

(19)



(11)

EP 2 363 216 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.10.2012 Patentblatt 2012/43

(51) Int Cl.:
B21D 22/02 (2006.01) B21D 51/26 (2006.01)
B30B 15/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10002286.2**

(22) Anmeldetag: **05.03.2010**

(54) **Umformeinrichtung**

Forming device

Dispositif de formage

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR

- **Aichele, Helmut**
73033 Göppingen (DE)
- **Brechling, Carsten**
89073 Ulm (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.09.2011 Patentblatt 2011/36

(74) Vertreter: **Kocher, Mark Werner**
Magenbauer & Kollegen
Patentanwälte
Plochinger Strasse 109
73730 Esslingen (DE)

(73) Patentinhaber: **HINTERKOPF GmbH**
73054 Eislingen/Fils (DE)

(72) Erfinder:
 • **Abt, Wilfried**
73098 Rechberghausen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 275 369 WO-A1-01/58618
DE-U1- 9 200 550 US-A1- 2008 069 665

EP 2 363 216 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 Umformeinrichtung für becherförmige Hohlkörper mit einem Maschinengestell, einer Antriebseinrichtung, einem Werkstückrundtisch zur Aufnahme von Hohlkörpern und einem Werkzeugträger zur Aufnahme von Bearbeitungswerkzeugen, wobei sich Werkstückrundtisch und Werkzeugträger gegenüberliegen und um eine Drehachse zueinander verdrehbar sowie längs der Drehachse zueinander linearverstellbar sind und wobei die Antriebseinrichtung zur Bereitstellung einer Drehschrittbewegung und einer zyklischen Linearbewegung zwischen Werkstückrundtisch und Werkzeugträger ausgebildet ist, um eine Umformung der Hohlkörper mittels der Bearbeitungswerkzeuge in mehreren aufeinanderfolgenden Bearbeitungsschritten zu ermöglichen, sowie mit einem dem Maschinengestell ortsfest zugeordneten Tragrohr, dessen Mittelachse sich längs der Drehachse erstreckt und das den Werkzeugträger und/oder den Werkstückrundtisch trägt, wobei an einer Außenoberfläche des Tragrohrs eine Führungseinrichtung angeordnet ist, die für eine linearbewegliche Lagerung des Werkzeugträgers und/oder des Werkstückrundtischs am Tragrohr ausgebildet ist, wobei das Maschinengestell eine beabstandet vom Tragrohr ausgebildete Drehlagerung für den Werkstückrundtisch oder Werkzeugträger umfasst und die Drehlagerung und das Tragrohr gemeinsam an einer Stützplatte des Maschinengestells angeordnet sind.

[0002] Aus der EP 0 275 369 A2 ist eine Umformmaschine bekannt, mit der becherförmige Hohlkörper aus Metall, insbesondere Aluminium, aus einem im Wesentlichen zylinderhülsenförmigen Ausgangszustand bereichsweise umgeformt, insbesondere lokal eingezogen, werden können, um beispielsweise im Bereich der Öffnung eine Verschlusskappe oder ein Sprühventil abdichtend aufzusetzen zu können. Die bekannte Umformmaschine weist ein Maschinengestell auf, an dem ein Tragrohr ausgebildet ist. An einer Außenoberfläche des Tragrohrs ist ein Werkstückrundtisch drehbar gelagert. In einer vom Tragrohr begrenzten Ausnehmung ist ein linearverschiebliches Führungsrohr aufgenommen, an dessen Endbereich der Werkzeugträger angebracht ist. In dem Maschinengestell ist eine Antriebseinrichtung aufgenommen, die zur Erzeugung einer intermittierenden Drehbewegung des Werkstückrundtischs und zur Erzeugung einer oszillierenden Linearbewegung des Führungsrohrs und des damit verbundenen Werkzeugträgers ausgebildet ist. Durch die Linearbewegung können die am Werkzeugträger vorgesehenen Werkzeuge, insbesondere Umformwerkzeuge, in Eingriff mit den am Werkstückrundtisch gehaltenen Hohlkörpern gebracht werden, um diese lokal zu bearbeiten, insbesondere plastisch zu deformieren. Durch die intermittierende Drehbewegung des Werkstückrundtischs können die Hohlkörper in serieller Reihenfolge in Kontakt mit den am Werkzeugträgertisch angebrachten Werkzeugen gebracht werden, um eine schrittweise Umformung der

Hohlkörper von einer Ausgangsgeometrie hin zu einer Zielgeometrie zu erreichen.

[0003] Die W00158618 offenbart eine Vorrichtung zum Deformieren dünnwandiger Körper, die mehrere Haltestationen zur Aufnahme der Körper sowie mehrere Werkzeuge für einen Eingriff in die Wand des Körpers aufweist, um den Körper in einer vorbestimmten Zone zu verformen. Dabei ist eine zyklische Relativbewegung der an einem gemeinsamen Werkzeugträger aufgenommenen Werkzeuge relativ zu den Haltestationen vorgesehen, wobei der Werkzeugträger an einer Außenoberfläche eines Führungsrohrs schiebebeweglich gelagert ist.

[0004] Aus der US 2008/069665 A1 ist eine Vorrichtung zum Einziehen von Aerosoldosen bekannt, bei der ein mit Werkzeugen bestückter Werkzeugträger linearbeweglich gegenüber einem drehbar gelagerten Werkstückträger angeordnet ist und wobei der Werkstückträger eine Drehschrittbewegung und der Werkzeugträger eine hierzu synchrone zyklisch wiederholte Linearbewegung vollzieht.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Umformeinrichtung bereitzustellen, die bei vereinfachtem Aufbau eine verbesserte Genauigkeit bei der Bearbeitung der Hohlkörper ermöglicht.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Umformeinrichtung der eingangs genannten Art mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dabei ist vorgesehen, dass die Stützplatte zusammen mit einem Stützrahmen eine erste Maschinengestellpartie bildet und dass die Antriebseinrichtung an Tragwangen aufgenommen ist, die eine zweite Maschinengestellpartie bilden, so dass eine zumindest weitgehende Entkopplung zwischen den von der Antriebseinrichtung bereitgestellten Kräften und dem Werkstückrundtisch sowie dem Werkzeugträger erreicht wird.

[0007] Durch die Anordnung der Führungseinrichtung an der Außenoberfläche des Tragrohrs steht verglichen mit der bekannten Linearlagerung des Werkzeugträgertischs, die an der Innenfläche des Tragrohrs vorgesehen ist, eine größere Lagerfläche zur Verfügung. Dies gewährleistet eine zuverlässigere Abstützung der im Betrieb der Umformeinrichtung vom Werkzeugträger und/oder vom Werkstückrundtisch auf das Tragrohr zu übertragenden Kräfte. Zudem kann die Linearführung für den Werkzeugträger und/oder den Werkstückrundtisch derart gestaltet werden, dass über die gesamte Länge der Linearbewegung des Werkzeugträgers und/oder Werkstückrundtischs gegenüber dem Tragrohr stets die gleichen Lagerungsbedingungen vorliegen. Hierdurch können die Bearbeitungstoleranzen für die Hohlkörperbearbeitung in einem engen Bereich gehalten werden. Bei der Bearbeitung der Hohlkörper bewegen sich der Werkstückrundtisch und/oder der Werkzeugträger längs der außen am Tragrohr angebrachten, wenigstens einen Linearführung, relativ zum Tragrohr.

[0008] Durch die Beabstandung und die damit bewirkte zumindest teilweise mechanische Entkopplung der Drehlagerung von der am Tragrohr ausgebildeten Li-

nearlagerung wird erreicht, dass vom Tragrohr auf das Maschinengestell zu übertragende Kräfte und Momente, insbesondere Biegemomente, und damit einhergehende elastische Deformationen des Tragrohrs nicht oder allenfalls in geringem Umfang zu unerwünschten Auslenkungen auf und/oder zu Belastungen für die Drehlagerung führen. Dadurch wird eine vorteilhafte mechanische Entkopplung der Drehlagerung von der Linearführung gewährleistet, wodurch die Bearbeitungsgenauigkeit für die Hohlkörper verbessert werden kann. Vorzugsweise ist die Drehlagerung in radialer Richtung nach außen beabstandet zum Tragrohr angeordnet. Besonders bevorzugt sind eine Längsachse des Tragrohrs und die von der Drehlagerung bestimmte Drehachse konzentrisch zueinander angeordnet.

[0009] Dabei ist vorgesehen, dass die Drehlagerung und das Tragrohr gemeinsam an einer Stützplatte des Maschinengestells angeordnet sind. Die Stützplatte dient zur Übertragung von Kräften zwischen dem Tragrohr und dem darauf linearbeweglich gelagerten Werkzeugträger oder Werkstückrundtisch und dem mittels der Drehlagerung drehbeweglich an der Stützplatte aufgenommenen Werkstückrundtisch oder Werkzeugträger. Vorzugsweise ist die Stützplatte derart ausgebildet, dass sie bei den im Betrieb der Umformeinrichtung auftretenden Bearbeitungskräften nicht oder nur in geringem Maße elastisch deformiert wird. Dadurch wird die gewünschte, zumindest nahezu vollständige mechanische Entkopplung zwischen dem Tragrohr einerseits und der Drehlagerung andererseits gewährleistet. Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind das, insbesondere mit kreisrundem Querschnitt ausgeführte, Tragrohr und die Drehlagerung bezogen auf die Drehachse in radialer Richtung beabstandet, insbesondere konzentrisch zueinander, an der Stützplatte angebracht. Dabei umgreift die Drehlagerung das Tragrohr, wodurch es möglich ist, den Durchmesser der Drehlagerung erheblich größer als den Durchmesser des Tragrohrs zu wählen. Vorzugsweise wird der Durchmesser der Drehlagerung zumindest annähernd so groß gewählt wie der Durchmesser des, vorzugsweise kreisringförmig, ausgeführten Werkzeugträgers bzw. Werkstückrundtischs. Hierdurch kann eine vorteilhafte Abstützung der parallel zur Drehachse auf den Werkzeugträger bzw. Werkstückrundtisch einwirkenden Kräfte durch Stützplatte und die zwischen Werkzeugträger bzw. Werkstückrundtisch und Stützplatte angeordnete Drehlagerung gewährleistet werden.

