



(10) **DE 10 2015 218 206 A1** 2017.03.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 218 206.1**

(22) Anmeldetag: **22.09.2015**

(43) Offenlegungstag: **23.03.2017**

(51) Int Cl.: **B23Q 1/25 (2006.01)**

B23Q 3/155 (2006.01)

B23Q 7/00 (2006.01)

B23Q 1/70 (2006.01)

B23Q 11/08 (2006.01)

(71) Anmelder:

**DECKEL MAHO Pfronten GmbH, 87459 Pfronten,
DE**

(72) Erfinder:

Geissler, Alfred, 87459 Pfronten, DE

(74) Vertreter:

**MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann
Patentanwälte PartG mbB, 80336 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2015 000 503 A1

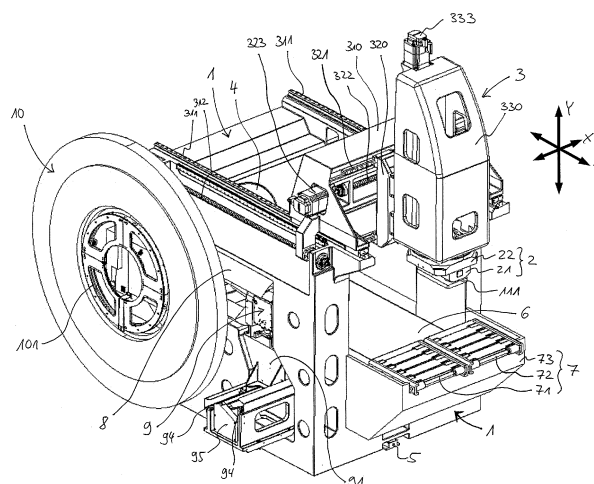
DE 21 02 860 A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **WERKZEUGMASCHINE, INSBESONDERE MEHRFACHSPINDEL-FRÄSMASCHINE**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft Ausführungen einer Werkzeugmaschine, insbesondere Mehrfachspindel-Fräsmaschine, mit einem Maschinengestell 1, einer Werkstückspanneinrichtung 2 zum Einspannen eines Werkstücks WS, einer an dem Maschinengestell 1 angeordneten Achsschlitten-Baugruppe 3, und einer an dem Maschinengestell 1 angeordneten Spindelträger-Baugruppe mit zumindest zwei werkzeugtragenden Arbeitsspindeln S1 und S2. Die Achsschlitten-Baugruppe 3 ist dazu eingerichtet, das an der Werkstückspanneinrichtung 2 eingespannte Werkstück WS mittels drei steuerbarer Linearachsen X, Y und Z linear zu verfahren. Die Arbeitsspindeln S1 und S2 sind an einem um eine Revolverachse rotierbaren bzw. verschwenkbaren Revolver 4 in jeweils gleichem Abstand zur Revolverachse angeordnet, und die Spindelachsen der Arbeitsspindeln S1 und S2 sind parallel zueinander und parallel zur Revolverachse ausgerichtet bzw. ausrichtbar.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine, insbesondere eine numerisch steuerbare Werkzeugmaschine bzw. Fräsmaschine. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Mehrfachspindel-Fräsmaschine, Mehrfachspindel-Bohrmaschine bzw. Mehrfachspindel-Frä-/Bohrmaschine oder eine Mehrfachspindel-Universalfräsmaschine bzw. ein Mehrfachspindel-Bearbeitungszentrum.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Im Stand der Technik sind Werkzeugmaschinen mit werkzeugtragender Arbeitsspindel bekannt. Diese sind heutzutage zumeist mit numerischen Steuerungen versehen und z.B. als Fräsmaschinen, Fräszentren, Universal-Fräsmaschinen oder CNC-Bearbeitungszentren mit vier, fünf oder manchmal auch mehr als fünf numerisch ansteuerbaren Linear- und/oder Dreh- bzw. Schwenkachsen bekannt, siehe hierzu z.B. die Werkzeugmaschine gemäß DE 10 2010 064 271 A1.

[0003] Abzugrenzen sind derartige Werkzeugmaschinen mit werkzeugtragender Arbeitsspindel von Werkzeugmaschinen mit werkstücktragender Arbeitsspindel, wie z.B. Drehmaschinen, Drehzentren, Doppelspindel-Drehmaschinen, Mehrfachspindel-Drehmaschinen oder Mehrfachspindel-Drehautomaten.

[0004] Es ist immer eine grundsätzliche Aufgabe auf dem Gebiet des Werkzeugmaschinenbaus als auch insbesondere eine zugrunde liegende Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Werkzeugmaschine mit werkzeugtragender Arbeitsspindel, insbesondere eine Werkzeugmaschine für fräsende und/oder bohrende Bearbeitung eines Werkstücks, bereitzustellen, die gleichzeitig präzise und zuverlässig mit möglichst kleinen Standzeiten arbeitet, als auch kostengünstig, kompakte und effizient bereitgestellt werden kann.

Zusammenfassung der Erfindung

[0005] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Werkzeugmaschine vorgeschlagen, insbesondere gemäß Anspruch 1 und/oder den nebengeordneten unabhängigen Ansprüchen. Die abhängigen Ansprüche betreffen bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung.

[0006] Gemäß einem ersten Aspekt wird eine Werkzeugmaschine vorgeschlagen, mit einem Maschinengestell, einer an dem Maschinengestell angeordneten Achsschlitten-Baugruppe, die dazu eingerichtet ist, das an der Werkstückspanneinrichtung eingespannte Werkstück mittels einer, zwei oder drei steu-

erbarer Linearachsen linear zu verfahren, und einer an dem Maschinengestell angeordneten Spindelträger-Baugruppe mit zumindest zwei werkzeugtragenden Arbeitsspindeln.

[0007] Vorzugsweise sind die Arbeitsspindeln an einem um eine Revolverachse rotierbaren bzw. verschwenkbaren Revolver in jeweils gleichem Abstand zur Revolverachse angeordnet, und die Spindelachsen der Arbeitsspindeln sind vorzugsweise parallel zueinander und vorzugsweise parallel zur Revolverachse ausgerichtet bzw. ausrichtbar.

[0008] Alternativ sind die Arbeitsspindeln vorzugsweise an dem um die Revolverachse rotierbaren bzw. verschwenkbaren Revolver in jeweils gleichem Abstand zur Revolverachse angeordnet und vorzugsweise weiterhin in einer Richtung mittels einer jeweiligen Linearachse parallel zur Spindelachse und/oder parallel zur Revolverachse verfahrbar, und vorzugsweise sind die Spindelachsen der Arbeitsspindeln parallel zueinander und parallel zur Revolverachse ausgerichtet bzw. ausrichtbar sind.

[0009] Hierbei liegt der Erfindung die Idee eines vollkommen neuen und ungewöhnlichen Werkzeugmaschinengrundkonzepts für eine Werkzeugmaschine mit werkzeugtragenden Arbeitsspindeln (im Gegensatz zu Werkzeugmaschinen mit werkstücktragenden Arbeitsspindeln, wie z.B. Drehmaschinen oder Mehrfachspindel-Drehmaschinen) zugrunde, eine Mehrfachspindel-Werkzeugmaschine mit zwei (Doppelspindel-Werkzeugmaschine) oder mehr (Dreifachspindel-Werkzeugmaschine oder Mehrfach-Werkzeugmaschine) werkzeugtragenden Arbeitsspindeln vorzusehen, die an einem rotierbaren Revolver angeordnet sind, der z.B. als eine oder mehrere Drehscheiben oder auch als spindeltragende Trägertrommel ausgebildet sein kann.

[0010] Dies ermöglicht es auf vorteilhafte, ungewöhnliche und neuartige Weise, eine präzise arbeitende, kostengünstige, äußerst kompakte und effiziente Werkzeugmaschine mit optimal minimierten Standzeiten zu schaffen, da jeweils zumindest eine (oder mehrere) der Spindeln an einer jeweiligen Arbeitsposition ein Werkstück bearbeiten kann während zumindest an einer anderen Spindel (oder an mehreren anderen Spindeln) an einer jeweiligen Werkzeugwechselposition ein Werkzeugwechsel durchgeführt werden kann, ohne die Bearbeitung des bzw. der Werkstücke für den Werkzeugwechsel zu unterbrechen, wobei die einzigen Unterbrechungen der eigentlichen Bearbeitung des Werkstücks bzw. der Werkstücke durch die äußerst schnellen (insbesondere bei ca. ein bis zwei Sekunden oder sogar unter einer Sekunde) Revolverdrehungen des Revolvers gegeben sind.

[0011] Gemäß einem beispielhaften bevorzugten Aspekt kann das Maschinengestell einen Bearbeitungsraum ausbilden, wobei die Achsschlitten-Baugruppe vorzugsweise über dem Bearbeitungsraum auf dem Maschinengestell angeordnet sein kann.

[0012] Vorzugsweise wird die Werkstückspanneinrichtung an der Achsschlitten-Baugruppe gehalten. Die Werkstückspanneinrichtung ist vorzugsweise dazu eingerichtet, das Werkstück bzw. eine das Werkstück haltende Werkstückpalette hängend oder seitlich hängend einzuspannen, insbesondere bevorzugt zur Überkopfbearbeitung des an der Werkstückspanneinrichtung hängend eingespannten Werkstücks.

[0013] Bei Überkopfbearbeitung ergibt sich der Vorteil, dass ein optimaler Spänefall ohne Verschmutzung des Werkstücks bzw. des Achsschlittenaufbaus im Bearbeitungsraum erreicht werden kann, so dass zudem die Späneförderereinrichtung einfacher gestaltet werden kann oder in machen Ausführungsbeispielen sogar vorteilhaft nur ein externer Späneförderer ohne maschinenintegrierten Fördermechanismus eingesetzt werden kann.

[0014] Vorzugsweise umfasst die Werkstückspanneinrichtung einen hängenden Drehtisch mit vertikaler Rotationsachse und/oder eine um eine vertikale Rotationsachse rotierbare Greifeinrichtung zum hängenden Greifen des Werkstücks bzw. der Werkstückpalette. Vorzugsweise ist der Drehtisch und/oder die Greifeinrichtung der Werkstückspanneinrichtung um eine horizontale Dreh- oder Schwenkachse dreh- oder verschwenkbar.

[0015] In beispielhaften (ggf. zu der vorstehend beschriebenen beispielhaften Ausführung alternativen) Ausführungsbeispielen umfasst die Werkstückspanneinrichtung vorzugsweise einen Drehtisch mit horizontaler Dreh- oder Schwenkachse und/oder eine um eine horizontale Rotationsachse rotierbare Greifeinrichtung zum seitlich hängenden Greifen des Werkstücks bzw. der Werkstückpalette. Vorzugsweise ist der Drehtisch und/oder die Greifeinrichtung der Werkstückspanneinrichtung um eine vertikale Dreh- oder Schwenkachse dreh- oder verschwenkbar ist.

[0016] Gemäß einem beispielhaften bevorzugten Aspekt kann die Werkzeugmaschine eine Fördereinrichtung zum Fördern von Werkstücken umfassen. Insbesondere könnte eine derartige Fördereinrichtung vorzugsweise zum Fördern von Werkstücken mit nach oben oder seitlich ausgerichteter Werkstückpalette eingerichtet sein.

[0017] Vorzugsweise ist eine derartige Fördereinrichtung zum Fördern von Werkstücken zu einer Einspannposition in einen Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine zur Aufnahme durch die Werkstückspanneinrichtung von oben zum hängenden

oder seitlich hängenden Einspannen eines der Werkstücke an der Werkstückspanneinrichtung eingerichtet, und/oder zum Fördern eines der Werkstücke, insbesondere mit nach oben oder seitlich ausgerichteter Werkstückpalette, aus einer Ausspannposition aus dem Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine nach Lösen des Werkstücks aus der hängenden oder seitlich hängenden Einspannung durch die Werkstückspanneinrichtung eingerichtet.

[0018] Gemäß einem beispielhaften bevorzugten Aspekt ist die Achsschlitten-Baugruppe vorzugsweise weiterhin dazu eingerichtet, das an der Werkstückspanneinrichtung eingespannte Werkstück mittels einer steuerbaren ersten Dreh- oder Schwenkachse um eine erste Rotationsachse zu rotieren. Vorzugsweise ist die erste Rotationsachse der ersten Dreh- oder Schwenkachse vertikal ausgerichtet ist.

[0019] Vorzugsweise ist die Achsschlitten-Baugruppe zusätzlich oder alternativ weiterhin dazu eingerichtet, das an der Werkstückspanneinrichtung eingespannte Werkstück mittels einer steuerbaren zweiten Dreh- oder Schwenkachse um eine quer oder senkrecht zur ersten Rotationsachse ausgerichtete zweite Rotationsachse zu rotieren. Vorzugsweise ist die zweite Rotationsachse der zweiten Dreh- oder Schwenkachse horizontal ausgerichtet.

[0020] Vorzugsweise ist die Revolverachse des rotierbaren Revolvers horizontal ausgerichtet, und vorzugsweise ist die horizontal ausgerichtete, zweite Rotationsachse der zweiten Dreh- oder Schwenkachse parallel oder senkrecht zur Revolverachse des rotierbaren Revolvers ausgerichtet.

[0021] Gemäß einem beispielhaften bevorzugten Aspekt sind eine erste werkzeugtragende Arbeitsspindel und eine zweite Arbeitsspindel der zumindest zwei werkzeugtragenden Arbeitsspindeln relativ zu der Revolverachse gegenüberliegend an dem rotierbaren Revolver angeordnet, wobei die Revolverachse vorzugsweise insbesondere horizontal ausgerichtet ist.

[0022] Vorzugsweise ist die erste Arbeitsspindel an einer Bearbeitungsposition der Werkzeugmaschine positioniert, wenn die zweite Arbeitsspindel an einer Werkzeugwechselposition der Werkzeugmaschine positioniert ist, und/oder die zweite Arbeitsspindel ist vorzugsweise an der Bearbeitungsposition der Werkzeugmaschine positioniert, wenn die erste Arbeitsspindel an der Werkzeugwechselposition der Werkzeugmaschine positioniert ist.

[0023] Vorzugsweise ist die Spindelträger-Baugruppe dazu eingerichtet, die Positionierung der ersten Arbeitsspindel, insbesondere bevorzugt an der Arbeits- oder Werkzeugwechselposition, durch Verschwenken des rotierbaren Revolvers um die Re-

volverachse um 180° mit der Positionierung der zweiten Arbeitsspindel, insbesondere bevorzugt an der Werkzeugwechsel- oder Bearbeitungsposition, zu tauschen.

[0024] Gemäß einem beispielhaften bevorzugten Aspekt sind eine Anzahl N von werkzeugtragenden Arbeitsspindeln mit $N \geq 2$ bzw. $N > 2$ in einem jeweiligen Winkelabstand eines Winkels $\alpha = 360^\circ / N$ an dem rotierbaren Revolver angeordnet, wobei die Revolverachse vorzugsweise insbesondere horizontal ausgerichtet ist. Vorzugsweise ist eine erste Arbeitsspindel der N Arbeitsspindeln an einer Bearbeitungsposition der Werkzeugmaschine positioniert, wenn eine zweite Arbeitsspindel der N Arbeitsspindeln an einer Werkzeugwechselposition der Werkzeugmaschine positioniert ist.

[0025] Vorzugsweise ist die Spindelträger-Baugruppe dazu eingerichtet, die erste Arbeitsspindel durch Drehen des rotierbaren Revolvers um die Revolverachse um den Winkel $\alpha = 360^\circ / N$ an die Werkzeugwechselposition zu verschwenken und/oder die zweite Arbeitsspindel durch Drehen des rotierbaren Revolvers um die Revolverachse um den Winkel $\alpha = 360^\circ / N$ in entgegengesetzter Richtung an die Bearbeitungsposition zu verschwenken.

[0026] In allen der vorstehend genannten Ausführungen ist es bevorzugt, dass die an der Bearbeitungsposition positionierte Arbeitsspindel mittels eines aufgenommenen Werkzeugs dazu eingerichtet ist, das an der Werkstückspanneinrichtung (2) eingespannte Werkstück zu bearbeiten.

[0027] Gemäß einem beispielhaften bevorzugten Aspekt umfasst die Werkzeugmaschine ein Werkzeugmagazin, das dazu eingerichtet ist, eine Mehrzahl von Werkzeugen vorzuhalten, und/oder eine Werkzeugwechselvorrichtung, die zum Werkzeugwechseln eingerichtet ist und insbesondere vorzugsweise dazu eingerichtet ist, ein einzusetzendes Werkzeug an der an der Werkzeugwechselposition positionierten Arbeitsspindel einzusetzen, ein an der an der Werkzeugwechselposition positionierten Arbeitsspindel aufgenommenes Werkzeug zu entnehmen, und/oder ein an der an der Werkzeugwechselposition positionierten Arbeitsspindel aufgenommenes Werkzeug mit einem aus dem Werkzeugmagazin entnommenen Werkzeug auszuwechseln.

[0028] Vorzugsweise ist bzw. sind die jeweils an der bzw. den Bearbeitungsposition(en) positionierte(n) Arbeitsspindel(n) mittels eines jeweils aufgenommenen Werkzeugs dazu eingerichtet, das/die an der Werkstückspanneinrichtung (2) eingespannte(n) Werkstück(e) zu bearbeiten, während die Werkzeugwechselvorrichtung an der/den an der/den Werkzeugwechselposition(en) positionierten Arbeitsspindel(n) ein jeweiliges Werkzeug einsetzt, entnimmt

oder mit einem aus dem Werkzeugmagazin entnommenen Werkzeug auswechselt.

[0029] Gemäß einem beispielhaften bevorzugten Aspekt umfasst die Werkzeugmaschine eine automatisch öffnen- und schließbare Schutzklappenvorrichtung, die in geschlossenem Zustand vorzugsweise einen die Werkstückspanneinrichtung aufweisenden Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine von einem die Werkzeugwechselvorrichtung aufweisenden Werkzeugwechselraum der Werkzeugmaschine trennt.

[0030] Vorzugsweise öffnet die Schutzklappenvorrichtung, wenn durch Rotieren des Revolvers eine der Arbeitsspindeln aus der Werkzeugwechselposition oder aus einer Ruheposition bzw. in die Bearbeitungsposition und/oder eine andere der Arbeitsspindeln aus der Bearbeitungsposition oder aus einer Ruheposition bzw. in die Werkzeugwechselposition verschwenkt wird, und/oder schließt vorzugsweise nach dem Rotieren des Revolvers.

[0031] Gemäß einem beispielhaften bevorzugten Aspekt können die an dem rotierbaren Revolver angeordneten Arbeitsspindeln feststehend mit zu der Revolverachse parallel ausgerichteten Spindelachsen befestigt, angebracht bzw. gehalten sein.

[0032] Gemäß einem weiteren beispielhaften bevorzugten Aspekt können eine oder mehrere der an dem rotierbaren Revolver angeordneten Arbeitsspindeln verschwenkbar befestigt, angebracht bzw. gehalten sein. Vorzugsweise sind die eine oder mehreren verschwenkbaren Arbeitsspindeln parallel zu der Revolverachse ausrichtbar sind und/oder dazu eingerichtet, verschwenkt zu werden, z.B. insbesondere an der Arbeitsposition in einer vertikalen Ebene und/oder in einer horizontalen Ebene relativ zu der Ausrichtung der Revolverachse verschwenkt zu werden.

[0033] Gemäß einem weiteren beispielhaften bevorzugten Aspekt können eine oder mehrere der an dem rotierbaren Revolver angeordneten Arbeitsspindeln in einer Richtung mittels einer Linearachse parallel zur Spindelachse und/oder parallel zur Revolverachse verfahrbar sein.

[0034] Zusammenfassend wird ein Werkzeugmaschinenkonzept vorgeschlagen, welches es vorteilhaft ermöglicht, auf vorteilhafte, ungewöhnliche und neuartige Weise, eine präzise arbeitende, kostengünstige, äußerst kompakte und effiziente Werkzeugmaschine mit optimal minimierten Standzeiten zu schaffen, insbesondere da jeweils zumindest eine (oder mehrere) der Spindeln an einer jeweiligen Arbeitsposition ein Werkstück bearbeiten kann während zumindest an einer anderen Spindel (oder an mehreren anderen Spindeln) an einer jeweiligen Werkzeugwechselposition ein Werkzeugwechsel

sel durchgeführt werden kann, ohne die Bearbeitung des bzw. der Werkstücke für den Werkzeugwechsel zu unterbrechen, wobei die einzigen Unterbrechungen der eigentlichen Bearbeitung des Werkstücks bzw. der Werkstücke durch die äußerst schnellen (insbesondere bei ca. ein bis zwei Sekunden oder sogar unter einer Sekunde) Revolverdrehungen des Revolvers gegeben sind.

