



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 058 221 A1** 2008.06.05

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 058 221.7**

(22) Anmeldetag: **01.12.2006**

(43) Offenlegungstag: **05.06.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B23Q 3/157** (2006.01)

(71) Anmelder:

**STAMA Maschinenfabrik GmbH, 73278
Schlierbach, DE**

(74) Vertreter:

Witte, Weller & Partner, 70178 Stuttgart

(72) Erfinder:

**Feinauer, Achim, Dr., 73033 Göppingen, DE;
Blazek, Pavel, 73277 Owen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 43 11 469 C1

DE 199 19 446 A1

DE 39 30 071 A1

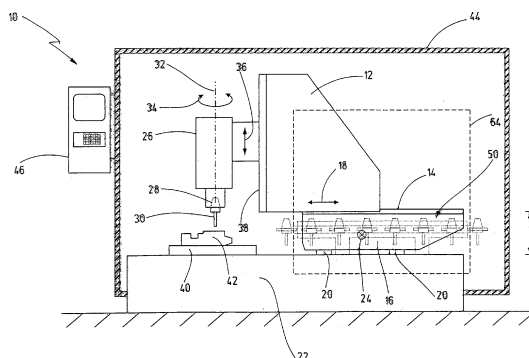
DE 295 21 971 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Werkzeugmaschine zum spanabhebenden Bearbeiten von Werkstücken**

(57) Zusammenfassung: Eine Werkzeugmaschine (10) zum spanabhebenden Bearbeiten von Werkstücken (42) besitzt ein stationäres Maschinengestell (22) und eine Werkzeugspindel (26). Die Werkzeugspindel (26) ist über eine erste Schlittenführung (14) relativ zu dem Maschinengestell (22) verfahrbar. Die Werkzeugmaschine (10) besitzt außerdem ein Werkzeugmagazin (50) mit einer Vielzahl von Magazinplätzen (54) zum Vorhalten von Bearbeitungswerkzeugen (30). Das Werkzeugmagazin (50) beinhaltet eine umlaufende Kette, an der die Magazinplätze ausgebildet sind. Die umlaufende Kette definiert eine Mantelfläche (64), innerhalb der die erste Schlittenführung (14) zumindest teilweise angeordnet ist. Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist die Kette an dem stationären Maschinengestell (22) gelagert.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine zum spanabhebenden Bearbeiten von Werkstücken, mit einem stationären Maschinengestell, mit einer Werkzeugspindel mit einer Spindelaufnahme zum Einspannen eines Bearbeitungswerkzeugs, und mit einer ersten Schlittenführung, mit deren Hilfe die Werkzeugspindel in einer ersten Achsrichtung relativ zu dem Maschinengestell verfahrbar ist, ferner mit einem Werkzeugmagazin, das eine Vielzahl von Magazinplätzen zum Vorhalten einer Vielzahl von Bearbeitungswerkzeugen besitzt, wobei das Werkzeugmagazin zumindest eine umlaufende Kette aufweist, an der die Magazinplätze ausgebildet sind, und wobei die umlaufende Kette eine Mantelfläche definiert, innerhalb der die erste Schlittenführung zumindest teilweise angeordnet ist.

[0002] Eine solche Werkzeugmaschine ist aus DE 43 11 469 C1 bekannt.

[0003] Die bekannte Werkzeugmaschine ist eine so genannte Fahrständermaschine. Bei dieser Art von Werkzeugmaschinen hängt die Werkzeugspindel vertikal an einem so genannten Fahrständer. Die Werkzeugspindel kann an dem Fahrständer in Vertikalrichtung auf- und abbewegt werden. Üblicherweise wird diese Bewegungsrichtung als Z-Achse bezeichnet. Der Fahrständer ist auf einem so genannten Kreuzteil angeordnet, das eine Bewegung des Fahrständers in zwei zueinander orthogonale Horizontalrichtung ermöglicht. Die erste Bewegungsrichtung ist dadurch realisiert, dass der Fahrständer auf einer ersten horizontalen Schlittenführung gelagert ist, die an der Oberseite des Kreuzteils angeordnet ist. Diese Bewegungsrichtung wird üblicherweise als Y-Achse bezeichnet. Die zweite horizontale Bewegungsrichtung ergibt sich daraus, dass das Kreuzteil seinerseits auf einer zweiten horizontalen Schlittenführung gelagert ist.

[0004] Bei der bekannten Werkzeugmaschine ist ein Werkzeugmagazin mit einer umlaufenden Kette um den Außenumfang des Kreuzteils herumgeführt und an dem Kreuzteil befestigt. Das Kettenmagazin wird bei den Bewegungen des Kreuzteils auf der zweiten Schlittenführung mitgeführt. Ein großer Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass das Werkzeugmagazin in kompakter Weise in die Werkzeugmaschine integriert ist und die bekannte Werkzeugmaschine daher einen relativ geringen Platzbedarf hat. Außerdem ermöglicht diese Anordnung des Werkzeugmagazins das Ein- und Auswechseln eines Bearbeitungswerkzeugs im so genannten Pick-up-Verfahren. Dies bedeutet, dass die Werkzeugspindel ein Bearbeitungswerkzeug direkt in einen Magazinplatz ablegt bzw. direkt aus einem Magazinplatz aufnimmt. Ein zwischen dem Werkzeugmagazin und der Werkzeugspindel agierendes Greif-

element wird bei diesem Verfahren nicht benötigt. Die bekannte Werkzeugmaschine ermöglicht sehr schnelle Werkzeugwechsel und damit sehr kurze Span-zu-Span-Zeiten.

[0005] Ein Nachteil dieser bekannten Werkzeugmaschine besteht allerdings darin, dass die Anzahl der Magazinplätze in dem Werkzeugmagazin wesentlich durch die Größe des Kreuzteils bestimmt ist. Eine Vergrößerung des Werkzeugmagazins bzw. eine Erhöhung der Anzahl der Magazinplätze ist nur in begrenztem Umfang möglich, indem die umlaufende Kette in Y-Richtung verlängert wird. Um eine deutlich größere Magazinkapazität bereitzustellen, wird daher in der Regel ein separates, zweites Werkzeugmagazin benötigt, das hinter der bekannten Werkzeugmaschine angeordnet wird, wobei die Bearbeitungswerkzeuge dann mit Hilfe einer Handlingseinheit zwischen den beiden Werkzeugmagazinen umgelagert werden. Die Handlingseinheit und das zweite Werkzeugmagazin erfordern zusätzliche Steuerungsfunktionen, weshalb diese Art der Erhöhung der Anzahl der Magazinplätze relativ aufwändig und teuer ist.

