

(19)



(11)

**EP 3 053 668 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**06.11.2019 Patentblatt 2019/45**

(51) Int Cl.:  
**B21D 51/26 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15000358.0**

(22) Anmeldetag: **06.02.2015**

### (54) **Umformeinrichtung**

Forming device

Dispositif de formage

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.08.2016 Patentblatt 2016/32**

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

(72) Erfinder:  
• **Grieser, Alexander  
89558 Böhmenkirch (DE)**

- **Susnik, Janko Dipl.Ing. (FH)  
73098 Rechberghausen (DE)**
- **Aichele, Helmut Dipl. Ing. (FH)  
73033 Göppingen (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Magenbauer & Kollegen  
Partnerschaft mbB  
Plochinger Straße 109  
73730 Esslingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 2 363 215 EP-A1- 2 363 216  
DE-A1- 1 452 744 DE-B- 1 173 864**

**EP 3 053 668 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 Antriebsanordnung, 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 Antriebsanordnung 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, wobei eine Drehachse des Werkstückrundtischs und eine Bewegungsachse des Werkzeugträgers in vertikaler Richtung ausgerichtet sind und wobei die Antriebsanordnung eine dem Werkzeugträger für eine Bereitstellung der zyklischen Linearbewegung zugeordnete erste Antriebseinrichtung und eine dem Werkstückrundtisch für eine Bereitstellung der Drehschrittbewegung zugeordnete zweite Antriebseinrichtung umfasst.

**[0002]** Die DE 1 452 744 A offenbart eine Vorrichtung zur Herstellung von nahtlosen Metallflaschen, insbesondere Aerosolflaschen, aus vorzugsweise durch Fließpressen hergestellten napfförmigen Hohlkörpern, die durch Einziehen des die Öffnung enthaltenden Endes in Flaschenform gebracht werden. Hierbei ist vorgesehen, daß eine an sich bekannte-Drehtischanordnung in der Weise abgewandelt ist, daß die gleichachsige angeordneten und relativ zueinander drehbaren sowie geradlinig gegeneinander bewegbaren Tragscheiben horizontal liegen, wobei die untere Tragscheibe zur Aufnahme von die Werkstücke aufnehmenden Werkstückhaltern und die obere Tragscheibe zur Aufnahme der Werkzeuge dient.

**[0003]** 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 Antriebsanordnung aufgenommen, die zur Erzeugung einer intermittierenden Drehbewegung des Werkstückrundtischs und zur Erzeugung einer oszillierenden Linearbewegung des Führungsrohrs und des damit verbundenen Werkzeugträ-

gers 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.

**[0004]** Aus der EP 2 364 793 A1, der EP 2 363 216 A1 und der EP 2 363 215 A1, die auf die Anmelderin zurückgehen, sind gattungsgemäße Umformeinrichtungen bekannt.

**[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 zweite Antriebseinrichtung genau einen Elektromotor umfasst, wobei ein Stator des Elektromotors am Maschinengestell festgelegt ist und der drehbeweglich am Maschinengestell gelagerte Werkstückrundtisch als Rotor des Elektromotors ausgebildet ist.

**[0007]** Bei der Umformeinrichtung findet die zyklische Linearbewegung des Werkzeugträgers in vertikaler Richtung statt, so dass zu jedem Zeitpunkt der zyklischen Linearbewegung eine symmetrische Belastung eines Tragrohrs gewährleistet ist, an dem der Werkzeugträger linearbeweglich geführt ist und das Bestandteil des Maschinengestells ist. Dies ist insbesondere dann von Interesse, wenn der Werkzeugträger für eine Aufnahme einer Vielzahl von Werkzeugen, beispielsweise mehr als 40 Werkzeugen, vorzugsweise mehr als 50 Werkzeugen, insbesondere mehr als 60 Werkzeugen, ausgebildet ist und einen dementsprechenden Durchmesser aufweist. Der Durchmesser des Werkzeugträgers ist von einem minimalen Abstand zwischen benachbarten Werkzeugen und einem minimalen Abstand der zu bearbeitenden Hohlkörper, die am Werkstückrundtisch aufgenommen sind, abhängig. Da das Gewicht des Werkzeugträgers mit zunehmendem Durchmesser ansteigt, ergeben sich bei einer horizontalen Ausrichtung der Bewegungsachse des Werkzeugträgers mit zunehmender Werkzeugzahl auch stark ansteigende Problemstellungen im Hinblick auf eine spielfreie Lagerung des Werkzeugträgers und eine Deformation des Tragrohrs während der Bewegung des Werkzeugträgers. Diese Problemstellungen werden bei vertikaler Ausrichtung der Drehachse und vertikaler Linearbewegung des Werkzeugträgers erheblich reduziert. In gleicher Weise wird durch die vertikale Ausrichtung der Drehachse eine flächige Lagerung des Werkstückrundtischs am Maschinengestell vereinfacht, da bei einer derartigen Ausrich-

tung des Werkstückrundtischs unerwünschte Kippmomente entfallen, wie sie bei einer horizontalen Ausrichtung der Drehachse für den Werkstückrundtisch auftreten. Eine Anordnung des Werkzeugträgers oberhalb des Werkstückrundtischs ist vorteilhaft, da in vertikaler Richtung nach oben üblicherweise genügend Freiraum vorliegt, der für die zyklische Linearbewegung des Werkzeugträgers gegenüber dem Werkstückrundtisch erforderlich ist.

