

(19)



(11)

EP 2 871 445 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
02.01.2019 Patentblatt 2019/01

(51) Int Cl.:

G01B 21/22 (2006.01)
B24B 49/00 (2012.01)

B24B 35/00 (2006.01)
B23Q 17/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13192493.8**

(22) Anmeldetag: **12.11.2013**

(54) Vorrichtung zur Finishbearbeitung eines Werkstücks

Device for finishing a workpiece

Dispositif de traitement de finition d'une pièce à usiner

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.05.2015 Patentblatt 2015/20

(73) Patentinhaber: **Supfina Grieshaber GmbH & Co.
KG
77709 Wolfach (DE)**

(72) Erfinder: **Haas, Alfons**

77709 Sankt Roman/Wolfach (DE)

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB
Friedrichstraße 6
70174 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**WO-A1-92/05405 DE-A1-102011 078 735
DE-B3-102011 087 252 US-A- 4 573 289**

EP 2 871 445 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Finishbearbeitung eines Werkstücks, mit einem Finishsteinhalter zum Halten eines Finishsteins. Die finishende Bearbeitung eines Werkstücks ist ein auch als "Superfinishen" oder "Feinstbearbeitungsverfahren" bezeichnetes Verfahren zur Oberflächenbearbeitung eines Werkstücks. Bei diesem Verfahren wird ein abrasiv wirkender Finishstein auf die zu bearbeitende Werkstückoberfläche gedrückt. Dabei rotiert die zu bearbeitende Werkstückoberfläche. Üblicherweise wird der Rotation der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche eine oszillierende Bewegung überlagert, bei welcher sich der Finishstein und die zu bearbeitende Werkstückoberfläche in zu der Rotationsachse parallelen Richtungen relativ zueinander bewegen.

[0002] Um die Herstellung hochgenauer Oberflächen gewährleisten zu können, ist eine sorgfältige Einrichtung des Finishsystems erforderlich. Dabei muss um eine korrekte Relativlage des Finishsteins und des Werkstücks gewährleistet sein. Diese korrekte Relativlage muss während der Bearbeitung eines Werkstücks oder einer Serie von Werkstücken auch mit zunehmender Abnutzung des Finishsteins aufrechterhalten werden. Die Abnutzung des Finishsteins kann jedoch mit einer schrägen Anformung der Wirkfläche des Finishsteins einhergehen. Diese Anformung hat einen negativen Einfluss auf die Qualität der finishend bearbeiteten Werkstückoberfläche.

[0003] Aus der DE 10 2011 007 731 A1 ist eine Vorrichtung bekannt, bei welcher durch Abnutzung und schräge Anformung eines Finishsteins entstandene Grenzlagen eines Finishsteins erfasst werden. Bei Erreichen einer Grenzlage erfolgt eine Umkehr einer Relativbewegungsrichtung zwischen der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche und der Wirkfläche des Finishsteins. Diese Vorrichtung hat den Vorteil, dass eine große Nutzlänge eines Finishsteins bereitgestellt werden kann.

[0004] Eine Vorrichtung zur Finishbearbeitung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 ist aus der US 4,573,289 A bekannt.

[0005] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Finishvorrichtung zu schaffen, mit welcher eine Werkstückoberfläche mit hoher Genauigkeit finishend bearbeitbar ist.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0007] Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat den Vorteil, dass eine Andrückkraft, welche die Wirkfläche des Finishsteins auf die zu bearbeitende Werkstückoberfläche drückt, unabhängig von der Schwenkstellung des Finishsteinhalters und des Finishsteins und unabhängig von der Kontur der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche immer senkrecht zu der Werkstückoberfläche

ausgerichtet ist. Dies verringert den unerwünschten Effekt der schrägen Anformung der Wirkfläche des Finishsteins.

[0008] Darüber hinaus ermöglicht es die erfindungsgemäße Vorrichtung, einen in Andrückrichtung gemessenen Abstand zwischen der Schwenkachse und der Wirkfläche des Finishsteins unabhängig von einem Abnutzungszustand des Finishsteins konstant zu halten. Auf diese Weise kann ein für die Maßhaltigkeit der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche wichtiger Parameter konstant gehalten werden. Somit wird unabhängig von einem Abnutzungszustand des Finishsteins eine hohe Maßhaltigkeit ermöglicht.

[0009] Die Kraftbeaufschlagungseinrichtung umfasst einen pneumatischen Antrieb. Dieser ermöglicht eine einfache Steuerung der auf den Finishsteinhalter und/oder den Finishstein in Richtung auf das Werkstück wirkenden Kräfte. Im Unterschied zu einer mechanischen Zwangsführung ermöglicht es der pneumatische Antrieb, die Wirkfläche des Finishsteins auch bei einer komplexen Geometrie des Werkstücks mit einer konstanten Kraft gegen einen zu bearbeitenden Werkstückoberflächenabschnitt zu drücken. Darüber hinaus ist der pneumatische Antrieb in einer zu der Krafttrichtung entgegengesetzten Richtung nachgiebig, sodass ein Schutz gegen eine Beschädigung geschaffen werden kann, welche bei einem unnachgiebigen Kontakt der Wirkfläche des Finishsteins und der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche auftreten könnte.

[0010] Der pneumatische Antrieb umfasst vorzugsweise ein erstes Bauteil in Form eines Zylinders und ein zweites Bauteil in Form eines in dem Zylinder geführten Kolbens, wobei eines der Bauteile mit dem Schwenkträger und das andere der Bauteile mit dem Finishsteinhalter und/oder dem Finishstein verbunden ist. Hierbei gibt die Relativbewegungsrichtung zwischen Kolben und Zylinder eine Richtung vor, entlang welcher der Finishsteinhalter und/oder der Finishstein mit einer Kraft beaufschlagt wird, die über die Wirkfläche auf die zu bearbeitende Werkstückoberfläche übertragen wird. Da sowohl der Zylinder als auch der Kolben gemeinsam mit dem Schwenkträger verschwenkt werden, ist sichergestellt, dass die Richtung, in welcher die Andrückkraft erzeugt wird, immer senkrecht zu dem zu bearbeitenden Werkstückoberflächenabschnitt ausgerichtet ist.

[0011] Es ist denkbar, dass der vorstehend beschriebene pneumatische Antrieb gleichzeitig eine Führungseinrichtung zur Führung des Finishsteinhalters relativ zu dem Schwenkträger bildet. Bevorzugt ist es jedoch, wenn eine zu der Kraftbeaufschlagungseinrichtung separate Führungseinrichtung zur Führung des Finishsteinhalters relativ zu dem Schwenkträger entlang einer Führungsachse vorgesehen ist. Die Führungsachse erstreckt sich insbesondere parallel zu der Kraftherzeugungsrichtung der Kraftbeaufschlagungseinrichtung. Eine von der Kraftbeaufschlagungseinrichtung separate Führungseinrichtung ermöglicht es, die Kraftbeaufschlagungseinrichtung von Querkrafteinflüssen zu entlasten.

[0012] Es ist denkbar, dass die Kraftbeaufschlagungseinrichtung sowohl auf den Finishsteinhalter als auch auf den Finishstein selbst einwirkt. Bevorzugt ist es jedoch, dass die Kraftbeaufschlagungseinrichtung lediglich auf den Finishsteinhalter einwirkt und insbesondere, dass der Finishstein in seinem an dem Finishsteinhalter gehaltenen Zustand relativ zu dem Finishsteinhalter unbewegbar ist. Dies ermöglicht eine besonders präzise Führung des Finishsteinhalters relativ zu dem Schwenkträger und eine zuverlässige Fixierung des Finishsteins an dem Finishsteinhalter.

[0013] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Schwenkachse an einem Schwenkachsenträger angeordnet ist, welcher mittels eines Längsachsenantriebs in einer zu einer Rotationsachse des zu bearbeitenden Werkstücks parallelen Richtung antreibbar ist. Dies ermöglicht es, die Schwenkachse über die parallel zu einer Rotationsachse des zu bearbeitenden Werkstücks gemessenen Werkstücklänge relativ zu der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche zu verlagern.

[0014] Zusätzlich oder alternativ hierzu ist es möglich, einen Werkstückantrieb vorzusehen, mittels welchem das Werkstück in einer zu der Rotationsachse des Werkstücks parallelen Richtung verlagerbar ist.

[0015] Bevorzugt ist es, dass der Längsachsenantrieb einen Oszillationsantrieb umfasst. Auf diese Weise kann die Schwenkachse mit einer kurzhubigen Hin- und Herbewegung angetrieben werden. Diese kurzhubige Bewegung ist diejenige Bewegung, welche gemeinsam mit der Rotationsbewegung des zu bearbeitenden Werkstücks durch Einwirken der Wirkfläche des Finishsteins auf der Werkstückoberfläche die für eine Finishbearbeitung charakteristische Kreuzschliffstruktur erzeugt.

[0016] Es ist denkbar, dass bei einer Verlagerung des Finishsteins entlang der Länge des zu bearbeitenden Werkstücks mittels des Längsachsenantriebs und/oder mittels eines entsprechenden Werkstückantriebs ein Höhenausgleich bei einer Werkstückform, die von einer Zylinderform abweicht, mittels der Kraftbeaufschlagungseinrichtung und ggf. mittels der Führungseinrichtung erfolgt. Bevorzugt ist es jedoch, wenn ein solcher Höhenausgleich dadurch erfolgt, dass der Schwenkachsenträger mittels eines Querachsenantriebs in einer zu einer Rotationsachse des zu bearbeitenden Werkstücks senkrechten Richtung antreibbar ist. Auf diese Weise ist es möglich, den Abstand der Schwenkachse und somit den Abstand der Wirkfläche des Finishsteins von der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche entlang der Länge des Werkstücks einstellen zu können.

[0017] Vorzugsweise ist eine Winkelerfassungseinrichtung zur Erfassung einer Winkelstellung des Schwenkträgers um die Schwenkachse vorgesehen. Eine solche Winkelerfassungseinrichtung ermöglicht es, durch schräge Anformung eines Finishsteins entstandene Schrägstellungen des Schwenkträgers und somit auch des Finishsteinhalters und des Finishsteins zu erfassen.