[0010] Aufgrund der erfindungsgemäßen Gestaltung der Stützplatte zusammen mit dem Stützrahmen wird eine erste Maschinengestellpartie gebildet, wobei die Antriebseinrichtung an Tragwangen aufgenommen ist, die eine zweite Maschinengestellpartie bilden, so dass eine zumindest weitgehende Entkopplung zwischen den von der Antriebseinrichtung bereitgestellten Kräften und dem Werkstückrundtisch sowie dem Werkzeugträger erreicht wird. Die beiden Maschinengestellpartien leiten jeweils die auf sie einwirkenden Kräfte vorzugsweise auf eine

Grundplatte ab. Die Grundplatte kann als weiterer Teil des Maschinengestells und/oder als Teil einer Fundamentkonstruktion für die Umformeinrichtung ausgebildet sein und schließt den Kraftfluss zwischen den beiden Maschinengestellpartien. Diese Grundplatte kann besonders stabil ausgebildet werden, so dass sie durch die im Betrieb der Umformeinrichtung auftretenden Kräfte nicht oder nur geringfügig deformiert wird. Vorzugsweise ist die Grundplatte derart ausgebildet, dass sie eine zumindest weitgehende, insbesondere praktisch vollständige, mechanische Entkopplung der beiden Maschinengestellpartien voneinander ermöglicht. Hierdurch wird erreicht, dass beispielsweise von der Antriebseinrichtung ausgehende Kräfte und Schwingungen, die auf die zweite Maschinengestellpartie eingeleitet werden, zumindest weitestgehend von der ersten Maschinengestellpartie ferngehalten werden können und somit keinen störenden Einfluss auf den Werkzeugträger und den Werkstückrundtisch, die relativbeweglich zueinander an der ersten Maschinengestellpartie angebracht sind, ausüben können. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0011] Zweckmäßig ist es, wenn das Tragrohr ortsfest am Maschinengestell angebracht ist. Hierdurch wird eine hoch belastbare und vom Betriebszustand bzw. der Betriebsstellung der Umformeinrichtung unabhängige Kraftübertragung zwischen Tragrohr und Maschinengestell gewährleistet, wodurch eine vorteilhafte Abstützung des Werkzeugträgers und/oder Werkstückrundtischs sichergestellt wird.

[0012] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass zwischen der ersten Maschinengestellpartie und der zweiten Maschinengestellpartie ein gelenkig, vorzugsweise flexibel, insbesondere als Festkörpergelenk, ausgebildeter Koppelbereich vorgesehen ist. Der Koppelbereich dient einerseits zur Schließung des Kraftflusses zwischen erster und zweiter Maschinengestellpartie, andererseits ist der Koppelbereich für eine möglichst weitgehende mechanische Entkopplung der beiden Maschinengestellpartien vorgesehen. Vorzugsweise ist der Koppelbereich als flexibles Gelenkelement, insbesondere als Festkörpergelenk, ausgebildet. Hierdurch ist sichergestellt, dass die beiden Maschinengestellpartien spielfrei miteinander verbunden sind. Vorzugsweise ist das Festkörpergelenk in der ersten Maschinengestellpartie, beispielsweise im Bereich einer Verbindung der Stützplatte mit der Bodenplatte, integriert.

[0013] Zweckmäßig ist es, wenn eine Gelenkachse des gelenkigen Koppelbereichs quer zur Drehachse ausgerichtet ist. Bei der Gelenkachse kann es sich je nach Ausführung des Koppelbereichs um eine tatsächliche körperliche Achse oder, insbesondere einem Festkörpergelenk, um eine geometrische Achse handeln. Durch die erfindungsgemäße Ausrichtung der Gelenkachse dient der Koppelbereich dazu, die durch die Antriebseinrichtung erzeugten und insbesondere längs der Drehachse wirkenden Linearschwingungen von der Stützplat-

te zu entkoppeln. Vorzugsweise führt die Stützplatte zur Entkopplung der Linearschwingungen der Antriebseinrichtung eine Kippbewegung relativ zur Antriebseinrichtung um die Gelenkachse aus. Dadurch wird verhindert, dass die von der Antriebseinrichtung ausgehenden Linearschwingungen bis zum Werkzeugträger und/oder Werkstückrundtisch vordringen und dort die Bearbeitungsqualität beeinflussen.

[0014] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass zwischen dem Tragrohr und dem Werkzeugträger oder Werkstückrundtisch eine, vorzugsweise vorgespannte, insbesondere spielfrei vorgespannte, Wälzkörperlageranordnung ausgebildet ist. Eine Wälzkörperlageranordnung ermöglicht hohe Relativgeschwindigkeiten für die oszillierende Linearbewegung zwischen dem Werkzeugträger oder Werkstückrundtisch und dem Tragrohr. Da sich bei dieser Linearbewegung der Werkzeugträger oder Werkstückrundtisch stets längs des gleichen Abschnitts des Tragrohrs bewegt, ist die Verwendung einer Wälzkörperlageranordnung vorteilhaft, da diese aufgrund der Rollreibung der Wälzkörper eine geringere Wärmeentwicklung hervorbringt als eine entsprechende Gleitlagerung. Vorzugsweise ist die Wälzkörperlageranordnung vorgespannt ausgebildet, um eine spielarme, vorzugsweise spielfreie Lagerung des Werkzeugträgers oder Werkstückrundtischs am Tragrohr zu gewährleisten. Insbesondere ist die Vorspannung der Wälzkörperlageranordnung derart ausgebildet, dass eine Rotationsbewegung des Werkzeugträgers oder Werkstückrundtischs um die Drehachse sowie um eine quer zur Drehachse ausgerichtete Kippachse zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig, vermieden wird.

[0015] Vorteilhaft ist es, wenn an einer Innenoberfläche des Tragrohrs eine, vorzugsweise als Gleitlagerung ausgebildete, Lagereinrichtung für einen Koppelschlitten der Antriebseinrichtung ausgebildet ist, der für eine kraftübertragende Verbindung zwischen einer Pleuelstange der Antriebseinrichtung und dem Werkzeugträger oder dem Werkstückrundtisch vorgesehen ist. Der Koppelschlitten ist vorgesehen, um die von der Antriebseinrichtung vorzugsweise in der Art einer Kurbelbewegung bereitgestellte, als Überlagerung einer Linearbewegung mit einer Schwenkbewegung vorliegende Oszillationsbewegung in eine reine Linearbewegung zu überführen, die dann an den Werkzeugträger oder Werkstückrundtisch weitergeleitet werden kann. Hierzu ist der Koppelschlitten mit der am Kurbeltrieb der Antriebseinrichtung angebrachten Pleuelstange verbunden und linearbeweglich im Tragrohr gelagert. Da die Lagerung des Werkzeugträgers oder Werkstückrundtischs erfindungsgemäß an der Außenoberfläche des Tragrohrs vorgesehen ist, kann die Innenoberfläche des Tragrohrs für die Lagerung des Koppelschlittens genutzt werden. Hierdurch wird neben einer vorteilhaften Führung des Koppelschlittens auch eine kompakte Bauform für die Umformeinrichtung erreicht. Besonders bevorzugt liegt der Koppelschlitten über die gesamte Länge der linearen Oszillationsbewe-

gung in stets gleicher Weise an der Innenoberfläche des Tragrohrs an.

[0016] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen dem Koppelschlitten und dem Werkzeugträger oder Werkstückrundtisch ein, vorzugsweise ringförmig ausgebildetes, elastisches Koppelmittel angeordnet, das zur Kraftübertragung zwischen Koppelschlitten und Werkzeugträger oder Werkstückrundtisch und zur Entkopplung von Verkippungsbewegungen des Koppelschlittens quer zur Drehachse ausgebildet ist. Das elastische Koppelmittel wird während des Bearbeitungsvorgangs für die Hohlkörper für die Durchführung der linearen Oszillationsbewegung zunächst mit einer Druckkraft beaufschlagt, um den Werkzeugträger oder Werkstückrundtisch auf den gegenüberliegend angeordneten Werkstückrundtisch oder Werkzeugträger zuzubewegen und die Bearbeitungswerkzeuge in Eingriff mit den Hohlkörpern zu bringen. In einer nachfolgenden Phase der linearen Oszillationsbewegung werden Zugkräfte auf das elastische Koppelmittel eingeleitet, um den Abstand zwischen Werkzeugträger und Werkstückrundtisch wieder zu vergrößern und damit die Bearbeitungswerkzeuge von den Hohlkörpern zu entfernen. Vorzugsweise ist das elastische Koppelmittel hülsenförmig, insbesondere aus einem dünnwandigen metallischen Werkstoff, ausgebildet. Besonders bevorzugt ist das elastische Koppelmittel konzentrisch zur Drehachse des Werkzeugträgers oder Werkstückrundtischs ausgerichtet.

