

**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

**11 CH 694 269 A5**

**51** Int. Cl.<sup>7</sup>: **B 23 Q 039/04**  
**B 23 Q 041/02**

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

**12 PATENTSCHRIFT A5**



**21** Gesuchsnummer: 02338/99

**73** Inhaber:  
K.R. Pfiffner AG, Gewerbestrasse 14  
8800 Thalwil (CH)

**22** Anmeldungsdatum: 21.12.1999

**72** Erfinder:  
Pierre Piguet, Dubenrain 15  
4654 Lostorf (CH)

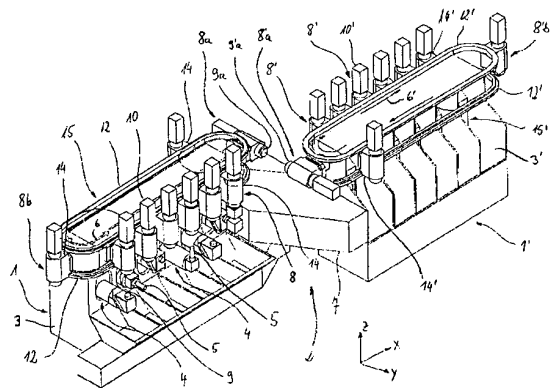
**24** Patent erteilt: 29.10.2004

**74** Vertreter:  
R. A. Egli & Co., Patentanwälte, Horneggstrasse 4  
8008 Zürich (CH)

**45** Patentschrift  
veröffentlicht: 29.10.2004

**54 Mehrspindel-Werkzeugmaschine.**

**57** Eine Mehrspindelwerkzeugmaschine zur gleichzeitigen Bearbeitung von mehreren Werkstücken in einer Maschine umfasst mehrere Werkzeugstationen (4), an denen jeweils wenigstens ein Werkzeug (5) anbringbar ist, mehrere Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8') und eine Antriebseinrichtung, wobei mit der Antriebseinrichtung zwischen den Werkzeugstationen (4) und den Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8') Relativbewegungen ausführbar sind. Die Relativbewegungen sind einerseits Taktbewegungen, wodurch Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8') vor unterschiedlichen Werkzeugstationen (4), bzw. Werkzeugstationen (4) vor unterschiedlichen Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8'), positionierbar sind und andererseits Bearbeitungsbewegungen, wodurch mit dem jeweiligen Werkzeug das jeweilige Werkstück (5) bearbeitbar ist. Die Antriebseinrichtung ist mit einem Motor versehen, der mit mehreren Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8') oder mit mehreren Werkzeugstationen (4) wirkverbunden ist und mit diesem Motor sind sowohl Takt- als auch Bearbeitungsbewegungen erzeugbar.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Mehrspindelwerkzeugmaschine, umfassend mehrere Werkzeugstationen, an denen jeweils wenigstens ein Werkzeug anbringbar ist, mehrere Werkstückhalteeinrichtungen, eine Antriebseinrichtung, wobei mit der Antriebseinrichtung zwischen den Werkzeugstationen und den Werkstückhalteeinrichtungen Relativbewegungen ausführbar sind, nämlich einerseits Taktbewegungen, wodurch Werkstückhalteeinrichtungen vor unterschiedlichen Werkzeugstationen, bzw. Werkzeugstationen vor unterschiedlichen Werkstückhalteeinrichtungen, positionierbar sind und andererseits Bearbeitungsbewegungen, wodurch mit dem jeweiligen Werkzeug das jeweilige Werkstück bearbeitbar ist.

Gattungsgemässe Werkzeugmaschinen werden in erster Linie dazu benutzt, gleichzeitig mehrere gleiche oder unterschiedliche Werkstücke in einer Maschine zu bearbeiten, um eine möglichst hohe Produktivität zu erreichen. Hierzu sind bereits mehrere grundsätzliche Maschinenkonzepte bekannt geworden.

So ist beispielsweise seit langem vorbekannt, in so genannten Rundtaktmaschinen Werkstückhalterungen auf einem taktbaren kreisrunden Schaltteller anzuordnen, um den Werkzeuge angeordnet sind. Die Werkstücke werden hier von einem zum jeweils nächsten Werkzeug getaktet und von dem jeweiligen Werkzeug bearbeitet, bis das Werkstück sämtliche vorgesehene Bearbeitungen durchlaufen hat. Ebenso ist es vorbekannt, in solchen Maschinen die Werkstücke in Spindeln oder Pinolen anzuordnen, welche die Werkstücke in Rotation versetzen. Bei diesem Maschinenkonzept ist jedoch nachteilig, dass üblicherweise jede Spindel mit einem eigenen Antriebsmotor versehen ist und die Taktung durch einen weiteren Motor erfolgt.

Es ist des Weiteren vorbekannt, in so genannten Transferstrassen mehrere Bearbeitungsstationen hintereinander anzuordnen und die Werkstücke, beispielsweise auf als Paletten ausgebildeten Werkstückträgern, von einer zur nächsten Station zu transportieren. Auch bei diesem Konzept ist üblicherweise eine Vielzahl von Antriebsmotoren erforderlich. Ausserdem kann als nachteilig empfunden werden, dass sämtliche Bearbeitungsbewegungen von den Werkzeugen ausgeführt werden müssen, was deren Antriebseinheit sehr aufwändig werden lässt. Schliesslich kann auch nicht zufrieden stellen, dass bei Transferstrassen üblicherweise nach der letzten Bearbeitungsstation und nach dem Entladen der Werkstücke von den Werkstückträgern, üblicherweise Letztgenannte, manuell zur ersten Werkzeugstation der Transferstrasse transportiert werden und zuvor neu beschickt werden muss.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zu Grunde, eine konstruktiv weniger aufwändige gattungsgemässe Werkzeugmaschine zu schaffen.

