem Werkzeugmagazin **90** gespeichert ist und durch das NC-Programm bestimmt ist.

[0151] Wenn die ATC-Anweisung erfasst wird, wie vorstehend beschrieben ist, werden die Schritte **210**–**218** durchgeführt, so dass der Spindelkopf **20** zu der Werkzeugänderungsposition bewegt wird; das Ansaugen der Späne durch die Spanansaugvorrichtungen **30** und **64** angehalten wird; in dem Spanan-

sammlungsabschnitt angesammelte Späne in den Spansammelbehälter **170** ausgestoßen werden; eine Drehung der Werkzeugspindel **15** angehalten wird; die bewegbare Abdeckung **28** zu dem Einfahrende zurückgeführt wird; und der Werkzeugänderungsbetrieb dann durchgeführt wird.

[0152] Wenn der Werkzeugänderungsbetrieb in Schritt **218** beendet wird, schreitet der Prozess zu dem Schritt **220** weiter, um die Werkzeuglänge von dem an der Werkzeugspindel **15** angebrachten Werkzeug T einzulesen, und schreitet dann zu dem Schritt **222** weiter, um eine Länge L durch Subtrahieren einer vorbestimmten Länge von einer Werkzeuglänge von dem an der Werkzeugspindel **15** angebrachten Werkzeug T zu erhalten.

[0153] Die Länge L ist ein Wert, der ein Ausfahrende von der bewegbaren Abdeckung **28** anzeigt, wobei sich dieser Wert gemäß der Art des an der Werkzeugspindel **15** angebrachten Werkzeugs T ändert. Die Länge L wird unverändert in der numerischen Steuerungseinrichtung NC gespeichert, bis das an der Werkzeugspindel **15** angebrachte Werkzeug T durch ein unterschiedliches Werkzeug T bei dem Schritt **218** ersetzt wird.

[0154] Nachdem der Prozess zu dem Schritt **224** voranschreitet, wird eine Beurteilung gemacht, ob ein nächster Block von dem NC-Programm vorhanden ist. Wenn der nächste Block vorhanden ist, kehrt der Prozess zu dem Schritt **200** zurück. Wenn der nächste Block nicht existiert, wird der Prozess beendet.

[0155] Wenn in dem Schritt **202** beurteilt wird, dass die in dem eingelesenen Block enthaltene Anweisung nicht eine ATC-Anweisung ist, schreitet der Prozess zu dem Schritt **230** weiter, um eine Beurteilung zu machen, ob die in dem eingelesenen Block enthaltene Anweisung eine Bewegungsanweisung ist.

[0156] Die in dem Schritt **230** erfasste Bewegungsanweisung bedeutet eine Anweisung zum Bewegen des X-Achsen-Bewegungstischs **12**, des Spindelkopfs **20**, der bewegbaren Abdeckung **28**, der Werkstückstützkörpers **37**, des ersten Indexelemente **45** oder des zweiten Indexelements **53**. Wenn die in dem eingelesenen Block enthaltene Anweisung eine Bewegungsanweisung ist, schreitet der Prozess zu dem Schritt **232** weiter. Wenn die in dem eingelesenen Block enthaltene Anweisung keine Bewegungsanweisung ist, schreitet der Prozess zu dem Schritt **200** weiter, um eine Anweisung auszuführen, die eine andere als die Bewegungsanweisung und die ATC-Anweisung ist, wie zum Beispiel eine Anweisung zum Klemmen der Platte P an dem zweiten Indexelement **53** oder zur Entklemmen der Platte P. Nachfolgend schreitet der Prozess zu dem Schritt **224**.

[0157] In dem Schritt **232** wird eine Beurteilung gemacht, ob die in dem eingelesenen Block enthaltene Anweisung eine Z-Achsen-Anweisung, insbesondere eine Anweisung zum Bewegen des Spindelkopfs **20**, ist. Wenn die in dem eingelesenen Block enthaltene Anweisung eine Z-Achsen-Anweisung ist, schreitet der Prozess zu dem Schritt **233**. Wenn die in dem eingelesenen Block enthaltene Anweisung keine Z-Achsen-Anweisung ist, schreitet der Prozess zu dem Schritt **302** weiter, um den X-Achsen-Bewegungstisch **12**, die bewegbare Abdeckung **28**, den Werkstückstützkörper **37**, das erste Indexelement **45** oder das zweite Indexelement **53** zu bewegen.

[0158] In dem Schritt **233** wird eine Beurteilung gemacht, ob die erfasste Anweisung für die Z-Achsen-Bewegung eine Schnellförderanweisung ist. Wenn die erfasste Anweisung eine Schnellförderanweisung ist, schreitet der Prozess zu dem Schritt **234**. Wenn die erfasste Anweisung keine Schnellförderanweisung ist, schreitet der Prozess zu dem Schritt **250**.

[0159] In dem Schritt **234** wird eine Anweisung zum Einschalten der Solenoidventile **144** und **147** an die Sequenzsteuerungseinrichtung **158** abgegeben. Als Folge werden die Solenoidventile **144** und **147** geöffnet, um die Zufuhr von Luft zu den Spanansaugvorrichtungen **30** und **64** zu starten.

[0160] In dem Schritt **236** wird das Solenoid-Ablassventil **166** geschlossen, um die Luft von der Luftpumpe **145** zu der Zylinderkammer **165a** von dem Öffnungs-/Schließzylinder **165** zuzuführen, so dass die Spanfallöffnung durch die Betätigung von dem Öffnungs-/Schließzylinder **165** geschlossen wird.

[0161] Mit diesem Betrieb saugt die Spanansaugvorrichtung **30** Luft innerhalb der bewegbaren Abdeckung **28** gemeinsam mit Spänen an, während die Spanansaugvorrichtung **64** Luft innerhalb der Spansammlungsabdeckung **60** gemeinsam mit den Spänen ansaugt.

[0162] Nachdem der Prozess zu dem Schritt **238** voranschreitet, wird die bewegbare Abdeckung **28** von ihrem Einfahrende zu einem Ausfahrende ausgefahren, das nach vorn weisend von dem Einfahrende um einen Abstand entsprechend der Länge L versetzt ist.

[0163] In dem Schritt **240** wird eine Bewegungsanweisung zu dem Z-Achsen-Servoverstärker **153** abgegeben, um den Z-Achsen-Servomotor **21** so anzutreiben, dass der Spindelkopf **20** bei einer Schnellförderrate auf eine Position bewegt wird, die durch die Z-Achsen-Anweisung bestimmt ist.

[0164] Wenn die Schnellförderung in dem Schritt **240** beendet ist, schreitet der Prozess zu dem Schritt **224** weiter.

[0165] Wenn in Schritt **233** beurteilt wird, dass die erfasste Anweisung keine Schnellförderanweisung ist, wird eine Drehung der Werkzeugspindel **15** in dem Schritt **250** gestartet, da die erfasste Anweisung eine Schnittförderanweisung ist.

[0166] Nach dem Start der Drehung der Werkzeugspindel **15** in dem Schritt **250** schreitet der Prozess zu dem Schritt **252** weiter, um eine Bewegungsanweisung an den Z-Achsen-Servomotor **153** abzugeben, um den Spindelkopf **20** auf eine bestimmte Position bei einer bestimmten Förderrate zu bewegen.

[0167] In Schritt **253** wird ein Prozess zum Bewegen der bewegbaren Abdeckung **28** durchgeführt. Fig. 15 zeigt Details des Prozesses zum Bewegen der bewegbaren Abdeckung **28**. Fig. 15 zeigt Details des Prozesses zum Bewegen der bewegbaren Abdeckung **28**.

[0168] Wie in Fig. 15 gezeigt ist, wird in Schritt **254** ein von dem Encoder **254** abgegebenes Signal erfasst, um die gegenwärtige Position des Spindelkopfs **20** zu erhalten.

[0169] In Schritt **256** wird eine Differenz zwischen der so erfassten vorliegenden Position von dem Spindelkopf **20** und der vorhergehenden Position von dem Spindelkopf **20** ermittelt; insbesondere ein Betrag Δt einer Bewegung des Spindelkopfs **20**. In Schritt **258** wird der Bewegungsbetrag Δt zu dem Gesamtbewegungsbetrag t von der bewegbaren Abdeckung **28** während der Schnittförderung addiert.

[0170] In Schritt **260** wird eine Beurteilung gemacht, ob der Gesamtbewegungsbetrag t geringer als 0 ist. Wenn der Gesamtbewegungsbetrag t geringer als 0 ist, hat die bewegbare Abdeckung **28** ihr Einfahrende erreicht. In diesem Fall wird in Schritt **262** der Gesamtbewegungsbetrag t durch 0 ersetzt und wird in Schritt **264** die bewegbare Abdeckung **28** auf das Einfahrende bewegt. Nachfolgend läuft der Prozess zu dem Schritt **274**.

[0171] Wenn der Gesamtbewegungsbetrag t nicht geringer als 0 ist, schreitet der Prozess zu dem Schritt **266** weiter, um eine Beurteilung zu machen, ob der durch eine Subtraktion des Gesamtbewegungsbetrags t von dem Wert L, der die Ausfahrendposition von der bewegbaren Abdeckung **28** anzeigt, erhaltene Wert geringer als 0 ist. Wenn der so erhaltene Wert geringer als 0 ist, hat die bewegbare Abdeckung **28** ihr Ausfahrende erreicht. In diesem Fall wird in dem Schritt **268** der Gesamtbewegungsbetrag t durch den Wert L ersetzt, der die Ausfahrendposition von der bewegbaren Abdeckung **28** anzeigt, und wird in Schritt **270** die bewegbare Abdeckung **28** auf das Ausfahrende ausgefahren. Nachfolgend läuft der Prozess zu dem Schritt **274**.

[0172] Wenn der durch eine Subtraktion von dem Gesamtbewegungsbetrag t von dem Wert L, der die Ausfahrendposition von der bewegbaren Abdeckung **28** anzeigt, erhaltene Wert nicht geringer als 0 ist, schreitet der Prozess zu dem Schritt **272** weiter, um die bewegbare Abdeckung **28** um den Bewegungsbetrag Δt zu bewegen, und schreitet dann zu dem Schritt **274** weiter.