**[0008]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Antriebsanordnung eine dem Werkzeugträger für eine Bereitstellung der zyklischen Linearbewegung zugeordnete erste Antriebseinrichtung und eine dem Werkstückrundtisch für eine Bereitstellung der Drehschrittbewegung zugeordnete zweite Antriebseinrichtung umfasst. Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Umformeinrichtungen ist ein zentraler Antriebsmotor vorgesehen, der über ein Schwungrad die Antriebsbewegungen sowohl für die zyklische Linearbewegung als auch für die Drehschrittbewegung bereitstellt. Ausgehend von dem Schwungrad ist eine Weiterleitung der Antriebsbewegungen über geeignete Getriebemittel bis zum Werkstückrundtisch und zum Werkzeugträger erforderlich, wodurch die gattungsgemäßen Umformeinrichtungen einen komplexen Aufbau aufweisen. Demgegenüber wird kann aufgrund der separat ausgebildeten und mechanisch voneinander unabhängigen Antriebseinrichtungen für den Werkstückrundtisch und den Werkzeugträger, wie sie bei der erfindungsgemäßen Umformeinrichtung vorgesehen sind, eine einfachere und raumökonomische Aufbauweise erzielt werden. Vorzugsweise sind die jeweiligen Antriebseinrichtungen räumlich unmittelbar dem Werkstückrundtisch bzw. dem Werkzeugträger zugeordnet. Hierdurch kann gegebenenfalls auch eine Vereinfachung des Maschinengestells erzielt werden kann, da ein Kraftfluss zwischen der jeweiligen Antriebseinrichtung und dem Werkstückrundtisch bzw. dem Werkzeugträger gegenüber dem gattungsgemäßen Umformeinrichtungen erheblich verkürzt wird. Dies führt insbesondere im Falle des Werkstückrundtischs zu einer erheblichen Vereinfachung der Aufbauweise der Umformeinrichtung.

**[0009]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die erste Antriebseinrichtung und die zweite Antriebseinrichtung jeweils zumindest einen Elektromotor umfassen und/oder dass die erste Antriebseinrichtung und die zweite Antriebseinrichtung für eine unabhängige Bereitstellung der Drehschrittbewegung und der zyklischen Linearbewegung zwischen Werkstückrundtisch und Werkzeugträger ausgebildet sind. Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Umformeinrichtungen ist eine kinematische Kopplung zwischen dem Werkstückrundtisch und dem Werkzeugträger vorgesehen. Diese kinematische Kopplung wird beispielsweise mit Hilfe eines Schrittschaltgetriebes realisiert. Dabei ist das Schrittschaltgetriebe mit einem Schwungrad gekoppelt, das seinerseits von einem Elektromotor angetrieben wird. Das Schwungrad treibt sowohl das Schrittschaltgetriebe,

mit dem die intermittierende Drehschrittbewegung des Werkstückrundtischs bewirkt wird, als auch eine Pleuelanordnung an, mit der die zyklische Linearbewegung des Werkzeugträgers erzeugt wird. Somit liegt stets eine Zwangskopplung zwischen der zyklischen Linearbewegung und der Drehschrittbewegung vor. Um bei einer Veränderung eines Arbeitshubs für die zyklische Linearbewegung des Werkzeugträgers eine Beibehaltung einer Phasenlage zwischen der zyklischen Linearbewegung und der Drehschrittbewegung gewährleisten zu können, sind bei den Umformeinrichtungen nach dem Stand der Technik einstellbare Getriebemittel vorzusehen, die insgesamt zu einer komplexen Aufbauweise für die Umformeinrichtung führen. Durch die erfindungsgemäße Zuordnung der separat ausgebildeten, mechanisch voneinander unabhängigen, Antriebseinrichtungen zum Werkstückrundtisch und zum Werkzeugträger liegt keine Zwangskopplung zwischen den Bewegungen des Werkstückrundtischs und des Werkzeugträgers vor. Vielmehr können die zyklische Linearbewegung des Werkzeugträgers und die Drehschrittbewegung des Werkstückrundtischs bedarfsgerecht an die Anforderungen des Umformvorgangs angepasst werden.

**[0010]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die zyklische Linearbewegung als oszillierende Schwenkbewegung durchgeführt wird, ohne dass hierdurch eine Einflussnahme auf die Drehschrittbewegung stattfindet.

**[0011]** Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die erste Antriebseinrichtung eine drehbar am Maschinengestell gelagerte Kurbelwelle mit einem Antriebszahnrad sowie eine mit dem Werkstückträger gekoppelte Pleuelanordnung umfasst und dass der Elektromotor der ersten Antriebseinrichtung mit einem Ritzel versehen ist, das in das Antriebszahnrad der Kurbelwelle eingreift. Bei einer gattungsgemäßen Umformeinrichtung ist zwischen dem zentralen Antriebsmotor und der ebenfalls vorgesehenen Kurbelwelle ein Schwungrad zwischengeschaltet. Die Schwungmasse des Schwungrads wird dazu genutzt, gleichmäßige Bewegungen des Werkstückrundtischs und des Werkzeugträgers zumindest weitgehend unabhängig von den im Zuge der Drehschrittbewegung und der zyklischen Linearbewegung, insbesondere durch einen Eingriff von Bearbeitungswerkzeugen in die zu bearbeitenden Hohlkörper, auftretenden Kraftschwankungen zu ermöglichen. Demgegenüber ist bei der erfindungsgemäßen Umformeinrichtung eine direkte kinematische Kopplung zwischen dem wenigstens einen Elektromotor der ersten Antriebseinrichtung und der zum Antrieb des Werkzeugträgers dienenden Kurbelwelle vorgesehen. Dementsprechend kann eine Bereitstellung von Antriebsenergie von der Antriebseinrichtung in den Werkzeugträger mit einer hohen Dynamik erfolgen. Bevorzugt können durch die Bearbeitung der Werkstücke auftretende Kraftschwankungen oder andere kurzfristige Veränderungen der Bewegungsgeschwindigkeit des Werkzeugträgers durch entsprechende Ansteuerung des Elektromotors zumindest teilweise ausgeglichen werden. Dies ist bei-

spielsweise dann von Interesse, wenn in einem Umkehrpunkt der zyklischen Linearbewegung des Werkzeugträgers, an dem eine Bearbeitung der Hohlkörper stattfindet, eine Stillstandsphase für den Werkzeugträger je nach Bedarf eingestellt werden soll, um ein gewünschtes Bearbeitungsergebnis für die Hohlkörper zu erzielen.

