

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
29. September 2016 (29.09.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/151121 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

B23Q 7/00 (2006.01) *B23Q 39/04* (2006.01)
B23Q 7/02 (2006.01) *B24B 7/17* (2006.01)

(74) Anwalt: WINTER BRANDL FÜRNISS HÜBNER
RÖSS KAISER POLTE - PARTNERSCHAFT MBB;
Bavariaring 10, 80336 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/056669

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. März 2016 (24.03.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 104 682.2 26. März 2015 (26.03.2015) DE

(71) Anmelder: MAUSER-WERKE OBERNDORF
MASCHINENBAU GMBH [DE/DE]; Werkstr. 35,
78727 Oberndorf (DE).

(72) Erfinder: RÖMPP, Wolfgang; Tischnecker Weg 7, 78739
Hardt (DE). RAUSCH, Gerhard; Mozartstr. 34, 72348
Rosenfeld (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MACHINING UNIT

(54) Bezeichnung : BEARBEITUNGSEINHEIT

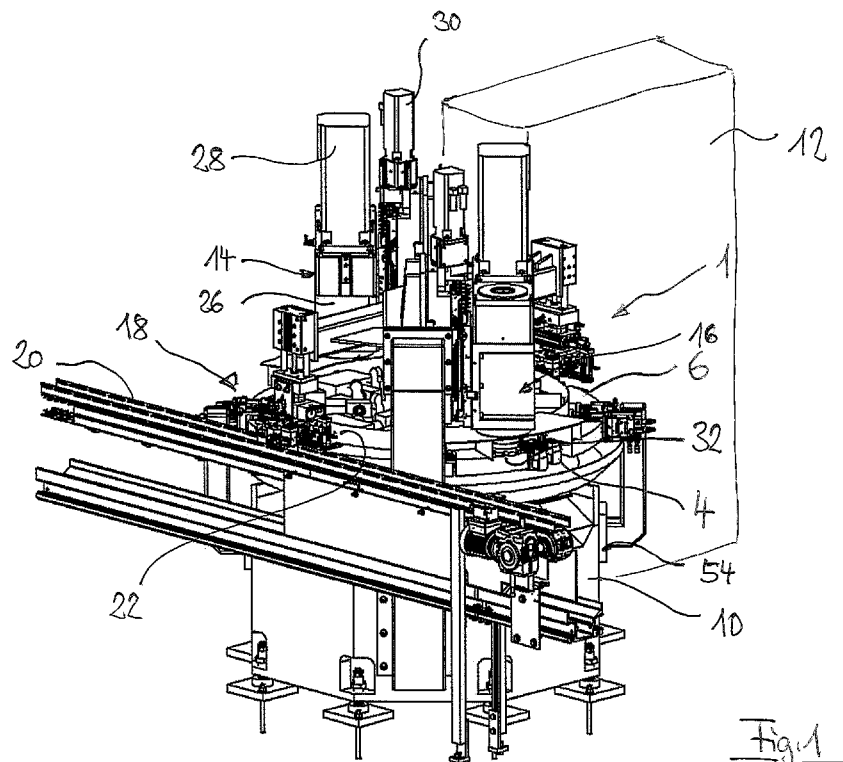


Fig. 1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/151121 A2



KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

(57) Abstract: Disclosed is a machining unit for machining an end face of a workpiece. The machining unit has a work table which rotates or is clocked during the machining process.

(57) Zusammenfassung: Offenbart ist eine Bearbeitungseinheit zur spanabhebenden Bearbeitung einer Stirnfläche eines Werkstücks. Die Bearbeitungseinheit hat einen Werkstücktisch, der während der spanabhebenden Bearbeitung dreht oder getaktet ist.

Bearbeitungseinheit

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Bearbeitungseinheit zur Bearbeitung zumindest einer Plan- oder Stirnfläche eines Werkstücks, insbesondere eines Pleuels.

Herkömmlicherweise erfolgt die Feinbearbeitung der Plan-/Stirnflächen eines Pleuels durch Schleifen, das heißt, ohne definierte Schneide. Dabei werden Schleifeinrichtungen verwendet, bei der zwei Schleifscheibenabschnitte im Abstand zu einander angeordnet sind, so dass beispielsweise beide Stirnseiten eines Pleuels gleichzeitig bearbeitbar sind. Eine derartige Schleifeinrichtung ist in der DE 10 2012 024 248 A1 offenbart. Bei dieser Lösung erfolgt die Bearbeitung eines Stufenpleuels mittels zwei gestuften Schleifscheiben, die gemeinsam einen Schleifraum begrenzen, in dem das zu bearbeitende Werkstück, im vorliegenden Fall ein Pleuel, eingebracht wird, um eine beidseitige Planflächenbearbeitung zu ermöglichen.

Bei einer derartigen Einrichtung zum Stufenschleifen ist somit im Zusammenhang mit der Ausbildung der Schleifscheiben und des Schleifraumes ein erheblicher vorrichtungstechnischer Aufwand erforderlich.

Derartige Schleifprozesse sind üblicherweise nur mit KSS-Zuführung möglich – die Aufbereitung des KSS ist jedoch mit hohen Kosten verbunden. Des Weiteren entsteht eine Entsorgungsproblematik, da ein hoher Aufwand für die Entsorgung des Schleifschlammes erforderlich ist. Beim Schleifen erfolgt das Spannen der Werkstücke häufig durch eine Magnetisierung, so dass ein Restmagnetismus des Werkstücks nach dem Schleifen nicht vermeidbar ist. Zur Beseitigung dieses Restmagnetismus muss die Schleifeinrichtung dann mit einer Entmagnetisierungsstation ausgeführt sein.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass, insbesondere bei der komplexen Bearbeitung von gestuften Werkstücken, zur Gewährleistung der Maßhaltigkeit ein zyklisches Abrichten der Schleifscheiben erforderlich ist – dieses Abrichten ist aufwendig und verlängert die Taktzeit zur Bearbeitung des Werkstückes auf der Schleifeinrichtung erheblich.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Bearbeitungseinheit zu schaffen, bei der die oben genannten Nachteile beseitigt sind.

Diese Aufgabe wird durch eine Bearbeitungseinheit mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Bearbeitungseinheit ist zum Bearbeiten zumindest einer Plan-/Stirnfläche eines Werkstücks, insbesondere eines Pleuels vorgesehen und hat einen Tisch, vorzugsweise einen Ring- oder Rundtisch, auf dem das Werkstück angeordnet/gespannt ist. Die Bearbeitungseinheit hat zumindest eine Werkzeugspindel, die ein Werkzeug zur spanabhebenden Bearbeitung des Werkstücks trägt. Eine Maschinensteuerung der Bearbeitungseinheit ist dabei so ausgelegt, dass der Tisch während der spanabhebenden Bearbeitung einen Vorschub durchführt, vorzugsweise dreht. Das heißt, eine Vorschubrichtung ist durch das Takten bzw. Drehen des Tisches, vorzugsweise des Rundtisches vorgegeben. Der Rundtisch kann während der Bearbeitung des Werkstückes mittels der Bearbeitungseinheit kontinuierlich drehen oder aber nur während bestimmter Bearbeitungsvorgänge. Dementsprechend sind die sonstigen Stationen der Bearbeitungseinheit entweder so ausgelegt, dass die Bearbeitung während des Vorschubs oder aber während eines Stillstandes des Tisches ermöglicht ist.

Die Werkzeugspindel kann dabei ortsfest mit dem relativ dazu drehbaren Rund- oder Ringtisch gehalten sein. Dabei ist es ausreichend, wenn die Werkzeugspindel in Z-Richtung bewegbar ist.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Bearbeitungseinheit ist eine Wendestation für das Werkstück vorgesehen, so dass eine rückwärtige Stirnfläche bearbeitbar ist. Die Wendestation kann als Speicher zur Aufnahme eines Werkstücks ausgelegt sein.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist das Werkstück etwa in Umfangsrichtung des Rund- oder Ringtischs angeordnet und das Werkzeug, vorzugsweise der Fräser, während der spanabhebenden Bearbeitung in Z-Richtung verstellbar.

Die Bearbeitungseinheit kann zusätzlich mit einer Messstation und/oder einer Be- und Entladestation ausgeführt sein.

Die Bearbeitung der rückwärtigen Stirnfläche kann mittels einer weiteren Werkzeugspindel erfolgen.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Bearbeitungseinheit mit einer Entgrat-/Reinigungsstation ausgeführt, über die die in einem vorhergehenden Schritt bearbeitete Plan-/Stirnfläche entgrated/gereinigt werden kann.

Diese Station kann beispielsweise eine Bürstanordnung aufweisen, deren Drehachse parallel zur Drehachse des Werkstück-Tisches und exzentrisch zu der Plan- oder Stirnfläche, beispielsweise eines Lagerauges angeordnet ist. Durch diese exzentrische Anordnung der Bürsten wird bewirkt, dass deutlich mehr Borsten der Bürste als bei einer zentrischen Positionierung in Wirkeingriff gelangen. Gegenüber bisher bekannten Lösungen, wie sie beispielsweise in der DE 10 2011 004 618 A1 beschrieben ist, bei der ein Bürstwerkzeug zentrisch angeordnet wird, ergibt sich eine deutlich längere Standzeit der Bürste. Dabei kann die Vorschubbewegung – wie oben ausgeführt – über den Tisch, vorzugsweise den Ring- oder Rundtisch erfolgen.

Der Werkstück-Tisch kann als NC-Taktisch ausgeführt sein.

Bei einer alternativen Lösung ist die Entgrat-/Reinigungsstation mit einem Laser zum Entgraten, Reinigen und/oder Beschriften ausgeführt. Dieser Laser hat somit eine Doppelfunktion – Entgraten, Reinigen einerseits und Beschriften andererseits. Diese berührungslose Bearbeitung hat den Vorteil, dass das Werkstück nicht gespannt werden muss.

Während dieser Laserbearbeitung kann der Werkstück-Tisch stillstehen oder aber auch angetrieben sein, so dass ein Vorschub während des Entgrat-/Reinigungsvorgangs über die Taktung bzw. den Antrieb des Tisches erfolgt.

Bei einer derartigen Lösung (Flying Turn) ist es erforderlich, dass der Laser, beispielsweise ein herkömmlicher Beschriftungslaser, das Werkstück so zu sagen „fliegend“ beaufschlagt.

Dabei kann es vorteilhaft sein, wenn die Station mit einer geeigneten Abtasteinrichtung, beispielsweise einem 3D-Laserscanner ausgeführt ist, der während der Bearbeitung die Kontur der zu reinigenden/entgratenden Oberfläche des Werkstückes abtastet. Der Laser wird dann in Abhängigkeit von den Signalen dieser Abtasteinrichtung über die Maschinensteuerung angesteuert.

Erfindungsgemäß wird es bevorzugt, wenn diese Entgrat-/Reinigungsstation nach derjenigen Station angeordnet ist, in der die spanabhebende Bearbeitung erfolgt.

Bei einer Variante der Erfindung kann zusätzlich eine Entmagnetisierungsstation vorgesehen werden.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Bearbeitungsstation mit einer Be- und Entladestation, einer Messstation, einer ersten Feinfrässtation, einer Leerstation oder einer ersten Entgrat-/Reinigungsstation, einer Wendestation, optional einer weiteren Leerstation, einer zweiten Feinfrässtation und optional einer weiteren Entgrat-/Reinigungsstation sowie einer Messstation ausgeführt, wobei ein Vorschub des Werkstückes zumindest während der Fräsbearbeitung und optional während des Entgratens/Reinigens mittels des Werkstück-Tisches erfolgt.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Bearbeitungseinheit zur Bearbeitung von Pleueln vorgesehen.

Wie ausgeführt, ist das Werkzeug vorzugsweise ein Fräser mit definierter Schneide.