[0006] Es gibt eine Vielzahl von anderen Lösungen, um Werkzeugmagazine zum bei einer Werkzeugmaschine zu realisieren. DE 39 30 071 A1 offenbart beispielsweise eine Fahrständermaschine, bei der das Werkzeugmagazin austauschbar ausgebildet ist. An einem raumfesten Gestell innerhalb des Verfahrbereichs des Fahrständers ist eine Vielzahl von Werkzeugmaschinen angeordnet. Sowohl am Fahrständer als auch am Gestell sind Übergabeeinrichtungen für den Austausch von Werkzeugmagazinen vorgesehen. Der Fahrständer kann bei dieser Werkzeugmaschine also ein Werkzeugmagazin von dem separaten Gestell entnehmen, um es anschließend bei der Bearbeitung eines Werkstücks zu verwenden. Das verwendete Werkzeugmagazin wird auch hier bei den Bewegungen des Fahrständers mitgeführt.

[0007] Aus DE 199 19 446 A1 ist eine Werkzeugmaschine bekannt, bei der ein Werkzeugmagazin seitlich von dem Fahrständer der Maschine angeordnet ist. Das Werkzeugmagazin kann in den Arbeitsbereich der Werkzeugspindel eingeschwenkt werden und aus dem Arbeitsbereich wieder herausgeschwenkt werden.

[0008] Des Weiteren gibt es Werkzeugmaschinen, bei denen eine Magazinkette zum Vorhalten von Bearbeitungswerkzeugen seitlich und oberhalb einer (in diesem Fall typischerweise liegend angeordneten) Werkzeugspindel geführt ist. Die Werkzeugspindel bewegt sich außerhalb der Magazinkette, die zwar an einer geeigneten Kettenführung umlaufen kann, jedoch bei den Verfahrbewegungen der Werkzeugspindel nicht mitgeführt wird.

[0009] Diese bekannten Lösungen benötigen eben-

falls zusätzliche Antriebe und Steuerfunktionen, um einen Zugriff auf sämtliche Magazinplätze zu ermöglichen. Darüber hinaus erfordern die bekannten Lösungen teilweise einen erheblichen zusätzlichen Bauraum, so dass die Vorteile, die ein integriertes Werkzeugmagazin bietet, verloren gehen.

[0010] Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine möglichst kompakte Werkzeugmaschine mit einem Werkzeugmagazin anzugeben, das eine größere Anzahl an Magazinplätzen besitzt. Dabei sollen kurze Span-zu-Span-Zeiten beim Werkzeugwechsel möglich werden, und die Zahl der zu steuernden Antriebe soll möglichst gering sein.

[0011] Diese Aufgabe wird nach einem Aspekt der Erfindung durch eine Werkzeugmaschine der eingangs genannten Art gelöst, bei der die Kette an dem stationären Maschinengestell gelagert ist.

[0012] Bei der neuen Werkzeugmaschine ist die Magazinkette zwar umlaufend, jedoch insgesamt stationär angeordnet, da die Magazinkette wird bei den Verfahrbewegungen der Werkzeugspindel nicht mitgeführt wird. Diese Anordnung besitzt den Vorteil, dass das Gewicht des Werkzeugmagazins beim Verfahren der Werkzeugspindel nicht bewegt werden muss, was eine höhere Dynamik und/oder die Verwendung von kostengünstigeren Antrieben ermöglicht. Andererseits ist die Größe des Werkzeugmagazins bzw. die Anzahl der Magazinplätze nicht mehr auf eine Kettenlänge beschränkt, die sich im Wesentlichen aufgrund des Außenumfangs eines Kreuzteils beschränkt, wie dies bei der eingangs beschriebenen Werkzeugmaschine der Fall ist. Die Kettenlänge und damit die Anzahl der Magazinplätze kann prinzipiell beliebig vergrößert werden. Damit ermöglicht die neue Werkzeugmaschine die Integration von Werkzeugmagazinen mit einer größeren Anzahl an Magazinplätzen. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wurde die Anzahl der Magazinplätze beispielsweise auf 120 erhöht.

[0013] Darüber hinaus profitiert die neue Werkzeugmaschine jedoch von den Vorteilen, die die Integration einer umlaufenden Magazinkette ermöglicht. Der prinzipielle Aufbau der eingangs beschriebenen Werkzeugmaschine kann beibehalten werden. Die Erhöhung der Anzahl der Magazinplätze ist ohne zusätzliche Antriebe und damit verbundene Steuerfunktionen möglich. Daher kann die neue Werkzeugmaschine in bevorzugten Ausführungsbeispielen weiterhin Werkzeugwechsel im Pick-up-Verfahren durchführen. Wie nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen erläutert ist, ist auch weiterhin ein sehr kompakter Maschinenaufbau möglich. Tatsächlich wird der „Footprint“ in bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung nur unwesentlich im Vergleich zu der eingangs beschriebenen Werk-

zeugmaschine erhöht, obwohl die Anzahl der Magazinplätze deutlich gesteigert wurde.

[0014] Des Weiteren lässt sich bei der neuen Werkzeugmaschine ein sehr stabiler und störungsfreier Kettenlauf realisieren, was zur Minimierung der Span-zu-Span-Zeiten beim Werkzeugwechsel beiträgt. Insgesamt ermöglicht die neue Werkzeugmaschine daher eine Erhöhung der Anzahl der Magazinplätze in einer Weise, bei der sämtliche Vorteile der eingangs beschriebenen Werkzeugmaschine erhalten bleiben.

[0015] Die oben angegebene Aufgabe ist daher vollständig gelöst.

[0016] In einer Ausgestaltung der Erfindung besitzt die Werkzeugmaschine eine zweite Schlittenführung, mit deren Hilfe die Werkzeugspindel in einer zweiten Achsrichtung relativ zu dem Maschinengestell verfahrbar ist, wobei auch die zweite Schlittenführung zumindest teilweise innerhalb der Mantelfläche angeordnet ist. Vorzugsweise verlaufen die erste und zweite Schlittenführung orthogonal zueinander. Besonders bevorzugt ist die erste Schlittenführung an der Oberseite eines Kreuzteils angeordnet, das auf der zweiten Schlittenführung bewegbar ist.