[0018] Bei einer bevorzugten Winkelerfassungseinrichtung ist ein relativ zu der Schwenkachse ortsfester Sensor vorgesehen, welcher mit einer Sensorreferenzfläche zusammenwirkt, die mit dem Schwenkträger gemeinsam verschwenkbar ist. Hierdurch wird der elektrische Anschluss des Sensors vereinfacht. Es ist aber auch eine umgekehrte Anordnung denkbar, bei welcher der Sensor gemeinsam mit dem Schwenkträger verschwenkt wird und die Sensorreferenzfläche bezogen auf die Schwenkachse ortsfest ist, also beispielsweise an dem Schwenkachsenträger angeordnet ist.

[0019] Eine besonders einfache Erfassung unterschiedlicher Winkelstellungen des Schwenkträgers wird ermöglicht, wenn die Sensorreferenzfläche eine von einer Kreisbogenfläche abweichende Krümmung aufweist.

[0020] Eine besonders hohe Messgenauigkeit mit guter Auflösung ergibt sich, wenn die Schwenkachse innerhalb einer Wirkebene des Sensors angeordnet ist.

[0021] Es ist denkbar, die mittels der Winkelerfassungseinrichtung erfassten Winkel des Schwenkträgers mit zulässigen Grenzwinkeln zu vergleichen, um bei dem Erreichen oder Überschreiten eines Grenzwinkels den Finishstein um die Finishsteinlängsachse um 180° zu drehen, oder die Rotationsrichtung des zu bearbeitenden Werkstücks umzukehren oder den Finishstein gegen einen frischen Finishstein auszutauschen. Erfindungsgemäß ist eine Winkelausgleichseinrichtung zur Erzeugung eines um die Schwenkachse auf den Finishsteinhalter und/oder den Finishstein wirkenden Moments vorgesehen. Ein solches Moment ermöglicht es, einen schräg angeformten Finishstein "zurückzuverformen", bis die Wirkfläche des Finishsteins wieder senkrecht zur Finishsteinlängsachse ausgerichtet ist oder entgegengesetzt geneigte, schräge Anformung aufweist.

[0022] Die Winkelausgleichseinrichtung umfasst einen pneumatischen Aktor. Dies ermöglicht eine einfache und zuverlässige Steuerung der von der Winkelausgleichseinrichtung erzeugten Momente. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, dass der pneumatische Aktor nachgiebig ("weich") ist, sodass eine Rückverformung eines schräg angeformten Finishsteins allmählich und über eine bestimmte Bearbeitungszeit hinweg und nicht unmittelbar erfolgt. Ein zu schneller Ausgleich einer Schrägstellung des Finishsteins hätte möglicherweise Maßungenaugkeiten der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche zur Folge.

[0023] Schließlich ist es bevorzugt, wenn eine Ausrichteinheit zur Ausrichtung des Schwenkträgers in einer vorgebbaren Winkelstellung vorgesehen ist. Auf diese Weise kann der Schwenkträger in einer vorgebbaren Winkelstellung ausgerichtet werden, ohne dass hierfür der Kontakt der Wirkfläche des Finishsteins mit einem zu bearbeitenden Werkstück erforderlich ist. Dies ist insbesondere im Zuge einer Werkzeugmaschineneinrichtung und der Vorbereitung eines Werkstückloses vorteilhaft.

[0024] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung

sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und der zeichnerischen Darstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels.

- Fig. 1a eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Vorrichtung zur Finishbearbeitung eines Werkstücks, mit Antriebseinrichtungen;
- Fig. 1b einen Ausschnitt aus Fig. 1a in vergrößerter Darstellung, ohne Antriebseinrichtungen;
- Fig. 2 eine Seitenansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 1b, bei welcher eine Schwenkeinheit der Vorrichtung in einer bezogen auf die Längsachse eines Werkstücks mittigen Position angeordnet ist;
- Fig. 3 eine der Fig. 2 entsprechende Seitenansicht, bei welcher die Schwenkeinheit in einer ersten Umkehrposition angeordnet ist;
- Fig. 4 eine der Fig. 2 entsprechende Seitenansicht, bei welcher die Schwenkeinheit in einer zweiten Umkehrposition angeordnet ist;
- Fig. 5 eine Rückansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 1b;
- Fig. 6 eine Draufsicht der Vorrichtung gemäß Fig. 1b;
- Fig. 7 eine Seitenansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 1b längs einer in Fig. 6 mit VII - VII bezeichneten Schnittebene;
- Fig. 8 eine Seitenansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 1b längs einer in Fig. 6 mit VIII - VIII bezeichneten Schnittebene;
- Fig. 9 eine Ansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 1b aus einer rückwärtigen Perspektive, ohne Schwenkachsenträger; und
- Fig. 10 eine der Fig. 9 entsprechende Ansicht, wobei die Schwenkeinheit durch Verschleiß eines Finishsteins bedingt eine Schrägstellung einnimmt.

[0025] Eine Vorrichtung zur Finishbearbeitung eines Werkstücks ist in Figuren 1a und 1b perspektivisch und zum Teil schematisch dargestellt und insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet. Die Vorrichtung 10 dient zur Bearbeitung eines insbesondere rotationssymmetrischen Werkstücks 12, welches im Zuge der Rotationsbearbeitung um eine Rotationsachse 14 rotiert. Zum Antrieb des Werkstücks 12 um die Rotationsachse 14 ist ein schematisch dargestellter Rotationsantrieb 16 vor-

gesehen.

[0026] Das Werkstück 12 weist eine finishend zu bearbeitende Werkstückoberfläche 18 auf, welche bezogen auf die Rotationsachse 14 rotationssymmetrisch ist. Die Werkstückoberfläche 18 erstreckt sich entlang der Rotationsachse 14 gesehen zwischen einem ersten Werkstückende 20 und einem zweiten Werkstückende 22.

[0027] Zur Finishbearbeitung der Werkstückoberfläche 18 ist ein sich entlang einer Finishsteinlängsachse 24 erstreckender Finishstein 26 vorgesehen (in Fig. 1a mit gestrichelten Linien angedeutet und in Fig. 1b mit durchgezogenen Linien dargestellt). Der Finishstein 26 ist aus einem abrasiv wirkenden Material hergestellt und weist, dem Werkstück 12 zugewandt, eine Wirkfläche 28 auf, welche im Zuge der Finishbearbeitung des Werkstücks 12 mit Kraft beaufschlagt gegen die Werkstückoberfläche 18 gedrückt wird.

[0028] Der Finishstein 26 ist an einem Finishsteinhalter 30 gehalten, welcher Spannbacken 31 zur Befestigung des Finishsteins 26 an dem Finishsteinhalter 30 aufweist.

[0029] Der Finishsteinhalter 30 ist an einer ersten Baugruppe 32 befestigt, welche längs einer Führungsachse 34 (die vorzugsweise parallel zu der Finishsteinlängsachse 24 verläuft) relativ zu einer zweiten Baugruppe 36 verschiebbar ist. Die zweite Baugruppe 36 ist an einem Schwenkträger 38 angeordnet und fest mit diesem verbunden. Der Schwenkträger ist um eine Schwenkachse 40 verschwenkbar.

[0030] Die Schwenkachse 40 verläuft versetzt und senkrecht zu der Rotationsachse 14 des Werkstücks 12 und senkrecht zu der Finishsteinlängsachse 24. Sämtliche mit dem Schwenkträger 38 zumindest mittelbar verbundenen Bauteile bis hin zu der Wirkfläche 28 des Finishsteins 26 bilden gemeinsam eine um die Schwenkachse 40 verschwenkbare Schwenkeinheit 42.

[0031] Zur Definition der Raumlage der Schwenkachse 40 ist ein Schwenkachsenträger 44 vorgesehen. Dieser umfasst einen Trägerarm 46 und, an dem der Schwenkachse 40 abgewandten Ende, eine Schnittstelle 48 zur Verbindung mit nachfolgend beschriebenen, schematisch dargestellten Antriebseinrichtungen 50.

[0032] Die Antriebseinrichtungen 50 umfassen vorzugsweise einen Längsachsenantrieb 52, mittels welchem der Schwenkachsenträger 44 entlang einer Längsachse 54 verfahrbar ist, welche parallel zur Rotationsachse 14 des Werkstücks 12 verläuft. Vorzugsweise umfasst der Längsachsenantrieb 52 einen Oszillationsantrieb 56 zur Erzeugung einer kurzhubigen Oszillationsbewegung 58, welche ebenfalls parallel zu der Rotationsachse 14 des Werkstücks 12 verläuft. Bei dem Oszillationsantrieb 56 kann es sich beispielsweise um einen an sich bekannten Exzenterantrieb handeln.

[0033] Optional ist ein Querachsenantrieb 60 vorgesehen, mittels welchem der Schwenkachsenträger 44 entlang einer Querachse 62 verfahrbar ist. Die Querachse 62 verläuft parallel zu der Finishsteinlängsachse 24 und

senkrecht zu der Rotationsachse 14 des Werkstücks 12.

[0034] Der Längsachsenantrieb 52 ist an einem Kreuzschlitten 63 angeordnet, welcher mittels des (gestellfesten) Querachsenantrieb 60 entlang der Querachse 62 verfahrbar ist.

[0035] Während der finishenden Bearbeitung der Werkstückoberfläche 18 rotiert das Werkstück 12 um die Rotationsachse 14. Gleichzeitig wird der Schwenkachsenträger 44 mittels des Längsachsenantriebs 52 entlang der Längsachse 54 verfahren, sodass die Wirkfläche 28 des Finishsteins 26 die gesamte Länge des Werkstücks 12 überstreicht. Mittels des Oszillationsantriebs 56 wird der langhubigen Bewegung längs der Längsachse 54 eine kurzhubige Oszillationsbewegung (Hin- und Herbewegung) 58 überlagert. Gleichzeitig wird zum Ausgleich eines von einer Zylinderform abweichenden Profils des Werkstücks 12 der Schwenkachsenträger 44 mittels des Querachsenantriebs 60 entlang der Querachse 62 verfahren.

