



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 244 933 A5

4(51) B 23 Q 3/155

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP B 23 Q / 290 627 4
(31) P3519706.4-14

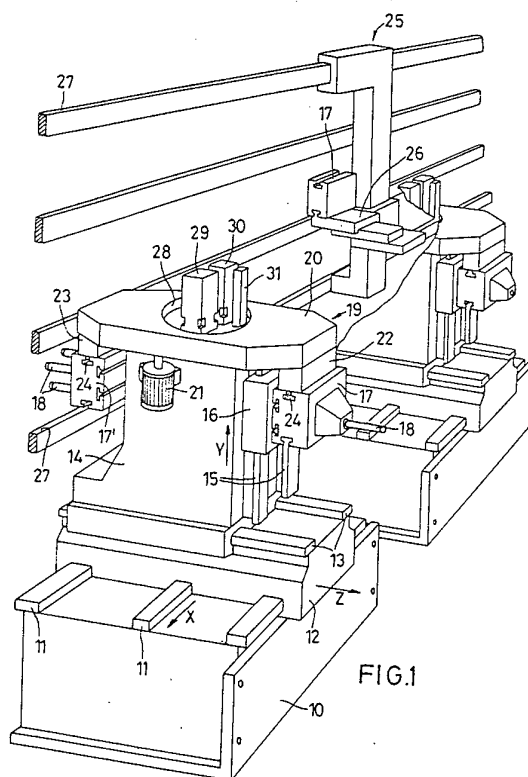
(22) 27.05.86
(32) 01.06.85

(44) 22.04.87
(33) DE

(71) siehe (73)
(72) Kölblin, Rolf; Burgtorf, Heinrich; Peiß, Klaus; Schneider, Reinhard, Dipl.-Ing., DE
(73) Gebrüder Honsberg GmbH, 5630 Remscheid-Hasten, DE

(54) Werkzeugmaschine

(57) Die Werkzeugmaschine weist einen vertikalen Ständer (14) auf, auf dem ein Kopfwechsler (19) zum Wechseln des an einem Kopfträger (16) angebrachten Werkzeugkopfes (17) montiert ist. Der Kopfwechsler (19) ist um eine vertikale Achse drehbar. Er trägt mindestens einen Kopfgreifer, der in der Wechsellposition den Werkzeugkopf (17) von oben ergreifen kann. Die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine ist aufwärts kompatibel, d. h. der für die Grundausrüstung benötigte Ständer ist von relativ einfachem Aufbau. Da die Grundeinheit mit geringen Kosten hergestellt werden kann, ist sie sowohl für einfache Maschinenversionen als auch für höhere Ausbaustufen gleichermaßen benutzbar. Fig. 1





(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 244 933 A5

4(51) B 23 Q 3/155

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

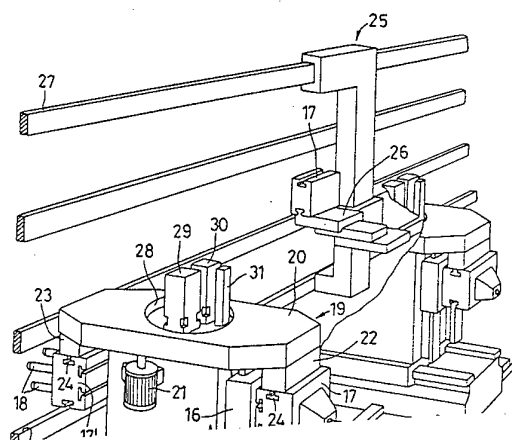
In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	AP B 23 Q / 290 627 4	(22)	27.05.86	(44)	22.04.87
(31)	P3519706.4-14	(32)	01.06.85	(33)	DE

(71) siehe (73)
 (72) Kölblin, Rolf; Burgtorf, Heinrich; Peiß, Klaus; Schneider, Reinhard, Dipl.-Ing., DE
 (73) Gebrüder Honsberg GmbH, 5630 Remscheid-Hasten, DE

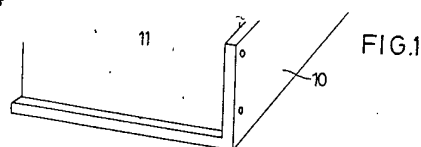
(54) Werkzeugmaschine

(57) Die Werkzeugmaschine weist einen vertikalen Ständer (14) auf, auf dem ein Kopfwechsler (19) zum Wechseln des an einem Kopfträger (16) angebrachten Werkzeugkopfes (17) montiert ist. Der Kopfwechsler (19) ist um eine vertikale Achse drehbar. Er trägt mindestens einen Kopfgreifer, der in der Wechsellposition den Werkzeugkopf (17) von oben ergreifen kann. Die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine ist aufwärts kompatibel, d. h. der für die Grundausrüstung benötigte Ständer ist von relativ einfachem Aufbau. Da die Grundeinheit mit geringen Kosten hergestellt werden kann, ist sie sowohl für einfache Maschinenversionen als auch für höhere Ausbaustufen gleichermaßen benutzbar. Fig. 1

Zur PS Nr. 244.933.....

ist eine Zeitschrift erschienen

(Korrigiert gemäß § 23 Abs. 2 Anordn.ü.d. Verfahren v.d. Patentamt)



Erfindungsanspruch:

1. Werkzeugmaschine mit einem vertikalen Ständer, einem an dem Ständer angebrachten Kopfträger für mindestens einen angetriebenen Werkzeugkopf und mit einem Kopfwechsler, der mindestens einen Kopfgreifer aufweist, welcher in eine zur Übernahme des an dem Kopfträger lösbar befestigten Werkzeugkopfes geeignete Wechsellage bewegbar ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Kopfwechsler (19) auf dem Ständer (14) auswechselbar montiert und um eine vertikale Achse drehbar ist, und daß der Kopfgreifer (22; 23) an dem Kopfwechsler (19) derart angebracht ist, daß er in der Wechsellage den Werkzeugkopf (17) von oben ergreift.
2. Werkzeugmaschine nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Höhe des Kopfwechslers (19) auf dem Ständer (14) fest ist und daß der Kopfträger (16) an einem relativ zu dem Kopfwechsler (19) vertikal bewegbaren Schlitten angebracht ist.
3. Werkzeugmaschine nach Punkte 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Kopfwechsler (19) mindestens ein Paar Kopfgreifer (22; 23; 33; 34) aufweist, die, bezogen auf die vertikale Drehachse des Kopfwechslers (19), um 180° versetzt zueinander angeordnet sind.
4. Werkzeugmaschine nach Punkt 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß dann, wenn sich der eine Kopfgreifer (22) des Paares in der Wechsellage befindet, der andere Kopfgreifer (23) in einer Übergabelage ist, und daß unter dem in der Übergabelage befindlichen Kopfgreifer (23) eine Ablagevorrichtung angeordnet ist.
5. Werkzeugmaschine nach Punkt 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Ablagevorrichtung einen ortsfesten Ablagetisch aufweist.
6. Werkzeugmaschine nach Punkt oder 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Ablagevorrichtung eine längs eines Regals verfahrbare Übergabevorrichtung aufweist, die zwischen der Übergabelage und zahlreichen verschiedenen Ablagepositionen bewegbar ist.
7. Werkzeugmaschine nach Punkt 4 oder 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Übergabevorrichtung ein horizontal bewegbaren Übergabetisch (26) aufweist.
8. Werkzeugmaschine nach einem der Punkte 1 bis 7, **gekennzeichnet dadurch**, daß jeder Werkzeugkopf (17; 17') an seiner Oberseite mindestens eine Aufnahmevorrichtung (24) aufweist, in die ein Greiforgan des Kopfgreifers (22; 23) einsteckbar und verriegelbar ist.
9. Werkzeugmaschine nach einem der Punkte 1 bis 8, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Kopfträger (16) an seiner dem Ständer (14) abgewandten Vorderseite eine Fangvorrichtung zum Ergreifen und Verriegeln des an dem in der Wechsellage befindlichen Kopfgreifer (22) hängenden Werkzeugkopfes (17) aufweist.
10. Werkzeugmaschine nach Punkt 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Kopfwechsler (19) mindestens zwei umfangmäßig verteilt angeordnete Paare von Kopfgreifern (22; 23; 33; 34) aufweist.
11. Werkzeugmaschine nach einem der Punkte 1 bis 10, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Kopfwechsler (19) als Rahmen ausgebildet ist, der über dem oberen Ende des Ständers (14) eine Öffnung (28) aufweist, durch den an dem Ständer befestigte Antriebseinrichtungen hindurchragen.
12. Werkzeugmaschine nach einem der Punkte 1 bis 11, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Kopfwechsler (19') ein um die Kopfwechsler-Drehachse separat drehbares Werkzeugmagazin (35) mit zahlreichen Öffnungen (36) enthält.
13. Werkzeugmaschine nach Punkt 12, **gekennzeichnet dadurch**, daß je mindestens einem Kopfgreifer (22; 23) ein Werkzeugwechsler (32) zugeordnet ist, der einen an dem Kopfwechsler um eine horizontale erste Achse (38) schwenkbaren Bügel (37) aufweist, an dem ein Greifarm (41) längs einer rechtwinklig zu der ersten Achse (38) verlaufenden zweiten Achse (40) bewegbar ist.
14. Werkzeugmaschine nach Punkt 13, **gekennzeichnet dadurch**, daß der rechtwinklig zu der zweiten Achse (40) verlaufende Greifarm (41) an jedem Ende eine Greifhand (42; 43) aufweist, und so lang ist, daß bei hochgeschwenktem Bügel (37) eine Greifhand ein im Werkzeugmagazin (35) enthaltenes Bearbeitungswerkzeug (18) greift und daß bei heruntergeschwenktem Bügel (37) eine Greifhand (43) ein im Werkzeugkopf steckendes Werkzeug (18b) ergreift.
15. Werkzeugmaschine nach Punkt 14, **gekennzeichnet dadurch**, daß jede Greifhand (42; 43) zwei synchron gesteuerte Greiffinger aufweist.
16. Werkzeugmaschine nach einem der Punkte 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Ständer (14) ein starres Gehäuse mit einer an der Vorderseite vorgesehenen, vertikalen Führungsleiste (15) für einen Schlitten aufweist.
17. Werkzeugmaschine nach Punkt 16, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Ständer (14) auf Führungsleisten (13) parallel zur Bearbeitungsachse bewegbar ist.
18. Werkzeugmaschine nach Punkt 17, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Ständer (14) auf einem horizontalen Schlitten (12) bewegbar ist, der quer zur Bearbeitungsachse auf einem Maschinenbett (10) geführt ist.
19. Werkzeugmaschine nach einem der Punkte 1 bis 18, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Kopfträger (16) eine thermostabile Aufhängung für die Werkzeugköpfe aufweist, die derart ausgebildet ist, daß die Werkzeugkopfachse bei thermischen Änderungen ihre Lage beibehält.
20. Werkzeugmaschine mit einem vertikalen Ständer, an dem ein mindestens ein angetriebenes Werkzeug tragender Werkzeugkopf angebracht ist, und mit einem Werkzeugwechsler, der mindestens einen Greifarm aufweist, welcher in eine zur Übernahme des an dem Werkzeugkopf lösbar befestigten Werkzeugs geeignete Wechsellage schwenkbar ist nach einem der Punkte 1 bis 19, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Werkzeugwechsler (32) einen Bügel (37) aufweist, der an einem auf dem Ständer (14) auswechselbar montierten Träger (20) um eine horizontale erste Achse (38) schwenkbar ist, und daß der Greifarm (41) längs einer rechtwinklig zu der ersten Achse (38) verlaufenden zweiten Achse (40) bewegbar ist.