[0017] Die Mantelfläche ist eine umlaufende, geschlossene Fläche, die sich aus einer gedachten Projektion der umlaufenden Kette oder Kettenlinie senkrecht zu derjenigen Fläche ergibt, die von der Kette bzw. Kettenlinie eingeschlossen wird. Die Mantelfläche umschließt somit einen Raumbereich, der sowohl die von der Kette umschlossene Grundfläche als auch die beidseitig dieser Grundfläche liegenden Raumbereiche beinhaltet. Bei einer kreisförmig umlaufenden Kette hätte die Mantelfläche also die Form eines Kreiszylinders. Bei einer anders verlaufenden Kettenlinie besitzt die Mantelfläche dementsprechend eine andere Zylinderform. In der bevorzugten Ausgestaltung läuft die Magazinkette sowohl um die erste als auch um die zweite Schlittenführung herum, d.h. die Werkzeugspindel wird in beiden Richtungen (in einer senkrechten Draufsicht betrachtet) zumindest teilweise innerhalb der Kettenlinie bewegt. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine besonders kompakte Bauweise.

[0018] In einer weiteren Ausgestaltung sind die erste und die zweite Schlittenführung überwiegend innerhalb der Mantelfläche angeordnet. Vorzugsweise liegen die erste und die zweite Schlittenführung vollständig innerhalb der Mantelfläche, d.h. die Schlittenführungen ragen nicht über die Mantelfläche hinaus.

[0019] In dieser Ausgestaltung bestimmt die umlaufende Magazinkette im Wesentlichen die lateralen Abmessungen der neuen Werkzeugmaschine in Bezug auf eine Ebene, die parallel zu der ersten und

zweiten Schlittenführung aufgespannt wird. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine maximale Steigerung der Magazinkapazität.

[0020] In einer weiteren Ausgestaltung definiert die umlaufende Kette eine Grundfläche mit einer maximalen Längsausdehnung und einer maximalen Querausdehnung, wobei die erste Schlittenführung eine erste Länge und die zweite Schlittenführung eine zweite Länge besitzen, und wobei die erste und zweite Länge in etwa der Längsausdehnung und Querausdehnung entsprechen.

[0021] In dieser Ausgestaltung entspricht die von der umlaufenden Kette eingeschlossene Grundfläche in etwa derjenigen Fläche, die von der ersten und zweiten Schlittenführung aufgespannt wird. Diese Ausgestaltung führt zu einer besonders kompakten Bauform mit einer sehr effizienten Steigerung der Magazinkapazität. Der benötigte Bauraum ist im Vergleich zu der eingangs beschriebenen Werkzeugmaschine nur unwesentlich größer. Trotzdem ließ sich in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Anzahl der Magazinplätze auf 120 steigern.

[0022] In einer weiteren Ausgestaltung sind die erste und die zweite Schlittenführung mit einem senkrechten Abstand zueinander angeordnet, wobei die Kette im Bereich des senkrechten Abstandes verläuft.

[0023] In dieser Ausgestaltung verläuft die Kette in einer Ebene, die weitgehend zwischen den Ebenen liegt, die jeweils von der ersten und zweiten Schlittenführung aufgespannt werden. In einer bevorzugten Variante dieser Ausgestaltung besitzt die neue Werkzeugmaschine ein Kreuzteil, das gewissermaßen innerhalb des von der Magazinkette umschlossenen Bereiches verfährt. Die Kette liegt dabei in etwa auf Höhe des Kreuzteils. Auch diese Ausgestaltung trägt zu einer sehr kompakten Bauform bei vergrößerter Magazinkapazität bei. Außerdem ermöglicht diese Ausgestaltung eine kostengünstige Umrüstung von bestehenden Maschinen der eingangs beschriebenen Art, so dass diese mit größeren Magazinen bestückt werden können. Des weiteren ermöglicht diese Ausgestaltung kurze Verfahrwege der Werkzeugspindel beim Werkzeugwechsel im Pick-up-Verfahren, was für die Reduzierung der Span-zu-Span-Zeiten von Vorteil ist. Schließlich können die Bewegungsabläufe beim Werkzeugwechsel von der eingangs beschriebenen Werkzeugmaschine weitgehend übernommen werden.

[0024] In einer weiteren Ausgestaltung definieren die erste und die zweite Schlittenführung zwei parallele Ebenen, die zwischen der Werkzeugspindel und der umlaufenden Kette liegen.

[0025] In einer bevorzugten Variante dieser Ausge-

staltung besitzt die neue Werkzeugmaschine ein Kreuzteil, das oberhalb der Grundfläche verfährt, die von der umlaufenden Magazinkette aufgespannt wird. Werkzeugspindel und Kreuzteil liegen also auf derselben Seite der von der Magazinkette aufgespannten Fläche. Diese Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft für sehr große Maschinen, die zum Bearbeiten von sehr großen Werkstücken ausgebildet sind. Bei solchen Maschinen werden sehr lange Schlittenführungen verwendet. Diese können aufgrund der bevorzugten Ausgestaltung über die Mantelfläche herausragen, ohne dass die Bewegungen der Werkzeugspindel und des Werkzeugmagazins beeinträchtigt werden. Auf der anderen Seite ermöglicht diese Ausgestaltung die Verwendung von Magazinketten, deren Länge geringer ist als der Außenumfang um die erste und zweite Schlittenführung herum. Die Aufnahmekapazität des Werkzeugmagazins kann daher sehr einfach skaliert werden, was eine kostengünstige Realisierung ermöglicht.

[0026] In einer weiteren Ausgestaltung besitzt die neue Werkzeugmaschine eine stationäre umlaufende Kettenführung, die mit dem Maschinengestell fest verbunden ist.

[0027] Eine solche Kettenführung ermöglicht es, die stationäre Magazinkette an einem "herkömmlichen" Maschinengestell zu befestigen, was eine kostengünstige Realisierung erlaubt. Darüber hinaus sorgt eine umlaufende Kettenführung für einen gleichmäßigen und störungsfreien Kettenlauf. Letzteres gilt insbesondere, wenn die umlaufende Kettenführung die Kette auf dem gesamten Umlaufweg abstützt.