[0036] Im Zuge der vorstehend beschriebenen Antriebsbewegung wird die Schwenkachse 40 zwischen dem ersten Werkstückende 20 und dem zweiten Werkstückende 22 bewegt. Aufgrund der Wirkung des Querachsenantriebs 60 bleibt der Abstand zwischen der Schwenkachse 40 und der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche 18 konstant. Die Wirkfläche 28 des Finishsteins 26 wird dabei mittels einer nachfolgend detaillierter beschriebenen Kraftbeaufschlagungseinrichtung jeweils gegen den zu bearbeitenden Werkstückoberflächenabschnitt angedrückt, wobei die Richtung der auf die Werkstückoberfläche wirkenden Kraft immer senkrecht zu dem zu bearbeitenden Werkstückoberflächenabschnitt ausgerichtet ist.

[0037] Bei einem rotationssymmetrischen Werkstück 12 ist die Schwenkeinheit 42 auf Höhe einer mittigen Position 64 (vgl. Figur 2) des Werkstücks 12 so ausgerichtet, dass die Finishsteinlängsachse 24 senkrecht zu der Rotationsachse 14 des Werkstücks 12 verläuft.

[0038] Bei Verlagerung des Schwenkachsenträgers 44 in Richtung erstes Werkstückende 20 verschwenkt die Schwenkeinheit 42 relativ zu einer Bezugssenkrechten 66, welche senkrecht zu der Rotationsachse 14 des Werkstücks 12 verläuft, um einen ersten Schwenkwinkel 68 (vgl. Figur 3).

[0039] Bei Verlagerung des Schwenkachsenträgers 44 und somit der Schwenkachse 40 in Richtung auf das zweite Werkstückende 22 verschwenkt die Schwenkeinheit 42 relativ zu der Bezugssenkrechten 66 um einen zweiten Schwenkwinkel 70 (vgl. Figur 4).

[0040] Die Schwenkeinheit 42 ist relativ zu dem Schwenkachsenträger 44 frei verschwenkbar. Bei Anlage der Wirkfläche 28 des Finishsteins 26 an die zu bearbeitende Werkstückoberfläche 18 richten sich der Finishstein 26 und somit die Schwenkeinheit 42 selbsttätig aus. Die Schwenkeinheit 42 soll jedoch auch dann in einer vorgebbaren Winkelstellung ausrichtbar sein, wenn die Wirkfläche 28 des Finishsteins 26 nicht an der Werkstückoberfläche 18 anliegt. Zu diesem Zweck umfasst

die Vorrichtung 10 eine Ausrichteinheit 72 zur Ausrichtung des Schwenkträgers 38 in einer vorgebbaren Winkelstellung. Die vorgebbare Winkelstellung ist vorzugsweise eine Winkelstellung, in welcher die Finishsteinlängsachse 24 bezogen auf eine Rotationsachse 14 eines zu bearbeitenden Werkstücks 12 senkrecht angeordnet ist.

[0041] Die Ausrichteinheit 72 umfasst ein Schwenkteil 74, welches gemeinsam mit dem Schwenkträger 38 um die Schwenkachse 40 verschwenkbar ist. Das Schwenkteil 74 ist beispielsweise im Profil mehreckig, insbesondere dreieckig, und umfasst einen eckigen Eingriffsbereich 76 zum Eingriff in eine komplementär zu dem Eingriffsbereich geformte Aufnahme 78. Die Aufnahme 78 ist an dem Schwenkachsenträger 46 angeordnet und dort mittels eines Aufnahmeantriebs 80 längs einer Achse 82 verschiebbar, sodass die Aufnahme 78 außer Eingriff mit dem Schwenkteil 74 bringbar ist (in Figur 5 dargestellt) und bei Bedarf in Eingriff mit dem Schwenkteil 74 gebracht werden kann. Wenn ausgehend aus der in Figur 5 dargestellten, zurückgezogenen Stellung das Aufnahmeteil 78 in Richtung auf die Schwenkachse 40 verfahren wird, gelangt der Eingriffsbereich 76 in Anlage mit der V-förmigen Aufnahme des Aufnahmeteils 78, sodass das Schwenkteil 74 eine Schwenklage einnimmt, in welcher der Eingriffsbereich 76 komplementär in dem Aufnahmeteil 78 aufgenommen ist.

[0042] Nachfolgend werden unter Bezugnahme auf Figuren 6 und 8 Teile der Schwenkeinheit 42 genauer beschrieben.

[0043] Wie vorstehend unter Bezugnahme auf Figuren 1a und 1b erörtert, ist eine erste Baugruppe 32 zur Befestigung des Finishsteinhalters 30 vorgesehen. Die erste Baugruppe 32 dient zur Anordnung mindestens eines Zylinders 84, welcher zu einem in dem Zylinder 84 angeordneten Kolben 86 relativ verschieblich ist. Der Kolben 86 ist Teil der zweiten Baugruppe 36, welche fest mit dem Schwenkträger 38 verbunden ist. Der Zylinder 84 und der Kolben 86 bilden gemeinsam eine Kraftbeaufschlagungseinrichtung 88. Wenn eine Zylinderkammer 90 des Zylinders 84 mit Druck beaufschlagt wird, insbesondere mittels Druckluft, stößt sich die erste Baugruppe 32 von der zweiten Baugruppe 36 ab und nimmt den Finishsteinhalter 30 und den daran gehaltenen Finishstein 26 mit, sodass die Wirkfläche 28 des Finishsteins 26 gegen die zu bearbeitende Werkstückoberfläche 18 gedrückt wird.

[0044] Vorzugsweise sind mehrere Kraftbeaufschlagungseinrichtungen 88 vorgesehen, welche insbesondere bezogen auf den Finishstein 26 symmetrisch verteilt angeordnet sind.

[0045] Es ist denkbar, dass die Führung der ersten Baugruppe 32 relativ zu der zweiten Baugruppe 36 längs einer Führungsachse 34 ausschließlich aufgrund der Führung der Kolben 86 innerhalb der Zylinder 84 erfolgt. Vorzugsweise ist jedoch eine separate Führungseinrichtung 90 vorgesehen, welche ein Führungslager 92 und eine Führungsschiene 94 umfasst, welche relativ zu dem

Führungslager 92 längs der Führungsachse 34 verschiebbar ist.

[0046] Beispielsweise sind die Führungslager 92 relativ zu dem Schwenkträger 38 unbewegbar und mit der zweiten Baugruppe 36 verbunden. In diesem Fall ist die Führungsschiene 94 fest mit der ersten Baugruppe 32 verbunden und gemeinsam mit der ersten Baugruppe 32 und dem Finishsteinhalter 30 und dem Finishstein 26 längs der Führungsachse 34 verschiebbar.

[0047] Die Schwenklagerung des Schwenkträgers 38 an dem Schwenkachsenträger 46 umfasst eine drehfest mit dem Schwenkträger 38 verbundene Welle 95, welche über ein Wälzlager 97 in einem Wellenlagerabschnitt 99 des Schwenkachsenträgers 46 schwenkbar gelagert ist.

[0048] Im Zuge der Finishbearbeitung des Werkstücks 12 verschleißt der Finishstein 26, sodass die Wirkfläche 28 des Finishsteins 26 weiter in Richtung Finishsteinhalter 30 wandert. Diese Verkürzung des Finishsteins 26 kann mittels der Kraftbeaufschlagungseinrichtung 88 kompensiert werden.

[0049] Im Zuge des Verschleißes des Finishsteins 26 kann es vorkommen, dass sich die Wirkfläche 28 des Finishsteins 26 schräg anformt. Um eine solche Schräganformung des Finishsteins 26 erfassen zu können, umfasst die Vorrichtung 10 eine Winkelerfassungseinrichtung 96 (vgl. Figur 9). Diese umfasst einen Sensor 98, der vorzugsweise bezogen auf den Schwenkachsenträger 46 ortsfest an diesem angeordnet ist. Der Sensor 98 wirkt mit einer Sensorreferenzfläche 100 zusammen, welche bezogen auf den Schwenkträger 38 ortsfest angeordnet ist und als Teil der Schwenkeinheit 42 mit um die Schwenkachse 40 verschwenkt.

[0050] Die Sensorreferenzfläche 100 ist vorzugsweise eine Kurvenfläche, welche von einer Kreisbogenfläche abweicht. Vorzugsweise ist eine Wirkebene 102 des Sensors 98 so ausgerichtet, dass die Schwenkachse 40 innerhalb der Wirkebene 102 angeordnet ist.

[0051] Ein Abstand 104 (vgl. Figur 10) zwischen der Sensorreferenzfläche 100 und dem Sensor 98 korrespondiert mit einem bestimmten Schwenkwinkel 108 zwischen der Finishsteinlängsachse 24 und der Bezugssenkrechten 66.

[0052] Für eine Position der Schwenkeinheit 42, in welcher die Finishsteinlängsachse 24 deckungsgleich mit der Bezugsachse 66 sein sollte, also für ein längs des Werkstücks 12 gesehen symmetrisches Werkstück 12 in der mittigen Position 64, kann festgestellt werden, dass ein für den Abstand 104 erfasster Messwert von einem vorgegebenen Sollwert abweicht. Diese Abweichung korrespondiert mit einem Winkel 108 zwischen der Bezugssenkrechten 66 und der Finishsteinlängsachse 24. Der Winkel 108 ist gleich dem Neigungswinkel der angeschrägten Wirkfläche 28 des Finishsteins 26 relativ zu einer idealen, nicht angeschrägten Wirkfläche.

[0053] Um die vorstehend beschriebene schräge Anformung des Finishsteins 26 zu kompensieren, umfasst die Vorrichtung 10 eine Winkelausgleichseinrichtung 110. Diese umfasst vorzugsweise einen pneumatischen

Aktor mit einem Zylinder 112 und einem Kolben 114. Der Zylinder 110 ist um eine Schwenkachse 111 schwenkbar an dem Schwenkachsenträger 46 angeordnet. Der Kolben 114 ist relativ zu dem Zylinder 112 verschieblich und weist an seinem freien Ende einen Kulissenstein 116 auf. Der Kulissenstein 116 umgreift einen parallel zu der Schwenkachse 40 ausgerichteten Bolzen 118, welcher mit dem Schwenkträger 38 verbunden ist.