Hierzu 7 Seiten Zeichnungen.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine mit einem vertikalen Ständer, einem an dem Ständer angebrachten Kopfträger für mindestens einen angetriebenen Werkzeugkopf und mit einem Kopfwechsler, der mindestens einen Kopfgreifer aufweist, welcher in eine zur Übernahme des an dem Kopfträger lösbar befestigten Werkzeugkopfes geeignete Wechsellage bewegbar ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannt sind Werkzeugmaschinen (DE-OS 33 28 230), die nach Art eines Baukastensystems aus unterschiedlichen Einheiten zusammengesetzt werden können, wobei der vertikale Ständer einen Kopfträger aufweist, an dem ein Werkzeugkopf auswechselbar befestigt werden kann. Der vertikale Ständer bzw. der Kopfträger enthalten Antriebseinrichtungen, an die der Werkzeugkopf, bei dem es sich um einen Spindelstock oder Bohrkopf handeln kann, angekuppelt wird, wenn der Werkzeugkopf an den Kopfträger angesetzt wird. Ein separates Werkzeugkopfmagazin enthält zahlreiche Werkzeugköpfe. Ein Kopfwechsler kann jeden der Werkzeugköpfe ergreifen und ihn dem Kopfträger des vertikalen Ständers zuführen. Der Kopfwechsler ist als separate Baueinheit zwischen dem Kopfmagazin und dem vertikalen Ständer der Werkzeugmaschine angeordnet. Das Kopfmagazin befindet sich auf der der Arbeitsposition des zu bearbeitenden Werkstücks abgewandten Rückseite des vertikalen Ständers. Es ist daher erforderlich, den vertikalen Ständer um seine vertikale Achse zu drehen, um einen Werkzeugkopf von der Arbeitsposition in die Wechsellage zu bringen. Bei dem bekannten Werkzeugmaschinensystem sind zwar unterschiedliche Ausbaustufen von einer einfachen Bearbeitungsmaschine bis hin zur 3-Achsen-Maschine mit automatischem Kopfwechsler und automatischem Werkzeugwechsler möglich, jedoch ist es bei diesem System erforderlich, daß der vertikale Ständer, der gewissermaßen das Grundmodul bildet, um seine vertikale Achse drehbar ist. Dies hat zur Folge, daß selbst bei der einfachsten Variante einer einachsigen Bearbeitungsmaschine ein um eine vertikale Achse drehbarer Ständer vorgesehen werden muß, bei dem die Drehbarkeit überhaupt nicht ausgenutzt wird. Die Drehbarkeit des Ständers wird erst in Verbindung mit dem automatischen Wechselsystem für Werkzeugköpfe relevant, also in einer höheren Ausbaustufe. Gleichwohl ist bereits bei niedrigen Ausbaustufen eine Drehmechanismus und entsprechender Antrieb im vertikalen Ständer erforderlich, was die Kosten erhöht.

Bekannt sind ferner Werkzeugmaschinen, die einen Kopfträger für zahlreiche polygonförmig angeordnete Werkzeugköpfe aufweisen, von denen jeder in Durchdrehung des Kopfträgers in eine Arbeitsposition geschwenkt werden kann. Der Kopfträger kann insgesamt ausgewechselt werden und es ist ferner möglich, an dem Kopfträger die Werkzeugköpfe einzeln auszuwechseln. Auch bei derartigen Werkzeugmaschinen wird ein um eine vertikale Achse drehbarer Ständer als Grundausrüstung benötigt. Schließlich ist ein Werkzeugwechselsystem bekannt (DE-OS 33 29 539), bei dem der vertikale Ständer, der einen Werkzeugkopf trägt, aus seiner Arbeitsstellung zurückbewegt werden kann. Im unteren Bereich des Ständers ist ein drehbarer Ring angeordnet, der mehrere Kopfgreifer trägt. Durch Drehung des Ringes um seine vertikale Achse kann der Werkzeugkopf in eine Ablageposition gebracht werden und durch weitere Drehung des Ringes kann ein anderer Werkzeugkopf an den Ständer angesetzt werden. Für den Werkzeugwechsel sind translatorische Bewegungen des Ständers und rotatorische Bewegungen des Ringes erforderlich. Außerdem müssen Hubbewegungen durchgeführt werden, um die Werkzeugköpfe an den Ständer anzukoppeln bzw. sie von diesem abzukoppeln zu können.

Die bekannten Werkzeugmaschinen mit auswechselbaren Werkzeugköpfen haben den Nachteil, daß zum Wechseln eines Werkzeugkopfes der vertikale Ständer gedreht oder translatorisch in eine Grundposition bewegt werden muß, so daß der Werkzeugkopf aus der Arbeitsposition in die Wechsellage gelangt. Hierzu ist die Beschleunigung und das Abbremsen großer Massen erforderlich. Außerdem muß anschließend an die Drehbewegung des vertikalen Ständers noch der Bewegungsablauf des Kopfwechslers durchgeführt werden. Diese Bewegungen erfordern viel Zeit, die für die Werkzeugbearbeitung verloren geht.

Andererseits besteht für Werkzeugmaschinen die Forderung eines flexiblen Einsatzes, d. h. es wird die Fähigkeit verlangt, daß die Werkzeugmaschine nach einer Programmsteuerung mit den verschiedensten Werkzeugköpfen oder Werkzeugen arbeiten kann, um unterschiedliche Bearbeitungsvorgänge durchzuführen. Der Begriff „Werkzeugkopf“ ist in diesem Zusammenhang allgemein zu verstehen. Er umfaßt jede Art von Werkzeugträgern mit feststehenden oder bewegbaren Werkzeugen und insbesondere auch Spindelstöcke und Bohrköpfe. Ein Werkzeugkopf kann beispielsweise auch als Mehrspindelkopf ausgebildet sein.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Gebrauchswerteigenschaften von Werkzeugmaschinen der gattungsgemäßen Art auf kostengünstige Weise zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Werkzeugmaschine der eingangs genannten Art zu schaffen, die bei einfachem Aufbau ihrer funktionswesentlichen Grundelemente ein schnelles Wechseln der Werkzeugköpfe ermöglicht.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht erfindungsgemäß darin, daß der Kopfwechsler auf dem Ständer auswechselbar montiert und um eine vertikale Achse drehbar ist und daß der Kopfgreifer an dem Kopfwechsler derart angebracht ist, daß er in der Wechsellage den Werkzeugkopf von oben ergreift.

