



(10) **DE 10 2012 201 736 B3** 2013.06.27

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 201 736.4**
(22) Anmeldetag: **06.02.2012**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **27.06.2013**

(51) Int Cl.: **B23Q 11/00 (2012.01)**
B23Q 1/01 (2012.01)
B23Q 1/48 (2012.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
DECKEL MAHO Pfronten GmbH, 87459, Pfronten, DE

(74) Vertreter:
MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann, 80336, München, DE

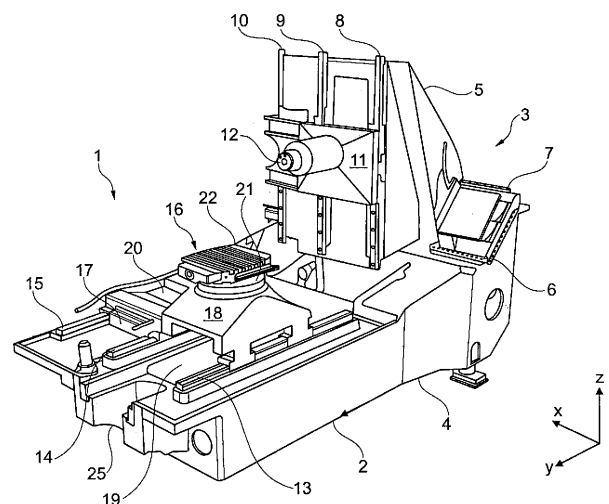
(72) Erfinder:
Jung, Robert, 87459, Pfronten, DE; Geissler, Alfred, 87459, Pfronten, DE

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

| | | |
|-----------|------------------------|-----------|
| DE | 100 61 934 | B4 |
| DE | 102 45 058 | A1 |
| DE | 198 30 391 | A1 |
| DE | 10 2007 044 289 | A1 |
| DE | 20 2007 013 009 | U1 |
| EP | 1 477 267 | A2 |
| WO | 2008/ 050 024 | A1 |

(54) Bezeichnung: **Universal-Werkzeugmaschine mit Spänesammelraum**

(57) Zusammenfassung: Werkzeugmaschine zur spanenden Werkstückbearbeitung mit einem formstifen Maschinenständer, einem in Führungen (6–10) an dem Maschinenständer (5) in zwei Koordinatenachsen (X, Z) motorisch verfahrbare Arbeitsspindel (12) zur Aufnahme eines Bearbeitungswerkzeugs, einem an der Stirnseite des Maschinenständers (5) angeordneten Maschinenbett (2), auf dessen Oberseite eine horizontale Linearführung (13–15) für einen Werkstücktisch (16) angeordnet ist, und einem Linearmotor (17) zum Verfahren eines Werkstücktisch (16) in der horizontalen Linearführung (13–15) in einer weiteren Koordinatenachse (Z). Dabei ist in die Oberseite des Maschinenbetts (2) ein kanalförmiger Späneraum (19) zur Sammlung von bei der Bearbeitung des Werkstücks anfallender Späne integriert, dessen Längsachse sich in Richtung der weiteren Koordinatenachse (Z) erstreckt, und der Linearmotor (17) auf der Oberseite des Maschinenbetts (2) seitlich parallel zu dem kanalförmigen Späneraum (19) angeordnet ist, wobei eine erste und eine zweite Führungsschiene (14, 15) der horizontalen Linearführung (13–15) zur Führung eines Werkstücktischs auf gegenüberliegenden Seiten des Linearmotors (17) angeordnet sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Universal-Werkzeugmaschine zur spanenden Werkstückbearbeitung, der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Gattung.

STAND DER TECHNIK

[0002] Aus der DE 100 61 934 B4 sowie der DE 102 45 058 A1 sind derartige Werkzeugmaschine bekannt, die sich aufgrund ihrer Bauart durch besondere Steifigkeiten und damit auch hohe Spanleistung sowie hohe Genauigkeit bei der Bearbeitung auszeichnet. Diese Werkzeugmaschine weist einen formsteifen Maschinenständer auf, an dessen Stirnseite eine Arbeitsspindel in Führungsschienen geführt horizontal und vertikal verfahrbar angeordnet ist. Die Universal-Werkzeugmaschine umfasst einen an der Stirnseite des Maschinenständers angeordnetes hochsteifes Maschinenbett, auf dessen Oberseite eine horizontale Linearführung für einen Werkstücktisch angeordnet ist, der mittels eines Linearmotors in einer weiteren Koordinatenachse Z längs des Maschinenbetts verfahren werden kann.

[0003] Der Spananfall bei Universal-Werkzeugmaschinen kann vergleichsweise groß sein. Aus diesem Grund sind der Schutz der Maschinenaggregate und -komponenten vor Spanflug sowie die Sammlung und Abfuhr anfallender Späne von jeher ein inhärentes Problem bei der spanenden Metallbearbeitung durch Universal-Werkzeugmaschinen.

[0004] Im Stand der Technik wurde daher vorgeschlagen, bei der Konstruktion von Werkzeugmaschinen Spänesammel- und Abfuhräume vorzusehen. Beispielsweise schlägt die DE 198 30 391 A1 eine Fräsmaschine vor, bei der die Werkzeugspindel in einer Krakarmanordnung verfahrbar geführt ist und sich am rückwärtigen Ende des Maschinentischs in unmittelbarer Nähe der Werkstückaufspannfläche des Werkstücktischs ein in Querrichtung zum Maschinenbett verlaufender Spänesammelraum befindet. Diese Konstruktion ist jedoch für eine horizontal auf dem Maschinenbett in Längsrichtung verfahrenen Werkstücktisch wenig geeignet, da eine zuverlässige Spänesammlung und -abfuhr in diesem Fall nicht gewährleistet wäre.

[0005] Zudem bringt das Vorsehen eines Spänesammelraums konstruktive Beschränkungen, was den grundsätzlichen Aufbau des Maschinengestells und Maschinenständers anbetrifft, mit sich. Ein wichtiger Aspekt liegt hierbei in der Gewährleistung einer ausreichend hohen Steifigkeit sowohl des Maschinenständers als auch des Maschinenbetts.

[0006] Ein leistungsstarkes Bearbeitungszentrum, das eine sichere und extrem schnelle Späneentsor-

gung aus dem Arbeitsraum sicherstellt, ist von der Firma StarragHeckert mit den Bearbeitungszentren CWK 400 D vorgestellt worden. Der Maschinenaufbau dieses Bearbeitungszentrums in Kreuzbettbauweise mit Schrägbett ist jedoch verhältnismäßig aufwendig und vergleichsweise wenig kompakt.

[0007] Aus der DE 10 2007 044 289 A1 ist eine Werkzeugmaschine bekannt, in deren Maschinenbett ein Spänesammelraum vorgesehen ist. Die Werkzeugmaschine umfasst zudem eine Abführeinrichtung zur Entfernung der Späne aus dem Sammelraum, die wiederum eine Fördereinrichtung aufweist, die auf einem zweiten Maschinenbettabschnitt platziert ist.