[0054] Wenn der Winkel 108 ein vorgebbares Maß überschreitet, ist es möglich, die Winkelausgleichseinrichtung 110 zu aktivieren, und eine der Endflächen 120, 122 des Kulissensteins 116 (vgl. Figur 9) in Anlage mit dem Bolzen 118 zu bringen. Es ist möglich, durch Einfahren des Kolbens 114 und Anlage der Endfläche 120 mittels des Kulissensteins 116 eine Zugkraft auf den Bolzen 118 auszuüben und somit ein in einem ersten Drehsinn um die Schwenkachse 40 wirkendes Moment auf die Schwenkeinheit 42 zu erzeugen (vergleiche Fig. 10, erster Drehsinn entgegen dem Uhrzeigersinn).

[0055] Es ist auch möglich, durch Ausfahren des Kolbens 114 und Anlage der Endfläche 122 mittels des Kulissensteins 116 eine Druckkraft auf den Bolzen 118 auszuüben und somit ein in einem zweiten Drehsinn um die Schwenkachse 40 wirkendes Moment auf die Schwenkeinheit 42 zu erzeugen (nicht dargestellt, bei Ansicht gem. Fig. 10 entspricht der zweite Drehsinn dem Uhrzeigersinn).

[0056] Ein durch schräge Anformung eines Finishsteins entstandener Formfehler kann somit kompensiert und der Finishstein 26 im Zuge der Finishbearbeitung eines Werkstücks 12 nach und nach wieder in eine Solllage verbracht werden. Besonders vorteilhaft ist, dass die finishende Bearbeitung des Werkstücks 12 bei aktivierter Winkelausgleichseinrichtung 110 fortgeführt werden kann und die Zurückverformung einer angeschrägten Wirkfläche 28 keine Auszeiten erfordert.

[0057] Bei einer besonderen Anwendung ist es aber auch möglich, die Schwenkeinheit 42 mittels der Ausrichteinheit 72 ausgehend von einer geneigten Lage der Schwenkeinheit 42 in die senkrechte Lage zu verbringen, in welcher die Finishsteinlängsachse 24 mit der Bezugssenkrechten 66 fluchtet, wobei gleichzeitig eine schräg angeformte Wirkfläche 28 des Finishsteins 26 an der Werkstückoberfläche 18 anliegt. Auf diese Weise kann der Finishstein 26 mittels des Werkstücks 12 "abgerichtet" werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zur Finishbearbeitung eines Werkstücks (12), mit einem Finishsteinhalter (30) zum Halten eines Finishsteins (26), wobei die Vorrichtung (10) einen um eine Schwenkachse (40) verschwenkbaren Schwenkträger (38) zur Anordnung einer Kraftbeaufschlagungseinrichtung (88) umfasst, welche sich an dem Schwenkträger (38) abstützt und eine Kraft auf den Finishsteinhalter (30) und/oder

- den Finishstein (26) ausübt und eine Wirkfläche (28) des Finishsteins (26) gegen eine zu bearbeitende Werkstückoberfläche (18) drückt, wobei die Kraftbeaufschlagungseinrichtung (88), der Finishsteinhalter (30) und der Finishstein (26) gemeinsam mit dem Schwenkträger (38) um die Schwenkachse (40) verschwenkbar sind, wobei die Kraftbeaufschlagungseinrichtung (88) zur Steuerung der auf den Finishsteinhalter (30) und/oder den Finishstein (26) in Richtung auf das Werkstück (12) wirkenden Kräfte einen pneumatischen Antrieb umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Winkelausgleichseinrichtung (110) zur Erzeugung eines um die Schwenkachse (40) auf den Finishsteinhalter (30) und/oder den Finishstein (26) wirkenden Moments vorgesehen ist, und dass die Winkelausgleichseinrichtung (110) zur Steuerung der von der Winkelausgleichseinrichtung (110) erzeugten Momente einen pneumatischen Aktor umfasst.
2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der pneumatische Antrieb ein erstes Bauteil in Form eines Zylinders (84) und ein zweites Bauteil in Form eines in dem Zylinder geführten Kolbens (86) umfasst, wobei eines der Bauteile mit dem Schwenkträger (38) und das andere der Bauteile mit dem Finishsteinhalter (30) und/oder dem Finishstein (26) verbunden ist.
 3. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Führungseinrichtung (90) zur Führung des Finishsteinhalters (30) relativ zu dem Schwenkträger (38) entlang einer Führungsachse (34) vorgesehen ist.
 4. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Finishstein (26) in seinem an dem Finishsteinhalter (30) gehaltenen Zustand relativ zu dem Finishsteinhalter (30) unbewegbar ist.
 5. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkachse (40) an einem Schwenkachsenträger (44) angeordnet ist, welcher mittels eines Längsachsenantriebs (52) in einer zu einer Rotationsachse (14) des zu bearbeitenden Werkstücks (12) parallelen Richtung antreibbar ist.
 6. Vorrichtung (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Längsachsenantrieb (52) einen Oszillationsantrieb (56) umfasst.
 7. Vorrichtung (10) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwenkachsenträger (44) mittels eines Querachsenantriebs (60) in einer zu einer Rotationsachse (14) des zu bearbeitenden Werkstücks (12) senkrechten Richtung antreibbar ist.
 8. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Winkelerfassungseinrichtung (96) zur Erfassung einer Winkelstellung des Schwenkträgers (38) um die Schwenkachse (40) vorgesehen ist.
 9. Vorrichtung (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Winkelerfassungseinrichtung (96) einen relativ zu der Schwenkachse (40) ortsfesten Sensor (98) und eine mit dem Schwenkträger (38) verschwenkbare Sensorreferenzfläche (100) aufweist.
 10. Vorrichtung (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensorreferenzfläche (100) eine von einer Kreisbogenfläche abweichende Krümmung aufweist.
 11. Vorrichtung (10) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkachse (40) innerhalb einer Wirkebene (102) des Sensors (98) angeordnet ist.
 12. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Ausrichteinheit (72) zur Ausrichtung des Schwenkträgers (38) in einer vorgebbaren Winkelstellung vorgesehen ist.

Claims

1. Device (10) for finish-machining of a workpiece (12), with a finishing block holder (30) for holding a finishing block (26), wherein the device (10) comprises a pivot carrier (38) which is pivotable about a pivot axis (40) for arrangement of a force application device (88) which rests on the pivot carrier (38) and exerts a force on the finishing block holder (30) and/or the finishing block (26) and presses an action face (28) of the finishing block (26) against a workpiece surface (18) to be machined, wherein the force application device (88), the finishing block holder (30) and the finishing block (26) together with the pivot carrier (38) are pivotable about the pivot axis (40), wherein the force application device (88) comprises a pneumatic drive for controlling the forces acting on the finishing block holder (30) and/or the finishing block (26) in the direction of the workpiece (12), **characterised in that** an angle compensation device (110) is provided for generating a moment acting about the pivot axis (40) on the finishing block holder (30) and/or the finishing block (26), and that the angle compensation device (110) comprises a pneumatic actuator for controlling the moments generated by the angle compensation device (110).

2. Device (10) according to claim 1, **characterised in that** the pneumatic drive comprises a first component in the form of a cylinder (84) and a second component in the form of a piston (86) guided in the cylinder, wherein one of the components is connected to the pivot carrier (38) and the other of the components is connected to the finishing block holder (30) and/or the finishing block (26) . 5
3. Device (10) according to any of the preceding claims, **characterised in that** a guide device (90) is provided for guiding the finishing block holder (30) along a guide axis (34) relative to the pivot carrier (38). 10
4. Device (10) according to any of the preceding claims, **characterised in that** in its state held on the finishing block holder (30), the finishing block (26) is immovable relative to the finishing block holder (30). 15
5. Device (10) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the pivot axis (40) is arranged on a pivot axis carrier (44) which is driveable by means of a longitudinal axis drive (52) in a direction parallel to a rotation axis (14) of the workpiece (12) to be machined. 20 25
6. Device (10) according to claim 5, **characterised in that** the longitudinal axis drive (52) comprises an oscillation drive (56). 30
7. Device (10) according to claim 5 or 6, **characterised in that** the pivot axis carrier (44) is driveable by means of a transverse axis drive (60) in a direction perpendicular to a rotation axis (14) of the workpiece (12) to be machined. 35
8. Device (10) according to any of the preceding claims, **characterised in that** an angle detection device (96) is provided for detecting an angular position of the pivot carrier (38) about the pivot axis (40). 40
9. Device (10) according to claim 8, **characterised in that** the angle detection device (96) comprises a sensor (98) which is stationary relative to the pivot axis (40), and a sensor reference face (100) which is pivotable with the pivot carrier (38). 45
10. Device (10) according to claim 9, **characterised in that** the sensor reference face (100) has a curvature deviating from an arcuate face. 50
11. Device (10) according to claim 9 or 10, **characterised in that** the pivot axis (40) is arranged inside an action plane (102) of the sensor (98). 55
12. Device (10) according to any of the preceding claims, **characterised in that** an alignment unit (72) is provided for aligning the pivot carrier (38) in a pre-de-

finable angular position.

Revendications

1. Dispositif (10) pour un usinage de finition d'une pièce à usiner (12), avec un dispositif de retenue de pierre de finition (30) pour retenir une pierre de finition (26), dans lequel ledit dispositif (10) comprend un support de pivot (38) pouvant pivoter autour d'un axe de pivotement (40) pour l'agencement d'un dispositif d'application de force (88), qui est en appui sur le support pivotant (38) et exerce une force sur le dispositif de retenue de pierre de finition (30) et/ou la pierre de finition (26), et comprime une surface active (28) de la pierre de finition (26) contre une surface supérieure de pièce à usiner (18) devant être usinée, dans lequel le dispositif d'application de force (88), le dispositif de retenue de pierre de finition (30) et la pierre de finition (26) peuvent pivoter conjointement avec le support pivotant (38) autour de l'axe de pivotement (40), dans lequel le dispositif d'application de force (88) présente un entraînement pneumatique pour la commande des forces agissant sur le dispositif de retenue de pierre de finition (30) et/ou la pierre de finition (26) en direction de la pièce à usiner (12), **caractérisé en ce qu'un** dispositif de compensation angulaire (110) pour générer un moment de couple agissant autour de l'axe de pivotement (40) sur le dispositif de retenue de pierre de finition (30) et/ou la pierre de finition (26), et **en ce que** le dispositif de compensation angulaire (110) présente un actionneur pneumatique pour commander les moments de couple générés par le dispositif de compensation angulaire (110).
2. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'entraînement pneumatique comprend un premier composant sous la forme d'un cylindre (84) et un second composant sous la forme d'un piston (86) guidé dans le cylindre, dans lequel l'un des composants est relié au support de pivot (38) et l'autre des composants est relié au dispositif de retenue de pierre de finition (30) et/ou à la pierre de finition (26).
3. Dispositif (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** dispositif de guidage (90) est prévu pour guider le dispositif de retenue de pierre de finition (30) par rapport au support de pivot (38) le long d'un axe de guidage (34).
4. Dispositif (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pierre de finition (26) est immobile par rapport au dispositif de retenue de pierre de finition (30) dans son état retenu sur le dispositif de retenue de pierre de finition (30).

5. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'axe de pivotement (40) est agencé sur un support d'axe de pivotement (44) qui, par l'intermédiaire d'un entraînement d'axe longitudinal (52), peut être entraînée dans une direction parallèle à un axe de rotation (14) de la pièce à usiner (12) devant être usinée. 5
6. Dispositif (10) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'entraînement d'axe longitudinal (52) comprend un entraînement oscillatoire (56). 10
7. Dispositif (10) selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** le support d'axe de pivotement (44), par l'intermédiaire d'un entraînement d'axe transversal (60), peut être entraîné dans une direction perpendiculaire à un axe de rotation (14) de la pièce à usiner (12) devant être usinée. 15
8. Dispositif (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un dispositif de détection d'angle (96) est prévu, pour détecter une position angulaire du support de pivot (38) autour de l'axe de pivotement (40). 20
9. Dispositif (10) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le dispositif de détection d'angle (96) présente un capteur (98) fixe par rapport à l'axe de pivotement (40) et une surface de référence de capteur (100) pouvant pivoter avec le support de pivot (38). 25 30
10. Dispositif (10) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la surface de référence de capteur (100) présente une courbure différente d'une surface en arc de cercle. 35
11. Dispositif (10) selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** l'axe de pivotement (40) est agencé à l'intérieur d'un plan de travail (102) du capteur (98). 40
12. Dispositif (10) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une unité d'alignement (72) pour aligner le support de pivot (38) est prévue dans une position angulaire prédéterminée. 45