Diese Aufgabe wird bei einer eingangs genannten Maschine erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die Antriebseinrichtung mit einem Motor versehen ist, der mit mehreren Werkstückhalteeinrichtungen oder mit mehreren Werkzeugstationen wirkverbunden ist und mit diesem Motor sowohl Takt- als auch Bearbeitungsbewegungen erzeugbar sind. Bei erfindungsgemässen Werkzeugmaschinen ist somit eine erheb-

liche Reduzierung von einzelnen unabhängigen Antriebseinheiten möglich. Dieser erfindungsgemässe Vorteil kommt umso stärker zum Tragen, je mehr Werkzeugstationen bzw. Werkstückhalteeinrichtungen die Werkzeugmaschine aufweist. Es ist deshalb bevorzugt, wenn sämtliche Baugruppen der Maschine oder Baugruppen von einem selbstständigen Modul der Maschine, die Taktbewegungen ausführen, hierzu nur von dem einen Motor angetrieben werden. Im Zusammenhang mit der Erfindung können grundsätzlich die Werkzeugstationen als auch die Werkstückhalteeinrichtungen getaktet werden.

Bei erfindungsgemässen Maschinen kann insbesondere vorgesehen sein, dass eine Taktbewegung der Werkstückhalteeinrichtungen vor die jeweiligen Werkzeugstationen, welche beispielsweise entlang einer translatorischen X-Achse erfolgen, und eine nachfolgende Genaupositionierung vor und/oder eine Zustellbewegung der Werkstücke an die jeweiligen Werkzeugstationen durch den gleichen Motor erzeugt werden. Dies hat den Vorteil, dass – anders als bisher üblich – bei der Taktbewegung keine hohe Indexgenauigkeit erzielt werden muss. Die Genaupositionierung erfolgt erst nach der Taktung – beispielsweise zeitgleich mit der Zustellung des Werkzeuges. Dies kann dazu beitragen, die für die Bearbeitung eines Werkstückes in der Maschine erforderliche Zeit zu reduzieren. Trotz des konstruktiv einfacheren Aufbaus kann somit die Produktivität der Maschine erhöht werden.

Eine konstruktiv besonders einfache und bezüglich Beschleunigungen, erzielbaren Geschwindigkeiten und Positioniergenauigkeiten günstige Lösung lässt sich erfindungsgemäss mit elektrischen Linearmotoren realisieren. Bei diesen Motoren kann der Stator entlang jener Bahn verlaufen, entlang der die Taktbewegung erfolgt. Auf einem Stator eines solchen Motors lässt sich prinzipiell eine nahezu beliebige Anzahl an «Rotoren» anordnen. Unter Rotor ist in diesem Zusammenhang selbstverständlich nicht zwingend ein tatsächlich rotierendes Bauteil zu verstehen, sondern grundsätzlich ein Antriebsbauteil, welches gegenüber dem Stator die motorische Bewegung ausführt. Bei erfindungsgemässen Vorrichtungen führen die «Rotoren» in der Regel im Wesentlichen translatorische Bewegungen entlang einer Geraden oder entlang gekrümmter Kurven aus, wobei der Krümmungsmittelpunkt einer solchen Bahn des Rotors ausserhalb des Rotors liegt. Ein solcher Motor wird beispielsweise von dem Unternehmen Siemens angeboten.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zumindest mehrere, vorzugsweise sämtliche, Werkstückhalteeinrichtungen mit Werkstückspindeln, vorzugsweise hängenden Werkstückspindeln, versehen sind, in denen Werkstücke in Rotation versetzt werden können. Dies ermöglicht mit erfindungsgemässen Werkzeugmaschinen ein breites Spektrum an spannenden Bearbeitungsverfahren durchzuführen, wie beispielsweise Drehen, Bohren und Fräsen. Eine solche Maschine eignet sich insbesondere für die Bearbeitung von rotationssymmetrischen Teilen.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Erfindung wird anhand der in den Figuren schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Werkzeugmaschinenanordnung mit zwei erfindungsgemässen Werkzeugmaschinen;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht von hinten einer erfindungsgemässen Werkzeugmaschine aus Fig. 1;

Fig. 3 eine Rückseitenansicht eines Gestells einer erfindungsgemässen Werkzeugmaschine in einer perspektivischen Darstellung;

Fig. 4 Werkstückhalteeinrichtungen und Werkzeugstationen einer weiteren erfindungsgemässen Ausführungsform in einer Teil-Vorderansicht.