Die Wendestation kann auch als Zwischenspeicher für ein Werkstück ausgelegt sein.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine dreidimensionale Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Bearbeitungseinheit;

Figur 2 eine Draufsicht auf die Bearbeitungseinheit gemäß Figur 1;

Figur 3 eine Einzeldarstellung eines NC-Rundtisches der Bearbeitungseinheit aus Figur 1;

Figur 4 eine Be-/Entladestation der Bearbeitungseinheit;

Figur 5 eine Messstation der Bearbeitungseinheit;

Figur 6 eine Feinfrässtation der Bearbeitungseinheit;

Figur 7 eine Wendestation der Bearbeitungseinheit;

Figur 8 eine weitere Feinfrässtation der Bearbeitungseinheit;

Figur 9 eine Messstation der Bearbeitungseinheit;

Figur 10 ein Ausführungsbeispiel einer Entgrat-/Reinigungsstation;

Figur 11 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Entgrat-/Reinigungsstation;

Figur 12 eine vereinfachte Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 11;

Figur 13 eine Entgrat-/Reinigungsstation mit einer Pendelbürste und

Figur 14 ein Ausführungsbeispiel einer Entgrat-/Reinigungsstation mit Topfbürsten.

Figur 1 zeigt eine dreidimensionale Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Bearbeitungseinheit 1 zur Planflächenbearbeitung von Pleueln (siehe Figur 2), die mittels Spannvorrichtungen – auch Spannnester genannt – auf einem drehbar gelagerten NC-Rundtisch 6 gehalten sind. Dieser NC-Rundtisch 6 ist drehbar auf einem Gestell 10 der Bearbeitungseinheit 1 gelagert und über eine Maschinensteuerung getaktet oder umlaufend ansteuerbar. Die Bearbeitungseinheit 1 hat beim dargestellten Ausführungsbeispiel insgesamt acht Bearbeitungsstationen, die im Folgenden näher erläutert werden. Zwei der Bearbeitungsstationen sind als Feinfrässtationen 14, 16 ausgeführt, an denen die Planflächen der Pleuel feingefräst werden. Das Be- und Entladen der Pleuel erfolgt über eine Be- und Entladestation 18. Diese weist ein Förderband 20 auf, über das die zu bearbeitenden Pleuel getaktet zu- und abgeführt werden. Die Übergabe zu den

Spannvorrichtungen 4 erfolgt mittels eines Handlingsgerätes 22, das das Pleuel 2 vom Förderband 20 entnimmt und an die Spannvorrichtung 4 übergibt bzw. von dieser entnimmt und auf das Förderband 20 auflegt, über das Pleuel 2 dann zur nächsten Bearbeitungseinheit gefördert wird.

Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf die Bearbeitungsstationn1 gemäß Figur 1 – in dieser Darstellung sind die einzelnen Bearbeitungsstationen besser erkennbar als in der Darstellung gemäß Figur 1. Unten liegend in Figur 2 ist die Be- und Entladestation 18 mit dem Förderband 20 und dem Handlingsgerät 22 dargestellt. Wie aus dieser Ansicht erkennbar ist, verläuft das Förderband 20 etwa tangential zum Rundtisch 6. Wie erläutert, wird das Pleuel 2 an die jeweils zur Be-/Entladestation ausgerichtete Spannvorrichtung 4 übergeben und auf dieser abgelegt und gespannt. Entsprechend der Anzahl der Bearbeitungsstationen sind – wie im Folgenden noch anhand Figur 3 näher erläutert wird – auf dem Rundtisch 6 acht Spannvorrichtungen 4 (Spannnester) vorgesehen.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel wird der NC-Rundtisch 6 über die Steuerung 12 im Uhrzeigersinn (siehe Pfeil) angetrieben und erreicht nach dem Be- und Entladen eine Messstation 24, in der eine Vermessung des Pleuels, insbesondere der zu bearbeitenden Bereiche erfolgt. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sollen geschmiedete Pleuel 2 bearbeitet werden. Dementsprechend wird über die Messstation 24 die Schmiedekontur vermessen und so eine Referenzlage für diese Schmiedekontur ermittelt. In Abhängigkeit von dieser Referenzlage erfolgt dann das Feinfräsen.

Dementsprechend wird das Pleuel 2 nach der Vermessung zur ersten Feinfrässtation 14 verfahren. Diese Feinfrässtation 14 hat eine Werkzeugspindel 26, die entlang einer Vertikalführung 28 (Z-Richtung) verfahrbar ist. Der Vorschub in Z-Richtung erfolgt mittels eines Z-Linearantriebs 30. Die Werkzeugspindel 26 ist über eine geeignete Werkzeugaufnahme, beispielsweise eine HSK-Werkzeugaufnahme mit einem in Figur 1 rechts dargestellten Feinfräswerkzeug 32 verbunden, das zur Planflächenbearbeitung geeignet ist. Dementsprechend handelt es sich beim dargestellten Werkzeug 32 um einen Stirnfräser. Während dieser Feinfräsbearbeitung dreht sich der Rundtisch 6 weiter – dies wird im Folgenden anhand Figur 3 näher erläutert.

Nach dem Feinfräsen der ersten Planseite(n) des Pleuels 2, wobei die Stirn-/Planflächen sowohl des großen Auges als auch des kleinen Auges bearbeitet werden, wird das Pleuel 2 über den Rundtisch 6 zur nächsten Station verbracht. Diese Station ist beim dargestellten Ausführungsbeispiel als Leerstation 34 ausgeführt.

Das Pleuel wird dann als nächstes einer Wendestation 36 zugeführt, in der das Pleuel gewendet wird, so dass die gerade bearbeiteten Planflächen in Auflagerichtung angeordnet sind oder das Pleuel 2 auf diesen aufliegt. Bei einem Stufenpleuel wie es im eingangs genannten Stand der Technik beschrieben ist, ist die Dicke des kleinen Pleuelauges anders wie diejenige des großen Pleuelauges ausgeführt, so dass im Bereich eines Pleuelauges oder einer Pleuelstange eine Stufe ausgeführt ist. Dementsprechend kann die Auflage für das gewendete Pleuel 2 in der Spannvorrichtung 4 auf andere Weise ausgeführt sein, wie sie beim Spannen des Pleuels 2 während der Bearbeitung in den vorbeschriebenen Bearbeitungsstationen ausgebildet ist.

Nach dem Wenden wird das Pleuel 2 zu einer weiteren Leerstation 38 gefördert und erreicht dann die zweite Feinfrässtation 16, die den gleichen Aufbau wie die vorbeschriebene Feinfrässtation hat. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sind die beiden Feinfrässtationen 14, 16 auf einer gemeinsamen Konsole 39 gelagert, die den Rundtisch 6 in etwa diagonal überstreckt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel hat diese Konsole 39 in der Draufsicht gemäß Figur 2 im weitesten Sinn eine Z-Kontur. Diese Konsole 39 ist mit einer hohen Steifigkeit ausgeführt, um die während der spanabhebenden Bearbeitung auftretenden Zerspanungs- und Vorschubkräfte aufnehmen zu können.

Nach dem Feinfräsen wird das Pleuel 2 dann einer weiteren Messstation zugeführt, über die die gerade bearbeitete Planfläche (kleines Pleuelauge, großes Pleuelauge) und somit die Pleueldicke vermessen wird.

Bei einer weiteren Drehung des Rundtisches 6 gelangt das beidseitig feingefräste und vermessene Pleuel zur bereits beschriebenen Be- und Entladestation 18 und wird über

das Handlingsgerät 22 auf das Förderband 20 aufgelegt und in Pfeilrichtung zur nächsten Bearbeitungseinheit geführt. Dies kann beispielsweise eine Bruchtrennvorrichtung sein.

Figur 3 zeigt eine Einzeldarstellung des Rundtisches 8 mit den darauf angeordneten Spannvorrichtungen 4. In dieser Darstellung sieht man deutlich, dass die Pleuel 2 mit ihrem großen Pleuelauge 41, dem kleinen Pleuelauge 42 und der Pleuelstange 44 in etwa in Umfangsrichtung (Tangentialrichtung) des Rundtisches 8 angeordnet sind. Dies hat den Vorteil, dass bei einer Drehung des Rundtisches 8 über die vorzugsweise nur in Z-Richtung verfahrbaren Feinfrässtationen 14, 16 die Planflächenbereiche des großen Pleuelauges 41 und des kleinen Pleuelauges 42 bearbeitet werden können, wobei dann je nach Art des Stufenpleuels während des Vorschubs über den Rundtisch 6 eine Zustellung in Z-Richtung erfolgt, um die Stufe auszubilden.

Jede der Spannvorrichtungen 4 hat elektrisch, hydraulisch oder pneumatisch betätigte Spannmittel 46, 48, die einerseits im Bereich des großen Pleuelauges 42 und andererseits im Bereich der Pleuelstange 44 angreifen. In das kleine Pleuelauge 42 und/oder das große Pleuelauge 41 kann ein Zentrierdorn oder dergleichen eintauchen (nicht dargestellt).

Im Bereich der Spannmittel 46, 48 sind dann die vorstehend erläuterten Auflageflächen 50, 52 vorgesehen, die eine definierte Auflage bereitstellen, so dass die Fräsbearbeitung mit hoher Präzision erfolgen kann. Wie vorstehend erwähnt, sind die Auflagen in den Stationen 18, 24, 14, 34 anders als in den Bearbeitungsstationen 36, 38, 16 und 40 ausgebildet, da in den letztgenannten Stationen das Pleuel 2 gewendet wurde und somit bereits auf den feingefrästen Planflächenabschnitten zu liegen kommt.

Wie bereits erläutert, ist der NC-Rundtisch 6 über die Maschinensteuerung 12 ansteuerbar, um beispielsweise den Fräsvorschub durchzuführen. Selbstverständlich ist auch eine getaktete Betriebsweise möglich.

Der Rundtisch ist mit einem stabilen Rundtischlager ausgeführt und hat – wie bereits erläutert – acht Spannpositionen. Die Spannvorrichtungen/Spannnester 4 sind dabei auf eine Trockenbearbeitung ausgelegt.

Zur Abführung der beim Fräsen entstehenden Späne ist die Bearbeitungseinheit mit einem in Figur 2 teilweise sichtbaren Späneförderer zum Austrag der Späne in eine Spänebox oder mit einem Unterflurförderer oder einer Späneabsaugung oder dergleichen ausgeführt. Auf diese Weise können die Späne während der spanabhebenden Bearbeitung auf eine einfache Weise aus dem Arbeitsbereich abgezogen werden.

Figur 4 zeigt eine Einzeldarstellung der Be-/Entladestation 18. Diese ist mit einem Doppelgreifer 56 ausgeführt, der über Greifeinrichtungen 58 sowohl ein sich auf dem Förderband 20 befindliches Pleuel als auch ein fertig bearbeitetes Pleuel, d.h. ein Pleuel, das von der Messstation 40 kommt, erfasst werden kann. Der Doppelgreifer 56 wird dann in Z-Richtung über Pneumatikzylinder angehoben und um seine Z-Achse um 180° gedreht, so dass das fertig bearbeitete Pleuel 2 auf dem Förderband 20 abgelegt und ein zu bearbeitendes Rohpleuel auf dem Rundtisch 6 abgelegt wird. Dort erfolgt das Spannen in den beschriebenen Spannvorrichtungen 4 (Spannnestern). Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Doppelgreifer 56 als Pneumatikportal ausgeführt. Selbstverständlich ist auch eine elektromotorische oder hydraulische Lösung möglich. Ein derartiger Doppelgreifer ist auch bei der Wendestation 36 vorgesehen.

In der Be-/Entladestation 18 kann des Weiteren eine Einrichtung zur Typenkontrolle vorgesehen, so dass unter Umständen unterschiedliche Pleueltypen mit minimaler Umrüstzeit bearbeitbar sind.