50

55

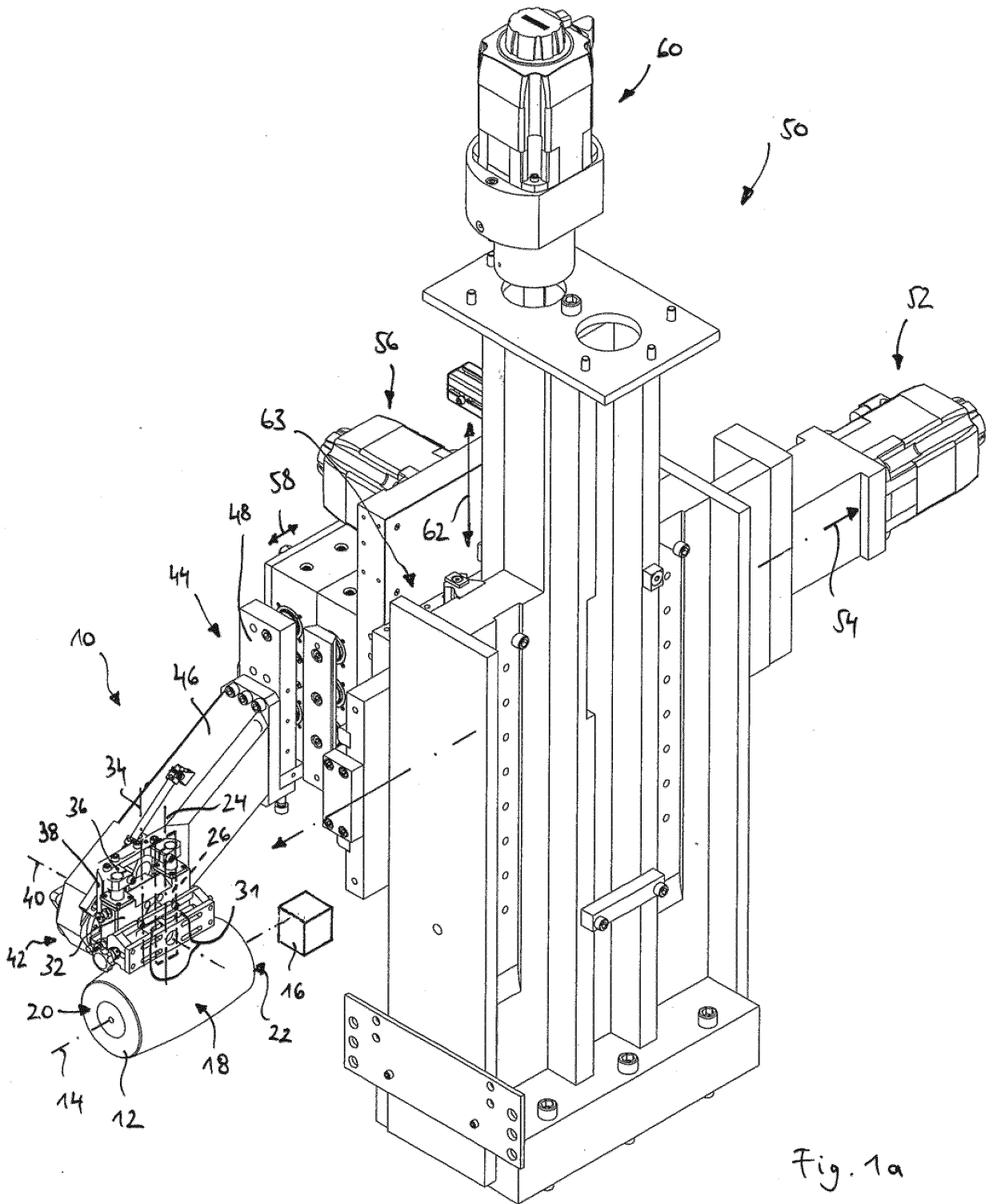
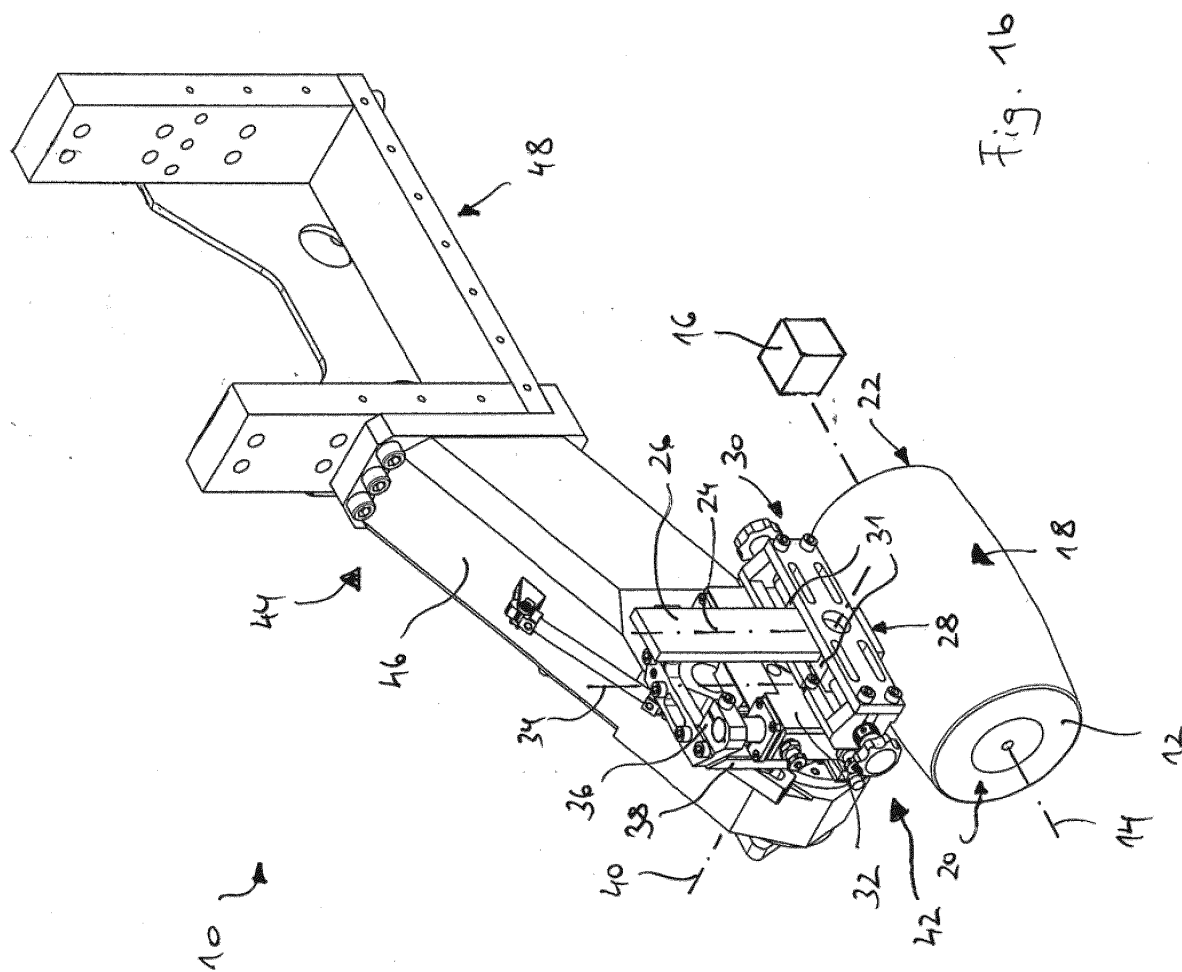
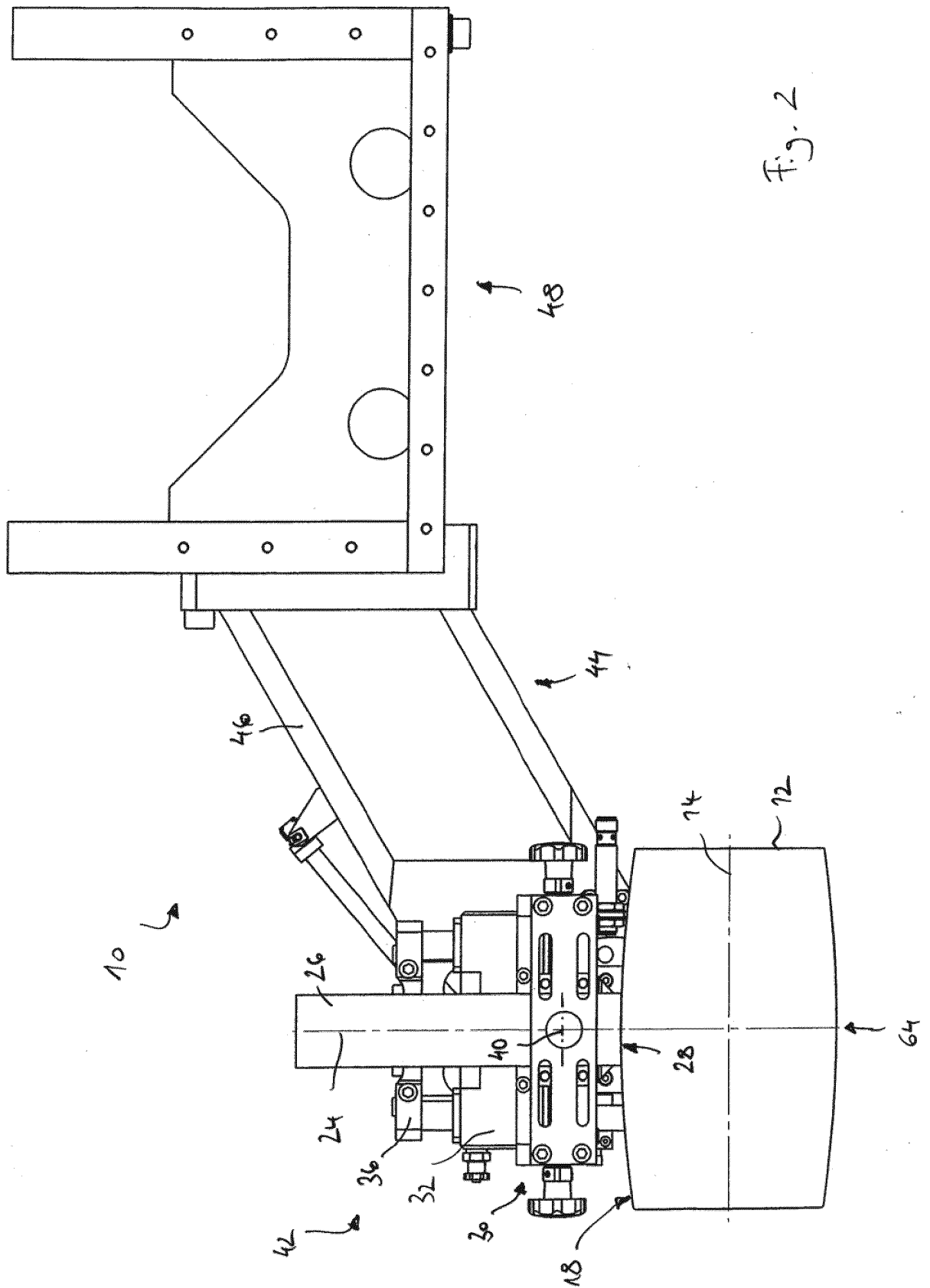
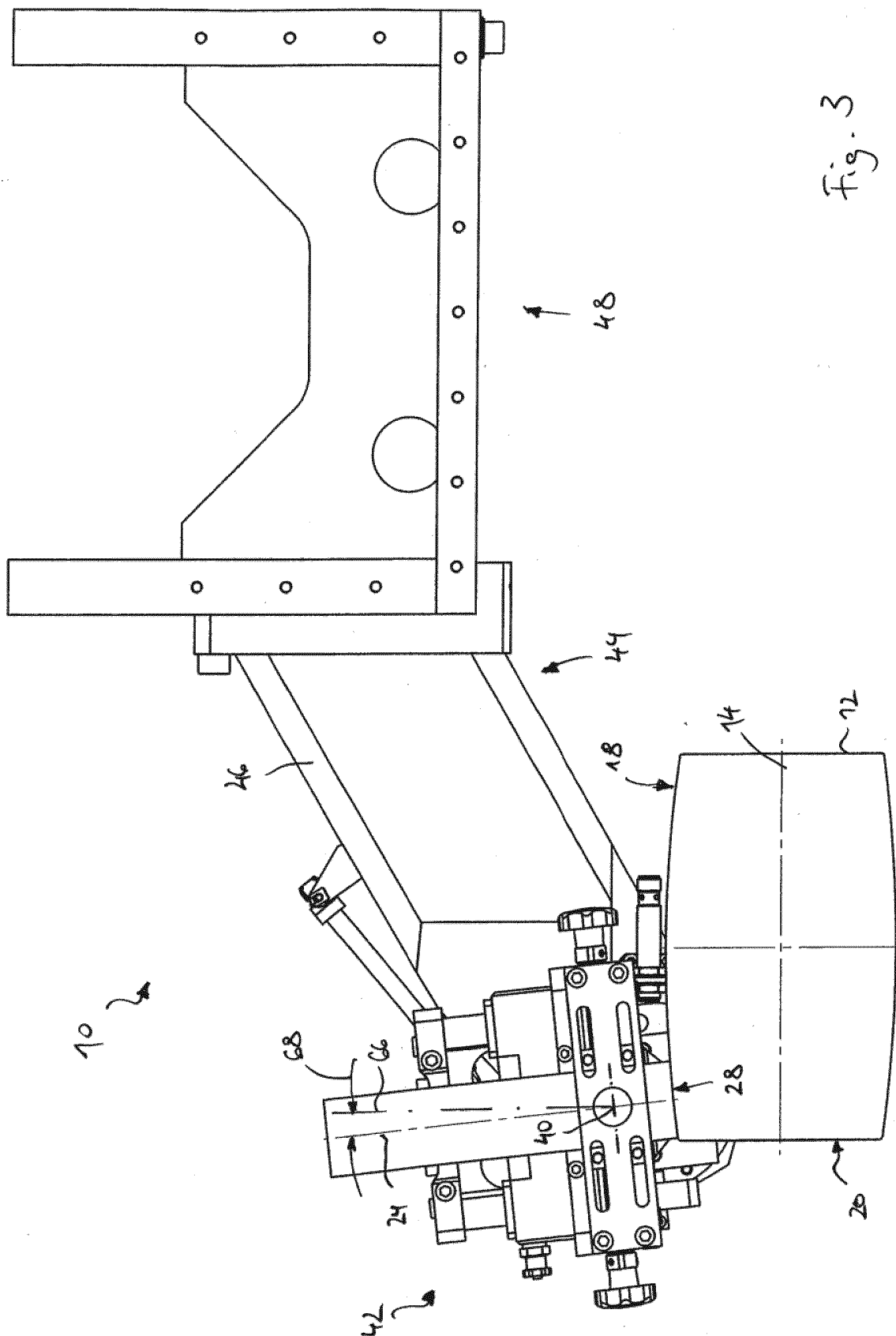
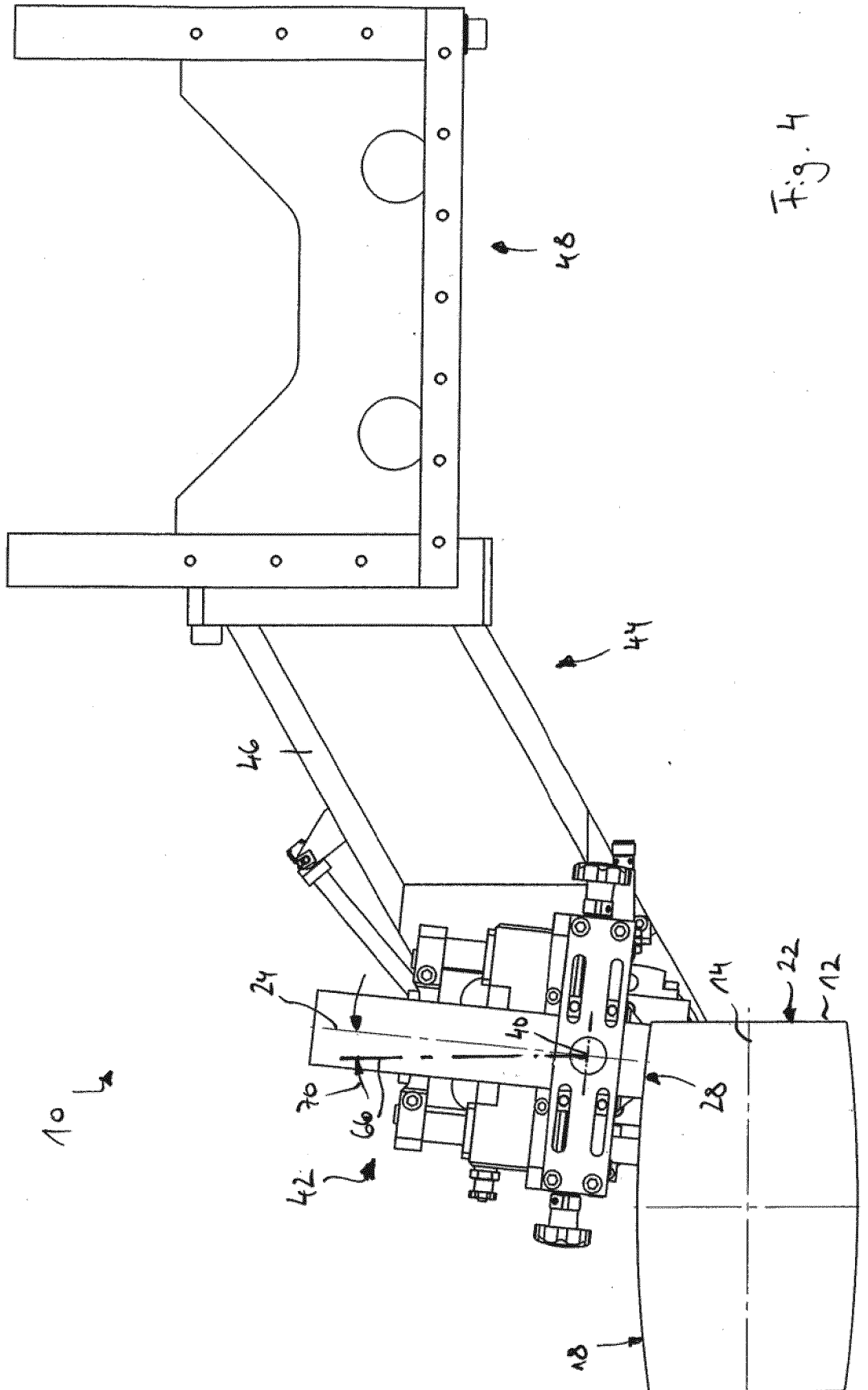