In Fig. 1 ist eine aus zwei im Wesentlichen gleichen erfindungsgemässen Werkzeugmaschinen 1, 1' zusammengesetzte Werkzeugmaschinenanordnung 2 gezeigt. Jede Werkzeugmaschine 1, 1' ist mit einem thermostabilen Gestell 3, 3' (vgl. auch Fig. 3) versehen, dessen Länge ein Vielfaches seiner Breite beträgt. Die beiden Werkzeugmaschinen 1, 1' sind über ein Brückenteil 7 miteinander verbunden. An den beiden thermostabilen Gestellen 3, 3' sind mehrere Werkzeugstationen 4 vorgesehen, wobei jeder Werkzeugstation eine Zelle des Gestells 3, 3' zugeordnet ist. Sämtliche Zellen der Gestelle 3, 3' sind im Wesentlichen gleich aufgebaut, wodurch die Herstellung erfindungsgemässer Werkzeugmaschinen erheblich vereinfacht wird. Die Werkzeugstationen sind jeweils in einer parallel zu einer X-Achse eines kartesischen Koordinatensystems und damit horizontal verlaufenden Reihe angeordnet. Die beiden Werkzeugstationen-Reihen der beiden Werkzeugmaschinen 1, 1' sind zueinander versetzt, aber parallel ausgerichtet. An jeder Werkzeugstation 4 kann zumindest ein spanendes Bearbeitungswerkzeug 5, wie beispielsweise ein Bohrer, Fräser oder ein Drehwerkzeug, angeordnet sein. Selbstverständlich können an Werkzeugstationen 4 auch mehrere Werkzeuge 5, die gleichzeitig oder nacheinander eingesetzt werden, vorgesehen sein. In dem dargestellten einen möglichen Ausführungsbeispiel sind die ansonsten stationär angeordneten Werkzeuge 5 in ihrer Werkzeugstation 4 in einer Y-Richtung verfahrbar, die quer zur Taktrichtung 6, 6' verläuft, die wiederum parallel zur X-Achse ausgerichtet ist. Die Länge der möglichen Fahrwege in Y-Richtung sind relativ gering und dienen nur zur Ausführung von Vorschubbewegungen des Werkzeuges 5 während eines Bearbeitungsvorganges sowie zur Zustellung des Werkzeuges 5 von einer neutralen Position zum Werkstück und wieder zurück.

Die Werkzeugmaschinenanordnung 2 weist ferner zwei ebenfalls auf die beiden Werkzeugmaschinen 1, 1' verteilte, parallel zur X-Achse verlaufende, Reihen von Werkstückhalteeinrichtungen 8, 8' auf. Jede Reihe der Werkstückhalteeinrichtungen 8, 8' ist jeweils vor einer Reihe der Werkzeugstationen 4 angeordnet. Die Werkstückhalteeinrichtungen 8, 8' sind in einer nachfolgend noch näher beschriebenen Art taktweise bewegbar, wobei jede Werkstückhalteeinrichtung 8, 8' in ihrer Reihe jeweils auf einer Position

unmittelbar vor einer Werkzeugstation 4 angeordnet werden kann.

Einige, vorzugsweise jede, der Werkstückhalteeinrichtung 8, 8' ist mit einer «hängenden Pinole» versehen, die an ihrem unteren, freien Ende mit einer Werkstückaufnahme 9, 9', wie beispielsweise einem Spannfutter, versehen ist. Jede Pinole kann mit einem oder mehreren eigenen Antrieben 10, 10' versehen sein, durch die die Pinolen entlang einer Z-Achse verfahrbar und die darin angeordneten Werkstücke zur Drehbearbeitung in Rotationsbewegungen versetzbar sind. Ausserdem ist jede Werkstückhalteeinrichtung 8, 8' entlang der X-Achse verfahrbar. Hierzu weist die Antriebseinrichtung der Werkzeugmaschinenanordnung für jede Reihe von Werkstückhalteeinrichtungen 8, 8' – und damit für jede Werkzeugmaschine 1, 1' – lediglich einen Motor auf, der als elektrischer Linearmotor ausgebildet ist. Jeder der Linearmotoren ist mit einem Stator 12, 12' versehen, der jeweils entlang der von den Werkstückhalteeinrichtungen gebildeten Reihe verläuft und jeweils zwei parallel zueinander verlaufende stromführende Führungsschienen aufweist. Jeder der Stator 12, 12' bildet einen in sich geschlossenen Umlauf für die an jedem Stator längs verschiebbar angeordneten Spindelschlitten 14, 14' der Werkstückhalteeinrichtungen 8, 8'. Jede Führungsschiene weist dazu zwei geradlinig und parallel zueinander verlaufende Schienenabschnitte sowie zwei deren Enden miteinander verbindende Umlenkabschnitte auf.

Jeder Spindelschlitten 14, 14' übernimmt die Aufgabe eines «Rotors», der mit dem Stator 12, 12' so zusammenwirkt, dass der Rotor entlang des Stators im Wesentlichen translatorische Verfahrbewegungen ausführen kann. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind dies, abgesehen von der Bewegung entlang den Umlenkabschnitten, geradlinige Verfahrbewegungen entlang der X-Achse.

Eine im Brückenteil 7 angeordnete Steuereinheit der Werkzeugmaschinenanordnung 2 steuert die unabhängig voneinander ansteuerbaren Rotoren jeder Werkzeugmaschine 1, 1' so an, dass diese gleichzeitig und gemeinsam eine Taktbewegung in die gleiche Richtung entlang der X-Achse ausführen. Hierbei kann die Taktung der Werkstückhalteeinrichtungen 8, 8' der beiden Werkzeugmaschinen 1, 1' synchron oder auch unabhängig voneinander erfolgen. Bei der Taktbewegung werden die Werkstückhalteeinrichtungen 8, 8' von ihrer jeweils aktuellen Position vor einer Werkzeugstation 4 zu einer anderen Position vor eine andere, vorzugsweise der jeweils in Taktrichtung nächstfolgenden Werkzeugstation 4, verfahren. Bei jeder gleichzeitigen Bewegung sämtlicher Werkstückhalteeinrichtungen 8, 8' während eines Taktzyklus sollte lediglich eine Grobpositionierung vor der jeweiligen Werkzeugstation 4 erfolgen. Eine Genaupositionierung in X-Richtung für den Beginn der jeweils nachfolgenden Bearbeitung kann dann nach Abschluss der Taktung und für jede Werkstückhalteeinrichtung 8, 8' getrennt und unabhängig von den anderen Werkstückhalteeinrichtungen durch den Linearmotor vorgenommen werden. Das Gleiche gilt für die bei bestimmten Bearbeitungen erforderlichen Vorschubbewegungen einzelner Werkstückhalteeinrichtungen entlang der X-Achse.

