

(19)



(11)

EP 2 617 522 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.07.2013 Patentblatt 2013/30

(51) Int Cl.:
B24B 5/42 (2006.01)
B24B 35/00 (2006.01)
B24B 41/04 (2006.01)
B24B 21/02 (2006.01)
B24B 41/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12152051.4**

(22) Anmeldetag: **23.01.2012**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Hildebrandt, Oliver**
78132 Hornberg (DE)
• **Weber, Christoph**
79215 Biederbach (DE)

(71) Anmelder: **Supfina Grieshaber GmbH & Co. KG**
77709 Wolfach (DE)

(74) Vertreter: **Dreiss**
Patentanwälte
Gerokstraße 1
70188 Stuttgart (DE)

(54) **Vorrichtung zur Feinbearbeitung einer bezogen auf eine Werkstückachse eines Werkstücks exzentrisch angeordneten Werkstückumfangsfläche**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (10) zur Feinbearbeitung einer bezogen auf eine Werkstückachse eines Werkstücks (12) exzentrisch angeordneten Werkstückumfangsfläche, insbesondere eines Hublagers einer Kurbelwelle, mit einer Drehantriebseinrichtung (24) zum Drehantrieb des Werkstücks (12) um die Werkstückachse, mit einer Andrückeinrichtung (20) zum Andrücken eines Feinbearbeitungswerkzeugs gegen die

Werkstückumfangsfläche, und mit einer Lagereinrichtung (18) zur Lagerung der Andrückeinrichtung (20) an einem Gestell (14), wobei eine Kraftbeaufschlagungseinrichtung vorgesehen ist, welche auf ein bedingt durch die Drehung des Werkstücks (12) sich zwischen zwei Umkehrlagen hin- und herbewegendes Lagerteil der Lagereinrichtung (18) Brems- und/oder Beschleunigungskräfte ausübt.

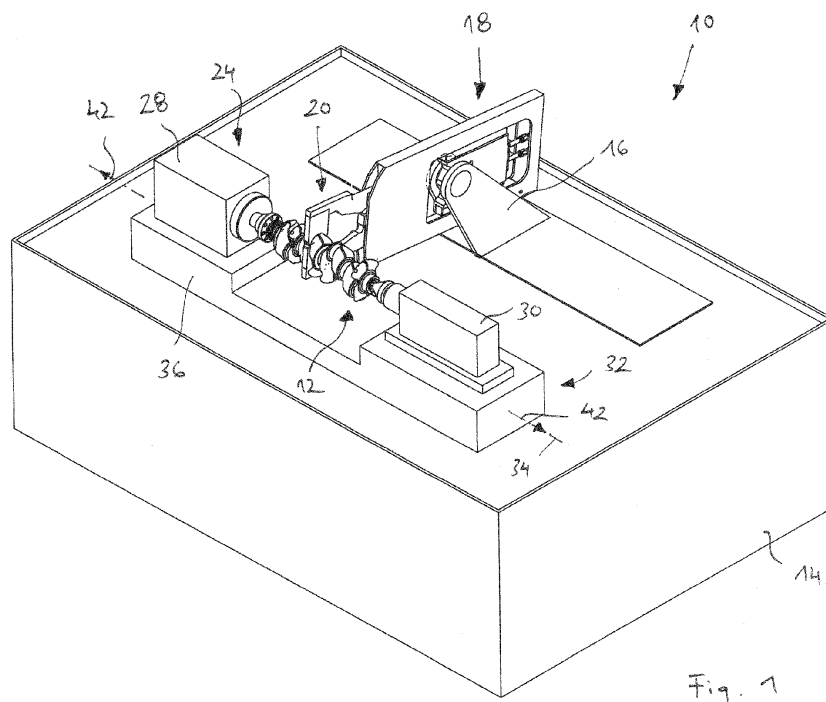


Fig. 1

EP 2 617 522 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Feinbearbeitung einer bezogen auf eine Werkstückachse eines Werkstücks exzentrisch angeordneten Werkstückumfangsfläche, insbesondere eines Hublagers einer Kurbelwelle, mit einer Drehantriebseinrichtung zum Drehantrieb des Werkstücks um die Werkstückachse, mit einer Andrückeinrichtung zum Andrücken eines Feinbearbeitungswerkzeugs gegen die Werkstückumfangsfläche, und mit einer Lagereinrichtung zur Lagerung der Andrückeinrichtung an einem Gestell.

[0002] Aus der DE 10 2007 059 926 A1 ist eine Vorrichtung bekannt zur Bearbeitung von Umfangsflächen im Wesentlichen rotationssymmetrischer Werkstückabschnitte an Werkstücken, wie Nocken- und Kurbelwellen, die eine Werkstückachse und mehrere entlang der Werkstückachse versetzt angeordnete Werkstückabschnitte aufweisen. Die DE 10 2007 059 926 A1 schlägt vor, in Bezug auf die Werkstückachse zueinander winkelfversetzte Finisheiten vorzusehen. Dies soll eine platzsparende und konstruktiv vereinfachte Anordnung von parallel zu der Werkstückachse nebeneinander angeordneten Finisheiten ermöglichen.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche eine hohen Qualitätsanforderungen genügende und gleichzeitig wirtschaftliche Feinbearbeitung eines Werkstücks ermöglicht.

[0004] Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine Kraftbeaufschlagungseinrichtung vorgesehen ist, welche auf ein bedingt durch die Drehung des Werkstücks sich zwischen zwei Umkehrlagen hin- und herbewegendes Lagerteil der Lagereinrichtung Brems- und/oder Beschleunigungskräfte ausübt.

[0005] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht es, die während der Feinbearbeitung eines Werkstücks auftretenden Massenträgheitskräfte zu verringern oder sogar zumindest weitestgehend zu vermeiden. Somit können die in dem Kontaktbereich zwischen dem Feinbearbeitungswerkzeug und dem Werkstück wirkenden Anpresskräfte vergleichmäßig, somit auch die Abtragsraten vergleichmäßig und die Bearbeitungsqualität verbessert werden. Die Bremskräfte ermöglichen es, das sich hin- und herbewegende Lagerteil der Lagereinrichtung vor Erreichen einer Umkehrlage abzubremesen. Die Beschleunigungskräfte ermöglichen es, das Lagerteil bei oder nach Erreichen einer Umkehrlage in Richtung auf die andere Umkehrlage anzutreiben. Hierdurch wird eine erhebliche Beruhigung der Lagereinrichtung erreicht. Diese Beruhigung hat auch zur Folge, dass die zum Drehantrieb des Werkstücks vorgesehene Drehantriebseinrichtung nicht der Hin- und Herbewegung des Lagerteils entsprechend variierende Antriebsmomente erzeugen muss, um eine konstante Drehung des Werkstücks zu gewährleisten. Vielmehr muss die Drehantriebseinrichtung nur noch ein weitestgehend konstantes An-

triebsmoment aufbringen. Auch dies führt dazu, dass die zu bearbeitende Werkstückumfangsfläche höhere Rundheitsgenauigkeiten aufweist. Außerdem ist es möglich, die Drehantriebsgeschwindigkeit des Werkstücks zu erhöhen, sodass die Bearbeitungsqualität erhöht wird, höhere Materialabtragsraten erreicht werden und die Feinbearbeitung eines Werkstücks weniger Zeit beansprucht.

[0006] Bevorzugt ist es, wenn die Kraftbeaufschlagungseinrichtung zumindest in einer der Umkehrlagen des Lagerteils eine in Richtung der anderen Umkehrlage gerichtete Beschleunigungskraft auf das Lagerteil ausübt. Dies ermöglicht einen Ausgleich der in der Umkehrlage auftretenden Massenträgheitskraft, insbesondere bei einem Lagerteil, welches sich bezogen auf die Schwerkraft in vertikaler Richtung bewegt und vorzugsweise zumindest in der unteren Umkehrlage mit einer Beschleunigungskraft beaufschlagt wird.

[0007] Insbesondere ist es bevorzugt, wenn die Kraftbeaufschlagungseinrichtung zumindest in jeweils beiden Umkehrlagen des Lagerteils eine in Richtung auf die jeweils andere Umkehrlage gerichtete Beschleunigungskraft auf das Lagerteil ausübt. Dies ermöglicht einen Ausgleich der Massenträgheitskräfte in beiden Umkehrlagen.

[0008] Nach einer Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Kraftbeaufschlagungseinrichtung das Lagerteil mit Brems- und/oder Beschleunigungskräften beaufschlagt, wenn das Lagerteil sich in einer zwischen den Umkehrlagen angeordneten Zwischenlage befindet. Auf diese Weise kann ein Abbremsen des Lagerteils und/oder eine Beschleunigung des Lagerteils nicht nur punktuell in den Umkehrlagen, sondern zusätzlich oder alternativ hierzu auch in den Zwischenlagen erfolgen, sodass eine besonders starke Beruhigung der Lagereinrichtung erzielt wird. Außerdem können die Brems- und/oder Beschleunigungskräfte "sanfter" (im Sinne von zeitlich stetiger) in das Lagerteil eingeleitet werden.

[0009] Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kraftbeaufschlagungseinrichtung einen Energiespeicher aufweist, welcher im Zuge der Bewegung des Lagerteils aus einer ersten Umkehrlage in eine zweite Umkehrlage aufladbar und in entgegengesetzter Richtung entladbar ist. Die Aufladung des Energiespeichers kann insbesondere mit dem Ausüben von Bremskräften auf das Lagerteil einhergehen. Die Entladung des Energiespeichers geht insbesondere mit dem Ausüben von Beschleunigungskräften auf das Lagerteil einher und somit mit einer Unterstützung der Bewegung des Lagerteils aus der ersten Umkehrlage in die zweite Umkehrlage. Ein Energiespeicher hat den Vorteil, dass die kinetische Energie des Lagerteils zur Erzeugung der Brems- und/oder Beschleunigungskräfte genutzt werden kann, sodass der Drehantrieb weniger Energie zum Drehantrieb des Werkzeugs benötigt. Eine im Prinzip denkbare, an sich vorteilhafte und nachfolgend noch erläuterte "aktive" Kraftbeauf-

schlagungseinrichtung, welche eine externe Energiezufuhr umfasst, kann bei Verwendung eines Energiespeichers entfallen.

[0010] Vorzugsweise sind mindestens zwei Energiespeicher vorgesehen, welche in einander entgegengesetzten Bewegungsrichtungen des Lagerteils aufladbar und somit auch in jeweils einander entgegengesetzten Bewegungsrichtungen des Lagerteils entladbar sind.

[0011] Als Energiespeicher können in vorteilhafter Weise mechanisch oder pneumatisch wirksame Federelemente verwendet werden. Während des Aufladens solcher Federelemente erzeugen diese Bremskräfte zum Abbremsen des Lagerteils. Während des Entladens der Federelemente wird die in den Federelementen gespeicherte Energie frei und bewirkt eine Beschleunigung des Lagerteils.

[0012] In vorteilhafter Weise umfasst die Kraftbeaufschlagungseinrichtung mindestens eine Zylinder-/Kolbeneinheit. Eine solche Einheit eignet sich besonders gut für die Integration vorstehend beschriebener Energiespeicher. Eine Zylinder-/Kolbeneinheit kann aber auch als Kraftübertragungseinrichtung verwendet werden, welche die Massenträgheitskräfte des Lagerteils in eine Umgebung des Lagerteils ableitet, um dort die Massenträgheitskräfte auszugleichen, beispielsweise mittels Energiespeichern, insbesondere in Form von Federelementen, oder auch mittels aktiver Krafterzeugungselemente, welche pneumatisch, hydraulisch, mechanisch oder elektrisch wirksam sein können.

[0013] Eine besonders einfache Ableitung von Massenträgheitskräften in einer Umgebung des Lagerteils ergibt sich, wenn der Innenraum eines Zylinders einer Zylinder-/Kolbeneinheit fluidwirksam mit einem Zusatzvolumen verbunden ist.

[0014] Ferner ist es vorteilhaft, wenn eine Versorgungseinrichtung zur Druckbeaufschlagung des Innenraums eines Zylinders und/oder eines mit dem Innenraum verbundenen Zusatzvolumens mit einem voreinstellbaren, insbesondere veränderbaren, Fluiddruck vorgesehen ist. Eine solche Versorgungseinrichtung kann beispielsweise mittels Druckluft gespeist werden. Die Veränderung des Fluiddrucks kann zur Einstellung einer Federrate der Kraftbeaufschlagungseinrichtung verwendet werden und ermöglicht eine einfache Anpassung des Betrags einer Brems- und/oder Beschleunigungskraft.

[0015] Es ist möglich, die Kraftbeaufschlagungseinrichtung so einzurichten, dass sie für eine bestimmte Drehzahl des Werkstücks und einen bestimmten Abstand zwischen der Werkstückumfangsfläche und der Werkstückachse des Werkstücks und für eine bestimmte Masse des Lagerteils und der Andrückeinrichtung und gegebenenfalls des Feinbearbeitungswerkzeugs eine vorgebbare Maximalkraft bereitstellt. Für eine einfache Anpassung der Vorrichtung, insbesondere für unterschiedliche Umdrehungsgeschwindigkeiten und unterschiedliche Abstände zwischen der Werkstückumfangsfläche und der Werkstückachse des Werkstücks, ist es jedoch vorteilhaft, wenn eine Steuereinrichtung zur

Steuerung des Betrags und/oder der Richtung und/oder des zeitlichen Verlaufs einer auf das Lagerteil wirkenden Brems- und/oder Beschleunigungskraft vorgesehen ist. Auf diese Weise kann die Vorrichtung schnell und einfach an unterschiedliche Werkstückgeometrien und Fertigungsparameter angepasst werden.