[0008] Die EP 1 477 267 A2 offenbart eine Werkzeugmaschine in Portal-Bauweise, umfassend ein Maschinenbett, eine Tragsäule, untere und obere Führungen, untere und obere Linearmotormagnete, sowie untere und obere Linearmotorspulen für den Antrieb in X-Richtung, die sich durch die besondere Anordnung der unteren und oberen Führung und der unteren und oberen Linearmotormagneten auszeichnet.

[0009] Auch aus der DE 20 2007 013 009 U1 ist eine Werkzeugmaschine in Portal-Bauweise bekannt, die sich durch einen besonderen Aufbau des Schlittenträgers mit Gewindespindel- und Statorträgerabschnitten auszeichnet.

[0010] Die WO 2008/050024 A1 zeigt eine Werkzeugmaschine in Gantry-Bauweise.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine möglichst kompakte Universal-Werkzeugmaschine des gattungsgemäßen Typs anzugeben, die hinsichtlich der Sammlung und Abfuhr von anfallendem Span verbessert ist, ohne Einbußen hinsichtlich der Steifigkeit des Maschinengestells. Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Universal-Werkzeugmaschine gemäß Patentanspruch 1. Die abhängigen Patentansprüche sind auf vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gerichtet.

[0012] Die erfindungsgemäße Universal-Werkzeugmaschine weist einen formsteifen Maschinenständer auf, an dem eine in Führungen entlang zweier Koordinatenachsen X und Y motorisch verfahrbare Arbeitsspindel zur Aufnahme eines Bearbeitungswerkzeugs geführt wird. An der Stirnseite des Maschinenständers ist ein Maschinenbett angeschlossen, auf dessen Oberseite eine horizontale Linearführung für einen Werkstücktisch vorgesehen ist sowie ein Linearmotor zum Verfahren eines Werkstücktischs in der horizontalen Linearführung mit einer weiteren Koordinatenachse.

[0013] Erfindungsgemäß ist in das bzw. auf dem Maschinenbett ein kanalförmiger Späneraum zur Sammlung von bei der Bearbeitung des Werkstücks anfallendem Span vorgesehen, dessen Längsachse sich in horizontaler Richtung längs des Maschinenbetts erstreckt, wobei der Linearmotor auf der Oberseite des Maschinenbetts seitlich parallel zu dem kanalförmigen Späneraum angeordnet ist. Eine erste und eine zweite Führungsschiene der horizontalen Linearführung zur Führung des Werkstücktisches sind auf gegenüberliegenden Seiten des Linearmotors angeordnet, d. h. der Linearmotor befindet sich zwischen zwei seitlich auf der Oberseite des Maschinenbetts neben dem Linearmotor angeordneten Führungsschienen der horizontalen Linearführung.

[0014] Die Anordnung eines kanalförmigen Späneraums in Längsrichtung des Maschinenbetts ermöglicht eine verbesserte Sammlung und Abfuhr der bei der Werkstückbearbeitung anfallenden Späne, ohne dass die Stabilität des Maschinenbetts beeinträchtigt wird.

[0015] Die Anordnung des Linearmotors für den Werkstücktisch seitlich neben dem Spänekanal gewährleistet einen effizienten Schutz vor anfallendem Spanflug. Darüber hinaus ergibt sich aus der erfindungsgemäßen Anordnung des Linearmotors und des kanalförmigen Späneraums in Verbindung mit der Anordnung der Führungsschienen beidseitig des Linearmotors eine optimale Positionierbarkeit verschiedener Werkstücktische bei der erfindungsgemäßen Universal-Werkzeugmaschine.

[0016] Dabei kann auf der ersten und der zweiten Führungsschiene ein drehbarer Rundtisch, vorteilhafterweise über Kugel- oder Rollenumlaufschuhe, geführt werden.

[0017] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die erfindungsgemäße Maschinenstruktur hierzu eine dritte Führungsschiene auf, die in Bezug auf die erste Führungsschiene auf einer gegenüberliegenden Seite des kanalförmigen Späneraums angeordnet ist, so dass die Unterseite eines NC-Rundtisch tragenden Tischeschlittens, der entlang der drei Führungsschienen geführt wird, den Kanal übergreift und bei Antrieb des Linearmotors direkt oberhalb des Kanals entlang seiner gesamten Längserstreckung verfahren wird. Diese Anordnung ermöglicht eine optimale Spänesammlung bei Bearbeitung eines auf dem NC-Rundtisch aufgespannten Werkstücks.

[0018] Bei einer alternativen Ausgestaltung kann die Universal-Werkzeugmaschine zur 5-Achsbearbeitung mit einem Schwenkrundtisch bestückt sein, der vorteilhafterweise ebenfalls über Kugel- oder Rollenumlaufschuhe auf der ersten und zweiten Führungsschiene geführt wird, wobei die Unterseite des Tischeschlittens den Linearmotor überdeckt.

[0019] Vorteilhafterweise ist der Schwenkrundtisch mit einer Schwenkachse ausgestattet, die einen Schwenkwinkel von $> 180^\circ$, vorzugsweise bis 220° , ermöglicht, so dass der Werkzeugtisch in einer Kopfüberstellung verfahren werden kann, in der ein auf dem Werkstücktisch aufgespanntes Werkstück durch die Arbeitsspindel bearbeitet werden kann, wobei ein direkter Spänefall in den kanalförmigen Spänesammelraum realisiert wird.

[0020] Der kanalförmige Späneraum eines bevorzugten Ausführungsbeispiels ist in die Oberseite des Maschinenbetts eingebaut und weist zu einem Bodenbereich hin steil abfallende Seitenwände auf. Zudem sind direkt an dem Tisch winkelförmige Bleche befestigt, die nach unten hin in den kanalförmigen Späneraum hineinragen und auf diese Weise sicherstellen, dass der anfallende Span direkt in den in den Späneraum geleitet wird.

[0021] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel erstreckt sich der kanalförmige Späneraum mittig innerhalb des Maschinenbetts entlang der in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten Z-Achse.

[0022] Vorteilhafterweise ist am Boden des kanalförmigen Späneraums in horizontaler Richtung eine Späneschnecke **50** zur Abfuhr von in dem Späneraum befindlichen Span vorgesehen.

[0023] Der erfindungsgemäße Aufbau des Maschinenbetts der Universal-Werkzeugmaschine ist besonders vorteilhaft bei einem Fahrständer-Bett-Aufbau der Universal-Werkzeugmaschine, da hier die für die Präzisionsbearbeitung notwendige Maschinenstabilität sicher gewährleistet ist.

[0024] Bei einer besonders stabilen Ausführung der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine zur spannenden Werkstückbearbeitung sind an dem Maschinenständer drei vertikale zueinander parallele Führungen vorgesehen entlang derer die Arbeitsspindel geführt ist, wobei die mittlere Führung die Belastung trägt, die durch die magnetischen Kraft eines Linearmotors, der zum Verfahren der Arbeitsspindel in vertikaler Richtung vorgesehen ist, erzeugt wird. Auf diese Weise kann die Stabilität der Maschinenkonstruktion im Bereich des Fahrständers weiter verbessert werden, ohne die zur Stabilität beitragenden Massen erhöhen zu müssen. Dies ist überraschender Weise insbesondere vorteilhaft bei Werkzeugmaschinen in Fahrständer-Bett-Ausführung der Fall, bei denen der Fahrständer als dreieckige geschlossene Kastenkonstruktion ausgeführt ist, wie z. B. in der eingangs beschriebenen DE 102 45 058 A1, da bei einer Maschinenausführung dieses Typs die Stabilität beim Verfahren der Hochgeschwindigkeitsspindel hierdurch besonders erhöht wird.