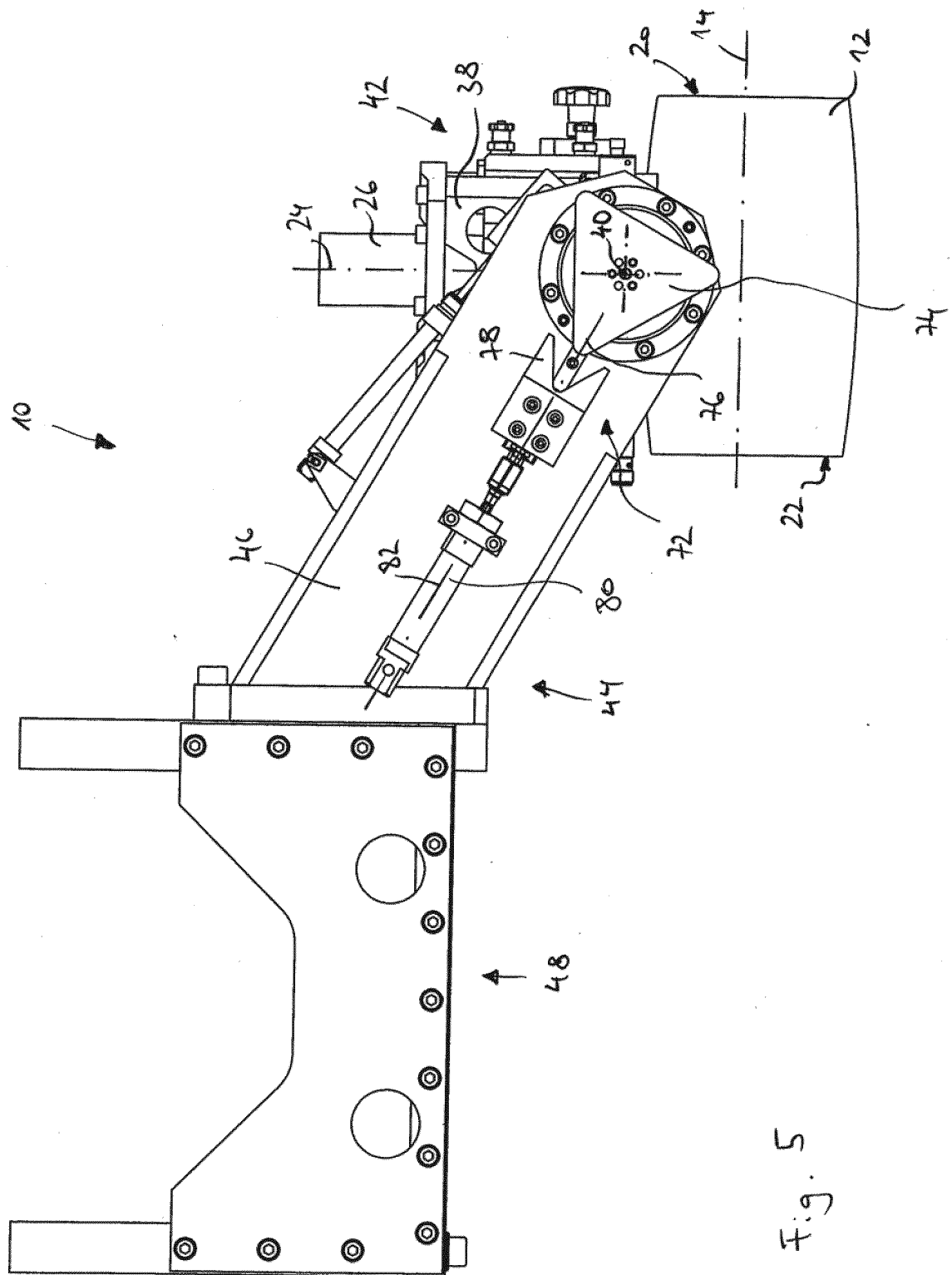
Fig. 1a











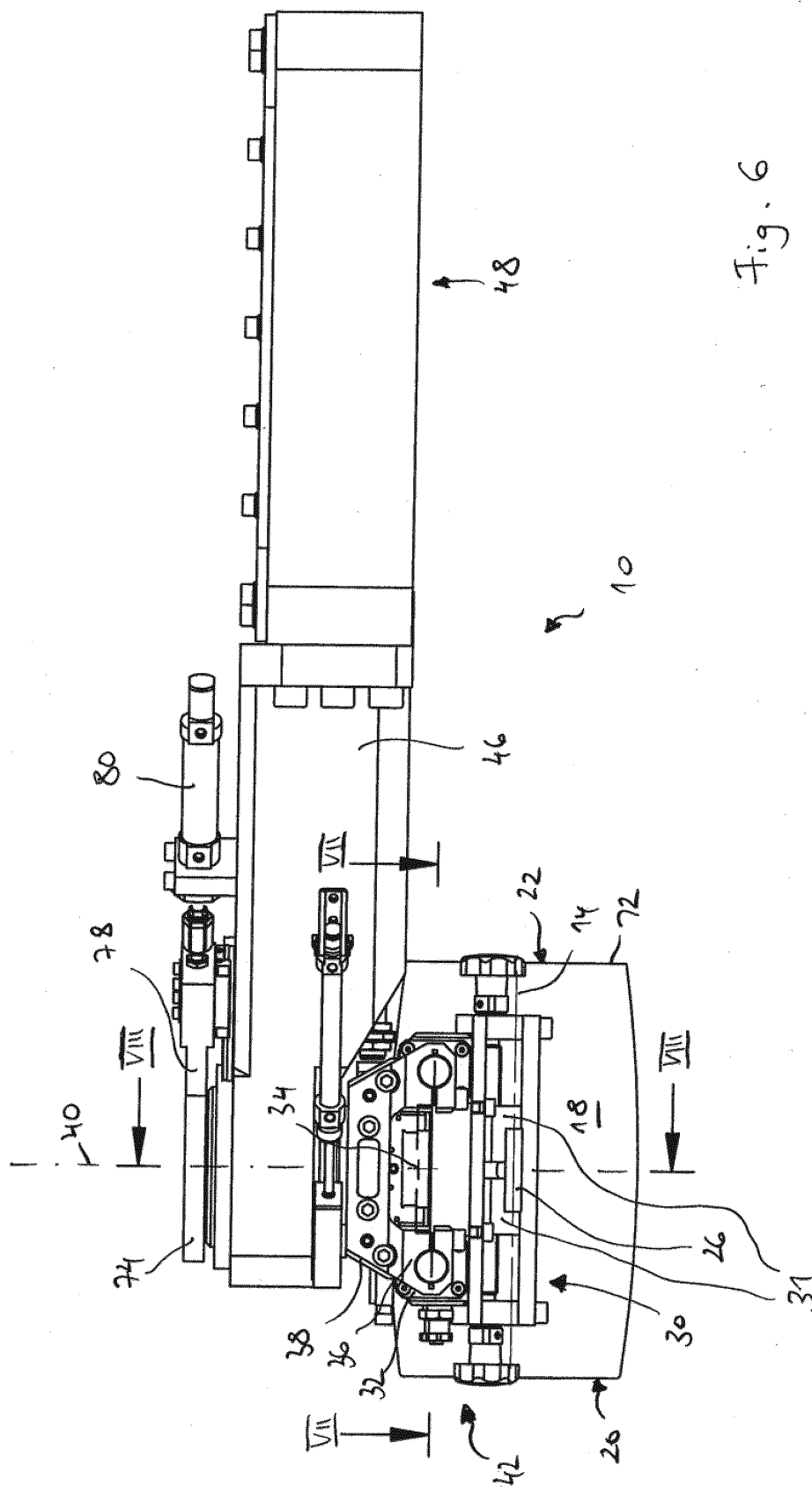
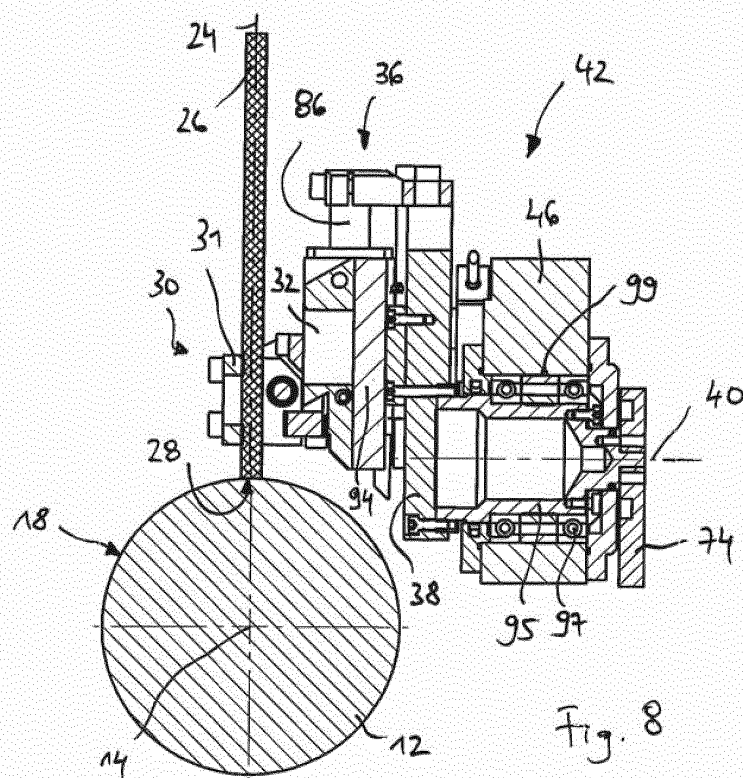
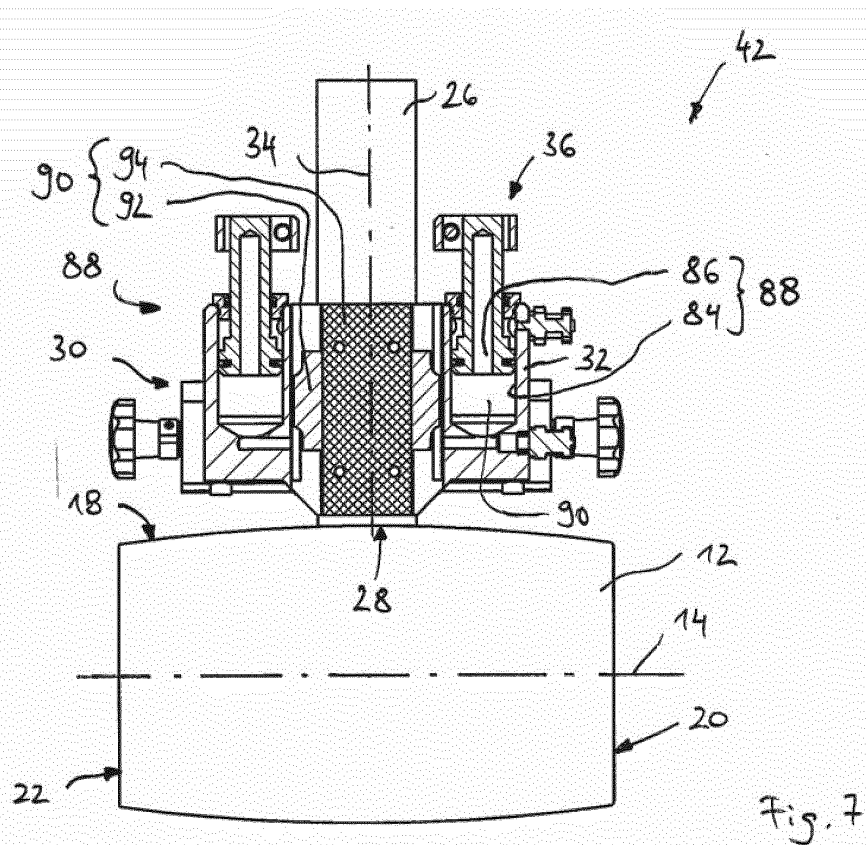