Wird die jeweils letzte Werkstückhalteeinrichtung 8a der einen Reihe gegenüber der ersten Werkstückhalteeinrichtung 8'a der anderen Reihe jeweils im Scheitel der beiden sich gegenüberliegenden Umlenkabschnitte angeordnet, so weisen die beiden Werkstückhalteeinrichtungen in X-Richtung die gleiche Position auf. Die beiden jeweils in diesen Positionen angeordneten Pinolen sind gleichzeitig in der Y-Z-Ebene schwenkbar. Bei diesen Schwenkbewegungen werden die Pinolen – ausgehend von Positionen, in denen ihre Rotationsachsen parallel zur Z-Achse verlaufen – mit entgegengesetzter Drehrichtung jeweils um ca. 90° geschwenkt, sodass sich in den Endlagen ihre Werkstückaufnahmen 9a, 9'a gegenüberliegen, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist. Die Rotationsachsen der Pinolen verlaufen nun parallel zur Y-Achse. Danach können beide Pinolen entlang ihrer nun miteinander fluchtenden Rotationsachsen aufeinander zubewegt werden und von der Werkstückaufnahme 9a der einen Werkstückhalteeinrichtung 8a an die Werkstückaufnahme 9'a der anderen Werkstückhalteeinrichtung 8'a ein Werkstück übergeben werden. Anschliessend werden die Pinolen wieder in ihre «hängende» Ausgangsposition zurückgeschwenkt. Diese Werkstückübergabe ermöglicht, dass Werkstücke auch an ihrem anderen, zuvor eingespannten Ende bearbeitet werden können.

Mit dem Linearmotor wird dann die entladene, jeweils letzte Werkstückhalteeinrichtung 8a der einen Reihe entlang einer Rückseite 15 der Werkzeugmaschine 1 zum Scheitel des anderen Umlenkabschnittes verfahren. Die in dieser Beladeposition in den Fig. 1 und 2 gezeigte Werkstückhalteeinrichtung 8b ist nun bereit, ein neues Werkstück aufzunehmen. Anschliessend ist die Werkstückhalteeinrichtung 8b bereit, mit dem nächsten Taktzyklus vor die erste Werkzeugstation verfahren zu werden. Der von jeder Werkstückhalteeinrichtung 8 der ersten Reihe zurückgelegte Weg ist somit in sich geschlossen.

Bei der anderen Werkzeugmaschine 1' wird jede Werkstückhalteeinrichtung nach der Bearbeitung an der letzten Werkzeugstation in eine Entladeposition gebracht, die sich im Scheitel eines Umlenkabschnittes befindet. In Fig. 1 ist die mit dem Bezugszeichen 8'b versehene Werkstückhalteeinrichtung in der Entladeposition angeordnet, in der das fertig bearbeitete Werkstück aus der Werkzeugmaschine entnommen wird. Anschliessend verfährt die Werkstückhalteeinrichtung 8'b an der Rückseite 15' des Moduls 1' zur Übergabeposition, um hier in der beschriebenen Weise ein Werkstück zu übernehmen. Mit dem darauf folgenden Taktzyklus wird dann die Werkstückhalteeinrichtung vor die in Taktrichtung erste Werkzeugstation der Werkzeugmaschine 1' gebracht. Der Drehsinn ist somit dem Drehsinn der Werkstückhalteeinrichtungen der anderen Reihe entgegengesetzt.

Fig. 4 zeigt einen Teil eines weiteren erfindungsgemässen Ausführungsbeispiels. Der grundsätzliche Aufbau bezüglich der Anordnung von Werkzeugstationen 104 und Werkstückhalteeinrichtungen 108 der ersten Reihe ist gleich wie im vorherigen Ausführungsbeispiel. Auch hier sind an einem Maschinengestell in einer im Wesentlichen geradlinigen Reihe mehrere Werkzeugstationen und Teile von Werkstückhalteeinrichtungen angeordnet. Ebenso sind

hier für jede Bearbeitungsreihe ein in sich geschlossener Stator 112, 112' von jeweils einem Linearmotor vorgesehen.

Im Unterschied zum vorausgegangenen Ausführungsbeispiel ist hier jedoch vorgesehen, dass auf jedem wiederum in X-Richtung verfahrbaren Schlitten 114 bzw. Rotor lediglich ein Werkstückaufnahmemodul 111 angeordnet ist, in dem jeweils ein zu bearbeitendes Werkstück 118, beispielsweise Stangenmaterial, angeordnet werden kann. Gegenüber jeder Werkzeugstation 104 und oberhalb des Stators 112 befinden sich mehrere stationäre Antriebsmodule 116, die jeweils an das nach jeder Taktung unter ihr befindliche Werkstückaufnahmemodul 111 ankoppelbar sind. Die Antriebsmodule 116 weisen eine in Z-Richtung verfahrbare Pinole 117 auf, die auch um diese Achse Rotationsbewegungen erzeugen kann. Die Verfahrbarkeit in Z-Richtung wird zur Ankopplung der Antriebsmodule 116 an die Werkstückaufnahmemodule 111 genutzt. Nach der Ankopplung besteht zwischen dem jeweiligen Antriebsmodul 116 und dem Werkstückmodul 111 ein Formschluss. Die Werkstücke 118 sind somit erst nach Ankopplung und damit nach Beendigung einer Taktbewegung an ein Antriebsmodul in Z-Richtung bewegbar.