[0016] In vorteilhafter Weise ist eine Einrichtung zur Erfassung der Lage des Lagerteils vorgesehen. In Verbindung mit einer vorstehend beschriebenen Steuereinrichtung ist hiermit eine besonders einfache Steuerung der Kraftbeaufschlagungseinrichtung möglich.

[0017] Für eine definierte Bewegung des Lagerteils ist es vorteilhaft, wenn dieses an einer Linearführung geführt ist.

[0018] Die Linearführung ist beispielsweise mittels eines Schwenkteils relativ zu dem Gestell schwenkbar gelagert. Hierdurch kann das Lagerteil in einer Richtung quer zu seiner Hin- und Herbewegung die Bewegungen der zu bearbeitenden Werkstückumfangsfläche nachvollziehen.

[0019] Alternativ hierzu ist es möglich, dass die Linearführung an einem Schlitten angeordnet ist, welcher in einer Richtung quer, insbesondere senkrecht, zu der Führungsachse der Linearführung verschiebbar an dem Gestell gelagert ist. Eine solche Konstruktion kann auch als "Kreuzschlitten" bezeichnet werden.

[0020] Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist zur Kompensation von massenbedingten Trägheitskräften, die aufgrund einer Bewegung des Lagerteils um eine Schwenkachse oder aufgrund der Bewegung des Lagerteils in einer Richtung quer zu der Führungsachse der Linearführung entstehen, eine weitere Kraftbeaufschlagungseinrichtung vorgesehen. (Eine solche Kraftbeaufschlagungseinrichtung kann aber auch verwendet werden, wenn eine Kraftbeaufschlagungseinrichtung zur Erzeugung von Brems- und/oder Beschleunigungskräften auf das sich zwischen zwei Umkehrlagen hin- und herbewegende Lagerteil nicht vorgesehen ist.)

[0021] Die vorstehend beschriebene Vorrichtung eignet sich für Lagerteile, welche sich im Wesentlichen in horizontaler Richtung hin- und herbewegen. Die vorstehende Vorrichtung kann aber auch verwendet werden für Lagerteile, welche sich in vertikaler Richtung hin- und herbewegen.

[0022] Für den Fall, dass das Lagerteil entlang einer bezogen auf die Schwerkraftichtung vertikalen Achse zwischen den Umkehrlagen bewegbar ist, ist es vorteilhaft, wenn eine Ausgleichseinrichtung vorgesehen ist, welche zumindest anteilig eine nach vertikal oben wirkende Haltekraft erzeugt, die betragsmäßig der Gewichtskraft der Andrückeinrichtung, des Lagerteils und des Feinbearbeitungswerkzeugs (beispielsweise eines Finishsteins oder eines an einer Bandführung geführten Finishbands) entspricht. Auf diese Weise ist ein Ausgleich zumindest eines Teils der Gewichtskraft der genannten Teile der Vorrichtung möglich.

[0023] Alternativ oder zusätzlich hierzu kann die Haltekraft zumindest anteilig durch die Kraftbeaufschla-

gungseinrichtung erzeugt werden. Auch auf diese Weise ist ein Ausgleich zumindest eines Teils der Gewichtskraft der genannten Teile der Vorrichtung möglich. Für den Fall, dass die Kraftbeaufschlagungseinrichtung zumindest einen Teil der Haltekraft erzeugt, ist es besonders bevorzugt, wenn die von der Kraftbeaufschlagungseinrichtung auf das Lagerteil ausgeübte Haltekraft einstellbar ist. Im Falle der Verwendung einer Feder zur Erzeugung zumindest eines Teils der Haltekraft kann eine solche Einstellbarkeit durch Veränderung der Vorspannung der Feder erreicht werden (bei einer mechanischen Feder durch eine Veränderung der Lage von Federanschlüssen; bei einer pneumatischen Feder durch Veränderung des Gasdrucks).

[0024] Für den Fall, dass die Kraftbeaufschlagungseinrichtung die Einstellung einer Haltekraft ermöglicht, können dieselben Kraftbeaufschlagungseinrichtungen für horizontal bewegbare Lagerteile als auch für vertikal bewegbare und dabei gewichtskraftkompensierte Lagerteile verwendet werden. Hierdurch kommen die Vorteile eines Baukastensystems zum Tragen.

[0025] Im Rahmen der Erfindung kann es sich bei dem Feinbearbeitungswerkzeug um ein Polier-, Läpp-, Schleif- oder Rollierwerkzeug handeln.

[0026] Insbesondere handelt es sich bei dem Feinbearbeitungswerkzeug um ein Finishwerkzeug, welches mit der Andrückeinrichtung zusammenwirkt und eine sich abnutzende, abrasiv wirksamen Wirkfläche aufweist. Beispielsweise handelt es sich um ein Finishwerkzeug in Form eines Finishsteins, welcher an der Andrückeinrichtung befestigt wird. Bei dem Finishwerkzeug kann es sich aber auch um ein Finishband handeln, welches vorzugsweise mittels einer Andrückschale der Andrückeinrichtung gegen die Werkstückumfangsfläche ange-drückt wird.

[0027] Insbesondere für den Fall, dass es sich bei dem Feinbearbeitungswerkzeug um ein Finishwerkzeug handelt, ist es bevorzugt, wenn die Vorrichtung einen Oszillationsantrieb zur Beaufschlagung des Werkstücks mit einer zur Werkstückachse parallelen Oszillationsbewegung umfasst, sodass mittels der Vorrichtung eine für das Finishverfahren charakteristische Kreuzschliffstruktur erzeugbar ist.

[0028] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und der zeichnerischen Darstellung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

[0029] In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform einer Vorrichtung zur finishenden Feinbearbeitung eines Werkstücks;

Fig. 2 eine Seitenansicht eines Teils der Vorrichtung gemäß Fig. 1, umfassend ein Feinbearbeitungswerkzeug in Form eines Finishwerkzeugs, eine Andrückeinrichtung und eine Lagereinrichtung;

Fig. 3

eine der Fig. 2 entsprechende Seitenansicht in einer im Bereich einer Kraftbeaufschlagungseinrichtung ausbruchsweise geschnittenen Darstellung in einer 0° entsprechenden Ausgangslage einer Werkstückumfangsfläche eines Werkstücks;

Fig. 4

eine der Fig. 3 entsprechende Seitenansicht in einer um 90° relativ zu der Ausgangslage verdrehten Lage des Werkstücks;

Fig. 5

eine der Fig. 3 entsprechende Seitenansicht in einer um 180° relativ zu der Ausgangslage verdrehten Lage des Werkstücks;

Fig. 6

eine der Fig. 3 entsprechende Seitenansicht in einer um 270° relativ zu der Ausgangslage verdrehten Lage des Werkstücks;

Fig. 7

eine der Fig. 3 entsprechende Seitenansicht bei Erweiterung der Vorrichtung mit einer Einrichtung zur Erfassung der Lage eines Lagerteils der Lagereinrichtung;

Fig. 8

eine der Fig. 3 entsprechende Seitenansicht bei Verwendung von mechanischen Federn als Krafterzeugungselemente und Energiespeicher;

Fig. 9

eine der Fig. 3 entsprechende Seitenansicht bei Verwendung von mit Zylinder-/Kolbeneinheiten fluidwirksam verbundenen Zusatzvolumina;

Fig. 10

eine der Fig. 3 entsprechende Seitenansicht bei Verwendung einer hydraulisch angesteuerten Gasfeder;

Fig. 11

eine der Fig. 3 entsprechende Seitenansicht bei Verwendung einer hydraulisch angesteuerten mechanischen Feder;

Fig. 12

eine schematische Ansicht einer Ausführungsform einer Versorgungseinrichtung zur Druckbeaufschlagung der Innenräume eines Zylinders und/oder mit den Innenräumen jeweils verbundenen Zusatzvolumina mit einem voreinstellbaren, insbesondere veränderbaren, Fluiddruck;

Fig. 13

eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer Versorgungseinrichtung;

Fig. 14

eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer Versorgungseinrichtung;

Fig. 15 bis 18 schematische Darstellungen für Beispiele eines Verlaufs von Brems- und/oder Beschleunigungskräften in Abhängigkeit der Drehlage des Werkstücks; und

Fig. 19 eine schematische Darstellung des Verlaufs des an einer Drehantriebseinrichtung der Vorrichtung anliegenden Antriebsmoments ohne und mit Verwendung einer Kraftbeaufschlagungseinrichtung.

[0030] Eine insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnete Ausführungsform einer Vorrichtung dient zur Feinbearbeitung, insbesondere zur finishenden Bearbeitung, eines Werkstücks 12. Die Vorrichtung 10 umfasst ein ortsfestes Gestell 14 mit einem Gestellteil 16 zur Verbindung einer nachfolgend näher erläuterten Lagereinrichtung 18 mit dem Gestell 14. Die Lagereinrichtung 18 dient zur Lagerung einer nachfolgend näher erläuterten Andrückeinrichtung 20 an dem Gestell 14. Die Andrückeinrichtung 20 drückt ein Feinbearbeitungswerkzeug in Form eines Finishwerkzeugs 22 (vergleiche Figur 2), beispielsweise in Form eines Finishbands, gegen eine finishend zu bearbeitende Oberfläche des Werkstücks 12. Das Finishband ist an einer Finishbandführung 23 beispielsweise in Form einer Umlenkrolle 25 geführt.

[0031] Die Vorrichtung 10 umfasst eine Drehantriebseinrichtung 24 (vergleiche Figur 1) zum Drehen des Werkstücks 12 um eine Werkstückachse 26 (vergleiche Figur 2). Die Drehantriebseinrichtung 24 umfasst einen Spindelstock 28 und einen Reitstock 30. Das Werkstück 12 ist zwischen dem Spindelstock 28 und dem Reitstock 30 eingespannt. Der Verbund aus Drehantriebseinrichtung 24 und Werkstück 12 ist mittels eines Oszillationsantriebs 32 entlang einer zu der Werkstückachse 26 parallelen Oszillationsachse 34 kurzhubig hin- und herbewegbar.

[0032] In vorteilhafter Weise umfasst der Oszillationsantrieb 32 einen Träger 36 zur Befestigung des Spindelstocks 28 und des Reitstocks 30. Der Träger 36 ist mittels einer an sich bekannten und daher nicht näher erläuterten Antriebseinrichtung, beispielsweise in Form eines Exzenterantriebs, angetrieben.

[0033] Das Werkstück 12 weist eine Werkstückumfangsfläche 38 auf, welche zu der Werkstückachse 26 exzentrisch versetzt ist. Insbesondere erstreckt sich die Werkstückumfangsfläche 38 konzentrisch um eine Zusatzachse 40, welche parallel und zu der Werkstückachse 26 beabstandet verläuft.

[0034] Bei dem Werkstück 12 handelt es sich insbesondere um eine Kurbelwelle. Bei der Werkstückumfangsfläche 38 handelt es sich insbesondere um die Lagerfläche eines Hublagers der Kurbelwelle.

[0035] Während der Bearbeitung des Werkstücks 12 rotiert dieses um die Werkstückachse 26. Dabei bewegt sich die Werkstückumfangsfläche 38 dem Abstand der Achsen 40 und 26 entsprechend kreisförmig um die Werkstückachse 26. Der vorstehend beschriebenen

Drehbewegung wird mittels des Oszillationsantriebs 32 eine in Figur 1 mit einem Doppelpfeil 42 angedeutete Oszillationsbewegung überlagert, um unter abrasiver Wirkung des Finishwerkzeugs 22 die Werkstückumfangsfläche 38 mit einer Kreuzschliffstruktur zu versehen.

[0036] Da die Werkstückumfangsfläche 38 sich wie vorstehend erläutert kreisförmig um die Werkstückachse 26 herumbewegt, ist es erforderlich, dass auch das Finishwerkzeug 22 (gegebenenfalls gemeinsam mit der Bandführung 23) und somit die Andrückeinrichtung 20 dieser Bewegung der Werkstückumfangsfläche 38 folgen können. Daher weist die Lagereinrichtung 18 zur Lagerung der Andrückeinrichtung 20 an dem Gestell 14 zwei Freiheitsgrade auf, welche eine Bewegung der Andrückeinrichtung 20 innerhalb einer zu der Werkstückachse 26 senkrechten Ebene ermöglicht.

[0037] Die Lagereinrichtung 18 umfasst ein Schwenkteil 44, welches mittels eines Schwenklagers 46 um eine Schwenkachse 48 schwenkbar an dem Gestellteil 16 gehalten ist. Die Schwenkachse 48 erstreckt sich parallel zu der Werkstückachse 26.

[0038] Das Schwenkteil 44 dient zur Anordnung mindestens einer Linearführung 50, mittels welcher ein Lagerteil 52 entlang einer Führungsachse 54 der Linearführung 50 verschiebbar relativ zu dem Schwenkteil 44 gelagert ist.

[0039] Das Lagerteil 52 erstreckt sich im Wesentlichen innerhalb einer senkrecht zu der Werkstückachse 26 verlaufenden Ebene. Das Lagerteil 52 weist eine Durchbrechung 56 auf, welche von dem Schwenklager 46 durchsetzt ist.

[0040] Das Lagerteil 52 weist ein dem Werkstück 12 zugewandtes Lagerteilende 58 zur Anordnung der Andrückeinrichtung 20 auf.