Das zugeführte Pleuel 2 wird dann gemäß Figur 5 durch den Vorschub des Rundtisches 8 zur Messstation 24 gefördert. Gemäß dieser Darstellung ist dabei das Pleuel 2 in der am Rundtisch 6 festgelegten Spannvorrichtung 4 gespannt. Die Messstation 24 hat einen Messkopf 62, der außerhalb des Rundtisches 8 an einer Säule 64 gehalten ist und über eine Horizontalführung 66 in Radialrichtung zum Rundtisch 6 und somit auch zum Pleuelauge 41, 42 oder quer zur Pleuelstange 44 verfahrbar ist. Da beim dargestellten Ausführungsbeispiel der Rundtisch 6 während der Messung dreht, kann durch Verfahren des Messkopfes 62 entlang der Führung 66 die gesamte Schmiedekontur des Rohpleuels 2 vermessen werden. Dementsprechend erfolgt durch diese Vermessung eine Ermittlung der Pleueldicke auf Referenz der Schmiedekontur. Die bei der Messung erfassten Mess-

werte werden dann an die Feinfrässtationen 14, 16 übergeben, so dass deren Ansteuerung auch in Abhängigkeit von dieser Messung und ggf. weiteren Messungen erfolgt.

In Figur 5 sind die zu bearbeitenden Planflächen 68, 70 deutlich zu sehen.

Nach dem Vermessen bei drehendem Rundtisch 6 (Flying Turn) gelangt das Pleuel 2 zur ersten Feinfrässtation 14, wobei das große Pleuelauge 41 in Vorschubrichtung vorne liegt und somit als erstes in Kontakt mit dem Werkzeug 32 (Fräser) gelangt, so dass zunächst die Planfläche 68 bearbeitet wird. Wie erläutert, erfolgt dabei über den Linearantrieb 30 und die Vertikalführung 28 lediglich ein Vorschub der Werkzeugspindel 26 in Vertikalrichtung (Z-Richtung) – der sonstige Vorschub erfolgt über den sich weiter drehenden Rundtisch 6. Während dieses Vorschubs mittels des Rundtisches 8 kann zur Ausbildung der eingangs erläuterten Stufe bei einem Stufenpleuel die Spindel 26 in Z-Richtung verstellt werden, so dass entsprechend eine Umstellung erfolgt vom Höhenmaß des großen Pleuelauges 41 auf dasjenige des kleinen Pleuelauges 42. Diese Verstellung erfolgt häufig im Bereich der Pleuelstange 44. Das Feinfräsen erfolgt mit einer vergleichsweise hohen Spindeldrehzahl bei geringem Vorschub und geringer Zustellung, so dass die Oberflächenqualität derjenigen beim Schleifen entspricht oder sehr nahe kommt.

Wie bereits erläutert, erfolgt das Feinfräsen als Trockenbearbeitung, wobei der Fräsvorschub über den NC-Rundtisch 6 gesteuert ist. Die Dicken- und Lagekompensation beim Fräsen erfolgt gemäß der Schmiedekontur über die geeignete Ansteuerung der Werkzeugspindel 26 in Richtung der Vertikalachse (Z-Achse). Bei der Bearbeitung eines Stufenpleuels kann für die Planflächen 68, 70 der Pleuelaugen 41, 42 das gleiche Werkzeug verwendet werden. Prinzipiell ist es auch möglich, unterschiedliche Werkzeuge zu verwenden, wobei diesen entweder eine eigene Werkzeugspindel zugeordnet ist oder aber ein Werkzeugwechsel erfolgt.

Nach diesem Feinfräsen wird das einseitig feinbearbeitete Pleuel durch weitere Rotation des Rundtisches 6 zur ersten Leerstation 34 und dann zur Wendestation 36 verfahren. Diese ist Figur 7 dargestellt.

Diese Wendestation 36 ermöglicht es, das Pleuel 2 um 180° zu drehen, so dass es auf der zuvor auf den an der Feinfrässtation 14 bearbeiteten Planflächen 68, 70 aufliegt. Wie vorstehend erwähnt, hat die Wendestation 36 einen Doppelgreifer 71, dessen Aufbau im Wesentlichen demjenigen des Doppelgreifers 56 der Be-/Entladestation 18 entspricht. Dem entsprechend hat der Doppelgreifer 71 Greifeinrichtungen 73, 73', über die das Pleuel 2 vorzugsweise im Bereich des großen oder kleinen Pleuelauges 41, 42 gegriffen und angehoben werden kann. Das Anheben in Vertikalrichtung (Z-Richtung) erfolgt wiederum über Pneumatikzylinder 75, so dass das Pleuel 2 bei gelöster Spannvorrichtung 40 in Z-Richtung angehoben und dann um die Z-Achse um 180° verschwenkt wird, so dass es mit dem kleinen Pleuelauge 42 nach vorne (links in Figur 7) hin angeordnet ist.

Dieses Pleuel 2 wird dann an einen Wendegreifer 72 übergeben, der in der Darstellung gemäß Figur 7 lediglich angedeutet ist. Über diesen Wendegreifer 72 wird das Pleuel 2 um eine horizontale Wendeachse 77 gewendet, so dass es – wie oben erwähnt – auf den zuvor bearbeiteten Planflächen 58, 70 zu liegen kommt.

Dieser Wendegreifer 72 dient auch als Speicher für ein Pleuel 2, so dass durch die vorbeschriebene Betätigung des Doppelgreifers 71 ein teilbearbeitetes Pleuel 2 vom Rundtisch 6 übernehmbar ist, während ein bereits gewendetes Pleuel von der anderen Greifanordnung des Doppelgreifers vom Wendegreifer 72 übernommen wird. Durch das darauffolgende Verschwenken und Absenken in Z-Richtung wird dann das gewendete Pleuel 2 in die zugeordneten Spannvorrichtung 40 abgelegt und das aus dieser zuvor übergebene Pleuel dem Wendegreifer 72 zugeführt. Durch diese „Zwischenspeicherung“ eines Pleuels 2 in der Wendestation 36 kann die Taktzeit der erfindungsgemäßen Bearbeitungseinheit weiter verringert werden.

Das Wenden kann bei drehendem Rundtisch 6 oder auch bei einer getakteten Betriebsweise des Rundtisches 6 erfolgen. Die Verschwenkung und das Verfahren in Z-Richtung des Doppelgreifers 71 und die Betätigung des Wendegreifers 72 erfolgen wiederum vorzugsweise pneumatisch.

Bei der weiteren Drehung des Rundtisches 8 gelangt das gewendete Pleuel 2 dann zur zweiten Feinfrässtation 16, über die dann die nunmehr oben liegenden Planflächen 74, 76

(letztere nur teilweise sichtbar) bearbeitet sind. Die Orientierung des Pleuels ist dabei entsprechend der Bearbeitungsfolge an der Feinfrässtation 14 – d.h. das große Pleuelauge 41 liegt in Vorschubrichtung vorne. Dementsprechend werden dann die zweiten Planflächen 74, 76 über das Werkzeug 78 der Werkzeugspindel 79 der Feinfrässtation 16 feinbearbeitet. Auch dies erfolgt trocken. Der Fräsvorschub wird wiederum über den Rundtisch 6 gesteuert, wobei durch die Vertikalverstellung der Werkzeugspindel 79 lediglich eine Zustellung des Fräasers (Werkzeug 78) erfolgt. Wie bei der Feinfrässtation 14 erfolgt die Dicken- und Lagekompensation somit über die Z-Vertikalachse. Bei einem Stufenpleuel erfolgt wiederum eine Verstellung des Werkzeugs in Z-Richtung im Bereich zwischen dem großen und dem kleinen Pleuelauge 41, 42.

Ansonsten entspricht die Feinfrässtation 16 der Feinfrässtation 14, so dass weitere Ausführungen entbehrlich sind.

Durch Drehung des Rundtisches 8 wird das Pleuel 2 dann zur letzten Station, der zweiten Messstation 40 verbracht. Diese Messstation 40 hat im Prinzip den gleichen Aufbau wie die Messstation 24. Dementsprechend ist ein Messkopf 80 entlang einer Horizontalführung 82 in Radialrichtung des Rundtisches 8 verfahrbar. Der gesamte Messkopf 80 ist dabei wiederum an einer Säule 84 gehalten. Die Betätigung erfolgt beim dargestellten Ausführungsbeispiel wiederum pneumatisch. Selbstverständlich ist auch eine elektromotorische oder hydraulische Betätigung möglich. Die Messung an den Messstationen 24, 40 kann berührungslos oder taktil erfolgen. Bei dieser Messung wird dann entsprechend die Pleueldicke nach dem Feinfräsen in der zweiten Feinfrässtation 16 ermittelt und es erfolgt ggf. eine Verschleißkorrektur für das Werkzeug 78 und ggf. auch für das Werkzeug 32. Die entsprechenden Signale werden dann an die jeweiligen Feinfrässtation 14, 16 übergeben.

Mit dem weiteren Vorschub gelangt das nunmehr beidseitig feinbearbeitete plangefräste Pleuel 2 wiederum zur Be-/Entladestation 18 und wird dort mittels des Doppelgreifers 56 zurück auf das Förderband 20 gelegt und gleichzeitig ein Rohling eines Pleuels vom Förderband 20 genommen und der Spannvorrichtung 4 (Spannnest) zugeführt – der Zyklus beginnt von neuem.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel dreht der Rundtisch 6 kontinuierlich während der Bearbeitung. Prinzipiell ist auch ein abschnittsweise getakteter Betrieb, beispielsweise während der Messung oder dergleichen möglich.

Die beim vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel vorhandene erste Leerstation 34 kann mit einer zusätzlichen Messstation belegt werden, so dass nach dem Fräsen der ersten Planflächen 68, 70 an der Feinfrässtation 14 bereits eine Messung und ggf. eine Dicken- und Lagekompensation durch Messwertübergabe an die Feinfrässtation 14 erfolgt.

Wie vorstehend ausgeführt, erfolgt die vorbeschriebene Feinbearbeitung beispielsweise vor dem Bruchtrennen. Üblicher Weise werden die Planflächen/Stirnseiten der Pleuel 2 jedoch nach dem Bruchtrennen durch einen weiteren Feinbearbeitungsvorgang in einen Finishzustand gebracht. Dieses Finishen kann ebenfalls auf der erfindungsgemäßen Bearbeitungseinheit erfolgen.

Dabei können dann die Feinfrässtationen 14, 16 anders als beim Feinfräsen vor dem Bruchtrennen konfiguriert sein.

Bei weiteren Varianten der beschriebenen Bearbeitungseinheiten 1 können beispielsweise die Leerstationen 34 und 38 auch mit anderen Funktionen belegt werden, wie beispielsweise eine Entmagnetisierstation, eine Station zum Beschriftungsflächefräsen, Beschriften und/oder Kodieren und – wie erwähnt, einer zusätzlichen Messstation.

Bei einer Verwendung der Bearbeitungsstation 1 zum Finishen könnte man auf die zweite Leerstation 38 verzichten und dementsprechend die zweite Feinfrässtation 16 und die Messstation 40 entsprechend nach „hinten“ verschieben. Auf die nunmehr frei werdende Station, die vorher durch die Messstation 40 belegt war, könnte dann eine Entgrat-/Reinigungsstation gesetzt werden, in der das fertig bearbeitete, gefinishte Pleuel entgratet und gereinigt und ggf. beschriftet wird.

Für eine derartige Entgratung existiert eine Vielzahl von Möglichkeiten. Beim eingangs beschriebenen Stand der Technik wird zum Entgraten eine axial zum Pleuelauge ange-

ordnete Topfbürste verwendet. Diese Vorgehensweise ist nachteilig, da der Verschleiß der Bürsten erheblich ist.

Einige Möglichkeiten für eine Entgrat-/Reinigungsstation 86 werden im Folgenden anhand der Figuren 10 bis 14 näher erläutert.