Unter dem Stator 112 ist die Werkzeugstation 104 vorgesehen, wobei jeweils zumindest eine Werkzeugstation einem der Antriebsmodule 116 zugeordnet ist. Jede Werkzeugstation 104 kann ein oder mehrere Werkzeuge sowie eine Antriebseinrichtung zur Ausführung von Zustell- und Bearbeitungsbewegungen der Werkzeuge enthalten. Somit bildet zumindest eine Werkzeugstation 104 und ein Antriebsmodul 116 jeweils eine Bearbeitungsstation, wobei letztgenannte durch jeweils eines der getakteten Werkstückmodule 111 ergänzt wird.

Nachdem an sämtlichen Werkstücken die zwischen zwei aufeinander folgenden Taktungen durchzuführenden Bearbeitungen ausgeführt sind, werden die Werkstückaufnahmemodule 111 entkoppelt und die Pinolen 117 in eine neutrale Position nach oben verfahren. Danach wird jedes Werkstückmodul 111 in Taktrichtung 106 eine Werkzeugstation 104 weitergetaktet und an das nun jeweils gegenüberliegende Antriebsmodul angekoppelt. Im Bereich der in Fig. 4 teilweise gezeigten geradlinig verlaufenden Vorderseite der Statoren 112, 112' finden somit die Bearbeitungen statt. Entlang der nicht gezeigten Rückseite werden wiederum die verfahrbaren Teile der Werkstückhalteeinrichtungen um die Maschine herum zur jeweils ersten Bearbeitungsstation der beiden Reihen gebracht.

Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel von Fig. 1 sind hier die Werkstückhalteeinrichtungen der ersten und zweiten Reihe nicht in Y-, sondern einerseits in Z- und andererseits in X-Richtung gegeneinander versetzt. Die Module 111' der Werkstückhalteeinrichtungen der zweiten Reihe befinden sich unterhalb den Modulen 114 der ersten Reihe, wobei die letzte Werkstückhalteeinrichtung der ersten Reihe und die erste Halteinrichtung der zweiten Reihe in eine Position bringbar sind, in der ihre Rotationsachsen miteinander fluchten. In dieser in der rechten Hälfte von Fig. 4 gezeigten Position kann eine Werkstückaufnahme von zumindest einem der beiden

Werkstückmodule 111, 111' auf das andere Werkstückmodul 111, 111' zubewegt und ein Werkstück an das Modul 111' der zweiten Reihe übergeben werden.

In beiden dargestellten Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass die Werkstückhalteeinrichtung bzw. der von ihr in X-Richtung verfahrbare Teil davon nicht zwingend gemeinsam, sondern flexibel nacheinander, getaktet werden. Da sich die Rotoren der Maschine unabhängig voneinander auf dem gemeinsamen Stator bewegen lassen, kann die Taktung der einzelnen Werkstückhalteeinrichtungen erfolgen, sobald die Bearbeitung des in ihr angeordneten Werkstückes an der aktuellen Werkzeugstation sowie die Bearbeitung des Werkzeuges der in Taktrichtung folgenden Werkzeughalteeinrichtung abgeschlossen ist. Damit muss mit der Taktung der gesamten Anlage nicht auf die Beendigung der Bearbeitung jener Werkzeugstation warten, an der die zeitlich längste Bearbeitung erfolgt. Durch diese flexible Taktung einzelner Werkstückhalteeinrichtungen kann die Gesamtbearbeitungszeit eines Werkstückes in einer erfindungsgemässen Werkzeugmaschine verkürzt werden. Ausserdem können bei erfindungsgemässen Werkzeugmaschinen die einzelnen Werkstückhalteeinrichtungen auch unterschiedliche Anzahlen an Werkzeugstationen getaktet werden. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass bei Bedarf bei einer Taktung eine Werkstückhalteeinrichtung eine Werkzeugstation «überspringt» und gleich zur übernächsten Werkzeugstation verfahren wird, während die anderen Werkstückhalteeinrichtungen lediglich eine Station weiter verfahren werden. Ebenso kann vorgesehen sein, dass ein oder mehrere Werkstückhalteeinrichtungen, beispielsweise auch in einer Art Puffer, ein oder mehrere Taktzyklen vor einer Bearbeitungsstation warten, bis sie vor die Bearbeitungsstation zur Bearbeitung kommen.

In weiteren Ausführungsformen der beiden in Fig. 1 und 4 gezeigten Maschinenkonzepte kann ausserdem eine andere Ausrichtung der Werkstückhalteeinrichtungen und der Werkzeugstationen vorgesehen sein. So hätte beispielsweise eine Ausrichtung von parallel zur X-Achse verlaufenden und damit vertikal übereinander angeordneten, in Z-Richtung taktbaren, Werkstückhalteeinrichtungen den Vorteil, dass sich Stangenmaterial einfacher verarbeiten liesse. Auch in diesem Fall könnten die Werkzeugstationen in Y-Richtung verfahrbar sein, wobei diese jedoch stationär übereinander und nicht horizontal nebeneinander angeordnet wären.