[0035] Weitere Aspekte und deren Vorteile als auch Vorteile und speziellere Ausführungsmöglichkeiten der vorstehend beschriebenen Aspekte und Merkmale werden aus den folgenden, jedoch in keinster Weise einschränkend aufzufassenden Beschreibungen und Erläuterungen zu den angehängten Figuren beschrieben.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0036] Fig. 1 zeigt eine beispielhafte Perspektivdarstellung einer Werkzeugmaschine gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0037] Fig. 2 zeigt eine beispielhafte Vorderansicht der Werkzeugmaschine aus Fig. 1;

[0038] Fig. 3 zeigt eine beispielhafte Seitenansicht der Werkzeugmaschine aus Fig. 1;

[0039] Fig. 4 zeigt eine beispielhafte Rückansicht der Werkzeugmaschine aus Fig. 1;

[0040] Fig. 5 zeigt eine beispielhafte Draufsicht der Werkzeugmaschine aus Fig. 1;

[0041] Fig. 6 zeigt eine beispielhafte Seitenansicht der Werkzeugmaschine aus Fig. 1 aus entgegengesetzter Richtung in Bezug auf Fig. 3;

[0042] Fig. 7 zeigt eine beispielhafte Schnittdarstellung von Oben gemäß der horizontalen Schnittebene B-B in Fig. 6;

[0043] Fig. 8 zeigt eine beispielhafte Schnittdarstellung von Vorne gemäß der vertikalen Schnittebene A-A in Fig. 6;

[0044] Fig. 9 zeigt eine weitere beispielhafte Perspektivdarstellung der Werkzeugmaschine aus Fig. 1;

[0045] Fig. 10 zeigt eine weitere beispielhafte Perspektivdarstellung der Werkzeugmaschine aus Fig. 1;

[0046] Fig. 11 zeigt eine weitere beispielhafte Perspektivdarstellung der Werkzeugmaschine aus Fig. 1;

[0047] Fig. 12A und Fig. 12B zeigen beispielhafte Perspektivdarstellungen des Werkzeugmaschinengestells der Werkzeugmaschine aus Fig. 1 (ohne Achsschlitten-Baugruppe, Werkzeugmagazin und Werkzeugwechselvorrichtung);

[0048] Fig. 13 zeigt eine beispielhafte Perspektivdarstellung der Werkzeugmaschine aus Fig. 1 (ohne Werkzeugmagazin und Werkzeugwechselvorrichtung);

[0049] Fig. 14A und Fig. 14B zeigen beispielhafte Perspektivdarstellungen des Werkzeugmagazins und der Werkzeugwechselvorrichtung der Werkzeugmaschine aus Fig. 1;

[0050] Fig. 15A zeigt eine beispielhafte Vorderansicht eines Spindelrevolvers der Werkzeugmaschine aus Fig. 1 und Fig. 15B zeigt eine beispielhafte Perspektivdarstellung des Spindelrevolvers der Werkzeugmaschine aus Fig. 1;

[0051] Fig. 16 zeigt eine beispielhafte Vorderansicht eines Spindelrevolvers einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0052] Fig. 17A zeigt eine beispielhafte Schnittdarstellung mit horizontaler Schnittebene durch einen Spindelrevolver einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0053] Fig. 17B zeigt eine beispielhafte Schnittdarstellung mit vertikaler Schnittebene durch einen Spindelrevolver einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung

[0054] und Fig. 17C zeigt eine beispielhafte Schnittdarstellung mit horizontaler Schnittebene durch einen Spindelrevolver einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0055] Fig. 18 zeigt eine beispielhafte Vorderansicht eines Werkzeugträger-Achsschlittens einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0056] Fig. 19A zeigt eine beispielhafte Vorderansicht eines Werkzeugträger-Achsschlittens einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung und Fig. 19B und Fig. 19C zeigen beispielhafte Seitenansichten des Werkzeugträger-Achsschlittens aus Fig. 19A; und

[0057] Fig. 20A und Fig. 20B zeigen beispielhafte Vorderansichten eines Werkzeugträger-Achsschlittens einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der Figuren und bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0058] Im Folgenden werden Beispiele bzw. Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung detailliert unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben. Gleiche bzw. ähnliche Elemente in den Figuren können hierbei mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet sein, manchmal allerdings auch mit unterschiedlichen Bezugszeichen.

[0059] Es sei hervorgehoben, dass die vorliegende Erfindung jedoch in keinsten Weise auf die im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele und deren Ausführungsmerkmale begrenzt bzw. eingeschränkt ist, sondern weiterhin Modifikationen der Ausführungsbeispiele umfasst, insbesondere diejenigen, die durch Modifikationen der Merkmale der beschriebenen Beispiele bzw. durch Kombination einzelner oder mehrerer der Merkmale der beschriebenen Beispiele im Rahmen des Schutzzumfanges der unabhängigen Ansprüche umfasst sind.

[0060] Die **Fig. 1** bis **Fig. 11** betreffen ein erstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung und zeigen beispielhafte Darstellungen einer Werkzeugmaschine. Lediglich beispielhaft handelt es sich um eine 4-Achs-(Doppel-Spindel-)Fräsmaschine mit drei steuerbaren Linearachsen und einer steuerbaren Drehachse (beispielhaft eine vertikal ausgebildete B-Achse), bei der beispielhaft alle vier steuerbaren Achsen das Werkstück verfahren können und die Bearbeitungsposition der bearbeitenden Arbeitsspindel bei Bearbeitung des Werkstücks beispielhaft ortsfest bleibt.

[0061] Beispielhaft ist die Werkzeugmaschine gemäß **Fig. 1** bis **Fig. 11** insbesondere als numerisch steuerbare 4-Achs-Fräsmaschine mit vier antreibbaren Achsen X (z.B. X-Achse 32), Y (z.B. Y-Achse 33), Z (z.B. Z-Achse 31) und B (z.B. B-Achse) ausgebildet, insbesondere mit drei beispielhaft orthogonal zueinander ausgerichteten Linearachsen X, Y und Z und einer Drehachse B (B-Achse) mit beispielhaft zur Y-Achse parallel ausgerichteter Rotationsachse.

[0062] In weiteren Ausführungsbeispielen ist es möglich eine oder mehrere der bereitgestellten Achsen wegzulassen bzw. eine oder mehrere Linear- und/oder Schwenk- bzw. Drehachsen vorzusehen, z.B. auch eine oder mehrere Linear- und/oder Schwenk- bzw. Drehachsen zum Verfahren des Werkzeugs.

[0063] Hierbei sei erwähnt, dass der Unterschied zwischen einer Drehachse und einer Schwenkachse der ist, dass eine Drehachse in beide Richtungen um ihre Rotationsachse rotatorisch steuerbar ist, wobei ggf. eine Drehung um 360 Grad oder mehr oder ggf. um 720 Grad oder mehr möglich ist, und dass eine

Schenkachse in beide Richtungen um ihre Rotationsachse zwischen einer ersten und einer zweiten Winkelposition rotatorisch steuerbar ist, wobei die Winkelpositionen festgelegt sind ggf. mit einem Winkelabstand von 360 Grad oder weniger, z.B. als 90 Grad, 120 Grad, 180 Grad, 270 Grad oder 360 Grad.

[0064] Weiterhin kann die Werkzeugmaschine eine numerische Maschinensteuerung (z.B. NC- bzw. CNC-Steuerung ggf. mit einer oder mehrerer NC- und PLC-Steuereinheiten) und/oder ein Maschinensteuerungs-Bedienpult umfassen (nicht dargestellt), sowie ggf. ein Werkzeugmaschinengehäuse aufweisen (nicht dargestellt).

[0065] Betreffend das Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** bis **Fig. 11** zeigen: **Fig. 1** eine beispielhafte Perspektivdarstellung der Werkzeugmaschine (von schräg links-vorne-oben), **Fig. 2** eine beispielhafte Vorderansicht der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1**, **Fig. 3** eine beispielhafte Seitenansicht der Werkzeugmaschine (von linker Seite), **Fig. 4** eine beispielhafte Rückansicht der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1**, **Fig. 5** eine beispielhafte Draufsicht der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1**, **Fig. 6** eine beispielhafte Seitenansicht der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1** aus entgegengesetzter Richtung in Bezug auf **Fig. 3** (von rechter Seite) **Fig. 7** eine beispielhafte Schnittdarstellung von Oben gemäß der horizontalen Schnittebene B-B in **Fig. 6**, **Fig. 8** eine beispielhafte Schnittdarstellung von Vorne gemäß der vertikalen Schnittebene A-A in **Fig. 6**, **Fig. 9** eine weitere beispielhafte Perspektivdarstellung der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1** (von schräg rechts-vorne-oben), **Fig. 10** eine weitere beispielhafte Perspektivdarstellung der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1** (von schräg rechts-hinten-oben) und **Fig. 11** eine weitere beispielhafte Perspektivdarstellung der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1** (von schräg rechtsvorne-oben).

[0066] Die Werkzeugmaschine gemäß **Fig. 1** umfasst ein auf Standfüßelementen **5** aufstellbares Maschinengestell **1**. Die beispielhafte Struktur des Maschinengestells **1** ist neben den **Fig. 1** bis **Fig. 11** noch gut in den **Fig. 12A** bis **Fig. 13** zu erkennen.

[0067] Hierbei zeigen: **Fig. 12A** und **Fig. 12B** beispielhafte Perspektivdarstellungen des Werkzeugmaschinengestells der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1** (ohne Achsschlitten-Baugruppe, Werkzeugmagazin und Werkzeugwechselvorrichtung) und **Fig. 13** eine beispielhafte Perspektivdarstellung der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1** (ohne Werkzeugmagazin und Werkzeugwechselvorrichtung).

[0068] Das Maschinengestell **1** umfasst einen ersten Trägerabschnitt **11** (auf der von Vorne gesehen rechten Seite der Werkzeugmaschine), einen zweiten (hinteren) Trägerabschnitt **12** und einen dritten Trägerabschnitt **13** (auf der von Vorne gesehen lin-

ken Seite der Werkzeugmaschine). Beispielfhaft tragen der erste Trägerabschnitt **11** und der zweite Trägerabschnitt **12** des Maschinengestells **1** eine beispielhaft oberhalb des Maschinengestells **1** angeordnete Achsschlitten-Baugruppe **3**.

[0069] Die Achsschlitten-Baugruppe **3** umfasst beispielhaft einen ersten Achsschlitten **310** der Z-Achse **31**, einen zweiten Achsschlitten **320** der X-Achse **32** und einen dritten Achsschlitten **330** der Y-Achse **33**.

[0070] Die Z-Achse **31** umfasst neben dem ersten Achsschlitten **310** beispielhaft weiterhin erste Achsführungen **311**, auf denen beispielhaft der erste Achsschlitten **310** geführt ist, eine drehbar gelagerte erste Gewindewelle **312** und einen ersten Achsantrieb **313** zum rotatorischen Antreiben der ersten Gewindewelle **312**.

[0071] Die ersten Achsführungen **311** verlaufen beispielhaft in horizontaler Richtung (Z-Richtung), die sich beispielhaft von der Vorderseite der Werkzeugmaschine horizontal zur Rückseite der Werkzeugmaschine erstreckt, und sind beispielhaft auf dem Maschinengestell **1** und insbesondere auf den Trägerabschnitten **11** und **12** angeordnet. Die erste Gewindewelle **312** und der erste Achsantrieb **313** sind beispielhaft auf dem dritten Trägerabschnitt **13** des Maschinengestells **1** angeordnet und die erste Gewindewelle **312** erstreckt sich beispielhaft horizontal und parallel zu der auf dem dritten Trägerabschnitt **13** verlaufenden Achsführung **311**.

[0072] Der erste Achsschlitten **310** lagert beispielhaft horizontal linear verfahrbar auf den ersten Achsführungen **311** und umfasst beispielhaft eine auf der ersten Gewindespindel **312** auf- bzw. angesetzte Gewindemutter (nicht dargestellt), so dass ein lineares Verfahren des ersten Achsschlittens **310** in Richtung der ersten Achsführungen **311** mittels der Koppelung über die erste Gewindespindel **312** durch den ersten Antrieb **313** angetrieben werden kann.

[0073] Die X-Achse **32** umfasst beispielhaft neben dem zweiten Achsschlitten **320** weiterhin zweite Achsführungen **321**, auf denen der zweite Achsschlitten **320** beispielhaft geführt ist, eine drehbar gelagerte zweite Gewindewelle **322** und einen zweiten Achsantrieb **323** zum rotatorischen Antreiben der zweiten Gewindewelle **322**.

[0074] Die zweiten Achsführungen **321** verlaufen beispielhaft in horizontaler Richtung (X-Richtung), die sich beispielhaft von der linken Seite der Werkzeugmaschine horizontal zur rechten Seite der Werkzeugmaschine und insbesondere beispielhaft senkrecht zur Z-Richtung der Z-Achse **31** erstreckt, und sind beispielhaft an dem ersten Achsschlitten **310** der Z-Achse **31** angeordnet. Die zweite Gewindewelle **322** und der zweite Achsantrieb **323** sind beispielhaft auf

dem ersten Achsschlitten **310** angeordnet und die zweite Gewindewelle **322** erstreckt sich beispielhaft horizontal und parallel zu den auf dem ersten Achsschlitten **310** verlaufenden Achsführungen **321**.

[0075] Der zweite Achsschlitten **320** lagert beispielhaft horizontal linear verfahrbar auf den zweiten Achsführungen **321** und umfasst beispielhaft eine auf der zweiten Gewindespindel **322** auf- bzw. angesetzte Gewindemutter (nicht dargestellt), so dass ein lineares Verfahren des zweiten Achsschlittens **320** in Richtung der zweiten Achsführungen **321** mittels der Koppelung über die zweite Gewindespindel **322** durch den zweiten Antrieb **323** angetrieben werden kann.

[0076] Die Y-Achse **33** umfasst neben dem dritten Achsschlitten **330** beispielhaft weiterhin dritte Achsführungen **331**, auf denen der dritte Achsschlitten **330** beispielhaft geführt ist, eine drehbar gelagerte zweite Gewindewelle **332** und einen dritten Achsantrieb **333** zum rotatorischen Antreiben der dritten Gewindewelle **332**.

[0077] Die dritten Achsführungen **331** verlaufen beispielhaft in vertikaler Richtung (Y-Richtung), die sich beispielhaft senkrecht zur Z-Richtung der Z-Achse **31** und senkrecht zur X-Richtung der X-Achse **32** erstreckt, und sind beispielhaft an dem dritten Achsschlitten **330** der Y-Achse **33** angeordnet. Die dritten Gewindewelle **332** und der dritte Achsantrieb **333** sind beispielhaft auf dem dritten Achsschlitten **330** angeordnet und die dritte Gewindewelle **332** erstreckt sich beispielhaft vertikal und parallel zu (und zwischen den) auf dem dritten Achsschlitten **330** verlaufenden Achsführungen **331**.

[0078] Der dritte Achsschlitten **330** lagert beispielhaft vertikal linear verfahrbar mit den dritten Achsführungen **331** auf dem zweiten Achsschlitten **320**. Die Y-Achse **33** umfasst beispielhaft eine an dem zweiten Achsschlitten **320** gehaltene und auf der dritten Gewindespindel **332** auf- bzw. angesetzte Gewindemutter (nicht dargestellt), so dass ein lineares Verfahren des dritten Achsschlittens **330** in Richtung der dritten Achsführungen **331** an dem zweiten Achsschlitten **320** mittels der Koppelung über die dritte Gewindespindel **332** durch den dritten Antrieb **333** angetrieben werden kann.

[0079] Auf der unteren Seite des dritten Achsschlittens **330** ist beispielhaft eine Werkstückspanneinrichtung **2** mit einer an einem Werkstückpalettenhalter **22** gehaltenen Greifeinrichtung **21** angeordnet. Die Greifeinrichtung **21** ist dazu eingerichtet, zum Einspannen eines Werkstücks WS an dem Werkstückpalettenhalter **22** der Werkstückspanneinrichtung **2** eine Werkstückpalette **111** zu greifen bzw. einzuspannen.

[0080] Hierbei ist die Werkzeugmaschine des Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 1** beispielhaft dazu eingerichtet, Werkstücke WS in Überkopfbearbeitung an der Werkzeugmaschine zu bearbeiten, z.B. indem ein an einer Werkstückpalette **111** befestigtes Werkstück WS zur Überkopfbearbeitung an der Werkzeugmaschine hängend (bzw. kopfüber hängend) mit nach oben weisender Werkstückpalette **111** an dem Werkstückpalettenhalter **22** der Werkstückspanneinrichtung **2** eingespannt werden kann; siehe z.B. **Fig. 2**, **Fig. 3** und **Fig. 6**.

[0081] Durch die hängende Überkopfbearbeitung eines Werkstücks WS ergibt sich vorteilhaft ein optimales Spänefallverhalten beim zerspanenden Bearbeiten des Werkstücks WS, da die Späne ohne Hindernis einfach nach unten fallen können, wo zum Auffangen der Späne beispielhaft eine einfach geformte (z.B. trichterförmig, wannenförmig oder kastenförmig) Späneauffangwanne **6** bereitgestellt ist. Unterhalb des hängend eingespannten Werkstücks WS müssen vorteilhaft keine Antriebs- oder Bearbeitungsbauteile angeordnet werden, die durch Spänefall verschmutzt werden könnten, und es ergibt sich somit ein vorteilhaft ungehinderter Spänefall nach unten ggf. im gesamten Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine, siehe insbesondere die Schnittdarstellung gemäß **Fig. 5**.

[0082] Hierbei muss insbesondere kein aufwendiger und platzraubender, maschinenintegrierter Spänefördermechanismus vorgesehen werden, sondern es ist vorteilhaft vollkommen ausreichend, platzsparend und bei einfacher kostengünstiger Bauweise einen einfach aufgebauten Späneförderer (ggf. nach herkömmlicher Bauweise) zu verwenden, der einfach mit dem Förderabschnitt direkt in die Späneabfuhröffnung **121** in dem hinteren Trägerabschnitt **12** des Maschinengestells **1** eingeschoben werden kann, insbesondere ohne eine weitere komplizierte, kostspielige, maschinenintegrierte Spänefördereinrichtung vorsehen zu müssen.

[0083] Wie bereits vorstehend beschrieben umfasst das Maschinengestell **1** beispielhaft seitlich erste und dritte Trägerabschnitte **11** und **13**, die beispielhaft die vorstehend beschriebene Achsschlitten-Baugruppe **3** tragen, sowie einen hinteren Trägerabschnitt **12**, in dem beispielhaft die vorstehend beschriebene Späneabfuhröffnung **121** ausgebildet ist (siehe z.B. **Fig. 4**, **Fig. 8** und **Fig. 10**).

[0084] Zwischen den Trägerabschnitten **11**, **12** und **13** wird beispielhaft ein Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine ausgebildet, in dem ein an der vorstehend beschriebenen Werkstückspanneinrichtung **2** eingespanntes Werkstück WS bearbeitet werden kann. Auf der Unterseite des Bearbeitungsraums zwischen den Trägerabschnitten **11**, **12** und **13** ist beispielhaft die vorstehend beschriebene Späneauf-

fangwanne **6** angeordnet (siehe z.B. **Fig. 5**, **Fig. 7** und **Fig. 8**).

[0085] An der hinteren Seite der Werkzeugmaschine ist beispielhaft an dem Trägerabschnitt **12** des Maschinengestells **1** ein drehbar gelagerter spindeltragender Revolver **4** gehalten bzw. angeordnet. Der Revolver **4** ist beispielhaft als Drehscheibe ausgebildet, kann allerdings in weiteren Ausführungsbeispielen z.B. auch als Drehtrommel ausgebildet sein, wie es z.B. von Mehrfachspindel-Drehmaschinen für werkstücktragende Spindeln bekannt ist.

[0086] Beispielhaft trägt der Revolver **4** der Werkzeugmaschine gemäß dem Ausführungsbeispiel aus **Fig. 1** bis **Fig. 11** zwei werkzeugtragende Arbeitsspindeln S1 und S2, die beispielhaft in Spindelgehäusen **41** und **42** rotatorisch antreibbar gehalten und gelagert sind. Die Spindelgehäuse **41** und **42** umfassen bevorzugt im Innern jeweilige (nicht dargestellte) Spindelantriebe zum Antreiben der Arbeitsspindeln S1 und S2 bzw. zum rotatorischen Antreiben von an den Arbeitsspindeln S1 und S2 aufgenommenen Werkzeugschnittstellen bzw. Werkzeugen, insbesondere Fräs- oder Bohrwerkzeugen.

[0087] **Fig. 15A** zeigt eine beispielhafte Vorderansicht eines Spindelrevolvers **4** der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1** (beispielhaft als Drehscheibe ausgebildet) und **Fig. 15B** zeigt eine beispielhafte Perspektivdarstellung des Spindelrevolvers der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1**.

[0088] In **Fig. 1**, **Fig. 2**, **Fig. 4**, **Fig. 5**, **Fig. 7**, **Fig. 8** und **Fig. 9** ist der Revolver **4** beispielhaft derart ausgerichtet, dass die erste Arbeitsspindel S1 an einer Arbeitsposition (Bearbeitungsposition) positioniert ist, die sich beispielhaft mittig in Bezug auf den Bearbeitungsraum zwischen den Trägerabschnitten **11** und **13** des Maschinengestells **1** befindet, siehe **Fig. 5**, **Fig. 7**, **Fig. 9** und **Fig. 12A** bzw. **Fig. 12B**.

[0089] Beispielhaft ist die zweite Arbeitsspindel S2 hierbei an einer Werkzeugwechselposition positioniert, wenn die erste Arbeitsspindel S1 an der Arbeitsposition gemäß **Fig. 1** positioniert ist (siehe z.B. **Fig. 7**, **Fig. 8**, **Fig. 9** und **Fig. 12A** bzw. **Fig. 12B**).