[0041] Die Andrückeinrichtung 20 umfasst mindestens ein Andrückelement 60, vorzugsweise zwei Andrückelemente 60, das oder die beispielsweise in Form von Zangenarmen 62 ausgebildet ist oder sind. Die Zangenarme 62 sind relativ zu dem Lagerteil 52 um Andrückschwenkachsen 64 verschwenkbar. Die Andrückschwenkachsen 64 verlaufen parallel zu der Schwenkachse 48 des Schwenkteils 44.

[0042] Die Zangenarme 62 weisen an ihrem dem Werkstück 12 zugewandten Ende Andrückschnitte 66 auf, welche insbesondere schalenförmig ausgebildet sind, sodass ein als Finishband ausgebildetes Finishwerkzeug 22 entlang eines Teilumfangs der Werkstückumfangsfläche 38 gegen diese angedrückt werden kann.

[0043] Zur Erzeugung einer Andrückkraft umfasst die Andrückeinrichtung 20 einen Andrückantrieb 68, welcher die Andrückelemente 60 mit einer Andrückkraft beaufschlagt. Der Andrückantrieb 68 ist beispielsweise in Form einer Hydraulikeinheit 70 ausgebildet, welche die Andrückelemente 60 mit Andrückkräften 72 beaufschlagt.

[0044] Beispielsweise sind der Andrückantrieb 68 und die Andrückschnitte 66 auf bezogen auf die Andrückschwenkachsen 64 voneinander abgewandten Seiten

der Andrückelemente 60 angeordnet. Auf diese Weise können voneinander abgewandte Druckkräfte 72 in einander zugewandte Andrückkräfte 74 umgeleitet werden.

[0045] Die Vorrichtung 10 umfasst eine zwischen dem Schwenkteil 44 und dem Lagerteil 52 wirkende Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76 (vergleiche Figur 3). Die Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76 erzeugt parallel zu den Führungsachsen 54 der Linearführungen 50 wirkende Brems- und Beschleunigungskräfte, welche auf das Lagerteil 52 wirken.

[0046] Die Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76 umfasst mindestens eine Zylinder-/Kolbeinheit 78, beispielsweise zwei zueinander parallel angeordnete Zylinder-/Kolbeinheiten 78. Die Einheiten 78 umfassen jeweils einen Kolben 80, welcher jeweils über eine Kolbenstange 82 unbewegbar mit dem Lagerteil 52 verbunden ist.

[0047] Die Kolben 80 sind in fest mit dem Schwenkteil 44 verbundenen Zylindern 84 gleitend gelagert. Die Kolben 80 unterteilen die Zylinder 84 in voneinander getrennte Innenräume, nämlich einen ersten Innenraum 86 und einen zweiten Innenraum 88.

[0048] Die Innenräume 86, 88 sind jeweils mit einem druckbeaufschlagten Gas gefüllt und bilden jeweils in entgegengesetzten Richtungen aufladbare und entladbare Energiespeicher 90.

[0049] In Figur 3 ist das Werkstück 12 in einer Ausgangslage dargestellt, in welcher sich die Werkstückumfangsfläche 38 bezogen auf die Werkstückachse 26 in einer "12-Uhr-Position" befindet. Diese Ausgangslage des Werkstücks 12 wird nachfolgend mit "0°" bezeichnet. Durch Drehung des Werkstücks 12 um die Werkstückachse 26 mittels der Drehantriebseinrichtung 24, beispielsweise im Uhrzeigersinn, wird das Werkstück 12 ausgehend aus der in Figur 3 dargestellten Lage verdreht, beispielsweise in eine relativ zu der Ausgangslage um 90° verdrehte Lage (vergleiche Figur 4).

[0050] Durch den zwischen den Andrückabschnitten 66 und der Werkstückumfangsfläche 38 wirkenden Formschluss bewegt sich im Zuge der Drehung des Werkstücks 12 die Andrückeinrichtung 20 in vertikaler Richtung nach unten und gleichzeitig in horizontaler Richtung von der Werkstückachse 26 weg. Die horizontale Bewegung der Andrückeinrichtung 20 bewirkt eine entsprechende horizontale Verschiebung des Lagerteils 52 relativ zu dem Schwenkteil 44. Die vertikale Bewegung der Andrückeinrichtung 20 bewirkt eine Verschwenkung des Lagerteils 52 und des Schwenkteils 44 um die Schwenkachse 48.

[0051] Durch die horizontale Verschiebung des Lagerteils 52 verändert sich die Position der Kolben 80 relativ zu den Zylindern 84. Insbesondere wird das in den zweiten Innenräumen 88 vorhandene Gas komprimiert, sodass während der Bewegung des Lagerteils 52 aus der Ausgangslage (Figur 3) in die in Figur 4 dargestellte Zwischenlage zunehmend höhere Bremskräfte auf das Lagerteil 52 wirken. Diese Bremskräfte sind in der in Figur 4 dargestellten, vollständig komprimierten Lage der

zweiten Innenräume 88 maximal. Von dieser Lage ausgehend bewirkt eine weitere Drehung des Werkstücks 12 um die Werkstückachse 26 eine Vergrößerung der zweiten Innenräume 88, bis in einer in Figur 5 dargestellten Zwischenlage ("180°") die Innenräume 86 und 88 jeweils wieder gleich groß sind. Während der Bewegung aus der Zwischenlage "90°" in die Zwischenlage "180°" werden die Energiespeicher 90 in Form der zweiten Innenräume 88 entladen, sodass das Lagerteil 52 mit auf das Werkstück 12 gerichteten Beschleunigungskräften beaufschlagt wird.

[0052] In Figur 5 ist eine Zwischenlage des Lagerteils 52 dargestellt. Figur 4 zeigt eine erste Umkehrlage des Lagerteils 52; Figur 6 zeigt eine zweite Umkehrlage des Lagerteils 52.

[0053] Ausgehend von der in Figur 5 dargestellten Zwischenlage bewegt sich das Lagerteil 52 bei Überführung des Werkstücks 12 aus der Lage "180°" in die Lage "270°" (vergleiche Figur 6). Diese Bewegung des Lagerteils 52 geht mit einer Komprimierung der ersten Innenräume 86 einher, welche zunehmend stärkere Bremskräfte auf das Lagerteil 52 ausüben. Die damit einhergehende Aufladung der ersten Innenräume 86 wird genutzt, um bei Übergang des Werkstücks aus der Lage "270°" zurück in die Ausgangslage "0°" (also bei Überführung des Werkstücks 12 aus der in Figur 6 in die in Figur 3 dargestellte Drehlage) mittels Entladung der Energiespeicher 90 in Form der ersten Innenräume 86 Beschleunigungskräfte auf das Lagerteil 52 auszuüben.

[0054] Bei einer Weiterbildung der Vorrichtung 10 ist eine Einrichtung 92 zur Erfassung der Lage des Lagerteils 52 relativ zu dem Schwenkteil 44 vorgesehen (vergleiche Figur 7). Die Einrichtung 92 weist einen mit dem Schwenkteil 44 verbundenen ersten Halteabschnitt 94 zum Halten eines Wegsensors 95 auf. Die Einrichtung weist außerdem ein mit dem Lagerteil 52 verbundenes zweites Halteteil 96 zum Halten eines Messabschnitts 98 auf. Der Wegsensor 95 dient zur Erfassung einer Bewegung des Messabschnitts 98 und somit zur Erfassung der Lage des Lagerteils 52 relativ zu dem Schwenkteil 44. Diese Lageerfassung ist für eine weiter unten beschriebene Ansteuerung der Kraftbeaufschlagungseinrichtungen 76 vorteilhaft.

[0055] Bei einer in Figur 8 dargestellten Ausführungsform ist ebenfalls eine Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76 mit Zylinder-/Kolbeneinheiten 78 vorgesehen. Bei dieser Ausführungsform sind die Energiespeicher 90 in Form mechanisch wirksamer Federelemente 100 ausgebildet. Die Funktionsweise dieser besonders einfach aufgebauten Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76 gemäß Figur 8 entspricht der Funktionsweise der vorstehend unter Bezugnahme auf Figuren 3 bis 6 beschriebenen Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76.

[0056] Bei einer in Figur 9 dargestellten Ausführungsform ist ebenfalls eine Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76 mit Zylinder-/Kolbeneinheiten 78 vorgesehen. Die ersten Innenräume 86 und die zweiten Innenräume 88 der Einheiten 78 sind jeweils über Leitungen 102 mit Zusatz-

volumina 104 verbunden. Die Zusatzvolumina 104 dienen zur Aufnahme von druckbeaufschlagtem Fluid, insbesondere von Gas, welches als Energiespeicher 90 wirksam ist. Durch Einstellung des Drucks des in dem Zusatzvolumina 104 enthaltenen Gases und/oder durch Einstellung der Größe der Zusatzvolumina bei einer gegebenen Gasmenge ist eine Federrate der Kraftbeaufschlagungseinrichtung einstellbar, wobei höhere Drücke eine steilere Federkennlinie bewirken. Die grundsätzliche Funktionsweise der Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76 gemäß Figur 9 entspricht der Funktionsweise der vorstehend unter Bezugnahme auf Figuren 3 bis 6 beschriebenen Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76.

[0057] Bei den in den Figuren 10 und 11 dargestellten Ausführungsformen sind ebenfalls Zylinder-/Kolbeneinheiten 78 vorgesehen, deren Innenräume 86, 88 jeweils über Leitungen 102 mit Zusatzvolumina 104 verbunden sind.

[0058] Die Innenräume 86, 88, die Leitungen 102 und die Zusatzvolumina sind vorzugsweise mit einer Flüssigkeit gefüllt. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass die Flüssigkeit zur Kraftübertragung in einen Bereich außerhalb des Lagerteils 52 genutzt werden kann. Daher können besonders kompakte Zylinder-/Kolbeneinheiten 78 eingesetzt werden.

[0059] Die Zusatzvolumina 104 sind mittels eines Abschlusselements 106 in Form einer Membran (Figur 10) oder in Form eines Kolbens 108 (Figur 11) abgeschlossen. Die Abschlusselemente 106, 108 sind mit Energiespeichern 90 in Form pneumatisch wirksamer Federn 110 (Figur 10) und/oder mechanisch wirksamer Federn 100 (Figur 11) beaufschlagt.

[0060] Bei einer Bewegung des Lagerteils 52 der Ausführungsformen gemäß Figur 10 bzw. 11 werden die Zusatzvolumina 104 jeweils abwechselnd stärker befüllt bzw. die Federelemente 100, 110 jeweils abwechselnd komprimiert, sodass diese als Energiespeicher 90 abwechselnd aufgeladen und entladen werden. Im Übrigen entspricht die Funktionsweise der Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76 gemäß Figur 10 bzw. 11 der Funktionsweise der vorstehend unter Bezugnahme auf Figuren 3 bis 6 beschriebenen Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76.

[0061] In Figur 12 ist eine Versorgungseinrichtung 112 zur Versorgung der Innenräume 86, 88 der Einheiten 78 und gegebenenfalls vorhandener Zusatzvolumina 104 mit druckbeaufschlagtem Fluid dargestellt. Die Versorgungseinrichtung 112 umfasst eine Druckquelle 114 (beispielsweise eine Druckluftversorgung), welche über Proportionalventile 116 und Rückschlagventile 118 mit den Innenräumen 86, 88 und den gegebenenfalls vorhandenen Zusatzvolumina 104 kommuniziert.

[0062] Die Proportionalventile 116 sind beispielsweise mittels Elektromagneten angesteuert. Für eine Erhöhung des Drucks in den jeweiligen Innenräumen 86, 88 genügt ein öffnendes Ansteuern der Proportionalventile 116. Falls in den Innenräumen 86, 88 Druck abgebaut werden soll, wird ein Zusatzventil 120 betätigt, welches einen

Steuerdruck auf die Rückschlagventile 118 ausübt, so dass der Druck in den Innenräumen 86, 88 und gegebenenfalls in den Zusatzvolumina 104 reduziert werden kann.

[0063] Bei den in den Figuren 13 und 14 dargestellten Ausführungsformen von Versorgungseinrichtungen 112 kommuniziert eine Druckversorgung 114 über ein 4/3-Wegeventil 122 mit den unterschiedlichen Innenräumen 86, 88 der Einheiten 78. In der in Figur 13 dargestellten Schaltstellung entspricht die Funktionsweise der Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76 der Funktionsweise der vorstehend unter Bezugnahme auf Figuren 3 bis 6 beschriebenen Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76. In den zwei übrigen Schaltstellungen des 4/3-Wegeventils 122 kann die Druckversorgung 114 wahlweise entweder mit den ersten Innenräumen 86 der Einheiten 78 oder mit den zweiten Innenräumen 88 der Einheiten 78 fluidwirksam in Verbindung gebracht werden, sodass die mittels der Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76 erzeugbaren Brems-und/oder Beschleunigungskräfte gezielt veränderbar sind.

[0064] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung gemäß Figur 14 ist eine Steuereinrichtung 124 vorgesehen, welche mit der Einrichtung 92 zur Erfassung der Lage des Lagerteils 52 relativ zu dem Schwenkteil 44 gekoppelt ist und in Abhängigkeit der Lage des Lagerteils 52 das 4/3-Wegeventil 122 ansteuert.

[0065] Eine solche Steuerung ermöglicht es beispielsweise, in den Figuren 15 bis 18 dargestellte Kraftverläufe zu erzeugen. Beispielsweise wird die Druckversorgung 114 durch Schalten des Ventils 122 bei einer Werkstücklage "90°" mit den zweiten Innenräumen 88 und bei einer Werkstücklage "270°" mit den ersten Innenräumen 86 verbunden.