#### Patentansprüche

1. Mehrspindelwerkzeugmaschine zur gleichzeitigen Bearbeitung von mehreren Werkstücken in einer Maschine, umfassend mehrere Werkzeugstationen (4, 104), an denen jeweils wenigstens ein Werkzeug (5) anbringbar ist, mehrere Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8', 108), eine Antriebseinrichtung, wobei mit der Antriebseinrichtung zwischen den Werkzeugstationen (4, 104) und den Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8', 108) Relativbewegungen ausführbar sind, nämlich einerseits Taktbewegungen, wodurch Werkstückhaltevorrichtungen (8, 8', 108) vor unterschiedli-

chen Werkzeugstationen (4, 104) bzw. Werkzeugstationen (4, 104) vor unterschiedlichen Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8', 108) positionierbar sind und andererseits Bearbeitungsbewegungen, wodurch mit dem jeweiligen Werkzeug (5) das jeweilige Werkstück bearbeitbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinrichtung mit einem Motor versehen ist, der mit mehreren Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8', 108) oder mit mehreren Werkzeugstationen (4, 104) wirkverbunden ist und mit diesem Motor sowohl Takt- als auch Bearbeitungsbewegungen erzeugbar sind.

2. Mehrspindelwerkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Relativtaktbewegung der Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8', 108) oder der Werkzeugstationen (4, 104) in einer in sich geschlossenen Bewegungsbahn verläuft.

3. Mehrspindelwerkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sämtliche Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8', 108) mit dem Motor wirkverbunden sind.

4. Mehrspindelwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor ein elektrischer induktiver Linearmotor ist.

5. Mehrspindelwerkzeugmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest mehrere der Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8', 108) oder Werkzeugstationen (4, 104) jeweils mit einem eine Antriebsbewegung ausführenden Bauteil des Linearmotors verbunden sind und Taktbewegungen der Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8', 108) entlang eines Stators (12, 12', 112, 112') des Linearmotors erfolgt.

6. Mehrspindelwerkzeugmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Stator des Linearmotors eine in sich geschlossene Führung für einen entlang des Stators (12, 12', 112, 112') verfahrbaren Schlitten bildet.

7. Mehrspindelwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nur mit Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8', 108) Taktbewegungen ausführbar und die Werkzeugstationen (4, 104) stationär angeordnet sind.

8. Mehrspindelwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl mit Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8', 108) als auch mit Werkzeugstationen (4, 104) Taktbewegungen ausführbar sind.

9. Mehrspindelwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest mehrere der Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8', 108) und mehrere der Werkzeugstationen (4, 104) jeweils in zumindest einer Reihe in etwa entlang einer Geraden angeordnet sind.

10. Mehrspindelwerkzeugmaschinen nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Reihen von Werkstückhalteeinrichtungen (8, 8', 108) und zumindest zwei Reihen von Werkzeugstationen (4, 104) vorgesehen sind, wobei die beiden Reihen der Werkstückhalteeinrichtungen in einer gemeinsamen in etwa vertikal ausgerichteten Ebene angeordnet sind.

11. Mehrspindelwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekenn-

zeichnet, dass taktbewegbare Werkstückhalteinrichtungen (8, 8', 108) jeweils auf einem verfahrbaren Schlitten angeordnet sind, und vor Werkzeugstationen (4, 104), in Bezug auf eine Taktrichtung, stationäre Antriebseinrichtungen zur Erzeugung einer Bearbeitungsbewegung, insbesondere einer Rotationsbewegung, vorhanden sind, an welche Werkstückhalteinrichtungen (8, 8', 108) an- und abkoppelbar sind.

5

12. Mehrspindelwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Reihe von Werkzeugstationen (4, 104) und zumindest die dazugehörige Reihe von Werkstückhalteinrichtungen an einem gemeinsamen Gestell (3, 3') gelagert sind.

10

15

13. Mehrspindelwerkzeugmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass sämtliche Werkzeugstationen (4, 104) und Werkstückhalteinrichtungen (8, 8', 108) an einem gemeinsamen Maschinengestell gelagert sind.