[0173] In Schritt **274** wird eine Beurteilung gemacht, ob der Spindelkopf **20** eine bestimmte Position erreicht hat. Wenn der Spindelkopf **20** die bestimmte Position erreicht hat, wird der Prozess zum Bewegen der bewegbaren Abdeckung **28** beendet und schreitet der Prozess zu dem Schritt **224** in Fig. 14. Wenn der Spindelkopf **20** nicht die bestimmte Position erreicht hat, kehrt der Prozess zu dem Schritt **254** zurück, um den Prozess von dem Schritt **254** bis zu dem Schritt **274** zu wiederholen, bis der Spindelkopf **20** die bestimmte Position erreicht.

[0174] Wie beschrieben ist, kann durch die Wiederholung des Prozesses von dem Schritt **254** bis zu dem Schritt **274** die bewegbare Abdeckung **28** auf eine verknüpfte Weise mit der Bewegung von dem Spindelkopf **20** bewegt werden. Daher kann der Abstand zwischen der bewegbaren Abdeckung **28** und dem äußeren Umfang von dem Werkstück W konstant gehalten werden, so dass Späne unter den wirksamsten Bedingungen angesaugt werden können, während eine Störung mit dem Werkstück W vermieden wird.

[0175] In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird der Spindelkopf **20** mit Bezug auf das Werkstück W ausgefahren und eingefahren. Jedoch kann das Werkstück W mit Bezug auf den Spindelkopf **20** ausgefahren und eingefahren werden, der fest an der Basis angeordnet ist.

[0176] Die Ansaugung von Spänen durch die Spanansaugvorrichtungen **30** und **64** wird durchgeführt, während der Spindelkopf **20** bei einer Schnellförderrate oder bei einer Schnittförderrate bewegt wird.

[0177] Die Spanansaugvorrichtung **30** saugt Luft innerhalb der bewegbaren Abdeckung **28** an, um in der Umgebung von dem Werkzeug T gelegene Späne in die bewegbare Abdeckung **28** anzusaugen. Die so angesaugten Späne werden zu dem Staubsammler **32** über den Innenraum von der Spanansaugvorrichtung **30** und das flexible Rohr **31** transportiert. So werden die Späne in dem Staubsammler **32** gesammelt.

[0178] Die Spanansaugvorrichtung **64** saugt Späne an, die heruntergefallen sind, und transportiert die angesaugten Späne zu dem Staubsammler **32** auf die gleiche Art wie bei dem Fall der Spanansaugvorrichtung **30**, so dass die Späne in dem Staubsammler

32 gesammelt werden.

[0179] Die in dem Staubsammler **32** gesammelten Späne sammeln sich in dem Spanansammlungsabschnitt **161** an, während verursacht wird, dass für das Ansaugen der Späne verwendete Luft durch den Filter **190** hindurchtritt und dann in die Atmosphäre über die Luftleitung **176** abgelassen wird. Wenn die Luft durch die Luftleitung **176** hindurchtritt, nimmt die Luft dann Wärme an der Fläche der Rippe **177** auf und gibt die Wärme an die Atmosphäre ab. Somit wird die Luft innerhalb von dem Steuerkasten **173** gekühlt.

[0180] Dieser Aufbau verringert die Anzahl von Kühlvorrichtungen für den Steuerkasten **173**, und für den Fall eines Steuerkastens **173**, der eine relativ geringe Wärmemenge erzeugt, können die Kühlvorrichtungen beseitigt werden, um die Anzahl von Teilen und die Größe des Steuerkastens zu verringern.

[0181] Offensichtlich sind viele Abwandlungen und Variationen der vorliegenden Erfindung im Lichte der vorstehend angegebenen Lehre möglich. Es ist daher verständlich, dass die vorliegende Erfindung innerhalb des Anwendungsbereichs der beigefügten Ansprüche anders ausgeführt werden kann, als hier spezifisch beschrieben ist.

Patentansprüche

1. Horizontal-Maschinenwerkzeug mit:
einer Basis (**10**), die einen oberen Flächenabschnitt und einen vertikalen Vorderwandabschnitt hat, die sich von der Vorderseite der Basis (**10**) erstreckt, und die eine oben liegende Fläche hat, die niedriger als der obere Flächenabschnitt ist;
einem Spindelkopf (**20**), der eine Werkzeugspindel (**25**) stützt, so dass sie drehbar um eine horizontale Achse senkrecht zu einer vertikalen Ebene ist, die den vertikalen vorderen Wandabschnitt der Basis (**10**) einschließt;
einem ersten Führungsmechanismus (**11**) zum Führen des Spindelkopfes (**20**), so dass der Spindelkopf (**20**) in eine erste Richtung senkrecht zu der Achse der Werkzeugspindel (**25**) bewegbar ist;
einem zweiten Führungsmechanismus (**18**) zum Führen des Spindelkopfes (**20**), so dass der Spindelkopf (**20**) in eine zweite Richtung parallel zu der Achse der Werkzeugspindel (**25**) bewegbar ist;
einem ersten Fördermechanismus (**14**, **15**) zum Fördern des Spindelkopfes (**20**) in die erste Richtung;
einem zweiten Fördermechanismus (**21**, **23**) zum Fördern des Spindelkopfes (**20**) in die zweite Richtung;
einer Werkstückstütze (**37**), die an dem vertikalen vorderen Wandabschnitt der Basis (**10**) vorgesehen ist und einen Werkstückanbringabschnitt an einer Position oberhalb von dem oberen Flächenabschnitt der Basis hat;
einem dritten Führungsmechanismus (**36**) zum Führen der Werkstückstütze (**37**) an dem vertikalen vorderen Wandabschnitt für eine Bewegung in eine dritte Richtung, die eine vertikale Richtung senkrecht zu der ersten und der zweiten Richtung ist; und
einem dritten Fördermechanismus (**38**, **39**) zum Fördern der Werkstückstütze (**37**) in die dritte Richtung, wodurch
der erste und der zweite Führungsmechanismus (**11**, **18**) den Spindelkopf (**20**) führen, so dass der Spindelkopf (**20**) in die erste und die zweite Richtung bewegbar ist, die sich senkrecht in einer horizontalen Ebene schneiden, während der dritte Führungsmechanismus (**36**) die Werkstückstütze (**37**) führt, so dass die Werkstückstütze (**37**) in die vertikale dritte Richtung bewegbar ist, wobei die Werkstückstütze (**37**) gekennzeichnet ist durch:
einen Stützkörper, der durch den dritten Führungsmechanismus (**36**) an dem vertikalen Vorderwandabschnitt geführt wird, dass er in die vertikale Richtung durch den dritten Fördermechanismus (**38**, **39**) bewegt wird;
ein erstes Indexelement (**45**), das an einem oberen Abschnitt des Stützkörpers so gestützt ist, dass das erste Indexelement (**45**) zum Indexieren um eine vertikale Achse drehbar ist;
ein zweites Indexelement (**53**), das an dem ersten Indexelement (**45**) so gestützt ist, dass das zweite Indexelement (**53**) zum Indexieren um eine horizontale Achse senkrecht zu der vertikalen Achse drehbar ist, wobei ein Werkstück (W) an dem zweiten Indexelement (**53**) angebracht ist;
einen ersten Indexmechanismus (**44**) zum Drehen des ersten Indexelements (**45**) zum Indexieren des ersten Indexelements (**45**); und
einen zweiten Indexmechanismus zum Drehen des zweiten Indexelements (**53**) zum Indexieren des zweiten Indexelements (**53**).

2. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß Anspruch 1, wobei
der dritte Führungsmechanismus (**36**) an dem vertikalen vorderen Wandabschnitt der Basis (**10**) an im Wesentlichen der längsgerichteten Mitte eines Führungsabschnitts angeordnet ist, der den ersten Führungsmechanismus bildet;
wobei der zweite Führungsmechanismus (**18**) ein Paar Führungsabschnitte aufweist, die in die erste Richtung getrennt und symmetrisch mit Bezug auf eine vertikale Ebene angeordnet sind, die die Achse der Werkzeugspindel (**25**) einschließt; und
wobei der dritte Führungsmechanismus (**36**) ein Paar Führungsabschnitte aufweist, die in die erste Richtung getrennt sind und symmetrisch mit Bezug auf eine vertikale Ebene angeordnet sind, die die Achse der Werkzeugspindel (**25**) einschließt, wenn der Spindelkopf (**20**) im Wesentlichen an der Mitte des Führungsabschnitts des ersten Führungsmechanismus (**11**) gelegen ist.

3. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß An-

spruch 1, wobei
der vertikale vordere Wandabschnitt an der Basis (**10**) an der längsgerichteten Mitte des Führungsabschnitts des ersten Führungsmechanismus (**11**) ausgebildet ist;
wobei ein geneigter Abschnitt an zumindest einer Seite des vertikalen vorderen Wandabschnitts so ausgebildet ist, dass der geneigte Abschnitt sich nach unten von dem oberen Flächenabschnitt der Basis (**10**) in Richtung auf die vordere Seite des Maschinenwerkzeugs neigt; und
wobei ein vorderes Element abnehmbar an der vorderen Wand der Basis (**10**) angebracht ist, wobei das vordere Element einen geneigten Abschnitt entsprechend dem geneigten Abschnitt der Basis (**10**) hat, um einen V-förmigen Spansammelraum an zumindest einer Seite der Werkstückstütze in die erste Richtung auszubilden, so dass die horizontale Querschnittsfläche des Spansammelraums sich nach unten allmählich verringert.

4. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß Anspruch 1, mit einem Werkstückstützenfördermechanismus, der zumindest zwei Lagerblöcke hat, die an einem vertikalen Wandabschnitt der Basis (**10**) fixiert sind, so dass die Lagerblöcke in die erste horizontale Richtung beabstandet sind;
einem Paar lineare Schienen, die durch die Lagerblöcke geführt sind, so dass sie in eine vertikale Richtung bewegbar sind;
einem Werkstückstützenkörper, der an den linearen Schienen fixiert ist und an seinem oberen Ende einen zylindrischen Abschnitt hat, wobei eine vertikale Ebene, die die Anbringfläche der linearen Schienen einschließt, im Wesentlichen durch die Mitte des zylindrischen Abschnitts verläuft;
einem Werkstückstützenmechanismus, der an dem Werkstückstützenkörper vorgesehen ist; und
einem Vertikalfördermechanismus einschließlich einer Förderschraube, die sich vertikal an der Seite entgegengesetzt zu den Lagerblöcken mit Bezug auf den Werkstückstützenkörper erstreckt und die geeignet ist, die Werkstückstütze vertikal zu fördern.

5. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß Anspruch 1, des weiteren mit einer automatischen Werkzeugwechselvorrichtung (ATC), die Folgendes aufweist:
eine Werkzeugwechselarmeinheit (**80**) mit einem Armschaft, der durch ein Gehäuse geschützt ist, einem Werkzeugwechselarm (**83**), der an einem Ende des Armschafts angebracht ist, der von dem Gehäuse vorsteht, und der einen Werkzeuggreifabschnitt an beiden Enden hat, und einem Antriebsmechanismus, der innerhalb des Gehäuses angeordnet ist und geeignet ist, sich zu drehen und den Armschaft axial zu bewegen;
ein Werkzeugmagazin (**90**) zum Speichern einer Vielzahl von Werkzeugen, so dass die Werkzeuge von dem Werkzeugmagazin (**90**) entnehmbar sind; und
eine Zwischentransporteinheit zum Transportieren eines ausgewählten Werkzeugs von dem Werkzeugmagazin (**90**) zu einer Werkzeugwechselposition, wobei der Werkzeugwechselarm (**83**) das Werkzeug greifen kann, ebenso wie zum Aufnehmen eines Werkzeugs, das von der Werkzeugspindel (**25**) durch den Werkzeugwechselarm (**83**) entnommen wurde und zum Rückführen des Werkzeugs zu dem Werkzeugmagazin (**90**), wobei
die Werkzeugwechselarmeinheit (**80**) so angeordnet ist, dass der Armschaft parallel zu der Werkzeugspindel (**25**) wird und das Gehäuse an der vorderen Seite der Werkzeugspindel (**25**) des Spindelkopfes (**20**) gelegen ist, der an der Werkzeugwechselposition gelegen ist.

6. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß Anspruch 5, wobei die Werkzeugwechselarmeinheit (**80**) fixiert an der Basis (**10**) angeordnet ist, so dass der Werkzeugwechselarm (**83**) in die radiale Richtung der Werkzeugspindel (**25**) ausgerichtet ist.

7. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß Anspruch 6, wobei die Werkzeugwechselarmeinheit (**80**) und das Werkzeugmagazin (**90**) an der vorderen Seite der Werkzeugspindel (**25**) angeordnet sind.

8. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß Anspruch 5, wobei
das Werkzeugmagazin (**90**) eine Vielzahl von Werkzeughalteabschnitten zum Halten einer Vielzahl von Werkzeugen hat, so dass die Werkzeuge parallel zu der gleichen Richtung wie ein Werkzeug und in diese orientiert sind, das an der Werkzeugspindel (**25**) angebracht ist;
wobei jeder der Werkzeughalteabschnitte in der Lage ist, ein Werkzeug von der vorderen Seite des Maschinenwerkzeugs aufzunehmen und gestattet, dass das Werkzeug zu der Rückseite des Werkzeughalteabschnitts herausgenommen wird, während es über den Werkzeughalteabschnitt verläuft; und
wobei die Zwischentransporteinheit aufgebaut ist, um ein Werkzeug aus dem Werkzeughalteabschnitt von der Rückseite von diesem herauszunehmen, um das Werkzeug zu der Werkzeugwechselposition zu überführen, an der der Werkzeugwechselarm (**83**) das Werkzeug greifen kann und ein Werkzeug, das durch den Werkzeugwechselarm (**83**) aufgenommen wurde, zu dem Werkzeughalteabschnitt von der Rückseite von diesem zurückzuführen, so dass das Werkzeug an dem Werkzeughalteabschnitt gehalten wird.

9. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß Anspruch 8, wobei die Zwischentransporteinheit Folgendes aufweist:
einen Zwischentransportsockel, der in der Lage ist, ein Werkzeug auf die gleiche Weise abnehmbar zu halten, wie für den Fall, bei dem das Werkzeug an der Werkzeugspindel (**25**) gehalten ist;
einen Vorne/Hinten-Positioniermechanismus zum

Bewegen des Zwischentransportsockels in einer horizontalen Richtung parallel zu der Achse der Werkzeugspindel (**25**);
einen Vertikalpositioniermechanismus zum Bewegen des Vorne/Hinten-Positioniermechanismus in die vertikale Richtung; und
einen Quer-Positioniermechanismus zum Bewegen des Vertikalpositioniermechanismus in eine horizontale Richtung senkrecht zu der Achse der Werkzeugspindel (**25**);
wobei der Querpositioniermechanismus und der Vertikalpositioniermechanismus auf eine koordinierte Weise arbeiten, um den Zwischentransportsockel mit einem gewünschten Werkzeug an dem Werkzeugmagazin (**90**) auszurichten; und wobei der Vorne/Hinten-Positioniermechanismus arbeitet, um zu verursachen, dass der Zwischentransportsockel_ das Werkzeug, das daran ausgerichtet ist, zu halten und um das gehaltene Werkzeug zu einer Rotationsebene des Werkzeugwechselarms (**83**) zu überführen.

10. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß Anspruch 5, wobei
die automatische Werkzeugwechselvorrichtung (ATC) des weiteren ein Substrat aufweist, das abnehmbar an der Basis (**10**) angebracht ist;
wobei die Basis die Werkzeugwechselarmeinheit (**80**), das Werkzeugmagazin (**90**) und die Zwischentransporteinheit stützt; und
wobei die Werkzeugwechselarmeinheit (**80**), das Werkzeugmagazin (**90**) und die Zwischentransporteinheit abnehmbar an dem Maschinenwerkzeug als eine einzige Einheit durch einen Betrieb des Fixierens des Substrats an der Basis (**10**) angebracht sind, während eine Stützung des Substrats beibehalten wird, so dass der Armschaft des Werkzeugwechselarms (**83**) und die Vielzahl der Werkzeuge an dem Werkzeugmagazin (**90**) parallel zu der Werkzeugspindel (**25**) werden.

11. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß Anspruch 3, wobei ein Spanansauganschluss in der Nähe eines Bodenabschnitts des Spansammelraums ausgebildet ist, dessen horizontale Querschnittsfläche sich allmählich nach unten verringert; wobei eine Spanansaugvorrichtung (**30**; **64**) an dem Spanansauganschluss zum Ansaugen von Spänen durch die Wirkung von Luft vorgesehen ist; und wobei ein Spansammelbehälter zum Sammeln der durch die Spanansaugvorrichtung (**30**; **64**) angesaugten Späne vorgesehen ist.

12. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß Anspruch 11, des weiteren mit:
einer bewegbaren Abdeckung (**28**), die an dem Spindelkopf (**20**) zum Abdecken der Werkzeugspindel (**25**) angebracht ist und in die Ausfahr-/Einfahrrichtung des Spindelkopfes (**20**) bewegbar ist;
einer Steuerungseinrichtung der bewegbaren Abdeckung zum Steuern einer Bewegung der bewegbaren Abdeckung (**23**) auf der Grundlage des Betrags einer Bewegung des Spindelkopfes (**20**) in die Ausfahr-/Einfahrrichtung; und
einer Spanansaugeinrichtung (**30**; **64**) zum Ansaugen von Spänen innerhalb der bewegbaren Abdeckung (**28**).

13. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß Anspruch 12, wobei die Spanansaugeinrichtung (**30**; **64**) zum Ansaugen von Spanen innerhalb der bewegbaren Abdeckung (**28**) und die Spanansaugvorrichtung (**30**; **64**) zum Ansaugen von Spanen innerhalb des Spansammelraums einen gemeinsamen Spansammelbehälter teilen.

14. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß Anspruch 12, wobei während der Bearbeitung eines Werkstücks die Steuerungseinrichtung der bewegbaren Abdeckung die Bewegung der bewegbaren Abdeckung (**28**) so steuert, dass ein vorbestimmter Zwischenraum zwischen der bewegbaren Abdeckung (**28**) und einer vorderen Wand des Werkstücks ungeachtet der Länge eines Werkzeugs, das in der Werkzeugspindel (**25**) gehalten ist, und der Bewegung des Spindelkopfes (**20**) in die Ausfahr-/Einfahrrichtung beibehalten wird, wodurch die bewegbare Abdeckung (**28**) zu einer abgezogenen Position zu dem Zeitpunkt des Werkzeugwechselbetriebs bewegt ist.

15. Horizontal-Maschinenwerkzeug gemäß Anspruch 11, des weiteren mit:
einem Motor zum Ausfahren und Einfahren des Spindelkopfes (**20**);
einem Servo-Verstärker zum Steuern des Motors; und
einer Steuerungsbox zum Aufnehmen des Servo-Verstärkers, wobei
der Spansammelbehälter Luft von angesaugten Spänen zum Sammeln der Späne trennt und einen Luftausstoßdurchgang zum Ausstoßen von Luft nach außen aufweist;
wobei die Steuerungsbox in der Nähe des Luftausstoßdurchgangs vorgesehen ist; und
einem Wärmeaustauschelement in dem Luftausstoßdurchgang zum Übertragen von Wärme von dem Inneren der Steuerungsbox zu dem Luftausstoßdurchgang.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