[0025] Das erfindungsgemäße Konzept zum Aufbau des Maschinenbetts ermöglicht eine optimale Abfuhr von Bearbeitungsspan für Konfigurationen mit NC-Rundtischen wie auch für Werkzeugmaschinen mit Schwenkrundtisch zur 5-Achsbearbeitung, ohne dass hierzu weitere konstruktive Modifikationen an der Maschine vorgenommen werden müssten. Vielmehr kann der erfindungsgemäße Grundaufbau je nach Anforderungsbedingungen oder Kundenwunsch ohne weitere Modifikation sowohl mit einem NC-Rundtisch als auch mit einem Schwenkrundtisch realisiert werden, wobei in beiden Fällen eine sichere Spanabfuhr über den gesamten Verfahrensweg des jeweiligen Werkstücktischs gewährleistet ist.

[0026] Weitergehende Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der erfindungsgemäßen Universal-Werkzeugmaschine mit Späneraum anhand der Zeichnungen deutlich.

[0027] Es zeigen:

[0028] [Fig. 1](#) ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Universal-Werkzeugmaschine mit NC-Drehtisch in perspektivischer Darstellung;

[0029] [Fig. 2](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Universal-Werkzeugmaschine mit Späneraum, auf der ein Schwenkrundtisch montiert ist, in perspektivischer Darstellung;

[0030] [Fig. 3](#) ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Universal-Werkzeugmaschine mit Späneraum und NC-Drehtisch, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, im Querschnitt;

[0031] [Fig. 4](#) ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Universal-Werkzeugmaschine mit Späneraum und Schwenkrundtisch, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, im Querschnitt;

[0032] [Fig. 5](#) ein Ausführungsbeispiel eines Schwenkrundtisches zur Montage auf einer erfindungsgemäßen Universal-Werkzeugmaschine in perspektiver Darstellung; und

[0033] [Fig. 6](#) eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Universal-Werkzeugmaschine mit Schwenkrundtisch zur Veranschaulichung des Schwenkbereichs.

[0034] Ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Universal-Werkzeugmaschine mit NC-Rundtisch ist in [Fig. 1](#) in schräger Vorderansicht perspektivisch dargestellt. Die in Fahrständer-Bett-Bauweise ausgeführte Universal-Werkzeugmaschine besteht aus einem vorderen als Kastenkonstruktion ausgeführten Maschinenbett **2** und einem

rückwärtigem ortsfestem Fahrständer **3**, an dessen Stirnseite das kastenförmige Maschinenbett **2** angeschlossen ist. Bei dieser Ausführungsform nach [Fig. 1](#) ist der Ständer zweiteilig ausgebildet mit einem Unterteil **4**, das mit dem Maschinenbett **2** fest verbunden ist, und einem Fahrständeranteil **5**, der in zwei Führungsschienen **6** und **7** mittels eines Linearmotors in X-Richtung verfahrbar ist. Der Fahrständeranteil **5** weist eine Frontseite mit drei vertikalen Führungsschienen **8**, **9**, **10**, auf, auf denen ein Vertikalschlitten **11** mit Spindelkopf **12** zur Aufnahme eines Bearbeitungswerkzeugs mittels eines Linearmotors **70** verfahrbar angeordnet ist. Dabei trägt die mittlere Führungsschiene **9** die Last des magnetischen Antriebs. Das Maschinenbett ist über die beiden Auflager **2a**, **2b** zum Boden hin abgestützt.

[0035] Auf der Oberseite des kastenförmigen Maschinenbetts **2** sind drei Führungsschienen **13**, **14**, **15** einer horizontalen Linearführung angebracht, auf denen ein Werkstücktisch **16** mittels eines Linearmotors in Z-Richtung verfahrbar geführt wird. Der (in [Fig. 1](#) nicht gezeigte) Linearmotor zum Verfahren des Tischschlittens ist dabei zwischen den Führungsschienen **14**, **15** angeordnet und nach oben hin durch eine Abdeckung **20** geschützt.

[0036] Ein Tischschlitten **18** trägt einen NC-Rundtisch **21**, dessen Oberseite eine Palette **22** trägt, die zum Aufspannen eines (nicht dargestellten) Werkstücks geeignet ist. Die Unterseite des Tischschlittens **18** ist dabei direkt über einem kanalförmigen Späneraum **19** verfahrbar angeordnet, dessen Struktur genauer anhand der [Fig. 3](#) ersichtlich ist.

[0037] Im vorderen Bereich des Maschinenbetts ist eine Ausnehmung in Form eines U-Profiles **25** in das Maschinenbett **2** eingebracht, was den Anschluss eines (in [Fig. 1](#) nicht dargestellten) Palettenwechslers ermöglicht. Die räumliche Anordnung des kanalförmigen Späneraums **19**, der sich direkt an dem U-förmigen Wandabschnitt des Maschinenbetts anschließt, lässt eine optimale Raumausnutzung bei dem erfindungsgemäßen Aufbau des Maschinenbetts zu, so dass die Universal-Werkzeugmaschine auch als Bearbeitungszentrum mit Palettenwechsler kompakt ausgestaltet ist.

[0038] [Fig. 2](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Universal-Werkzeugmaschine in schräger Vorderansicht, die sich von dem in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass das Maschinenbett **2** bei diesem Ausführungsbeispiel einen Schwenkrundtisch **30** trägt und zudem am vorderen Bereich des Maschinenbetts **2** ein Palettenwechsler **40** angeschlossen ist mit einer Wechselpalette **41** zum Austausch gegen die auf dem Schwenkrundtisch **30** getragene Palette **31**.

[0039] Der Schwenkrundtisch **30** umfasst ein unteres Schlittenteil **32**, das auf den Führungsschienen **14, 15** geführt ist, das ein kastenförmiges Tischgehäuse **33** trägt. In bzw. an dem kastenförmigen Gehäuse **33** ist ein Antriebsmotor zum Verschwenken der Konsole **34** des Maschinentischs an- bzw. untergebracht, mittels dessen die Arbeitsebene des Werkstücktischs rotiert werden kann, wie später unter Bezugnahme auf die **Fig. 5** und **Fig. 6** genauer erläutert wird. Mittels der Schwenkachse kann die Arbeitsebene der Werkstücktischs **34** über Verschwenken der Konsole **34** in eine Überkopfstellung gebracht werden, die in **Fig. 6** veranschaulicht ist, wodurch die Arbeitsebene **35** des kopfüber geschwenkten Werkstücktischs direkt oberhalb des Spänekanals **19** positioniert werden kann.