[0090] Der Revolver **4** ist beispielhaft als kreisrunde Drehscheibe ausgebildet, die um die mittige Revolverachse rotierbar bzw. verschwenkbar an dem Trägerabschnitt **12** des Maschinengestells **1** gelagert ist. Die Arbeitsspindeln S1 und S2 mit ihren Spindelgehäusen **41** und **42** sind beispielhaft in gleichem Abstand zum Mittelpunkt bzw. zur Revolverachse des Revolvers **4** angeordnet und insbesondere beispielhaft auf gegenüberliegenden Seiten des Mittelpunkts bzw. der Revolverachse des Revolvers **4**.

[0091] Dies ermöglicht es vorteilhaft, durch Rotieren bzw. Verschenken des Revolvers **4** um die Revolverachse um einen Winkel von 180° im Uhrzeigersinn oder auch gegen den Uhrzeigersinn, die erste Arbeitsspindel S1 aus der Bearbeitungsposition gemäß **Fig. 1** in die Werkzeugwechselposition zu rotieren bzw. zu verschwenken, an der vor dem Drehen des Revolvers **4** die zweite Arbeitsspindel S2 positioniert ist, und zeitgleich mit der selben Drehung des Revolvers **4** um die Revolverachse um den Winkel von 180° , die zweite Arbeitsspindel S2 aus der Werkzeugwechselposition gemäß **Fig. 7** und **Fig. 8** in die Bearbeitungsposition zu rotieren bzw. zu verschwenken, an der vor Drehen des Revolvers **4** die erste Arbeitsspindel S1 positioniert ist. Somit kann ein vorteilhaft schneller und effizienter Spindelpositionstausch durch den rotierbaren Revolver **4** ermöglicht werden.

[0092] Analog zu dem Verfahren der vorstehend beschriebenen Linearachsschlitten **310** bis **330** der Achsschlitten-Baugruppe **3** kann die Rotation des Revolvers über einen nicht dargestellten Antrieb z.B. über eine numerische Steuereinrichtung (CNC-Steuereinheit und/oder PLC-Steuereinheit, ggf. über ein NC-Programm oder eine manuelle Eingabe an einem Bedienpult der numerischen Steuerung durch einen Bediener) gesteuert werden.

[0093] Für den Werkzeugwechsel an der Werkzeugmaschine sind weiterhin beispielhaft ein Werkzeugmagazin **10** und eine Werkzeugwechselvorrichtung **9** vorgesehen. Die Werkzeugwechselvorrichtung **9** ist beispielhaft an einer in dem dritten Trägerabschnitt **13** des Maschinengestells **1** ausgebildeten Werkzeugwechselöffnung **131** (siehe z.B. **Fig. 13**) angeordnet. Das Werkzeugmagazin **10** ist beispielhaft an der Außenseite des dritten Trägerabschnitts **13** des Maschinengestells **1** angeordnet und beispielhaft über einen Werkzeugmagazinträger **102** an dem dritten Trägerabschnitt **13** gehalten oder befestigt.

[0094] Beispielhaft ist das Werkzeugmagazin **10** als Radmagazin ausgebildet und umfasst ein werkzeugtragendes Magazinrad **101**, das an dem Werkzeugmagazinträger **102** drehbar gelagert und gehalten ist, der beispielhaft an dem Trägerabschnitt **13** des Maschinengestells **1** angebracht bzw. anbringbar ist. In weiteren Ausführungsbeispielen kann der Werkzeugmagazinträger auch als Ständer bzw. Ständergestell ausgebildet sein, das ggf. separat von dem Maschinengestell **1** und unabhängig neben oder hinter der Werkzeugmaschine aufstellbar sein kann.

[0095] Es sei hervorgehoben, dass die vorliegende Erfindung in keinsten Weise auf Werkzeugmaschinen mit integriertem Werkzeugmagazin beschränkt ist, und dass die vorliegende Erfindung zudem in keinsten Weise auf eine bestimmte Ausführung eines Werkzeugmagazins, wie z.B. das in **Fig. 1** lediglich beispielhaft gezeigte Radmagazin, beschränkt ist, und

dass vielmehr eine Vielzahl von unterschiedlichen Werkzeugmagazintypen in weiteren Ausführungsbeispielen Anwendung finden können, insbesondere z.B. Regalmagazine, Kettenmagazine, Mehrfachrad-Werkzeugmagazine oder gar Hybrid-Werkzeugmagazine, die verschiedene Typen von Werkzeugmagazinen in einem Werkzeugmagazin kombinieren.

[0096] **Fig. 14A** und **Fig. 14B** zeigen beispielhafte Perspektivdarstellungen des Werkzeugmagazins **10** und der Werkzeugwechselvorrichtung **9** der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1**.

[0097] Das Radmagazin bzw. das Magazinrad **101** des Werkzeugmagazins **10** ist dazu eingerichtet, umfänglich eine Mehrzahl von Werkzeugen bzw. werkzeughaltenden Werkzeugschnittstellen (z.B. Steilkegel-Werkzeugschnittstellen, Hohlchaftkegel-Werkzeugschnittstellen und/oder Morsekegel-Werkzeugschnittstellen) zu halten, zu lagern bzw. vorzuhalten, insbesondere bevorzugt mit radialer Ausrichtung der Werkzeugachsen. Hierzu kann das Radmagazin an dem Magazinrad umfänglich eine Mehrzahl von Werkzeugköchern WSK zur Aufnahme von Werkzeugen bzw. Werkzeugschnittstellen umfassen, siehe z.B. **Fig. 14A** und **Fig. 14B**.

[0098] Die Werkzeugwechselvorrichtung **9** umfasst beispielhaft einen Werkzeugwechsler-Schlittenträger **95**, der beispielhaft an dem dritten Trägerabschnitt **13** des Maschinen-gestells **1** der Werkzeugmaschine gemäß **Fig. 1** befestigbar bzw. befestigt ist, siehe z.B. **Fig. 1**.

[0099] An dem Werkzeugwechsler-Schlittenträger **95** sind beispielhaft horizontal verlaufende Werkzeugwechsler-Achsführungen **94** angeordnet, die beispielhaft parallel zu der Richtung der vorstehend beschriebenen X-Achse **32**, d.h. insbesondere beispielhaft parallel zu den zweiten Achsführungen **321** horizontal von links nach rechts verlaufen. Auf den Werkzeugwechsler-Achsführungen **94** ist beispielhaft ein Werkzeugwechsler-Achsschlitten **91** linear verfahrbar geführt, und auf dem Werkzeugwechsler-Achsschlitten **91** sind beispielhaft ein Werkzeugwechsler-Antriebsgehäuse **96a** mit einem Doppelgreifer-Schwenkantrieb **96b** und ein Werkzeugwechsler-Greiferträger **92** angeordnet, wobei der Werkzeugwechsler-Greiferträger **92** beispielhaft einen durch den Doppelgreifer-Schwenkantrieb **96b** schwenkbaren, drehbar gelagerten Werkzeugwechsel-Doppelgreifer **93** hält.

[0100] Der Werkzeugwechsel-Doppelgreifer **93** ist hierbei beispielhaft als herkömmlicher Doppelgreifer ausgebildet, der auf gegenüberliegenden Seiten jeweils Greifabschnitte für Werkzeuge bzw. Werkzeugschnittstellen aufweist, die z.B. dazu geeignet sind, in Greiferrillen der Werkzeugschnittstellen einzugreifen, um Werkzeuge im Werkzeugmagazin **10** zu entnehmen.

men oder einzusetzen bzw. um Werkzeuge an der in der Werkzeugwechselposition positionierten Arbeitsspindel S2 zu entnehmen oder einzusetzen und durch Verschwenken des Werkzeugwechsel-Doppelgreifers **93** um 180° im oder gegen den Uhrzeigersinn zu wechseln.

[0101] Hierzu ist der Werkzeugwechsel-Doppelgreifer **93** bevorzugt weiterhin an dem Werkzeugwechsler-Greiferträger **92** horizontal in einer Richtung parallel zu der Richtung der Z-Achse bzw. parallel zu den Spindelachsen verfahrbar. Die Verfahrbarkeit des Werkzeugwechsler-Achsschlittens **91** ermöglicht vorteilhaft das Verfahren des Werkzeugwechsler-Greiferträgers **92** mit dem Werkzeugwechsel-Doppelgreifer **93** zwischen einer Entnahmeposition am Werkzeugmagazin **10** und der Werkzeugwechselposition der Werkzeugmaschine.

[0102] Ein großer Vorteil der Werkzeugmaschine gemäß dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 1** bis **Fig. 11** ist nunmehr die Möglichkeit, ein an der Arbeitsspindel S2, die sich an der Werkzeugwechselposition der Werkzeugmaschine befindet (siehe z.B. **Fig. 7**), aufgenommenes Werkzeug auszuwechseln, während gleichzeitig das an der Werkzeugspanneinrichtung **2** eingespannte Werkstück WS mittels eines an der Arbeitsspindel S1, die sich an der Bearbeitungsposition der Werkzeugmaschine befindet (siehe z.B. **Fig. 7**), aufgenommenen Werkzeugs zu bearbeiten.

[0103] Sobald das an der Werkstückspanneinrichtung **2** eingespannte Werkstück WS mit dem an der Arbeitsspindel S2 eingewechselten Werkzeug bearbeitet werden soll, kann die Arbeitsspindel S2 beispielhaft mit dem zu benutzenden Werkzeug durch einfaches und schnelles Verschwenken des Revolvers **4** um 180° im oder gegen den Uhrzeigersinn mit Spindelwechselzeiten von ca. 1 oder 2 Sekunden von der Werkzeugwechselposition an die Bearbeitungsposition verbracht werden, so dass die Bearbeitung des Werkstücks WS praktisch ohne jegliche Werkzeugwechselzeit weiterbearbeitet werden kann. Gleichzeitig kann die Arbeitsspindel S1 im gleichen Schritt an die Werkzeugwechselposition verbracht werden, so dass ein Werkzeugwechsel an der Arbeitsspindel S1 möglich ist, ohne dass dafür die Bearbeitung des Werkstücks merklich unterbrochen werden müsste.

[0104] Sobald das an der Werkstückspanneinrichtung **2** eingespannte Werkstück WS mit dem dann an der Arbeitsspindel S1 eingewechselten Werkzeug bearbeitet werden soll, kann die Arbeitsspindel S1 mit dem zu benutzenden Werkzeug erneut durch einfaches und schnelles Verschwenken des Revolvers **4** um 180° im oder gegen den Uhrzeigersinn mit Spindelwechselzeiten von ca. 1 oder 2 Sekunden wieder von der Werkzeugwechselposition an die Bear-

beitungsposition verbracht werden, so dass die Bearbeitung des Werkstücks WS erneut praktisch ohne Werkzeugwechselzeit weiterbearbeitet werden kann.

[0105] Dies ergibt eine hervorragend effiziente Bearbeitungszeit für die Bearbeitung des Werkstücks WS, selbst wenn viele Arbeitsschritte mit einer hohen Zahl an Werkzeugwechseln ggf. in kurzer Aufeinanderfolge erforderlich sein sollten, und das praktisch ohne jegliche Stillstandzeiten der Werkzeugmaschine, wie sie gewöhnlich bei Werkzeugwechseln an Werkzeugmaschinen auftreten, und zudem bei hervorragend vorteilhaft ermöglichter kompakter Bauweise der Werkzeugmaschine.

[0106] Beispielhaft umfasst die Werkzeugmaschine gemäß dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** bis **Fig. 11** weiterhin einen Schutzkappenmechanismus **8** (siehe z.B. **Fig. 1**, **Fig. 2**, **Fig. 4**, **Fig. 6** und **Fig. 8** und **Fig. 13**), der ggf. automatisch öffnen- und schließbar ist.

[0107] Im geöffneten Zustand ermöglicht der Schutzkappenmechanismus **8** beispielhaft das Verschwenken des Revolvers **4** mit den Arbeitsspindeln S1 und S2 zum Spindelpositionstausch zwischen der Bearbeitungs- und der Werkzeugwechselposition, und im geschlossenen Zustand verdeckt der geschlossene Schutzkappenmechanismus **8** beispielhaft die an der Werkzeugwechselposition positionierte Arbeitsspindel vorteilhaft aus dem Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine gesehen.

[0108] Bevorzugt trennt der Schutzkappenmechanismus **8** hierbei im geschlossenen Zustand die an der Werkzeugwechselposition positionierte Arbeitsspindel vorteilhaft vollständig vom Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine.

[0109] Bevorzugt ist der Schutzkappenmechanismus **8** an bzw. in der in dem Trägerabschnitt **13** des Maschinengestells **1** ausgebildeten Werkzeugwechselöffnung **131** angeordnet oder angebracht, bevorzugt derart, dass der Schutzkappenmechanismus **8** im geschlossenen Zustand die in dem Trägerabschnitt **13** des Maschinengestells **1** ausgebildete Werkzeugwechselöffnung **131** zum Bearbeitungsraum hin verschließt, wobei die an der Werkzeugwechselposition positionierte Arbeitsspindel bevorzugt auf der dem Bearbeitungsraum abgewandten Seite des geschlossenen Schutzkappenmechanismus **8** bzw. eines Schutzklappenabschnitts des geschlossenen Schutzkappenmechanismus **8** angeordnet ist, und die an der Bearbeitungsposition bzw. Arbeitsposition positionierte Arbeitsspindel auf der dem Bearbeitungsraum zugewandten Seite des geschlossenen Schutzkappenmechanismus **8** bzw. eines Schutzklappenabschnitts des geschlossenen Schutzkappenmechanismus **8** angeordnet ist.

[0110] Beispielhaft umfasst der Schutzkappenmechanismus **8** der Werkzeugmaschine gemäß **Fig. 1** bis **Fig. 11** einen Schutzklappenabschnitte mit Teilzylinderabschnitten umfassenden Teilzylinderkörper **81**, der beispielhaft in der Werkzeugwechselöffnung **131** des Trägerabschnitts **13** des Maschinengestells **1** drehbar gelagert ist, insbesondere um eine zu der Revolverachse des Revolvers **4** bzw. den Spindelachsen parallelen Rotationsachse. Im geöffneten Zustand weist der Teilzylinderkörper **81** Öffnungen auf, die den Innenraum des Teilzylinderkörpers **81** zum Bearbeitungsraum hin und zum Werkzeugmagazin hin öffnen; siehe z.B. **Fig. 13**, in der die Spindeln S1 und S2 durch die Öffnungen des Teilzylinderkörpers **81** von außen sichtbar sind.

[0111] Die dem Werkzeugmagazin **10** zugewandte Öffnung des Teilzylinderkörpers **81** im geöffneten Zustand des Schutzkappenmechanismus **8** ermöglicht beispielhaft ein Zuführen des Werkzeugs bzw. der Werkzeugschnittstelle mittels der Werkzeugwechselvorrichtung **9** vom Werkzeugmagazin **10** zu der Werkzeugwechselposition, und die dem Bearbeitungsraum zugewandte Öffnung des Teilzylinderkörpers **81** im geöffneten Zustand des Schutzkappenmechanismus **8** ermöglicht vorteilhaft den Spindeltausch bzw. den Spindelpositionstausch durch Rotieren bzw. Verschwenken des Revolvers **4**.

[0112] Die dem Bearbeitungsraum zugewandte Öffnung des Teilzylinderkörpers **81** im geöffneten Zustand des Schutzkappenmechanismus **8** ist beispielhaft in der Schnittdarstellung aus **Fig. 8** erkennbar, wobei der Teilzylinderkörper **81** in dieser Schnittebene die Öffnung zum Bearbeitungsraum beispielhaft auf der rechten Seite aufweist und insbesondere beispielhaft einen Teilkreisförmigen Querschnitt aufweist, der beispielhaft mondsichelartig an die beispielhaft kreisrunde Form des Revolvers **4** angepasst ist. Hierbei ist beispielhaft erkennbar, dass ein Verschwenken des Teilzylinderkörpers **81** zum Schließen der Schutzklappen Vorrichtung **8** vorteilhaft ermöglicht, die Arbeitsspindel S2 an der Werkzeugwechselposition abzudecken und vom Bearbeitungsraum und der Arbeitsspindel S1 an der Bearbeitungsposition räumlich abzutrennen.

[0113] Um es weiterhin vorteilhaft zu ermöglichen, dass ein Zuführen bzw. Abführen von Werkzeugen bzw. Werkzeugschnittstellen zwischen Werkzeugmagazin **10** und Werkzeugwechselposition in geschlossenem Zustand der Schutzklappen Vorrichtung **8** möglich ist, weist der Teilzylinderkörper **81** der Schutzklappe beispielhaft zwei separate Teilzylinderkörperabschnitte **81a** und **81b** auf, die im geöffneten Zustand bevorzugt oberhalb und unterhalb der Werkzeugwechselposition angeordnet, wobei zwischen den ersten und zweiten Teilzylinderkörperabschnitten **81a** und **81b** zum Werkzeugmagazin

10 hin und zum Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine hin die jeweiligen Öffnungen ausgebildet sind.

[0114] Die ersten und zweiten Teilzylinderkörperabschnitte **81a** und **81b** sind bevorzugt dazu eingerichtet, die Schutzklappen Vorrichtung **8** zu schließen, indem diese zu dem Bearbeitungsraum hin nach unten bzw. nach oben verschwenkt werden (siehe z.B. **Fig. 13**, wobei beispielhaft der geöffnete Zustand gezeigt ist). Beispielhaft kann der erste (obere) Teilzylinderkörperabschnitt **81a** (allgemein: erster Schutzklappenabschnitt) zum Bearbeitungsraum hin und nach unten – in **Fig. 13** beispielhaft im Uhrzeigersinn – verschwenkt werden, und beispielhaft kann der zweite (untere) Teilzylinderkörperabschnitt **81b** (allgemein: zweiter Schutzklappenabschnitt) zum Bearbeitungsraum hin nach oben – in **Fig. 13** beispielhaft gegen den Uhrzeigersinn – verschwenkt werden, bevorzugt derart, dass die ersten und zweiten Schutzklappenabschnitte auf der Seite des Bearbeitungsraums miteinander schließen.

[0115] Vorteilhaft wird hierbei nur die dem Bearbeitungsraum zugewandte Seite der Werkzeugwechselposition vom Bearbeitungsraum getrennt, wobei die dem Werkzeugmagazin zugewandte Seite der Werkzeugwechselposition weiter zugänglich bleibt, z.B. um vorteilhaft selbst bei geschlossener Schutzklappen Vorrichtung **8** mittels der Werkzeugwechselvorrichtung bzw. dem Werkzeugwechsler-Achsschlitten **91** und dem Werkzeugwechsel-Doppelgreifer **93** zwischen dem Werkzeugmagazin **10** und Werkzeugwechselposition der Werkzeugmaschine verfahren zu können und an der an der Werkzeugwechselposition positionierten Arbeitsspindel Werkzeuge wechseln zu können.

[0116] Weiterhin umfasst die Werkzeugmaschine gemäß dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 1** bis **Fig. 11** beispielhaft eine Fördereinrichtung **7**, die beispielhaft an einer Vorderseite des Maschinengestells **1** auf einem Fördereinrichtungsträgerabschnitt **73** angeordnet bzw. gehalten ist. Der Fördereinrichtungsträgerabschnitt **73** ist in **Fig. 1** bis **Fig. 11** beispielhaft als weiterer Abschnitt des Maschinengestells **1** bereitgestellt, so dass das Maschinengestell **1** beispielhaft neben den Trägerabschnitten **11** bis **13** weiterhin den Fördereinrichtungsträgerabschnitt **73** aufweist, wobei der Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine bevorzugt zwischen den gegenüberliegenden Trägerabschnitten **11** und **13** und zwischen den gegenüberliegenden Trägerabschnitten **12** und **73** gebildet ist.

[0117] Die Fördereinrichtung **7** umfasst beispielhaft einen Eingabeförderabschnitt **71** zur ggf. automatischen Zuführung eines zu bearbeitenden Werkstücks in den Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine und beispielhaft einen Ausgabeförderabschnitt **72** zur ggf. automatischen Abführung bzw. Entnahme eines

bearbeiteten Werkstücks aus dem Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine.

[0118] Der Eingabeförderabschnitt **71** der Fördereinrichtung **7** kann z.B. eine Werkstückeinspannposition (Einspannposition) aufweisen, an der ein zu bearbeitendes Werkstück WS durch die Werkstückspanneinrichtung **2** aufgenommen und eingespannt werden kann, z.B. nachdem die Werkstückspanneinrichtung **2** ein zuvor eingespanntes und bereits bearbeitetes Werkstück WS an einer Werkstückausspann- bzw. Ausgabeposition (Ausspannposition) abgelegt hat bzw. ablegen konnte, zum ggf. automatischen Wegfördern durch den die Werkstückausspann- bzw. Ausgabeposition aufweisenden Ausgabeförderabschnitt **72** der Fördereinrichtung **7**.

[0119] Vor den Eingabe- und Ausgabeförderabschnitten **71** und **72** der Fördereinrichtung **7** kann die Fördereinrichtung **7** bevorzugt einen oder mehrere weitere Förderabschnitte umfassen, z.B. zum Fördern von Werkstücken zu dem Eingabeförderabschnitt **71** der Fördereinrichtung **7** und/oder zum Wegfördern von Werkstücken von dem Ausgabeförderabschnitt **72** der Fördereinrichtung **7**.