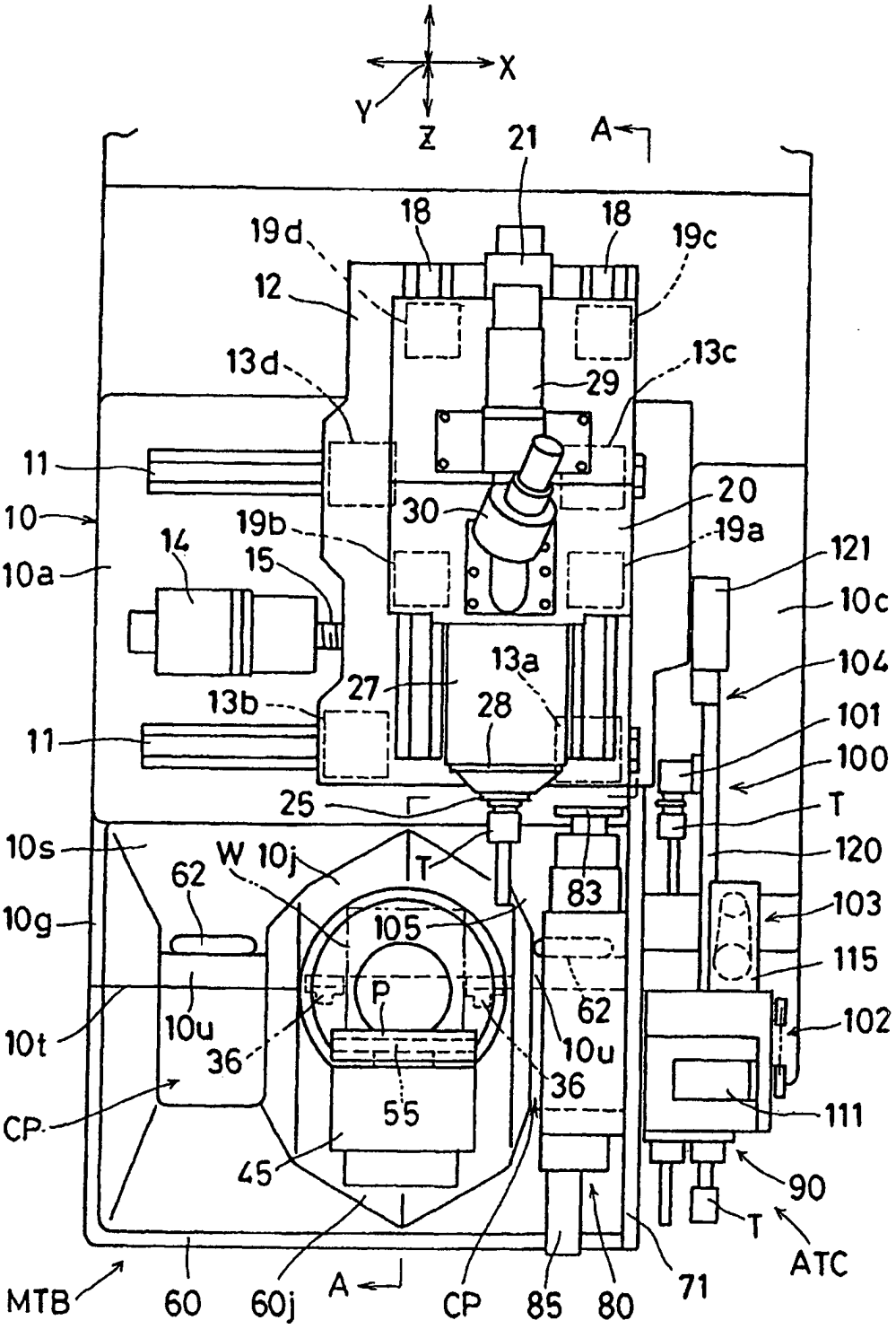


FIG. 2

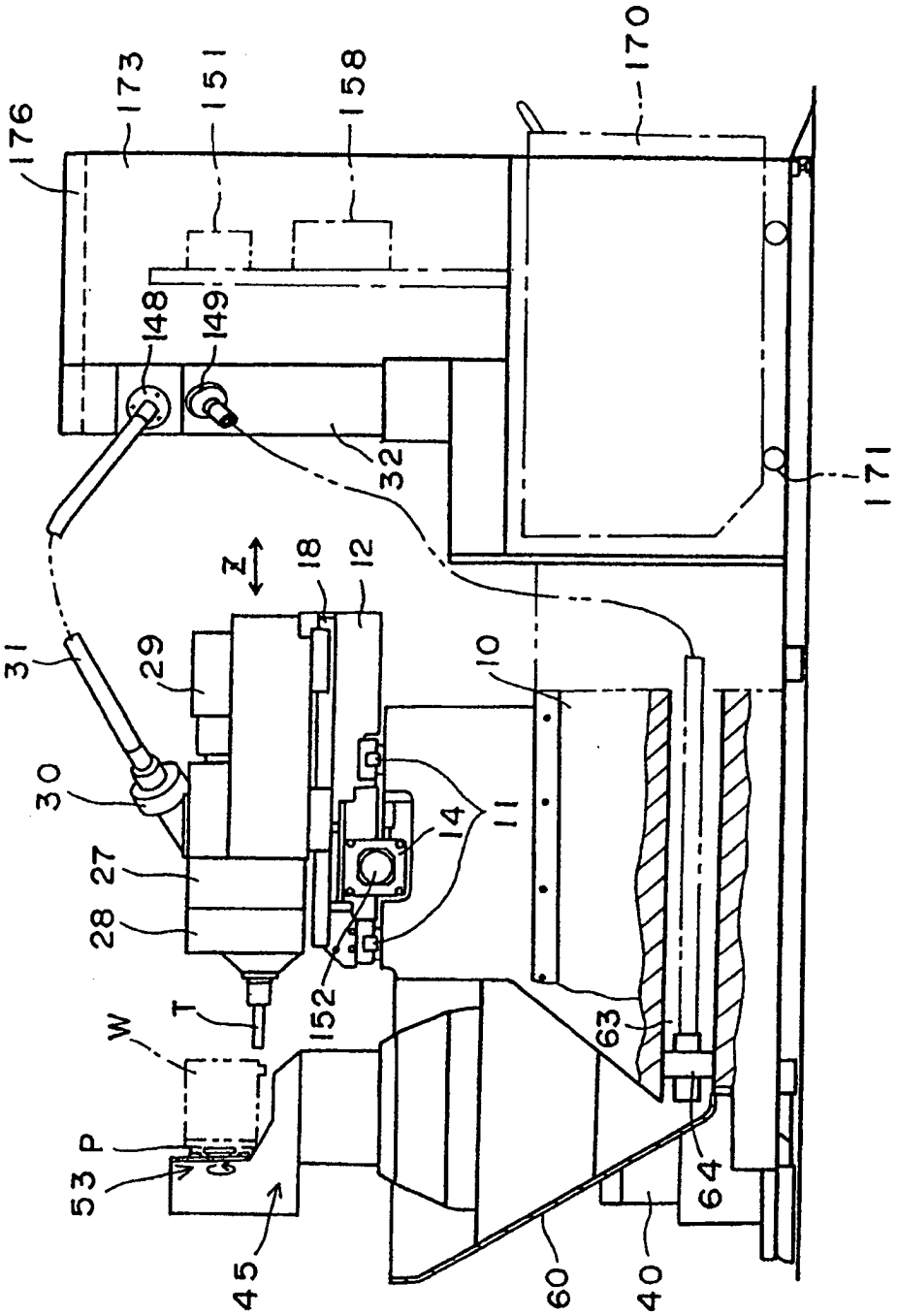

176
173
151
158
170
148
149
32
171
Z
18
12
31
29
10
30
14
11
27
28
152
T
W
63
53
P
64
45
60
40

FIG. 3

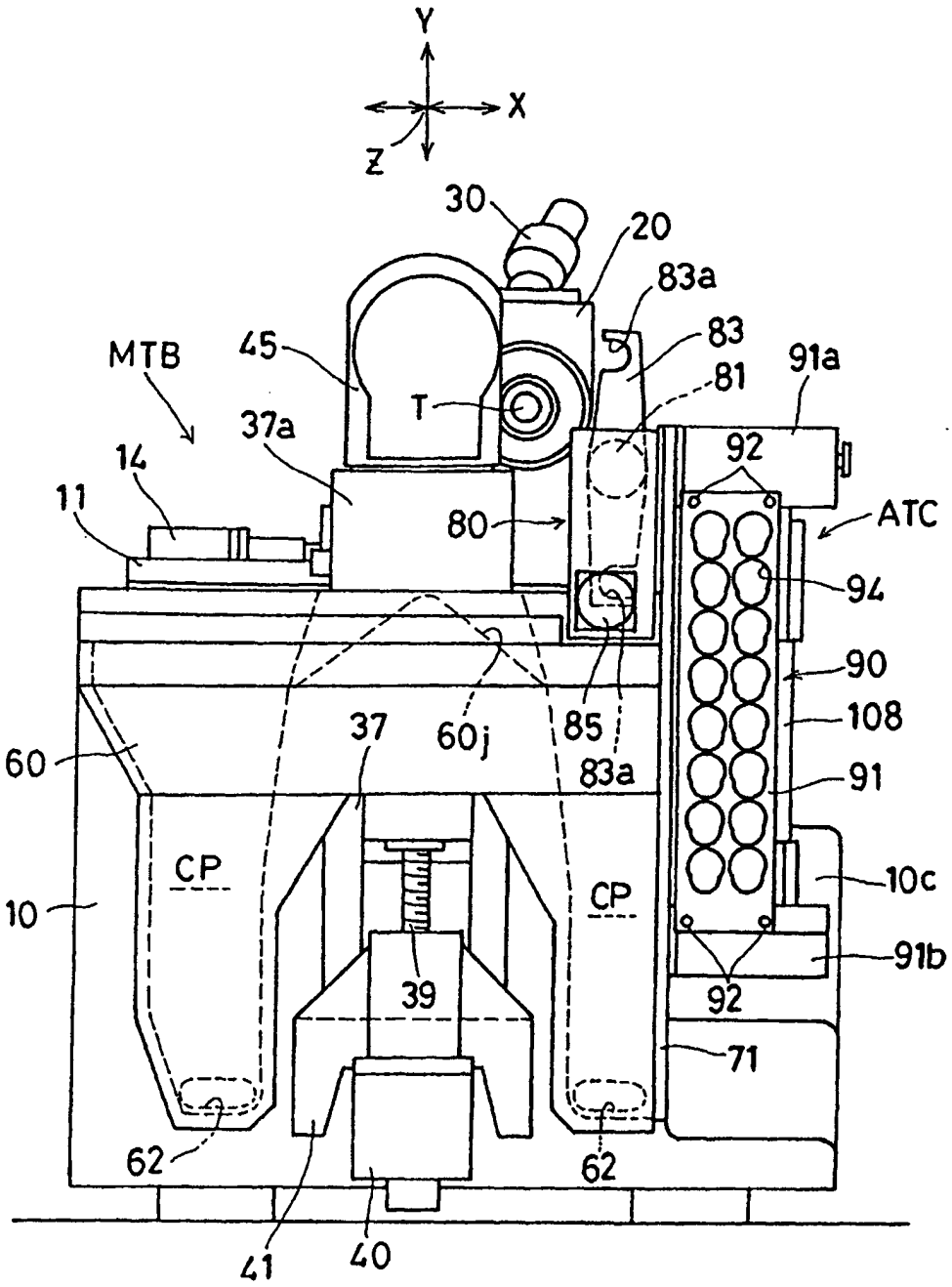

Y
X
Z
30
20
83a
83
91a
MTB
45
T
81
37a
92
14
11
80
ATC
94
90
108
91
37
60j
85
83a
60
CP
CP
10
10c
91b
39
92
71
62
62
41
40