[0028] In einer weiteren Ausgestaltung läuft die Kette in einer Horizontalebene um.

[0029] Alternativ hierzu könnte die neue Werkzeugmaschine auch mit einer Magazinkette realisiert werden, die in einer Vertikalebene oder einer "schräg gestellten" umläuft. Eine horizontal umlaufende Kette besitzt demgegenüber den Vorteil, dass die Kette ohne "Durchhänger" gleichmäßig belastet ist, was einen gleichmäßigen, schnellen und störungsfreien Umlauf ermöglicht.

[0030] In einer weiteren Ausgestaltung ist die Werkzeugspindel vertikal angeordnet. Vorzugsweise ist die Werkzeugspindel an einem vertikalen Fahrständer angeordnet, der auf der ersten Schlittenführung gelagert ist.

[0031] Alternativ zu einem Fahrständer könnte die Werkzeugspindel beispielsweise an einem Portal oder einer Brücke angeordnet sein. Auch mit solchen Gestellformen lässt sich eine vertikal angeordnete Werkzeugspindel realisieren. Die Verwendung eines Fahrständers zum Anordnen der Werkzeugspindel ermöglicht demgegenüber jedoch einen besonders

kompakten und stabilen Aufbau. Darüber hinaus ermöglicht die Verwendung einer vertikal angeordneten Spindel besonders einfache und schnelle Werkzeugwechsel im Pick-up-Verfahren, wenn die Magazinkette in einer Horizontalebene umläuft.

[0032] In einer weiteren Ausgestaltung ist die Werkzeugspindel dazu ausgebildet, zumindest einen der Magazinplätze direkt anzufahren, um ein Bearbeitungswerkzeug zu entnehmen oder abzulegen.

[0033] In dieser Ausgestaltung findet ein Werkzeugwechsel im Pick-up-Verfahren statt, was sehr schnelle Werkzeugwechsel, einen kompakten Bauraum und eine relativ einfache Maschinensteuerung ermöglicht.

[0034] In einer weiteren Ausgestaltung weist das Werkzeugmagazin eine Vielzahl von umlaufenden Ketten auf, die übereinander angeordnet sind. Vorzugsweise liegen die übereinander angeordneten Ketten weitgehend kongruent zueinander, jedoch mit einem gewissen Schrägversatz, der einen Werkzeugwechsel im Pick-up-Verfahren ermöglicht.

[0035] Mit dieser Ausgestaltung lässt sich die Kapazität des Werkzeugmagazins auf kompaktem Bauraum nochmals erheblich steigern. Die grundlegenden Vorteile der Erfindung bleiben dabei erhalten.

[0036] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0037] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0038] [Fig. 1](#) eine vereinfachte Darstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der neuen Werkzeugmaschine in einer Seitenansicht,

[0039] [Fig. 2](#) die Werkzeugmaschine aus [Fig. 1](#) bei einem Werkzeugwechsel,

[0040] [Fig. 3](#) die Werkzeugmaschine aus [Fig. 1](#) in einer Draufsicht von oben, und

[0041] [Fig. 4](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel der neuen Werkzeugmaschine.

[0042] In [Fig. 1](#) ist ein Ausführungsbeispiel der neuen Werkzeugmaschine in seiner Gesamtheit mit der Bezugsziffer **10** bezeichnet.

[0043] Die Werkzeugmaschine **10** besitzt einen Fahrständer **12**, der über eine erste Schlittenführung

14 auf einem Kreuzteil **16** angeordnet ist. Der Fahrständer **12** kann mit Hilfe der ersten Schlittenführung **14** auf dem Kreuzteil **16** verfahren werden, was mit dem Pfeil **18** symbolisch dargestellt ist. Die Bewegungsrichtung des Fahrständers **12** auf dem Kreuzteil **16** wird üblicherweise als Y-Achse bezeichnet. Es versteht sich, dass der Fahrständer **12** auf der ersten Schlittenführung **14** motorisch verfahren wird, wobei ein entsprechender Antrieb hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt ist.

[0044] Das Kreuzteil **16** ist über eine zweite Schlittenführung **20** auf einem Maschinengestell **22** gelagert. Die erste und zweite Schlittenführung **14**, **20** sind hier in einem senkrechten Abstand **D** zueinander angeordnet. Die zweite Schlittenführung **20** ermöglicht eine Bewegung des Kreuzteils **16** entlang einer zweiten Bewegungsrichtung, die hier bei der Bezugsziffer **24** dargestellt ist. Die Bezugsziffer **24** bezeichnet die so genannte X-Achse. Es versteht sich, dass auch die Bewegung des Kreuzteils **16** auf der zweiten Schlittenführung **20** mit Hilfe eines geeigneten Antriebs erfolgt, der hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt ist.

[0045] An dem Fahrständer **12** ist eine Werkzeugspindel **26** vertikal hängend gelagert. Die Werkzeugspindel **26** besitzt an ihrem unteren Ende eine Spindelaufnahme **28**, in die in bekannter Weise ein Bearbeitungswerkzeug **30** eingespannt werden kann. Typischerweise wird das Bearbeitungswerkzeug **30** mit Hilfe eines so genannten Werkzeughalters in die Spindelaufnahme **28** eingespannt. Die Werkzeugspindel **26** ist dazu ausgebildet, das Bearbeitungswerkzeug **30** um die Spindelachse **32** zu rotieren, was mit dem Pfeil **34** dargestellt ist. Typischerweise ist die Werkzeugspindel **26** in der Lage, das Bearbeitungswerkzeug **30** mit mehreren tausend Umdrehungen pro Sekunde zu rotieren, um insbesondere eine Bohr- und Fräsbearbeitung von metallischen Werkstücken zu ermöglichen.

[0046] Die Werkzeugspindel **26** kann an dem Fahrständer **12** in Richtung des Pfeils **36**, hier also in vertikaler Richtung, verfahren werden. Dementsprechend ist die Werkzeugspindel **26** über eine dritte Schlittenführung **38** an dem Fahrständer **12** gelagert. Die Bewegung der Werkzeugspindel **26** in Richtung des Pfeils **36** wird üblicherweise als Z-Achse bezeichnet. Typischerweise verlaufen die drei Schlittenführungen **14**, **20** und **38** für die drei Bewegungsachsen **18**, **24**, **36** orthogonal zueinander.