20

25

30

35

40

45

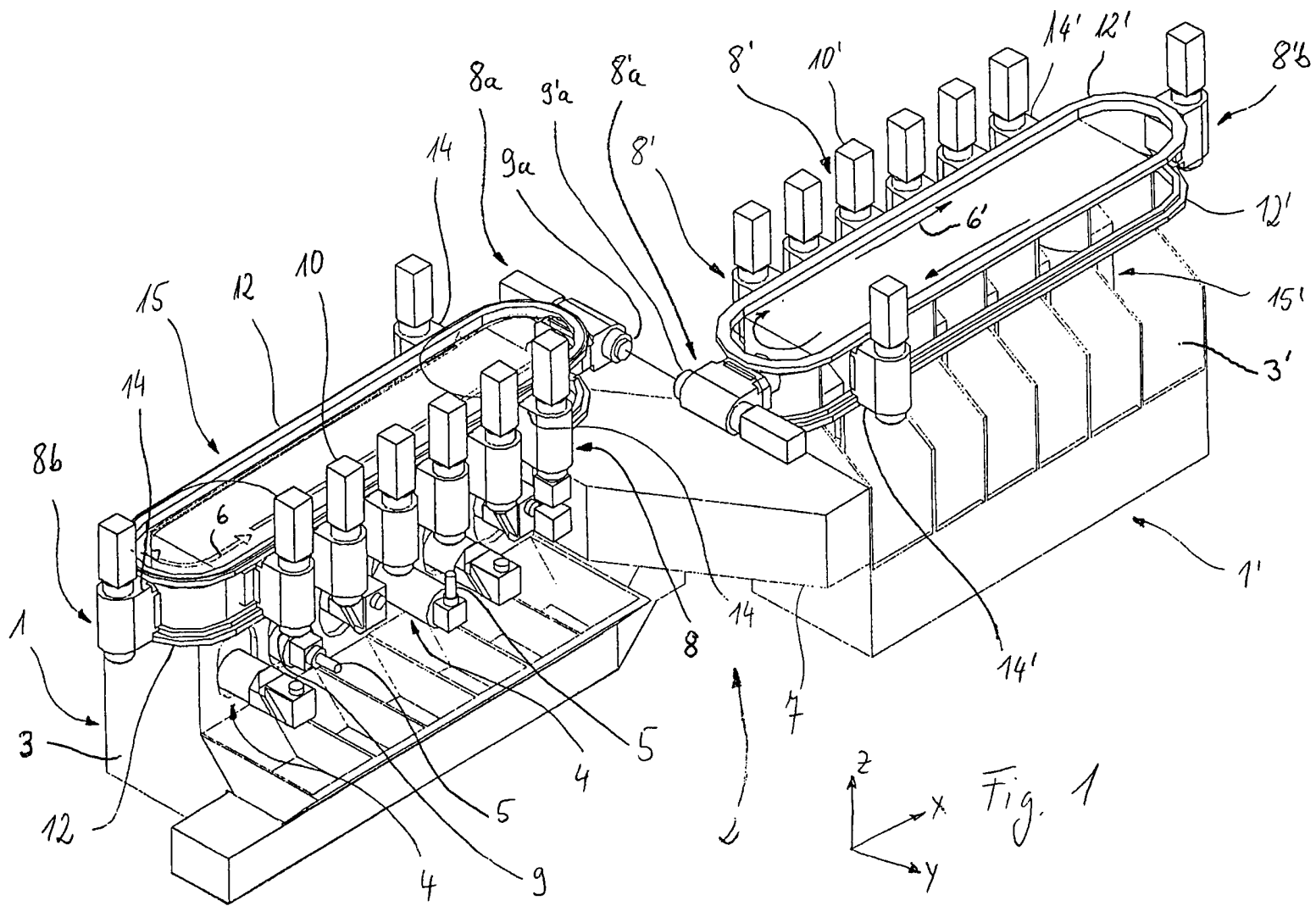
50

55

60

65

6



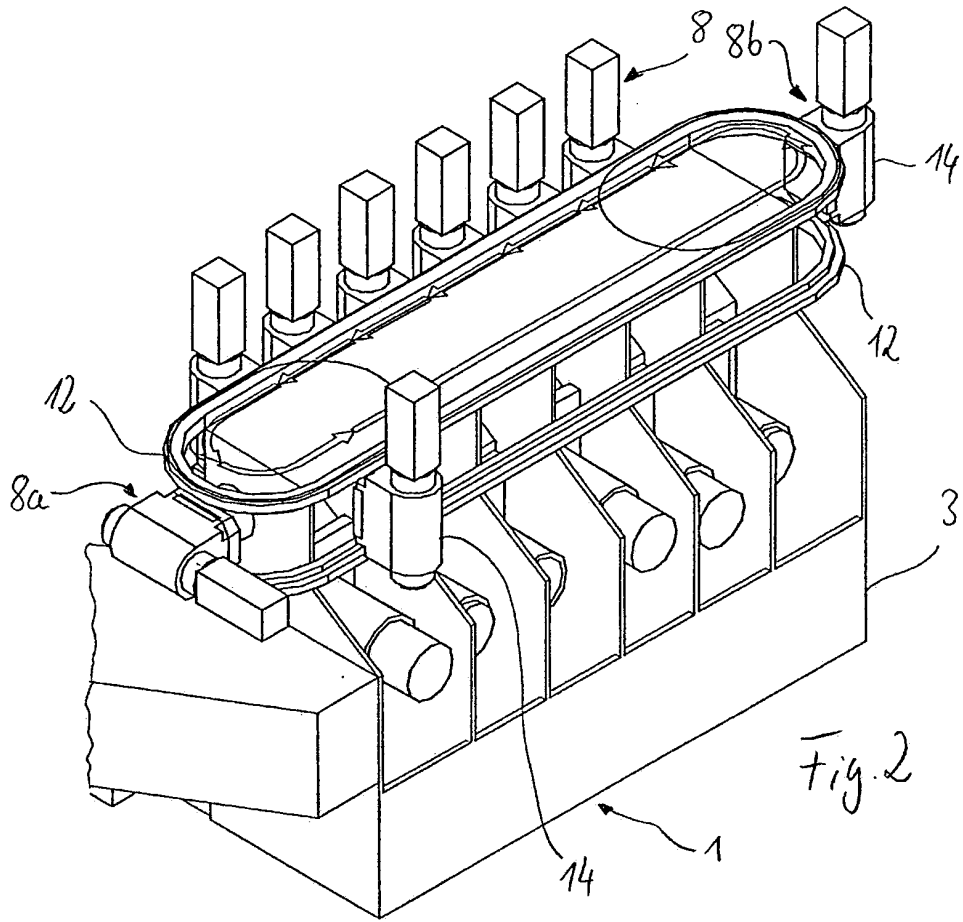