FIG. 4

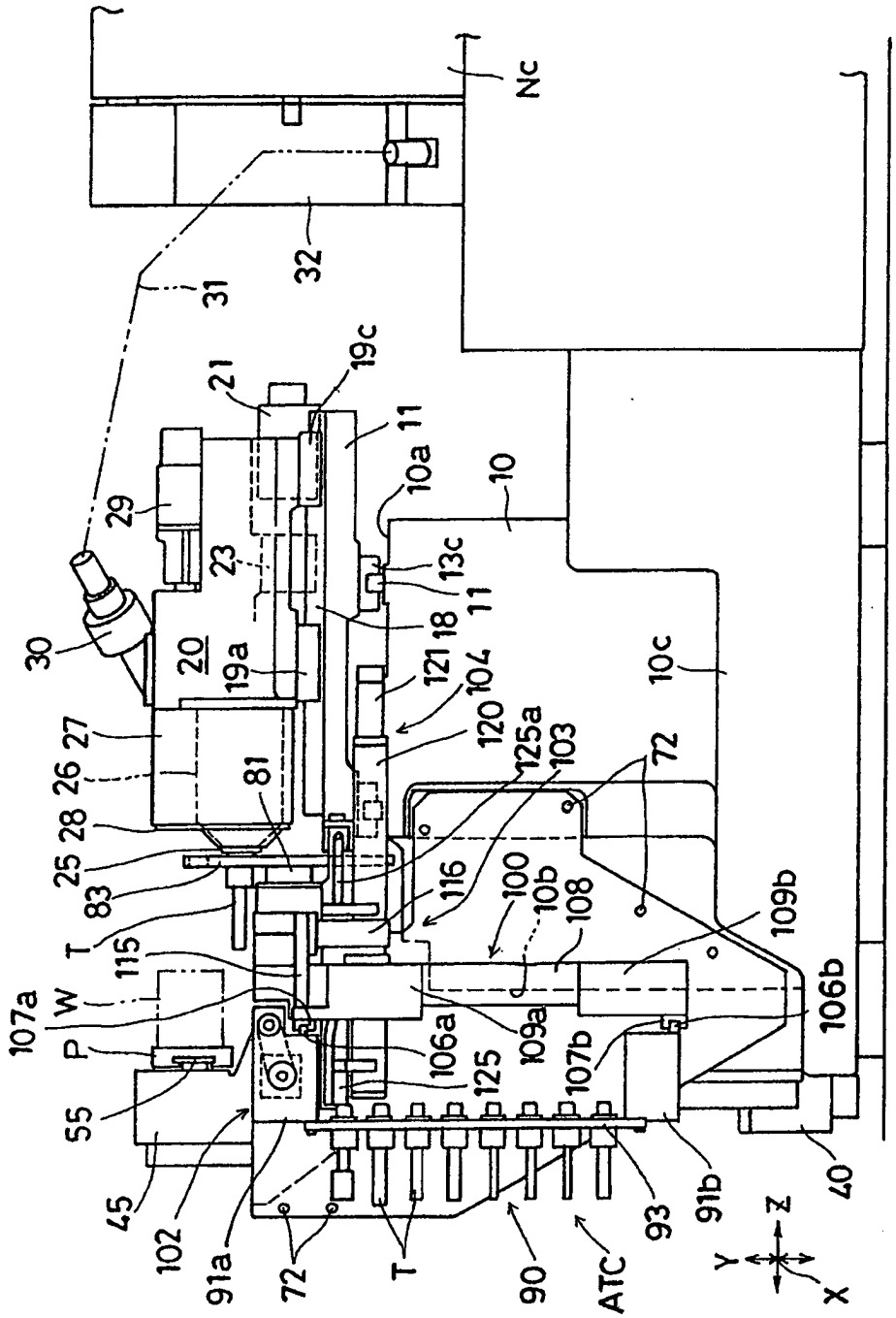

Nc
31
32
21
19c
11
10a
10
29
23
13c
11
18
30
20
19a
121
104
10c
120
125a
103
72
27
26
81
28
25
83
T
115
116
100
10b
108
109b
107a
W
P
55
106a
109a
125
107b
106b
45
102
91a
72
T
90
ATC
93
91b
40
Z
Y
X