[0017] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Führungslänge für den Werkzeugträger oder den Werkstückrundtisch längs des Tragrohrs und/oder für den Koppelschlitten längs des Tragrohrs wenigstens das 1,5-fache, vorzugsweise wenigstens das 2-fache, insbesondere wenigstens das 2,5-fache, des maximalen Hubwegs des Werkzeugträgers oder des Werkstückrundtischs beträgt. Die Führungslänge ist der maximale Abstand der jeweils äußeren Wälzkörper der Linearführungen längs der Drehachse, die dem Werkzeugträger oder Werkstückrundtisch zugeordnet sind. Durch die Abstützung des Werkzeugträgers oder Werkstückrundtischs auf einer solchen Führungslänge ist auch bei maximalem Hub der Antriebseinrichtung gewährleistet, dass der Werkzeugträger oder der Werkstückrundtisch stets zuverlässig am Tragrohr geführt ist.

[0018] Zweckmäßig ist es, wenn das Tragrohr und der Werkzeugträger oder Werkstückrundtisch freitragend an der Stützplatte angebracht sind. Hierdurch ist eine vorteilhafte Zugänglichkeit des Werkzeugträgers oder Werkstückrundtischs gewährleistet, beispielsweise für eine rasche Auswechselbarkeit des Werkzeugträgers oder Werkstückrundtischs.

[0019] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt. Hierbei zeigt:

55 Figur 1 eine ebene, schematische Schnittdarstellung durch eine Umformeinrichtung,

Figur 2 eine schematische Darstellung der Antriebs-

einrichtung mit den ersten und zweiten Antriebsmitteln.

[0020] Eine in der Figur 1 dargestellte Umformeinrichtung 1, die insbesondere zur Umformung von becherförmigen Hohlkörpern einsetzbar ist, umfasst ein Maschinengestell 2, an dem ein Werkstückrundtisch 3 und ein Werkzeugträger 4 angeordnet sind. Bei der dargestellten Ausführungsform der Umformeinrichtung 1 ist der Werkstückrundtisch 3 drehbar am Maschinengestell 2 angebracht, während der Werkzeugträger 4 exemplarisch linearbeweglich am Maschinengestell 2 aufgenommen ist. Der Werkstückrundtisch 3 ist somit gegenüber dem Maschinengestell 2 und dem Werkzeugträger 4 um eine Drehachse 5 drehbar gelagert. Der Werkzeugträger 4 kann linear längs der Drehachse 5 gegenüber dem Maschinengestell 2 und dem Werkstückrundtisch 3 verschoben werden.

[0021] Die Umformeinrichtung 1 umfasst weiterhin eine Antriebseinrichtung 6, die zur Bereitstellung einer intermittierenden Rotationsbewegung oder Drehschrittbewegung sowie zur Bereitstellung einer zyklisch oszillierenden Linearbewegung ausgebildet ist. Vorliegend ist die Antriebseinrichtung 6 zur Bereitstellung der Drehschrittbewegung an den Werkstückrundtisch 3 und zur Bereitstellung der zyklisch oszillierenden Linearbewegung an den Werkzeugträger 4 ausgebildet.

[0022] Die Antriebseinrichtung 6 umfasst unter anderem eine Doppelexzenteranordnung 8. Die Doppelexzenteranordnung 8, die einen auch als Exzenterwelle bezeichneten inneren Exzenter 9 und einen auch als Exzenterbuchse bezeichneten äußeren Exzenter 10 umfasst, dient als hinsichtlich des Kurbelhubes einstellbarer Kurbeltrieb zur Bereitstellung einer kreisförmigen Umlaufbewegung für ein nicht näher bezeichnetes Pleuellauge einer Pleuelstange 7.

[0023] Die zum Antrieb der Pleuelstange 7 notwendigen Kräfte werden beispielsweise von einem als Elektromotor ausgeführten Antriebsmotor 11 bereitgestellt, der über einen, exemplarisch als Keilrippenriemen ausgebildeten, Riementrieb 12 mit einem Schwungrad 13 gekoppelt ist. Das Schwungrad 13 ist über eine im Betrieb der Umformeinrichtung 1 kuppelbare Schwungradkupplung 14 in kraftübertragende Verbindung mit einem Antriebsritzel 15 bringbar. Das Antriebsritzel 15 steht in Eingriff mit einem Hauptzahnrad 16, das an zwei Tragwangen 17 drehbar gelagert aufgenommen ist, von denen aufgrund der Schnittdarstellung der Figur 1 nur eine sichtbar ist. An dem Hauptzahnrad 16 sind in spiegelbildlicher Anordnung zwei, vorzugsweise jeweils einstückig angeformte, exemplarisch zylindrisch ausgebildete Lagerzapfen 18 angebracht, die konzentrisch zum Hauptzahnrad 16 angeordnet sind und die in nicht dargestellter Weise in eine der Tragwange 17 jeweils zugehörige Lagerung eingreifen und die der Drehlagerung des Hauptzahnrad 16 dienen. Zudem ist an dem Hauptzahnrad 16 der innere Exzenter 9 ortsfest angebracht, während der äußere Exzenter 10 am Hauptzahnrad 16

verstellbar gelagert ist, um den Kurbelhub der Doppelexzenteranordnung 8 für die Pleuelstange 7 einstellen zu können.

[0024] Für die Einstellung des maximalen Hubs kann der äußere Exzenter 10 mittels einer nicht näher dargestellten Kupplung vom inneren Exzenter 9 entkoppelt werden und zur Hubeinstellung mittels einer ebenfalls nicht dargestellten Antriebseinrichtung um eine normal zur Darstellungsebene verlaufende Schwenkachse, vorzugsweise stufenlos, relativ zum inneren Exzenter 8 verdreht werden. Anschließend wird die Kupplung wieder geschlossen, so dass die beiden Exzenter 9 und 10 wieder kraftübertragend miteinander gekoppelt sind.

[0025] An dem Hauptzahnrad 16 befindet sich auch ein Abtriebszahnrad 19 in permanentem Eingriff, das über eine im Betrieb der Umformeinrichtung 1 schaltbare Schrittschaltgetriebekupplung 21 mit einem Schrittschaltgetriebe 20 in kraftübertragende Verbindung gebracht werden kann. Das Schrittschaltgetriebe 20 setzt die kontinuierliche Drehbewegung des Abtriebszahnrad 19 in eine diskontinuierliche, intermittierende Drehschrittbewegung um, die über eine Schrittschaltwelle 22 und ein Schrittschaltritzel 23 auf den Werkstückrundtisch 3 übertragen wird. Exemplarisch ist am Werkstückrundtisch 3 eine Innenverzahnung 24 ausgebildet, in die das Schrittschaltritzel 23 eingreift, um die Drehschrittbewegung des Schrittschaltgetriebes 20 auf den Werkstückrundtisch 3 zu übertragen, der dann die Drehschrittbewegung um die Drehachse 5 vollzieht. Alternativ kann anstelle des Schrittschaltgetriebes 20 ein Servoantrieb eingesetzt werden, der eine elektrisch gesteuerte Drehschrittbewegung ermöglicht.

[0026] Beispielhaft ist der Werkstückrundtisch 3 mittels einer Drehlagerung 25 drehbar an einer Stützplatte 26 gelagert. Die Stützplatte 26 ist Teil einer ersten Maschinengestellpartie, die auch einen Stützrahmen 31 umfasst. Der Stützrahmen 31 hat insbesondere die Aufgabe, die Drehmomente, die durch die Gewichtskräfte der an der Stützplatte 26 angebrachten, nachstehend näher beschriebenen Baugruppen auf die Stützplatte 26 einwirken, in eine Grundplatte 32 abzuleiten.

[0027] Die Drehlagerung 25 umfasst beispielsweise einen an der Stützplatte 26 angebrachten, vorzugsweise kreisringförmigen Lagerring 28, der an einer umlaufenden Außenoberfläche eine Auflagefläche für eine Vielzahl von schematisch dargestellten Wälzkörpern 29 aufweist. Die Wälzkörper 29 sind zwischen dem Lagerring 28 und einer dem Lagerring 28 gegenüberliegenden, am Werkstückrundtisch 3 exemplarisch als umlaufender Bund 63 ausgebildeten Lagerfläche 30 angeordnet und werden von einem nicht näher dargestellten Käfig in Position gehalten. Sie bilden zusammen mit dem Lagerring 28 und umlaufenden Bund 63 ein Radiallager, das eine reibungsarme und insbesondere bezüglich der Drehachse 5 und dem Werkzeugträger 4 hochpräzise Drehbewegung des Werkstückrundtischs 3 gewährleistet. Eine Abstützung von Bearbeitungskräften, die in Richtung der Drehachse 5 auf den Werkstückrundtisch 3 einwirken,

erfolgt beispielsweise durch einen kreisringförmigen Gleitlagerring 62, der flächig an der Oberfläche des Werkstückrundtischs 3 anliegt. Vorzugsweise werden der Gleitlagerring 62 und die gegenüberliegend angeordnete Oberfläche des Werkstückrundtischs 3 von einem nicht näher dargestellten Schmierungskreislauf mit einer intermittierenden oder kontinuierlichen Schmierstoffversorgung mit Schmierstoff versorgt.