[0040] Am vorderen Kopfe des Maschinenbetts **2** ist ein Palettenwechsler **40** angeschlossen, der in die in **Fig. 1** gezeigte U-profilförmige Ausnehmung eingefügt wird. Die Kompaktheit resultiert hierbei vor allem daraus, dass der Palettenwechsler direkt in einen Abschnitt des Maschinenbetts angeschlossen werden kann, der an den kanalförmigen Späneraum angrenzt, so dass einerseits gewährleistet ist, dass der Palettenwechsler beim Wechseltorgang der Palette nur kurze Verfahrwege zurücklegen muss, und andererseits, dass der Werkstücktisch auch in der Grundwechselstellung des Palettenwechslers bereits direkt über dem kanalförmigen Späneraum angeordnet ist.

[0041] **Fig. 3** zeigt einen Querschnitt durch das Maschinenbett **2** des Ausführungsbeispiels der **Fig. 1**, aus welchem die Struktur des kanalförmigen Späneraums **19** im Maschinenbett **2** genauer ersichtlich wird.

[0042] Der Spänekanal **19** wird durch zwei nahezu vertikal abfallende Seitenwände **19a, 19b** gebildet. Der Bodenbereich des Kanals wird durch die leicht schräg verlaufenden Bodenabschnitte **19c, 19d** gebildet. Im Bereich des tiefsten Punkts am Boden des Kanals **19** ist eine Förderschnecke **50** vorgesehen, die dem Abtransport des anfallenden Spans dient. Winkelförmige Leitbleche **25a, 25b** sind an dem Werkstücktisch befestigt und gewährleisten, dass der bei der Bearbeitung eines auf der Palette **22** gespannten Werkstücks anfallender Span direkt in den kanalförmigen Späneraum eingetragen wird und dadurch insbesondere eine Verschmutzung der horizontalen Linearführung und des Linearmotors **17** verhindert wird. Diese winkelförmigen Leitbleche **25a, 25b** die in Längsrichtung des Maschinenbetts vorteilhafterweise vor- und hinterseitig des Werkstücktischs angebracht sind verfahren beim an dem vorderen Ende des Maschinenbetts in eine Ausnehmung des Palettenwechslers bzw des ihn aufnehmenden Abschnitts des Maschinenbetts und am hinteren Ende in eine in der Stirnfläche des Fahrständers zu diesem

Zwecke ausgebildete Aussparung hinein, sodass die Verfahrweg des Tisches durch die Leitbleche nicht eingeschränkt wird.

[0043] Der Werkstücktisch **16** weist unterseitig einen Tischeschlitten **18** auf, an dessen Unterseite Rollen-umlaufschuhe **13a, 14a, 15a** montiert sind, die auf den Profilschienen **13, 14, 15** geführt werden. Der Tischeschlitten **18** ist mittels des Linearmotors **17** in der in **Fig. 1** gezeigten Z-Richtung verfahrbar, wobei der Linearmotor-Primärteil **17a** mit der Konsole des Tischeschlittens **18** verbunden ist und längs des Linearmotor-Sekundärteils **17b**, das auf Magnetbahnsegmenten gebildet ist, entlanggeführt wird. Vorteilhaft ist dabei, dass das Linearmotor-Primärteil **17a** sowie das Linearmotor-Sekundärteil **17b** in Breitenrichtung zwischen den Profilschienen **14, 15** angeordnet sind und parallel zu dem kanalförmigen Späneraum **19** verlaufen, der sich wiederum entlang der gesamten Länge der Linearführungsschienen **13, 14, 15** parallel zu diesen erstreckt.

[0044] An den Profilschienen sind vorteilhafterweise thermosymmetrische Linearmaßstäbe **13b, 14b, 15b** vorgesehen, die erheblich zur Genauigkeit der Positionsbestimmung des Werkstücktischs beitragen.

[0045] Der Tischeschlitten **18** trägt ein zylindrisches Mittelteil **21**, auf dessen Oberseite eine Werkstückpalette **22** getragen wird, auf der über geeignete Spannmittel ein Werkstück aufgespannt werden kann. Wie aus der Darstellung der **Fig. 3** ersichtlich wird, übergreift der Tischeschlitten **18** den kanalförmigen Späneraum in Breitenrichtung, wobei die Oberseite des Werkstücktischs **16**, auf der das (nicht dargestellte) Werkstück aufgespannt wird, direkt oberhalb des Kanals und in dessen gesamter Länge in Y-Richtung verfahrbar angeordnet ist.

[0046] Durch die Führung des NC-Rundtischs in den drei Führungsschienen **13, 14, 15** wird eine verbesserte Stabilität der Führung erreicht. Gleichzeitig ist ein optimaler Schutz des Linearmotors vor anfallendem Span durch seitlichen Versatz des Linearmotors gegenüber der Ebene des kanalförmigen Späneraums bzw. der Verfahrebene des NC-Tischs gegeben. Zudem ermöglicht die erfindungsgemäße Struktur des Maschinenbetts eine optimale Kombination der Werkzeugmaschine mit einem Späneförderer.

[0047] Ein Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Universal-Werkzeugmaschine, wie sie im Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** gezeigt ist, wird nachfolgend anhand der **Fig. 4** erläutert. Gleiche Bezugszeichen wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** bezeichnen ohne gesonderte Erwähnung entsprechende Teile.

[0048] Bei dem in **Fig. 4** veranschaulichten Beispiel ist auf der erfindungsgemäßen Universal-Werkzeugmaschine ein fliegend gelagerter Schwenkrundtisch

30 montiert, der über Rollenumlaufschuhe **14a**, **15a**, die auf der Unterseite des Tischgehäuses **33** montiert sind, in den Profilschienen **14**, **15** der horizontalen Linearführung geführt wird. Der Antrieb zum Verfahren des Schwenkrundtisches **30** in Z-Richtung erfolgt über den Linearmotor **17**, der zwischen den Führungsschienen **14**, **15** angeordnet ist, wobei das in einem Querschnitt horizontal ausgerichtete Linearmotor-Primärteil **17a** an der Unterseite des Gehäuses **33** des Schwenkrundtisches **30** montiert ist und entlang des Linearmotor-Sekundärteils **17b** bewegt wird. Ebenso wie beim Ausführungsbeispiel der [Fig. 1/Fig. 3](#) und wie in [Fig. 2](#) veranschaulicht, erstreckt sich der kanalförmige Späneraum entlang der gesamten Länge der Führungsschienen **14**, **15**, so dass in jeder Arbeitsposition des in Z-Richtung verfahrenen Schwenkrundtisches **30** ein sicherer Eintrag des anfallenden Spans in den Späneraum gewährleistet ist.

[0049] Dabei ist in der Grundstellung des Schwenkrundtisches die Arbeitsfläche zum Aufspannen des Werkstücks auf dem Werkstücktisch **35** horizontal auf der auskragenden Konsole **34** ausgerichtet und unterhalb der Arbeitsspindel **12** angeordnet. Mittels einer in [Fig. 4](#) nicht dargestellten Schwenkachse kann die Konsole **34** des Schwenkrundtisches **30** jedoch um eine horizontale Papierebene liegende Schwenkachse nach oben verschwenkt werden, so dass in einer Kopfüberstellung die Oberfläche **35** des Schwenkrundtisches, auf der das Werkstück aufgespannt wird, oberhalb der Arbeitsspindel angeordnet ist.