[0047] Mit der Bezugsziffer **40** ist ein Werkstücktisch bezeichnet, auf dem ein zu bearbeitendes Werkstück **42** aufgespannt ist. Der Werkstücktisch **40** kann beispielsweise ein Drehtisch sein, der eine Schwenkbewegung des Werkstücks **42** um eine Hochachse ermöglicht. Des Weiteren könnte der Werkstücktisch **40** in einer Brücke gelagert sein (hier

nicht dargestellt), die eine weitere Schwenkbewegung des Werkstücks **42** um eine horizontale Achse ermöglicht. Als weitere Abwandlung könnte anstelle des Werkstücktisches **40** eine Werkstückspindel verwendet sein, so dass die Werkzeugmaschine **10** sowohl eine Drehbearbeitung als auch eine Fräs- und Bohrbearbeitung durchführen kann.

[0048] Mit der Bezugsziffer **44** ist eine Umhausung bezeichnet, die die bislang beschriebenen Komponenten der Werkzeugmaschine **10** einschließt. Mit der Bezugsziffer **46** ist eine Steuereinheit bezeichnet, mit deren Hilfe sämtliche Bewegungen der Werkzeugmaschine **10** sowie Hilfsaggregate (Kühlmittelzufuhr, Druckluft sowie das nachfolgend beschriebene Werkzeugmagazin) gesteuert werden.

[0049] In [Fig. 1](#) ist ein Werkzeugmagazin **50** nur schematisch dargestellt, um die Lage des Kreuzteils **16** und der Schlittenführungen **14**, **16** sichtbar zu machen. [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zeigen demgegenüber, dass das Werkzeugmagazin **50** um das Kreuzteil **16** herum angeordnet ist, so dass sich das Kreuzteil **16** gewissermaßen in dem Innenraum, der von dem Werkzeugmagazin **50** umschlossen wird, bewegt. Daher wird für die weiteren Erläuterungen auch auf die [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) Bezug genommen, in denen gleiche Bezugszeichen dieselben Elemente bezeichnen wie zuvor.

[0050] Das Werkzeugmagazin **50** besitzt eine umlaufende Kette **52**, an der eine Vielzahl von Haltern **54** angeordnet sind. Die Halter **54** sind hier zangenartige Elemente, die zum Aufnehmen von jeweils einem Bearbeitungswerkzeug **30** dienen. Der prinzipielle Aufbau einer solchen Magazinkette mit Haltern **54** ist den einschlägigen Fachleuten bekannt und dementsprechend hier nicht näher erläutert.

[0051] Die Kette **52** ist an einer umlaufenden Kettenführung **56** gelagert. Die Kettenführung **56** ist über Stützen **58** mit dem Maschinengestell **22** fest verbunden. Das Werkzeugmagazin **50** ist daher ein stationäres Kettenmagazin, welches in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) um das Kreuzteil **16** der Werkzeugmaschine **10** herum angeordnet ist.

[0052] Die Kette **52** ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel horizontal angeordnet. Dementsprechend läuft die Kette **52** in einer horizontalen Ebene um, die in [Fig. 2](#) bei der Bezugsziffer **60** dargestellt ist.

[0053] Wie man in [Fig. 3](#) erkennen kann, umschließt die Kette **52** eine Grundfläche **62**, die mit einer gestrichelten Linie dargestellt ist. Wenn man die Begrenzungslinie dieser Grundfläche senkrecht zu der Betrachtungsebene in [Fig. 3](#) projiziert, erhält man eine zylinderförmige Mantelfläche, die in [Fig. 1](#)

bei der Bezugsziffer **64** dargestellt ist. Bei der neuen Werkzeugmaschine **10** sind sowohl die erste Schlittenführung **14** als auch die zweite Schlittenführung **20** vollständig innerhalb der Mantelfläche **64** angeordnet. Mit anderen Worten bewegt sich das Kreuzteil **16** innerhalb desjenigen Raumbereichs, der von der Mantelfläche **64** umschlossen ist. Anders als bei der eingangs beschriebenen Werkzeugmaschine aus DE 43 11 469 C1 wird die Magazinkette bei den Bewegungen des Kreuzteils **16** nicht mitgeführt, sondern sie ist stationär mit dem Maschinengestell **22** verbunden. Wie in [Fig. 2](#) dargestellt ist, kann ein Werkzeugwechsel jedoch weiterhin im Pick-up-Verfahren durchgeführt werden, indem die Werkzeugspindel **26** direkt zu einem der Magazinplätze **54** verfahren wird.

[0054] Wie in [Fig. 3](#) dargestellt ist, besitzt die erste Schlittenführung **14** hier eine erste Länge L_1 , und die zweite Schlittenführung **20** besitzt eine zweite Länge L_2 . Die Länge L_1 entspricht in etwa der Längsausdehnung W_1 der Grundfläche **62**. Die zweite Länge L_2 entspricht in etwa der Querausdehnung W_2 der Grundfläche **62**. Dementsprechend kann das Kreuzteil **16** hier nahezu den gesamten von der Kette **52** umschlossenen Bereich für die Verfahrbewegungen ausnutzen. Umgekehrt ist die Kette **52** so kompakt wie möglich in die Werkzeugmaschine **10** integriert.

[0055] [Fig. 4](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der neuen Werkzeugmaschine, das mit der Bezugsziffer **70** bezeichnet ist. Die erste Schlittenführung **14** definiert hier eine erste Ebene **72** und die zweite Schlittenführung **20** definiert eine zweite Ebene **74**. Das Werkzeugmagazin **50** liegt hier unterhalb der Ebenen **72**, **74**. Mit anderen Worten ist das Werkzeugmagazin **50** hier unterhalb des Kreuzteils **16** angeordnet.

[0056] Dieses Ausführungsbeispiel bietet sich vor allem bei großen Maschinen an, bei denen die Schlittenführungen **14**, **20** sehr lang sein können und durch die Mantelfläche **64** hindurch ragen können. Auch bei der Werkzeugmaschine **70** verlaufen die Schlittenführungen **14**, **20** jedoch zu einem nicht unerheblichen Teil innerhalb der Mantelfläche **64**. Des Weiteren ist auch bei der Werkzeugmaschine **70** das Werkzeugmagazin **50** stationär angeordnet, indem es über Stützen **58** mit dem Maschinengestell **22** verbunden ist.