Vorteilhaft ist es, wenn die Höhe des Kopfwechslers auf dem Ständer fest ist und daß der Kopfträger an einem relativ zu dem Kopfwechsler vertikal bewegbaren Schlitten angebracht ist. Ebenso ist es vorteilhaft, wenn der Kopfwechsler mindestens ein Paar Kopfgreifer aufweist, die, bezogen auf die vertikale Drehachse des Kopfwechslers, um 180° versetzt zueinander angeordnet sind. Vorteilhaft ist es auch, daß dann, wenn sich der eine Kopfgreifer des Paares in der Wechsellage befindet, der andere

Kopfgreifer in einer Übergabeposition ist, und daß unter dem in der Übergabeposition befindlichen Kopfgreifer eine Ablagevorrichtung angeordnet ist. Weiterhin ist vorteilhaft, daß die Ablagevorrichtung einen ortsfesten Ablagetisch aufweist. Ebenso ist vorteilhaft, daß die Ablagevorrichtung eine längs eines Regals verfahrbare Übergabevorrichtung aufweist, die zwischen der Übergabeposition und zahlreichen verschiedenen Ablagepositionen bewegbar ist. Vorteilhafterweise sollte die Übergabevorrichtung ein horizontal bewegbaren Übergabetisch aufweisen. Darüber hinaus ist vorteilhaft, wenn jeder Werkzeugkopf an seiner Oberseite mindestens eine Aufnahmevorrichtung aufweist, in die ein Greiforgan des Kopfgreifers einsteckbar und verriegelbar ist. Weiterhin ist vorteilhaft, wenn der Kopfträger an seiner dem Ständer abgewandten Vorderseite eine Fangvorrichtung zum Ergreifen und Verriegeln des an dem in der Wechsellageposition befindlichen Kopfgreifer hängenden Werkzeugkopfes aufweist. Vorteilhafterweise sollte der Kopfwechsler mindestens zwei umfangmäßig verteilt angeordnete Paare von Kopfgreifern aufweisen. Auch vorteilhaft ist es, wenn der Kopfwechsler als Rahmen ausgebildet ist, der über dem oberen Ende des Ständers eine Öffnung aufweist, durch den an dem Ständer befestigte Antriebseinrichtungen hindurchragen. Ebenso ist vorteilhaft, wenn der Kopfwechsler ein um die Kopfwechsler-Drehachse separat drehbares Werkzeugmagazin mit zahlreichen Öffnungen enthält. Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß je mindestens einem Kopfgreifer ein Werkzeugwechsler zugeordnet ist, der einen an dem Kopfwechsler um eine horizontale erste Achse schwenkbaren Bügel aufweist, an dem ein Greifarm längs einer rechtwinklig zu der ersten Achse verlaufenden zweiten Achse bewegbar ist. Nach einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, daß der rechtwinklig zu der zweiten Achse verlaufende Greifarm an jedem Ende eine Greifhand aufweist, und so lang ist, daß bei hochgeschwenktem Bügel eine Greifhand ein im Werkzeugmagazin enthaltenes Bearbeitungswerkzeug greift und daß bei heruntergeschwenktem Bügel eine Greifhand ein im Werkzeugkopf steckendes Werkzeug ergreift. Vorteilhafterweise sollte jede Greifhand zwei synchron gesteuerte Greiffinger aufweisen. Es ist auch vorgesehen, daß der Ständer ein starres Gehäuse mit einer an der Vorderseite vorgesehenen, vertikalen Führungsleiste für einen Schlitten aufweist. Ebenso ist vorteilhaft, wenn der Ständer auf Führungsleisten parallel zur Bearbeitungsachse bewegbar ist. Weiterhin ist vorteilhaft, daß der Ständer auf einem horizontalen Schlitten bewegbar ist, der quer zur Bearbeitungsachse auf einem Maschinenbett geführt ist. Darüber hinaus ist vorteilhaft, daß der Kopfträger eine thermostabile Aufhängung für die Werkzeugköpfe aufweist, die derart ausgebildet ist, daß die Werkzeugkopfachse bei thermischen Änderungen ihre Lage beibehält. Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß der Werkzeugwechsler einen Bügel aufweist, der an einem auf dem Ständer auswechselbar montierten Träger um eine horizontale erste Achse schwenkbar ist, und daß der Greifarm längs einer rechtwinklig zu der ersten Achse verlaufenden zweiten Achse bewegbar ist.

Bei der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine besteht die Grundeinheit aus einem vertikalen Ständer, der nicht um seine Vertikalachse drehbar sein muß. Dieser Ständer trägt einerseits mindestens einen Werkzeugkopf und er ist andererseits mit dem Kopfwechsler ausrüstbar, der sich um die Vertikalachse des Ständers drehen kann. Die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine ist vorzugsweise Bestandteil eines Systems, das sich aus unterschiedlichen Komponenten wahlweise zusammensetzen und ausbauen läßt. Die Grundeinheit dieses Systems bildet der vertikale Ständer, der im einfachsten Fall nur einen einzigen Kopfträger und einen einzigen Werkzeugkopf aufweist. Dieser vertikale Ständer kann z. B. in einer 3-Achsen-Maschine als in Z-Richtung verfahrbarer Schlitten benutzt werden. Ebenso kann der Kopfträger an dem vertikalen Ständer in senkrechter Richtung verfahrbar sein. Die Besonderheit des erfindungsgemäßen Konzeptes besteht darin, daß die Grundeinheit, die sowohl bei den einfachen als auch bei den höheren Ausbaustufen Verwendung findet, ein nicht-drehbarer vertikaler Ständer oder Träger für den Kopfwechsler ist, der von einfachem Aufbau ist. Da die Grundeinheit (der vertikale Ständer) unkompliziert und mit geringen Kosten hergestellt werden kann, muß ein Anwender, der lediglich die Grundeinheit (ohne Wechselmechanismus für den Werkzeugkopf) einsetzen will, nicht eine Maschine erwerben, die zusätzliche Fähigkeiten aufweist, die jedoch nur bei höheren Ausbaustufen benötigt werden.

Ein besonderer Vorteil besteht ferner in dem einfachen Bewegungsablauf beim Wechseln der Werkzeugköpfe. Hierzu wird lediglich der Kopfwechsler gedreht, der an dem vertikalen Ständer angebracht ist. Der Ständer braucht zum Wechseln nicht translatorisch bewegt zu werden, mit Ausnahme der kurzen Bewegungen, die evtl. erforderlich sind, um das Werkzeug bzw. den Werkzeugkopf aus dem Kollisionsbereich des Werkstückes herauszubringen. Der Kopfwechsler hat eine relativ geringe Masse und kann daher leicht beschleunigt und abgebremst werden, um den Kopfgreifer in die Wechsellageposition zu bringen, in der er einen dem Kopfträger befestigten Werkzeugkopf übernehmen oder einen anderen Werkzeugkopf an den Kopfträger ansetzen kann. Die Antriebseinrichtungen für die Werkzeugköpfe befinden sich in dem nicht-drehbaren Ständer, auf dem der Kopfwechsler drehbar gelagert ist. Für das Wechseln eines Werkzeugkopfes wird keine separate Wechselmaschine, die neben oder hinter der Werkzeugmaschine angeordnet sein müßte, benötigt, sondern der Wechsler ist an dem vertikalen Ständer direkt angebracht ohne daß er zusätzlichen Platz erfordern würde.

Bei der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine ermöglicht es der Kopfwechsler, einen Werkzeugkopf in die Wechsellageposition zu bringen und gleichzeitig einen anderen Werkzeugkopf an der der Arbeitsseite abgewandten Rückseite des Ständers abzulegen oder ihn dort an ein rechnergesteuertes Magazin zu übergeben. Die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine zeichnet sich durch hohe Flexibilität und schnelle Wechselvorgänge aus. Die zum Wechseln eines Werkzeugkopfes zu beschleunigenden Massen sind jeweils äußerst gering. Den Zerspanungsaufgaben entsprechend können optimal angepaßte Werkzeugköpfe eingesetzt werden, z. B. Einspindelköpfe, Mehrspindelköpfe, Motorspindeln, Spindelköpfe für hohe Drehzahlen, Fräsköpfe, Plandrehköpfe, Feinbearbeitungsköpfe mit und ohne Stahlnachstellung, Maßköpfe, hydraulisch gelagerte Spindelstöcke usw. Auch der Einsatz von Spindelstöcken zur Aufnahme von rotierenden Werkstücken ist möglich.

Häufig besteht die Notwendigkeit, an einem Werkzeugkopf ein oder mehrere Werkzeuge auszuwechseln. Hierzu gibt es im Stand der Technik eine Reihe von Werkzeugwechselsystemen, die imstande sind, ein Werkzeug aus dem Werkzeugkopf herauszunehmen und ein anderes Werkzeug in den Werkzeugkopf einzusetzen. Die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine kann (mit oder ohne Kopfwechsler) mit einem Werkzeugwechsler ausgestattet sein. Der Werkzeugwechsler weist einen Halter auf, der an einem auf dem Ständer auswechselbar montierten Träger um eine horizontale erste Achse schwenkbar ist; der Greifarm des Werkzeugwechslers ist längs einer rechtwinklig zu der ersten Achse verlaufenden zweiten Achse bewegbar. Das Werkzeug wird aus dem Werkzeugkopf horizontal herausgezogen und vertikal in das Werkzeugmagazin hineingesteckt. Das Werkzeugmagazin benötigt keine klappbaren Werkzeugkassetten. Besonders vorteilhaft ist, daß bei einem Werkzeugwechsel der Werkzeugkopf nur für kurze Zeit von dem Werkstück entfernt werden muß und daß der zum Wechseln erforderliche Werkstückabstand so klein wie möglich gehalten werden kann. Das Werkzeug braucht nur aus dem Kollisionsbereich herausgefahren zu werden.

Der Werkzeugwechsler kann anstelle des Kopfwechslers auf dem vertikalen Ständer der Werkzeugmaschine angeordnet werden oder auch zusätzlich zu dem Kopfwechsler.

Alternativ ist die Anbringung des Werkzeugwechslers, sowie des Werkzeugmagazins auch seitlich rechts oder links am Ständer möglich. Bei vorhandenem Kopfwechsler besteht die Möglichkeit den Werkzeugwechsel in der rückwärtigen Position mit einem Handhabungsgerät durchzuführen. Ebenso können Werkzeuge mit dem Handhabungsgerät aus dem Magazin ausgetauscht werden.

Ausführungsbeispiel

Die erfindungsgemäße Lösung soll nachfolgend in mehreren Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

- Fig. 1: eine perspektivische Ansicht einer flexiblen Fertigungslinie aus mehreren Werkzeugmaschinen;
 Fig. 2 bis 4: perspektivische Darstellungen verschiedener Ausführungsformen des Kopfwechslers mit zusätzlichem Werkzeugwechsler;
 Fig. 5 bis 10: verschiedene Ausbaustufen des Werkzeugmaschinensystems unter Verwendung der gleichen Grundeinheit, jeweils ohne und mit Wechsler;
 Fig. 11: eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der Ablagevorrichtung und
 Fig. 12: eine weitere Ausführungsform der Ablagevorrichtung.