**[0012]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kurbelwelle ein Pleuellager aufweist, das zwischen zwei am Maschinengestell ausgebildeten Kurbelwellenlagern angeordnet ist und dass an einander entgegengesetzten, freien Endbereichen der Kurbelwelle jeweils ein Antriebszahnrad angeordnet ist, dem jeweils wenigstens ein Elektromotor der ersten Antriebseinrichtung zugeordnet ist. Durch die Anordnung des Pleuellagers zwischen den beiden Kurbelwellenlagern wird eine vorteilhafte Krafteinleitung vom Pleuel über die Kurbelwelle auf das Maschinengestell gewährleistet, wodurch auch bei hohen Bearbeitungskräften, die vom Werkzeugträger über das Pleuel auf die Kurbelwelle einwirken, eine präzise Positionierung des Werkzeugträgers gegenüber den Hohlkörpern in jeder Phase des Bearbeitungsablaufs gewährleistet ist. Dabei ist das Pleuel drehbeweglich an einem exzentrisch zu den exemplarisch als Wälzlager ausgebildeten Kurbelzapfen der Kurbelwelle gelagert, vorzugsweise mit einem als Gleitlager ausgebildeten Pleuellager. Durch die jeweils den freien Endbereichen der Kurbelwelle angeordneten Antriebszahnrad und den wenigstens einen Elektromotor, der jedem der Antriebszahnrad zugeordnet ist, ergibt sich auch eine vorteilhafte symmetrische Krafteinleitung von den wenigstens zwei Elektromotoren auf die Kurbelwelle. Hierdurch kann eine kostengünstige Gestaltung der Kurbelwelle, der Kurbelwellenlagerung und der Antriebszahnrad sowie eine kompakte räumliche Anordnung der ersten Antriebseinrichtung am Maschinengestell erzielt werden.

**[0013]** Zweckmäßig ist es, wenn der ersten Antriebseinrichtung und/oder der zweiten Antriebseinrichtung eine Steuerungseinrichtung zugeordnet ist, die für eine Beeinflussung von elektrischen Energieströmen zwischen einer elektrischen Spannungsquelle und den jeweiligen Elektromotoren ausgebildet ist. Die Aufgabe der Steuerungseinrichtung besteht im Wesentlichen in einer koordinierten Bereitstellung der elektrischen Energieströme an die Elektromotoren der jeweiligen Antriebseinrichtungen, um die Bewegungsabläufe zwischen dem Werkstückrundtisch und dem Werkzeugträger in einer für die vorgesehene Bearbeitung der Hohlkörper besonders günstigen Weise durchführen zu können. Exemplarisch handelt es sich bei den Elektromotoren um Servomotoren, insbesondere um Asynchronmotoren, die von einer als Wechselrichter ausgebildeten Steuerungseinrichtung angesteuert werden.

**[0014]** Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Pleuelanordnung zwei Pleuel umfasst, die parallel zueinander ausgerichtet sind. Die Verwendung von zwei Pleueln, die beide mit dem Werkzeugträger und der Kurbelwelle verbunden

sind, erhöht die Betriebssicherheit für die Umformeinrichtung im Hinblick auf einen möglichen Pleuelbruch. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei einer schlanken Gestaltung des jeweiligen Pleuels eine Untersuchung auf Materialfehler einfacher ist als bei einem einzelnen, massiv ausgeführten Pleuel. Dementsprechend ist eine derartige Anordnung zweier Pleuel für die Kopplung zwischen Kurbelwelle und Werkzeugträger höher belastbar als ein einzelnes Pleuel, so dass bei gleichem Materialeinsatz wie für ein einzelnes Pleuel eine größere Sicherheit gegen Bruch besteht.

**[0015]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die zweite Antriebseinrichtung genau einen Elektromotor umfasst, wobei ein Stator des Elektromotors am Maschinengestell festgelegt ist und der drehbeweglich am Maschinengestell gelagerte Werkstückrundtisch als Rotor des Elektromotors ausgebildet ist. Eine derartige Anordnung wird auch als Torquemotor oder Direktantrieb bezeichnet, bei dem vollständig auf ein Getriebe zwischen Elektromotor und Werkstückrundtisch verzichtet werden kann, da der Werkstückrundtisch als Rotor des Elektromotors unmittelbar von einem elektromagnetischen Wechselfeld des Stators in eine Rotationsbewegung versetzt werden kann.

**[0016]** Zweckmäßig ist es, wenn am Werkstückrundtisch angeordnete Werkstückhalter für eine Aufnahme von Werkstücken mit vertikal ausgerichteten Werkstückachsen ausgebildet sind und wenn dem Maschinengestell eine Einrichtung zur Werkstückzufuhr und/oder eine Einrichtung zur Werkstückabfuhr zugeordnet sind, die für eine Zufuhr und/oder Abfuhr von Werkstücken mit vertikal ausgerichteter Werkstückachse ausgebildet sind. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die zu deformierenden Hohlkörper in einem unbearbeiteten Zustand vor der Zuführung in die Umformeinrichtung zumindest im Wesentlichen rotationssymmetrisch ausgebildet sind und eine Rotationssymmetrieachse der Hohlkörper in vertikaler Richtung ausgerichtet ist. Dementsprechend wird durch die Ausrichtung der als Werkstücke dienenden Hohlkörper an der Umformeinrichtung eine Zufuhr der Werkstücke von vorgelagerten Bearbeitungseinrichtungen und oder eine Abfuhr der Werkstücke an nachgelagerte Bearbeitungseinrichtungen erleichtert. Insbesondere entfällt eine bei gattungsgemäßen Umformeinrichtungen gelegentlich notwendige Verschwenkung der Werkstücke bei der Zufuhr an die Umformeinrichtung bzw. bei der Abfuhr von der entsprechenden Umformeinrichtung.