[0028] An einer der Antriebseinrichtung 6 entgegengesetzten Oberfläche der Stützplatte 26 und beabstandet zur Drehlagerung 25 ist ein Tragrohr 33 angebracht, das exemplarisch zur Abstützung und linearen Lagerung des Werkzeugträgers 4 dient. Das Tragrohr 33 weist in einer nicht dargestellten, normal zur Drehachse 5 ausgerichteten Querschnittsebene einen exemplarisch kreisringförmigen Querschnitt auf. Eine zylindrische Innenoberfläche 35 des Tragrohrs 33 dient als Gleitlagerfläche für einen Koppelschlitten 34, der mit der Pleuelstange 7 gekoppelt ist und zur Umsetzung der kombinierten Dreh- und Linearbewegung der Pleuelstange 7 in eine Linearbewegung dient.

[0029] Der Koppelschlitten 35 umfasst exemplarisch einen rohrförmig ausgebildeten Grundkörper 37, an dem ein Lagerbolzen 38 zur schwenkbeweglichen Lagerung der Pleuelstange 7 angebracht ist. An dem Grundkörper 37 sind radial außenliegend mehrere, vorzugsweise ringförmige, Gleitstücke 39, beispielsweise aus Gleitlagerbronze, angeordnet, die für eine Gleitbewegung auf der Innenoberfläche 35 des, exemplarisch aus Metall hergestellten, Tragrohrs 33 ausgebildet sind.

[0030] An einer Außenoberfläche 36 des Tragrohrs 33 sind mehrere parallel zur Drehachse 5 erstreckte Lagerschienen 40 angebracht, die als Linearführungselemente für den Werkzeugträger 4 dienen. Vorzugsweise sind die Lagerschienen 40 in gleicher Winkelteilung um die Drehachse 5 angeordnet, beispielsweise in einer 120-Grad-Teilung oder einer 90-Grad-Teilung.

[0031] Für die lineare Führung des Werkzeugträgers 4 sind zudem an einer radial innenliegenden Innenoberfläche 41 des Werkzeugträgers 4 korrespondierend zu den Lagerschienen 40 auch als Kugelrollschuhe bezeichnete Linearführungen 42 angebracht, die die Lagerschienen 40 jeweils U-förmig umgreifen. Die Linearführungen 42 können beispielsweise als Kugelumlauflführungen ausgebildet sein, bei denen eine Vielzahl von zylindrischen oder sphärischen Wälzkörpern in einer Führungsbahn aufgenommen sind und eine lineare Relativbewegung gegenüber der jeweiligen Lagerschiene 40 ermöglichen. Vorzugsweise sind die Linearführungen 42 durch nicht näher dargestellte Spannmittel in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung des Tragrohrs 33 gegeneinander verspannt, wodurch eine spielarme, insbesondere spielfreie, Linearlagerung des Werkzeugträgers 4 gegenüber dem Tragrohr 33 erzielt wird. Aufgrund der Linearführungen 42 ist der Werkzeugträger 4 drehfest am Tragrohr 33 aufgenommen.

[0032] An dem Grundkörper 37 des Koppelschlittens 34 ist an der der Pleuelstange 7 abgewandten Stirnseite

eine Abschlussplatte 43 angebracht, die eine Gewindespindel 44 trägt. Die Gewindespindel 44 erstreckt sich beispielsweise parallel, insbesondere konzentrisch, zur Drehachse 5. Zwei längs der Drehachse 5 zueinander beabstandet angeordnete Spindelmuttern 45, 46 greifen in das nicht näher dargestellte Außengewinde der Gewindespindel 44 ein. Die beiden Spindelmuttern 45, 46 sind drehfest und linearverschieblich miteinander verbunden. Der zweiten Spindelmutter 46 ist eine, vorzugsweise hydraulisch ansteuerbare, Linearstelleinrichtung 48 und ein Stellmotor 49 zugeordnet.

[0033] Die Aufgabe des Stellmotors 49, der vorzugsweise als Torquemotor ausgebildet ist und einen mit der zweiten Spindelmutter 46 gekoppelten, drehbeweglich gelagerten Rotor 50 sowie einen Stator 51 umfasst, der in einem Mitnehmer 52 drehfest aufgenommen ist, besteht darin, die beiden Spindelmuttern 45, 46 durch Rotation längs der Gewindespindel 44 zu verschieben und dadurch eine Verstellung einer Ausgangsposition des Werkzeugträgers 4 längs der Gewindespindel 44 zu ermöglichen.

[0034] Die Aufgabe der Linearstelleinrichtung 48, die eine Kraft in Richtung der Drehachse 5 auf die zweite Spindelmutter 46 ausüben kann, besteht, darin, die zweite Spindelmutter 46 gegenüber der ersten Spindelmutter 45 zu verspannen und damit eine spielfreie Kraftübertragung zwischen Gewindespindel 44 und dem Mitnehmer 52 zu ermöglichen, in dem die Spindelmuttern 45 und 46 ortsfest und drehbeweglich aufgenommen sind.

[0035] Der Mitnehmer 52 ist exemplarisch als im Wesentlichen rotationssymmetrischer Körper ausgebildet und weist einen umlaufenden Flansch 53 auf, an dem ein rohrförmiges Koppelmittel 54 befestigt ist, das für eine kraftübertragende Verbindung mit dem Werkzeugträger 4 ausgebildet ist. Der Flansch 53 und das Koppelmittel 54 sind derart dimensioniert, dass sie aufgrund der vom Werkzeugträger 4 auf den Werkstückrundtisch 3 übertragenen Kräfte geringfügig elastisch deformiert werden und dabei eventuell auftretende Verkippungen des Koppelschlittens 34 und des Mitnehmers 47 um Kippachsen quer zur Drehachse 5 zumindest teilweise aufnehmen, so dass diese nicht oder allenfalls anteilig auf den Werkzeugträger 4 übertragen werden. In Kombination mit der zumindest im Wesentlichen spielfreien Lagerung des Werkzeugträgers 4 am Tragrohr 33 wird dadurch eine besonders hohe Präzision für die Bearbeitung der am Werkstückrundtisch aufgenommenen Hohlkörper 55 erzielt.

[0036] Nachstehend sollen einige Aspekte für die Funktion der Umformeinrichtung 1 umrissen werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass an dem Werkstückrundtisch 3 mehrere in gleicher Winkelteilung zur Drehachse 5 angeordnete, auch als Spannfutter bezeichnete Werkstückhalter 55 angebracht sind, in denen jeweils becherförmige Hohlkörper 56 aufgenommen sind. An der dem Werkstückrundtisch 3 gegenüberliegenden Oberfläche des Werkzeugträgers 4 sind korrespondierend zu den Werkstückhaltern 55 entsprechende Werkzeughal-

ter 57 angeordnet, die mit Bearbeitungswerkzeugen 58, beispielsweise mit Umformwerkzeugen, bestückt sind.

[0037] Für eine Inbetriebnahme der in der Figur 1 dargestellten Umformeinrichtung 1 werden zunächst die Kupplungen, insbesondere die Schwungradkupplung 14 und die Schrittschalttriebekupplung 21, in eine eingekuppelte, kraftübertragende Stellung gebracht. Zudem kann vor der Inbetriebnahme der Exzenter- oder Kurbelhub für die Pleuelstange 7 und den damit gekoppelten Koppelschlitten 34 durch Relativbewegung und Arretierung des äußeren Exzenter 10 gegenüber dem inneren Exzenter 9 eingestellt werden. Darüber hinaus kann auch die Ausgangsstellung des Werkzeugträgers 4 längs der Drehachse 5 durch Ansteuerung des Stellmotors 49 und der damit gekoppelten Spindelmutter 45, 46 eingestellt werden. Anschließend werden die Spindelmutter 45, 46 mittels der Linearstellereinrichtung 48 auf der Gewindespindel 44 arretiert.

[0038] Zur Inbetriebnahme der Umformeinrichtung 1 wird der Antriebsmotor 11 mit elektrischer Spannung beaufschlagt und erzeugt eine Rotationsbewegung, die über den Riementrieb 12 an das Schwungrad 13 weitergegeben wird. Das mit dem Schwungrad 13 kraftübertragend verbundene Antriebsritzel 15 setzt das Hauptzahnrad 16 in Bewegung. Dadurch wird einerseits mittels der Doppelexzenteranordnung 8 eine Kurbelbewegung auf die Pleuelstange 7 eingeleitet. Außerdem wird über das Abtriebszahnrad 19 das Schrittschaltgetriebe 20 in Gang gesetzt. Bei geschlossenen Kupplungen 14, 21 liegt eine kinematische Zwangskopplung zwischen der Bewegung der Pleuelstange 7 und damit des Werkzeugträgers 4 und der Bewegung des Schrittschaltgetriebes 20 und damit des Werkstückrundtisches 3 vor.

[0039] Durch die Kurbelbewegung der Doppelexzenteranordnung 8 und die Kopplung über die Pleuelstange 7 wird der Koppelschlitten 34 in eine oszillierende Linearbewegung versetzt, die über die Gewindespindel 44, die Spindelmutter 45, 46, den Mitnehmer 47 und das Koppelmittel 54 auf den Werkzeugträger 4 übertragen wird, der diese Linearbewegung in gleicher Weise wie der Koppelschlitten 34 vollzieht.