In Fig. 1 sind mehrere entlang einer Bearbeitungslinie angeordnete Werkzeugmaschinen dargestellt. Die numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen weisen jeweils ein Maschinenbett 10 auf, welches das Basisteil der Werkzeugmaschine bildet. Das Maschinenbett 10 ist mit Führungsleisten 11 versehen, die in X-Richtung verlaufen. Auf den Führungsleisten 11 ist der horizontale Schlitten 12 in X-Richtung verfahrbar. Der Schlitten 12 weist seinerseits Führungsleisten 13 auf, die in Z-Richtung verlaufen. Die Z-Richtung bezeichnet die Richtung auf das (nicht dargestellte) Werkstück zu.

Auf den Führungsleisten 13 ist der vertikale Ständer 14 geführt. Der Ständer 14 weist Führungsleisten 15 auf, an denen der Kopfträger 16 in vertikaler Richtung (in Richtung der Y-Achse) bewegbar ist. Der Kopfträger 16 ist ein Schlitten, dessen Vorderseite dem Werkstück zugewandt ist und einen auswechselbaren Werkzeugkopf 17 trägt. Der Werkzeugkopf 17 ist beispielsweise ein Spindelstock der ein oder mehrere Bearbeitungswerkzeuge 18 aufnehmen kann. Der Kopfträger 16 ist mit einer Fangvorrichtung zum Ergreifen, Positionieren und Verriegeln des Werkzeugkopfes 17 versehen. Außerdem enthält der Kopfträger eine Kupplungsmechanismus zum Übertragen der Antriebskraft von einer im Innern des Ständers 14 befindlichen (nicht dargestellten) Antriebswelle auf den Werkzeugkopf 17.

Der Kopfwechsler 19 zum Wechseln des Werkzeugkopfes 17 besteht aus einem horizontalen Träger 20, der am oberen Ende des Ständers 14 gelagert ist und um eine vertikale Achse gedreht werden kann. Der Antrieb des Kopfwechslers 19 erfolgt über einen am Ständer 14 befestigten Motor 21, der beispielsweise ein Ritzel antreibt, das in einen Zahnkranz des Trägers 20 eingreift. Von zwei diametralen Stellen des Trägers 20 ragen Kopfgreifer 22 bzw. 23 nach unten. Jeder Kopfgreifer ist imstande, einen Werkzeugkopf 17 von oben her zu ergreifen. Der Werkzeugkopf 17 weist an seiner Oberseite eine Aufnahmevorrichtung 24 auf, in die ein Greiforgan des Kopfgreifers 22 einsteckbar ist. Das Greiforgan ist beispielsweise T-förmig und kann durch Drehen um seine vertikale Längsachse in der Aufnahmevorrichtung 24 verriegelt werden. Die Antriebseinrichtungen für den Verriegelungsmechanismus sind in dem Kopfgreifer 22 enthalten.

Wenn der Werkzeugkopf 17 von dem Kopfträger 16 entfernt werden soll, wird der Kopfträger 16 entlang der Y-Achse in eine Position gefahren in der der Werkzeugkopf 17 die für das Wechseln erforderliche Höhe hat. Der Kopfgreifer 22 befindet sich bereits, wie in Fig. 1 dargestellt, in der Wechsellage. Sobald der Werkzeugkopf 17 an den Kopfgreifer 22 herangefahren ist, wird er von dem Greiforgan des Kopfgreifers 22 erfaßt. Danach wird die Befestigung des Werkzeugkopfes am Kopfträger 16 gelöst, so daß der Werkzeugkopf 17 nunmehr nur noch an dem Kopfgreifer 22 hängt. Der Kopfträger 16 kann nun leer abgesenkt werden. Anschließend wird durch den Motor 21 der Kopfwechsler 19 um 180° gedreht, so daß nunmehr der Werkzeugkopf 17', der vorher in der Übergabeposition gestanden hatte (Fig. 1), in die Wechsellage gelangt. Nachdem der Kopfträger 16 hinter den Werkzeugkopf 17' gefahren ist, erfolgt die Verriegelung des Werkzeugkopfes am Kopfträger 16. Gleichzeitig wird die Antriebsverbindung für die Werkzeuge 18 hergestellt. Dann wird die Verriegelung des Kopfgreifers 22 gelöst, so daß der Kopfträger 16 zusammen mit dem Werkzeugkopf 17 entlang der Y-Achse verfahren und auf die benötigte Position eingestellt werden kann. Der sich nunmehr in der Ablageposition auf der Rückseite des Ständers 14 befindende Werkzeugkopf kann auf einer Ablagevorrichtung abgelegt werden. Diese Ablagevorrichtung ist im einfachsten Fall eine ortsfeste Platte, die mehrere Ablagepositionen aufweist. Durch entsprechendes Verfahren des Ständers 14 bzw. des Schlittens 12 kann der rückwärtige Kopfgreifer in jede der Ablagepositionen gebracht werden und einen Werkzeugkopf dort ablegen bzw. einen abgelegten Werkzeugkopf aufnehmen.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist eine andere Ablagevorrichtung vorhanden. Diese weist eine Übergabevorrichtung 25 mit einem horizontal und vertikal bewegbaren Übergabetisch 26 auf. Die Übergabevorrichtung 25 ist ein Schlitten, der entlang eines Regalsystems mittels Führungsleisten 27 parallel zu der Reihe von Werkzeugmaschinen verfahrbar ist. Der Übergabetisch 26 kann unter den in der Übergabeposition befindlichen Kopfträger einer jeden Werkzeugmaschine gefahren werden, um den betreffenden Werkzeugkopf aufzunehmen und in einem (nicht dargestellten) Regal abzulegen. Ferner kann der Übergabetisch 26 einen Werkzeugkopf 17 aus dem Regal entnehmen und ihn der Übergabeposition einer Werkzeugmaschine zuführen. Der betreffende Werkzeugkopf wird dann von dem Kopfgreifer 23 ergriffen und durch Drehen des Kopfwechslers 19 in die Wechsellage gebracht, in der der Werkzeugkopf in eine mit dem Kopfträger 16 kupplungsfähige Position gebracht wird. Mit der Übergabevorrichtung bzw. mit einem Handhabungsgerät können wahlweise auch Werkzeuge am rückwärtigen Werkzeugkopf und aus dem Magazin ein- und ausgewechselt werden und dem Regalsystem entnommen bzw. in ihm abgelegt werden.

Der Kopfwechsler 19 weist im Mittelbereich eine Öffnung 28 auf, durch die verschiedene Antriebseinrichtungen des Ständers 14 hindurchragen. Zu diesen Antriebseinrichtungen gehören ein Motor 29 für den Bewegungsantrieb des Kopfträgers 16 entlang der Y-Achse, ein Motor 30 für den Spindelantrieb des Werkzeugkopfes 17 sowie ein Hydraulikzylinder 31 für den

Die Bewegungen entlang aller drei Achsen Y, X und Z werden von (nicht dargestellten) Wegmeßsystemen erfaßt und einer numerischen Steuereinrichtung zugeführt, die den Ablauf der Verarbeitungs- und Wechselvorgänge steuert.

Bei den in Fig. 1 dargestellten Maschinen ist es möglich, die einzelnen Werkzeugköpfe automatisch zu wechseln und die ausgewechselten Werkzeugköpfe abzulegen. Fig. 2 zeigt einen Kopfwechsler 19', der zwei Paar von Kopfgreifern aufweist, wobei die Kopfgreifer 22; 23 des einen Paares jeweils mit einem Werkzeugwechsler 32 ausgestattet sind. Die beiden Kopfgreifer 22 und 23 liegen einander um 180° gegenüber und die Kopfgreifer 33 und 34 sind hierzu um 90° versetzt und liegen einander ebenfalls um 180° gegenüber. Der Kopfwechsler 19' weist an seiner Oberseite ein ringförmiges Werkzeugmagazin 35 auf, das aus einem drehbaren Ring oder einem umlaufenden Kettensystem bestehen kann. Das Werkzeugmagazin 35 ist mit zahlreichen vertikalen Öffnungen 36 zum Einstecken einzelner Werkzeuge versehen. Jede Öffnung 36 kann in eine Übergabeposition für den betreffenden Werkzeugwechsler 32 gebracht werden. Jeder Werkzeugwechsler 32 weist einen U-förmigen Bügel 37 auf, dessen Enden an dem zugehörigen Kopfgreifer 22 bzw. 23 angelenkt sind und der um eine horizontale Achse 38 schwenkbar ist. An dem Mittelteil des U-förmigen Bügels 37 ist ein Linearantrieb 39 befestigt, der entlang der rechtwinklig zur Achse 38 verlaufenden Achse 40 bewegbar ist, und den Greifarm 41 trägt. Außerdem ist der Greifarm 41 um die Achse 40 herum schwenkbar. Der Greifarm 41 weist zwei in entgegengesetzte Richtungen weisende Greifsysteme auf, an deren Enden sich jeweils eine Greifhand 42 bzw. 43 befindet. Jede Greifhand ist imstande ein Werkzeug 18b zu umgreifen und festzuhalten. Zu diesem Zweck weisen die Werkzeuge eine entsprechende Greifnut auf. Jede Greifhand ist mit zwei synchron gesteuerten Greiffingern versehen, die aus dem Greifarm 41 ausfahrbar sind, und sich beim Ausfahren aufeinander zu bewegen, um sich das Werkzeug 18a bzw. 18b herumschließen. Die Werkzeuge 18a und 18b haben in bekannter Weise Steilkegel-Kupplungen 44 und Fangbolzen 45 zur Befestigung und Verriegelung im Innern des Werkzeugkopfes 17.