FIG. 5

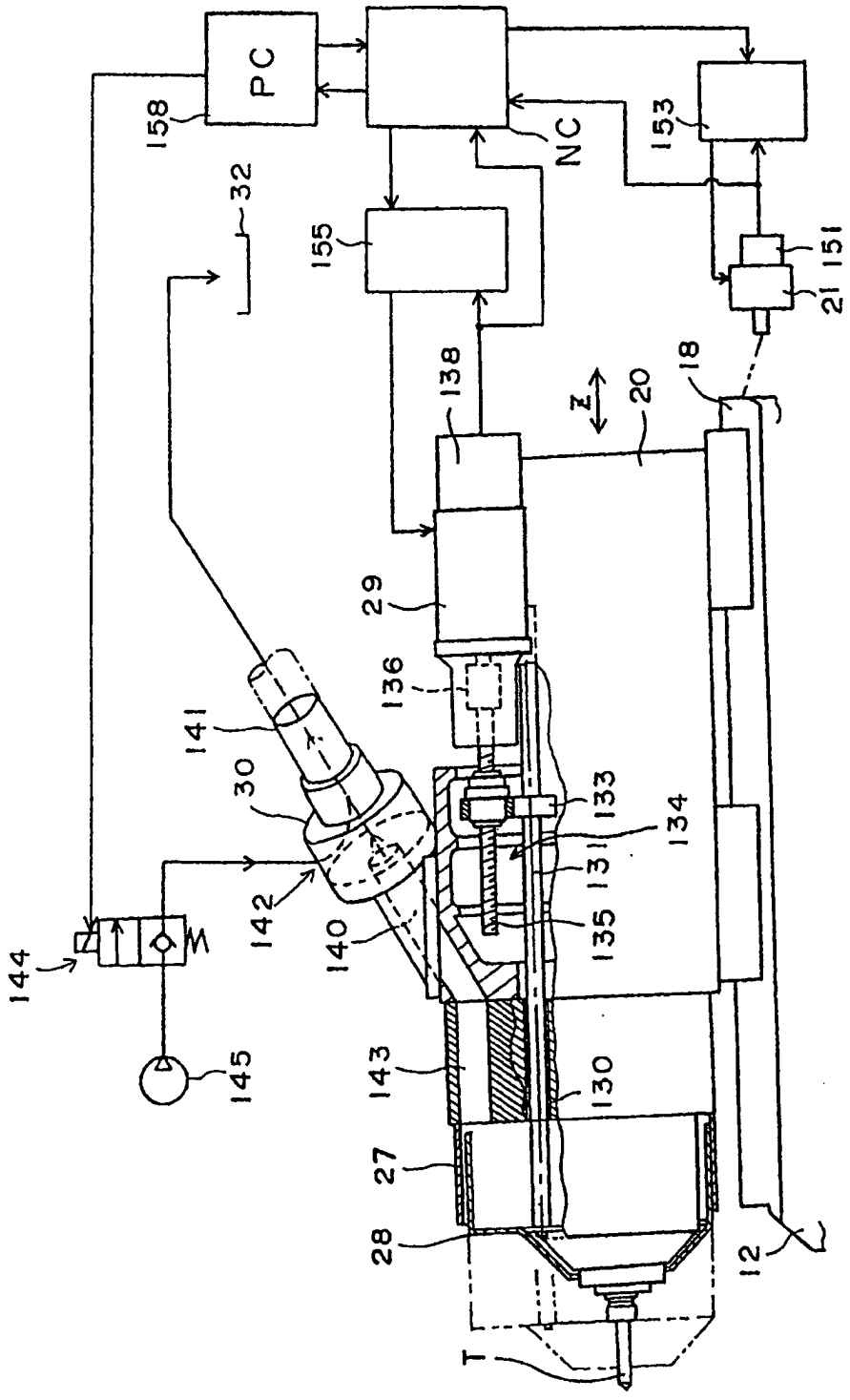

PC
NC
158
153
32
155
151
21
138
18
Z
20
29
136
141
30
133
134
131
142
135
140
144
145
143
130
27
28
12
T

FIG. 6

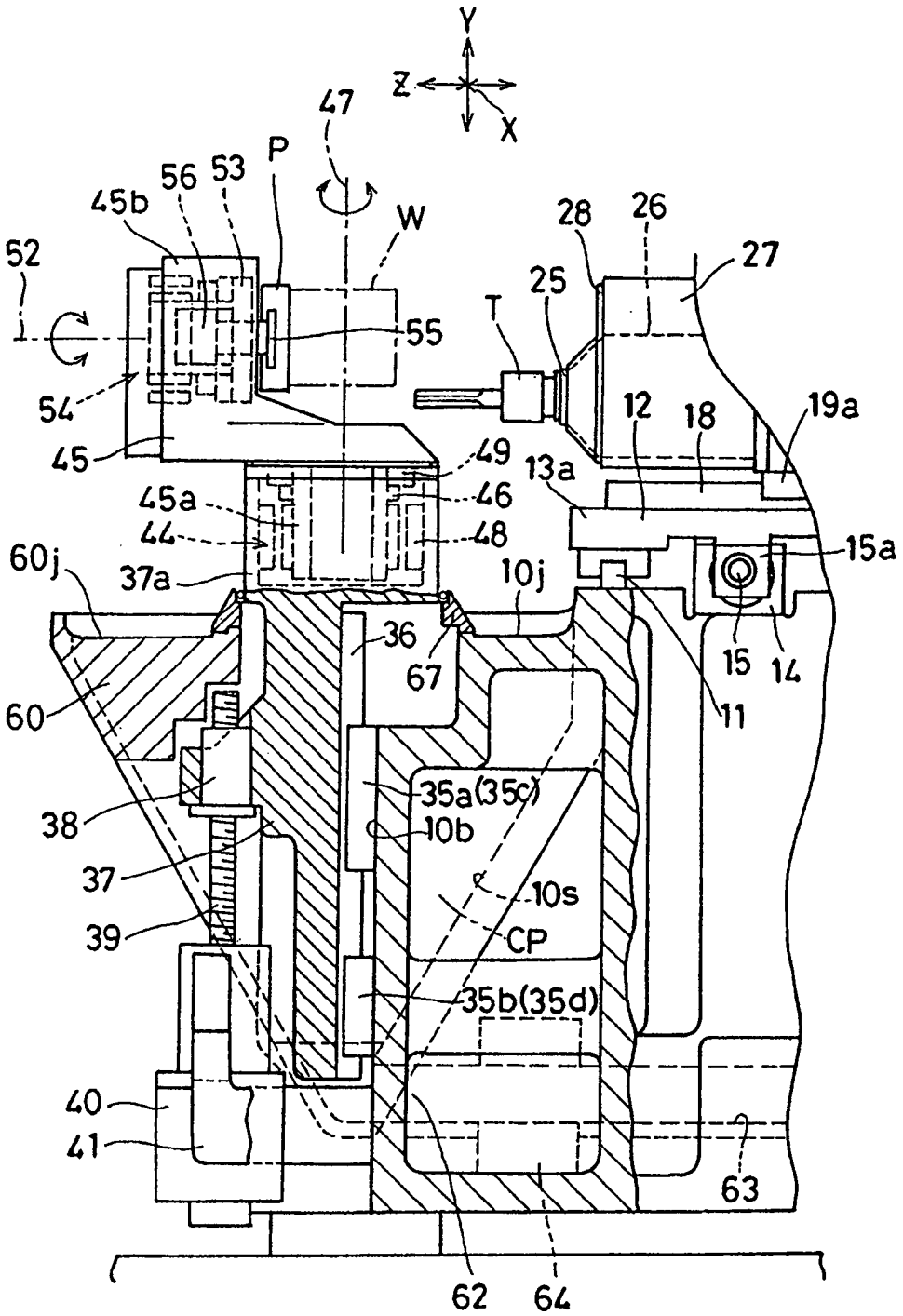

Y
Z
X
47
P
56
53
45b
W
28
26
27
52
25
T
55
54
12
18
19a
45
49
13a
45a
46
44
48
15a
60j
37a
10j
36
67
15
14
60
11
35a(35c)
38
10b
37
10s
CP
39
35b(35d)
40
41
63
62
64

FIG. 7

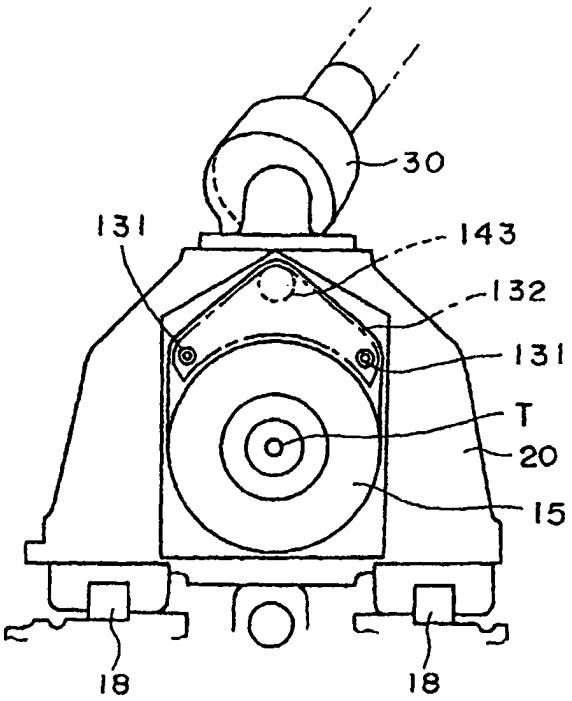


FIG. 8

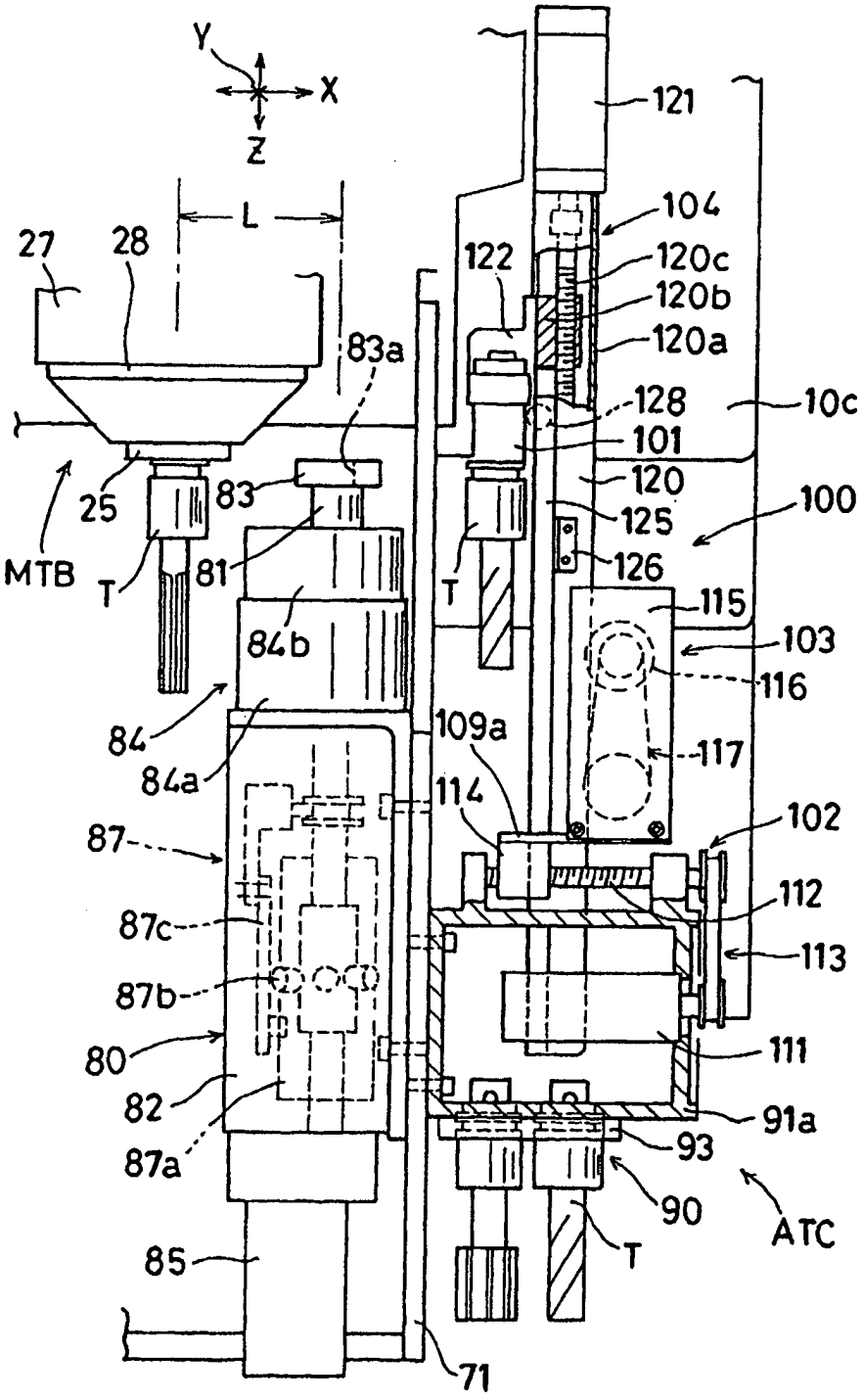

Y
X
Z
L
27
28
83a
25
83
MTB
T
81
84b
84
84a
87
87c
87b
80
82
87a
85
71
121
104
122
120c
120b
120a
128
10c
101
120
125
100
126
T
115
103
116
109a
117
114
102
112
113
111
91a
93
90
T
ATC