Fig. 2

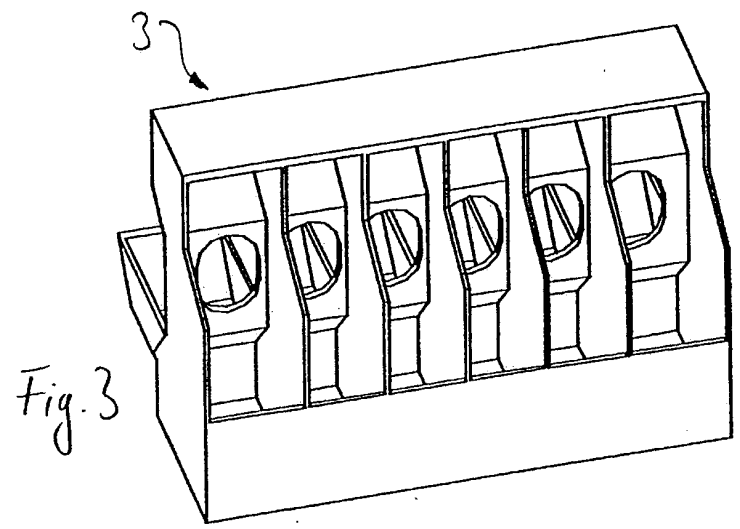


Fig. 3

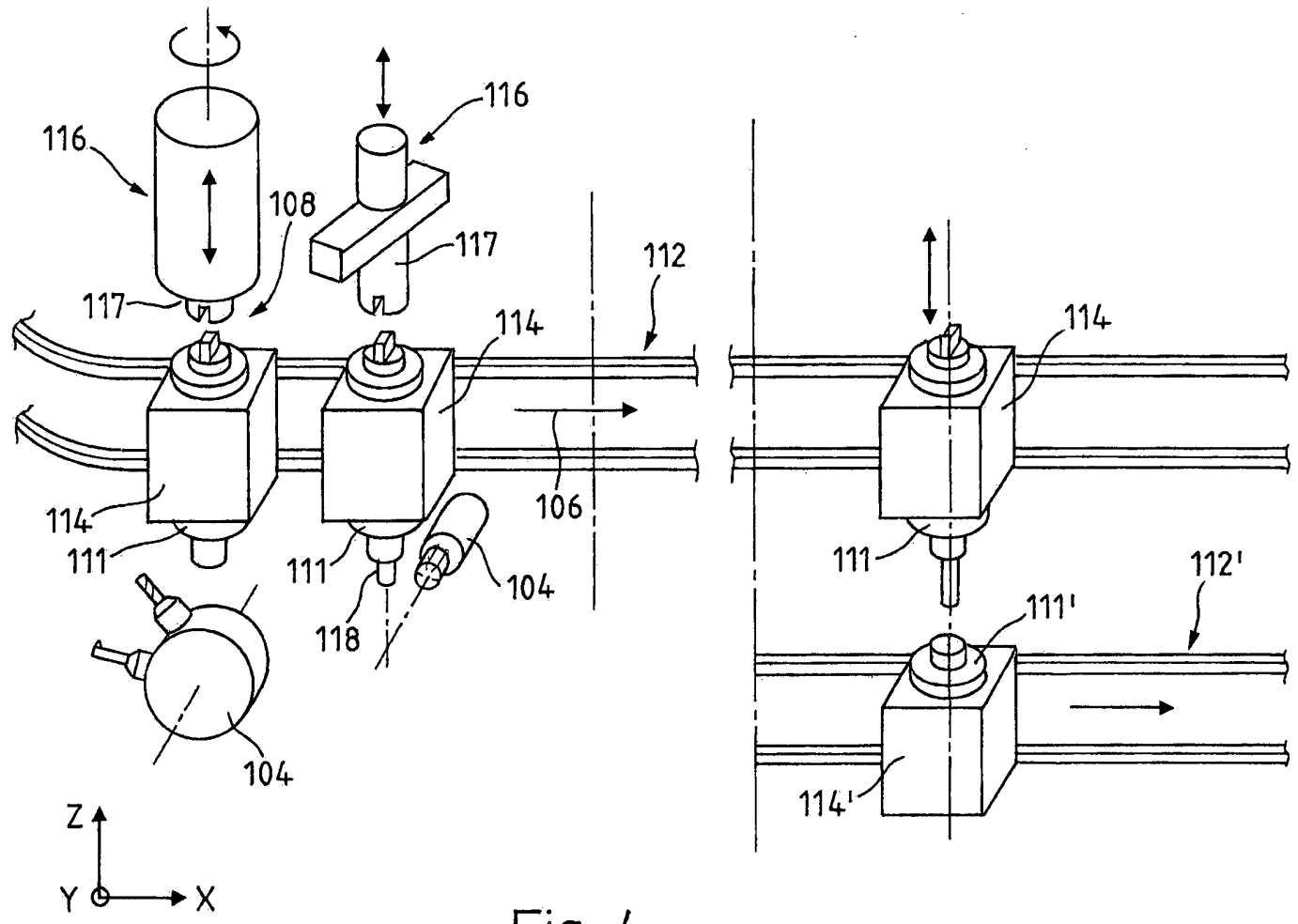


Fig. 4