In dem in Fig. 2 dargestellten Zustand wird das Werkzeug 18b von der Greifhand 43 aus dem Werkzeugkopf 17 herausgenommen, indem der Greifarm 41 durch Betätigung des Linearantriebs 39 in Richtung der Achse 40 bewegt wird. Wenn das Werkzeug 18b herausgezogen ist, wird der Greifarm 41 um die Achse 40 herumgeschwenkt, so daß das Werkzeug 18a sich vor der Öffnung des Werkzeugkopfes 17 befindet. Durch Einziehen des Linearantriebs 39 wird das Werkzeug 18a dann in den Werkzeugkopf 17 eingefahren und antriebsseitig gekuppelt und verriegelt. Nunmehr wird der Bügel 37 um die Achse 38 herum hochgeklappt und gleichzeitig wird der Linearantrieb 39 ausgefahren, so daß die eine Greifhand des Greifarmes 41 über die in der Übergabeposition befindliche Öffnung 36 des Werkzeugmagazins 35 gebracht wird. Durch entsprechende Betätigung des Linearantriebs 39 kann das Werkzeug dann in der Öffnung 36 versenkt werden. In der gleichen Weise wie die Ablage der Werkzeuge im Werkzeugmagazin 35 erfolgt, kann auch das Herausnehmen durchgeführt werden.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 ist den einzelnen Kopfgreifern 22 und 23 je ein Werkzeugwechsler 32 zugeordnet. Der Werkzeugwechsel kann also jeweils erfolgen, wenn der betreffende Werkzeugkopf 17 sich an einem der Kopfgreifer befindet. Dies hat den Vorteil, daß der Werkzeugwechsel beispielsweise an dem Werkzeugkopf 17' vorgenommen werden kann, der sich am rückwärtigen Ende der Maschine befindet und zur Zeit unbenutzt ist.

Es ist nicht erforderlich, daß die Werkzeugwechsler 32 gemäß Fig. 2 mit den Kopfgreifern 22 und 23 kombiniert sind. Vielmehr besteht auch die Möglichkeit, anstelle des Kopfwechslers 19' lediglich einen Träger 34 mit mindestens einem Werkzeugwechsler auf dem vertikalen Ständer 14 anzuordnen. In diesem Fall werden nicht die Werkzeugköpfe 17 bzw. 17' ausgewechselt, sondern nur die einzelnen Werkzeuge des entsprechenden Werkzeugkopfes.

Die Möglichkeit, zahlreiche Kopfgreifer 22; 23; 33; 34 vorzusehen hat den Vorteil, daß für bestimmte Bearbeitungsvorgänge unterschiedliche Werkzeugköpfe, die nacheinander zum Einsatz kommen, an dem Kopfträger angebracht werden können, und die sich durch unterschiedliche Werkzeugaufnahmen, Drehmomente, Drehzahlbereiche u. dgl. unterscheiden. Auf diese Weise lassen sich Werkzeugköpfe mit unterschiedlichen Spindelarten einsetzen, z. B. auch Werkzeugköpfe mit extrem schnellen oder langsamen Spindeln sowie mit speziellen Werkzeugaufnahmen für die Werkzeuge. Es können auch Duplex-Werkzeugwechsler benutzt werden, die zwei Werkzeuge gleichzeitig auswechseln.

Die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine dient vorzugsweise zur Bearbeitung feststehender Werkstücke. Alle Bewegungs- und Bearbeitungsvorgänge werden auf der Seite der Werkzeugmaschine durchgeführt und nicht vom Werkstück.

Der Kopfwechsler 19' von Fig. 3 unterscheidet sich von demjenigen der Fig. 2 lediglich dadurch, daß anstelle von vier Kopfgreifern nur zwei Kopfgreifer 22 und 23 vorgesehen sind, während die Kopfgreifer 33 und 34 des Ausführungsbeispiels nach Fig. 2 fortgelassen sind. An jedem der Kopfgreifer 22 und 23 ist ein Werkzeugwechsler 32 in der zuvor beschriebenen Weise angebracht. Außerdem ist ein auf dem Kopfwechsler 19' drehbares Werkzeugmagazin 35 vorgesehen, mit dem die Werkzeugwechsler 32 zusammenarbeiten. Dadurch, daß mehrere Werkzeugwechsler vorhanden sind, besteht die Möglichkeit, Werkzeuge mit unterschiedlichen Werkzeugaufnahmen zu verwenden, wobei jeder Werkzeugwechsler an eine andere Art von Werkzeugaufnahme angepaßt ist.

Der in Fig. 4 dargestellte Kopfwechsler 19' weist zahlreiche Kopfgreifer 22 auf, von denen jeder einen an ihm hängend zu befestigenden Werkzeugkopf 17 trägt. Der ringförmige Kopfwechsler 19' ist mit mehreren Kopfgreifern 22 ausgestattet, die sternförmig angeordnet sind.

Fig. 5 zeigt die einfachste Ausbaustufe des Werkzeugmaschinensystems. Bei der dargestellten Maschine ist der vertikale Ständer 14 entlang von Führungsleisten 51 auf einem Maschinenbett 50 in Richtung der Z-Achse verfahrbar. Bei dieser Maschine sind Verstellungen in Richtung der X-Achse und der Y-Achse nicht möglich. Der Werkzeugkopf 17 ist fest am Ständer 14 angebracht, der Ständer 14 ist der gleiche wie bei der 3-Achsen-Maschine der Fig. 1.

Die Werkzeugmaschine von Fig. 6 unterscheidet sich von derjenigen der Fig. 5 nur dadurch, daß zusätzlich auf dem Ständer 14 der Kopfwechsler 19 angebracht ist, und das der Werkzeugkopf 17 nicht unmittelbar am Ständer 14, sondern an dem vertikalen verfahrbaren Kopfträger 16 angebracht ist. Jeder Kopfgreifer 22; 23 des Kopfwechslers 19 kann einen Werkzeugkopf 17 bzw. 17' hängend tragen und diesen Werkzeugkopf entweder vor den Kopfträger 16 oder in die rückwärtige Position schwenken.

Fig. 7 zeigt die einfachste Ausbaustufe einer 2-Achsen-Maschine. Der Ständer 14 ist mit vertikalen Führungsleisten versehen, an denen der Kopfträger 16 in Y-Richtung, also vertikal, verfahren werden kann. Der Ständer 14 kann auf den Führungsleisten 51 des Maschinenbettes in Z-Richtung verfahren werden. Ein Kopfwechsler ist dabei nicht vorhanden.

Die Maschine der Fig. 8 gleicht derjenigen der Fig. 7, mit Ausnahme der Tatsache, daß auf dem oberen Ende des Ständers 14 ein Kopfwechsler 19 mit zwei Kopfgreifern 22; 23 drehbar angebracht ist. Beide Maschinen sind 2-Achsen-Maschinen.

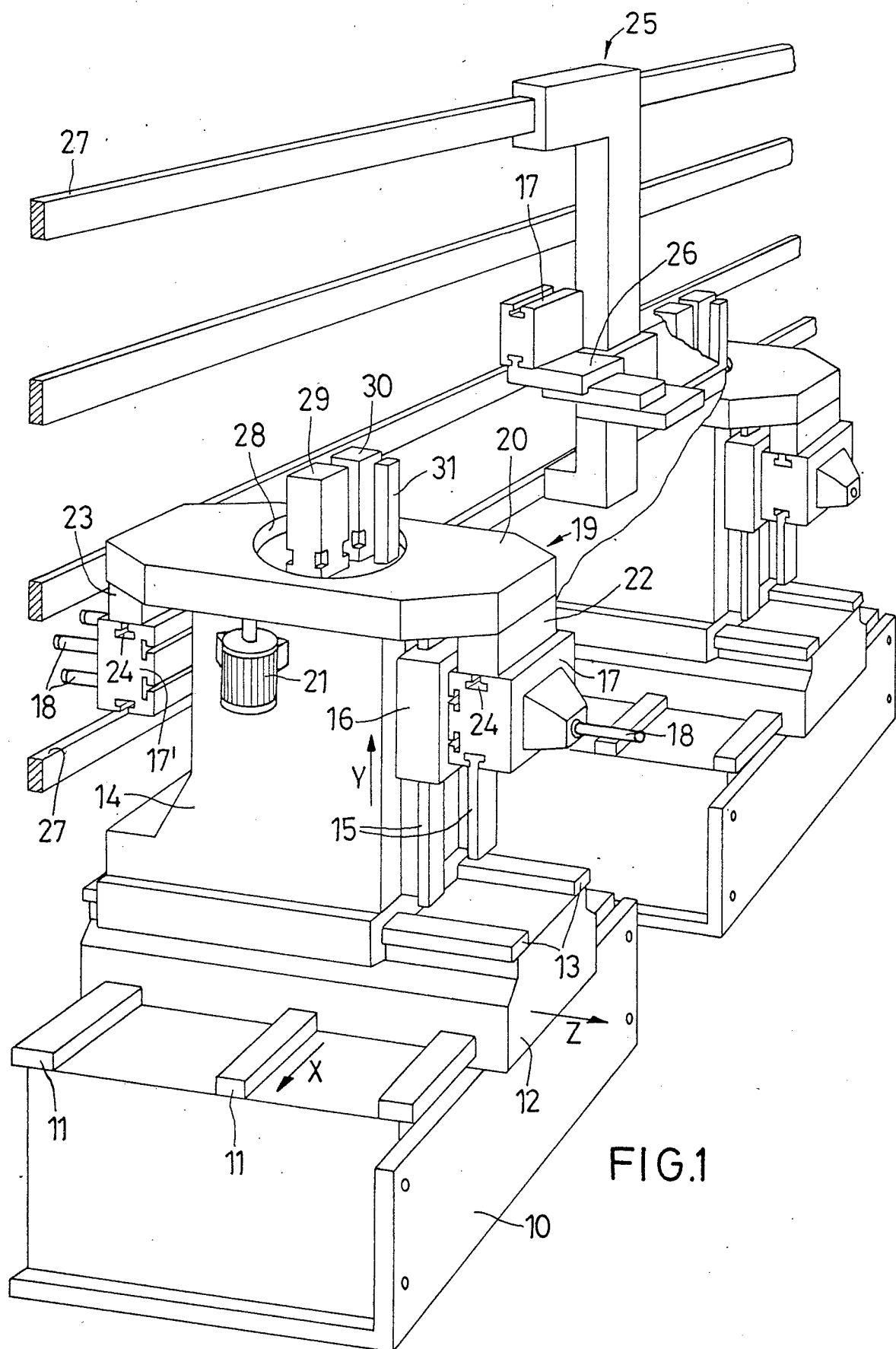
Auch die Maschinen nach Fig. 9 und 10 sind 2-Achsen-Maschinen unter Verwendung desselben Ständers 14. Bei diesen Maschinen ist der Werkzeugkopf 17 entlang der X-Achse und entlang der Z-Achse verschiebbar, jedoch nicht in Richtung der Y-Achse.