[0040] Der Werkstückrundtisch 3 wird durch das Schrittschaltgetriebe 20 und die damit verbundene Schrittschaltwelle 22 sowie das Schrittschaltritzel 23 und die Innenverzahnung 24 in eine Drehschrittbewegung um die Drehachse 5 versetzt. Dabei sind die Drehschrittbewegung des Werkstückrundtisches 3 und die oszillierende Linearbewegung des Werkzeugträgers 4 derart aufeinander abgestimmt, dass der Werkstückrundtisch 3 in demjenigen Zeitintervall ruht, in dem die am Werkzeugträger 4 angebrachten Bearbeitungswerkzeuge 58 in Eingriff mit den Hohlkörpern 56 stehen. Der Werkstückrundtisch 3 vollzieht die Drehschrittbewegung, wenn die Bearbeitungswerkzeuge 58 nicht im Eingriff mit den Hohlkörpern 56 stehen. Hierdurch können die Bearbeitungswerkzeuge 58 im Zuge der kombinierten Linear- und Drehschrittbewegung von Werkzeugträger 4 und Werkstückrundtisch 3 sequentiell in Eingriff mit den Hohl-

körpern 56 gebracht werden, um eine schrittweise Umformung der Hohlkörper 56 zu erzielen.

[0041] Aufgrund der Kurbelbewegung der Doppelexzenteranordnung 8 und der damit gekoppelten Pleuelstange 7 treten während des Betriebs der Umformeinrichtung 1 erhebliche Massenkräfte und Schwingungen auf. Um diese Störeinflüsse zumindest weitestgehend von den Hohlkörpern 56 und den Bearbeitungswerkzeugen 58 fernzuhalten, sind die Tragwangen 17, die im Wesentlichen die zweite Maschinengestellpartie 59 bilden, formstabil ausgebildet und fest an der Grundplatte 32 verankert, die ihrerseits eine große Masse aufweist und somit von den Störeinflüssen nicht oder nur in geringem Maße in Bewegung versetzt werden kann. Die Stützplatte 26, die sowohl das Tragrohr 33 zur Führung des Werkzeugträgers 4 als auch den Lagerring 28 zur Drehlagerung des Werkstückrundtisches 3 trägt, ist ebenfalls formstabil ausgebildet und wird durch die im Betrieb der Umformeinrichtung 1 auftretenden Kräfte nicht oder nur in geringem Maße deformiert.

[0042] Um einerseits eine möglichst weitgehende Entkopplung der Stützplatte 26 von der Antriebseinrichtung 6 und andererseits einen zuverlässigen Kraftfluss zwischen Stützplatte 26 und Antriebseinrichtung 6 zu erreichen, ist die Stützplatte 26 über einen gelenkig ausgebildeten Koppelbereich 60 mit der Grundplatte 32 verbunden. Da zudem der Stützrahmen 31 eine deutlich höhere Elastizität als die Stützplatte 26 aufweist, kann eine aus Stützplatte 26, Werkstückrundtisch 3, Werkzeugträger 4 und Tragrohr 33 gebildete Bearbeitungseinheit 61 als in sich starre und dadurch hinsichtlich des Bearbeitungsvorgangs präzise Baugruppe angesehen werden. Die Bearbeitungseinheit 61 ist über den Koppelbereich 60 und den Stützrahmen 31 elastisch mit der Grundplatte 32 verbunden. Die von der Pleuelstange 7 bereitgestellte Bewegung wird mittels des im Tragrohr 33 schiebebeweglich aufgenommenen Koppelschlittens 34 in die Bearbeitungseinheit 61 eingeleitet. Das zwischen dem Koppelschlitten 34 und dem Werkzeugträger 4 angeordnete Koppelmittel 54 koppelt etwaige Kippbewegungen des Koppelschlittens 34 aus, so dass der Werkzeugträger 4 mit einer reinen Linearbewegung beaufschlagt wird. Da der Werkzeugträger 4 zudem mittels der vorgespannten, insbesondere spielfreien Linearführungen 42 an den Lagerschienen 40 aufgenommen ist, ist eine genaue Positionierung der Bearbeitungswerkzeuge 58 gegenüber den Hohlkörpern 56 gewährleistet.

[0043] Für die Durchführung der relativen Verdrehung des inneren Exzenter 9 gegenüber dem äußeren Exzenter 10 und die dadurch zu bewirkende, insbesondere stufenlose Einstellung des Arbeitshubs, ist eine Feststellereinrichtung 70 vorgesehen, die einen schwenkbar am Maschinengestell 2 gelagerten Feststellhebel 71, ein beispielsweise als hydraulisch ansteuerbaren Zylinder ausgebildetes Stellmittel 72 sowie einen am äußeren Exzenter 10 in axialer Richtung abragenden Feststellbolzen 73 umfasst.

[0044] Mit Hilfe der Feststellereinrichtung 70 kann der

äußere Exzenter 10 festgelegt werden, indem das Stellmittel 72 von der nicht dargestellten Steuereinrichtung angesteuert wird und den Feststellhebel 71 derart verschwenkt, dass dieser in Eingriff mit dem Feststellbolzen 73 kommen kann. Anschließend wird der Antriebsmotor 11 von der Steuereinrichtung derart angesteuert, dass das Hauptzahnrad 16 eine langsame, in der Darstellung der Figur 1 vorzugsweise im Uhrzeigersinn stattfindende Rotationsbewegung, durchführt. Bei dieser Rotationsbewegung werden zunächst sowohl der innere Exzenter 9 als auch der äußere Exzenter 10 mitbewegt, bis der Feststellbolzen 73 in Eingriff mit dem gabelförmig ausgebildeten Feststellhebel 71 kommt. Ab diesem Zeitpunkt wird eine weitere Verdrehung des äußeren Exzenter 10 durch den eingeschwenkten Feststellhebel 71 verhindert, während sich der innere Exzenter 9 bei weiterer Rotation des Hauptzahnrad 16 relativ zum äußeren Exzenter 10 verdrehen kann.

[0045] Durch diese relative Verdrehung zwischen innerem Exzenter 9 und äußerem Exzenter 10 wird die gewünschte Einstellung des Arbeitshubs bewirkt. Aufgrund der Untersetzung der Rotationsbewegung zwischen dem Antriebsmotor 11 und dem Hauptzahnrad 16 kann eine sehr feine Winkelauflösung für die Relativbewegung zwischen innerem Exzenter 9 und dem äußeren Exzenter 10 erreicht werden, so dass eine praktisch stufenlose Einstellung des Arbeitshubs ermöglicht wird.

[0046] Sobald der gewünschte Arbeitshub zwischen innerem Exzenter 9 und äußerem Exzenter 10 eingestellt ist, kann durch eine Reversierbewegung des Antriebsmotors 11 der Feststellbolzen 74 außer Eingriff mit dem Feststellhebel 71 gebracht werden. Anschließend wird der Feststellhebel 71 mit Hilfe des Stellmittels 72 in eine nicht dargestellte Neutralstellung gebracht und die Umformeinrichtung 1 kann nunmehr mit dem neu eingestellten Arbeitshub in Betrieb genommen werden.

[0047] Bei der Einstellung des Arbeitshubs kann es zu einer Veränderung der Phasenlage zwischen zyklischer Linearbewegung und Drehschrittbewegung kommen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich der obere und der untere Totpunkt der Doppelexzenteranordnung 8, die sich durch die Position der beiden Exzenter 9, 10 zueinander ergeben, bei der Einstellung relativ zur Pleuelstange 7 verschieben. Ohne eine Kompensation der verstellten Phasenlage wäre ein vorgebbare zeitlicher Ablauf von zyklischer Linearbewegung und Drehschrittbewegung nach erfolgter Hubeinstellung nicht länger gewährleistet. Durch die Einstellung der Phasenlage kann der vorstehend genannte zeitliche Ablauf vorgegeben und exakt an die Bedürfnisse des Bearbeitungsvorgangs für die Hohlkörper angepasst werden.

[0048] Die vorzugsweise stufenlos vorzunehmende Einstellung der Phasenlage zwischen Drehschrittbewegung und zyklischer Linearbewegung wird nachfolgend an der schematischen Darstellung der Figur 2 erläutert. In der Figur 2 sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nur die für diese Einstellvorgänge wesentlichen Komponenten aus der Umformeinrichtung 1 gemäß der Figur 1 dar-

gestellt. Einige der in der Figur 2 dargestellten Komponenten sind ihrerseits aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht in der Figur 1 dargestellt, bilden jedoch integrale Bestandteile der Umformeinrichtung gemäß der Figur 1.

[0049] Der Antriebsmotor 11 steht über den Riemenantrieb 12 in Verbindung mit dem Schwungrad 13 und kann bei entsprechender Ansteuerung durch eine Steuereinrichtung 80 eine Rotationsbewegung auf das Schwungrad 13 einleiten. Dem Schwungrad 13 ist die Schwungradkupplung 14 zugeordnet, die durch ein internes, nicht näher dargestelltes Stellmittel zwischen einer ausgekuppelten und einer kraftübertragenden Stellung geschaltet werden kann. Das Stellmittel in der Schwungradkupplung 14 ist zum Empfang eines entsprechenden Schaltsignals mit der Steuereinrichtung 80 verbunden.

[0050] An der nicht näher bezeichneten abtriebsseitigen Kupplungsscheibe der Schwungradkupplung 14 das Abtriebsritzel 15 drehfest angebracht, das mit dem Hauptzahnrad 16 kämmt und damit eine Einleitung der Rotationsbewegung des Schwungrads 13 auf das Hauptzahnrad 16 ermöglicht, sofern die Schwungradkupplung 14 eingekuppelt ist. An dem Hauptzahnrad 16 ist der erste Exzenter 9 einstückig angeformt, des weiteren sind ebenfalls einstückig angeformte Lagerzapfen 18 am Hauptzahnrad 16 angebracht, die für eine Drehlagerung des Hauptzahnrad 16 an den in Figur 2 nicht dargestellten Tragwangen 17 vorgesehen sind.