[0050] Durch die erfindungsgemäße Anordnung und Verfahrenbarkeit des Schwenkrundtisches über den kanalförmigen Späneraum in jeder beliebigen Schwenkstellung des Werkstücktisches wird ein optimaler Abtransport des anfallenden Spans in den Späneraum in jeder Arbeitsstellung der Arbeitsspindel und des Schwenkrundtisches gewährleistet.

[0051] Auch bei diesem Ausführungsbeispiel weist der kanalförmige Späneraum nahezu vertikale Seitenwände **19a**, **19b** auf, an die sich ein Bodenbereich mit den geneigten Bodenabschnitten **19c**, **19d** anschließt. Ebenso wie bei dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel ist bei dem Ausführungsbeispiel der [Fig. 4](#) am tiefsten Punkt des Bodens des kanalförmigen Späneraums eine Späneschnecke **50** vorgesehen, die der Abfuhr des anfallenden Spans dient.

[0052] Bei der erfindungsgemäßen Anordnung der Führungsschienen, des Linearmotors sowie des kanalförmigen Späneraums im Maschinenbett der Universal-Werkzeugmaschine insbesondere in Fahrständer-Bett-Ausführung ist gewährleistet, dass sowohl bei der Verwendung eines NC-Rundtisches als auch bei der Verwendung eines Schwenkrundtisches die Werkstücktischoberseite direkt über dem kanalförmigen Späneraum verfahren wird, wodurch ein op-

timaler Spanabtransport in jeder Arbeitsstellung gewährleistet wird. Durch die steil nach unten abfallenden Seitenwände des kanalförmigen Späneraums in Verbindung mit den seitlich angeordneten Leitblechen ist ein optimales Sammeln des Spans gesichert, was insbesondere für die Trockenbearbeitung an der Werkzeugmaschine eine wichtige Rolle spielt.

[0053] [Fig. 5](#) zeigt Einzelheiten einer bevorzugten Ausführungsform eines Schwenkrundtisches zur Verwendung mit dem erfindungsgemäßen Maschinenaufbau. Dabei ist zu beachten, dass der in [Fig. 5](#) gezeigte Schwenkrundtisch nicht auf eine Verwendung mit dem erfindungsgemäßen Maschinenaufbau begrenzt ist, sondern auch bei herkömmlichen Werkzeugmaschinen Verwendung finden kann.

[0054] Aus diesem Grund kann für die zentralen Merkmale dieses Schwenkrundtisches separat Schutz begehrt werden.

[0055] Der Schwenkrundtisch umfasst zwei Elektromotoren **37** und **38** zum Drehen und Verschwenken des Tisches **30** um eine in [Fig. 6](#) gezeigte A-Achse. Dabei ist der Motor **38** außerhalb des Gehäuses **33** an dessen Außenseite angebracht und der Motor **37** zentral innerhalb des Gehäuses Erfindungsgemäß ist dabei mindestens einer der Motoren **37**, **38**, vorzugsweise beide Motoren, wie bei dem in [Fig. 5](#) gezeigten Schwenkrundtisch, im Bereich des Gehäuses **34** außerhalb der Maschinengussteile angeordnet. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass sie zum einen gut zugänglich sind, was für die Reparatur oder den Austausch nützlich ist, und sie darüber hinaus außerhalb der Wärmeeinflusszone, d. h. im temperaturneutralen Teil und nicht im fliegenden Teil angeordnet sind, so dass ihre Funktion nicht durch Wärmeübertragung durch Gussteile beeinträchtigt wird. Darüber hinaus sind die nicht im fliegenden Teil der Konsole **34** des Schwenkrundtisches angeordneten Motoren **37**, **38** keiner Gewichtsbelastung ausgesetzt, was zusätzlich zur Genauigkeit bei der Positionierung beiträgt.

[0056] Rückseitig ist an dem Tischgehäuse **33** eine Energiekette zur Leitung von elektrischen Versorgungskabeln zu dem Motor **37** angebracht, was eine effiziente und sichere Kabelführung zum Betrieb der Motoren beim Verfahren des Schwenkrundtisches **30** gewährleistet. Das Antriebsmoment des Motors **38** zum Verschwenken der Konsole wird über einen Keilriemen an das Getriebe **39** übertragen.

[0057] [Fig. 6](#) veranschaulicht den Schwenkbereich des erfindungsgemäßen Schwenkrundtisches zur Verwendung mit dem erfindungsgemäßen Maschinenaufbau. Die Darstellung verdeutlicht, dass die Schwenkachse (A-Achse) ein Verschwenken der Arbeitsebene **35** des Werkzeugschichtes um bis 220° er-

möglich, was eine optimale 5-Achsbearbeitung zulässt.

[0058] Aufgrund dieses Schwenkbereichs ist eine optimale Bearbeitung von Werkstücken in einer Kopfüberstellung möglich, wobei durch die Verbindung des erfindungsgemäßen Schwenkrundtisches und des erfindungsgemäßen Maschinenaufbaus eine sichere Abfuhr des anfallenden Spans über den kanalförmigen Späneraum gesichert ist.

[0059] Ein weiteres Kennzeichen des erfindungsgemäßen Schwenkrundtisches sind die erzielbaren Beschleunigung- bzw. Geschwindigkeitswerte, die für die A-Achse $20/S^2$ bzw. 20 Minuten^{-1} und für die Drehachse $30/S^2$ und 40 Minuten^{-1} betragen können.

[0060] Die Erfindung ist nicht auf die vorgestellten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern umfasst weitere Kombinationen der in dieser Beschreibung vorgestellten konstruktiven Einzelheiten zur Schaffung weiterer Ausführungsbeispiele in Abhängigkeit der geforderten Anwendung anhand des Wissen des Fachmanns.

Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine zur spanenden Werkstückbearbeitung mit einem formsteifen Maschinenständer, einem in Führungen (6–10) an dem Maschinenständer (5) in zwei Koordinatenachsen (X, Z) motorisch verfahrbare Arbeitsspindel (12) zur Aufnahme eines Bearbeitungswerkzeugs, einem an der Stirnseite des Maschinenständers (5) angeordneten Maschinenbett (2), auf dessen Oberseite eine horizontale Linearführung (13–15) für einen Werkstücktisch (16) angeordnet ist, und einem Linearmotor (17) zum Verfahren eines Werkstücktisches (16) in der horizontalen Linearführung (13–15) in einer weiteren Koordinatenachse (Z), **dadurch gekennzeichnet** dass in die Oberseite des Maschinenbetts (2) ein kanalförmiger Späneraum (19) zur Sammlung von bei der Bearbeitung des Werkstücks anfallender Späne integriert ist, dessen Längsachse sich in Richtung der weiteren Koordinatenachse (Z) erstreckt, und der Linearmotor (17) auf der Oberseite des Maschinenbetts (2) seitlich parallel zu dem kanalförmigen Späneraum (19) angeordnet ist, wobei eine erste und eine zweite Führungsschiene (14, 15) der horizontalen Linearführung (13–15) zur Führung eines Werkstücktisches auf gegenüberliegenden Seiten des Linearmotors (17) angeordnet sind.