[0066] Bei Verwendung eines einfachen Schaltventils für das Ventil 122 kann beispielsweise ein in Figur 15 dargestellter Kraftverlauf erzeugt werden. Beispielsweise bewirkt eine Verbindung der Druckversorgung 114 mit den zweiten Innenräumen 88 über eine Zeitdauer 126 einen Kraftverlaufsabschnitt 128, also entlang der Führungsschse 54 der Linearführung 50 gesehen eine nach links gerichtete Beschleunigungskraft. In entsprechender Weise bewirkt eine Verbindung der Druckversorgung 114 mit den ersten Innenräumen 86 über eine Zeitdauer 130 einen Kraftverlaufsabschnitt 132, also entlang der Führungsschse 54 der Linearführung 50 gesehen eine nach rechts gerichtete Beschleunigungskraft.

[0067] Bei Verwendung eines Proportionalventils für das Ventil 122 sind auch in den Figuren 16 bis 18 dargestellte Kraftverläufe mit steilerem Anstieg auf ein Kraftmaximum (Figur 16) oder flacherem Anstieg auf ein Kraftmaximum (Figur 17) möglich. Es versteht sich, dass die Kraftmaxima nicht unbedingt im Bereich der Werkstücklagen "90°" und "270°", also in den Umkehrlagen des Lagerteils 52, ausgeübt werden müssen. Es ist auch eine hierzu winkelverschobene Ausübung von Kräften möglich, vergleiche Figur 18.

[0068] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht

eine Vergleichmäßigung des zum Drehantrieb des Werkstücks 12 von der Drehantriebseinrichtung 24 bereitgestellten Antriebsmoments. In Figur 19 sind die zeitlichen Verläufe von Antriebsmomenten der Drehantriebseinrichtung 24 dargestellt. Diese Verläufe schwanken jeweils sinusförmig zwischen maximalen und minimalen Werten. Dabei entspricht eine vollständige Sinusschwingung einer einmaligen Umdrehung eines Werkstücks 12 um dessen Werkstückachse 26. Ohne Verwendung einer Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76 schwankt ein Antriebsmomentverlauf 134 wesentlich stärker als bei Verwendung einer Kraftbeaufschlagungseinrichtung 76, mittels welcher ein deutlich vergleichmäßiger, im Idealfall sogar annähernd konstanter Antriebsmomentverlauf 136 erreicht wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zur Feinbearbeitung einer bezogen auf eine Werkstückachse (26) eines Werkstücks (12) exzentrisch angeordneten Werkstückumfangsfläche (38), insbesondere eines Hublagers einer Kurbelwelle, mit einer Drehantriebseinrichtung (24) zum Drehantrieb des Werkstücks (12) um die Werkstückachse (26), mit einer Andrückeinrichtung (20) zum Andrücken eines Feinbearbeitungswerkzeugs gegen die Werkstückumfangsfläche (38), und mit einer Lagereinrichtung (18) zur Lagerung der Andrückeinrichtung (20) an einem Gestell (14), **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kraftbeaufschlagungseinrichtung (76) vorgesehen ist, welche auf ein bedingt durch die Drehung des Werkstücks (12) sich zwischen zwei Umkehrlagen hin- und herbewegendes Lagerteil (52) der Lagereinrichtung (18) Brems- und/oder Beschleunigungskräfte ausübt.
2. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftbeaufschlagungseinrichtung (76) zumindest in einer der Umkehrlagen des Lagerteils (52) eine in Richtung der anderen Umkehrlage gerichtete Beschleunigungskraft auf das Lagerteil ausübt.
3. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftbeaufschlagungseinrichtung (76) zumindest in jeweils beiden Umkehrlagen des Lagerteils (52) eine in Richtung auf die jeweils andere Umkehrlage gerichtete Beschleunigungskraft auf das Lagerteil (52) ausübt.
4. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftbeaufschlagungseinrichtung (76) das Lagerteil (52) mit Brems- und/oder Beschleunigungskräften beaufschlagt, wenn sich das Lagerteil (52) in einer

zwischen den Umkehrlagen angeordneten Zwischenlage befindet.

5. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftbeaufschlagungseinrichtung (76) einen Energiespeicher (90) aufweist, welcher im Zuge der Bewegung des Lagerteils (52) aus einer ersten Umkehrlage in eine zweite Umkehrlage aufladbar und in entgegengesetzter Richtung entladbar ist.
6. Vorrichtung (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Energiespeicher (90) mechanisch oder pneumatisch wirksame Federelemente (100, 110) umfasst.
7. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftbeaufschlagungseinrichtung (76) mindestens eine Zylinder-/Kolbeneinheit (78) umfasst.
8. Vorrichtung (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenraum (86, 88) eines Zylinders (84) der Zylinder-/Kolbeneinheit (78) fluidwirksam mit einem Zusatzvolumen (104) verbunden ist.
9. Vorrichtung (10) nach Anspruch 7 oder 8, **gekennzeichnet durch** eine Versorgungseinrichtung (112) zur Druckbeaufschlagung des Innenraums (86, 88) eines Zylinders (84) und/oder eines mit dem Innenraum (86, 88) verbundenen Zusatzvolumens (104) mit einem voreinstellbaren, insbesondere veränderbaren, Fluiddruck.
10. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Steuereinrichtung (124) zur Steuerung des Betrags und/oder der Richtung und/oder des zeitlichen Verlaufs der auf das Lagerteil (52) wirkenden Brems- und/oder Beschleunigungskräfte.
11. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung (92) zur Erfassung der Lage des Lagerteils (52).
12. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lagerteil (52) an einer Linearführung (50) geführt ist.
13. Vorrichtung (10) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Linearführung (50) mittels eines Schwenkteils (44) relativ zu dem Gestell (14) schwenkbar gelagert ist.
14. Vorrichtung (10) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Linearführung (50) an einem Schlitten angeordnet ist, welcher in

einer Richtung quer, insbesondere senkrecht, zu der Führungssachse (54) der Linearführung (50) verschiebbar an dem Gestell (14) gelagert ist.

15. Vorrichtung (10) nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Kompensation von massenbedingten Trägheitskräften, die aufgrund einer Bewegung des Lagerteils (52) um eine Schwenkachse (48) und/oder aufgrund der Bewegung des Lagerteils (52) in einer Richtung quer zu der Führungssachse (54) der Linearführung (50) entstehen, eine weitere Kraftbeaufschlagungseinrichtung vorgesehen ist. 5 10
16. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lagerteil (52) entlang einer bezogen auf die Schwerachse vertikalen Achse zwischen den Umkehrlagen bewegbar ist, und dass eine Ausgleichseinrichtung vorgesehen ist, welche zumindest anteilig eine nach vertikal oben wirkende Haltekraft erzeugt, die betragsmäßig gleich der Gewichtskraft der Andrückeinrichtung (20), des Lagerteils (52) und des Feinbearbeitungswerkzeugs ist, und/oder dass die Kraftbeaufschlagungseinrichtung (76) zumindest anteilig eine solche Haltekraft erzeugt. 15 20 25
17. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Feinbearbeitungswerkzeug ein Finishwerkzeug (22) zur finishenden Bearbeitung der Werkstückumfangsfläche (38) ist. 30
18. Vorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Oszillationsantrieb (32) zur Beaufschlagung des Werkstücks (12) mit einer zur Werkstückachse (26) parallelen Oszillationsbewegung. 35