[0051] Das Abtriebszahnrad 19 kämmt mit dem Hauptzahnrad 16 und ermöglicht somit die Übertragung der Rotationsbewegung auf die Schrittschalttriebekupplung 21. In der Schrittschalttriebekupplung 21 ist ein nicht näher dargestelltes Stellmittel integriert, das die Schrittschalttriebekupplung 21 zwischen einer ausgekuppelten und einer kraftübertragenden Stellung schalten kann. Dieses Stellmittel ist ebenfalls zum Empfang eines entsprechenden Schaltsignals mit der Steuereinrichtung 80 verbunden.

[0052] Bei eingekuppelter und damit kraftübertragender Schrittschalttriebekupplung 21 kann die Rotationsbewegung des Abtriebszahnrad 19 auf das Schrittschalttriebekupplung 21 übertragen werden, das aus der kontinuierlichen Rotationsbewegung des Hauptzahnrad 16 eine Drehschrittbewegung mit vorgebbare Winkel-Schrittweite erzeugt. Diese Drehschrittbewegung wird über die Schrittschaltwelle 22 und das Schrittschaltritzel 23 auf den Werkstückrundtisch 3 übertragen.

[0053] Auf den inneren Exzenter 9 ist der äußere Exzenter 10 drehbeweglich aufgesetzt. Für eine drehfeste Festlegung des äußeren Exzenter 10 am inneren Exzenter 9 weist der äußere Exzenter 10 einen dünnwandigen Hülsenabschnitt 81 auf, an dem ein als schaltbare Kupplung ausgebildeter Spannsatz 82 angeordnet ist. Der Spannsatz 82 umfasst einen am Umfang des Hülsenabschnitts 81 anliegenden Doppelkonusring 83 und zwei an den jeweils konischen Außenflächen des Doppelkonusrings 83 anliegende Spannrings 84, die an einem Innenumfang jeweils konisch ausgebildet sind.

[0054] Dem Spannsatz 82 ist ein Spannmittel 85 zu-

geordnet, das dazu eingerichtet ist, Axialkräfte auf die beiden Spannringe 84 einzuleiten, um diese in axialer Richtung aneinander anzunähern oder voneinander zu entfernen und somit eine Einleitung von Radialspannkräften auf den Doppelkonusring 83 und somit auf den Hülsenabschnitt 81 des äußeren Exzenter 10 zu ermöglichen. Somit kann der äußere Exzenter 10 wahlweise in Abhängigkeit von einem Steuersignal der Steuereinrichtung 80, das auf das Spannmittel 85 wirkt, drehfest oder drehbar am inneren Exzenter 9 gelagert sein.

[0055] Wie bereits zu der Figur 1 ausgeführt wurde, kann der äußere Exzenter 10 mittels der Feststelleinrichtung 70 festgesetzt werden, um anschließend die relative Verstellung des inneren Exzenter 9 gegenüber dem äußeren Exzenter 10 und damit die Einstellung des Arbeitshubs für die Pleuelstange 7 vorzunehmen. Zur Detektion der relativen Verdrehung der beiden Exzenter 9, 10 ist dem Hauptzahnrad 16 und dem damit drehfest verbundenen inneren Exzenter 9 ein Drehwinkelsensor 86 zugeordnet, dessen Sensorsignal an die Steuereinrichtung 80 übermittelt wird.

[0056] Die relative Verdrehung der beiden Exzenter 9, 10 kann vorzugsweise dann ermittelt werden, wenn der äußere Exzenter 10 mittels der Feststelleinrichtung 70 festgelegt ist, da hierdurch auch seine rotatorische Position bekannt ist. Die rotatorische Position des inneren Exzenter 9 wird durch den Drehwinkelsensor 86 ermittelt. Sobald die gewünschte relative Verdrehung zwischen innerem Exzenter 9 und äußerem Exzenter 10 erreicht ist, kann der äußere Exzenter 10 durch Ansteuerung des Spannmittels 85 drehfest am inneren Exzenter 9 festgelegt werden.

[0057] Bei der Einstellung des Arbeitshubs mittels der relativen Verdrehung der beiden Exzenter 9, 10 kann sich die Position des oberen und des unteren Totpunkts der Doppelexzenteranordnung 8 gegenüber der Pleuelstange 7 verändern. Damit geht eine Änderung der Phasenlage der zyklischen Linearbewegung gegenüber dem Schrittschaltgetriebe 20 einher. Diese ist jedoch je nach Bearbeitungsprozess für die Hohlkörper 56 nicht erwünscht. Daher kann die Phasenlage zwischen Drehschrittbewegung und zyklischer Linearbewegung korrigiert werden, nachdem die Einstellung des Arbeitshubs durchgeführt wurde.

[0058] Für die, vorzugsweise stufenlose, Korrektur der Phasenlage wird zunächst der äußere Exzenter 10 mittels des Spannsatzes 82 drehfest am inneren Exzenter 9 festgelegt. Die Schwungradkupplung 14 ist geschlossen, die Schrittschaltgetriebekupplung 20 ist hingegen geöffnet. Die Feststelleinrichtung 70 befindet sich in der Neutralstellung, so dass die Drehbewegung des äußeren Exzenter 10 nicht behindert wird. Bei Vorliegen dieser Voraussetzungen kann die Steuereinrichtung 80 den Antriebsmotor 11 ansteuern, um die Pleuelstange 7 durch Rotation des Hauptzahnrad 16 in die gewünschte Stellung zu bringen. Dies kann aufgrund der Untersetzung der Rotationsbewegung zwischen Antriebsmotor 11 und Hauptzahnrad 16 und bei geeigneter Auslegung der

Steuereinrichtung 80 mit einer Winkelauflösung erfolgen, die praktisch eine stufenlose Einstellung der Phasenlage zwischen zyklischer Linearbewegung und Drehschrittbewegung ermöglicht. Zur korrekten Einstellung der Phasenlage ist in der Steuereinrichtung 80 eine Wertetabelle oder ein Algorithmus gespeichert, mit deren bzw. dessen Hilfe aufgrund der im Vorfeld vorgenommenen Einstellung des Arbeitshubs die Phasenverschiebung der zyklischen Linearbewegung gegenüber der Drehschrittbewegung ermittelt werden kann. Die Phasenlage kann zusätzlich über die Abfrage der rotatorischen Position des Werkstückrundtischs 3 mittels des Werkstückrundtischsensors 88 überprüft werden, bei dem es sich beispielsweise um einen inkrementalen Drehwinkelsensor oder einen induktiv arbeitenden Näherungssensor handelt.

[0059] Zur Überwachung der Lage der Pleuelstange 7 kann zusätzlich ein Linearsensor 87 vorgesehen sein, dessen Signal an die Steuereinrichtung 80 bereitgestellt wird und dort mit den Signalen des Drehwinkelsensors 86 verglichen werden kann.

[0060] Sobald die Doppelexzenteranordnung 8 und die damit gekoppelte Pleuelstange 7 die Position erreicht haben, in der die gewünschte Phasenlage zwischen den ersten Antriebsmitteln, die im Wesentlichen durch das Schrittschaltgetriebe 20 gebildet werden, und den zweiten Antriebsmitteln, die im Wesentliche durch das Hauptzahnrad 16 mit der Doppelexzenteranordnung 8 und die Pleuelstange 7 gebildet werden, vorliegt, kann die Schrittschaltgetriebekupplung 21 wieder geschlossen werden. Hierdurch wird die Zwangskopplung zwischen der zyklischen Linearbewegung und der Drehschrittbewegung wieder hergestellt.

[0061] Nicht dargestellt sind in der Figur 1 ein Förderband sowie ein dem Förderband zugeordneter Ladestern für eine Bereitstellung von Hohlkörpern in tangentialer Richtung an eine Beladeposition des Werkstückrundtischs 3 sowie ein weiteres Förderband mit einem zugeordneten Entladestern für einen Abtransport von Hohlkörpern in tangentialer Richtung von einer Entladeposition des Werkstückrundtischs 3 sowie weitere periphere Einrichtungen, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind.

45 Patentansprüche

1. Umformeinrichtung für becherförmige Hohlkörper (56) mit einem Maschinengestell (2), einer Antriebseinrichtung (6), einem Werkstückrundtisch (3) zur Aufnahme von Hohlkörpern (56) und einem Werkzeugträger (4) zur Aufnahme von Bearbeitungswerkzeugen (58), wobei sich Werkstückrundtisch (3) und Werkzeugträger (4) gegenüberliegen und um eine Drehachse (5) zueinander verdrehbar sowie längs der Drehachse (5) zueinander linearverstellbar sind und wobei die Antriebseinrichtung (6) zur Bereitstellung einer Drehschrittbewegung und einer zyklischen Linearbewegung zwischen Werkstück-