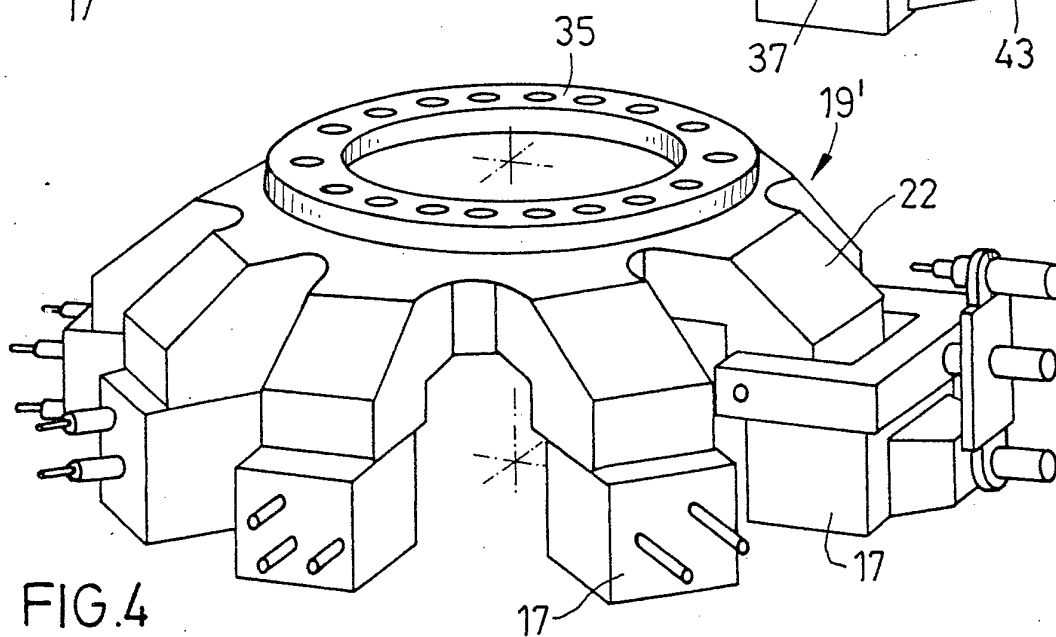
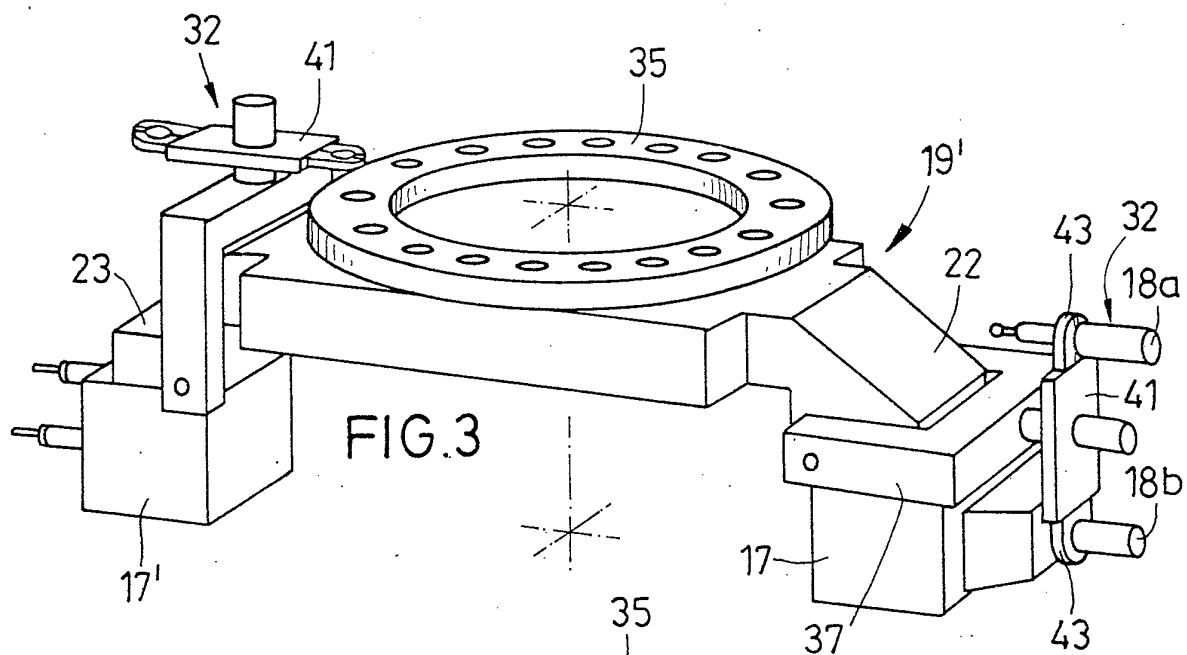
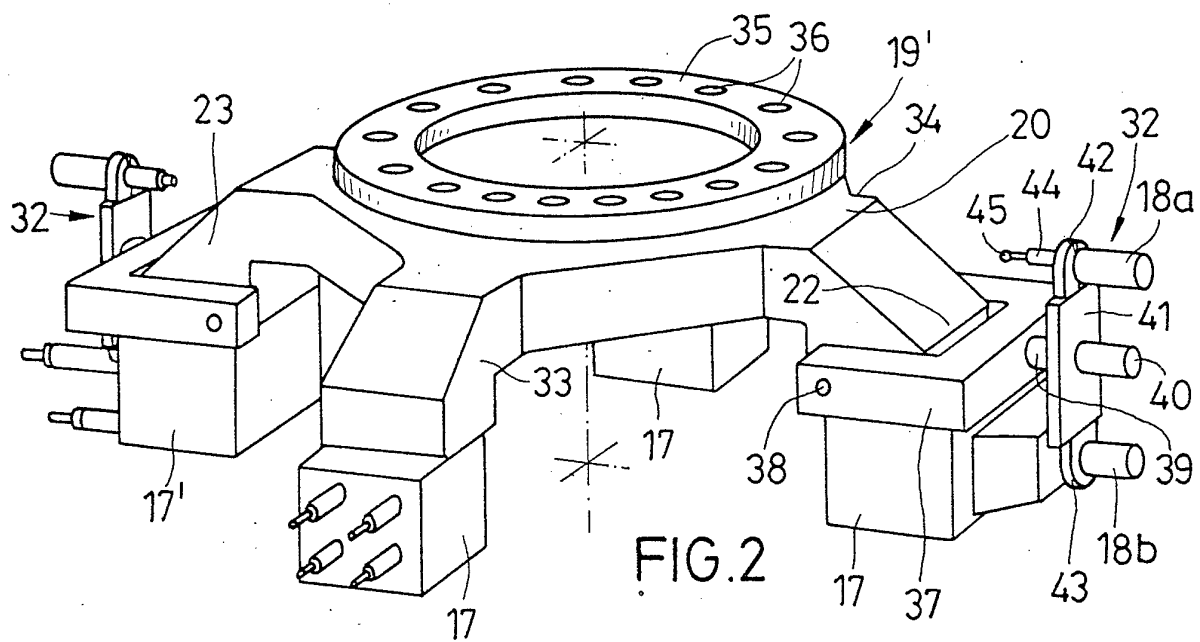
Gemäß Fig. 9 ist der Werkzeugkopf 17 am Ständer 14 fest angebracht. Auf dem Maschinenbett 10 ist der Schlitten 12 in X-Richtung verfahrbar und auf dem Schlitten 12 ist der Ständer 14 in Z-Richtung verfahrbar. Bei der Maschine von Fig. 10 ist zusätzlich auf dem Ständer 14 ein Kopfwechsler 19 angebracht und der Ständer 14 weist einen Kopfräger 16 auf, an den von einem der Kopfgreifer 22; 23 ein Werkzeugkopf 17 übergeben werden kann.

Aus den Fig. 5 bis 10 erkennt man, insbesondere in Verbindung mit Fig. 1, auf welche unterschiedliche Arten die Werkzeugmaschine unter Verwendung desselben Ständers, der nicht drehbar ist und eine extrem einfache Konstruktion aufweist, modifiziert werden kann, um unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden. Der Ständer 14 ist auch nicht in der Höhe verfahrbar.