[0120] In dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** bis **Fig. 11** sind die Eingabe- und Ausgabeförderabschnitte **71** und **72** der Fördereinrichtung **7** beispielhaft als Rollenförderbandabschnitte ausgebildet, jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf derartige Ausführungen beschränkt und die Fördereinrichtung **7** kann zusätzlich oder alternativ auch andersartige Förderbandabschnitte umfassen, und/oder in weiteren Ausführungsbeispielen der Werkzeugmaschine mit zusätzlichen oder alternativen Automationsmaschinen, Handhabungsmaschinen, Manipulatoren und/oder Pickup-Roboter-Einrichtungen versehen sein, zum ggf. automatischen Entnehmen und/oder Bereitstellen von Werkstücken.

[0121] Wie bereits beschrieben, zeigt **Fig. 15A** eine beispielhafte Vorderansicht eines Spindelrevolvers **4** der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1** und **Fig. 15B** zeigt eine beispielhafte Perspektivdarstellung des Spindelrevolvers **4** der Werkzeugmaschine aus **Fig. 1**. Wie bereits vorstehend beschrieben, trägt der Spindelrevolver **4** beispielhaft die in den Spindelgehäusen **41** und **42** gehaltenen bzw. angeordneten Arbeitsspindeln **S1** und **S2**.

[0122] Gemäß **Fig. 15A**, in der beispielhaft die Arbeitsspindel **S2** an der linken Werkzeugwechsellposition positioniert ist und die Arbeitsspindel **S1** an der rechten Arbeitsposition bzw. Bearbeitungsposition positioniert ist, sind bezüglich der Mittelachse (Revolverachse) des Revolvers **4** gegenüber (d.h. insbesondere auf einer durch die Mittelachse verlaufenden Ebene) angeordnet, wobei beispielhaft die Spin-

delachsen jeweils parallel zur Mittelachse (Revolverachse) des Revolvers **4** ausgerichtet sind. Zudem sind die Arbeitsspindeln **S1** und **S2** beispielhaft bei gleichem radialen Abstand zur Mittelachse (Revolverachse) des Revolvers **4** auf dem Revolver **4** angeordnet.

[0123] Dies hat den signifikanten Vorteil, dass ein Verschwenken bzw. Drehen des Revolvers **4** um dessen Mittelachse (Revolverachse) um 180 Grad im Uhrzeigersinn oder auch gegen den Uhrzeigersinn die Spindelpositionen effizient, präzise und schnell tauschen kann, insbesondere derart, dass die erste Arbeitsspindel **S1** an die zuvor von der zweiten Arbeitsspindel **S2** eingenommene Position (Werkzeugwechsellposition) verbracht werden kann und die zweite Arbeitsspindel **S2** gleichzeitig an die zuvor von der ersten Arbeitsspindel **S1** eingenommene Position (Arbeits- bzw. Bearbeitungsposition) verbracht werden kann.

[0124] Jedoch ist die vorliegende Erfindung in keinsten Weise auf ein derartiges Doppel-Spindelsystem eingeschränkt, sondern es können in weiteren Ausführungen beispielhaft mehr als zwei Spindeln, d.h. z.B. drei, vier, fünf, sechs, sieben, acht oder mehr Spindeln, auf einem Revolver (z.B. als Drehscheibe oder Trägertrommel ausgebildet) bereitgestellt werden. Hierbei ist es dann jeweils bevorzugt aber nicht in jedem Fall erforderlich, dass die Spindeln jeweils in gleichem Winkelabstand zueinander auf dem Revolver angeordnet sind, d.h. insbesondere bevorzugt bei **N** Spindeln bevorzugt bei einem Winkel von 360/**N** Grad (d.h. z.B. 180 Grad bei zwei Spindeln, wie z.B. in **Fig. 15A**; 120 Grad bei drei Spindeln, wie z.B. in **Fig. 16**; 90 Grad bei vier Spindeln; 60 Grad bei sechs Spindeln, usw.).

[0125] **Fig. 16** zeigt eine beispielhafte Vorderansicht eines Spindelrevolvers **4** einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Dreifach-Spindelsystem (z.B. für eine Dreifachspindel-Fräsmaschine).

[0126] Hierbei sind beispielhaft eine erste Arbeitsspindel **S1**, eine zweite Arbeitsspindel **S2** und eine dritte Arbeitsspindel **S3** vorgesehen, die beispielhaft mit jeweiligen Winkelabständen von 120 Grad zueinander auf dem Revolver **4** angeordnet sind. Weiterhin sind die drei Arbeitsspindeln **S1** bis **S3** beispielhaft bei gleichem radialen Abstand zur Mittelachse (Revolverachse) des Revolvers **4** auf dem Revolver **4** angeordnet. Weiterhin sind die drei Arbeitsspindeln **S1** bis **S3** beispielhaft derart angeordnet, dass deren jeweilige Spindelachsen jeweils zueinander parallel ausgerichtet (bzw. ausrichtbar) und parallel zur Mittelachse (Revolverachse) des Revolvers **4** ausgerichtet (bzw. ausrichtbar) sind.

[0127] Analog zu dem Revolver **4** gemäß **Fig. 15A** könnte angenommen werden, dass die zweite Arbeitsspindel S2 an einer Werkzeugwechselposition positioniert ist, und die erste Arbeitsspindel S1 an einer Bearbeitungsposition positioniert ist, derart, dass die erste Arbeitsspindel S1 dazu eingerichtet ist, an der Bearbeitungsposition ein an der Werkstückspanneinrichtung **2** eingespanntes Werkstück bearbeiten kann, während an der zweiten Arbeitsspindel S2 an der Werkzeugwechselposition ein- bzw. ausgewechselt werden kann.

[0128] Durch Verschwenken bzw. Drehen des Revolvers **4** in **Fig. 16** um 120 Grad gegen den Uhrzeigersinn kann die erste Arbeitsspindel S1 an die Werkzeugwechselposition verbracht werden, wobei gleichzeitig die dritte Arbeitsspindel S3 an die Bearbeitungsposition verbracht wird, an der zuvor die erste Arbeitsspindel S1 positioniert war; und durch Verschwenken bzw. Drehen des Revolvers **4** in **Fig. 16** um 120 Grad im Uhrzeigersinn kann die zweite Arbeitsspindel S2 an die Bearbeitungsposition verbracht werden, an der zuvor die erste Arbeitsspindel S1 positioniert war, wobei gleichzeitig die dritte Arbeitsspindel S3 an die Werkzeugwechselposition verbracht wird.

[0129] Hierbei kann die Arbeitsspindel, die jeweils an der Position der Arbeitsspindel S3 in **Fig. 16** positioniert ist, ggf. in einer Ruheposition positioniert sein, in der diese nicht in die Bearbeitung des Werkstücks eingreift. In weiteren Ausführungsbeispielen (insbesondere bevorzugt in Ausführungsbeispielen in „normaler“ Orientierung des Werkstücks z.B. auf einem Drehtisch stehend eingespannt, anstatt der Überkopfeinspannung gemäß **Fig. 1** bis **Fig. 11**) kann auch die Position der ersten Arbeitsspindel S1 in **Fig. 16** der Ruheposition und die Position der dritten Arbeitsspindel S3 in **Fig. 16** der Bearbeitungsposition entsprechen.

[0130] Weiterhin ist es bei „normaler“ oder seitlicher Werkstückeinspannung als auch bei Überkopfeinspannung des Werkstücks denkbar, dass die Position der zweiten Arbeitsspindel S2 in **Fig. 16** der Bearbeitungsposition entspricht, wobei die Positionen der ersten und/oder dritten Arbeitsspindel der Werkzeugwechselposition bzw. zwei Werkzeugwechselpositionen entsprechen (wobei ggf. an einer der beiden oder an beiden Spindeln bei zwei Werkzeugwechselpositionen Werkzeuge ein- bzw. ausgewechselt werden können). Hierbei können z.B. bei N Spindeln **1** bis M (mit $M < N$) Werkzeugwechselpositionen ggf. mit 1 bis M Werkzeugwechselmanipulatoren bzw. Werkzeugwechselgreifern oder mit Werkzeugwechselvorrichtungen mit einem oder mehreren Werkzeugwechselmanipulatoren bzw. Werkzeugwechselgreifern zum Anfahren der 1 bis M Werkzeugwechselpositionen bereitgestellt werden. Zudem können dann 1 bis N –

M Bearbeitungspositionen bzw. 1 bis $N - M - 1$ Ruhepositionen bereitgestellt werden.

[0131] In **Fig. 16** ist es weiterhin möglich, dass beide Spindeln S1 und S3 an Bearbeitungspositionen angeordnet sind, z.B. zur gleichzeitigen Bearbeitung an einem Werkstück (z.B. Bohren von zwei Löchern gleichzeitig) oder an Bearbeitungspositionen für zwei unter- bzw. übereinander eingespannten Werkstücken (z.B. ein zweites unter und an dem ersten hängend eingespannten Werkstück, oder auch ein überkopfhängend eingespanntes Werkstück und ein unter diesem hängend eingespannten Werkstück stehend eingespanntes Werkstück).

[0132] **Fig. 17A** zeigt eine beispielhafte Schnittdarstellung mit horizontaler Schnittebene durch einen Spindelrevolver **4** einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0133] Hierbei sind analog zu **Fig. 15A** und **Fig. 15B** beispielhaft zwei Spindeln S1 und S2 mit Spindelgehäusen **41** und **42** vorgesehen, die beispielhaft in Werkzeugwechsel- und Bearbeitungsposition positioniert sind und um die Revolverachse RA rotierbar sind durch Rotieren des Revolvers **4** um die Revolverachse RA sind.

[0134] Beispielhaft sind diese Arbeitsspindeln S1 und S2 beispielhaft zudem dazu eingerichtet, in einer beispielhaft horizontalen Ebene (**Fig. 17A** zeigt eine Draufsicht) verschwenkt zu werden, derart, dass ihre jeweiligen Spindelachsen parallel zur Revolverachse ausrichtbar sind und relativ zur Revolverachse in der mit der Revolverachse RA gemeinsamen Ebene der Spindelachsen um einen Winkel von $+\alpha$ und/oder $-\alpha$ verschenkbar sind.

[0135] **Fig. 17B** zeigt eine beispielhafte Schnittdarstellung mit vertikaler Schnittebene durch einen Spindelrevolver **4** einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0136] Hierbei sind analog zu **Fig. 15A** und **Fig. 15B** beispielhaft zwei Spindeln S1 und S2 mit Spindelgehäusen **41** und **42** vorgesehen (wobei aufgrund der Seitenansicht beispielhaft nur eine der Spindeln gezeigt ist), die beispielhaft in Werkzeugwechsel- und Bearbeitungsposition positioniert sind und um die Revolverachse RA rotierbar sind durch Rotieren des Revolvers **4** um die Revolverachse RA sind.

[0137] Beispielhaft sind diese Arbeitsspindeln S1 und S2 beispielhaft zudem dazu eingerichtet, in einer jeweiligen beispielhaft vertikalen Ebene (**Fig. 17B** zeigt eine Seitenansicht) verschwenkt zu werden, derart, dass ihre jeweiligen Spindelachsen parallel zur Revolverachse ausrichtbar sind und relativ zur Revolverachse vertikal um einen Winkel von $+\beta$ und/oder $-\beta$ verschenkbar sind.

[0138] In weiteren Ausführungsbeispielen ist es möglich die Ausführungen aus **Fig. 17A** und **Fig. 17B** zu kombinieren, derart, dass eine oder beide Spindeln vertikal und horizontal verschwenkbar sind, oder nur eine Spindel vertikal verschwenkbar ist und/oder nur eine Spindel horizontal verschwenkbar ist.

[0139] **Fig. 17C** zeigt eine beispielhafte Schnittdarstellung mit horizontaler Schnittebene durch einen Spindelrevolver **4** einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0140] Hierbei sind analog zu **Fig. 15A** und **Fig. 15B** beispielhaft zwei Spindeln **S1** und **S2** mit Spindelgehäusen **41** und **42** vorgesehen, die beispielhaft in Werkzeugwechsel- und Bearbeitungsposition positioniert sind und um die Revolverachse **RA** rotierbar sind durch Rotieren des Revolvers **4** um die Revolverachse **RA** sind.

[0141] Beispielhaft sind diese Arbeitsspindeln **S1** und **S2** beispielhaft zudem dazu eingerichtet, in Richtung **Z1** bzw. **Z2** ihrer jeweiligen Spindelachsen, die beispielhaft parallel zur Revolverachse **RA** ausgerichtet sind, bevorzugt unabhängig voneinander verfahren zu werden. In weiteren Ausführungsbeispielen kann ggf. nur eine der Spindeln in Richtung der Spindelachse verfahrbar sein, und in den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen können eine, mehrere oder alle jeweiligen Arbeitsspindeln bevorzugt unabhängig voneinander **Z-verfahrbar** sein (d.h. in Richtung der Spindelachse und/oder in Richtung der Revolverachse).

[0142] Falls an der Werkzeugmaschine gemäß **Fig. 1** eine oder beide Spindeln **Z-verfahrbar** sind, dann könnte in weiteren Ausführungsbeispielen ggf. der Achsschlitten **310** und dessen steuerbar **Z-Achse** weggelassen werden, um die Werkzeugmaschine noch kompakter ausbilden zu können.

[0143] **Fig. 18** zeigt eine beispielhafte Vorderansicht eines Werkzeugträger-Achsschlittens **330** einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Dies entspricht schematisch der Ausführung gemäß **Fig. 1** bis **Fig. 11**, wobei eine zusätzliche beispielhafte steuerbare **B-Achse** (bevorzugt als Drehachse ausgebildet, oder auch als Schwenkachse bzw. bevorzugt 360 Grad Schwenkachse ausgebildet) veranschaulicht ist, die dazu eingerichtet ist, das an der Werkstückspanneinrichtung **2** eingespannte Werkstück **WS** um eine beispielhaft vertikal ausgerichtete (d.h. beispielhaft parallel zur **Y-Richtung** der **Y-Achse** ausgerichtete) Rotationsachse zu rotieren.

[0144] **Fig. 19A** zeigt eine beispielhafte Vorderansicht eines Werkzeugträger-Achsschlittens **330** einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung und **Fig. 19B** und

Fig. 19C zeigen beispielhafte Seitenansichten des Werkzeugträger-Achsschlittens **330** aus **Fig. 19A**.

[0145] Hierbei ist beispielhaft an dem Werkzeugträger-Achsschlitten **330** ein um eine horizontal bzw. senkrecht zur **Y-Richtung** bzw. Richtung der **Y-Achse** ausgerichtete Rotationsachse verschwenkbares Schwenkelement **340** einer horizontal ausgerichteten steuerbaren **A-Achse** (Schwenkachse) vorgesehen.

[0146] An dem Schwenkelement **340** sind beispielhaft die Greifeinrichtung **21** und der Werkstückpalettenhalter **22** bzw. ist die Werkstückspanneinrichtung **2** gehalten, die bevorzugt zudem dazu eingerichtet ist, mit einer zusätzlichen steuerbaren **B-Achse** (bevorzugt als Drehachse ausgebildet, oder auch als Schwenkachse bzw. bevorzugt 360 Grad Schwenkachse ausgebildet), das an der Werkstückspanneinrichtung **2** eingespannte Werkstück **WS** um eine beispielhaft vertikal relativ zu dem Schwenkelement **340** ausgerichtete Rotationsachse zu rotieren.

[0147] Das Schwenkelement **340** ist beispielhaft dazu eingerichtet, die Werkstückspanneinrichtung **2** um eine horizontal bzw. senkrecht zur **Y-Richtung** bzw. Richtung der **Y-Achse** ausgerichtete Rotationsachse zu verschwenken, siehe **Fig. 19C**.

[0148] **Fig. 20A** und **Fig. 20B** zeigen beispielhafte Vorderansichten eines Werkzeugträger-Achsschlittens **330** einer Werkzeugmaschine gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0149] Hierbei ist beispielhaft an dem Werkzeugträger-Achsschlitten **330** ein um eine vertikal ausgerichtete bzw. zur **Y-Richtung** bzw. Richtung der **Y-Achse** parallel ausgerichtete Rotationsachse verschwenkbares Schwenkelement **340** einer vertikal ausgerichteten steuerbaren **B-Achse** (Dreh- oder Schwenkachse) vorgesehen.

[0150] An dem Schwenkelement **340** sind beispielhaft die Greifeinrichtung **21** und der Werkstückpalettenhalter **22** bzw. ist die Werkstückspanneinrichtung **2** seitlich hängend gehalten, die bevorzugt zudem dazu eingerichtet ist, mit einer zusätzlichen steuerbaren **A-Achse** (bevorzugt als Drehachse ausgebildet, oder auch als Schwenkachse bzw. bevorzugt 360 Grad Schwenkachse ausgebildet), das an der Werkstückspanneinrichtung **2** beispielhaft seitlich hängend eingespannte Werkstück **WS** um eine beispielhaft horizontal relativ zu dem Schwenkelement **340** ausgerichtete Rotationsachse zu rotieren.

[0151] Das Schwenkelement **340** ist beispielhaft dazu eingerichtet, die Werkstückspanneinrichtung **2** um eine vertikal ausgerichtete bzw. parallel zur **Y-Richtung** bzw. Richtung der **Y-Achse** ausgerichtete Rotationsachse zu drehen oder zu verschwenken.

[0152] Vorstehend wurden zahlkreiche Beispiele bzw. Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sowie deren Vorteile detailliert unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben. Es sei erneut hervorgehoben, dass die vorliegende Erfindung jedoch in keinster Weise auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele und deren Ausführungsmerkmale begrenzt bzw. eingeschränkt ist, sondern weiterhin Modifikationen der Ausführungsbeispiele umfasst, insbesondere diejenigen, die durch Modifikationen der Merkmale der beschriebenen Beispiele bzw. durch Kombination einzelner oder mehrerer der Merkmale der beschriebenen Beispiele im Rahmen des Schutzzumfanges der unabhängigen Ansprüche umfasst sind.

[0153] Zusammenfassend wird ein Werkzeugmaschinenkonzept vorgeschlagen, welches es vorteilhaft ermöglicht, auf vorteilhafte, ungewöhnliche und neuartige Weise, eine präzise arbeitende, kostengünstige, äußerst kompakte und effiziente Werkzeugmaschine mit optimal minimierten Standzeiten zu schaffen, insbesondere da jeweils zumindest eine (oder mehrere) der Spindeln an einer jeweiligen Arbeitsposition ein Werkstück bearbeiten kann während zumindest an einer anderen Spindel (oder an mehreren anderen Spindeln) an einer jeweiligen Werkzeugwechselposition ein Werkzeugwechsel durchgeführt werden kann, ohne die Bearbeitung des bzw. der Werkstücke für den Werkzeugwechsel zu unterbrechen, wobei die einzigen Unterbrechungen der eigentlichen Bearbeitung des Werkstücks bzw. der Werkstücke durch die äußerst schnellen (insbesondere bei ca. ein bis zwei Sekunden oder sogar unter einer Sekunde) Revolverdrehungen des Revolvers gegeben sind.

Bezugszeichenliste

1	Maschinengestell
11	erster Trägerabschnitt
12	zweiter Trägerabschnitt
121	Späneabfuhröffnung
13	dritter Trägerabschnitt
131	Werkzeugwechselöffnung
2	Werkstückspanneinrichtung
21	Greifeinrichtung
22	Werkstückpalettenhalter
3	Achsschlitten-Baugruppe
31	Z-Achse
310	erster Achsschlitten
311	erste Achsführungen
312	erste Gewindewelle
313	erster Achsantrieb
32	X-Achse
320	zweiter Achsschlitten
321	zweite Achsführungen
322	zweite Gewindewelle
323	zweiter Achsantrieb
33	Y-Achse

330	dritter Achsschlitten
331	dritte Achsführungen
332	dritte Gewindewelle
333	dritter Achsantrieb
340	Schwenkelement
4	Spindelrevolver/Revolver
RA	Revolverachse
41	erstes Spindelgehäuse
42	zweites Spindelgehäuse
S1	erste Arbeitsspindel
S2	zweite Arbeitsspindel
S3	dritte Arbeitsspindel
5	Standfüßelemente
6	Späneauffangwanne
7	Fördereinrichtung
71	Eingabeförderabschnitt
72	Ausgabeförderabschnitt
73	Fördereinrichtungsträgerabschnitt
8	Schutzklappenvorrichtung
81	Schutzklappe
81a	erster Schutzklappenabschnitt
81b	zweiter Schutzklappenabschnitt
9	Werkzeugwechselvorrichtung
91	Werkzeugwechsler-Achsschlitten
92	Werkzeugwechsler-Greiferträger
93	Werkzeugwechsel-Doppelgreifer
94	Werkzeugwechsler-Achsführungen
95	Werkzeugwechsler-Schlittenträger
96a	Werkzeugwechsler-Antriebsgehäuse
96b	Doppelgreifer-Schwenkantrieb
10	Werkzeugmagazin
101	Magazinrad
102	Werkzeugmagazinträger
111	Werkstückpalette
WS	Werkstück
WZK	Werkzeugköcher
A	zweite Dreh- bzw. Schwenkachse
B	erste Dreh- bzw. Schwenkachse

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102010064271 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine mit:

- einem Maschinengestell (1);
- einer Werkstückspanneinrichtung (2) zum Einspannen eines Werkstücks (WS);
- einer an dem Maschinengestell angeordneten Achsschlitten-Baugruppe (3), die dazu eingerichtet ist, das an der Werkstückspanneinrichtung (2) eingespannte Werkstück (WS) mittels drei steuerbarer Linearachsen (X, Y, Z) linear zu verfahren; und
- einer an dem Maschinengestell (1) angeordneten Spindelträger-Baugruppe mit zumindest zwei werkzeugtragenden Arbeitsspindeln (S1, S2; S1, S2, S3); wobei die Arbeitsspindeln (S1, S2; S1, S2, S3) an einem um eine Revolverachse (RA) rotierbaren bzw. verschwenkbaren Revolver (4) in jeweils gleichem Abstand zur Revolverachse angeordnet sind, und die Spindelachsen der Arbeitsspindeln (S1, S2; S1, S2, S3) parallel zueinander und parallel zur Revolverachse (RA) ausgerichtet bzw. ausrichtbar sind.

2. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Maschinengestell (1) einen Bearbeitungsraum ausbildet und die Achsschlitten-Baugruppe (3) über dem Bearbeitungsraum auf dem Maschinengestell (1) angeordnet ist, wobei die Werkstückspanneinrichtung (2) an der Achsschlitten-Baugruppe (3) gehalten wird und dazu eingerichtet ist, das Werkstück (WS) bzw. eine das Werkstück (WS) haltende Werkstückpalette (111) hängend oder seitlich hängend einzuspannen, insbesondere zur Überkopfbearbeitung des an der Werkstückspanneinrichtung (2) hängend eingespannten Werkstücks (WS).

3. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Werkstückspanneinrichtung (2) einen hängenden Drehtisch mit vertikaler Rotationsachse und/oder eine um eine vertikale Rotationsachse rotierbare Greifeinrichtung (22) zum hängenden Greifen des Werkstücks bzw. der Werkstückpalette (111) umfasst.

4. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Drehtisch und/oder die Greifeinrichtung (22) der Werkstückspanneinrichtung (2) um eine horizontale Dreh- oder Schwenkachse dreh- oder verschwenkbar ist.

5. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Werkstückspanneinrichtung (2) einen Drehtisch mit horizontaler Dreh- oder Schwenkachse und/oder eine um eine horizontale Rotationsachse rotierbare Greifeinrichtung (22) zum seitlich hängenden Greifen des Werkstücks bzw. der Werkstückpalette (11) umfasst.

6. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Drehtisch und/oder die Greifeinrichtung (22) der Werkstückspanneinrichtung (2) um eine vertikale Dreh- oder Schwenkachse dreh- oder verschwenkbar ist.

7. Werkzeugmaschine gemäß einem der Ansprüche 2 bis 6, gekennzeichnet durch eine Fördereinrichtung (7) zum Fördern von Werkstücken (WS), insbesondere mit nach oben oder seitlich ausgerichteter Werkstückpalette (111), zu einer Einspannposition in einen Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine zur Aufnahme durch die Werkstückspanneinrichtung (2) von oben zum hängenden oder seitlich hängenden Einspannen eines der Werkstücke an der Werkstückspanneinrichtung (2), und zum Fördern eines der Werkstücke, insbesondere mit nach oben oder seitlich ausgerichteter Werkstückpalette (111), aus einer Ausspannposition aus dem Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine nach Lösen des Werkstücks aus der hängenden oder seitlich hängenden Einspannung durch die Werkstückspanneinrichtung (2).

8. Werkzeugmaschine gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Achsschlitten-Baugruppe (3) weiterhin dazu eingerichtet ist, das an der Werkstückspanneinrichtung (2) eingespannte Werkstück mittels einer steuerbaren ersten Dreh- oder Schwenkachse (B) um eine erste Rotationsachse zu rotieren.

9. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Rotationsachse der ersten Dreh- oder Schwenkachse (B) vertikal ausgerichtet ist.

10. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Achsschlitten-Baugruppe (3) weiterhin dazu eingerichtet ist, das an der Werkstückspanneinrichtung (2) eingespannte Werkstück mittels einer steuerbaren zweiten Dreh- oder Schwenkachse (A) um eine quer oder senkrecht zur ersten Rotationsachse ausgerichtete zweite Rotationsachse zu rotieren.

11. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Rotationsachse der zweiten Dreh- oder Schwenkachse (A) horizontal ausgerichtet ist.

12. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Revolverachse (RA) des rotierbaren Revolvers (4) horizontal ausgerichtet ist, und die horizontal ausgerichtete, zweite Rotationsachse der zweiten Dreh- oder Schwenkachse (A) parallel oder senkrecht zur Revolverachse des rotierbaren Revolvers (4) ausgerichtet ist.

13. Werkzeugmaschine gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,

net, dass eine erste werkzeugtragende Arbeitsspindel (S1) und eine zweite Arbeitsspindel (S2) der zumindest zwei werkzeugtragenden Arbeitsspindeln relativ zu der Revolverachse (RA) gegenüberliegend an dem rotierbaren Revolver (4) angeordnet sind, wobei die Revolverachse (RA) insbesondere horizontal ausgerichtet ist.

14. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Arbeitsspindel (S1) an einer Bearbeitungsposition der Werkzeugmaschine positioniert ist, wenn die zweite Arbeitsspindel (S2) an einer Werkzeugwechselposition der Werkzeugmaschine positioniert ist, und die zweite Arbeitsspindel (S2) an der Bearbeitungsposition der Werkzeugmaschine positioniert ist, wenn die erste Arbeitsspindel (S1) an der Werkzeugwechselposition der Werkzeugmaschine positioniert ist

15. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spindelträger-Baugruppe dazu eingerichtet ist, die Positionierung der ersten Arbeitsspindel (S1), insbesondere an der Arbeits- oder Werkzeugwechselposition gemäß Anspruch 14, durch Verschwenken des rotierbaren Revolvers um die Revolverachse um 180° mit der Positionierung der zweiten Arbeitsspindel, insbesondere an der Werkzeugwechsel- oder Bearbeitungsposition gemäß Anspruch 14, zu tauschen.

16. Werkzeugmaschine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Anzahl N von werkzeugtragenden Arbeitsspindeln mit $N > 2$ in einem jeweiligen Winkelabstand eines Winkels $\alpha = 360^\circ / N$ an dem rotierbaren Revolver (4) angeordnet sind, wobei die Revolverachse (RA) insbesondere horizontal ausgerichtet ist.

17. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste Arbeitsspindel der N Arbeitsspindeln an einer Bearbeitungsposition der Werkzeugmaschine positioniert ist, wenn eine zweite Arbeitsspindel der N Arbeitsspindeln an einer Werkzeugwechselposition der Werkzeugmaschine positioniert ist

18. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spindelträger-Baugruppe dazu eingerichtet ist, die erste Arbeitsspindel durch Drehen des rotierbaren Revolvers um die Revolverachse um den Winkel α an die Werkzeugwechselposition zu verschwenken und/oder die zweite Arbeitsspindel durch Drehen des rotierbaren Revolvers um die Revolverachse um den Winkel α in entgegengesetzter Richtung an die Bearbeitungsposition zu verschwenken.

19. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 14, 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die an der Bearbeitungsposition positionierte Arbeitsspindel

mittels eines aufgenommenen Werkzeugs dazu eingerichtet ist, das an der Werkstückspanneinrichtung (2) eingespannte Werkstück (WS) zu bearbeiten.

20. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 14, 17 oder 18, gekennzeichnet durch:

- ein Werkzeugmagazin (10), das dazu eingerichtet ist, eine Mehrzahl von Werkzeugen vorzuhalten, und
- eine Werkzeugwechselvorrichtung (9), die dazu eingerichtet ist, ein einzusetzendes Werkzeug an der an der Werkzeugwechselposition positionierten Arbeitsspindel einzusetzen, ein an der an der Werkzeugwechselposition positionierten Arbeitsspindel aufgenommenes Werkzeug zu entnehmen, und/oder ein an der an der Werkzeugwechselposition positionierten Arbeitsspindel aufgenommenes Werkzeug mit einem aus dem Werkzeugmagazin entnommenen Werkzeug auszuwechseln.

21. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die an der Bearbeitungsposition positionierte Arbeitsspindel mittels eines aufgenommenen Werkzeugs dazu eingerichtet ist, das an der Werkstückspanneinrichtung (2) eingespannte Werkstück (WS) zu bearbeiten, während die Werkzeugwechselvorrichtung (9) an der an der Werkzeugwechselposition positionierten Arbeitsspindel ein Werkzeug einsetzt, entnimmt oder mit einem aus dem Werkzeugmagazin (10) entnommenen Werkzeug auswechselt.

22. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 20 oder 21, gekennzeichnet durch eine automatisch öffnen- und schließbare Schutzklappenvorrichtung (8), die in geschlossenem Zustand einen die Werkstückspanneinrichtung (2) aufweisenden Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine von einem die Werkzeugwechselvorrichtung (9) aufweisenden Werkzeugwechselraum der Werkzeugmaschine trennt.

23. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schutzklappenvorrichtung (8) öffnet, wenn durch Rotieren des Revolvers (4) eine der Arbeitsspindeln aus der Werkzeugwechselposition oder aus einer Ruheposition bzw. in die Bearbeitungsposition und/oder eine andere der Arbeitsspindeln aus der Bearbeitungsposition oder aus einer Ruheposition bzw. in die Werkzeugwechselposition verschwenkt wird, und nach dem Rotieren des Revolvers (4) schließt.

24. Werkzeugmaschine gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die an dem rotierbaren Revolver (4) angeordneten Arbeitsspindeln feststehend mit zu der Revolverachse (RA) parallel ausgerichteten Spindelachsen befestigt sind.

25. Werkzeugmaschine gemäß einem der der Ansprüche 1 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass ei-

ne oder mehrere der an dem rotierbaren Revolver (4) angeordneten Arbeitsspindeln verschwenkbar gehalten sind.

26. Werkzeugmaschine gemäß Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass die eine oder mehreren verschwenkbaren Arbeitsspindeln parallel zu der Revolverachse ausrichtbar sind und dazu eingerichtet sind, an der Arbeitsposition in einer vertikalen Ebene und/oder in einer horizontalen Ebene relativ zu der Ausrichtung der Revolverachse verschwenkt zu werden.

27. Werkzeugmaschine gemäß einem der der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine oder mehrere der an dem rotierbaren Revolver (4) angeordneten Arbeitsspindeln in einer Richtung mittels einer Linearachse (Z1, Z2) parallel zur Spindelachse und/oder parallel zur Revolverachse verfahrbar sind.

28. Werkzeugmaschine mit:

- einem Maschinengestell (1);
- einer Werkstückspanneinrichtung (2) zum Einspannen eines Werkstücks (WS);
- einer an dem Maschinengestell angeordneten Achsschlitten-Baugruppe (3), die dazu eingerichtet ist, das an der Werkstückspanneinrichtung (2) eingespannte Werkstück (WS) mittels zwei oder drei steuerbarer Linearachsen (X, Y; X, Y, Z) linear zu verfahren; und
- einer an dem Maschinengestell (1) angeordneten Spindelträger-Baugruppe (3) mit zumindest zwei werkzeugtragenden Arbeitsspindeln (S1, S2; S1, S2, S3);

wobei die Arbeitsspindeln (S1, S2; S1, S2, S3) an einem um eine Revolverachse rotierbaren bzw. verschwenkbaren Revolver (4) in jeweils gleichem Abstand zur Revolverachse angeordnet sind und in einer Richtung (Z) mittels einer Linearachse parallel zur Spindelachse und/oder parallel zur Revolverachse verfahrbar sind, und die Spindelachsen der Arbeitsspindeln (S1, S2; S1, S2, S3) parallel zueinander und parallel zur Revolverachse ausgerichtet bzw. ausrichtbar sind.