**[0017]** Die Aufgabe der Erfindung wird gemäß einem zweiten Erfindungsaspekt durch ein Verfahren zum Betreiben einer Umformeinrichtung gelöst, wie es im Anspruch 9 angegeben ist. Hierbei ist vorgesehen, dass die drehbar am Maschinengestell gelagerte Kurbelwelle von dem wenigstens einen zugeordneten Elektromotor in eine oszillierende Schwenkbewegung mit einstellbarem Schwenkwinkel versetzt wird, um eine Hubbewegung der mit dem Werkstückträger gekoppelten Pleuelanordnung und die zyklische Linearbewegung des Werkzeug-

trägers einzustellen. Bei einer solchen Schwenkbewegung der Kurbelwelle wird ein Bearbeitungshub des Werkzeugträgers gegenüber den am Werkstückrundtisch aufgenommenen Hohlkörpern durch den Schwenkwinkel der Kurbelwelle bestimmt. Ein maximaler Hub des Werkzeugträgers liegt vor, wenn die Kurbelwelle eine vollständige Umdrehung vollzieht.

**[0018]** Eine Reduzierung des Hubs wird vorgenommen, indem die Kurbelwelle nur über einen vorgebbaren Schwenkwinkelbereich im Zuge einer oszillierenden Hin- und Herbewegung angetrieben wird. Bei einer derartigen Betriebsart kann zusätzlich eine Einstellung eines maximalen Abstands und eines minimalen Abstands des Werkzeugträgers gegenüber dem Werkstückrundtisch durch geeignete Auswahl von Umkehrpunkten für die Schwenkbewegung der Kurbelwelle erzielt werden. Die Schwenkbewegung muss beispielsweise nicht den oberen und/oder den unteren Totpunkt der Kurbelwelle beinhalten. Dementsprechend entfallen aufwändige mechanische Komponenten zur Einstellung des maximalen Hubs und des Arbeitsabstands zwischen Werkzeugträger und Werkstückrundtisch.

**[0019]** Ergänzend oder alternativ ist gemäß dem Anspruch 10 ein Verfahren zum Betreiben einer Umformeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 vorgesehen, wobei eine der ersten Antriebseinrichtung und/oder der zweiten Antriebseinrichtung zugeordnete Steuerungseinrichtung eine Rückspeisung von elektrischer Energie von dem wenigstens einen Elektromotor der ersten und/oder der zweiten Antriebseinrichtung an eine elektrische Spannungsquelle und/oder an einen elektrischen Speicher vornimmt. Hierbei wird ausgenutzt, dass bei einem Einsatz geeigneter Elektromotoren während einer Bremsphase für die Bewegung des Werkzeugträgers und/oder des Werkstückrundtischs ein Generatorbetrieb des jeweiligen Elektromotors bewirkt werden kann, durch den die gewünschte Rückspeisung von elektrischer Energie ermöglicht wird. Die Rückspeisung der elektrischen Energie kann wahlweise in ein elektrisches Netz und/oder an eine der Steuerungseinrichtung zugeordnete Speichereinrichtung, insbesondere eine Kondensatoranordnung, erfolgen.

**[0020]** Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt. Hierbei zeigt:

Figur 1 eine ebene, schematische Schnittdarstellung durch eine Umformeinrichtung in einer Vorderansicht,

Figur 2 eine stark vereinfachte, schematisch funktionale Schnittdarstellung der Umformeinrichtung gemäß Figur 1 in einer Seitenansicht und

Figur 3 eine schematische Draufsicht auf einen Werkstückrundtisch mit zugeordneten Einrichtungen zur Werkstückzufuhr und Werkstückabfuhr.

**[0021]** 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. Ferner ist beispielhaft vorgesehen, dass der Werkstückträger 4 in vertikaler Richtung oberhalb des Werkstückrundtischs 3 angeordnet ist. Der Werkstückrundtisch 3 ist um eine Drehachse 5 drehbar gegenüber dem Maschinengestell 2 und dem Werkzeugträger 4 gelagert. Der Werkzeugträger 4 kann linear längs der Drehachse 5 gegenüber dem Maschinengestell 2 und dem Werkstückrundtisch 3 verschoben werden, die somit auch als Bewegungsachse für den Werkzeugträger 4 bezeichnet werden kann.

**[0022]** Die Umformeinrichtung 1 umfasst weiterhin eine erste Antriebsanordnung 6, die zur Bereitstellung einer zyklisch oszillierenden Linearbewegung an den linearbeweglich gelagerten Werkzeugträger 4 ausgebildet ist.

**[0023]** Die erste Antriebsanordnung 6 umfasst unter anderem eine Doppelexzenteranordnung 8. Die Doppelexzenteranordnung 8 umfasst einen auch als Exzenterwelle bezeichneten inneren Exzenter 9, einen auch als Exzenterbuchse bezeichneten äußeren Exzenter 10 und eine drehbar am Maschinengestell 2 gelagerte Kurbelwelle 14. Dabei ist der innere Exzenter 9 als Bestandteil der Kurbelwelle 14 ausgebildet, während der äußere Exzenter 10 drehbar am inneren Exzenter 9 aufgenommen ist. Die Anordnung aus der Kurbelwelle 14 und den beiden Exzentern 9 und 10 dient als hinsichtlich des Kurbelhubs einstellbarer Kurbeltrieb zur Einleitung einer kreisförmigen Umlaufbewegung mit einstellbarem Kreisdurchmesser für ein nicht näher bezeichnetes Pleuelauge einer Pleuelstange 7, das den äußeren Exzenter 10 umschließt und mit einer nicht näher bezeichneten Gleitlagerung beweglich am äußeren Exzenter 10 gelagert ist.