2. Werkzeugmaschine zur spanenden Werkstückbearbeitung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet dass auf der Oberseite des Maschinenbetts eine dritte Führungsschiene (13) der horizontalen Linearführung auf der in Bezug auf die anderen

beiden Führungsschienen (14, 15) gegenüberliegenden Seite des kanalförmigen Späneraums (19) angeordnet ist.

3. Werkzeugmaschine zur spanenden Werkstückbearbeitung nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet dass die Werkzeugmaschine einen verfahrbaren NC-Rundtisch (16) umfasst, dessen Schlitten (18) über Führungsschuhe (13a–15a) auf den drei Führungsschienen (13–15) der horizontalen Linearführung geführt ist und den Späneraum (19) in Breitenrichtung übergreift, sodass der NC-Rundtisch durch den Linearmotor (17) direkt über dem Späneraum (19) verfahren werden kann.

4. Werkzeugmaschine zur spanenden Werkstückbearbeitung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet dass die Werkzeugmaschine (3) einen fliegend gelagerten verfahrbaren NC-Schwenkrundtisch (30) zur 5-Achsenbearbeitung mit einer Konsole (34) zum Tragen einer Werkstückpalette aufweist, dessen Schlitten über Führungsschuhe (14a, 15a) auf der ersten und der zweiten Führungsschienen (14, 15) geführt ist und den Linearmotor (17) in Breitenrichtung überdeckt.

5. Werkzeugmaschine zur spanenden Werkstückbearbeitung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet dass am Boden des kanalförmigen Späneraums (19) in Längsrichtung eine Späneschnecke (50) zur Abfuhr von Spänen angeordnet ist.

6. Werkzeugmaschine zur spanenden Werkstückbearbeitung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet dass das Maschinenbett (4) einteilig mit 3-Punktaufgabe ausgebildet ist.

7. Werkzeugmaschine zur spanenden Werkstückbearbeitung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet dass seitlich an dem Werkstücktisch (16; 30) winkelförmige Leitbleche (25a, 25b) fixiert sind die tischunterseitig in den kanalförmigen Späneraum (19) ragen.

8. Werkzeugmaschine zur spanenden Werkstückbearbeitung nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet dass der Schwenkrundtisch (30) eine Schwenkachse mit einem Schwenkwinkel von mindestens 180° aufweist, sodass der Werkstücktisch (30) in eine Überkopfstellung gebracht werden kann, bei der ein auf dem Schwenkrundtisch (30) aufgespanntes Werkstück direkt über dem kanalförmigen Späneraum (19) positioniert ist.

9. Werkzeugmaschine zur spanenden Werkstückbearbeitung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Maschinenständer drei vertikale Führungen (8, 9, 10)

vorgesehen sind, entlang derer die Arbeitsspindel (11) geführt ist, wobei die mittlere Führung (9) die Belastung trägt, die durch die magnetischen Kraft eines Linearmotors (29), der zum Verfahren der Arbeitsspindel in vertikaler Richtung vorgesehen ist, erzeugt wird.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