In Figur 10 ist der prinzipielle Aufbau eines ersten Ausführungsbeispiels einer Entgrat-/Reinigungsstation 86 dargestellt. Das Pleuel 2 ist in der Spannvorrichtung 4 über die Spannmittel 46, 48 gespannt, so dass die zu bearbeitenden Planflächen, beispielsweise die Planfläche 68 in der Darstellung gemäß Figur 10 oben liegen. Der Rundtisch 6 rotiert dabei während der Bearbeitung um seine Vertikalachse (Drehachse) 88. Die Entgrat-/Reinigungsstation 86 – im Folgenden ER-Station genannt – ist stationär gelagert. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel hat die ER-Station 86 eine rotierende Bürste 90, die als Topfbürste ausgeführt ist. Der Antrieb der Bürste 90 erfolgt über einen nicht dargestellten Drehantrieb, der pneumatisch, elektromotorisch oder hydraulisch ausgelegt sein kann. Die Bürste 90 rotiert um eine Bürstenachse 92. Das in Umfangsrichtung angeordnete Pleuel 2 wird durch den Vorschub des Rundtisches 6 um die Drehachse 88 gedreht, so dass der Drehradius R_{rot} durch die Lagerachse 94 des großen Pleuellauges 41 verläuft. Beim eingangs beschriebenen Stand der Technik verläuft die Bürstenachse 92 koaxial zur Lagerachse 94. Beim erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel ist die Bürstenachse 92 um das Exzentrizitätsmaß e gegenüber der Lagerachse 94 versetzt. Durch diese Exzentrizität e gelangen mehr Bürsten in Wirkeingriff mit der zu entgratenden Planfläche 68 oder den sonstigen abzureinigenden Bereichen, so dass die Bürstenabnutzung deutlich geringer ist als beim oben erwähnten Stand der Technik. Als besonders geeignetes Material für die Borsten der Bürste 90 haben sich beispielsweise Polyamid-Borsten herausgestellt, die mit einer Siliziumbeschichtung versehen sind.

Durch die Drehung des Rundtisches 6 um die Drehachse 88 (dementsprechend ein Vorschub senkrecht zur Zeichenebene in Figur 10) wird somit die gesamte Pleueelfläche entgratet.

Eine derartige Entgratung muss selbstverständlich beidseitig durchgeführt werden.

Figur 11 zeigt eine berührungslose Variante, bei der das Entgraten mittels eines Lasers, beispielsweise eines herkömmlichen Beschriftungslasers 96 erfolgt. Derartige Beschriftungslaser können beispielsweise als Faserlaser ausgeführt sein, bei dem der Laserstrahl über eine 3D-Ablenkeinrichtung auf die zu bearbeitenden Bereiche gerichtet werden kann. Dies erfolgt mit hoher Präzision, so dass das Entgraten/Abreinigen sehr schnell und mit hoher Qualität erfolgt.

Die Kontur des auf dem Rundtisch 6 gespannten Pleuels 2 wird bei diesem Ausführungsbeispiel über einen 3D-Scanner 98 abgetastet und dabei zu entgratende Kanten erfasst. Die entsprechenden Geometriedaten werden dann zur Ansteuerung der Ablenkeinrichtung des Lasers 96 genutzt. In der Darstellung gemäß Figur 11 sind die vom 3D-Laserscanner abgegebenen Messstrahlen gestrichelt angedeutet – die zum Entgraten vorgesehenen Laserstrahlen sind durchgehend angedeutet. Die Ablenkung sowohl des Scanners 98 als auch des Lasers 96 ist so ausgelegt, dass der gesamte zu bearbeitende Bereich der Planflächen 68, 70 erfassbar ist.

Die bekannten 3D-Laserscanner arbeiten nach dem Prinzip der Triangulation, der Phasenverschiebung oder der Pulslaufzeitmessung – diese Messverfahren sind per se bekannt und werden üblicher Weise bei 3D-Laserscannern eingesetzt.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel wird somit, so zu sagen vorausseilend, über den 3D-Laserscanner 98 die zu entgratende Struktur abgetastet und entsprechende Mess-/Steuersignale an die Steuerung des eigentlichen Entgratungslasers 96 übergeben, so dass das Entgraten/Reinigen mit hoher Präzision erfolgt. Wie erläutert, dreht sich dabei der Rundtisch 6 kontinuierlich um seine Drehachse 88.

Ein wesentlicher Vorteil des berührungslosen Entgratens (siehe auch die im Folgenden beschriebene Figur 12) besteht darin, dass das Pleuel während dieses Entgratvorganges nicht gespannt sein muss.

Figur 12 zeigt eine einfache Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 11. Bei dieser Variante ist vorausgesetzt, dass der Rundtisch 6 während des Entgratens/Reinigens stillsteht. Dementsprechend kann auf den voreilenden 3D-Laserscanner

96 verzichtet werden. Das Entgraten per se erfolgt wie beim zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel über einen geeigneten Laser 96, beispielsweise einem Beschriftungslaser. Dabei wird der Laserstrahl allerdings so gesteuert, dass er ohne Lageänderung des Pleuels 2 dessen gesamte Kontur überstreifen kann. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist das kleine Pleuelauge 42 in Henkelkorbform ausgebildet – diese Geometrie stellt besonders hohe Anforderungen an das Planfräsen und die dazu gehörigen Bearbeitungsschritte.

Figur 13 zeigt eine Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 10. Demgemäß erfolgt das Entgraten/Reinigen wiederum über eine Bürste 100, die bei diesem Ausführungsbeispiel jedoch nicht als Topfbürste sondern als Scheibenbürste ausgeführt ist, die um eine senkrecht zur Zeichenebene in Figur 13 angeordnete Rotationsachse 102 in Pfeilrichtung rotiert. Diese Rotationsachse 102 ist an einem Pendelkopf 104 gelagert, der seinerseits um eine Achse 106 drehbar ist. Dieser Pendelkopf 104 kann dann noch in Richtung der Pleuelstange 44 in Horizontalrichtung verfahrbar sein, um auch das kleine Pleuelauge 42 zu entgraten. Bei einem derartigen Horizontalvorschub kann der Rundtisch 6 während des Entgratens still stehen. Prinzipiell ist es jedoch auch möglich, den Tisch 6 während des Entgratvorganges drehen zu lassen, so dass das kleine Pleuelauge 42 in den Wirkungsbereich der Scheibenbürste 100 gebracht wird. Die Achse 106 läuft bei diesem Ausführungsbeispiel coaxial zur Lagerachse 94.

Figur 14 zeigt schließlich eine weitere Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 10. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die ER-Station 86 mit der als Topfbürste ausgeführten Bürste 90 und einer weiteren Bürste 108 ausgeführt, über die das kleine Pleuelauge 42 bearbeitet wird. Beide Bürsten 90, 108 sind wiederum um eine Bürstenachse 92 bzw. 110 drehbar angeordnet und mittels eines nicht dargestellten Antriebs angetrieben. Die Bürstenachsen 92, 110 sind beide exzentrisch (Exzentrizität e_1 , e_2) zur zugehörigen Lagerachse 94 (großes Pleuelauge 41) bzw. 112 (kleines Pleuelauge 42) angeordnet. Beide Bürsten 92, 108 können über einen gemeinsamen Antrieb an einem gemeinsamen Bürstenkopf gehalten sein. Bei diesem Ausführungsbeispiel steht – wie erläutert – der Rundtisch 6 während der Bearbeitung. D.h. bei derartigen Ausführungsbeispielen wird der Rundtisch 6 während des Entgratens/Reinigungs angehalten, führt jedoch bei den sonstigen Bearbeitungen, insbesondere beim Feinfräsen einen Vorschub durch – der Rundtisch

6 wird dann sozusagen getaktet mit kontinuierlichem Vorschub und Stillstandsperioden betrieben.

Offenbart ist eine Bearbeitungseinheit mit zumindest einer Feinfrässtation und einem Rundtisch zur Aufnahme von Werkstücken. Der Rundtisch führt während der Feinbearbeitung einen Vorschub aus.

Offenbart ist eine Bearbeitungseinheit zur spanabhebenden Bearbeitung einer Stirnfläche eines Werkstücks. Die Bearbeitungseinheit hat einen Werkstücktisch, der während der spanabhebenden Bearbeitung dreht oder getaktet ist.

Bezugszeichenliste:

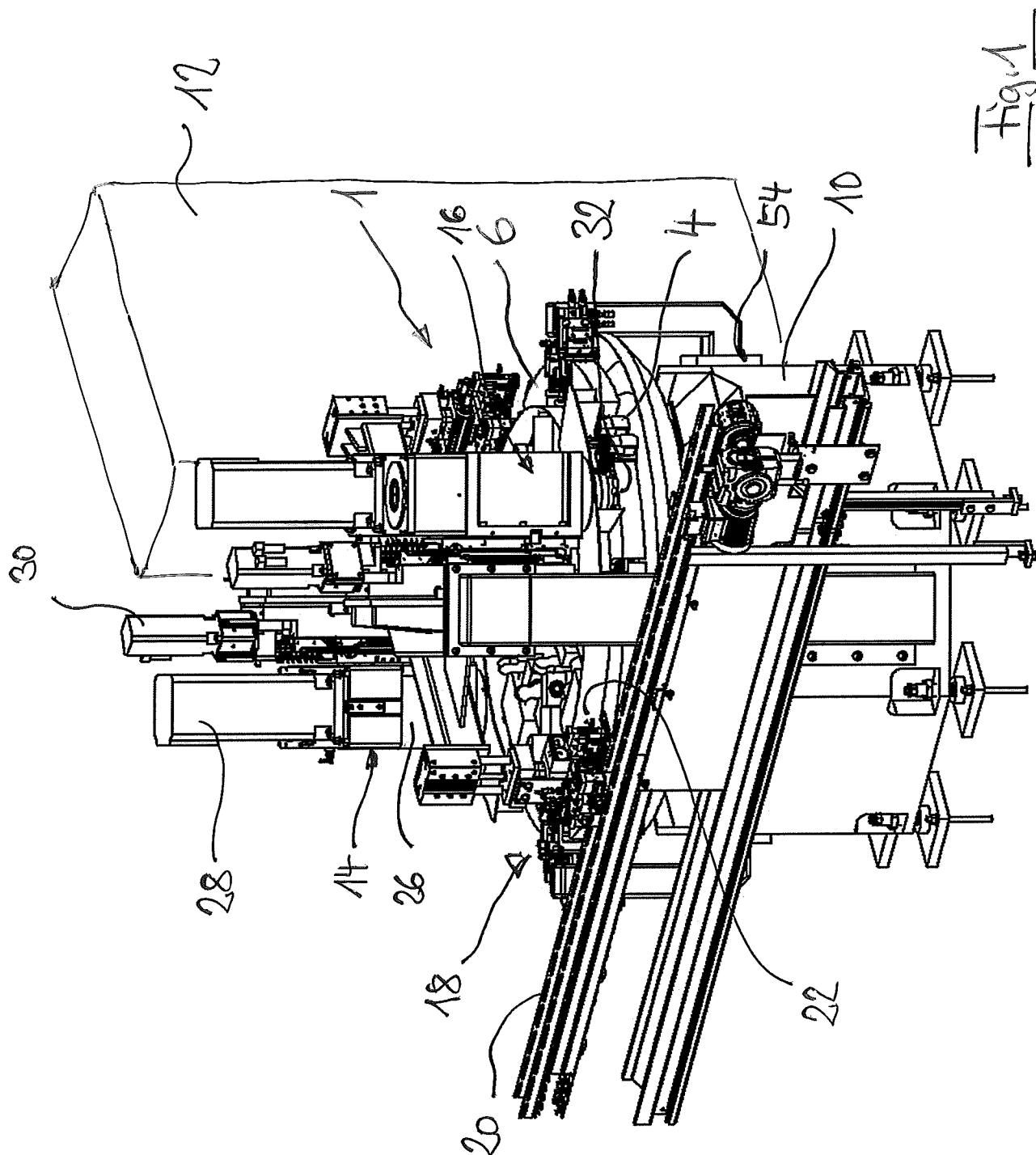
1	Bearbeitungseinheit
2	Pleuel
4	Spannvorrichtung
6	Rundtisch
10	Gestell
12	Steuerung
14	Feinfrässtation
16	Feinfrässtation
18	Be-/Entladestation
20	Förderband
22	Handlingsgerät
24	Messstation
26	Werkzeugspindel
28	Vertikalführung
30	Linearantrieb
32	Werkzeug (Fräser)
34	Leerstation
36	Wendestation
38	Leerstation
39	Konsole
40	Messstation
41	großes Pleuelauge
42	kleines Pleuelauge
44	Pleuelstange
46	Spannmittel
48	Spannmittel
50	Auflagefläche
52	Auflagefläche
54	Späneabfuhr
56	Doppelgreifer