40

45

50

55

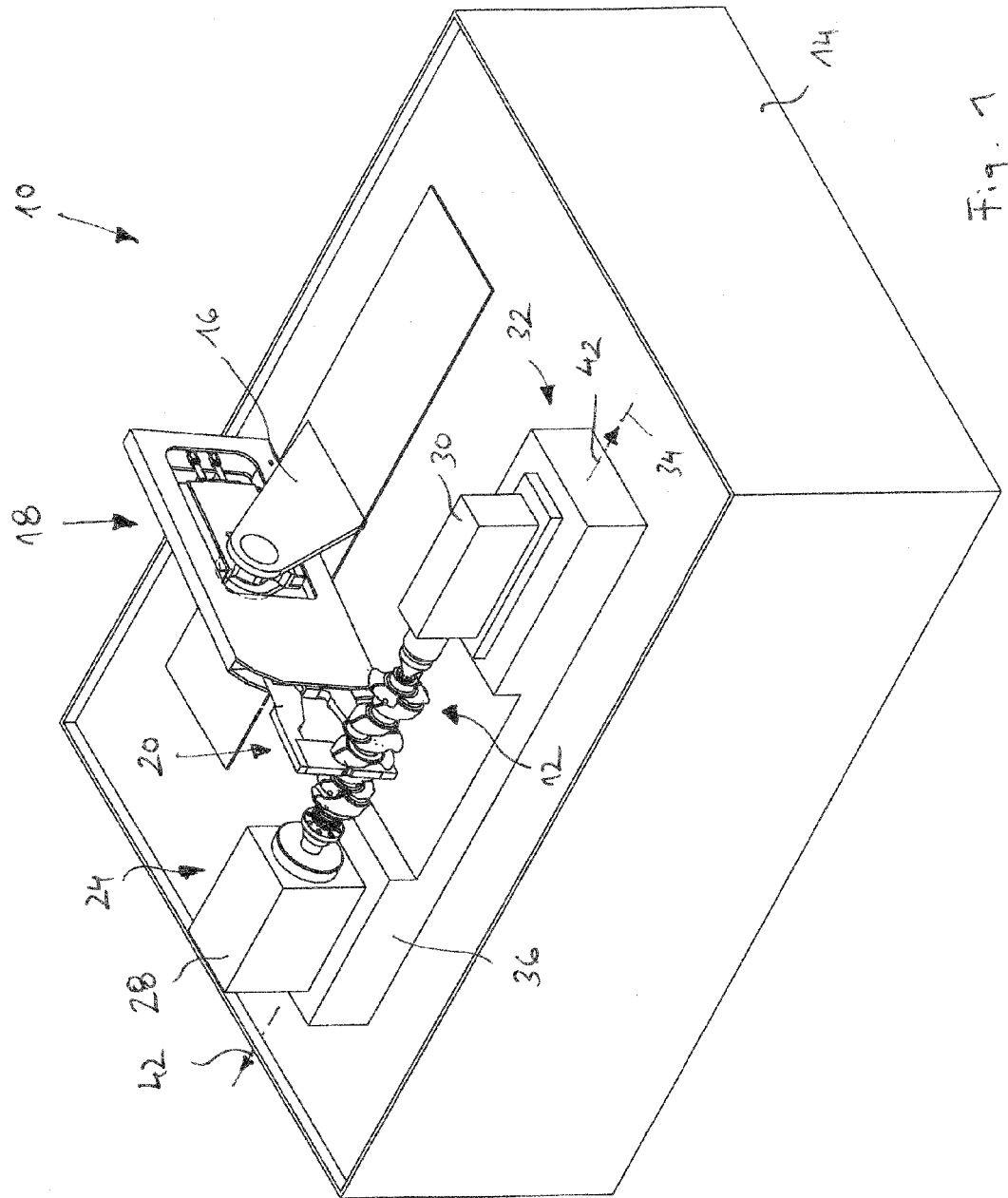


Fig. 7

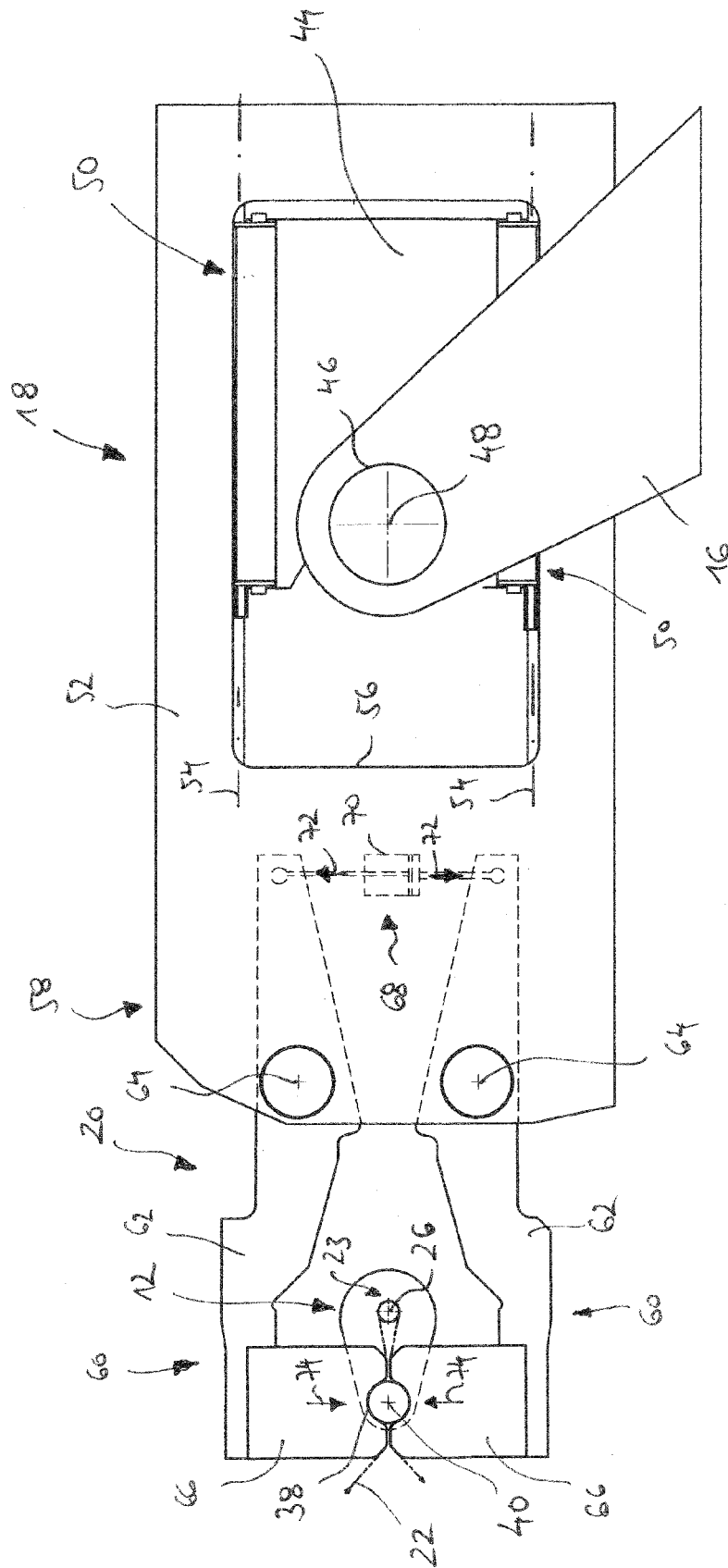


Fig. 2

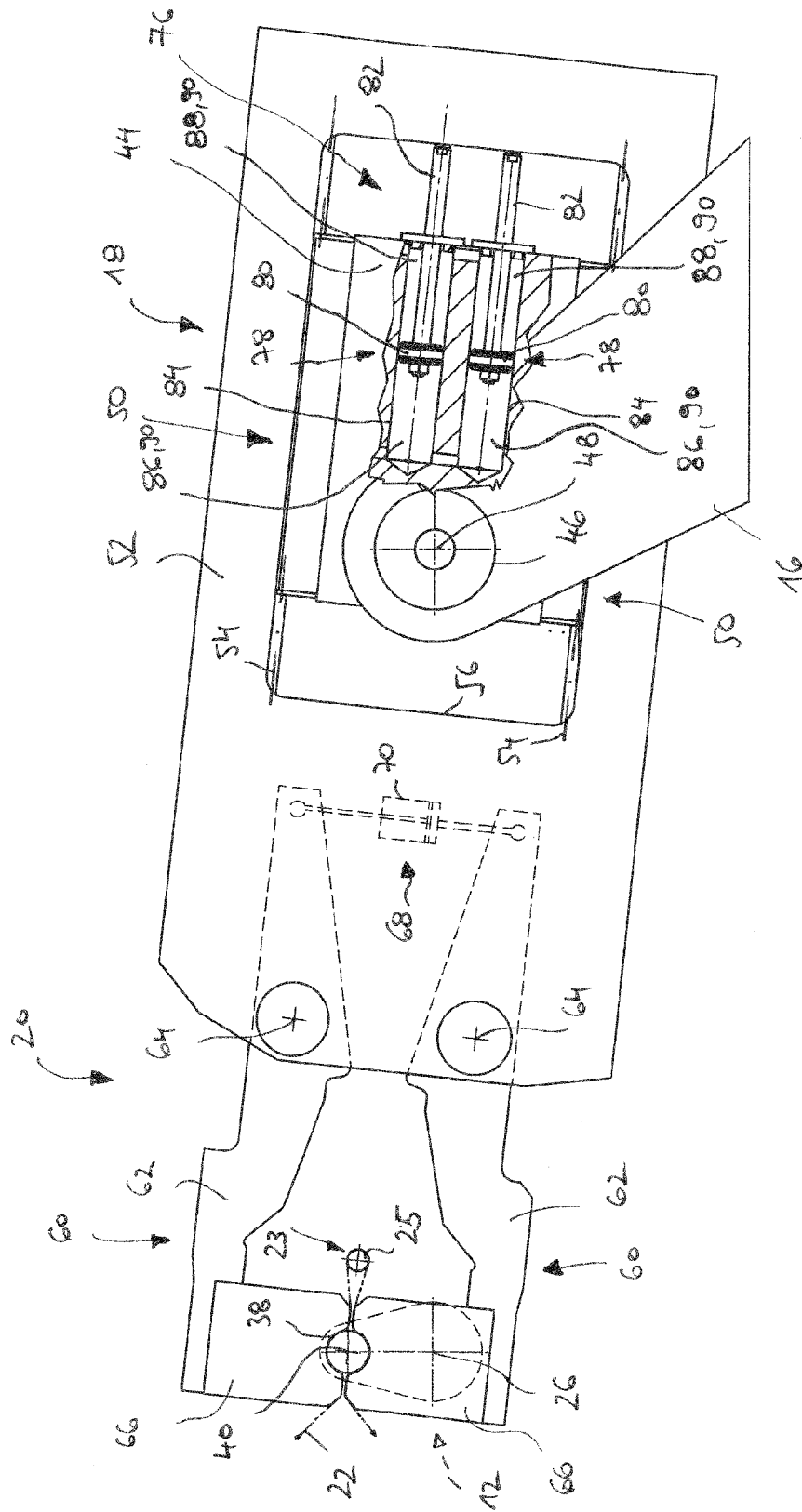