**[0024]** Die zum Antrieb der Pleuelstange 7 notwendigen Kräfte werden von beispielsweise als Elektromotoren ausgeführten Antriebsmotoren 11 der ersten Antriebsanordnung 6 bereitgestellt, die exemplarisch jeweils eine mit einem Antriebsritzel 15 versehene Antriebswelle 12 aufweisen. Das Antriebsritzel 15 steht in Eingriff mit einem Hauptzahnrad 16, das endseitig drehfest an der Kurbelwelle 14 angebracht ist. Wie aus den Figuren 1 und 2 entnommen werden kann, sind exemplarisch an einander entgegengesetzten Endbereichen 17 der Kurbelwelle 14 jeweils Hauptzahnräder 16 angeordnet. Ferner ist rein exemplarisch vorgesehen, dass jedem der Hauptzahnräder 16 jeweils zwei Antriebsmotoren 11 zugeordnet sind. Durch die Verwendung von insgesamt vier Antriebsmotoren 11 wird eine vorteilhafte Krafteinleitung von den jeweiligen Antriebswelle 12 über die Antriebsritzel 15 in die Hauptzahnräder 16 ermöglicht. Dabei ist

insbesondere vorteilhaft, dass die hierdurch bewirkte Krafteinleitung von den Antriebsmotoren 11 auf die Kurbelwelle 14 symmetrisch erfolgt, so dass durch die Antriebskräfte hervorgerufene, jedoch unerwünschte Reaktionskräfte und Reaktionsmomente auf die Kurbelwelle 14, die Hauptzahnräder 16 sowie auf das Maschinengestell 2 gering gehalten werden können.

**[0025]** Die Kurbelwelle 14 ist exemplarisch an zwei Tragwangen 17 drehbar gelagert aufgenommen, von denen aufgrund der Schnittdarstellung der Figur 1 nur eine sichtbar ist, während in der Figur 2 beide Tragwangen 17 mit den zugehörigen Lagermitteln 18, bei denen es sich insbesondere um Wälzlager handeln kann, sichtbar sind

**[0026]** Für die Einstellung des Hubs für die mit der Kurbelwelle 14 gekoppelte Pleuelstange 7 kann der äußere Exzenter 10 mittels einer nicht näher dargestellten Kupplung vom inneren Exzenter 9 entkoppelt werden, um anschließend eine relative Verdrehung des inneren Exzenter 9 gegenüber dem äußeren Exzenter 10 durchzuführen und damit die gewünschte, insbesondere stufenlose, Einstellung des Arbeitshubs des Arbeitshubs für die Pleuelstange 7 zu bewirken.

**[0027]** Zur Durchführung dieser Verstellung ist eine Feststelleinrichtung 19 vorgesehen, die einen schwenkbar in nicht dargestellter Weise am Maschinengestell 2 gelagerten Feststellhebel 20, ein beispielsweise als hydraulisch ansteuerbaren Zylinder ausgebildetes Stellmittel 21 sowie einen am äußeren Exzenter 10 in axialer Richtung abragenden Feststellbolzen 22 umfasst.

**[0028]** Mit Hilfe der Feststelleinrichtung 19 kann der äußere Exzenter 10 festgelegt werden, indem das Stellmittel 21 von einer nicht dargestellten Steuereinrichtung angesteuert wird und den Feststellhebel 20 derart verschwenkt, dass dieser in Eingriff mit dem Feststellbolzen 22 kommen kann. Anschließend werden die Antriebsmotoren 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 22 in Eingriff mit dem gabelförmig ausgebildeten Feststellhebel 20 kommt. Ab diesem Zeitpunkt wird eine weitere Verdrehung des äußeren Exzenter 10 durch den eingeschwenkten Feststellhebel 20 verhindert, während sich der innere Exzenter 9 als Bestandteil der von den Antriebsmotoren 11 über die Hauptzahnräder 16 angetriebenen Kurbelwelle 14 bei weiterer Rotation des Hauptzahnrad 16 relativ zum äußeren Exzenter 10 verdrehen kann. Durch diese relative Verdrehung zwischen innerem Exzenter 9 und äußerem Exzenter 10 wird die gewünschte Einstellung des Arbeitshubs in stufenloser Weise bewirkt.

**[0029]** Sobald der gewünschte Arbeitshub zwischen innerem Exzenter 9 und äußerem Exzenter 10 eingestellt ist, wird die nicht näher dargestellte Kupplung zwischen dem äußeren Exzenter 10 und dem inneren Exzenter 9

wieder eingekuppelt, so dass keine weitere Relativbewegung zwischen den beiden Exzenter 9, 10 möglich ist. Anschließend kann durch eine Reversierbewegung der Antriebsmotoren 16 der Feststellbolzen 74 außer Eingriff mit dem Feststellhebel 20 gebracht werden und der Feststellhebel 20 wird mit Hilfe des Stellmittels 21 in eine nicht dargestellte Neutralstellung gebracht. Somit kann die Umformeinrichtung 1 nunmehr mit dem neu eingestellten Arbeitshub in Betrieb genommen werden.