58	Greifeinrichtung
60	Pneumatikzylinder
62	Messkopf
64	Säule
66	Horizontalführung
68	Planfläche
70	Planfläche
71	Doppelgreifer
72	Wendegreifer
73	Greifeinrichtung
74	zweite Planfläche
75	Pneumatikzylinder
76	zweite Planfläche
77	Wendeachse
78	Werkzeug (Fräser)
79	Werkzeugspindel
80	Messkopf
82	Vertikalführung
84	Säule
86	Entgrat-/Reinigungsstation
88	Drehachse
90	Bürste
92	Bürstenachse
94	Lagerachse
96	Laser
98	3D-Laserscanner
100	Scheibenbürste
102	Rotationsachse
104	Pendelkopf
106	Achse
108	weitere Bürste
110	Bürstenachse
112	Lagerachse (kleines Pleuelauge)

Ansprüche

1. Bearbeitungseinheit zum Bearbeiten von zumindest einer Plan- oder Stirnfläche (68, 70) eines Werkstücks, insbesondere eines Pleuels (2), mit einem Werkstücktisch, vorzugsweise einem Rund- oder Ringtisch (6), auf dem das Werkstück angeordnet ist und mit einer Werkzeugspindel (26, 79), die ein Werkzeug zur spanabhebenden Bearbeitung trägt, wobei eine Maschinensteuerung (12) derart ausgelegt ist, dass der Werkstücktisch, vorzugsweise der Rund-/Ringtisch (6) während der spanabhebenden Bearbeitung etwa quer zur Spindelachse bewegbar ist.
2. Bearbeitungseinheit nach Patentanspruch 1 mit einer Wendestation (36) zum Wenden des Werkstücks.
3. Bearbeitungseinheit nach Patentanspruch 1 oder 2 mit einer weiteren Werkzeugspindel (80) mit einem Werkzeug zur Bearbeitung einer rückwärtigen Planfläche (74, 76) des Werkstücks.
4. Bearbeitungseinheit nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei das Werkstück in Umfangsrichtung des Rund-/Ringtischs (6) angeordnet ist und das Werkzeug während der Bearbeitung in Z-Richtung verstellbar ist.
5. Bearbeitungseinheit nach einem der vorhergehenden Patentansprüche mit einer Messstation (40) und/oder einer Be- und Entladestation (18).
6. Bearbeitungseinheit nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einer Entgrat-/Reinigungsstation (86).
7. Bearbeitungseinheit nach Patentanspruch 6, wobei die Entgrat-/Reinigungsstation (86) eine Bürste (90) hat, deren Bürstenachse (92) im Parallelabstand zur Drehachse (88) des Werkstücktisches und exzentrisch zu einer Achse der Plan- oder Stirnfläche oder eines Lagerauges angeordnet ist.

8. Bearbeitungseinheit nach Patentanspruch 6, wobei die Entgrat-/Reinigungsstation (86) einen Laser (96) zum Entgraten/Reinigen und/oder Beschriften hat.
9. Bearbeitungseinheit nach Patentanspruch 8, wobei die Entgrat-/Reinigungsstation (86) eine Abtasteinrichtung zum Abtasten der Kontur der zu reinigenden Oberfläche hat, wobei die Maschinensteuerung ausgelegt ist, den Laser (96) in Abhängigkeit von der Abtastung zu steuern und wobei ein Vorschub während des Entgratens/Reinigens mittels des Werkstücktisches erfolgt.
10. Bearbeitungseinheit nach Patentanspruch 9, wobei die Abtasteinrichtung ein 3D-Laserscanner (98) ist.
11. Bearbeitungseinheit nach einem der Patentansprüche 6 bis 10, wobei jeweils eine Entgrat-/Reinigungsstation (86) nach derjenigen Station angeordnet ist, in der die spanabhebende Bearbeitung erfolgt.
12. Bearbeitungseinheit nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einer Entmagnetisierungsstation.
13. Bearbeitungseinheit nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einer Be-/Entladestation (18), einer Messstation (24), einer Feinfrässtation (14), einer Leerstation (34) oder einer Entgrat-/Reinigungsstation (86), einer Wendestation (36), optional einer Leerstation (38), einer zweiten Feinfrässtation (16), optional einer weiteren Entgrat-/Reinigungsstation (86) und einer weiteren Messstation (40), wobei ein Vorschub des Werkstückes zumindest während der Feinfräsbearbeitung und optional während des Entgratens/Reinigens mittels des Werkstücktisches erfolgt.
14. Bearbeitungseinheit nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei das Werkzeug ein Fräser ist, und/oder das Werkstück ein Pleuel ist.
15. Bearbeitungseinheit nach einem der Patentansprüche 2 bis 14, wobei die Wendestation (36) einen Zwischenspeicher für zumindest ein Werkstück hat.



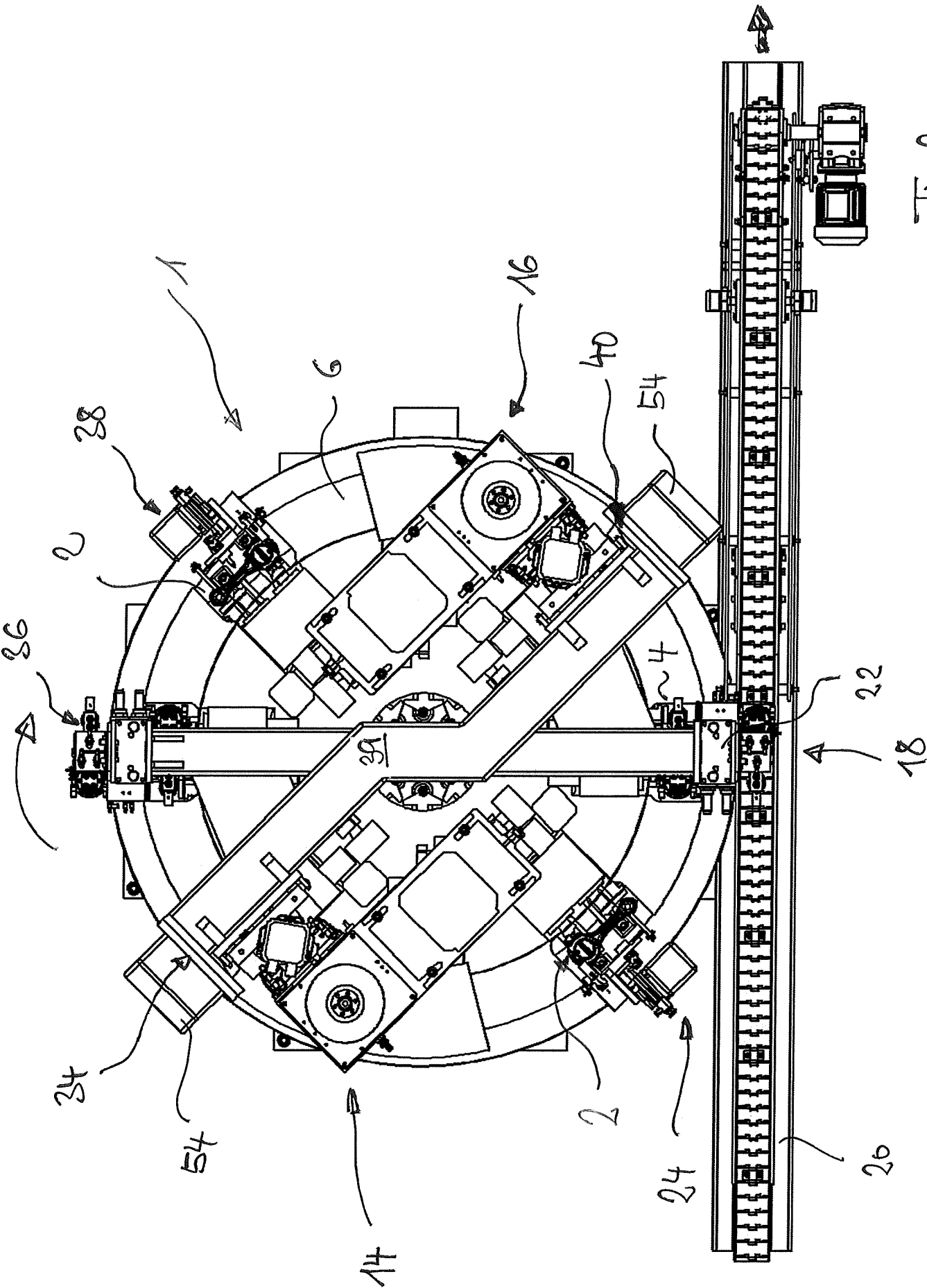
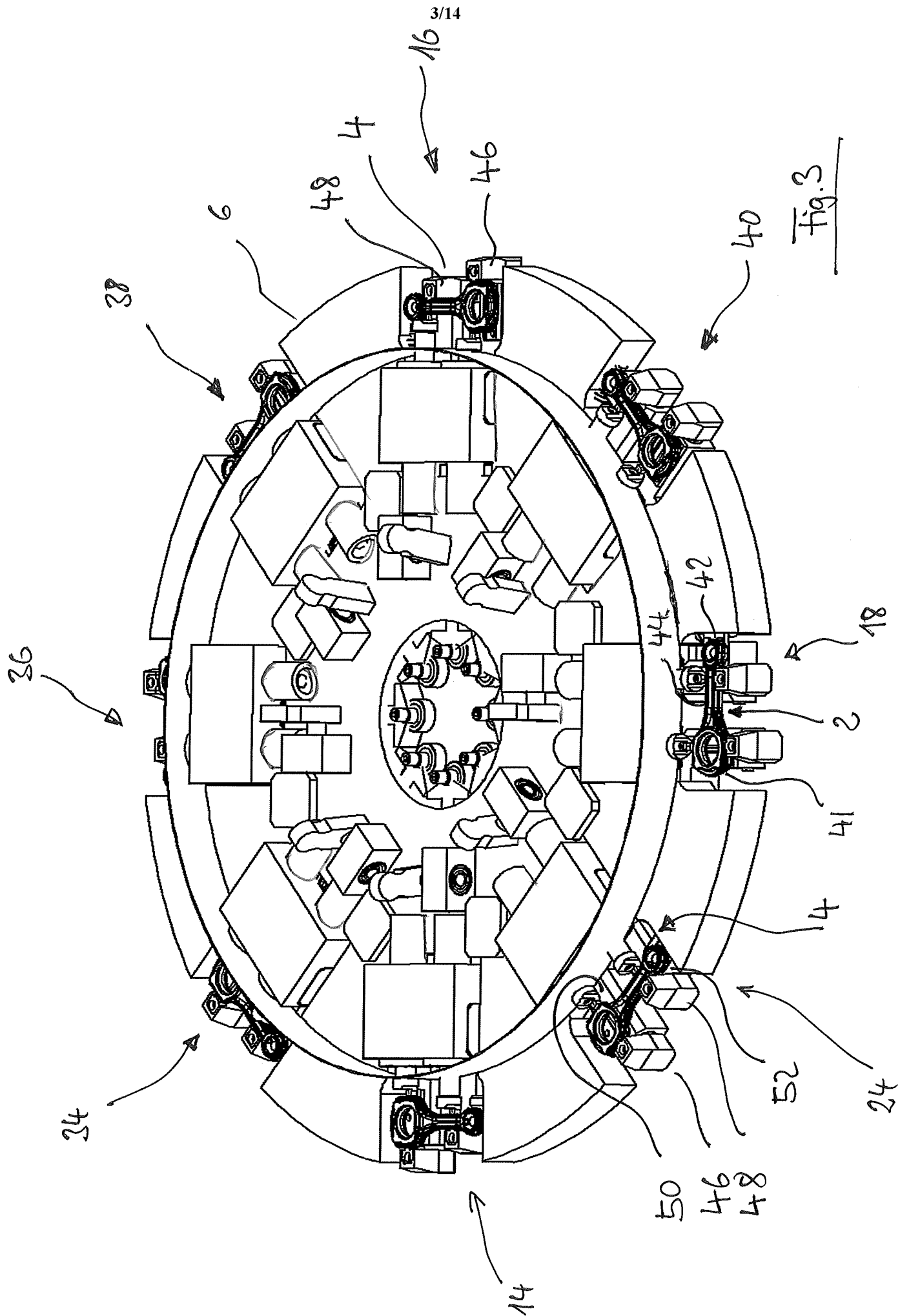