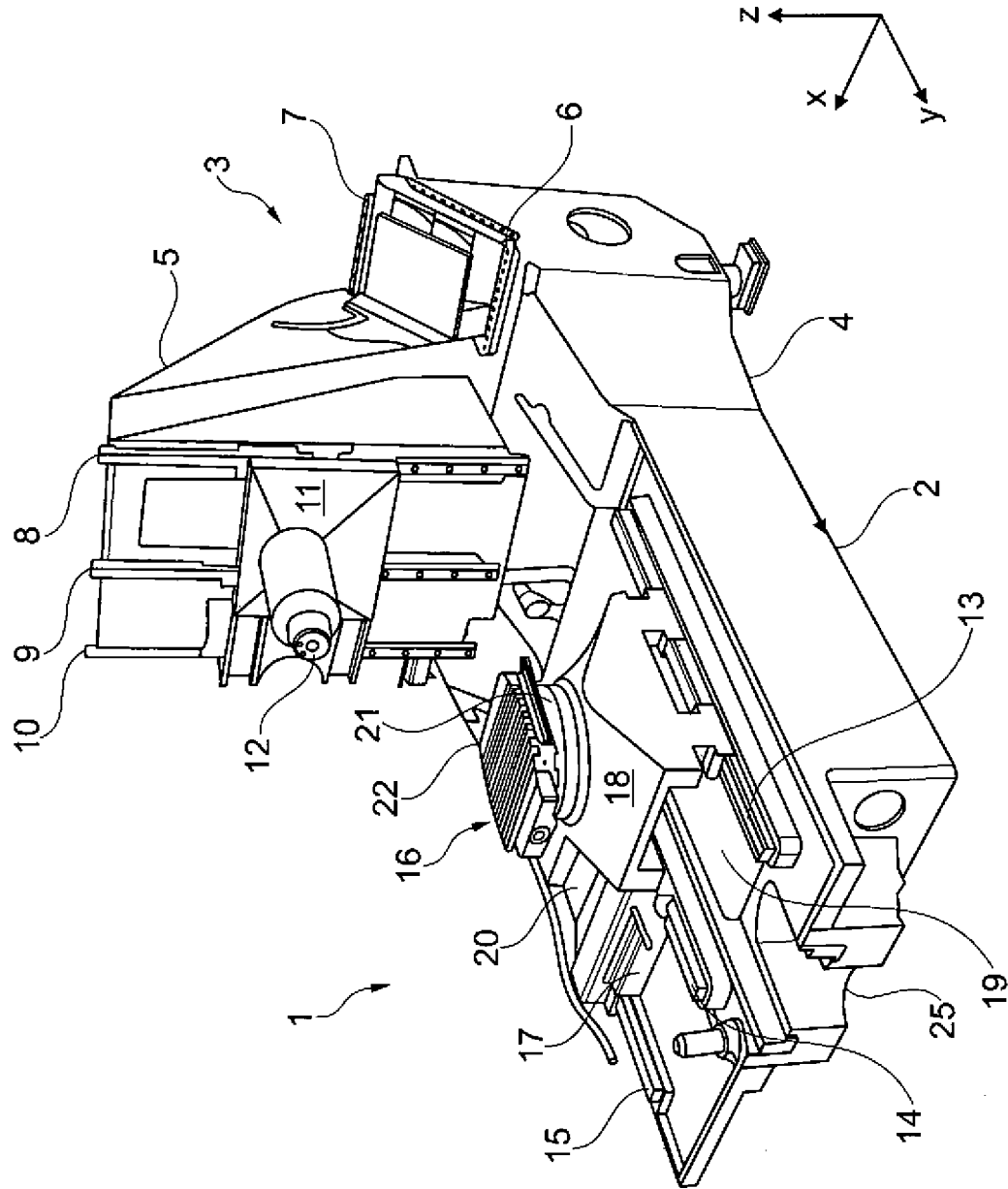


Fig. 1

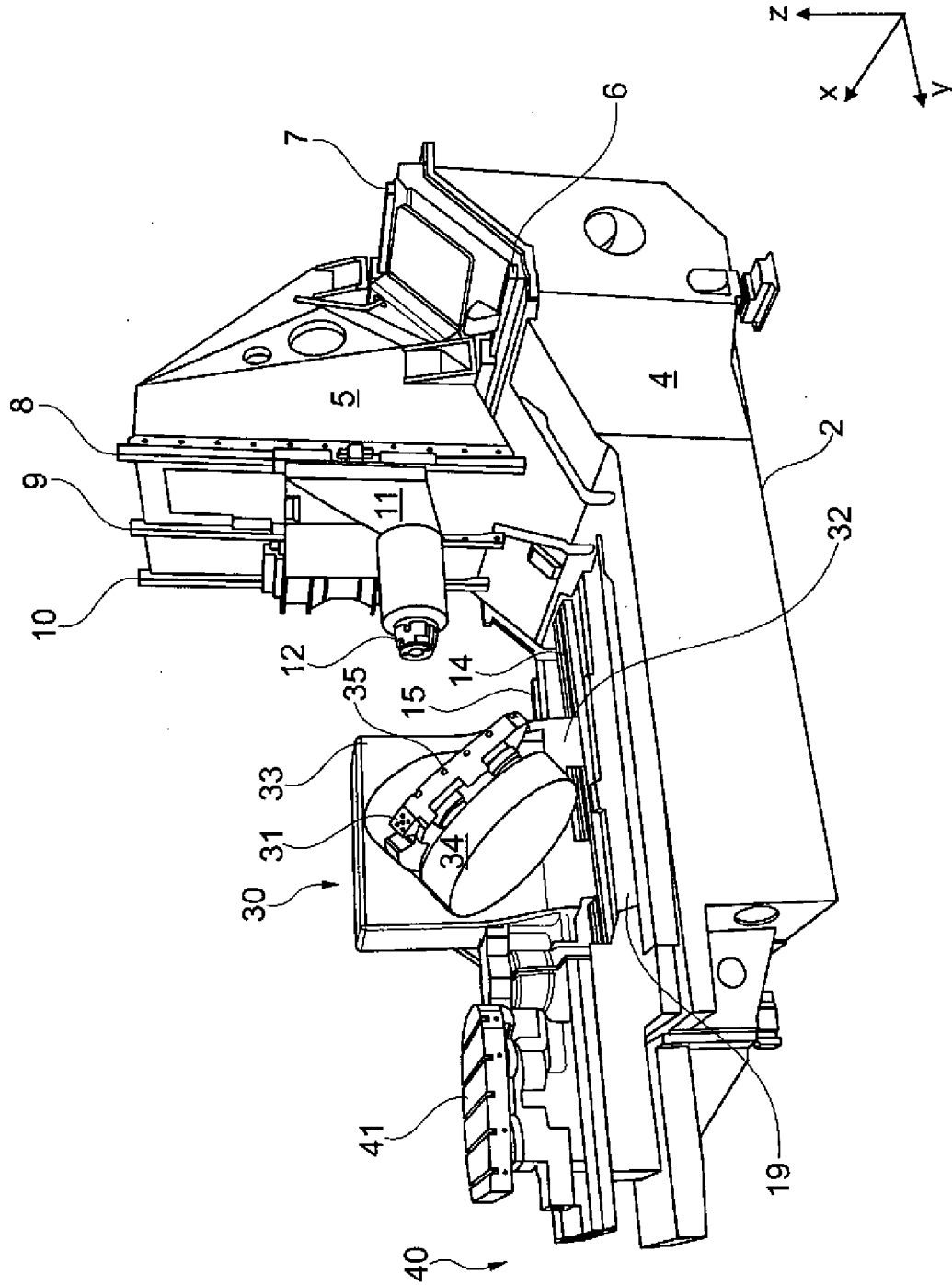


Fig. 2

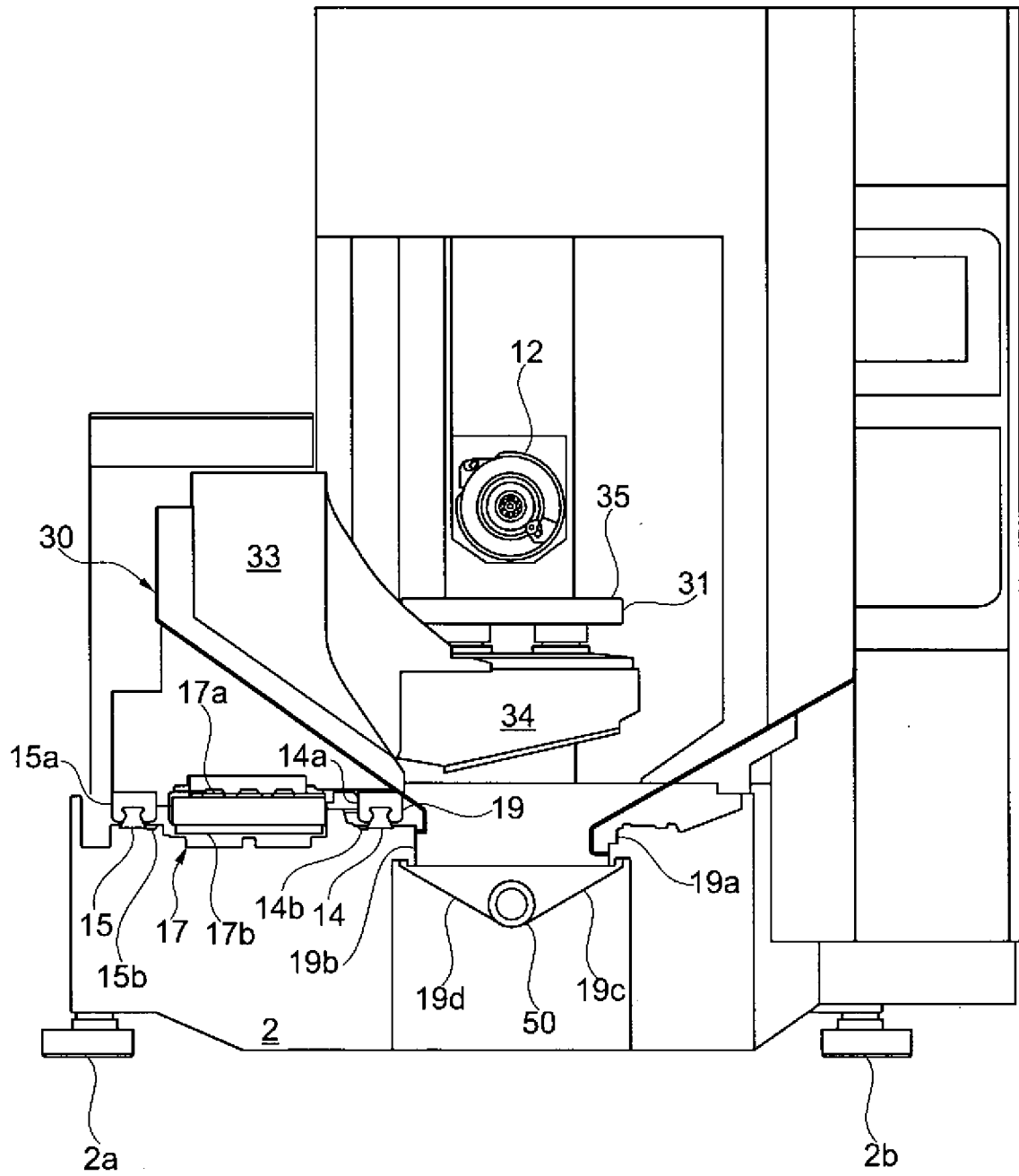