**[0030]** Für eine Einleitung einer diskontinuierlichen, intermittierenden Drehschrittbewegung auf den Werkstückrundtisch 3 ist eine zweite Antriebsanordnung 24 vorgesehen. Die zweite Antriebsanordnung 24 umfasst exemplarisch drei, insbesondere als Elektromotoren ausgebildete, in der Figur 3 näher dargestellte, Antriebsmotoren 25, von denen jeder an einer Antriebswelle 26 mit einem Antriebsritzel 27 versehen ist. Exemplarisch ist am Werkstückrundtisch 3 eine Innenverzahnung 28 ausgebildet, in die die Antriebsritzel 27 eingreifen, um die Drehschrittbewegung auf den Werkstückrundtisch 3 einzuleiten, der dann die Drehschrittbewegung um die Drehachse 5 vollzieht. Beispielhaft sind die drei Antriebsmotoren 25 jeweils unterhalb des Werkstückrundtischs 3 am Maschinengestell 2 angeordnet und durchsetzen mit ihren Antriebswellen 26 eine Stützplatte 30 des Maschinengestells 2. Vorzugsweise sind Mittelachsen der Antriebswellen 26 parallel zur Drehachse 5 des Werkstückrundtischs 3 ausgerichtet und erstrecken sich somit in einer vertikalen Raumrichtung. Beispielhaft sind die drei Antriebsmotoren 25 in gleicher Winkelteilung am Umfang der Innenverzahnung 28 angeordnet, wodurch eine vorteilhafte, symmetrische Kraftübertragung zwischen den Antriebsmotoren 25 und dem Werkstückrundtisch 3 ermöglicht wird. Durch die mechanisch unabhängige Ausgestaltung der zweiten Antriebsanordnung 24 von der ersten Antriebsanordnung 6 können die Bewegungen des Werkstückrundtischs 3 und des Werkzeugträgers 4 völlig unabhängig voneinander ausgeführt werden. Bei der Bearbeitung von Hohlkörpern, insbesondere bei einer Durchführung eines Einziehvorgangs für die Hohlkörper, ist jedoch eine exakte Koordination der Bewegungen des Werkstückrundtischs 3 und des Werkzeugträgers 4 erforderlich, damit die am Werkzeugträger 4 aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuge 58 exakt in Eingriff mit den am Werkstückrundtisch 3 aufgenommenen Hohlkörpern 56 gebracht werden können. Diese Koordination wird durch eine nicht näher dargestellte Steuerungseinrichtung vorgenommen, bei der es sich beispielsweise um eine Kombination einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) mit zur Ansteuerung der Antriebsmotoren 11, 25 ausgebildeten Frequenzumrichtern handeln kann.

**[0031]** Bei der Einstellung des Arbeitshubs kommt es zu einer Veränderung der Phasenlage zwischen zyklischer Linearbewegung und Drehschrittbewegung. 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 zuein-

ander 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. Die Korrektur der Phasenlage erfolgt durch eine entsprechend geänderte Ansteuerung der zweiten Antriebsanordnung 24 bezüglich der ersten Antriebsanordnung 6, so dass vorstehend genannte zeitliche Ablauf zwischen zyklischer Linearbewegung und Drehschrittbewegung vorgegeben und exakt an die Bedürfnisse des Bearbeitungsvorgangs für die Hohlkörper 56 angepasst werden kann.

**[0032]** Beispielhaft ist der Werkstückrundtisch 3 mittels einer Drehlagerung 29 drehbar an einer Stützplatte 30 gelagert.

**[0033]** Die Drehlagerung 29 umfasst beispielsweise einen an der Stützplatte 30 angebrachten, vorzugsweise kreisringförmigen Lagerring 31, der an einer umlaufenden Außenoberfläche eine Auflagefläche für eine Vielzahl von schematisch dargestellten Wälzkörpern 32 aufweist. Die Wälzkörper 32 sind zwischen dem Lagerring 31 und einer dem Lagerring 31 gegenüberliegenden, am Werkstückrundtisch 3 exemplarisch als umlaufender Bund 33 ausgebildeten Lagerfläche 30 angeordnet und werden von einem nicht näher dargestellten Käfig in Position gehalten. Sie bilden zusammen mit dem Lagerring 31 und umlaufenden Bund 33 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 34, auf dem eine Unterseite des Werkstückrundtischs 3 flächig aufliegt. Vorzugsweise erfolgt eine Schmierung in einem Lagerspalt zwischen dem Gleitlagerring 34 und der gegenüberliegend angeordneten Unterseite des Werkstückrundtischs 3 durch einen nicht näher dargestellten Schmierungskreislauf mit einer intermittierenden oder kontinuierlichen Schmierstoffversorgung.

**[0034]** An einer der Antriebsanordnung 6 entgegengesetzten Oberfläche der Stützplatte 30 und beabstandet zur Drehlagerung 29 ist ein längs der Drehachse 5 erstrecktes Tragrohr 35 angebracht, das exemplarisch zur Abstützung und linearen Lagerung und Führung des Werkzeugträgers 4 dient. Vorzugsweise weist das Tragrohr 35 in normal zur Drehachse 5 ausgerichteten Querschnittsebenen jeweils konstante Querschnittsprofile, insbesondere einen kreisringförmigen Querschnitt auf. Eine zylindrische Innenoberfläche 36 des Tragrohrs 35 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.

**[0035]** Der Koppelschlitten 37 umfasst exemplarisch einen rohrförmig ausgebildeten Grundkörper 39, an dem

ein Lagerbolzen 41 zur schwenkbeweglichen Lagerung der Pleuelstange 7 angebracht ist. An dem Grundkörper 39 sind radial außenliegend mehrere, vorzugsweise ringförmige, Gleitstücke 42, beispielsweise aus Gleitlagerbronze, angeordnet, die für eine Gleitbewegung auf der Innenoberfläche 36 des, exemplarisch aus Metall hergestellten, Tragrohrs 35 ausgebildet sind.

**[0036]** An einer Außenoberfläche 38 des Tragrohrs 35 sind mehrere parallel zur Drehachse 5 erstreckte Lagerschienen 40 angebracht, die als Linearführungselemente für den Werkzeugträger 4 dienen. Vorzugsweise sind die Lagerschienen 40 in konstanter Winkelteilung um die Drehachse 5 angeordnet, beispielsweise in einer 120-Grad-Teilung oder einer 90-Grad-Teilung.

**[0037]** Für die lineare Führung des Werkzeugträgers 4 sind zudem an einer radial innenliegenden Innenoberfläche 43 des Werkzeugträgers 4 korrespondierend zu den Lagerschienen 40 auch als Kugelrollschuhe bezeichnete Linearführungen 44 angebracht, die die Lagerschienen 40 jeweils U-förmig umgreifen. Die Linearführungen 44 können beispielsweise als Kugelumlaufführungen 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 44 durch nicht näher dargestellte Spannmittel in radialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung des Tragrohrs 35 gegeneinander verspannt, wodurch eine spielarme, insbesondere spielfreie, Linearlagerung des Werkzeugträgers 4 gegenüber dem Tragrohr 35 erzielt wird. Aufgrund der Linearführungen 44 ist der Werkzeugträger 4 drehfest am Tragrohr 35 aufgenommen.