- rundtisch (3) und Werkzeugträger (4) ausgebildet ist, um eine Umformung der Hohlkörper (56) mittels der Bearbeitungswerkzeuge (58) in mehreren aufeinanderfolgenden Bearbeitungsschritten zu ermöglichen, sowie mit einem dem Maschinengestell (2) ortsfest zugeordneten Tragrohr (33), dessen Mittelachse sich längs der Drehachse (5) erstreckt und das den Werkzeugträger (4) und/oder den Werkstückrundtisch (3) trägt, wobei an einer Außenoberfläche (36) des Tragrohrs (33) eine Führungseinrichtung (40) angeordnet ist, die für eine linearbewegliche Lagerung des Werkzeugträgers (4) und/oder des Werkstückrundtischs (3) am Tragrohr (33) ausgebildet ist, wobei das Maschinengestell (2) eine abstandet vom Tragrohr (33) ausgebildete Drehlagerung (25) für den Werkstückrundtisch (3) oder Werkzeugträger (4) umfasst und die Drehlagerung (25) und das Tragrohr (33) gemeinsam an einer Stützplatte (26) des Maschinengestells (2) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützplatte (26) zusammen mit einem Stützrahmen (31) eine erste Maschinengestellpartie (27) bildet und wobei die Antriebseinrichtung (6) an Tragwangen (17) aufgenommen ist, die eine zweite Maschinengestellpartie (59) bilden, so dass eine zumindest weitgehende Entkopplung zwischen den von der Antriebseinrichtung (6) bereitgestellten Kräften und dem Werkstückrundtisch (3) sowie dem Werkzeugträger (4) erreicht wird
2. Umformeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tragrohr (33) ortsfest am Maschinengestell (2) angebracht ist.
 3. Umformeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der ersten Maschinengestellpartie (27) und der zweiten Maschinengestellpartie (59) ein gelenkig, vorzugsweise flexibel, insbesondere als Festkörpergelenk, ausgebildeter Koppelbereich (60) vorgesehen ist.
 4. Umformeinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Gelenkachse des gelenkigen Koppelbereichs (60) quer zur Drehachse (5) ausgerichtet ist.
 5. Umformeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Tragrohr (33) und dem Werkzeugträger (4) oder Werkstückrundtisch (3) eine, vorzugsweise vorgespannte, insbesondere spielfrei vorgespannte, Wälzkörperlageranordnung (42) ausgebildet ist.
 6. Umformeinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einer Innenoberfläche (35) des Tragrohrs (33) eine, vorzugsweise als Gleitlagerung ausgebildete, Lagereinrichtung (39) für einen Koppelschlitten (34) der Antriebseinrichtung (6) ausgebildet ist, der für eine kraftübertragende Verbindung zwischen einer Pleuelstange (7) der Antriebseinrichtung (6) und dem Werkzeugträger (4) oder dem Werkstückrundtisch (3) vorgesehen ist.
 7. Umformeinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Koppelschlitten (34) und dem Werkzeugträger (4) oder Werkstückrundtisch (3) ein, vorzugsweise ringförmig ausgebildetes, elastisches Koppelmittel (53, 54) angeordnet ist, das zur Kraftübertragung zwischen Koppelschlitten (34) und Werkzeugträger (4) oder Werkstückrundtisch (3) und zur Entkopplung von Verkippungsbewegungen des Koppelschlittens (34) quer zur Drehachse (5) ausgebildet ist.
 8. Umformeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Führungslänge für den Werkzeugträger (4) oder Werkstückrundtisch (3) längs des Tragrohrs (33) und/oder für den Koppelschlitten (34) längs des Tragrohrs (33) wenigstens das 1,5-fache, vorzugsweise wenigstens das 2-fache, insbesondere wenigstens das 2,5-fache, des maximalen Hubwegs des Werkzeugträgers (4) oder Werkstückrundtischs (3) beträgt.
 9. Umformeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tragrohr (33) und der Werkzeugträger (4) oder Werkstückrundtisch (3) freitragend an der Stützplatte (26) angebracht sind.
- ### Claims
1. Forming device for cup-shaped hollow bodies (56) with a machine frame (2), a drive mechanism (6), a workpiece turntable (3) to support hollow bodies (56) and a tool carrier (4) to support machining tools (58), wherein the workpiece turntable (3) and tool carrier (4) oppose one another and can be rotated in relation to one another around an axis of rotation (5) and can be linearly displaced in relation to one another along the axis of rotation (5) and wherein the drive mechanism (6) is designed to provide a rotational stepping motion and a cyclical linear motion between the workpiece turntable (3) and the tool carrier (4), in order to allow the forming of the hollowing bodies (56) by means of the machining tools (58) in a plurality of sequential machining steps, as well as a stationary supporting tube (33) assigned to the machine frame (2), the central axis of which extends along the axis of rotation (5) and supports the tool carrier (4) and/or the workpiece turntable (3) wherein on an external surface (36) of the supporting tube (33) a guiding device (40) is arranged, which is designed

for the mounting with a linear motion of the tool carrier (4) and/or the workpiece turntable (3) on the supporting tube (33), wherein the machine frame (2) comprises a rotary bearing (25) for the workpiece turntable (3) or the tool carrier (4) arranged with a spacing from the supporting tube (2) and the rotary bearing (25) and the supporting tube (33) are arranged jointly on a support plate (26) of the machine frame (2), **characterised in that** the support plate (26) together with a support frame (31) form a first machine frame section (27) and that the drive mechanism (6) is supported by supporting brackets (17), forming a second machine frame section (59), so that an at least extensive decoupling between the forces provided by the drive mechanism (6) and the workpiece turntable (3) and the tool carrier (4) is achieved.

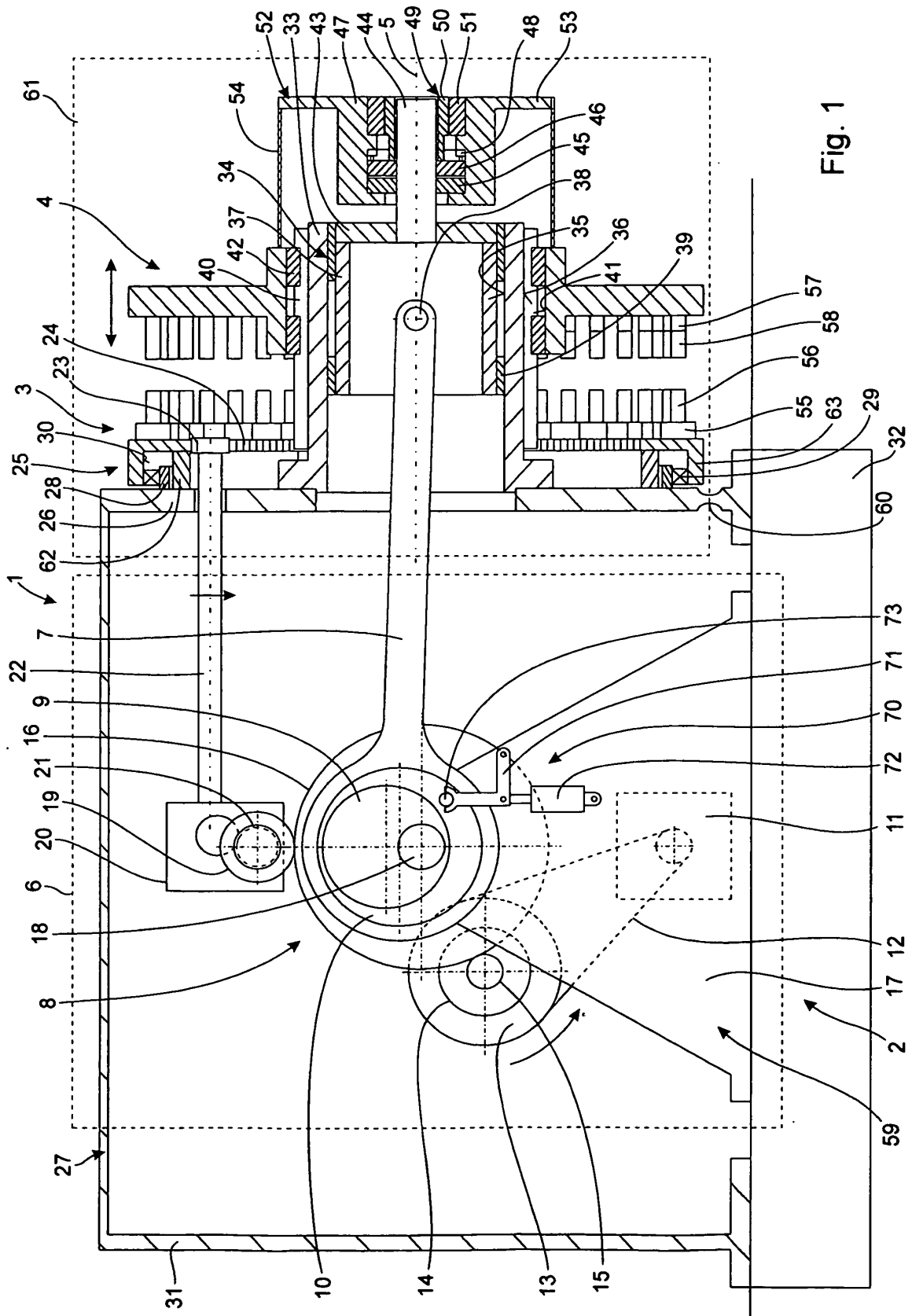
2. Forming device according to claim 1, **characterised in that** the supporting tube (33) is arranged in a stationary manner on the machine frame (2).
3. Forming device according to claim 1, **characterised in that**, between the first machine frame section (27) and the second machine frame section (59) an articulated, preferably flexible coupling area (60) in particular in the form of a solid state joint is provided.
4. Forming device according to claim 3, **characterised in that** an articulation axis of the articulated coupling area (60) is aligned transversally to the axis of rotation (5).
5. Forming device according to one of the above claims, **characterised in that** between the supporting tube (33) and the tool carrier (4) or the workpiece turntable (3), a preferably pre-tensioned, in particular play-free pre-tensioned, rolling bearing arrangement (42) is formed.
6. Forming device according to claim 5, **characterised in that** on an internal surface (35) of the supporting tube (33) preferably a bearing device (39) for a coupling slide (34) of the drive mechanism (6) is formed as a sliding bearing, which is provided for a force-transmitting joint between a connecting rod (7) of the drive mechanism (6) and the tool carrier (4) or the workpiece turntable (3).
7. Forming device according to claim 6, **characterised in that** between the coupling slide (34) and the tool carrier (4) or workpiece turntable (3) a preferably circular design, flexible coupling means (53, 54) is arranged which is designed for the transfer of force between coupling slide (34) and tool carrier (4) or workpiece turntable (3) and for decoupling tilting motions of the coupling slide (34) transversally to the axis of rotation (5).