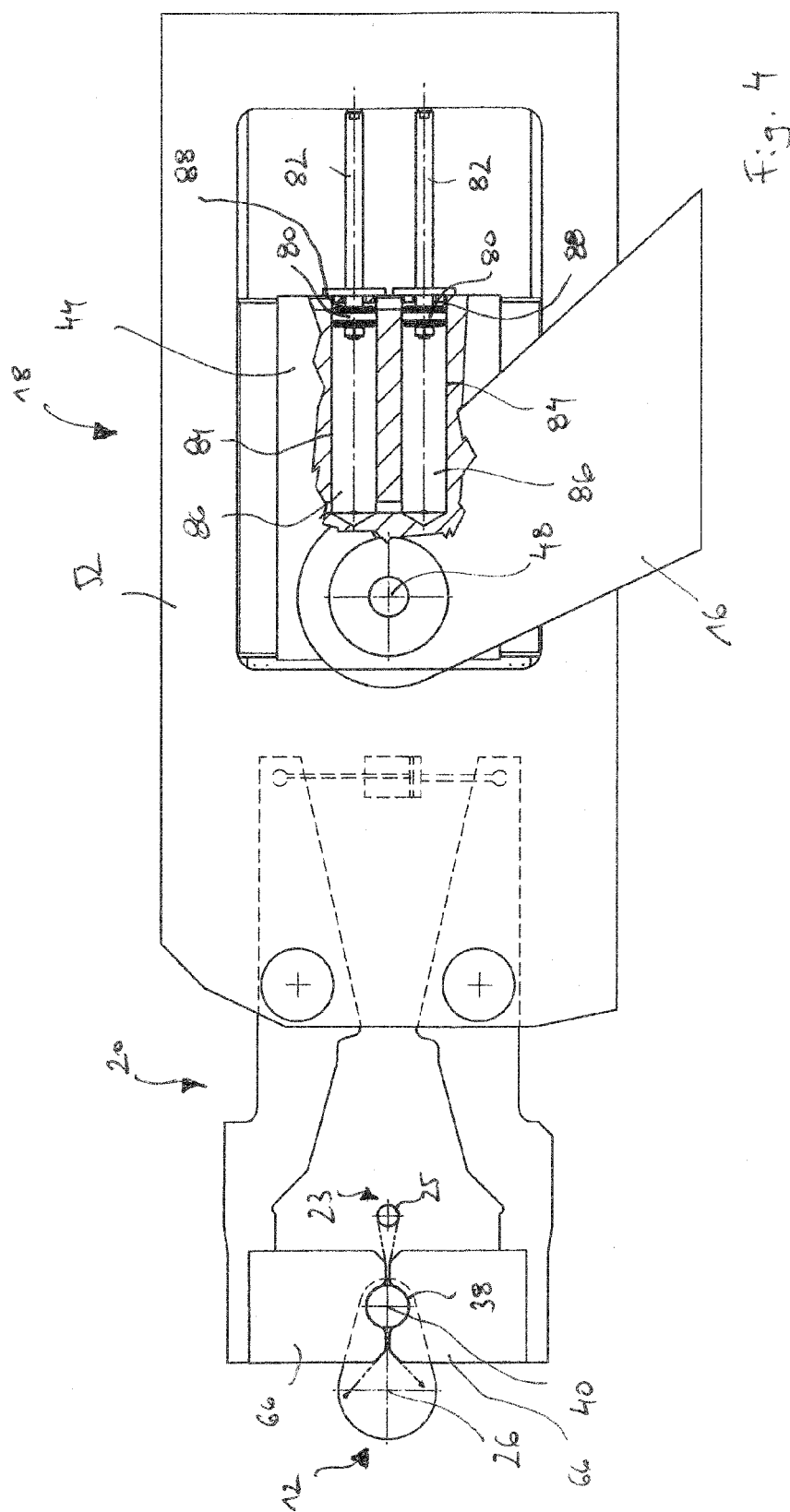
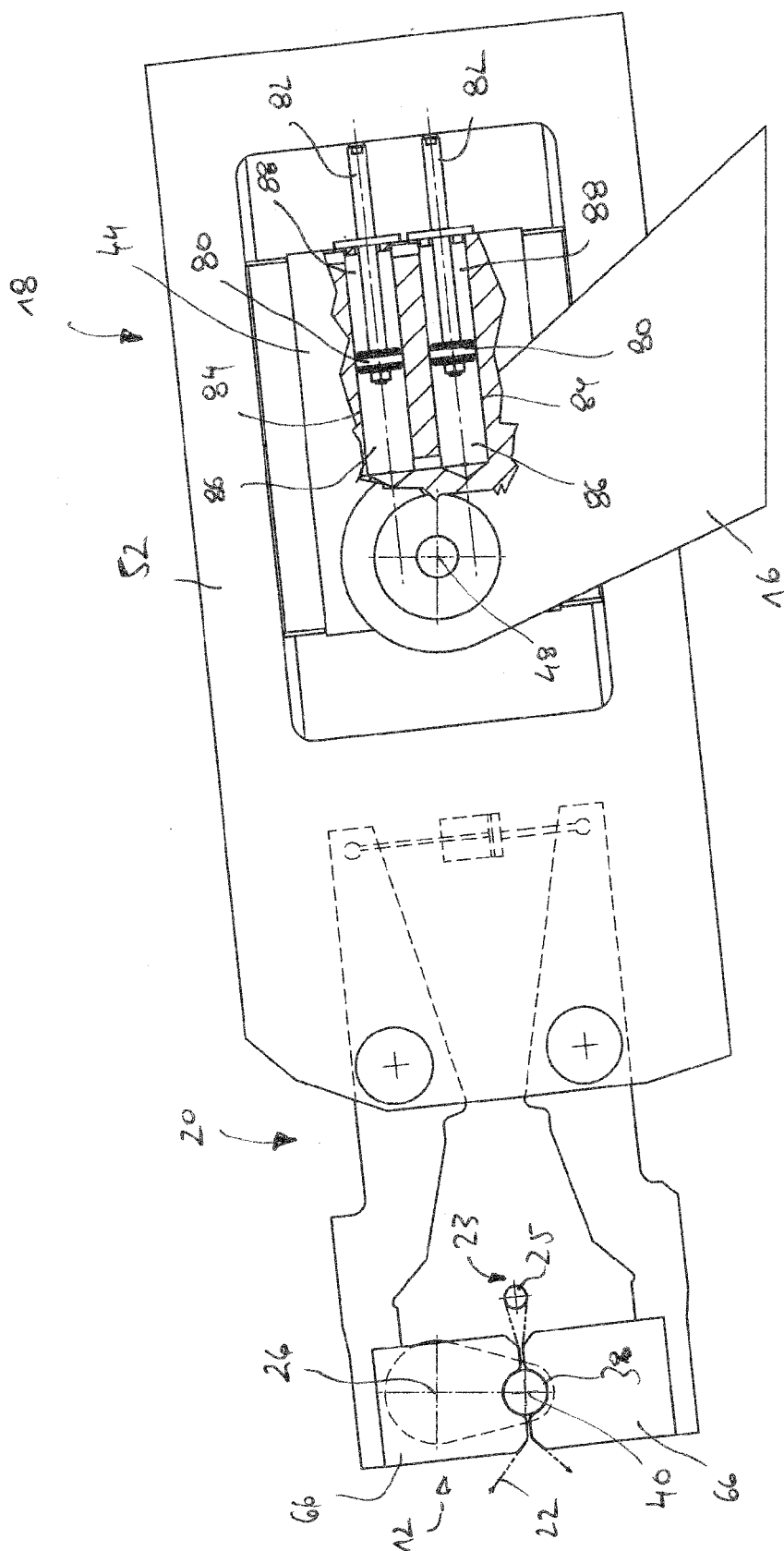
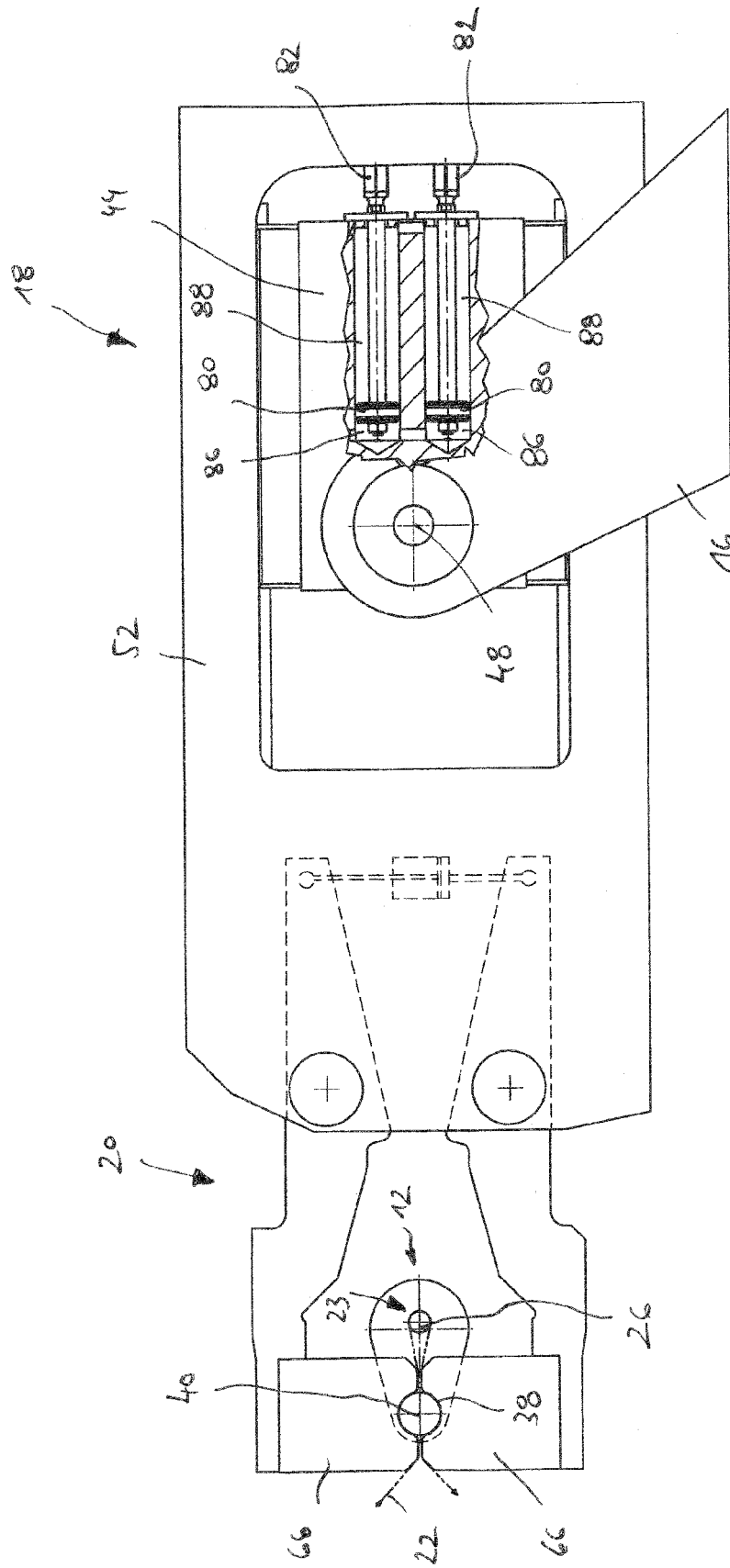
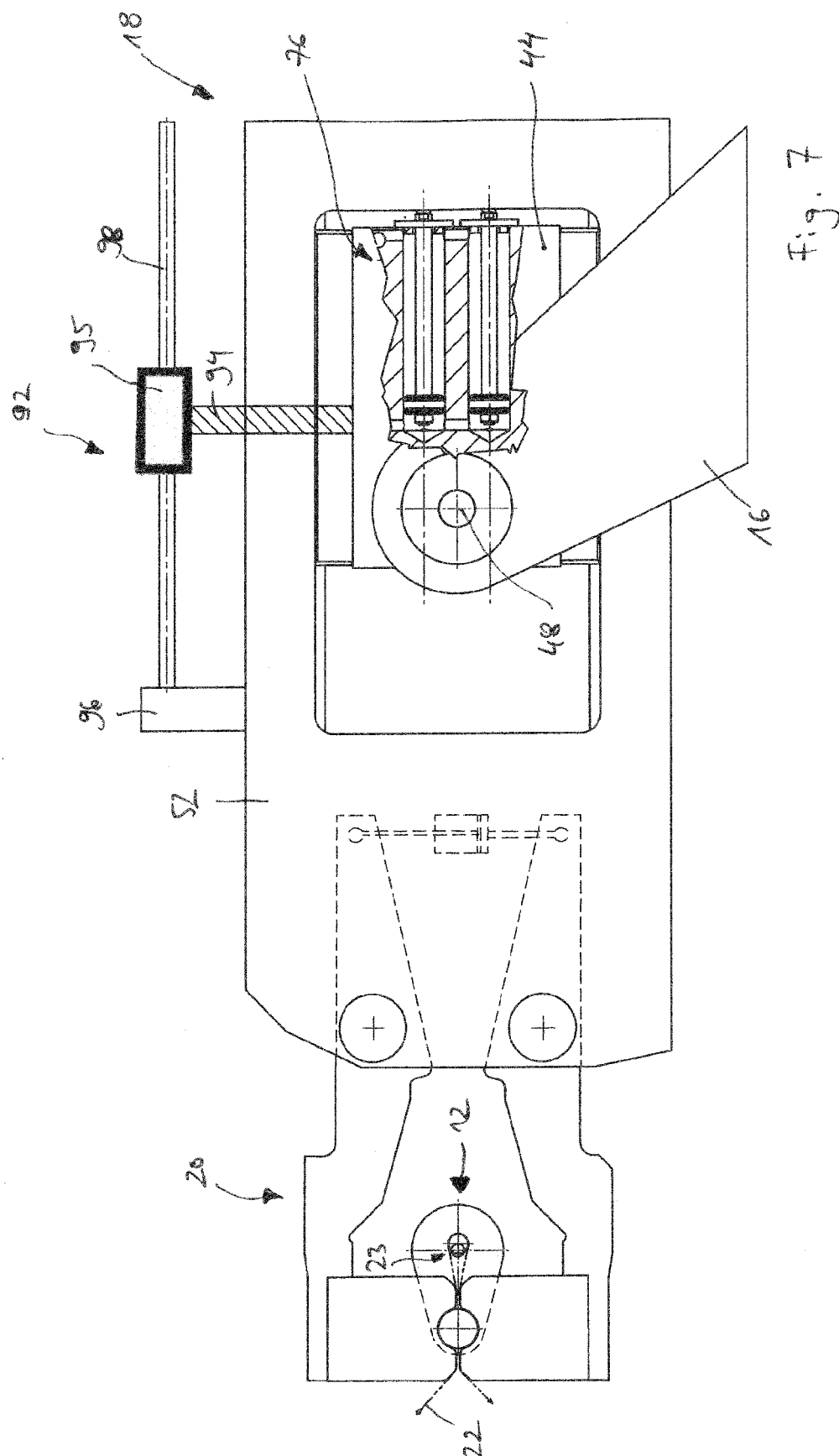