Fig. 4

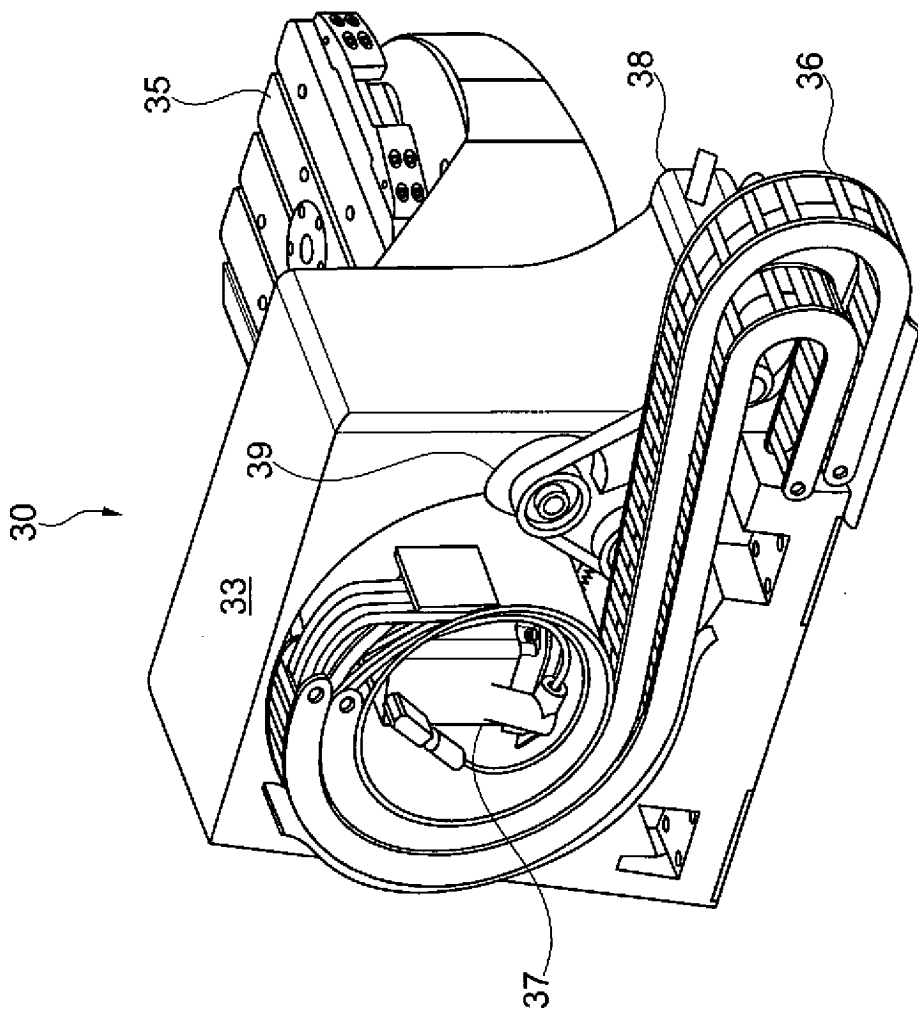


Fig. 5

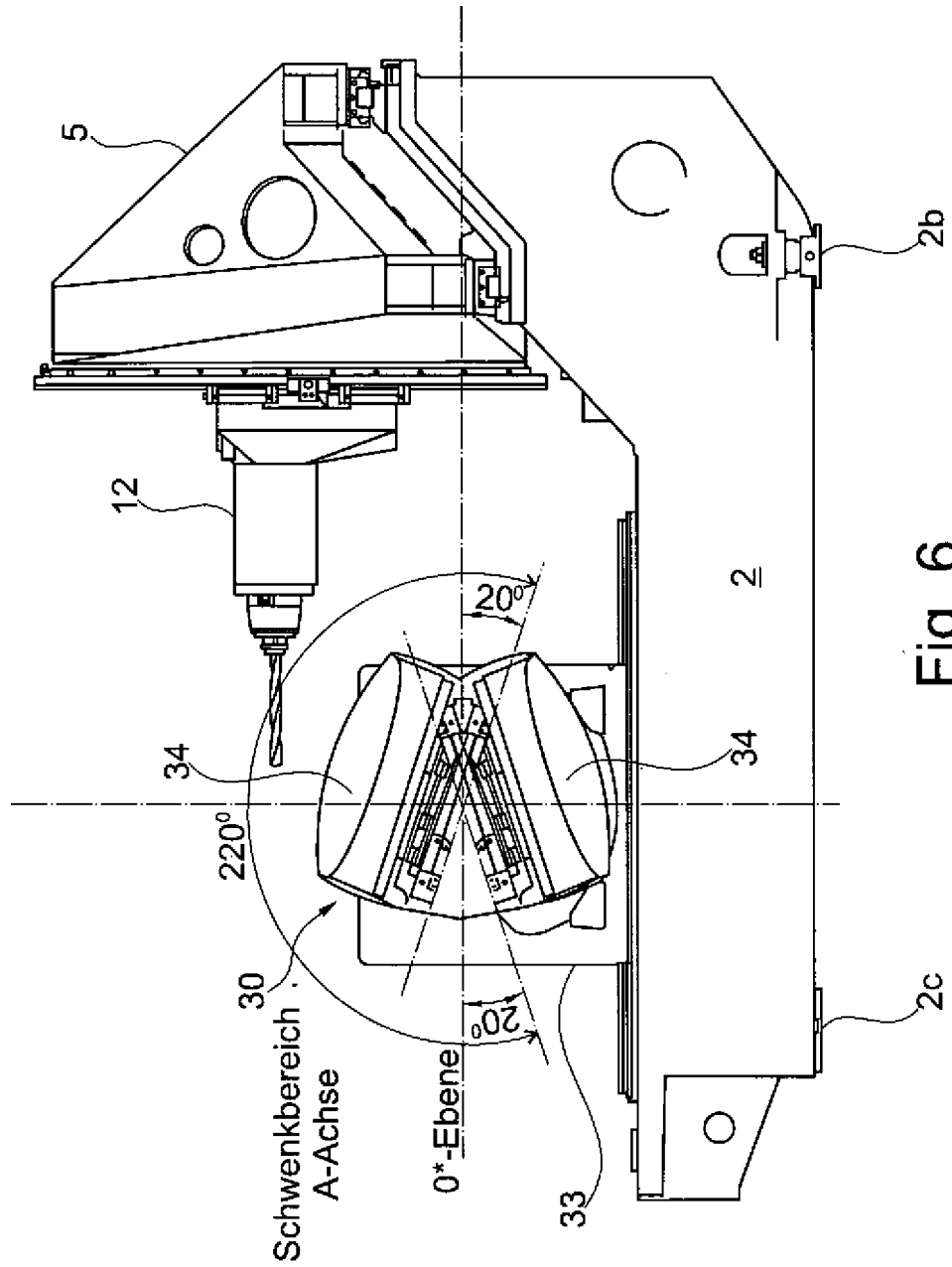


Fig. 6