Es folgen 19 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

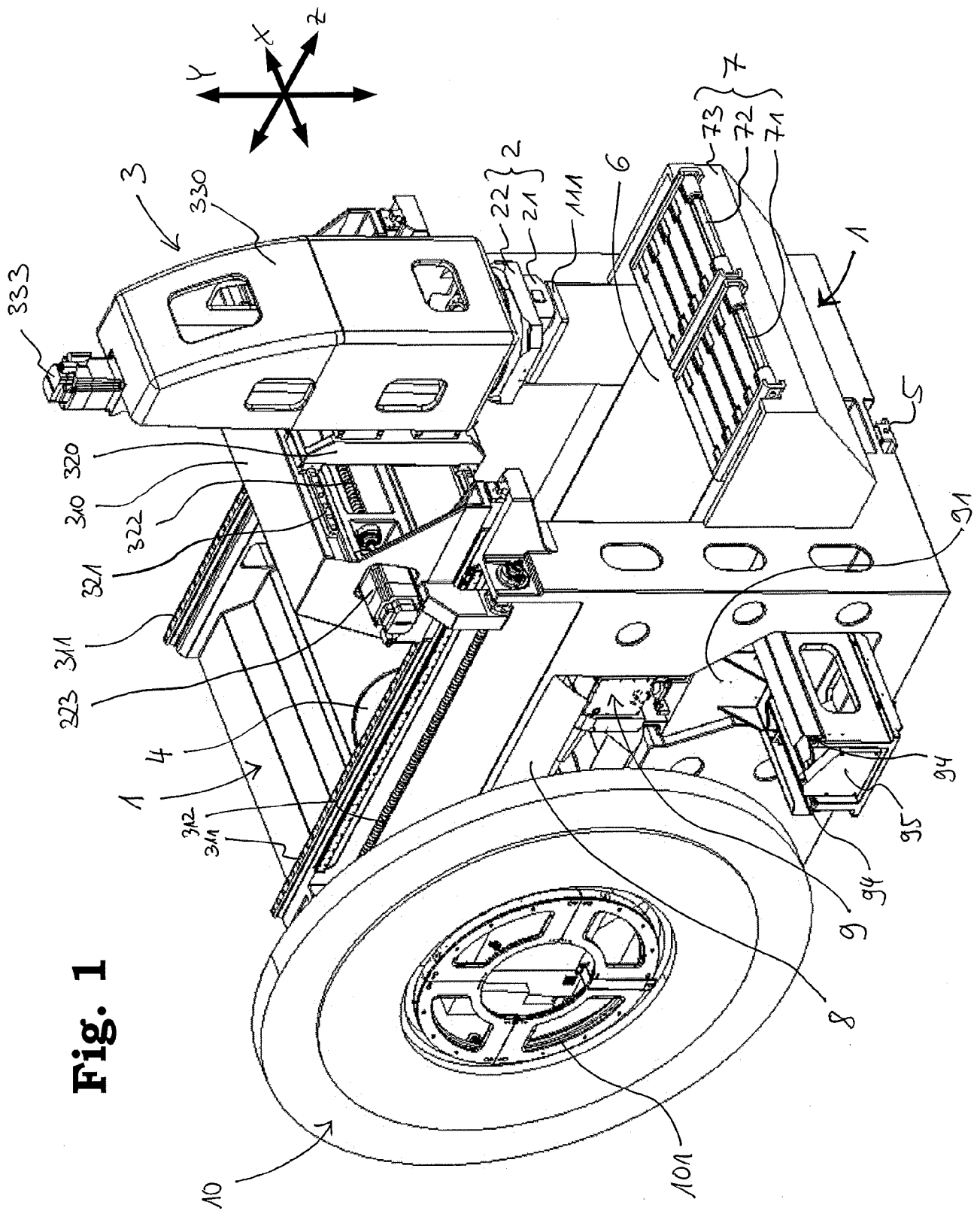


Fig. 1

Fig. 2

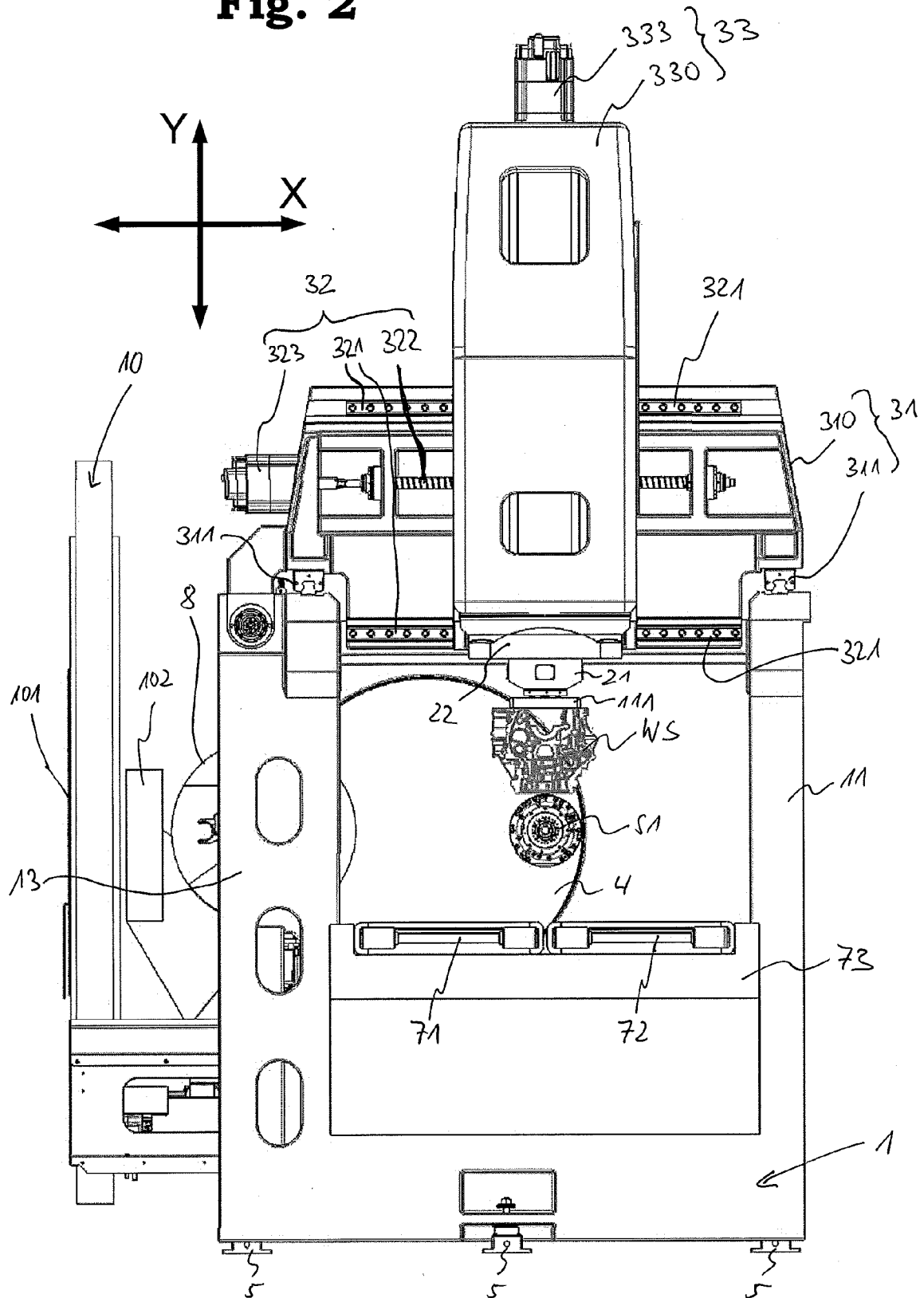


Fig. 3

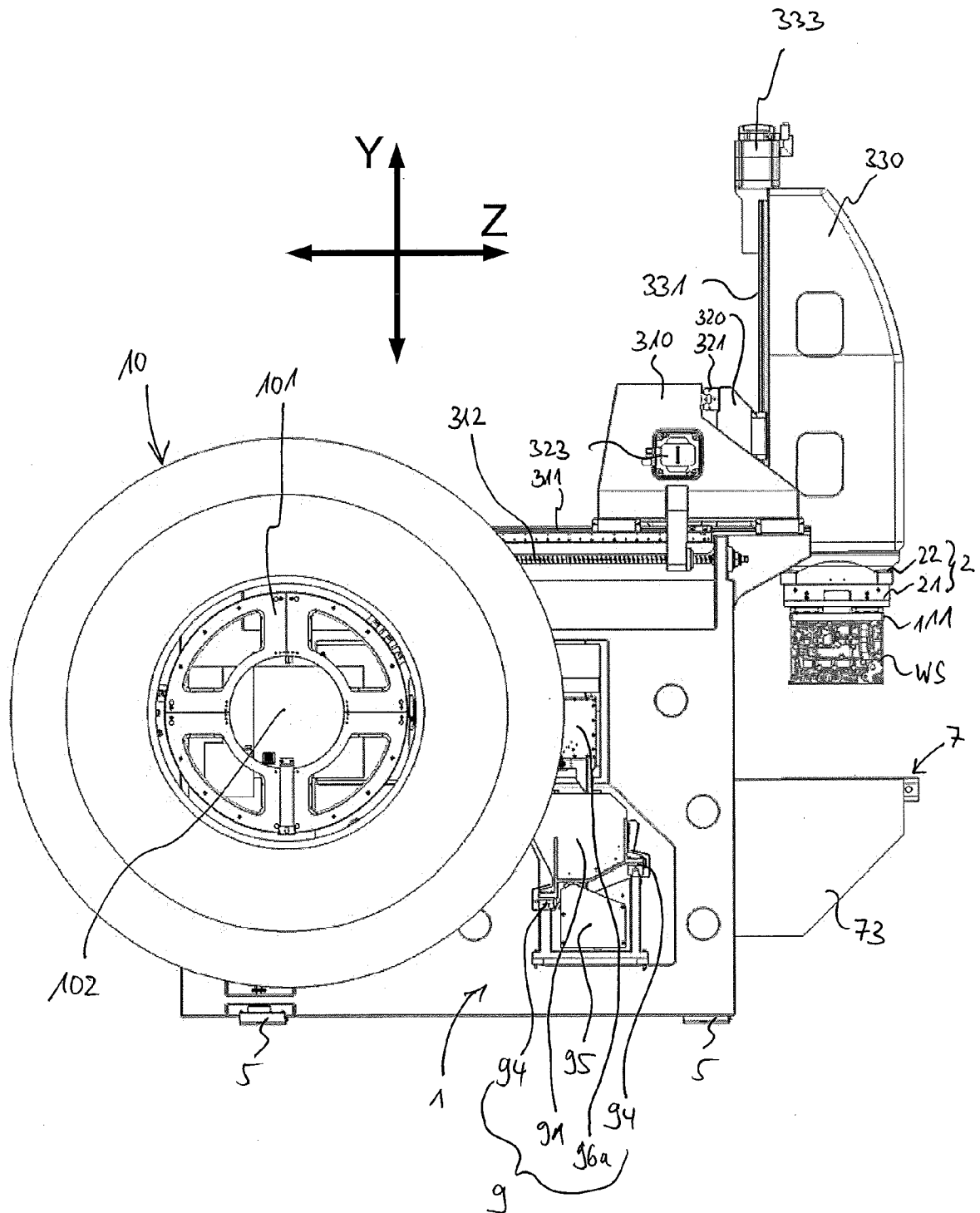


Fig. 4

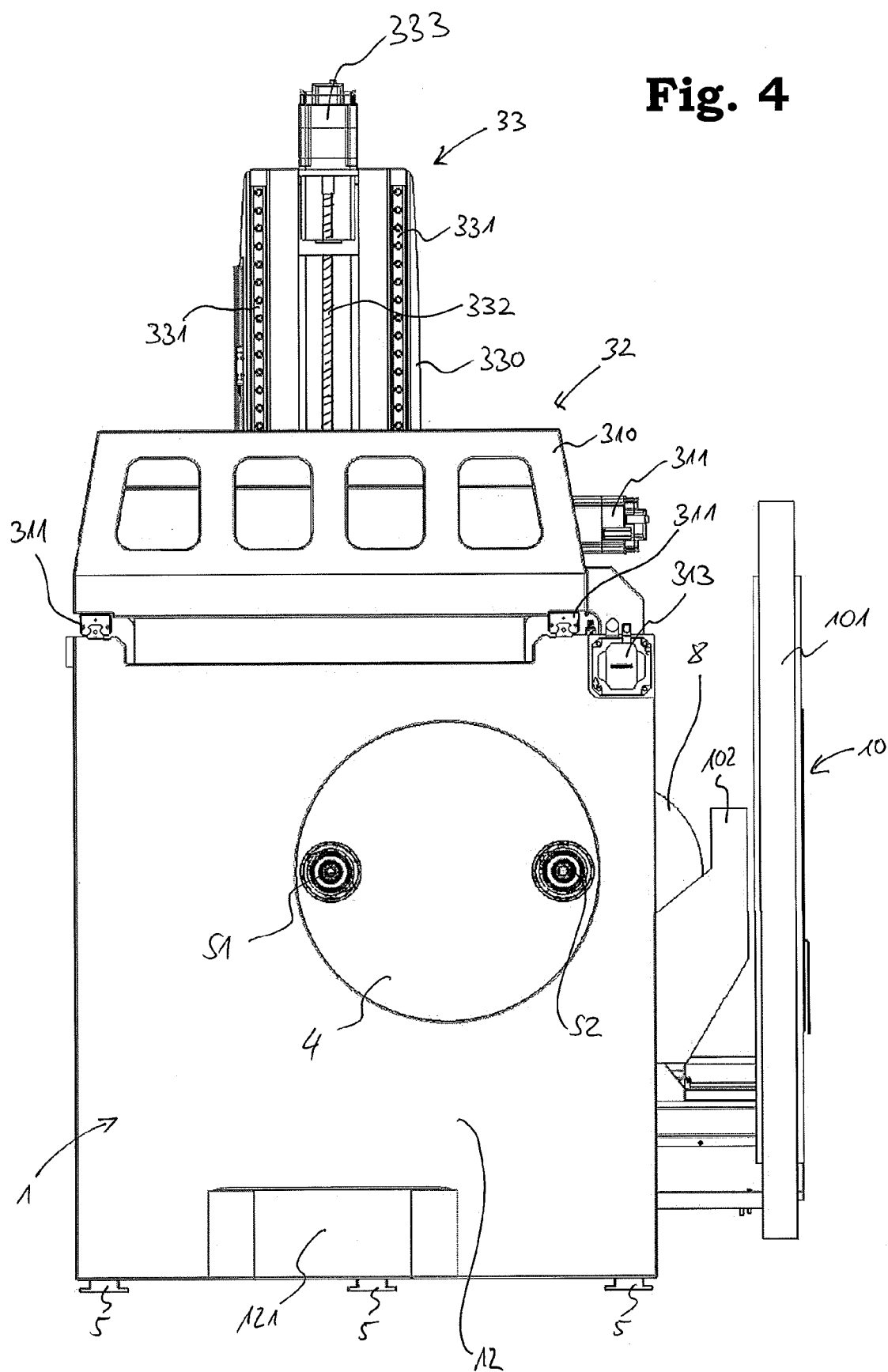


Fig. 5

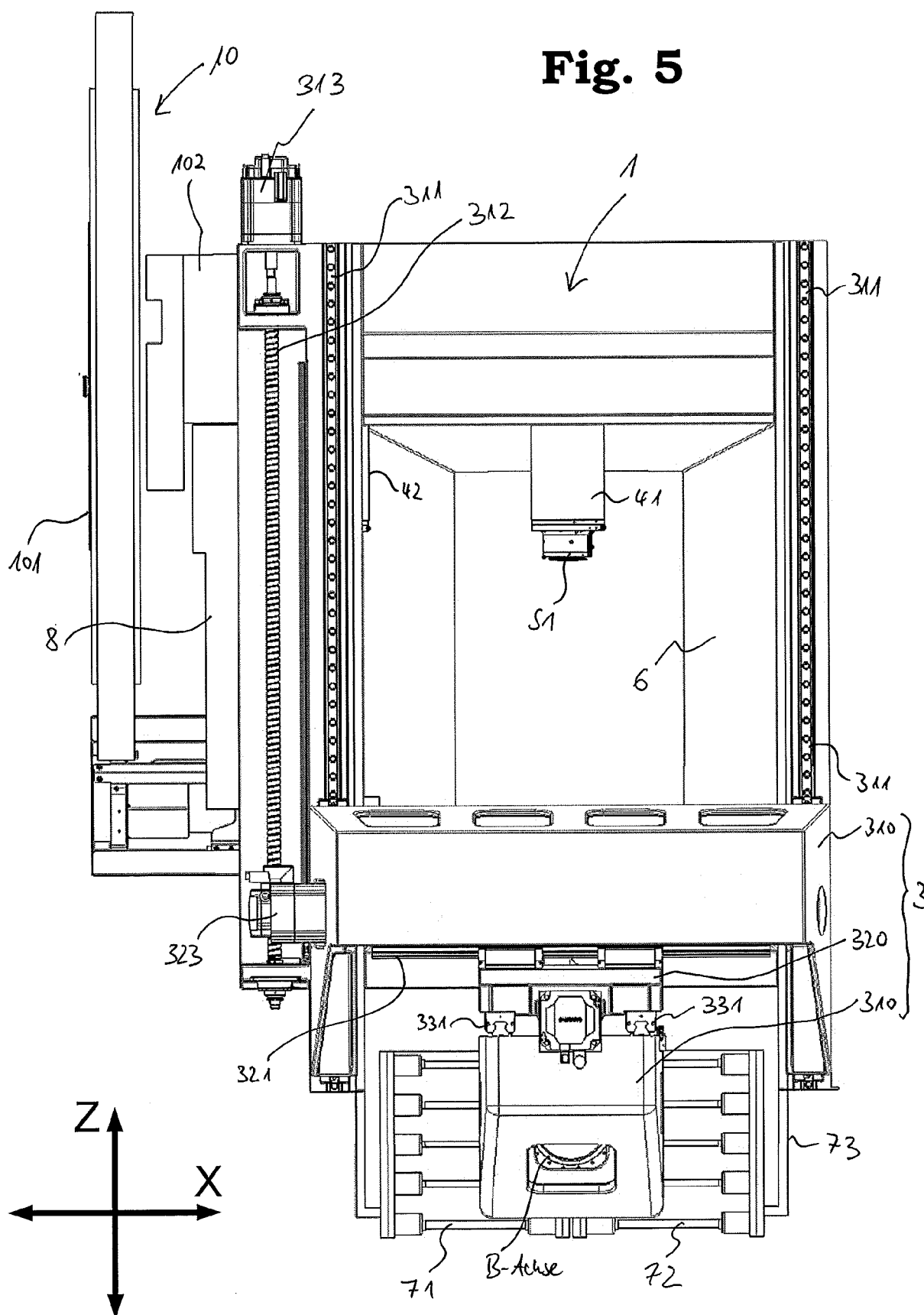


Fig. 6

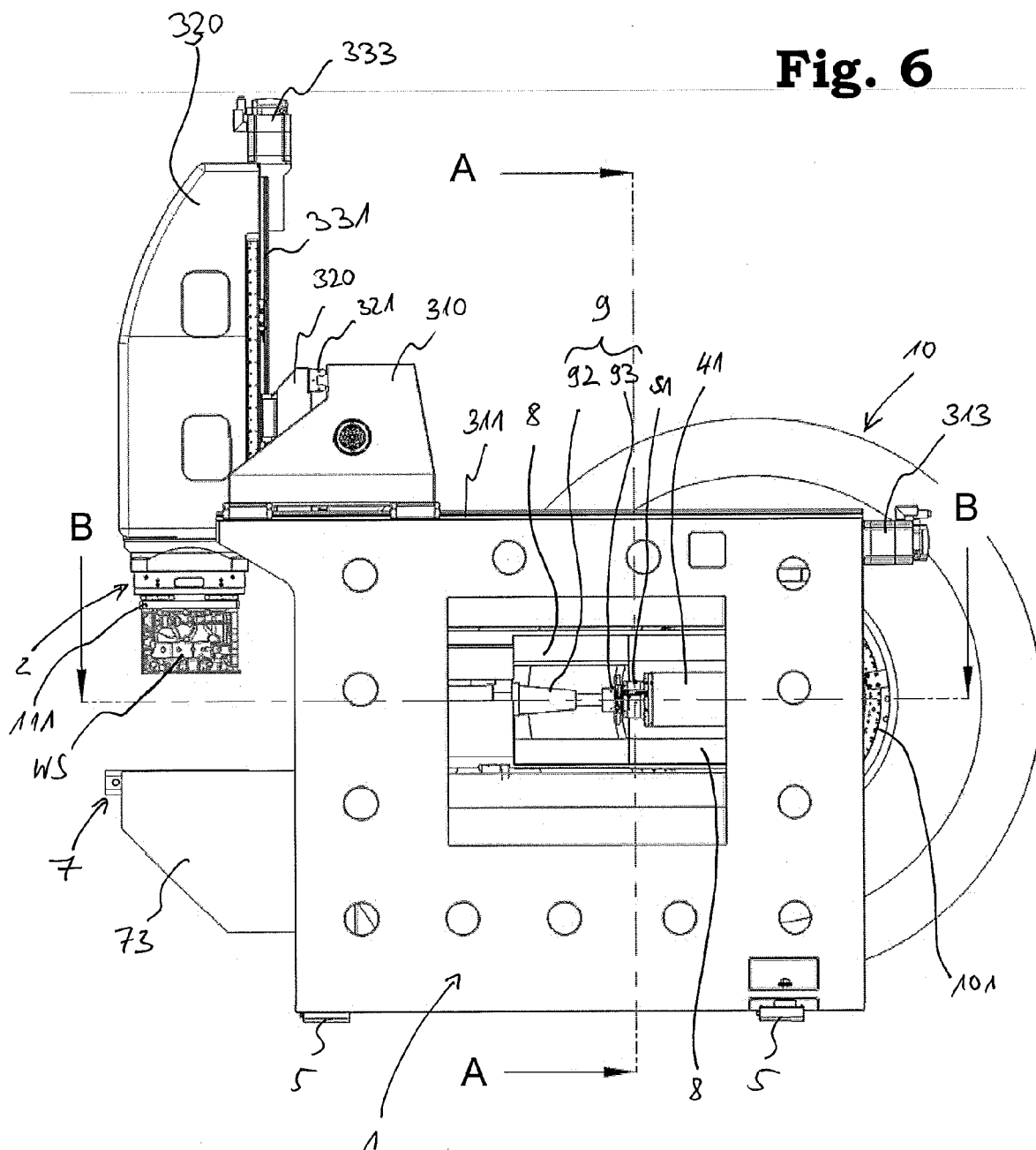


Fig. 7

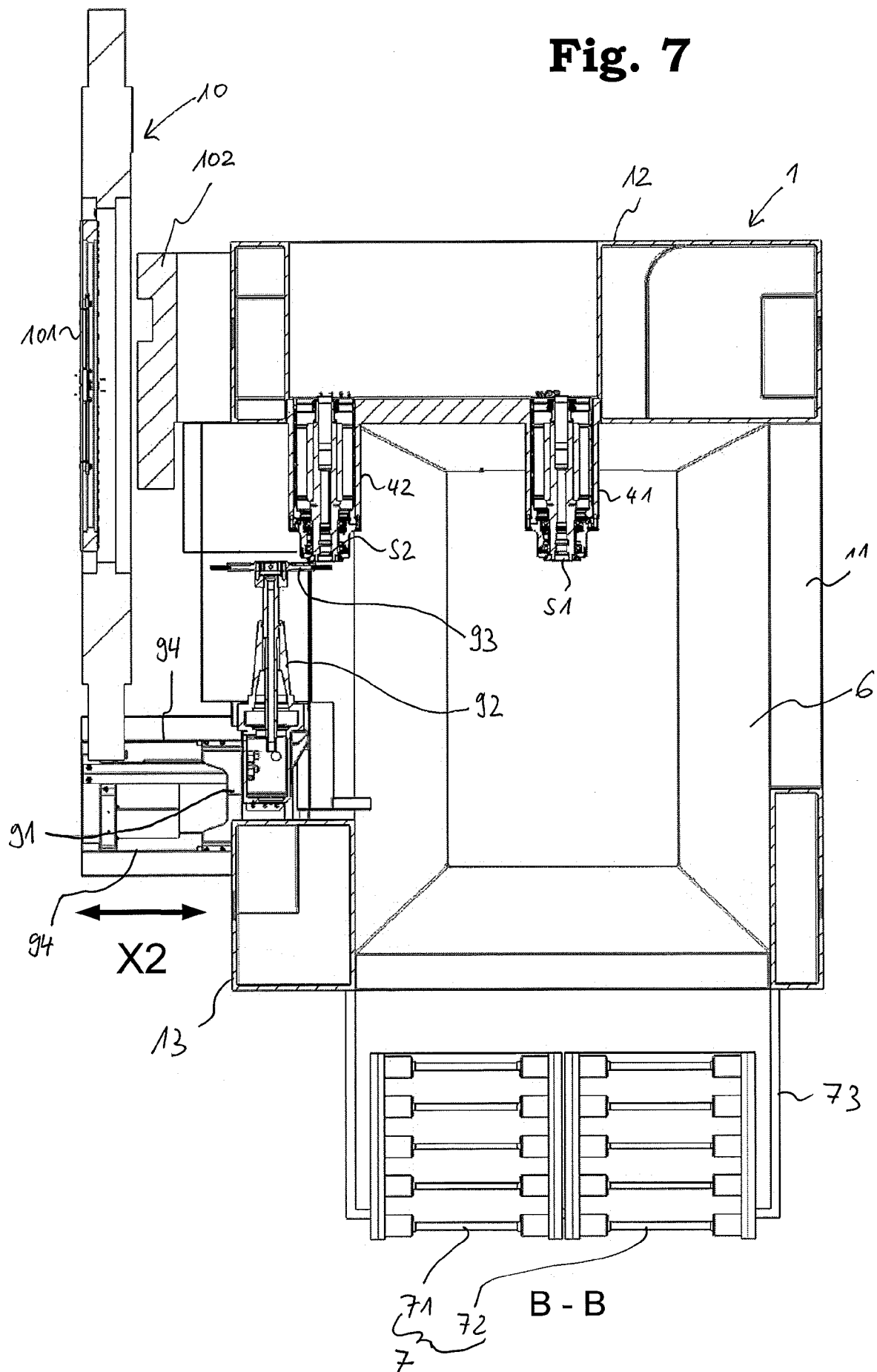


Fig. 8

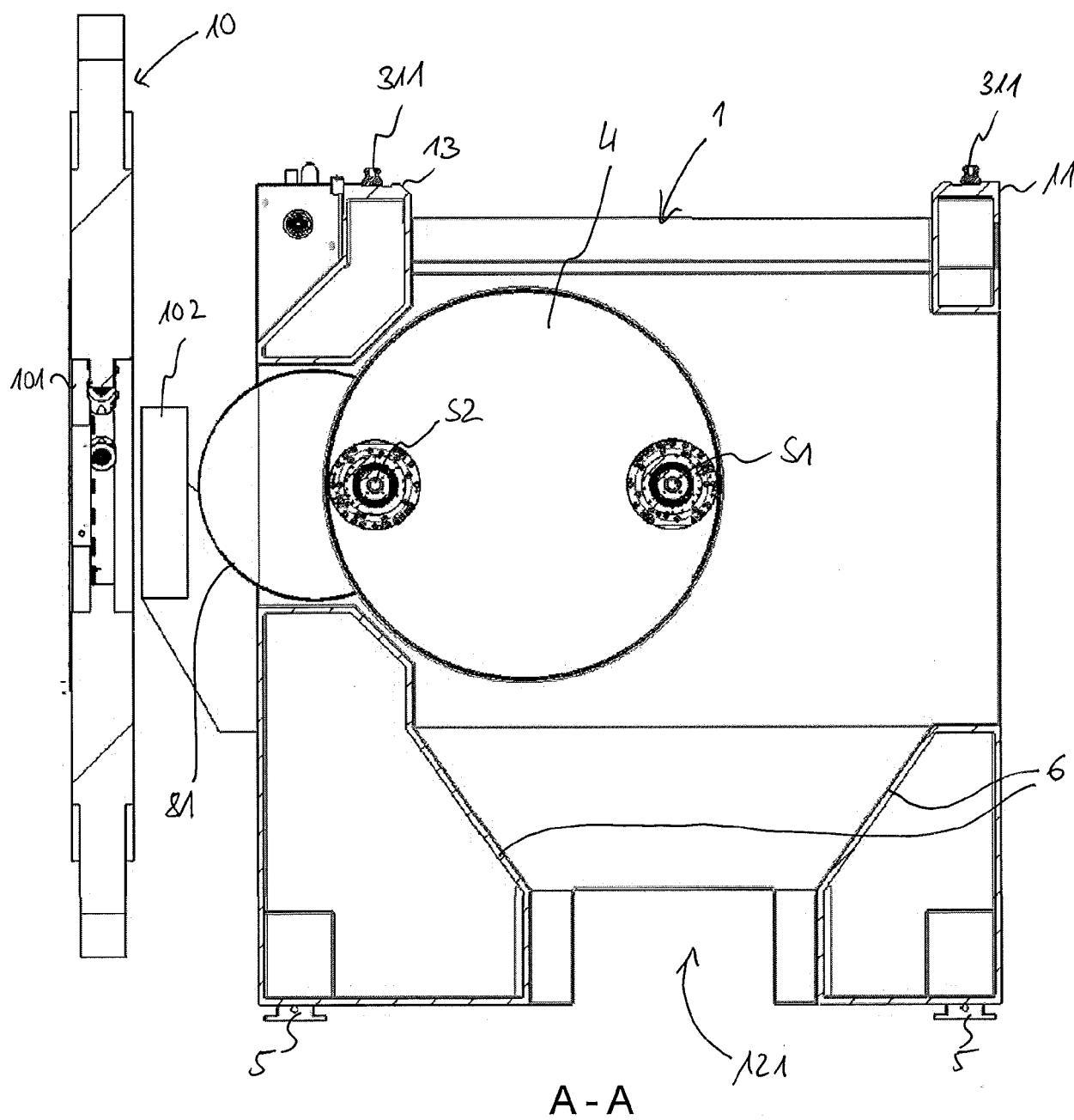


Fig. 9