Fig. 6



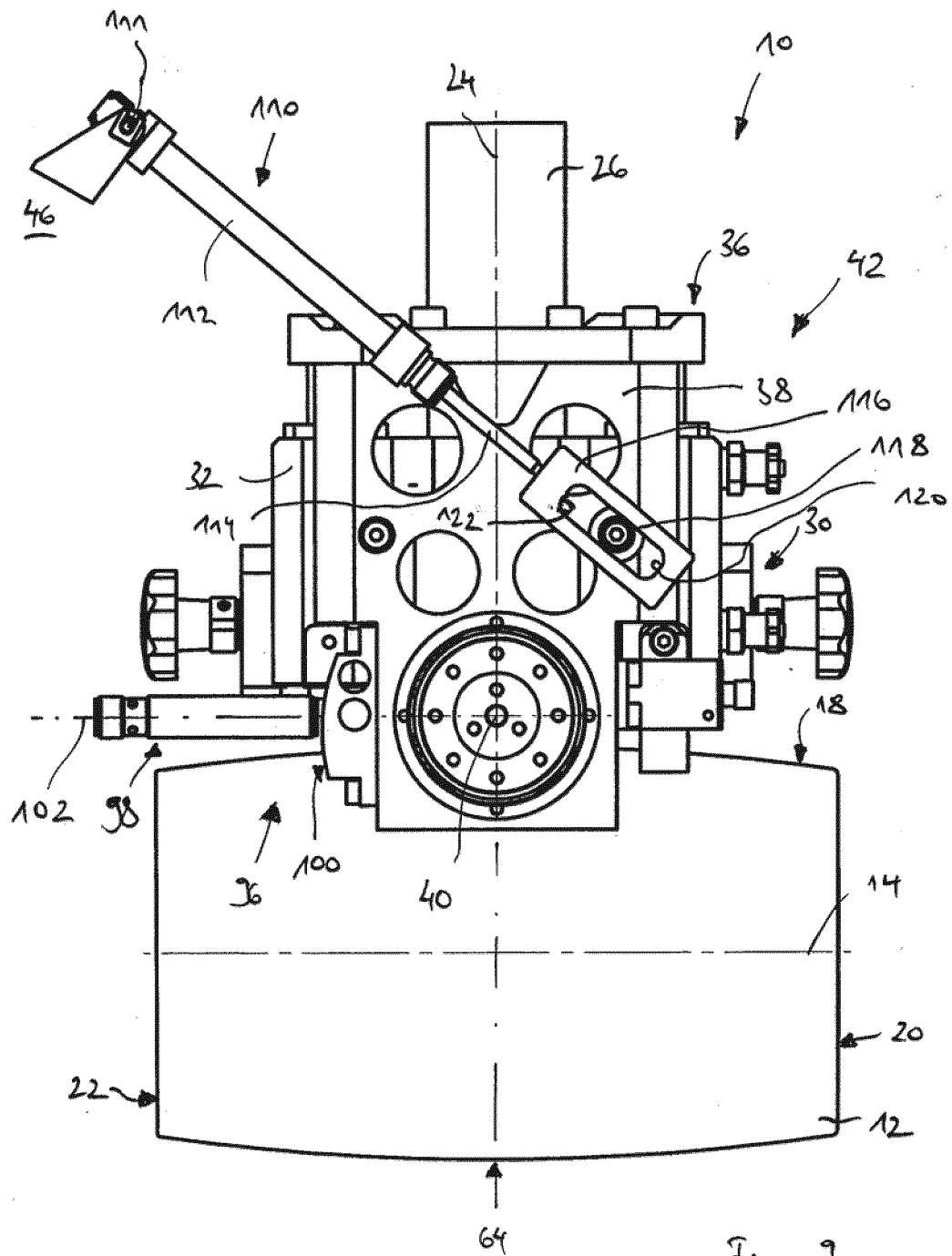
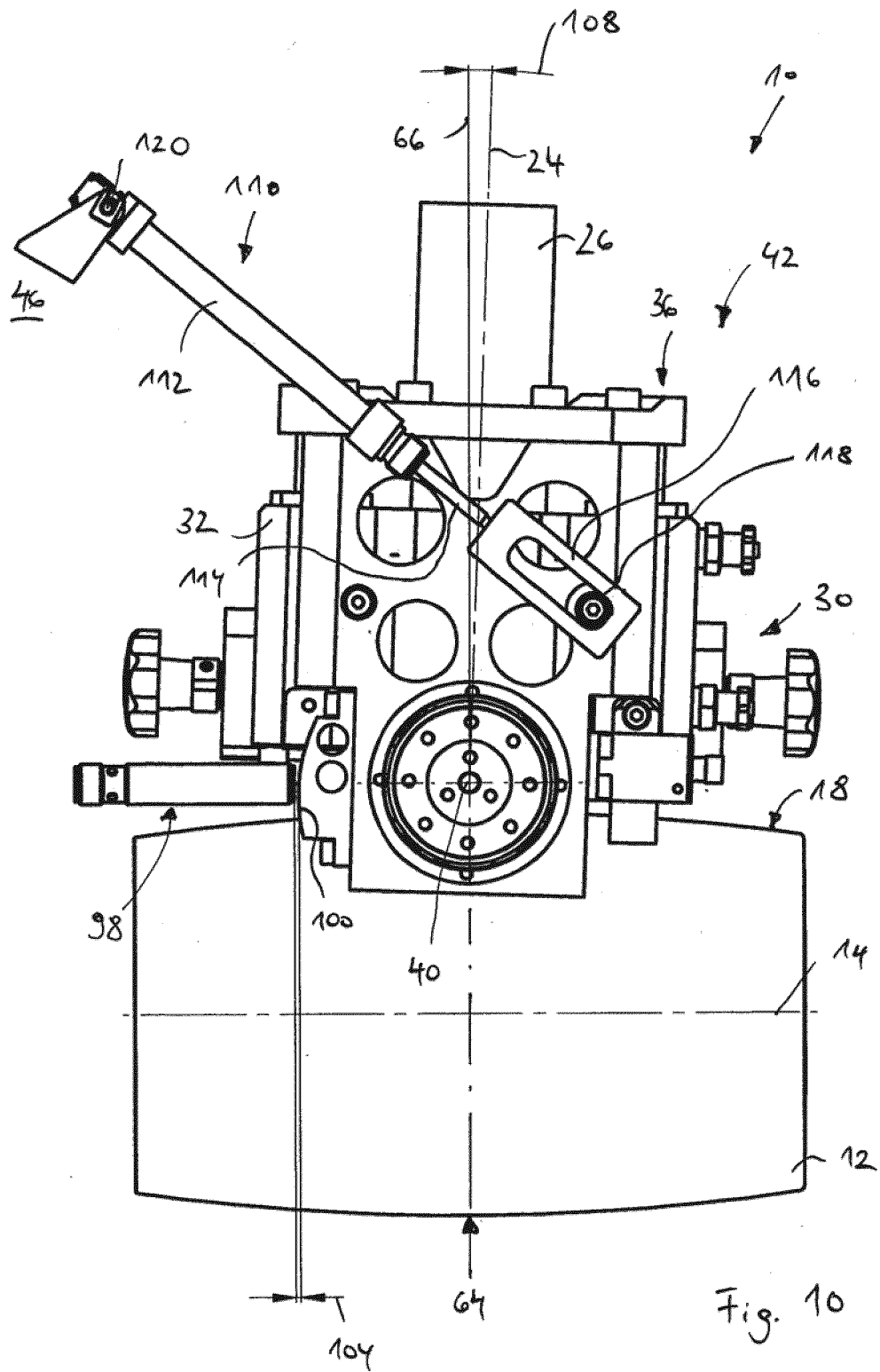


Fig. 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102011007731 A1 [0003]
- US 4573289 A [0004]