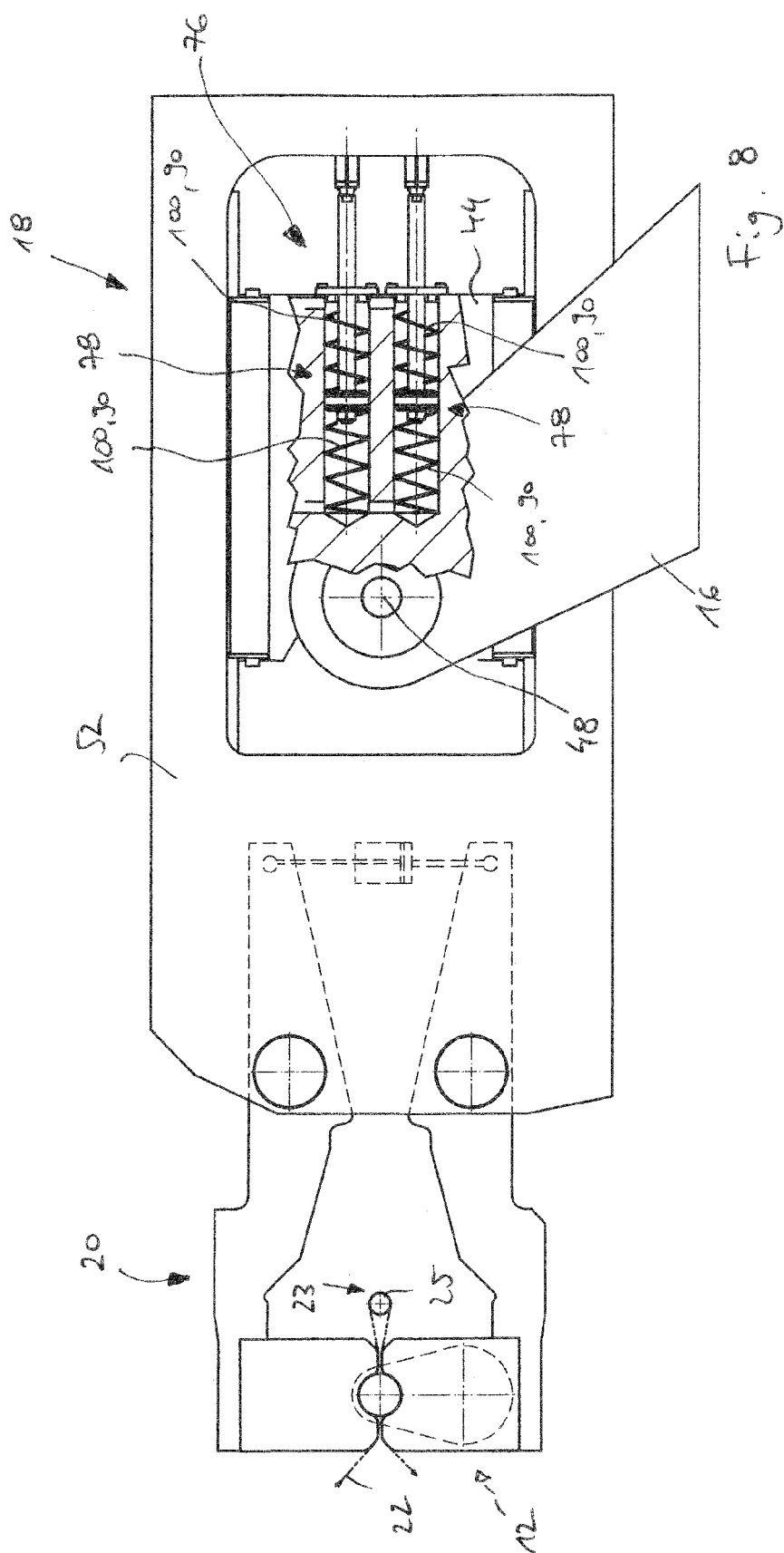
Fig. 3

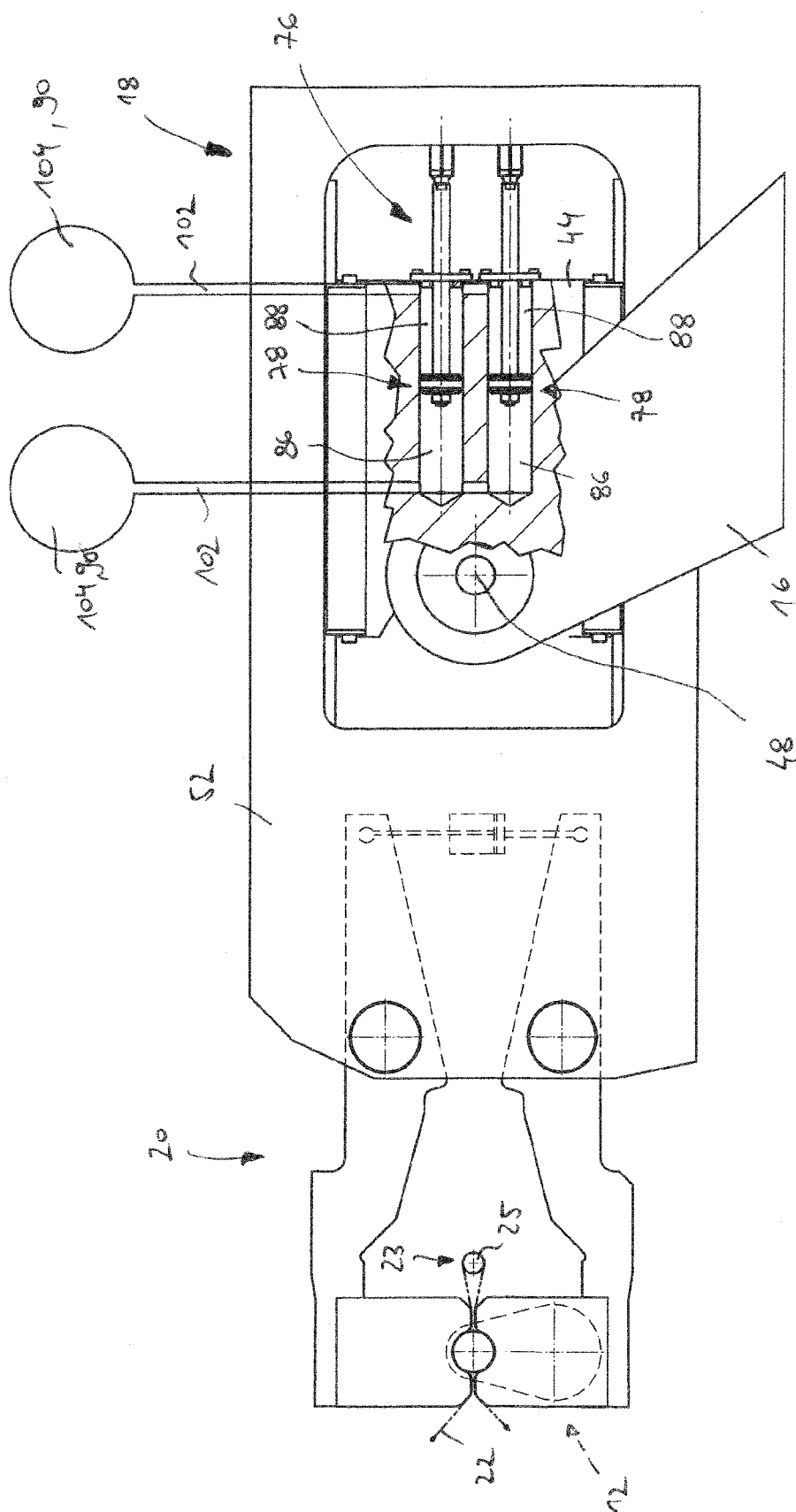


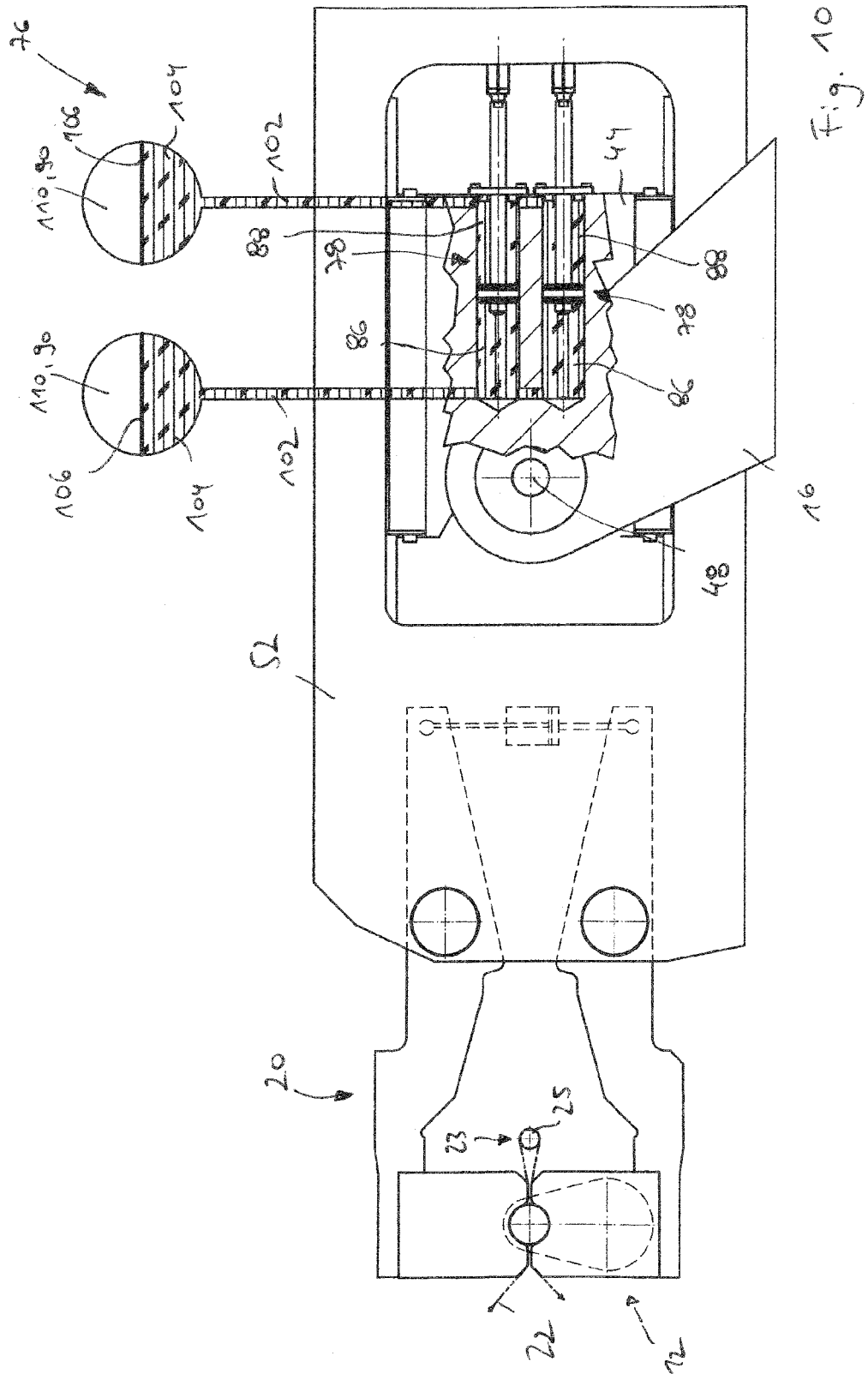


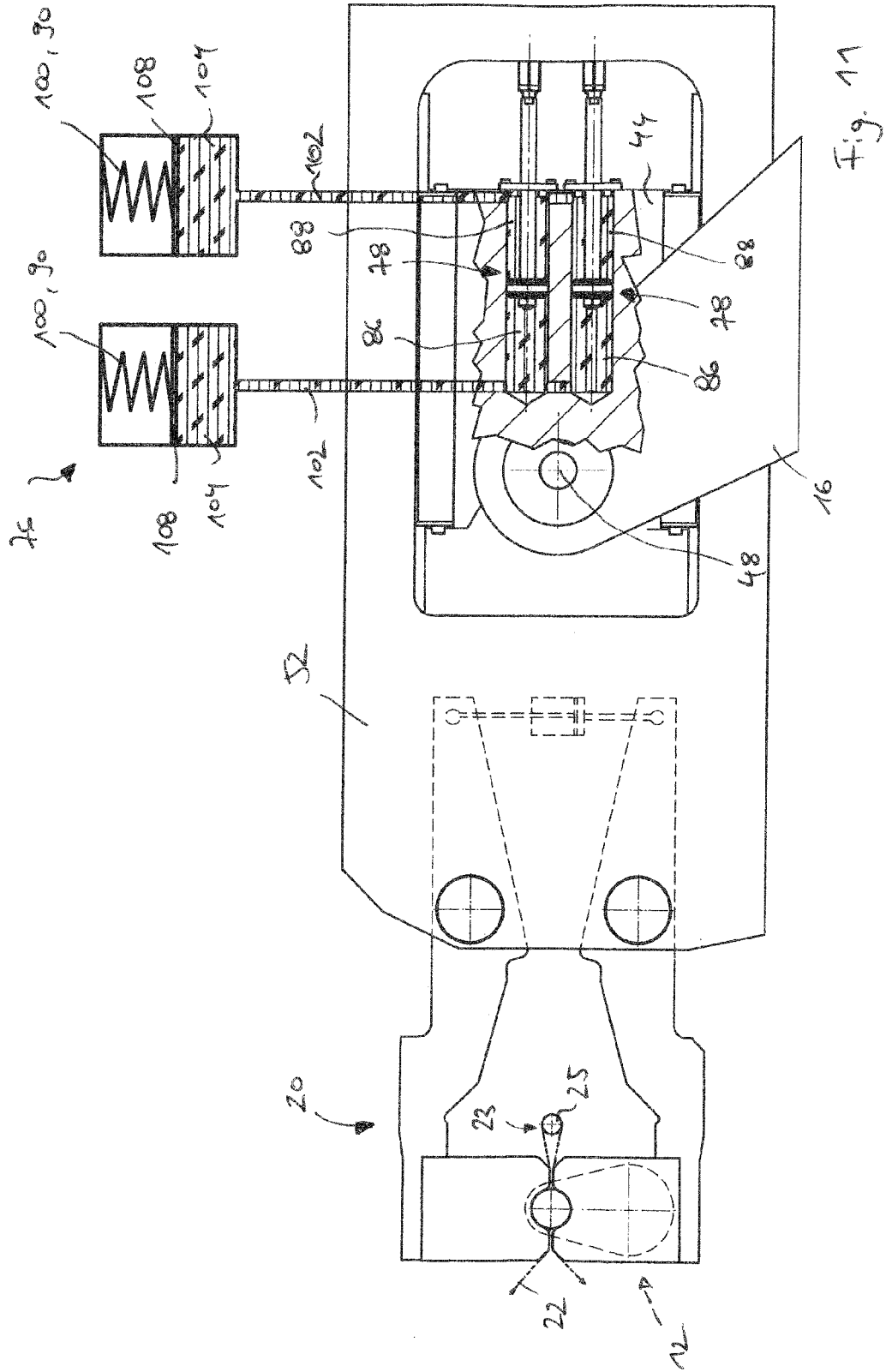












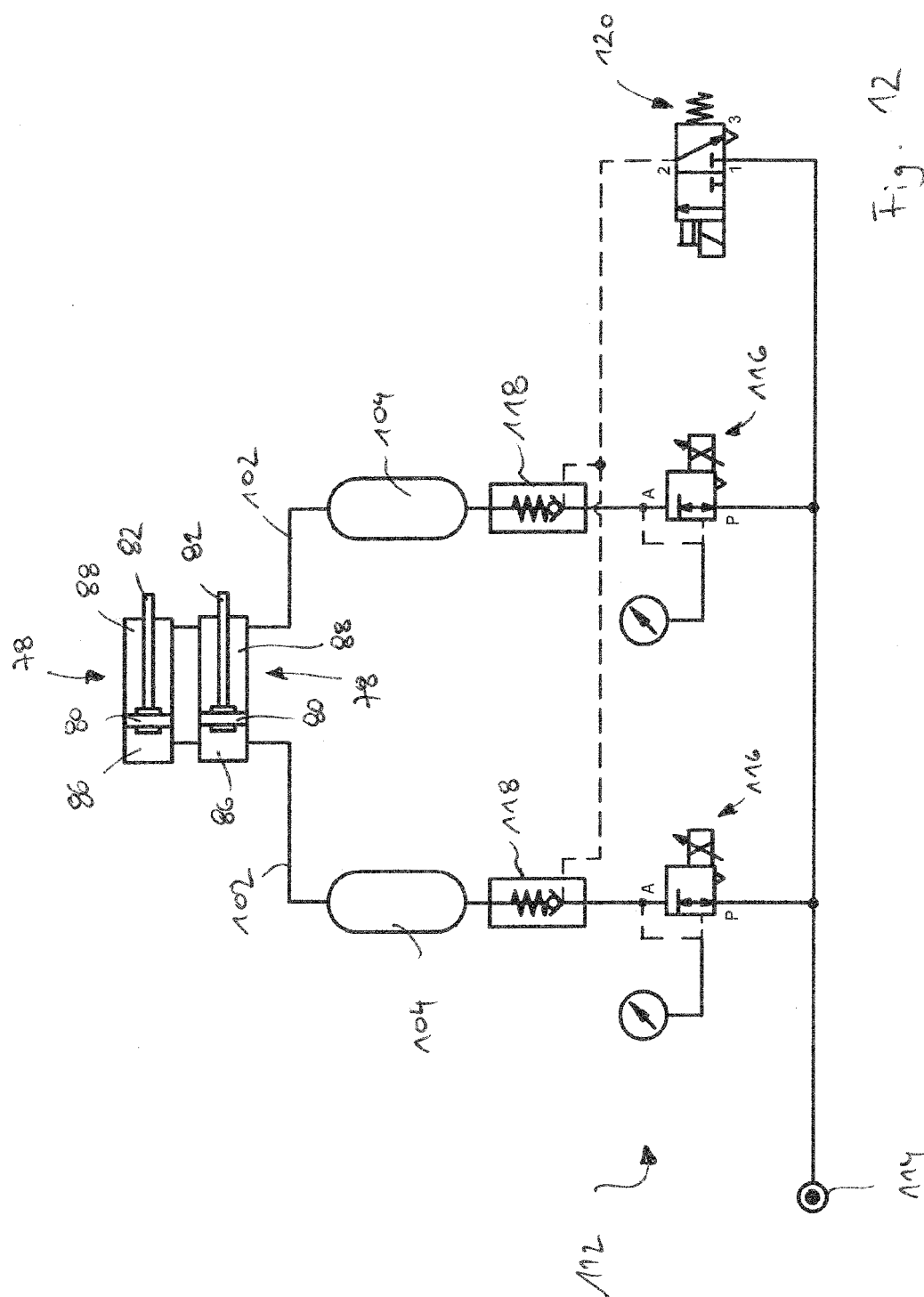
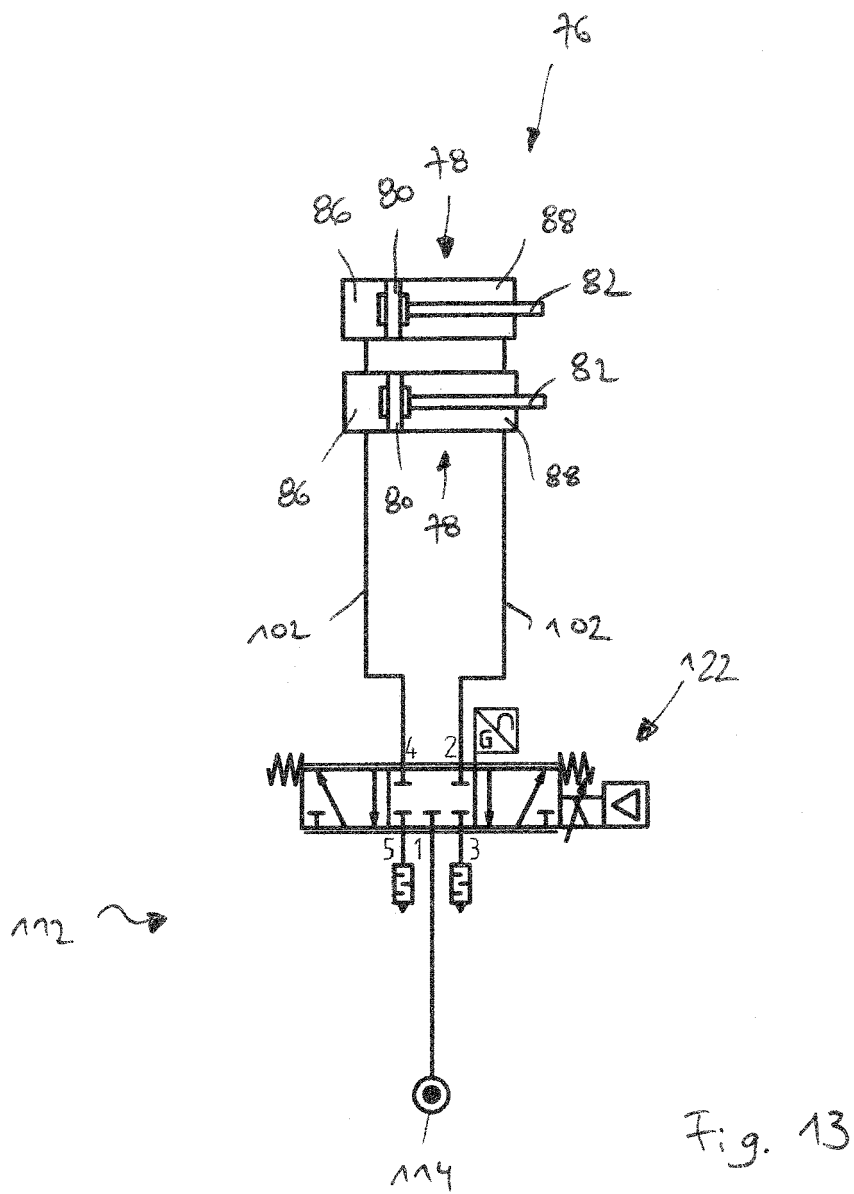
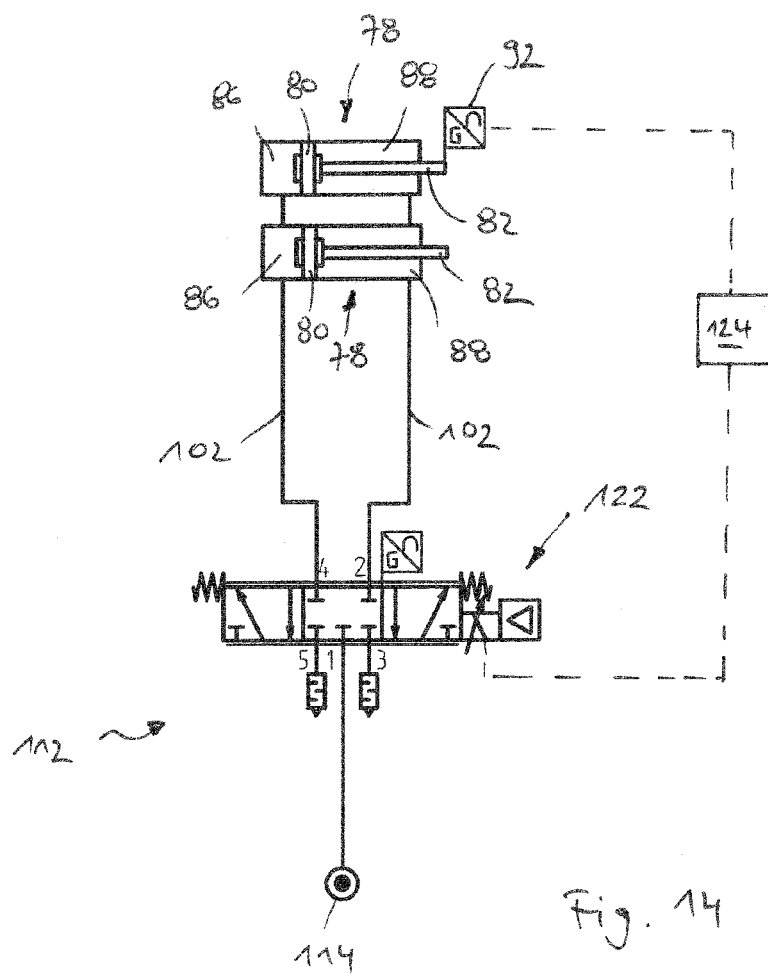
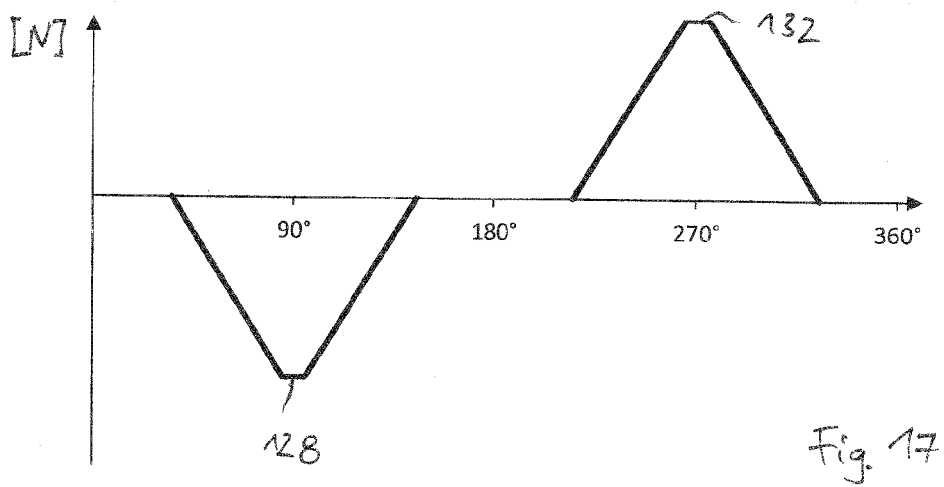
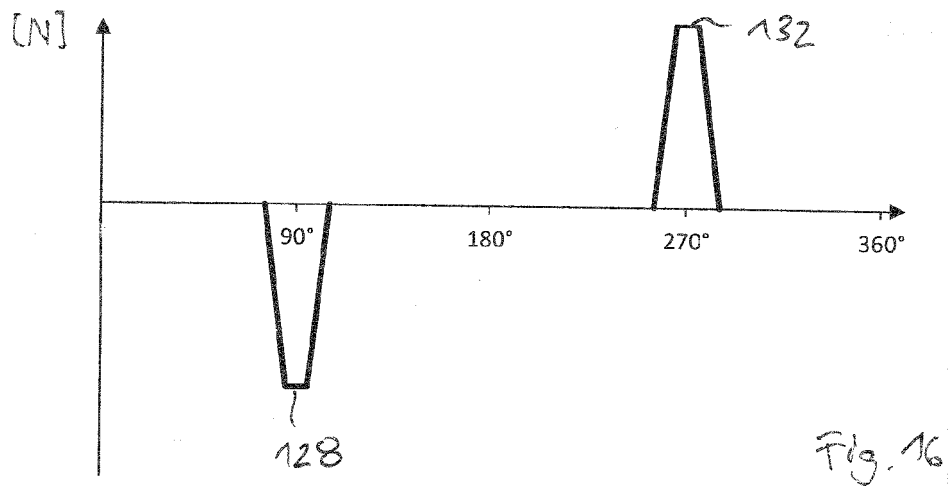
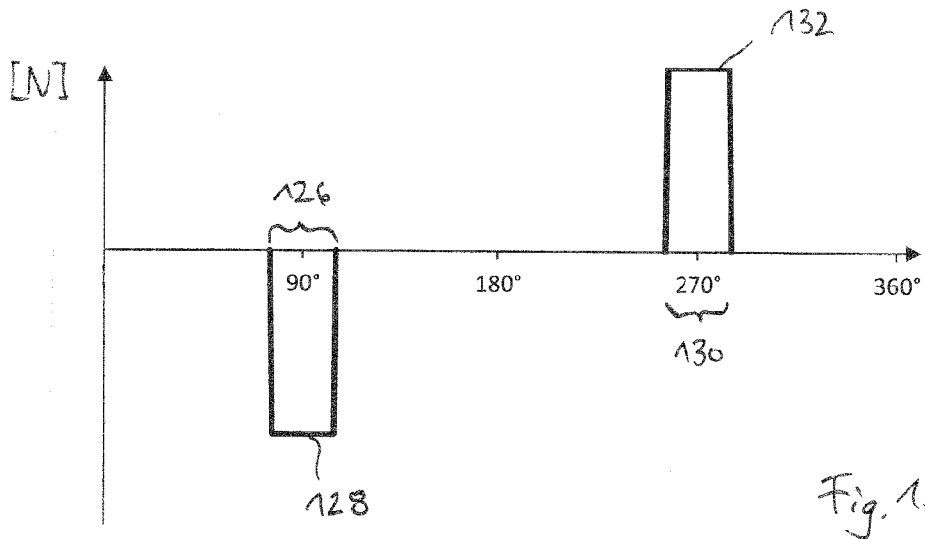
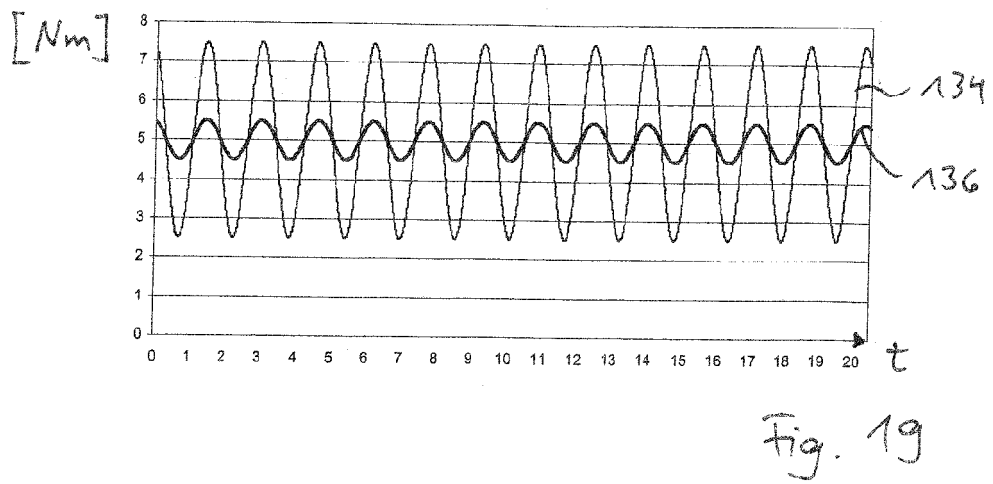
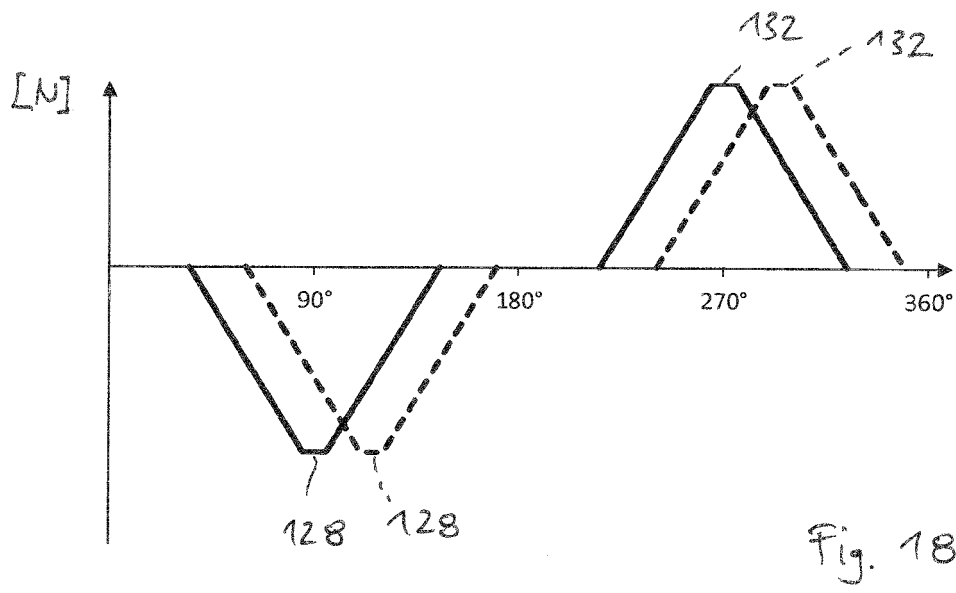


Fig. 12











EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 15 2051

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 41 16 568 A1 (PHILLIPS J D CORP [US]) 9. April 1992 (1992-04-09) * Abbildungen 1,2 *	1-18	INV. B24B5/42 B24B21/02 B24B35/00 B24B41/00 B24B41/04
A	EP 1 514 640 A2 (THIELENHAUS TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 16. März 2005 (2005-03-16) * Abbildung 3 *	1-18	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B24B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. Juni 2012	Prüfer Müller, Andreas
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 15 2051

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-06-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4116568	A1	09-04-1992	CA	2029559 A1	06-04-1992
			DE	4116568 A1	09-04-1992
			DE	9116540 U1	03-06-1993
			FR	2667530 A1	10-04-1992
			GB	2248414 A	08-04-1992
			IT	1246623 B	24-11-1994
			JP	2554799 B2	13-11-1996
			JP	4226857 A	17-08-1992
			US	5142827 A	01-09-1992

EP 1514640	A2	16-03-2005	DE	10342134 A1	07-04-2005
			EP	1514640 A2	16-03-2005

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 102007059926 A1 [0002]