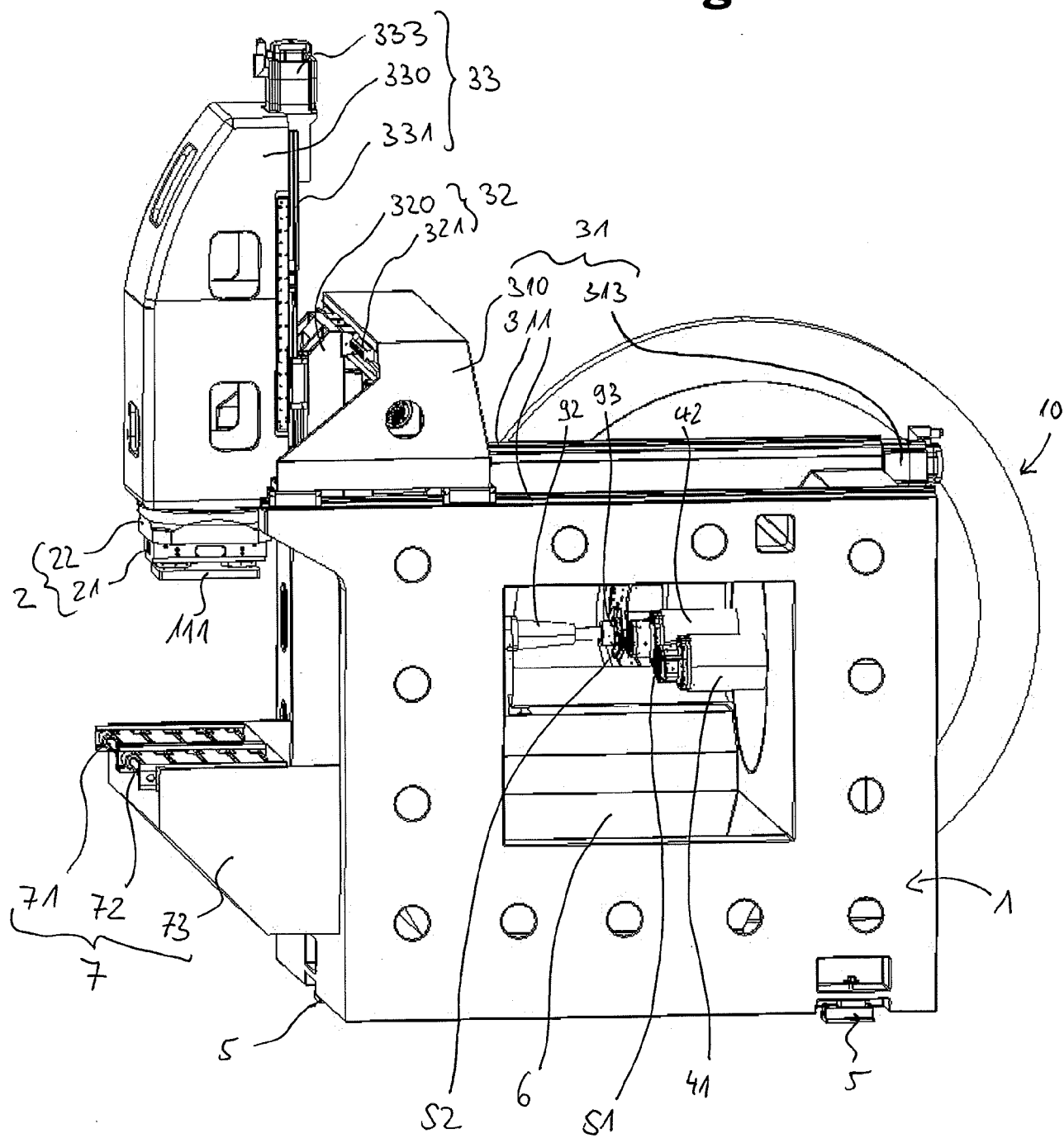


Fig. 10

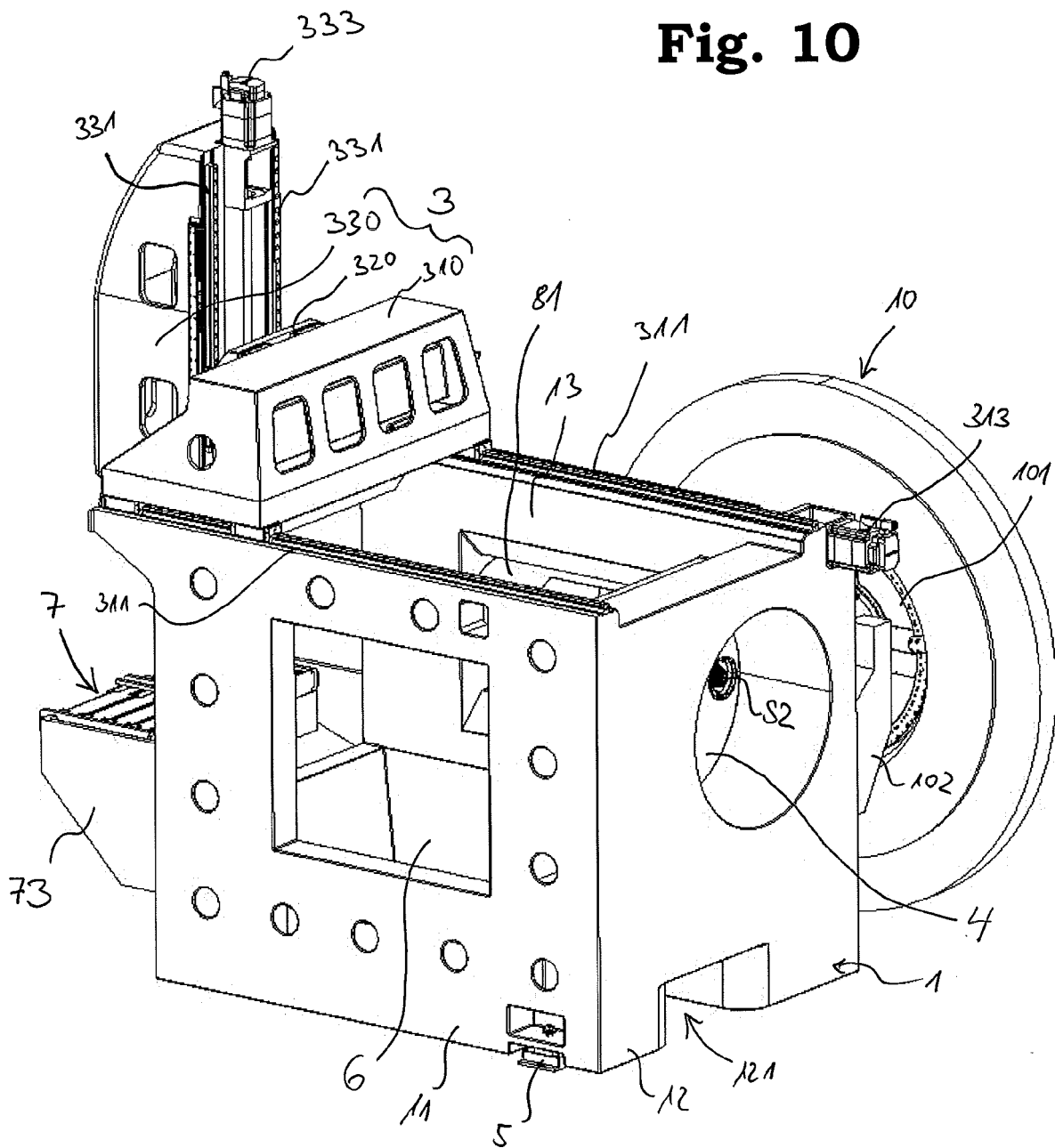


Fig. 11

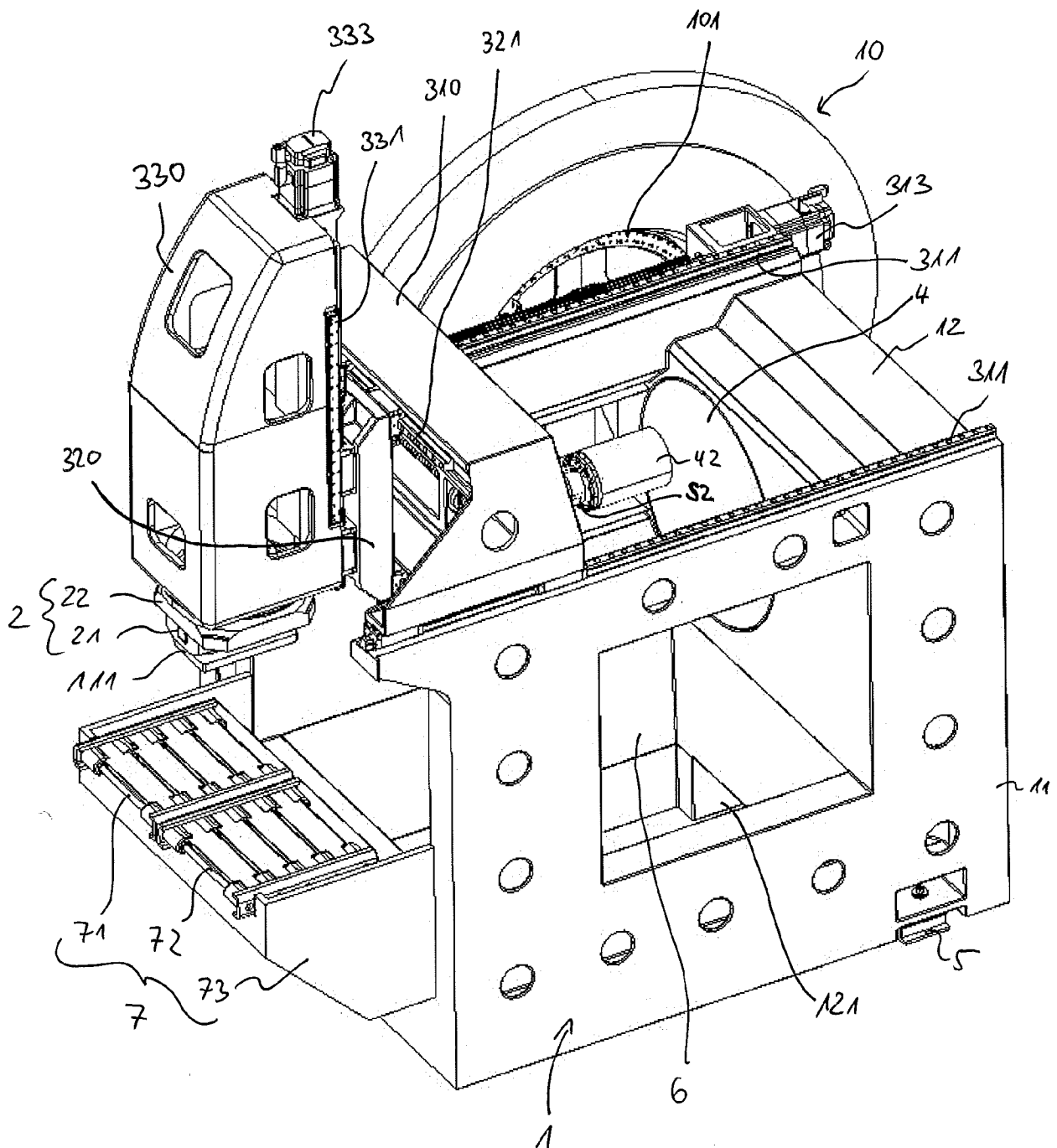


Fig. 12A

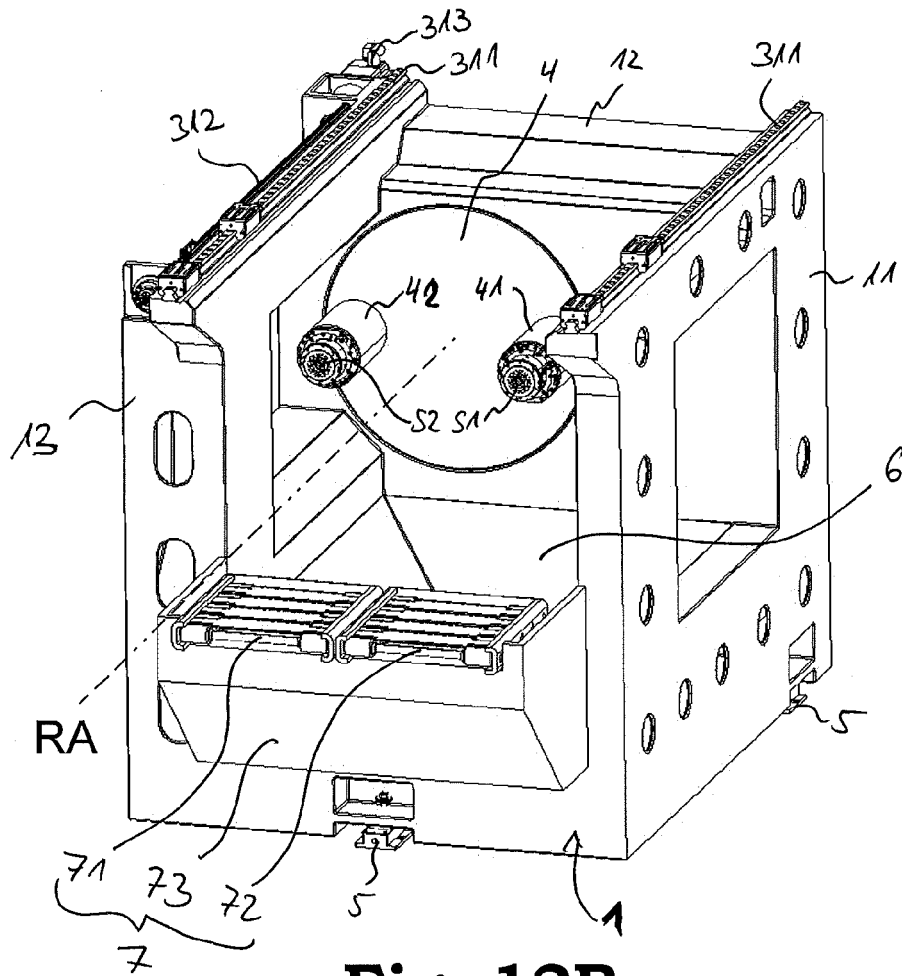


Fig. 12B

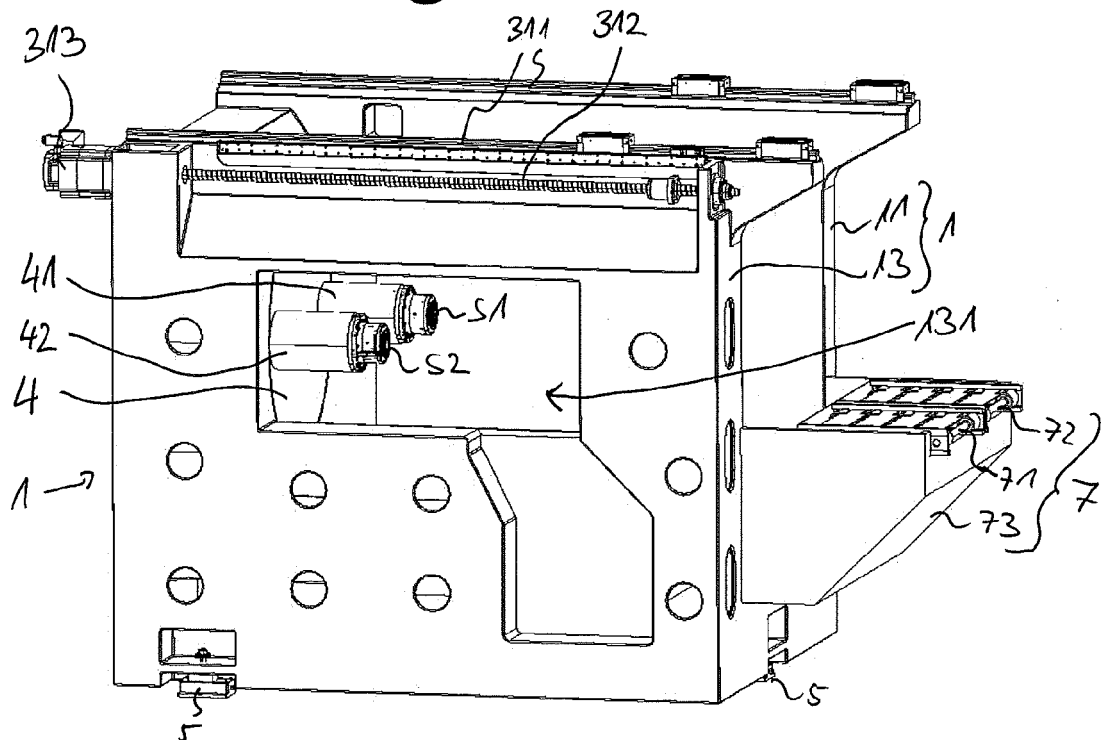


Fig. 13

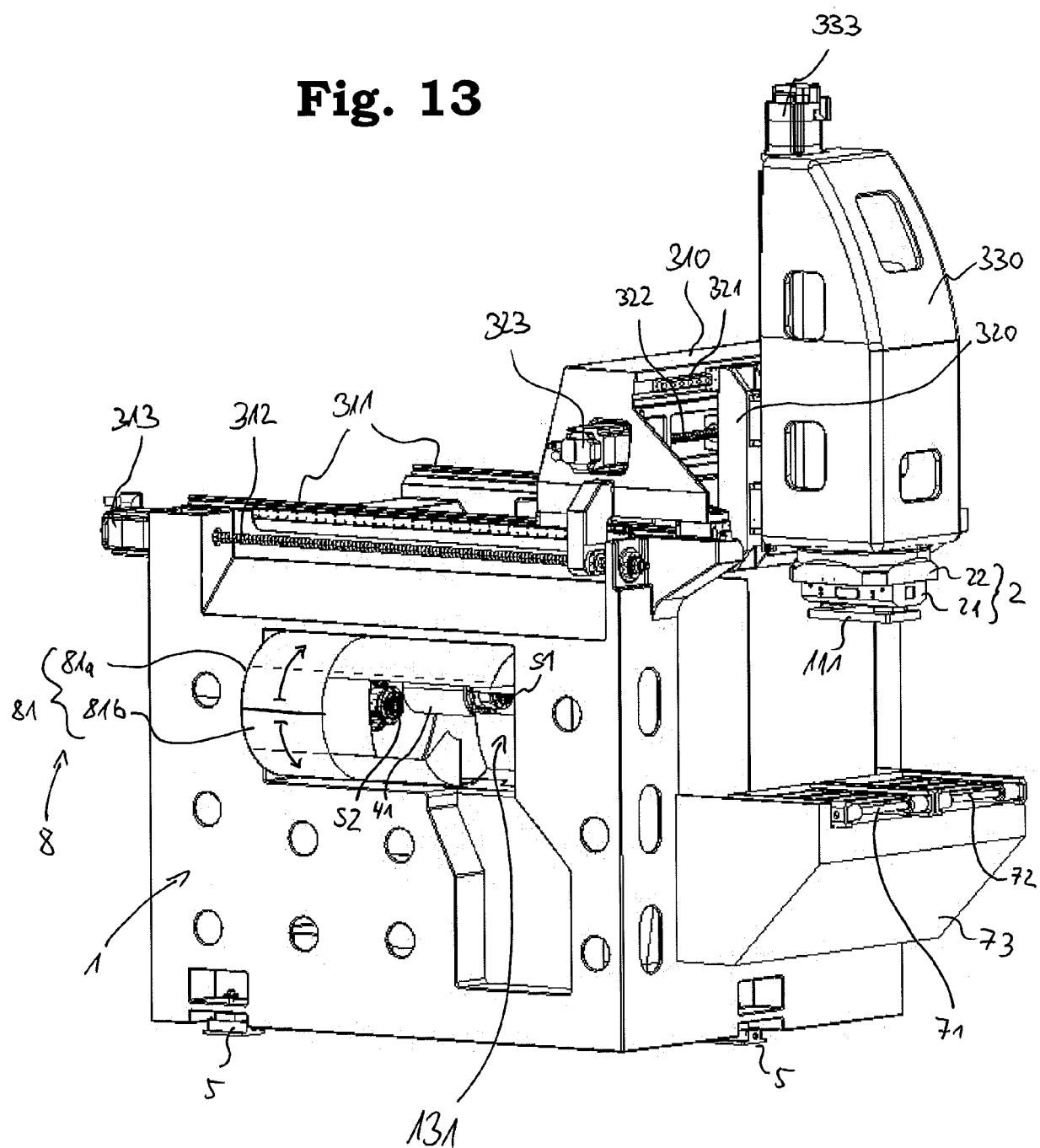


Fig. 14A

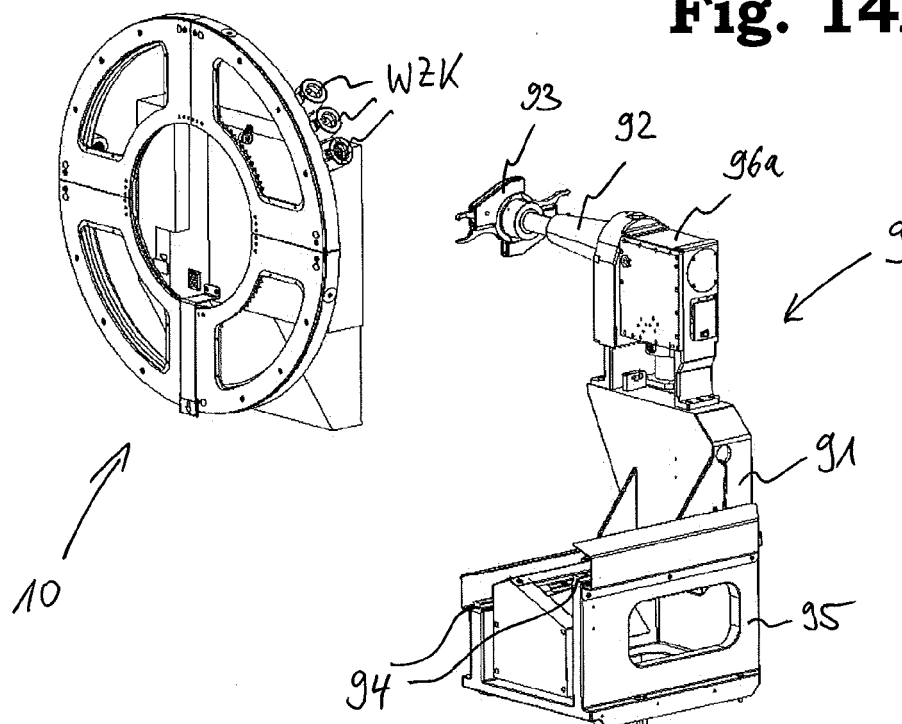


Fig. 14B

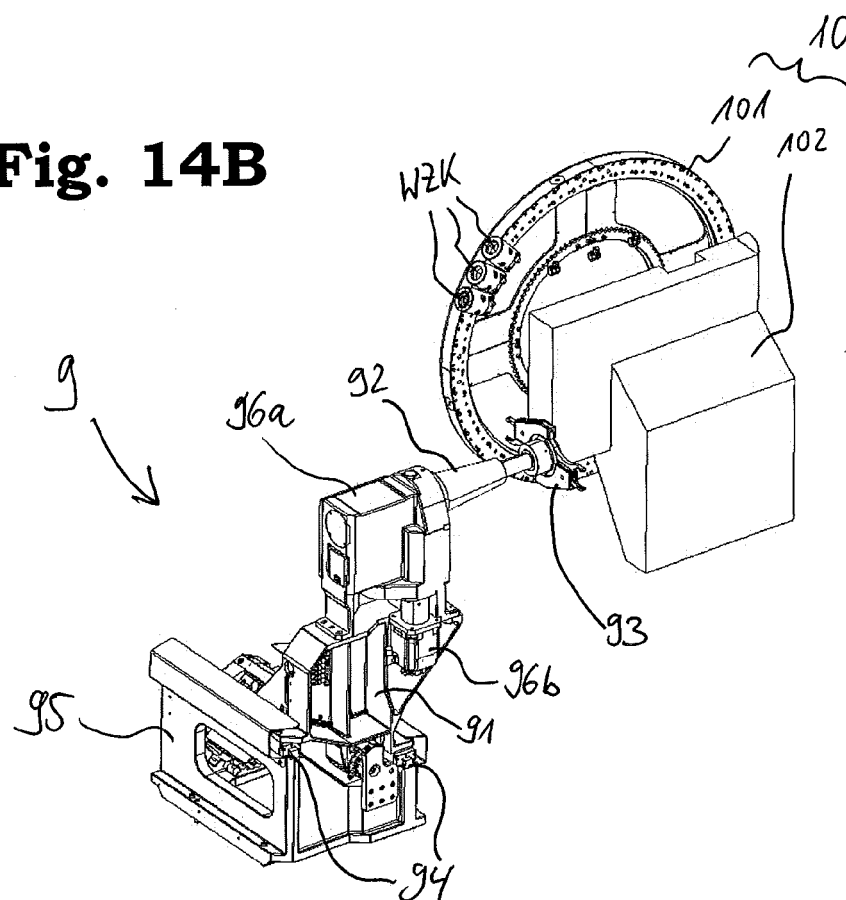


Fig. 15A

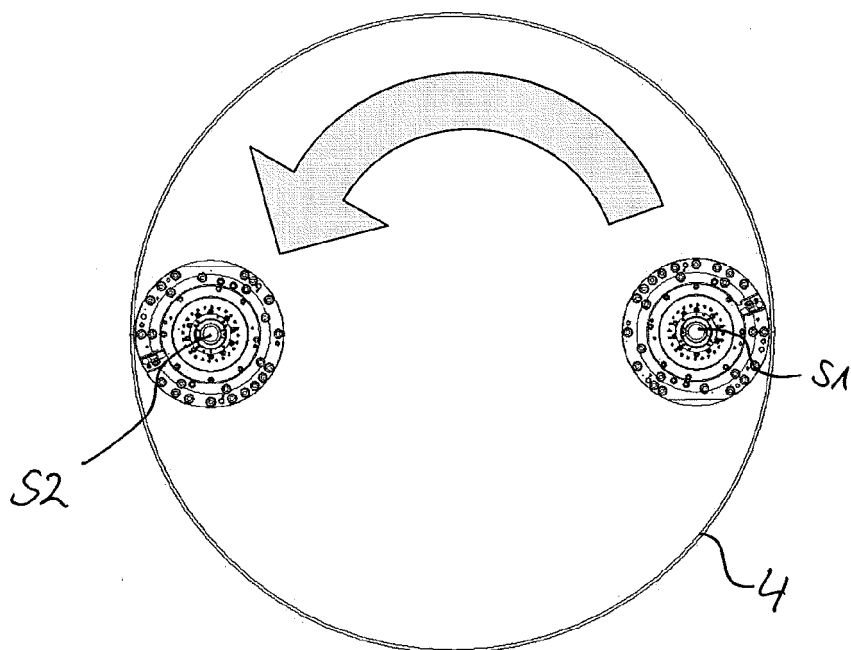


Fig. 15B

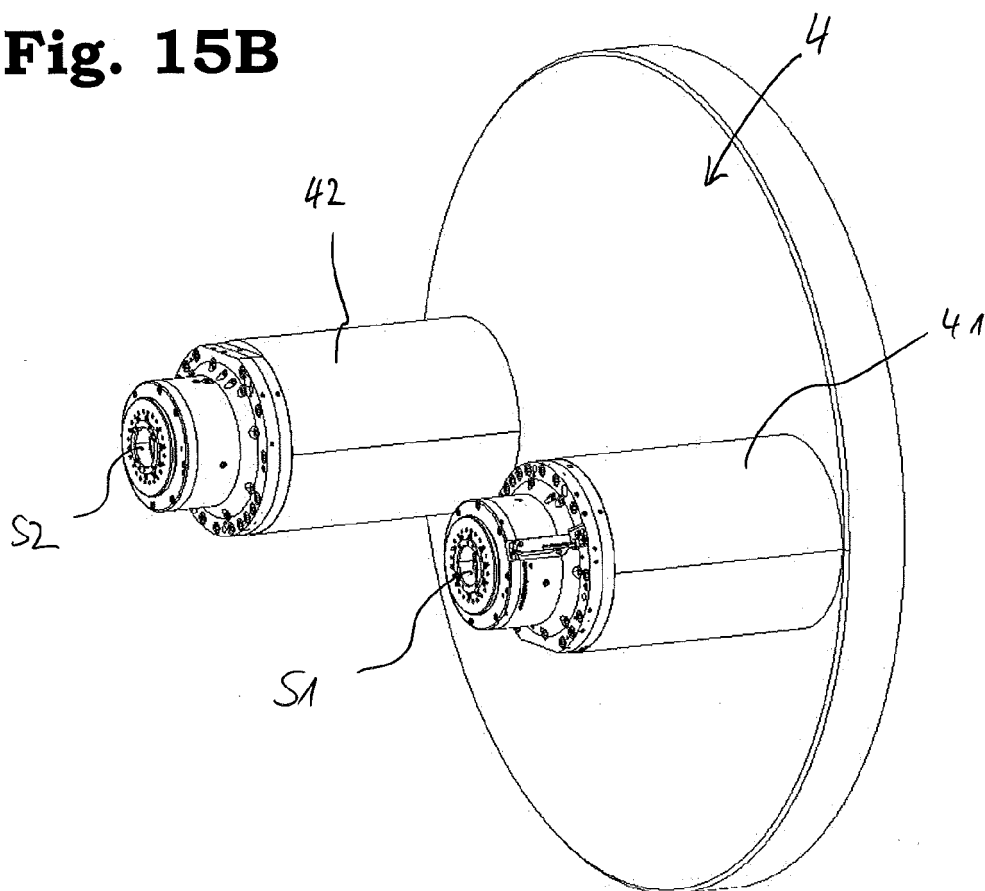