8. Forming device according to one of the above claims, **characterised in that** a guide length for the tool carrier (4) or the workpiece turntable (3) along the supporting tube (33) and/or for the coupling slide (34) along the supporting tube (33) is at least 1.5 times, preferably at least 2 times, in particular at least 2.5 times, the maximum travel of the tool carrier (4) or workpiece turntable (3).
9. Forming device according to one of the above claims, **characterised in that** the supporting tube (33) and the tool carrier (4) or the workpiece turntable (3) are arranged in a self-supporting manner on the support plate (26).

Revendications

1. Dispositif de formage pour des corps creux (56) en forme de coupe, comportant un bâti de machine (2), un dispositif d'entraînement (6), un plateau circulaire à pièce (3) servant à recevoir des corps creux (56) et un porte-outil (4) servant à recevoir des outils d'usinage (58), sachant que le plateau circulaire à pièce (3) et le porte-outil (4) se font face et peuvent être tournés l'un par rapport à l'autre autour d'un axe de rotation (5) et peuvent être ajustés linéairement l'un par rapport à l'autre le long de l'axe de rotation (5), et sachant que le dispositif d'entraînement (6) servant à fournir un mouvement progressif de rotation et un mouvement linéaire cyclique est réalisé entre le plateau circulaire à pièce (3) et le porte-outil (4) afin de permettre un formage des corps creux (56) au moyen des outils d'usinage (58) en plusieurs étapes d'usinage consécutives, et comportant un tube porteur (33) associé de manière stationnaire au bâti de machine (2), dont l'axe médian s'étend le long de l'axe de rotation (5) et qui supporte le porte-outil (4) et/ou le plateau circulaire à pièce (3), sachant qu'est disposé au niveau d'une surface extérieure (36) du tube porteur (33) un dispositif de guidage (40) qui est réalisé pour un ensemble support mobile linéairement du porte-outil (4) et/ou du plateau circulaire à pièce (3) sur le tube porteur (33), sachant que le bâti de machine (2) comporte un ensemble support rotatif (25) réalisé de manière espacée du tube porteur (33) pour le plateau circulaire à pièce (3) ou le porte-outil (4) et que l'ensemble support rotatif (25) et le tube porteur (33) sont disposés conjointement sur une plaque d'appui (26) du bâti de machine (2), **caractérisé en ce que** la plaque d'appui (26) forme conjointement avec un cadre d'appui (31) une première partie de bâti de machine (27), et sachant que le dispositif d'entraînement (6) est logé au niveau de faces porteuses (17) qui forment une deuxième partie de bâti de machine (59), de telle sorte qu'on obtient au moins dans une large mesure un découplage entre les forces fournies par le dis-

- positif d'entraînement (6) et le plateau circulaire à pièce (3) ainsi que le porte-outil (4).
2. Dispositif de formage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le tube porteur (33) est appliqué contre le bâti de machine (2) de manière stationnaire. 5
3. Dispositif de formage selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une zone de couplage (60) réalisée de manière articulée, de préférence de manière flexible, en particulier en tant qu'articulation de solide est prévue entre la première partie de bâti de machine (27) et la deuxième partie de bâti de machine (59). 10 15
4. Dispositif de formage selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**un axe d'articulation de la zone de couplage (60) articulée est orienté de manière transversale par rapport à l'axe de rotation (5). 20
5. Dispositif de formage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un ensemble support de corps de roulement (42) de préférence précontraint, en particulier précontraint sans jeu est réalisé entre le tube porteur (33) et le porte-outil (4) ou le plateau circulaire à pièce (3). 25
6. Dispositif de formage selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'**un dispositif de support (39) réalisé de préférence comme un palier de glissement pour un chariot de couplage (34) du dispositif d'entraînement (6) est réalisé au niveau de la surface intérieure (35) du tube porteur (33), le chariot de couplage étant prévu pour un assemblage à transmission de force entre une bielle motrice (7) du dispositif d'entraînement (6) et le porte-outil (4) ou le plateau circulaire à pièce (3). 30 35
7. Dispositif de formage selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'**un moyen de couplage (53, 54) élastique réalisé de préférence de manière annulaire est disposé entre le chariot de couplage (34) et le porte-outil (4) ou le plateau circulaire à pièce (3), lequel moyen de couplage est réalisé de manière transversale par rapport à l'axe de rotation (5) pour la transmission de force entre le chariot de couplage (34) et le porte-outil (4) ou le plateau circulaire à pièce (3) et pour le découplage de mouvements de basculement du chariot de couplage (34). 40 45 50
8. Dispositif de formage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une longueur de guidage pour le porte-outil (4) ou le plateau circulaire à pièce (3) le long du tube porteur (33) et/ou pour le chariot de couplage (34) le long du tube porteur (33) est égale au moins à 1,5 fois, de préférence au moins à 2 fois, en particulier 55
- au moins à 2,5 fois la course maximale du porte-outil (4) ou du plateau circulaire à pièce (3).
9. Dispositif de formage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le tube porteur (33) et le porte-outil (4) ou le plateau circulaire à pièce (3) sont appliqués contre la plaque d'appui (26) de manière autoporteuse.



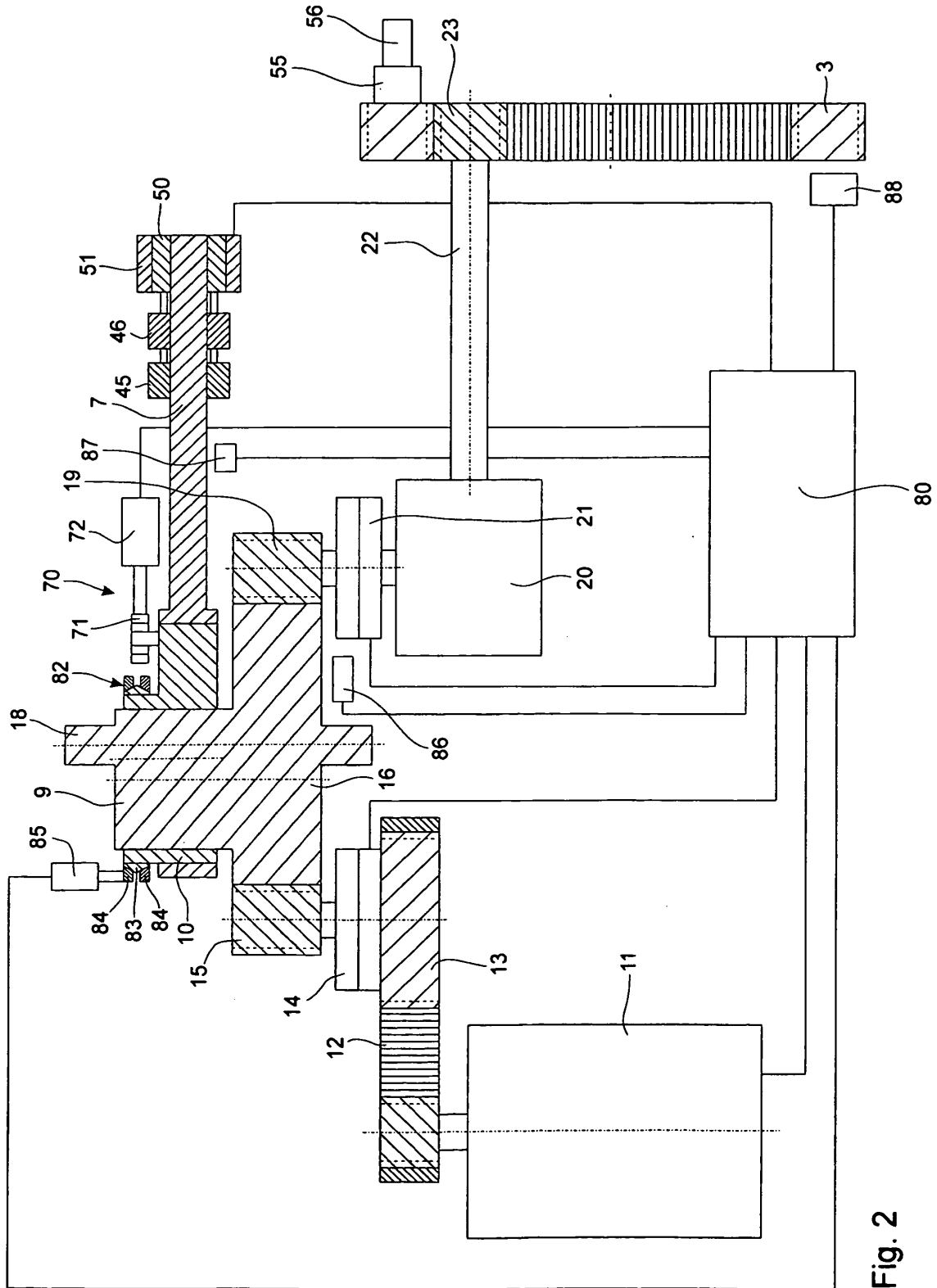


Fig. 2

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

- EP 0275369 A2 [0002]
- WO 0158618 A [0003]
- US 2008069665 A1 [0004]