FIG. 9

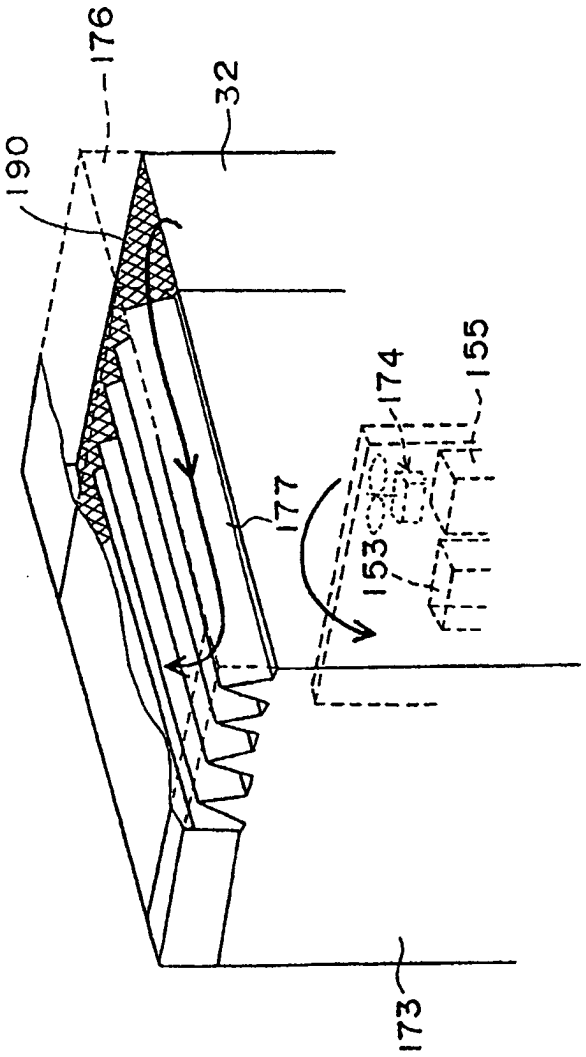


FIG. 10

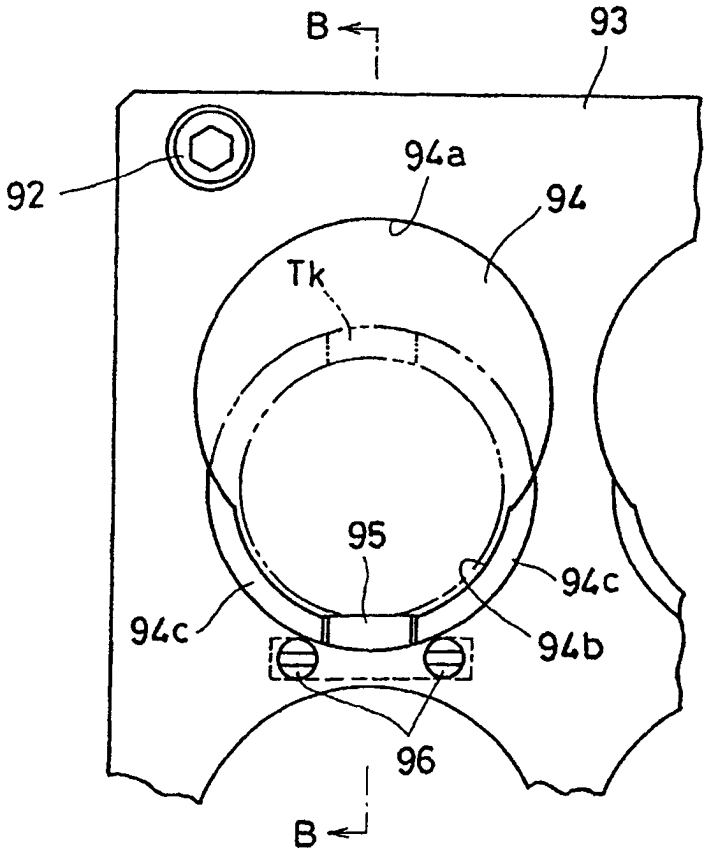


FIG. 11

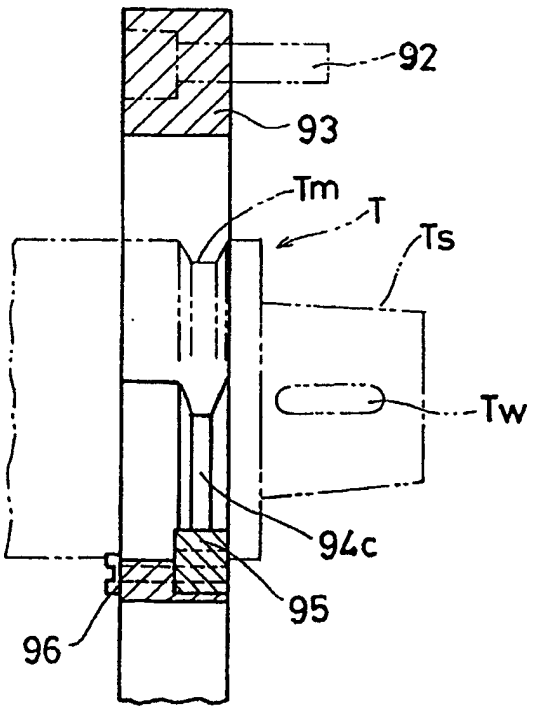


FIG. 12

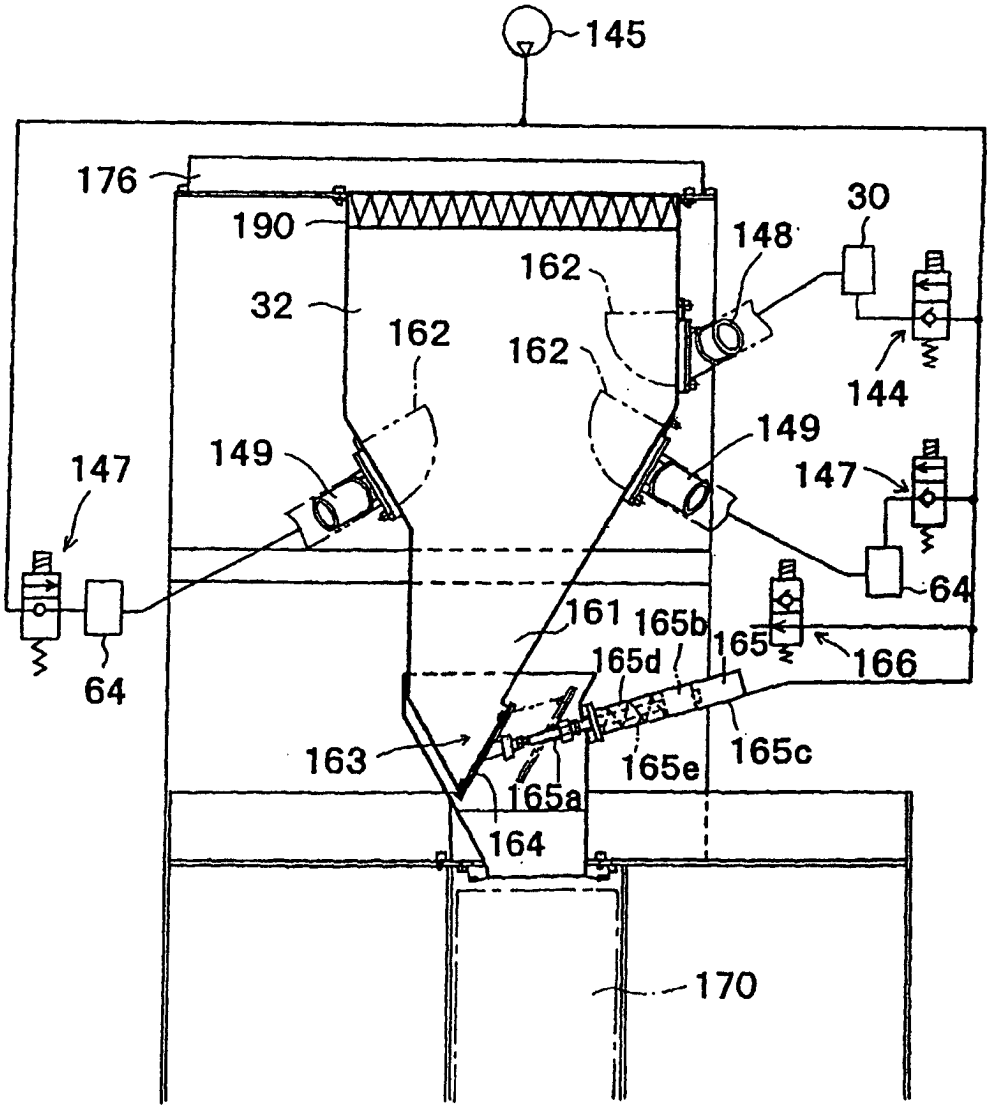

145
176
190
32
162
162
162
148
30
144
149
149
147
147
64
64
161
165b
165d
165
166
165c
165e
163
165a
164
170