Fig. 16

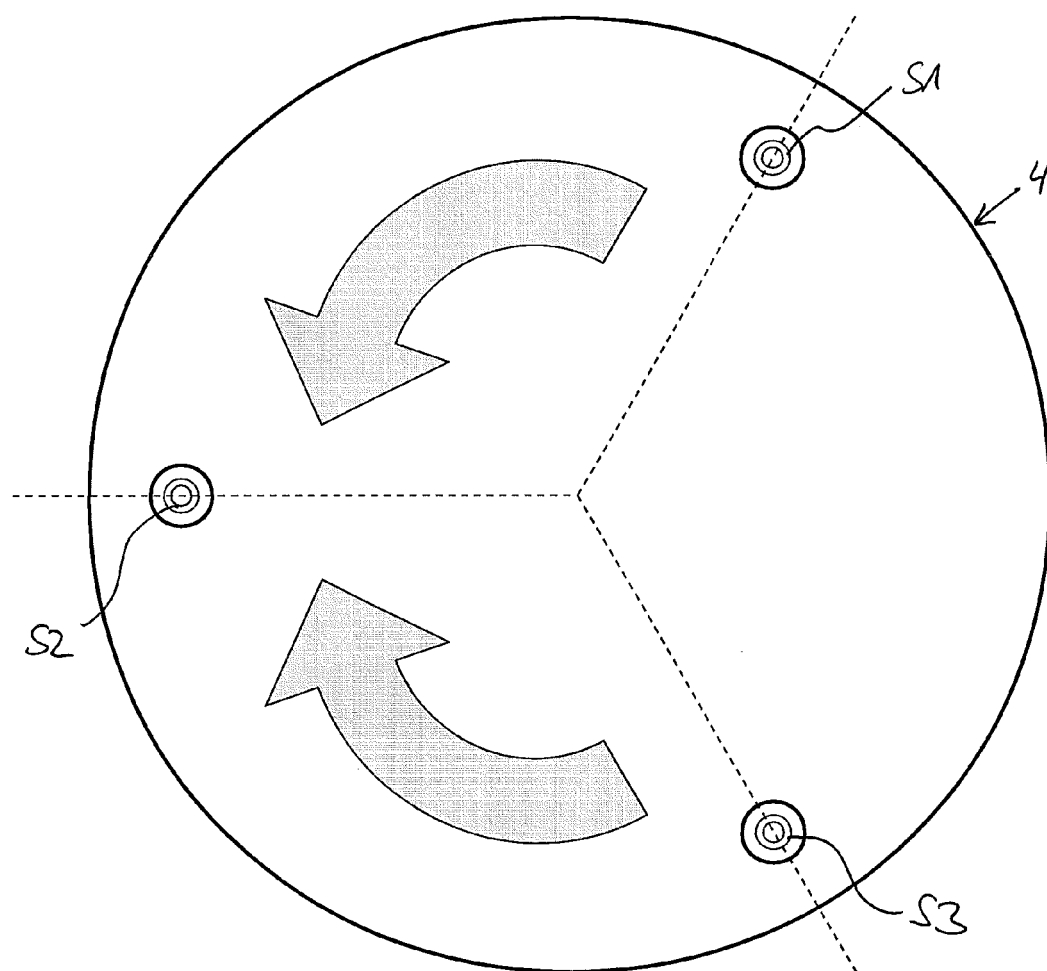


Fig. 17A

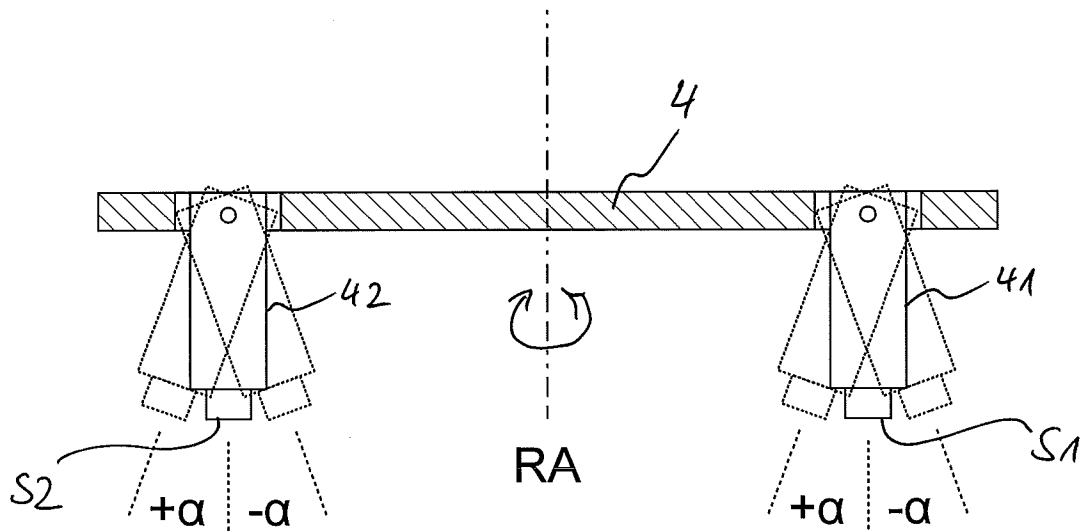


Fig. 17B

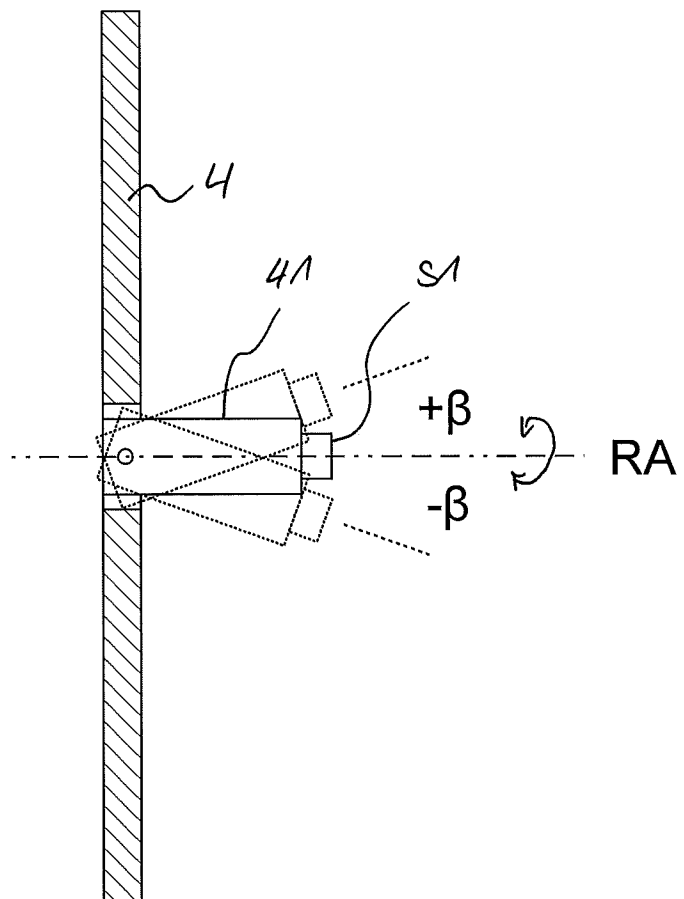


Fig. 17C

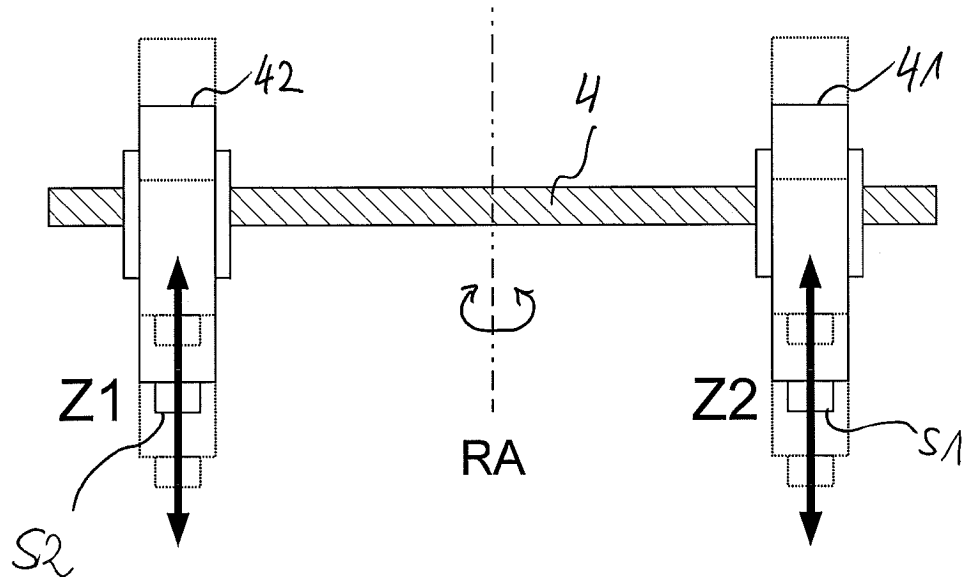


Fig. 18

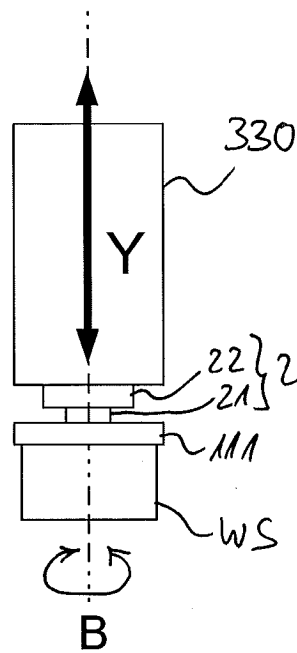


Fig. 19A

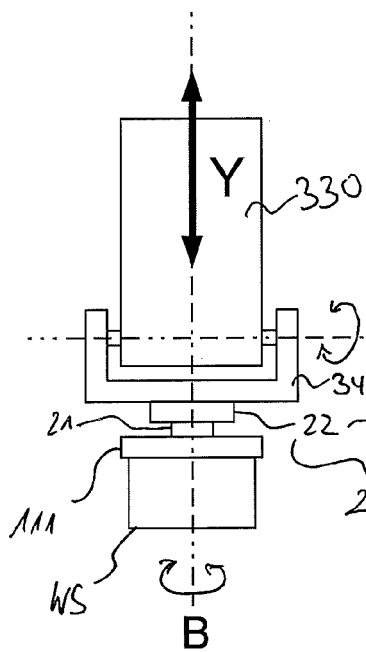


Fig. 19B

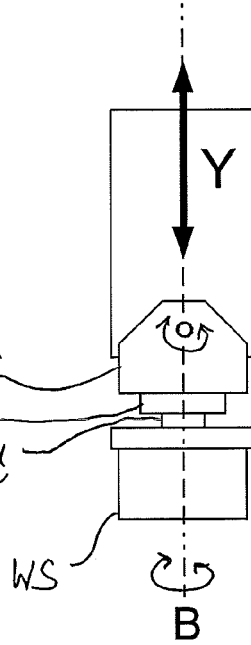


Fig. 19C

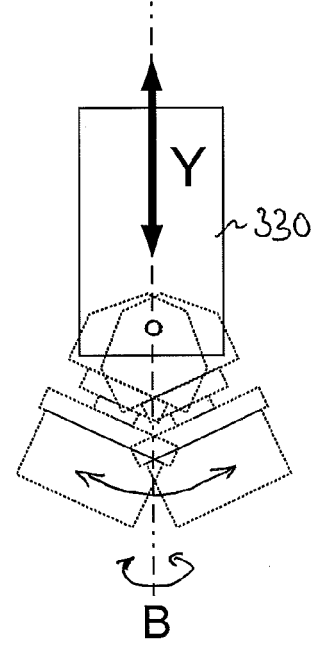


Fig. 20A

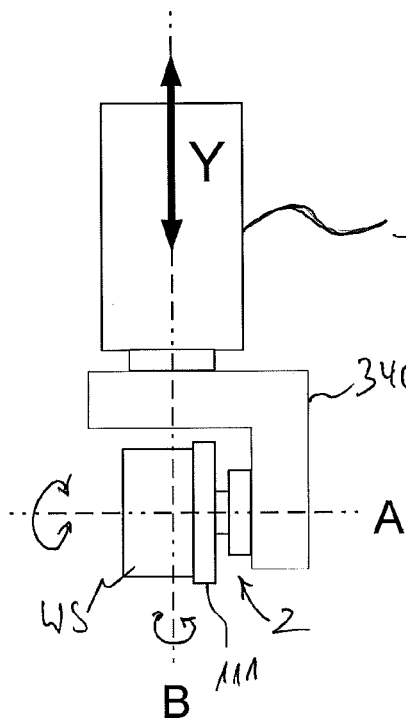


Fig. 20B