Fig. 11 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer relativ einfachen Übergabevorrichtung 25, die in Verbindung mit der Werkzeugmaschine benutzbar ist, um Werkzeugköpfe 17' von dem Kopfgreifer 23, der sich nicht in der Arbeitsposition befindet, zu übernehmen und in eine Ablagevorrichtung zu übertragen. Die Übergabevorrichtung 25 weist parallele Führungsleisten 27 auf, an denen ein Schlitten 53 horizontal verfahrbar ist. Längs eines vertikalen Balkens des Schlittens 53 ist ein weiterer Schlitten 54 vertikal verfahrbar. Von diesem Schlitten 54 steht ein parallelogrammgeführter Schwenkarm 55 ab. An dem freien Ende dieses Schwenkarmes 55 ist ein parallelgeführter Kopfgreifer 56 befestigt, der den Werkzeugkopf 17' von oben her ergreifen kann, um ihn von dem Kopfgreifer 23 der Werkzeugmaschine abzunehmen. Der an dem Kopfgreifer 56 hängende Werkzeugkopf 17' kann mit Hilfe des Schlittens 53 in ein Regal abgelegt oder zu einer entfernt angeordneten Station gefahren werden. Der Schwenkarm 55 kann in Richtung des Pfeiles 57 in einer vertikalen Ebene quer zu den Führungsleisten um die Achse 58 herum verschwenkt werden.

Die in Fig. 12 dargestellte Übergabevorrichtung weist ebenfalls horizontale Führungsleisten 27 auf, an denen der Schlitten 53 horizontal verfahrbar geführt ist. Am Schlitten 53 ist ein weiterer Schlitten 54 vertikal verfahrbar geführt. Der Schlitten 54 weist eine Handhabungsvorrichtung 59 auf, die imstande ist, entweder einen Werkzeugkopf 17' oder ein Bearbeitungswerkzeug 18 von der Werkzeugmaschine abzunehmen und in das Regal 60 zu übertragen. In gleicher Weise kann die Übergabevorrichtung 25 Werkzeugköpfe oder Werkzeuge aus dem Regal 60 entnehmen und an die Werkzeugmaschine übertragen. Durch Computersteuerung werden die Speicherplätze, an denen die Werkzeuge bzw. Werkzeugköpfe abgelegt worden sind, gespeichert, so daß ein Werkzeug oder Werkzeugkopf bei Bedarf aus der Ablageposition entnommen und der Maschine zugeführt werden kann. Die Handhabungsvorrichtung 59 besteht bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel aus einem an dem Schlitten 54 um eine horizontale Achse schwenkbaren Arm 61 und einem an dem Arm 61 um eine weitere horizontale Achse schwenkbar angebrachten Kopfgreifer bzw. Werkzeuggreifern 62. Es ist auch möglich sowohl einen Kopfgreifer als auch einen Werkzeuggreifer vorzusehen und den jeweils benötigten Greifer durch Computersteuerung zum Einsatz zu bringen. Die Handhabungsvorrichtung 59 weist die nötigen Freiheitsgrade auf, um sämtliche erforderlichen Bewegungen in Richtung aller drei Achsen durchzuführen.