Fig. 2



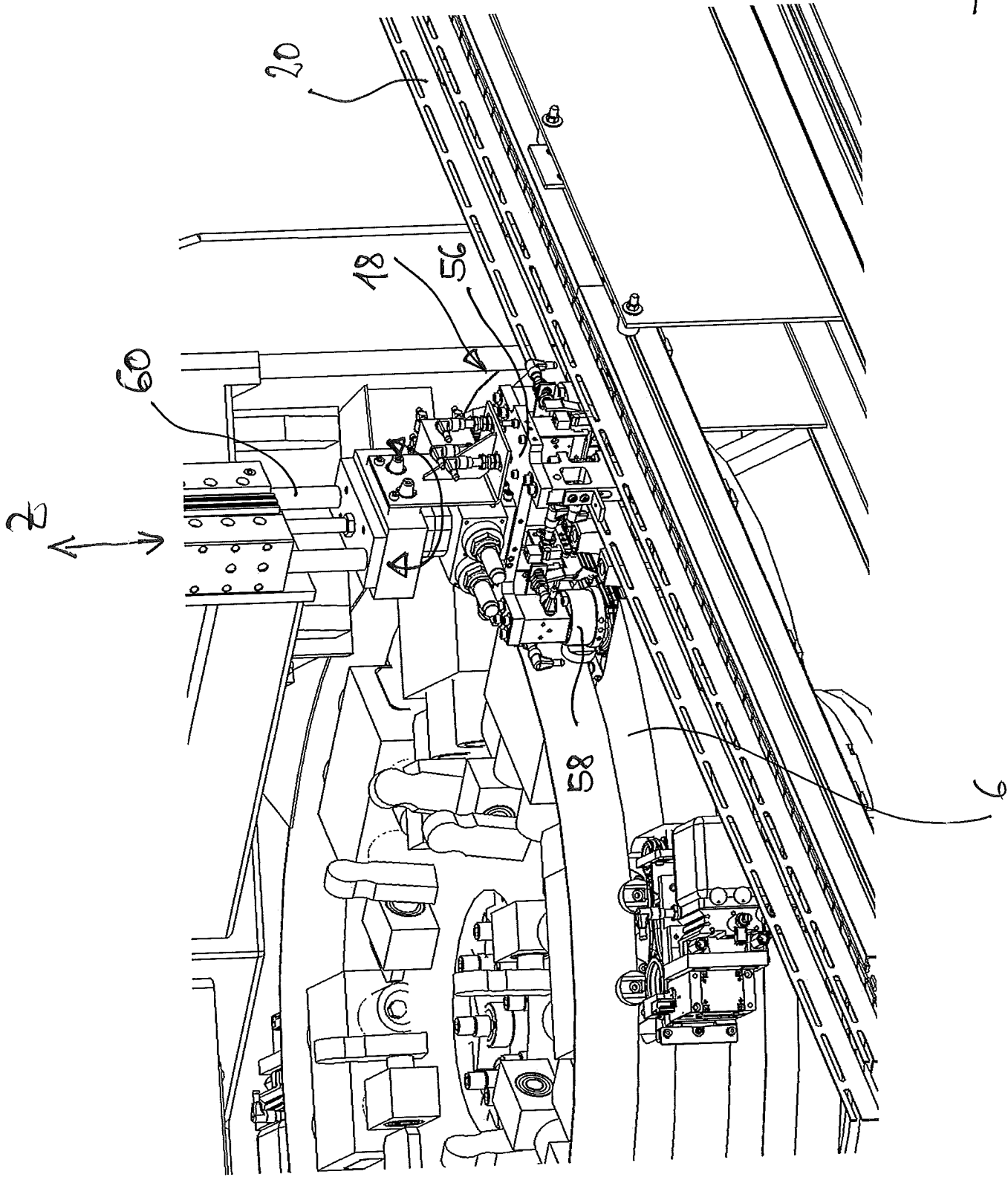


fig. 4

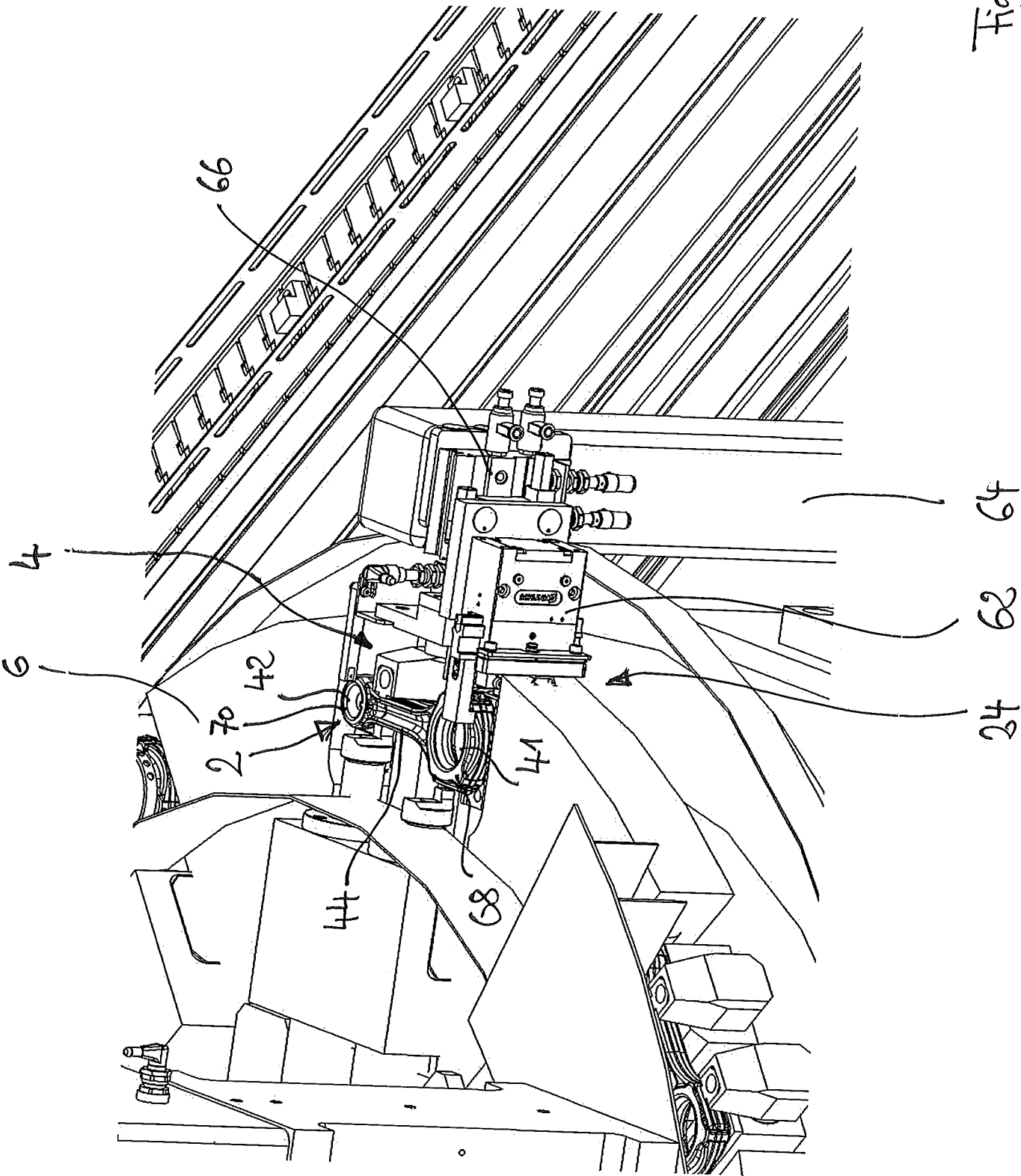


Fig. 5

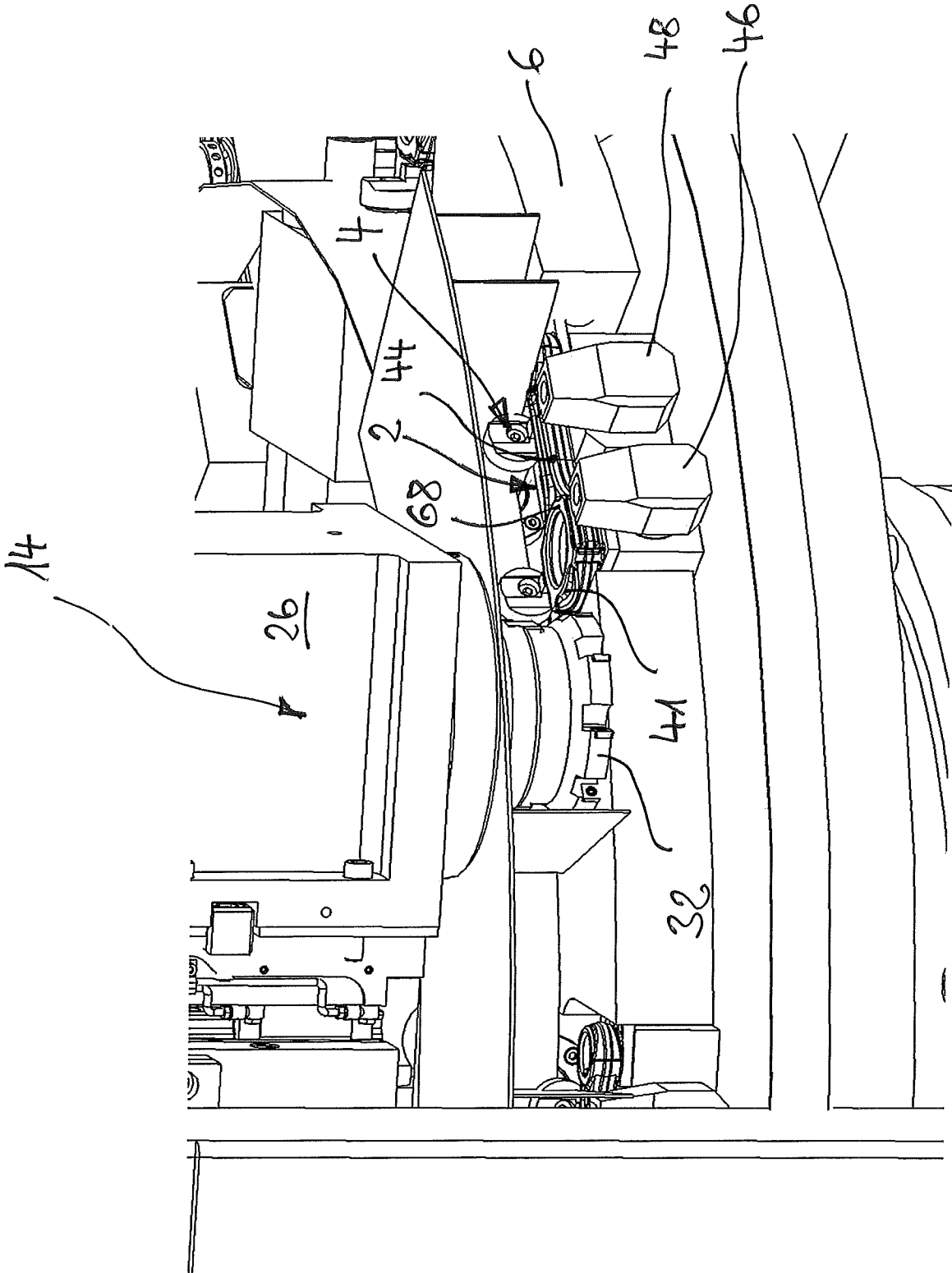
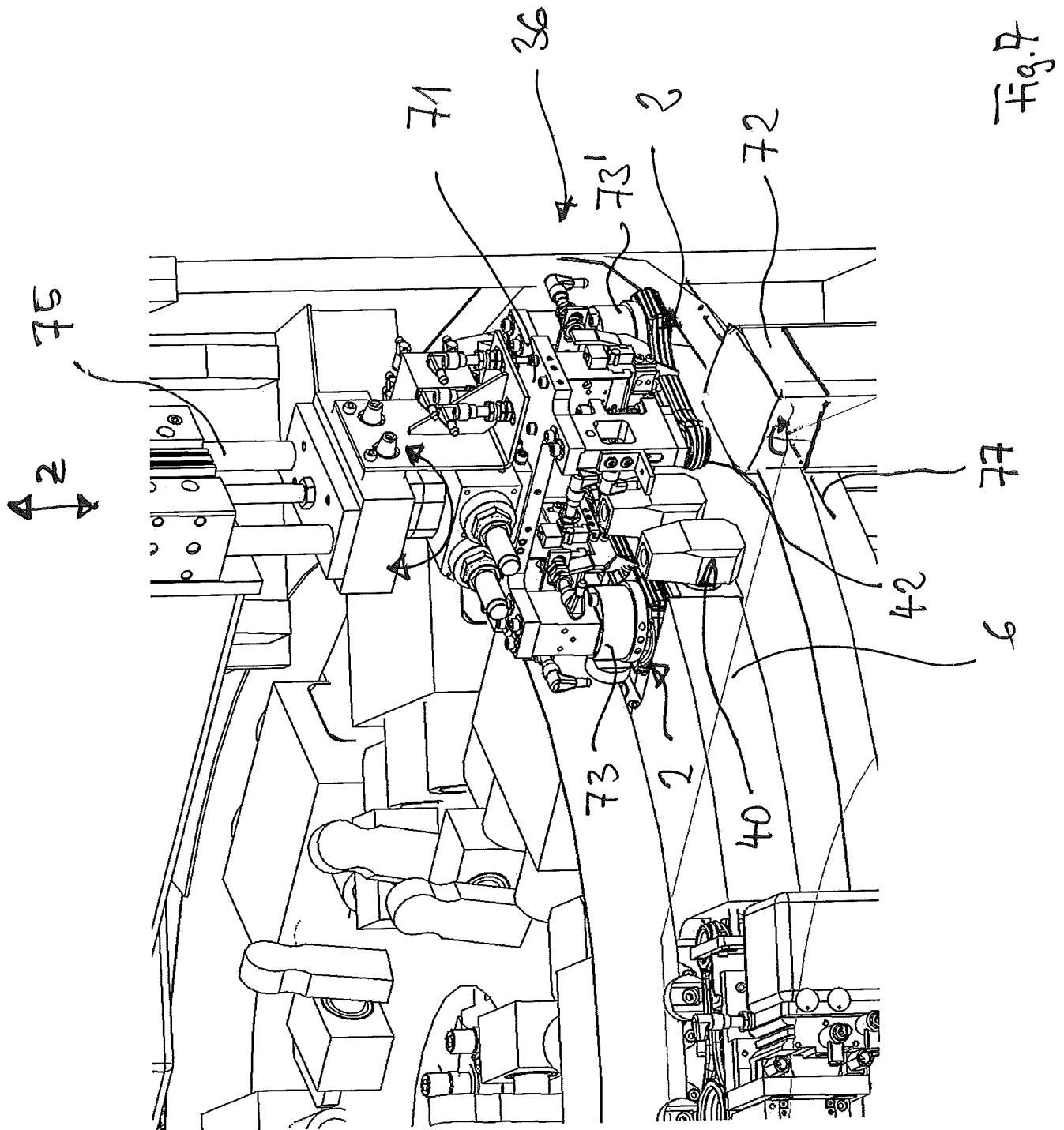