**[0038]** An dem Grundkörper 39 des Koppelschlittens 34 ist an der der Pleuelstange 7 abgewandten Stirnseite eine Abschlussplatte 45 angebracht, die eine Gewindespindel 46 trägt. Die Gewindespindel 46 erstreckt sich beispielsweise parallel, insbesondere konzentrisch, zur Drehachse 5. Zwei längs der Drehachse 5 zueinander beabstandet angeordnete Spindelmutter 47, 48 greifen in das nicht näher dargestellte Außengewinde der Gewindespindel 46 ein. Die beiden Spindelmutter 47, 48 sind drehfest und linearverschieblich miteinander verbunden. Der zweiten Spindelmutter 48 sind eine, vorzugsweise hydraulisch ansteuerbare, Linearstelleinrichtung 49 und ein Stellmotor 50 zugeordnet.

**[0039]** Die Aufgabe des Stellmotors 50, der vorzugsweise als Torquemotor ausgebildet ist und einen mit der zweiten Spindelmutter 48 gekoppelten, drehbeweglich gelagerten Rotor 51 sowie einen Stator 52 umfasst, der in einem Mitnehmer 53 drehfest aufgenommen ist, besteht darin, die beiden Spindelmutter 47, 48 durch Rotation längs der Gewindespindel 46 zu verschieben und dadurch eine Verstellung einer Ausgangsposition des Werkzeugträgers 4 längs der Gewindespindel 46 zu ermöglichen.

**[0040]** Die Aufgabe der Linearstelleinrichtung 49, die eine Kraft in Richtung der Drehachse 5 auf die zweite

Spindelmutter 48 ausüben kann, besteht, darin, die zweite Spindelmutter 48 gegenüber der ersten Spindelmutter 47 zu verspannen und damit eine spielfreie Kraftübertragung zwischen Gewindespindel 46 und dem Mitnehmer 53 zu ermöglichen, in dem die Spindelmuttern 47 und 48 ortsfest und drehbeweglich aufgenommen sind.

**[0041]** Der Mitnehmer 53 ist exemplarisch als im Wesentlichen rotationssymmetrischer Körper ausgebildet und weist einen umlaufenden Flansch 54 auf, an dem ein rohrförmiges Koppelmittel 55 befestigt ist, das für eine kraftübertragende Verbindung mit dem Werkzeugträger 4 ausgebildet ist. Der Flansch 54 und das Koppelmittel 55 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 37 und des Mitnehmers 53 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 35 wird dadurch eine besonders hohe Präzision für die Bearbeitung der am Werkstückrundtisch aufgenommenen Hohlkörper 55 erzielt.

**[0042]** 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 57 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 57 entsprechende Werkzeughalter 59 angeordnet, die mit Bearbeitungswerkzeugen 58, beispielsweise mit Umformwerkzeugen, bestückt sind.

**[0043]** Für eine Inbetriebnahme der in der Figur 1 dargestellten Umformeinrichtung 1 werden von der nicht dargestellten Steuerungseinrichtung zunächst Sensorsignale ermittelt, um die Phasenlage oder relative Stellung des Werkstückrundtischs 3 und des Werkzeugträgers 4 zueinander zu ermitteln. Hierzu kann die Steuerungseinrichtung insbesondere auf Sensorsignale zugreifen, die von einem dem Werkstückrundtisch 3 zugeordneten Drehwinkelsensor 60, bei dem es sich beispielsweise um einen inkrementalen Drehwinkelsensor oder einen induktiv arbeitenden Näherungssensor handelt und/oder von einem dem Koppelschlitten 37 zugeordneten Wegsensor 61, mit dessen Hilfe die Position des Werkzeugträgers 4 ermittelt werden kann, bereitgestellt werden. Ferner kann ergänzend oder alternativ vorgesehen werden, eine relative Verdrehung der beiden Exzenter 9, 10 und eine Stellung des Hauptzahnrad 16 zu ermitteln. Hierzu kann die Steuereinrichtung zusätzliche Sensorsignale von Drehwinkelsensoren 62 und 63 abfragen.

**[0044]** Zur Ermittlung der relativen Verdrehung der bei-

den Exzenter 9, 10 kann beispielsweise vorgesehen werden, den äußere Exzenter 10 mittels der Feststelleinrichtung 19 festzulegen, da hierdurch auch seine rotatorische Position bekannt ist. Die rotatorische Position des inneren Exzenter 9 wird durch den Drehwinkelsensor 62 ermittelt. Gegebenenfalls kann vor der Inbetriebnahme der Umformeinrichtung 1 auch eine Einstellung des Antriebshubs vorgenommen werden. Hierzu wird die gewünschte relative Verdrehung zwischen dem inneren Exzenter 9 und dem äußeren Exzenter 10 eingestellt und sodann der äußere Exzenter 10 durch Ansteuerung eines Spannmittels drehfest am inneren Exzenter 9 festgelegt.

**[0045]** Darüber hinaus kann auch die Ausgangsstellung des Werkzeugträgers 4 längs der Drehachse 5 durch Ansteuerung des Stellmotors 50 und der damit gekoppelten Spindelmuttern 47, 48 eingestellt werden. Anschließend werden die Spindelmuttern 47, 48 mittels der Linearstelleinrichtung 49 auf der Gewindespindel 46 arretiert.

**[0046]** Nach der Ermittlung der Phasenlage von Werkstückrundtisch 3 und Werkzeugträger 4 sowie einer gegebenenfalls vorzunehmenden Einstellung des Arbeitshubs sowie der Ermittlung der Exzentereinstellung kann nunmehr eine Beaufschlagung der Antriebsmotoren 6, 25 mit elektrischer Energie erfolgen, um in koordinierter Weise die Drehschrittbewegung des Werkstückrundtischs 3 und die zyklische Linearbewegung des Werkzeugträgers 4 zu bewirken.