FIG. 13

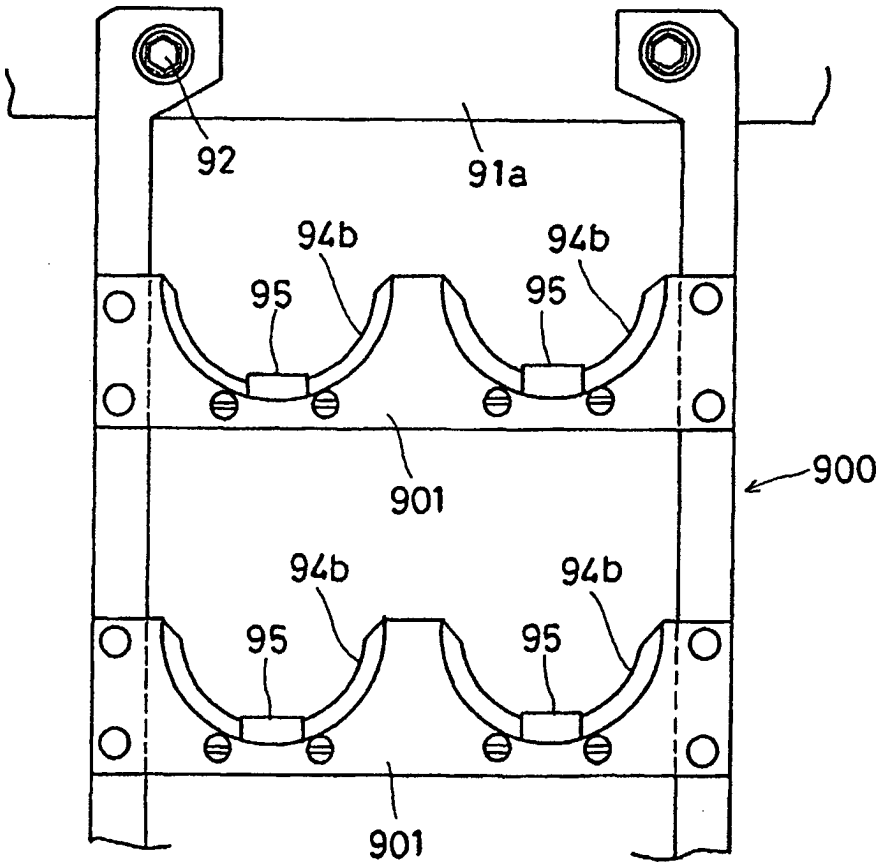


FIG. 14

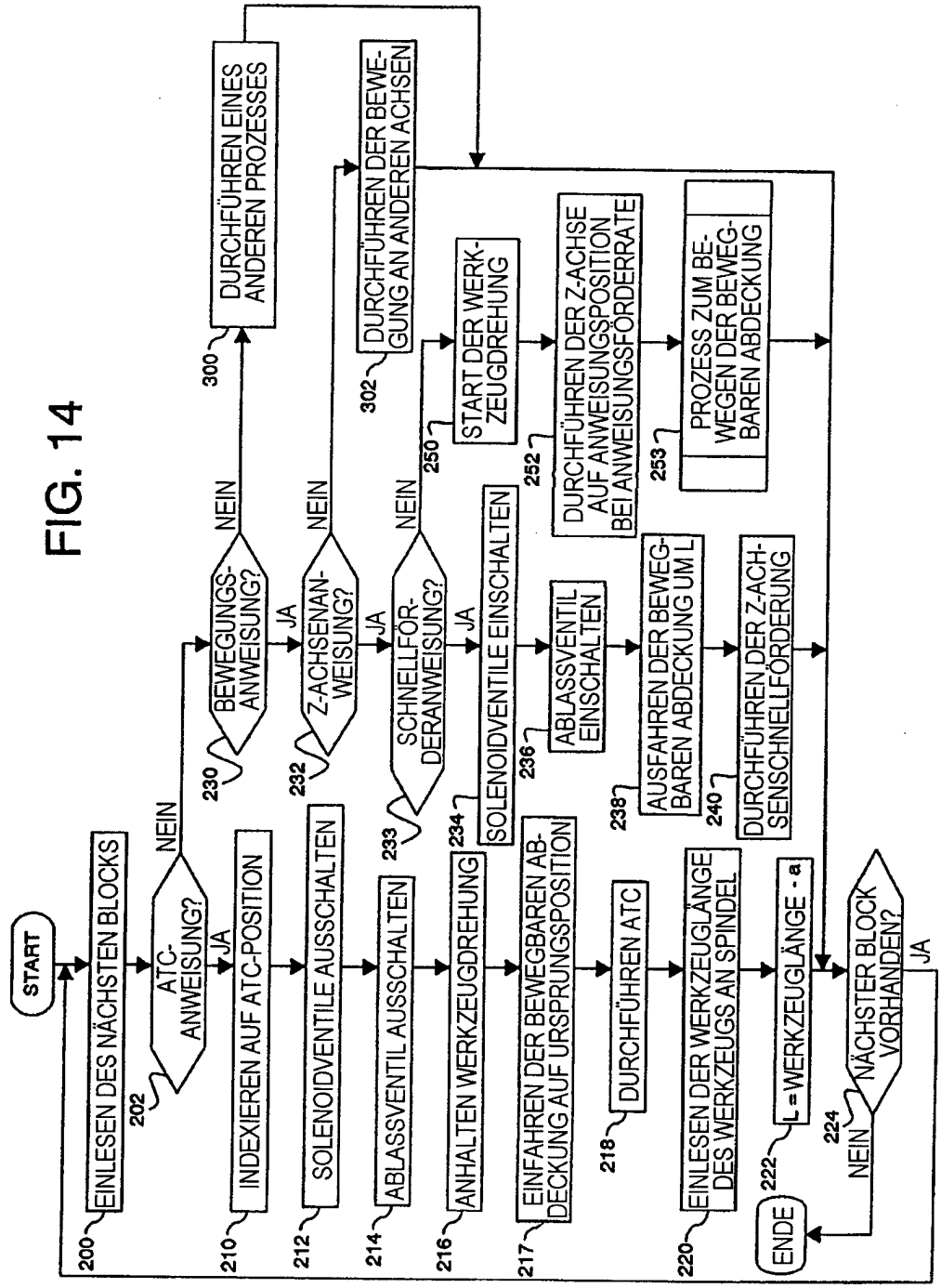
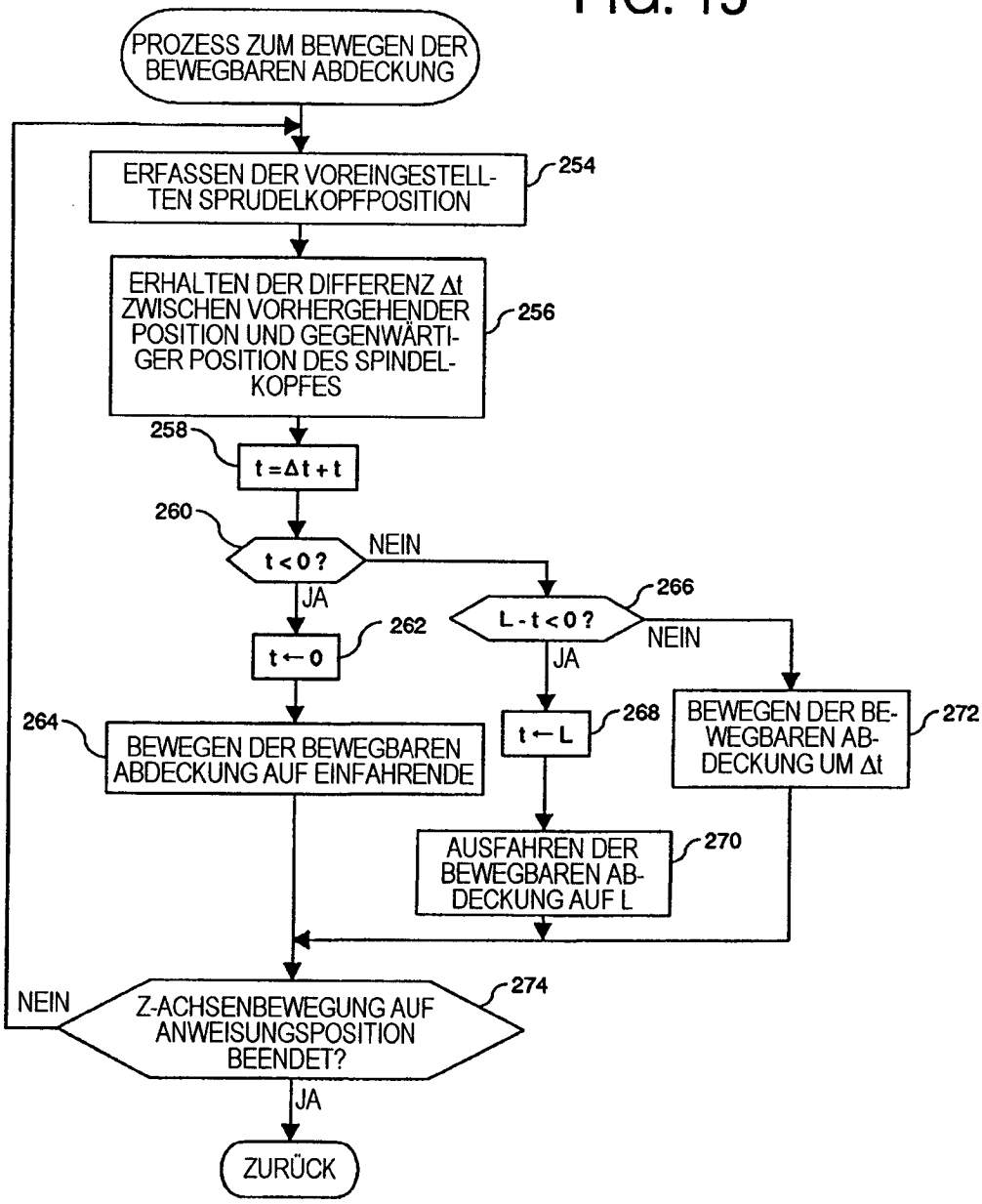

START
EINLESEN DES NÄCHSTEN BLOCKS
200
ATC-ANWEISUNG?
202
NEIN
JA
INDEXIEREN AUF ATC-POSITION
210
SOLENOIDVENTILE AUSSCHALTEN
212
ABLASSVENTIL AUSSCHALTEN
214
ANHALTEN WERKZEUGDREHUNG
216
EINFAHREN DER BEWEGBAREN ABDECKUNG AUF URSPRUNGSPOSITION
217
DURCHFÜHREN ATC
218
EINLESEN DER WERKZEUGLÄNGE DES WERKZEUGS AN SPINDEL
220
L = WERKZEUGLÄNGE - a
222
NÄCHSTER BLOCK VORHANDEN?
224
NEIN
JA
ENDE
BEWEGUNGS-ANWEISUNG?
230
NEIN
JA
DURCHFÜHREN EINES ANDEREN PROZESSES
300
Z-ACHSENAN-WEISUNG?
232
NEIN
JA
DURCHFÜHREN DER BEWE-GUNG AN ANDEREN ACHSEN
302
SCHNELLFÖR-DERANWEISUNG?
233
NEIN
JA
START DER WERK-ZEUGDREHUNG
250
SOLENOIDVENTILE EINSCHALTEN
234
ABLASSVENTIL EINSCHALTEN
236
DURCHFÜHREN DER Z-ACHSE AUF ANWEISUNGSPOSITION BEI ANWEISUNGSFÖRDERRATE
252
AUSFAHREN DER BEWEG-BAREN ABDECKUNG UM L
238
DURCHFÜHREN DER Z-ACH-SENSCHNELLFÖRDERUNG
240
PROZESS ZUM BE-WEGEN DER BEWEG-BAREN ABDECKUNG
253

FIG. 15


PROZESS ZUM BEWEGEN DER BEWEGBAREN ABDECKUNG
ERFASSEN DER VOREINGESTELLTEN SPRUDELKOPFPOSITION
254
ERHALTEN DER DIFFERENZ Δt ZWISCHEN VORHERGEHENDER POSITION UND GEGENWÄRTIGER POSITION DES SPINDELKOPFES
256
258
t = Δt + t
260
t < 0 ?
NEIN
JA
262
t ← 0
266
L - t < 0 ?
NEIN
JA
264
BEWEGEN DER BEWEGBAREN ABDECKUNG AUF EINFAHRENDE
268
t ← L
272
BEWEGEN DER BEWEGBAREN ABDECKUNG UM Δt
270
AUSFAHREN DER BEWEGBAREN ABDECKUNG AUF L
274
NEIN
Z-ACHSENBEWEGUNG AUF ANWEISUNGSPOSITION BEENDET?
JA
ZURÜCK