Fig. 6



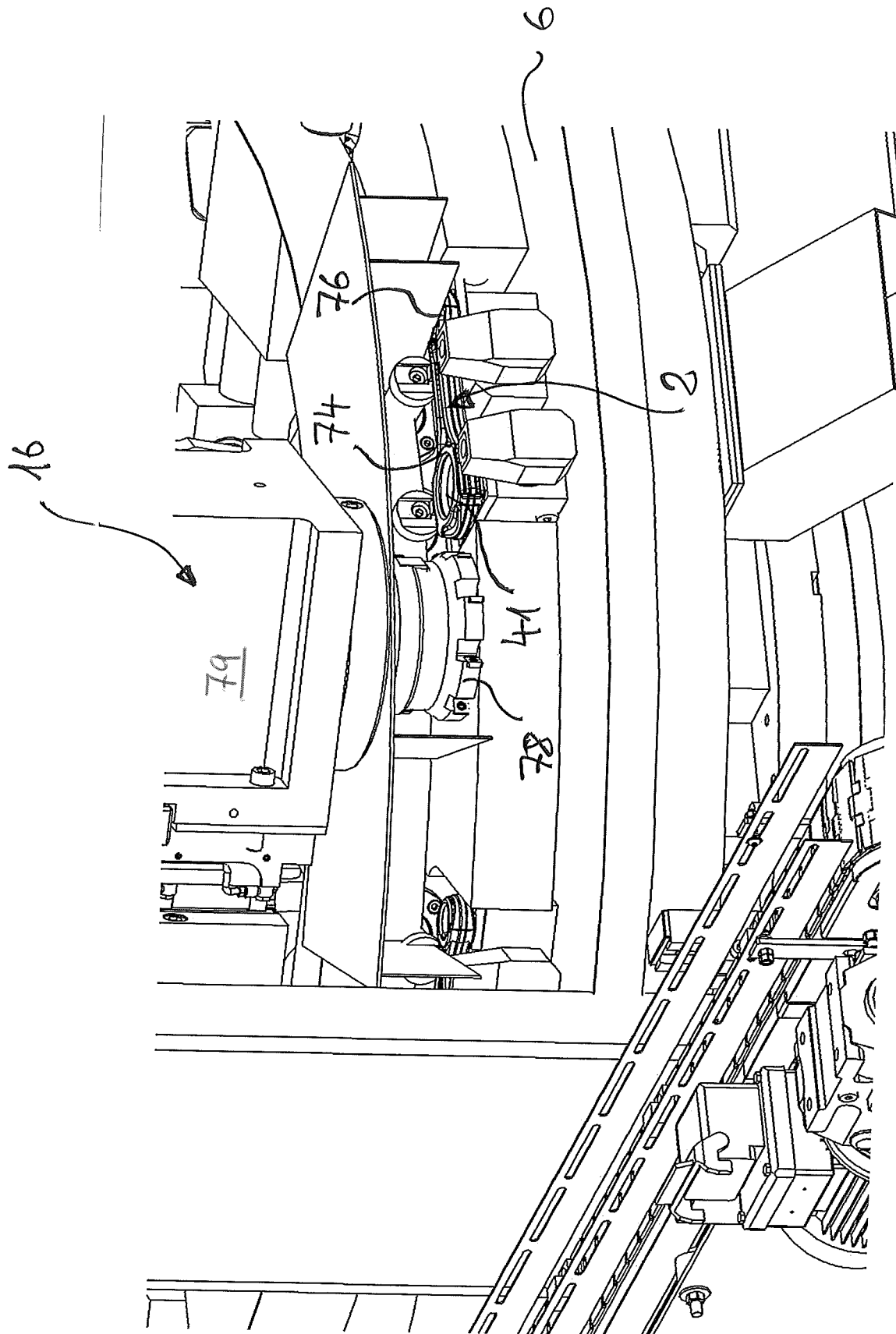


Fig. 8

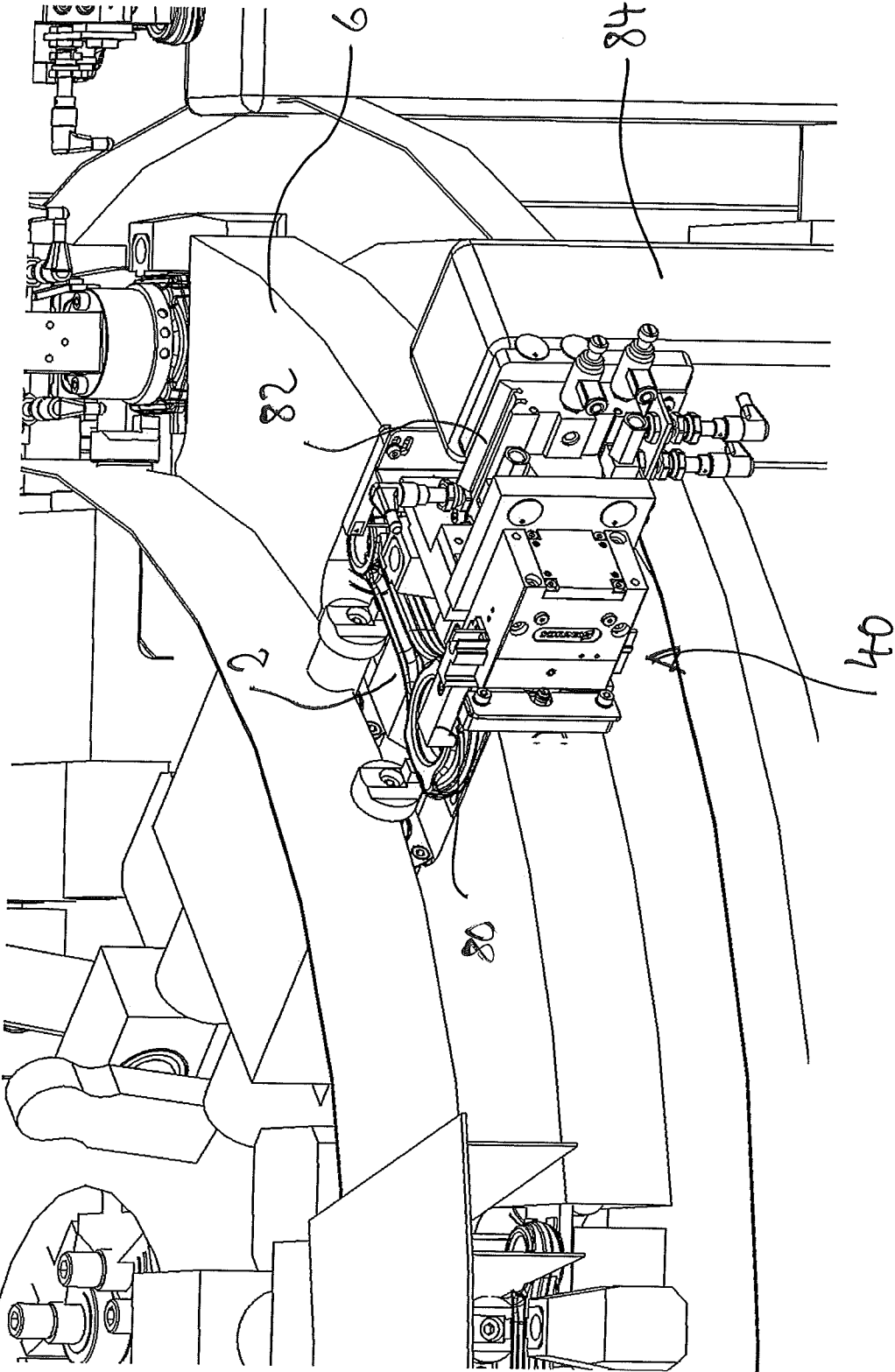
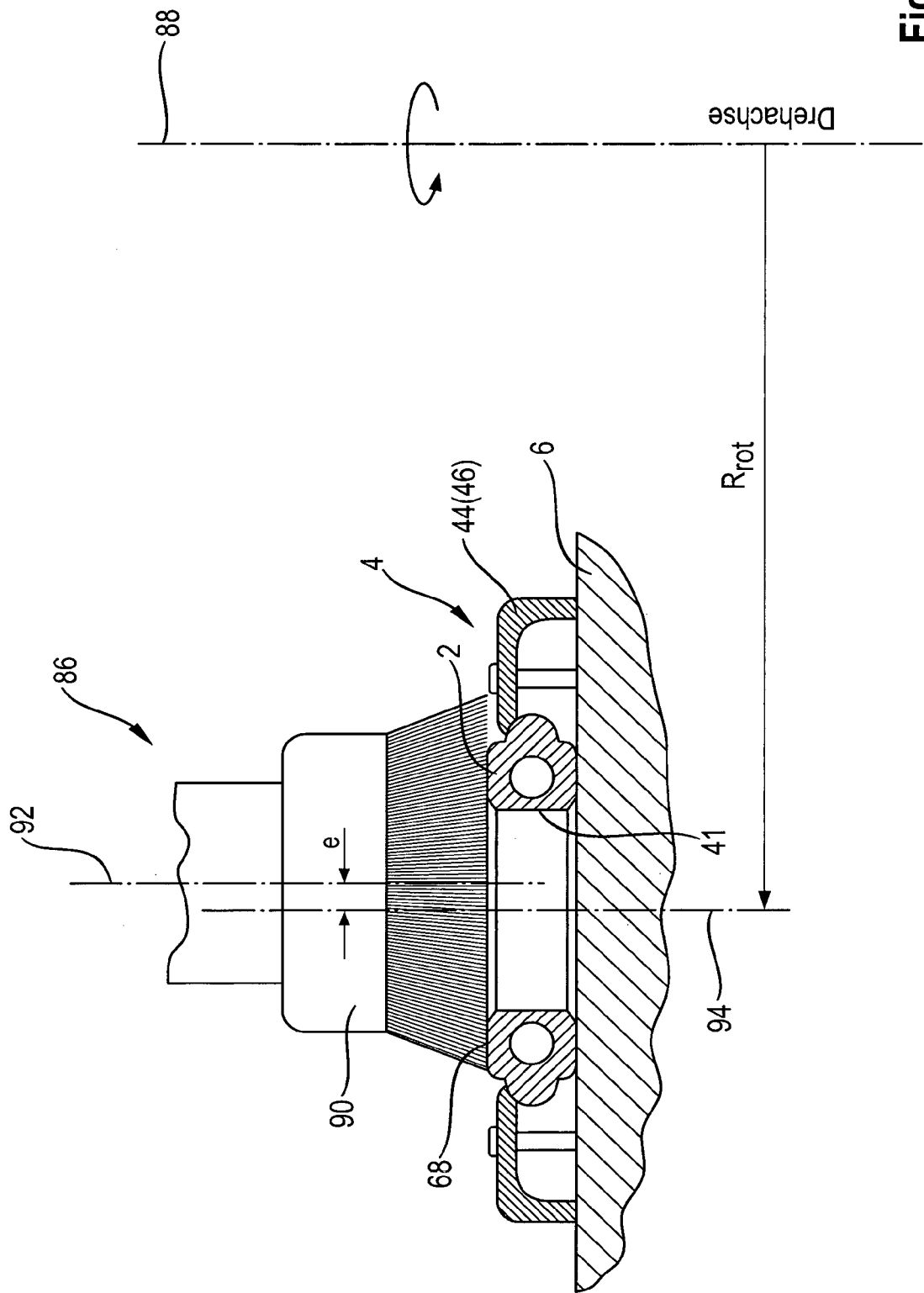