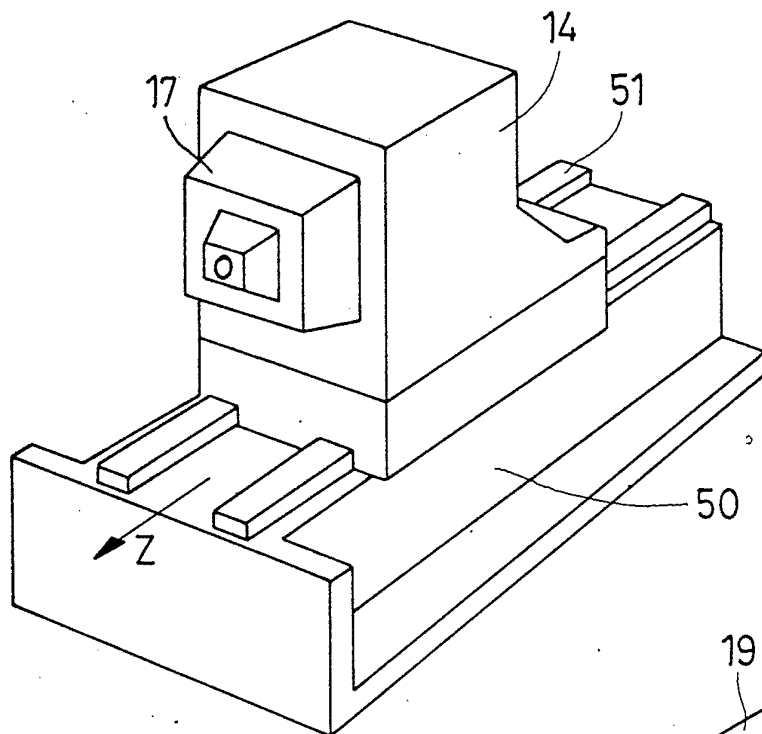


FIG. 5

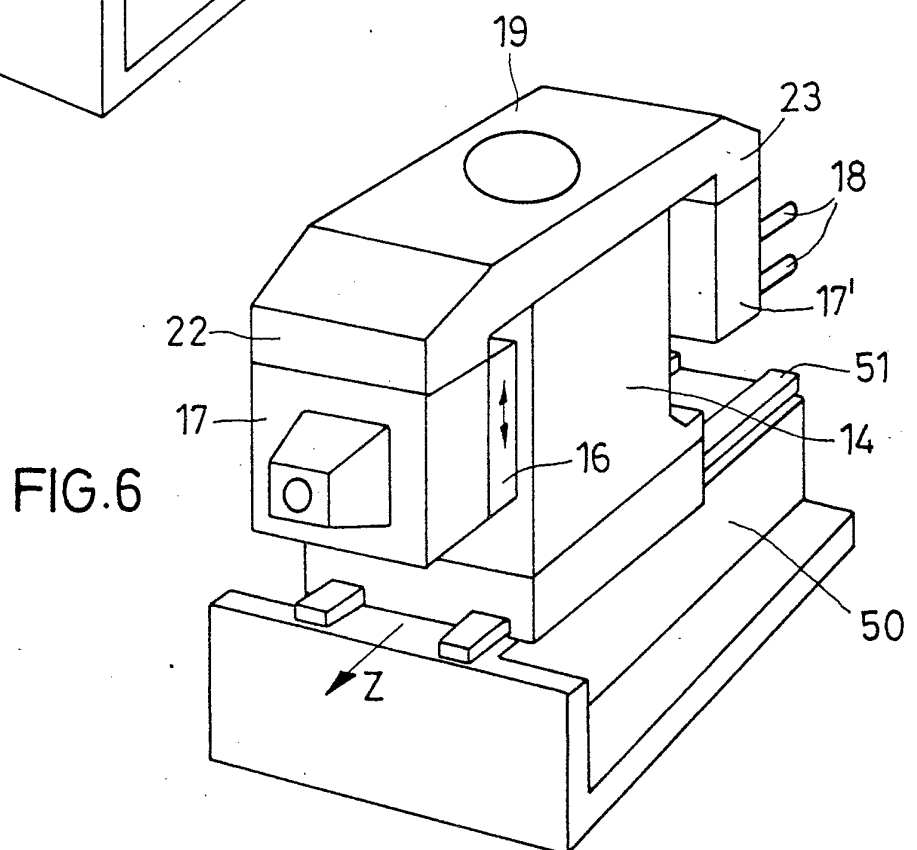
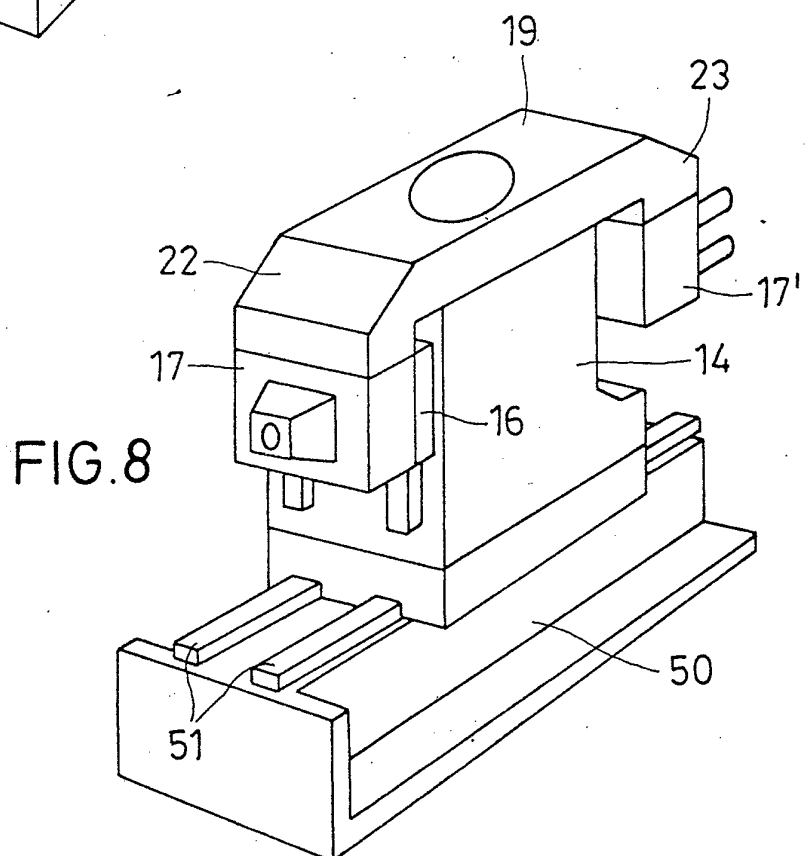
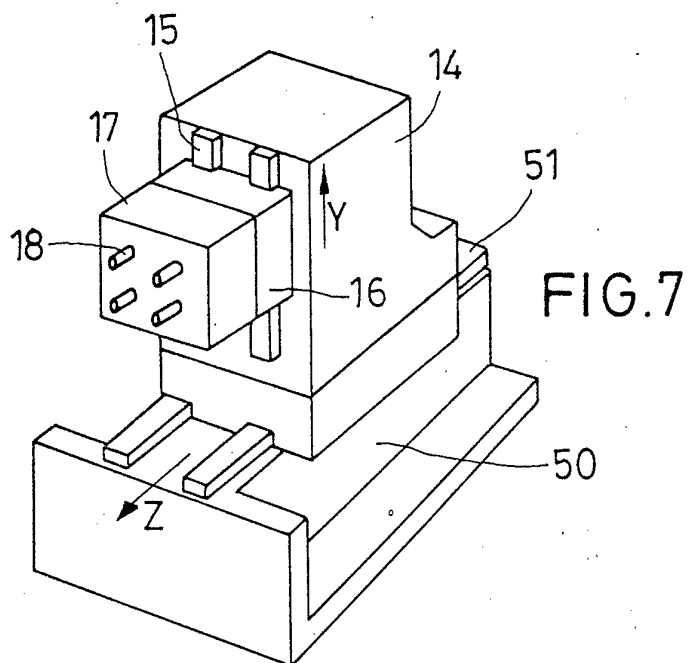
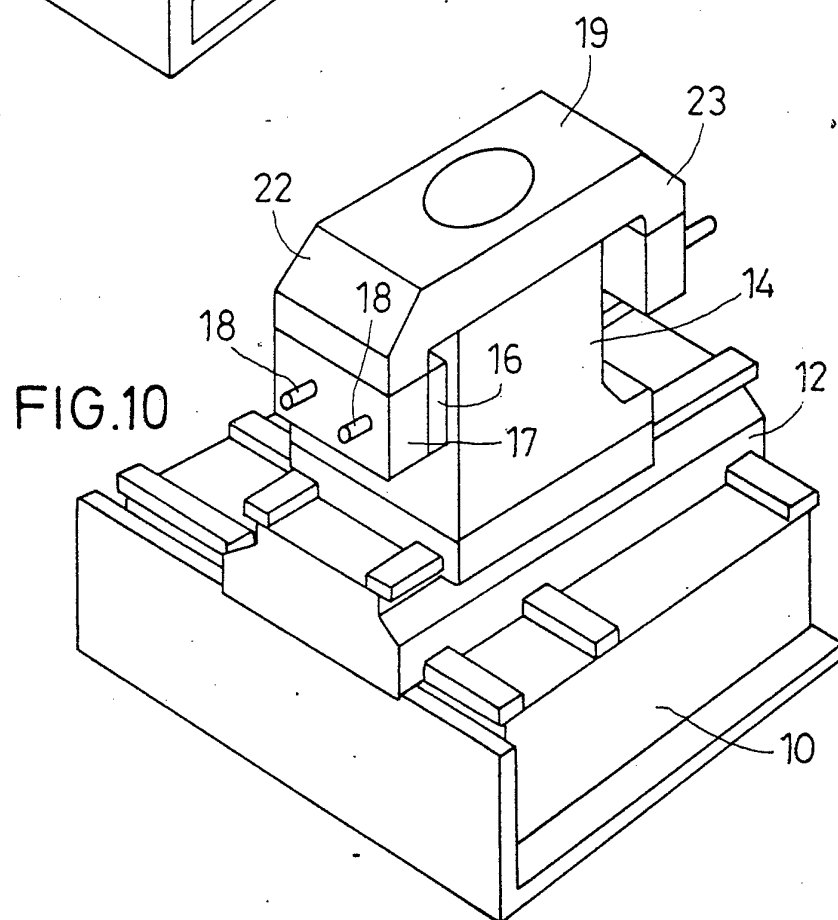
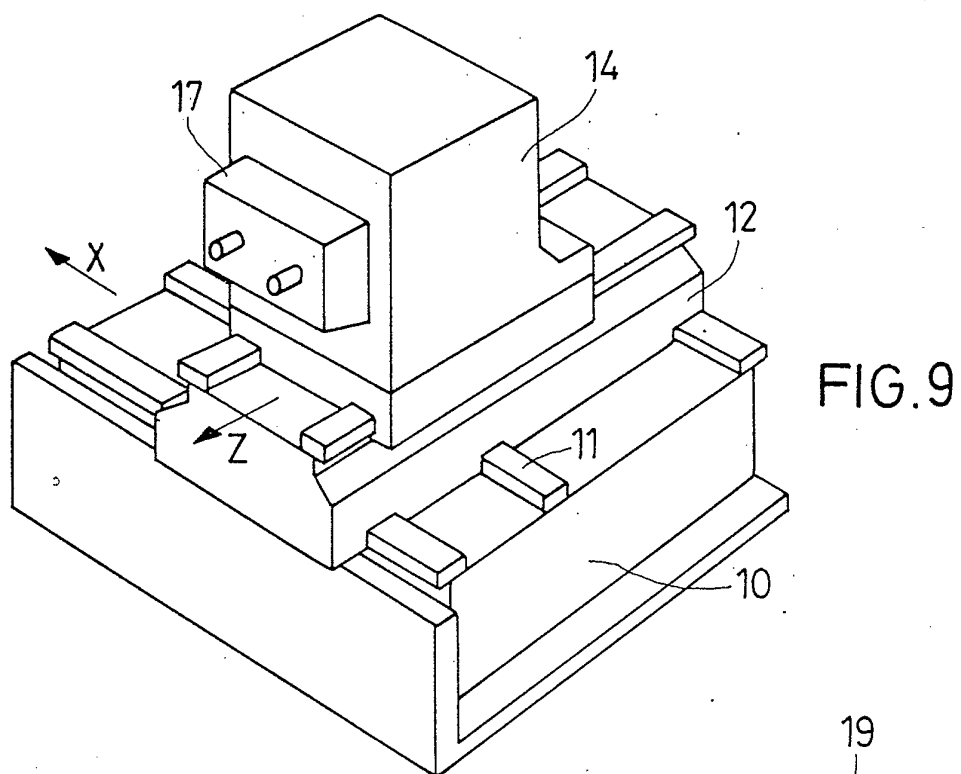


FIG. 6





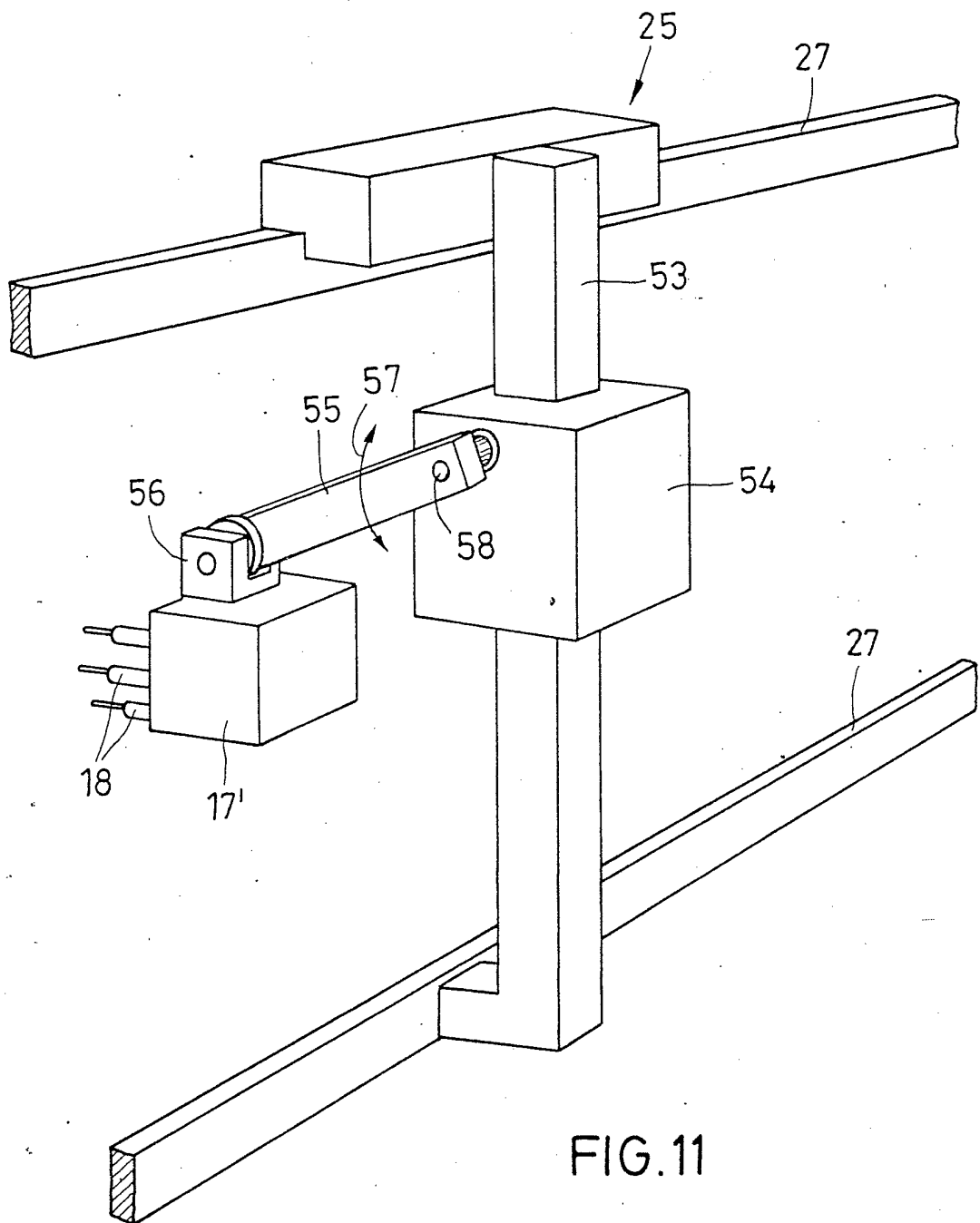


FIG.11

FIG.12