[0057] In [Fig. 4](#) ist eine weitere Abwandlung schematisch dargestellt. In dieser Abwandlung besitzt die Werkzeugmaschine **70** zwei Magazinteile **50**, **50'** bzw. zwei umlaufende Ketten **52**, **52'**, die übereinander angeordnet sind. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Magazinteil **50'** parallel zu der Horizontalebene **60** nach hinten versetzt, um in beiden Magazinteilen einen Werkzeugwechsel im Pick-up-Verfahren zu ermöglichen.

Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine zum spanabhebenden Bearbeiten von Werkstücken (42), mit einem stationären Maschinengestell (22), mit einer Werkzeugspindel (26) mit einer Spindelaufnahme (28) zum Einspannen eines Bearbeitungswerkzeugs (30), und mit einer ersten Schlittenführung (14), mit deren Hilfe die Werkzeugspindel (26) in einer ersten Achsrichtung (18) relativ zu dem Maschinengestell (22) verfahrbar ist, ferner mit einem Werkzeugmagazin (50), das eine Vielzahl von Magazinplätzen (54) zum Vorhalten einer Vielzahl von Bearbeitungswerkzeugen (30) besitzt, wobei das Werkzeugmagazin (50) zumindest eine umlaufende Kette (52) aufweist, an der die Magazinplätze (54) ausgebildet sind, und wobei die umlaufende Kette (52) eine Mantelfläche (62, 64) definiert, innerhalb der die erste Schlittenführung (14) zumindest teilweise angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kette (52) an dem stationären Maschinengestell (22) gelagert ist.

2. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine zweite Schlittenführung (20), mit deren Hilfe die Werkzeugspindel (26) in einer zweiten Achsrichtung (24) relativ zu dem Maschinengestell (22) verfahrbar ist, wobei auch die zweite Schlittenführung (20) zumindest teilweise innerhalb der Mantelfläche (62, 64) angeordnet ist.

3. Werkzeugmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Schlittenführung (14, 20) überwiegend innerhalb der Mantelfläche (62, 64) angeordnet sind.

4. Werkzeugmaschine nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die umlaufende Kette (52) eine Grundfläche (62) mit einer maximalen Längsausdehnung (W_1) und einer maximalen Querausdehnung (W_2) definiert, wobei die erste Schlittenführung (14) eine erste Länge (L_1) und die zweite Schlittenführung (20) eine zweite Länge (L_2) besitzen, und wobei die erste und zweite Länge (L_1 , L_2) in etwa der Längsausdehnung und Querausdehnung (W_1 , W_2) entsprechen.

5. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Schlittenführung (14, 20) mit einem senkrechten Abstand (D) zueinander angeordnet sind, wobei die Kette im Bereich des senkrechten Abstandes (D) verläuft.

6. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Schlittenführung (14, 20) zwei parallele Ebenen (72, 74) definieren, die zwischen der Werkzeugspindel (26) und der umlaufenden Kette (52) liegen.

7. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch eine stationäre umlaufende Kettenführung (56), die mit dem Maschinengestell (22) fest verbunden ist.

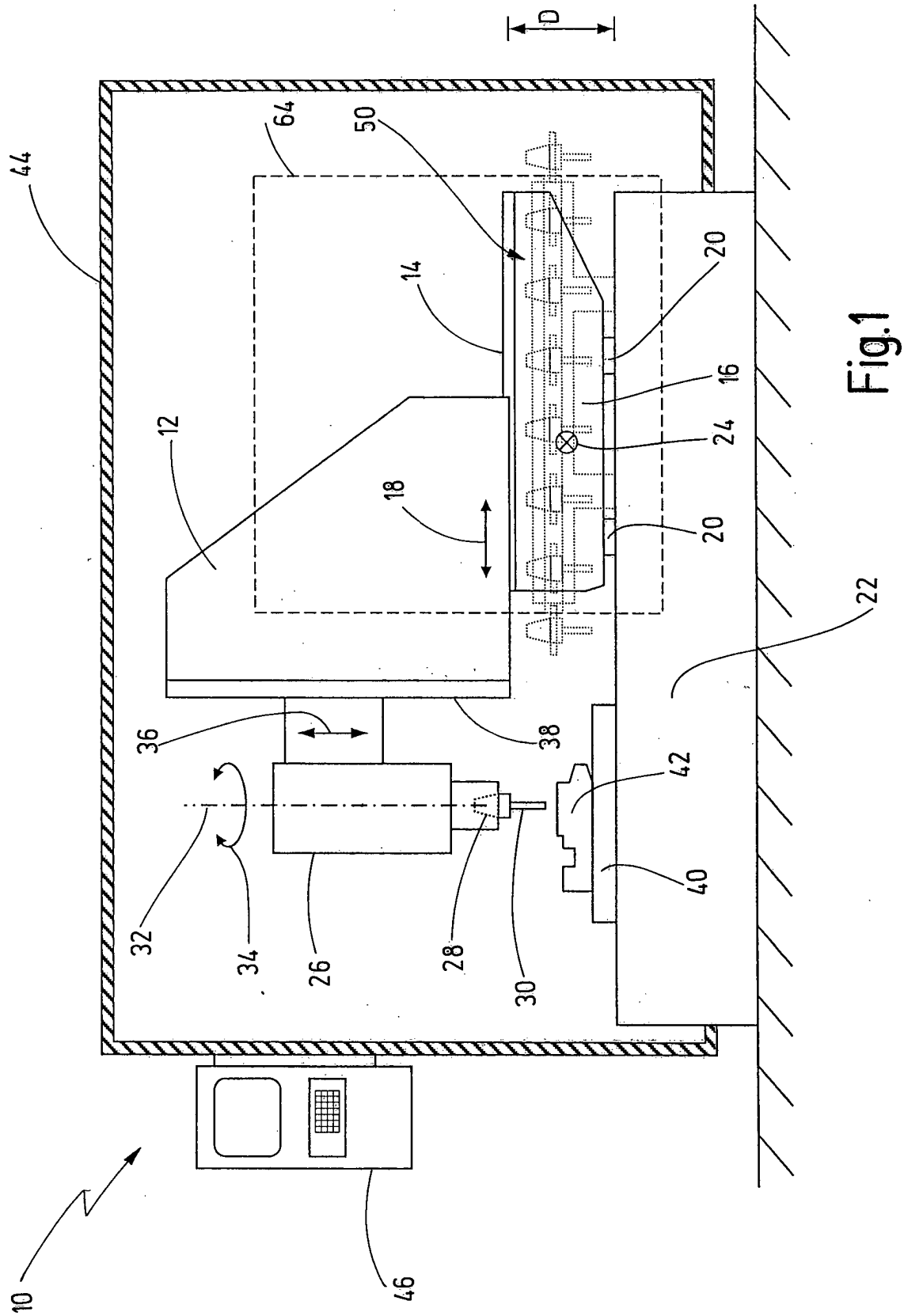
8. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kette (52) in einer Horizontalebene (60) umläuft.

9. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugspindel (26) vertikal angeordnet ist, und zwar vorzugsweise an einem vertikalen Fahrständer (12), der auf der ersten Schlittenführung (14) gelagert ist.

10. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugspindel (26) dazu ausgebildet ist, zumindest einen der Magazinplätze (54) direkt anzufahren, um ein Bearbeitungswerkzeug (30) zu entnehmen oder abzulegen.

11. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeugmagazin (50) eine Vielzahl von umlaufenden Ketten (52, 52') aufweist, die übereinander angeordnet sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



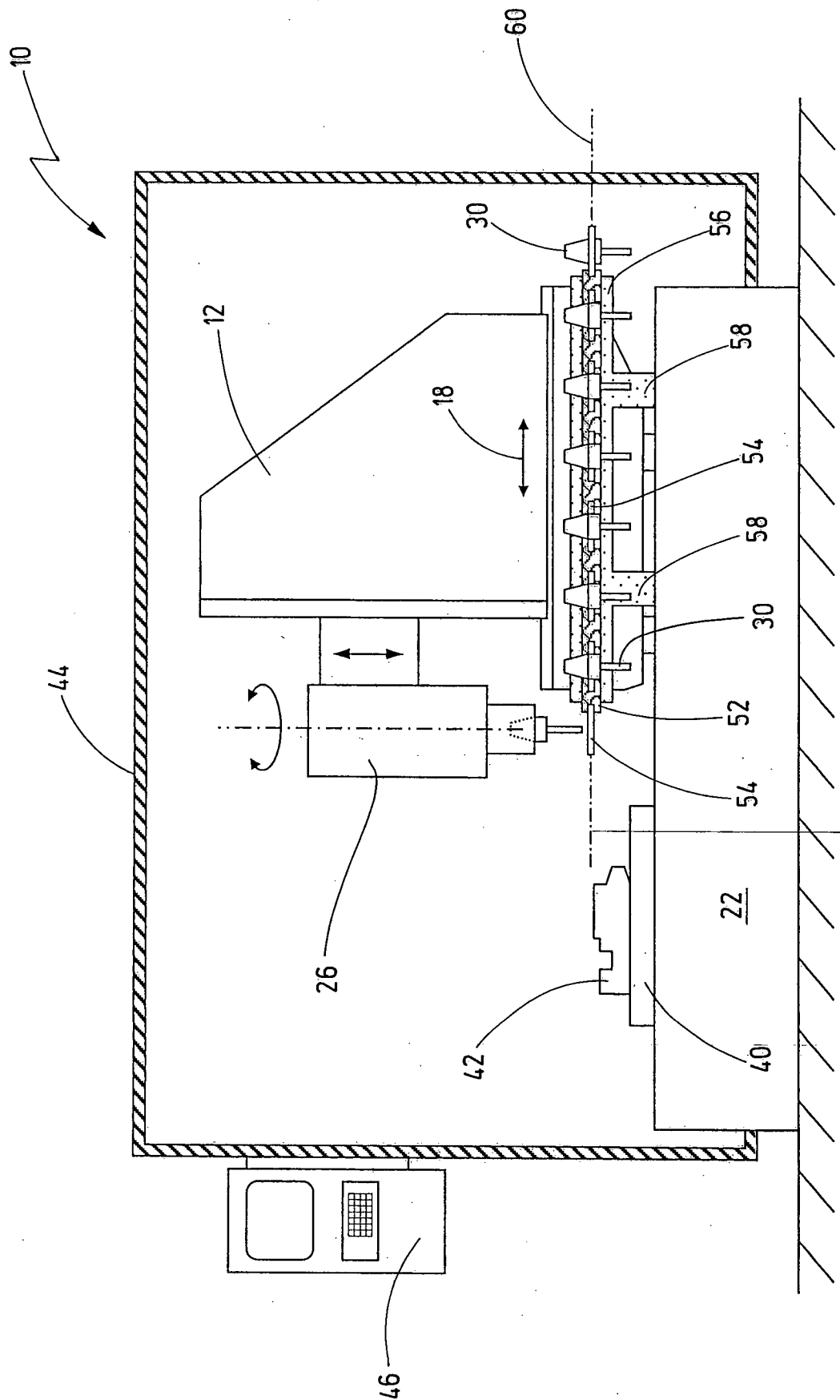


Fig. 2

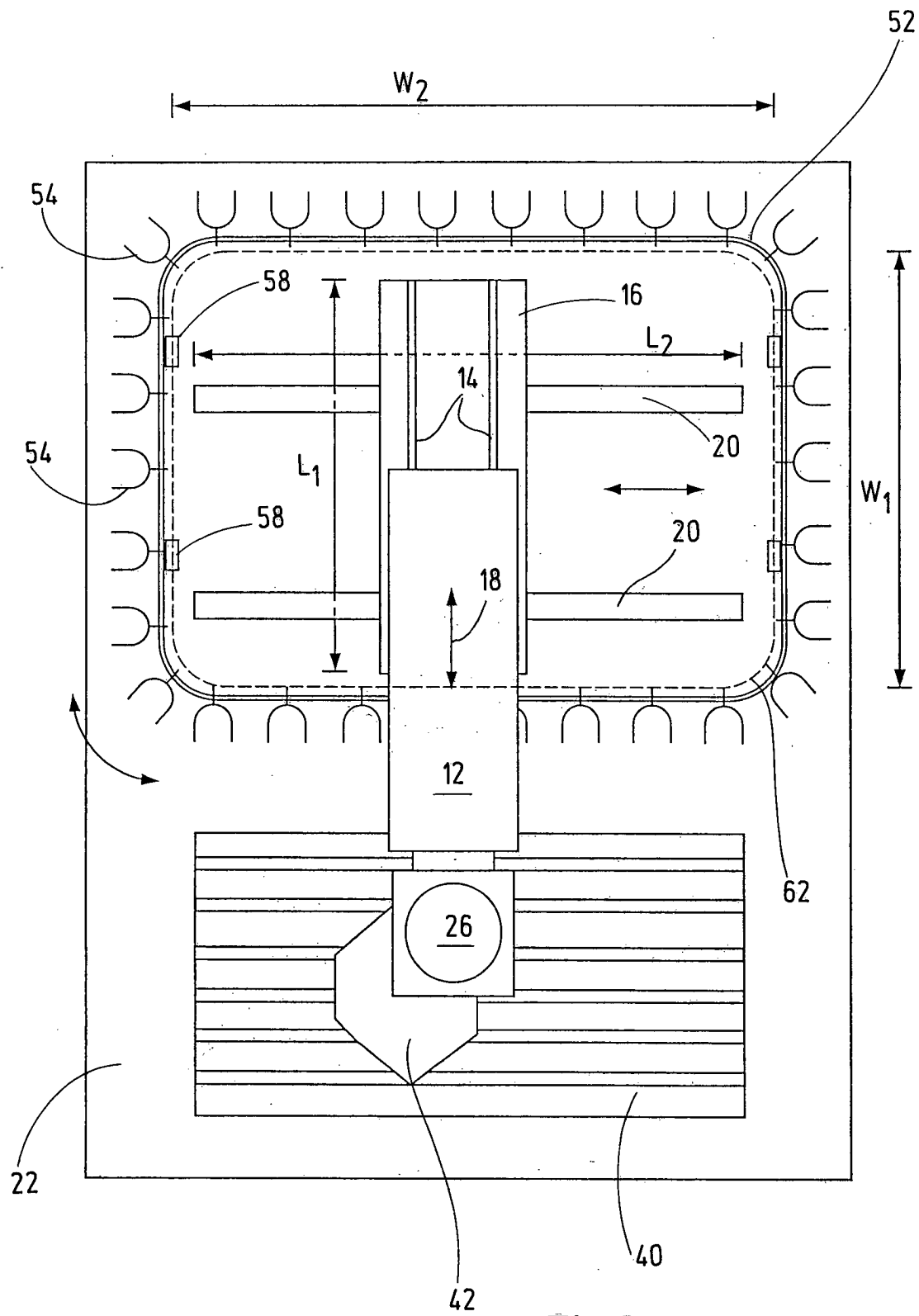


Fig.3

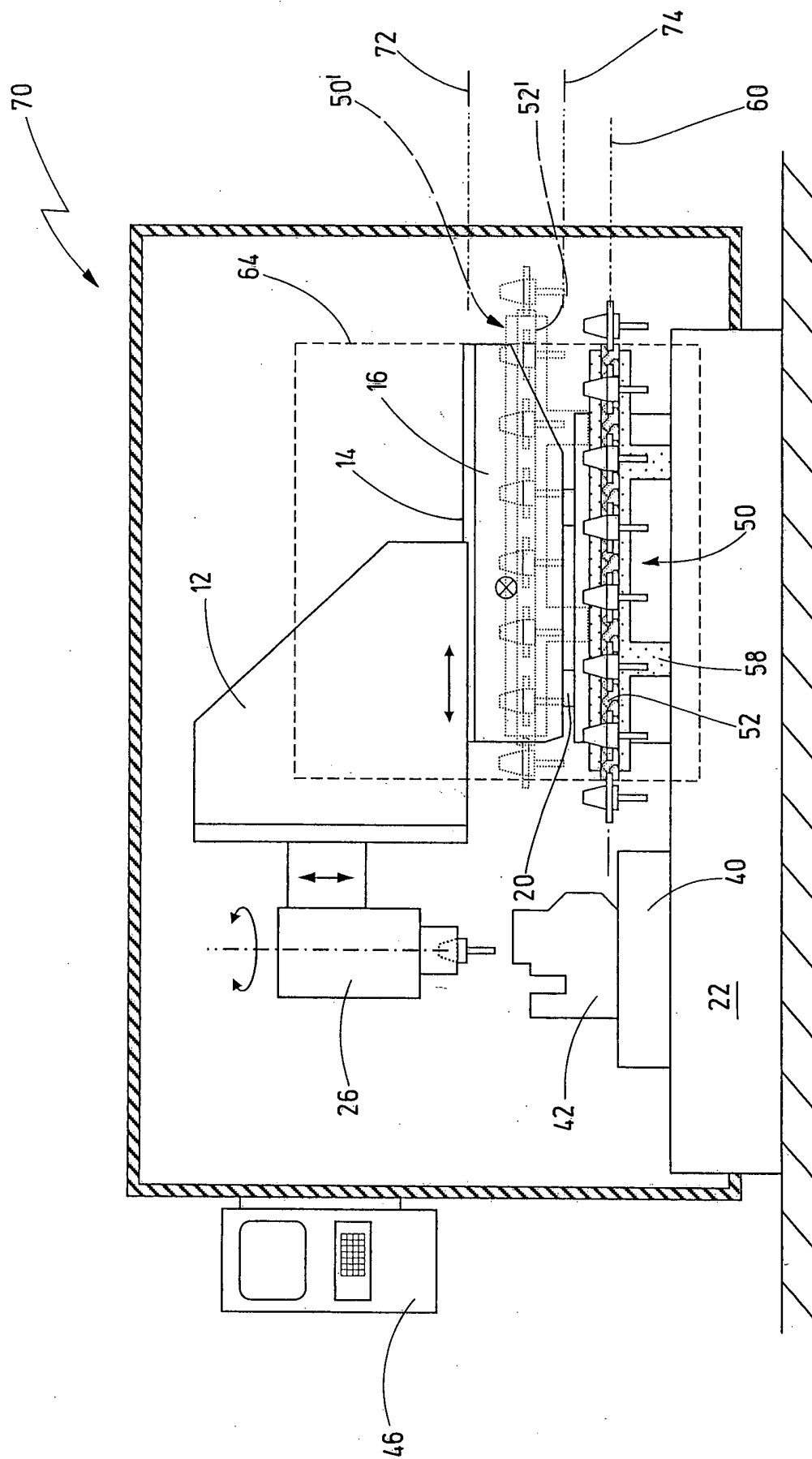


Fig. 4