Fig. 9

Fig. 10



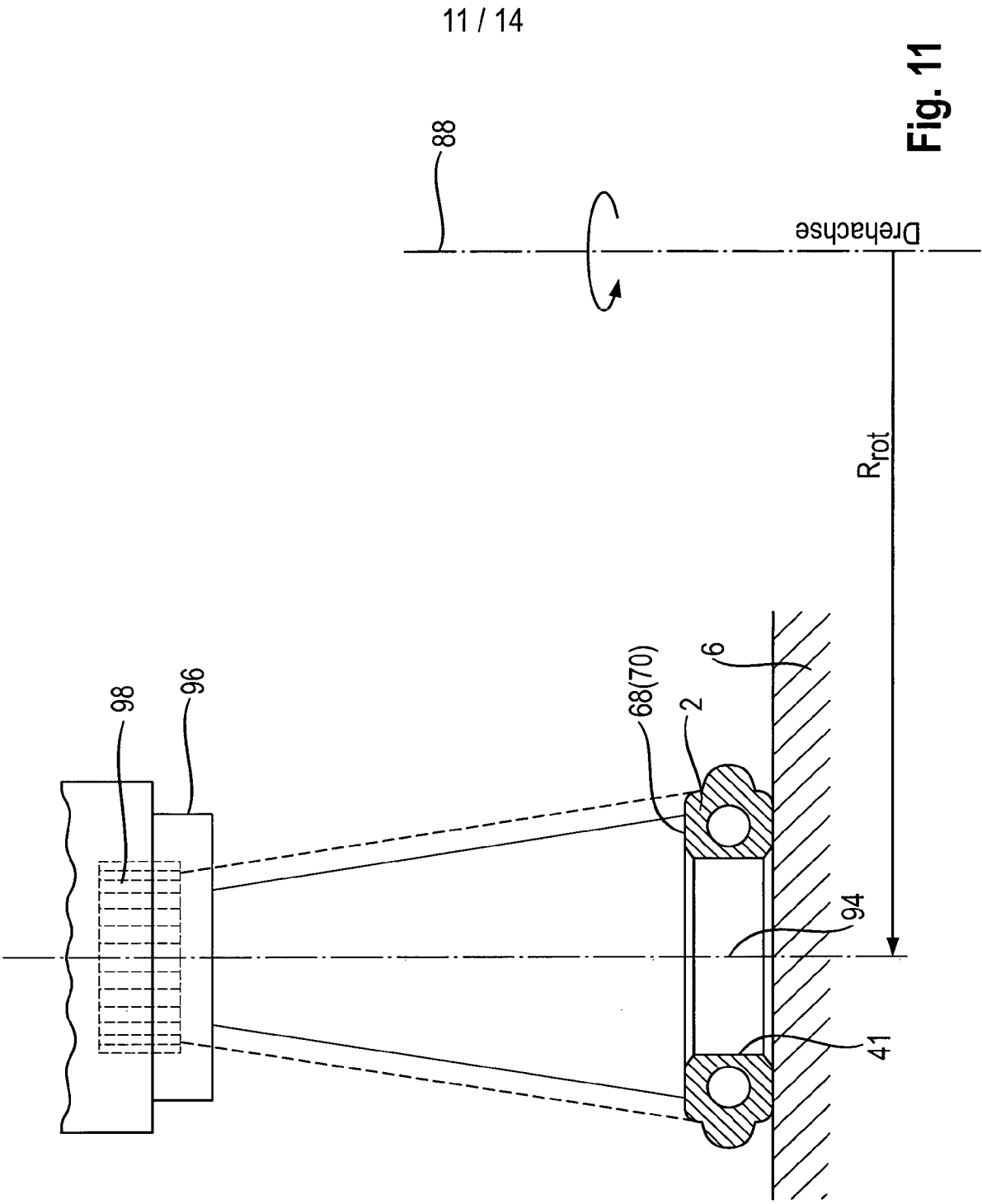


Fig. 11

12 / 14

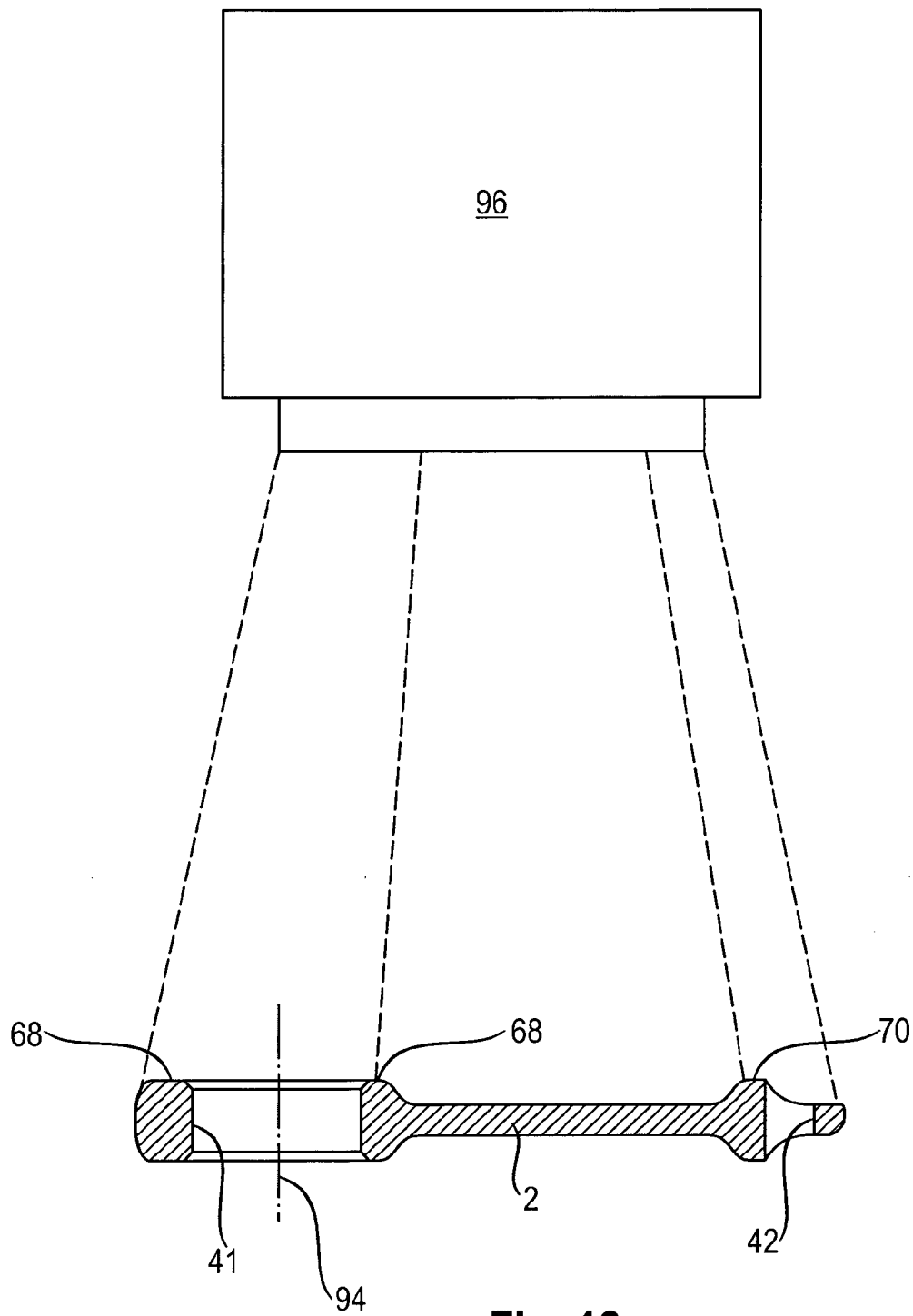


Fig. 12

13 / 14

Fig. 13