**[0047]** Durch die Kurbelbewegung der Doppelexzenteranordnung 8 und die Kopplung über die Pleuelstange 7 wird der Koppelschlitten 37 in eine oszillierende Linearbewegung versetzt, die über die Gewindespindel 46, die Spindelmuttern 47, 48, den Mitnehmer 53 und das Koppelmittel 55 auf den Werkzeugträger 4 übertragen wird, der diese Linearbewegung in gleicher Weise wie der Koppelschlitten 37 vollzieht.

**[0048]** Der Werkstückrundtisch 3 wird durch die zweite Antriebsanordnung in eine Drehschrittbewegung um die Drehachse 5 versetzt. Dabei können die Drehschrittbewegung des Werkstückrundtischs 3 und die oszillierende, zyklische Linearbewegung des Werkzeugträgers 4 in gewissen Grenzen frei aufeinander abgestimmt werden. Vorzugsweise ist vorgesehen, 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 Hohlkörpern 56 gebracht werden, um eine schrittweise Umformung der Hohlkörper 56 zu erzielen. Bevorzugt umfasst die Umformung eines, insbesondere zylindrischen, Seitenwandbereichs des napfförmig oder becherförmig ausgebildeten Hohlkörpers 56 einen Einzieh-

vorgang für einen offenen, oberen Endbereich des Hohlkörpers 56, um dort in einem späteren Arbeitsschritt abseits der Umformeinrichtung 1 eine Ventilanzordnung anbringen zu können, damit der Hohlkörper 56 zusammen mit der Ventileinrichtung rein exemplarisch eine Aerosoldose bildet. Ferner kann vorgesehen werden, mit einem oder mehreren der Bearbeitungswerkzeuge 58 lokale, also nicht rotationssymmetrisch zu einer Mittelachse der Hohlkörper 56 ausgebildete Deformationen, insbesondere Einprägungen und/oder Ausprägungen, vorzunehmen.

**[0049]** In der Figur 3 sind rein schematisch ein Ladestern 64 für eine Bereitstellung von Hohlkörpern 56 in tangentialer Richtung an eine Beladeposition des Werkstückrundtischs 3 sowie ein Entladestern 65 für einen Abtransport von Hohlkörpern 56 in tangentialer Richtung von einer Entladeposition des Werkstückrundtischs 3 dargestellt. Der Ladestern 64 und der Entladestern 65 werden jeweils von nicht dargestellten Antriebsmotoren vorzugsweise mit gleicher Umfangsgeschwindigkeit wie der Werkstückrundtisch 3, also insbesondere ebenfalls mit Drehschrittbewegungen, betrieben und sind in gleicher Weise wie der Werkstückrundtisch 3 für eine Beförderung der Hohlkörper 56 mit parallel zur Drehachse und somit vertikal ausgerichteter Mittelachse vorgesehen.

#### Patentansprüche

1. Umformeinrichtung für becherförmige Hohlkörper (56) mit einem Maschinengestell (2), einer Antriebsanordnung, 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 Antriebsanordnung zur Bereitstellung einer Drehschrittbewegung und einer zyklischen Linearbewegung zwischen Werkstückrundtisch (3) und Werkzeugträger (4) ausgebildet ist, um eine Umformung der Hohlkörper (56) mittels der Bearbeitungswerkzeuge (58) in mehreren aufeinanderfolgenden Bearbeitungsschritten zu ermöglichen, wobei eine Drehachse (5) des Werkstückrundtischs (3) und eine Bewegungsachse (5) des Werkzeugträgers (4) in vertikaler Richtung ausgerichtet sind und wobei die Antriebsanordnung eine dem Werkzeugträger (4) für eine Bereitstellung der zyklischen Linearbewegung zugeordnete erste Antriebseinrichtung (6) und eine dem Werkstückrundtisch (3) für eine Bereitstellung der Drehschrittbewegung zugeordnete zweite Antriebseinrichtung (24) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Antriebseinrichtung genau einen Elektromotor umfasst, wobei ein Stator des Elektromotors am Maschinengestell festgelegt ist und der drehbeweglich am Ma-

schinengestell gelagerte Werkstückrundtisch als Rotor des Elektromotors ausgebildet ist.

2. Umformeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkzeugträger (4) in vertikaler Richtung oberhalb des Werkstückrundtischs (3) angeordnet ist.
3. Umformeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Antriebseinrichtung (6) und die zweite Antriebseinrichtung (24) jeweils zumindest einen Elektromotor (11; 25) umfassen und/oder dass die erste Antriebseinrichtung (6) und die zweite Antriebseinrichtung (24) für eine unabhängige Bereitstellung der Drehschrittbewegung und der zyklischen Linearbewegung zwischen Werkstückrundtisch (3) und Werkzeugträger (4) ausgebildet sind.
4. Umformeinrichtung nach Anspruch 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Antriebseinrichtung (6) eine drehbar am Maschinengestell (2) gelagerte Kurbelwelle (14) mit einem Antriebszahnrad (16) sowie eine mit dem Werkstückträger (4) gekoppelte Pleuelanordnung (7) umfasst und dass der Elektromotor (11) der ersten Antriebseinrichtung (6) mit einem Ritzel (15) versehen ist, das in das Antriebszahnrad (16) der Kurbelwelle (14) eingreift.
5. Umformeinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kurbelwelle (14) ein Pleuellager aufweist, das zwischen zwei am Maschinengestell (2) ausgebildeten Kurbelwellenlagern (18) angeordnet ist und dass an einander entgegengesetzten, freien Endbereichen der Kurbelwelle (14) jeweils ein Antriebszahnrad (16) angeordnet ist, dem jeweils wenigstens ein Elektromotor (11) der ersten Antriebseinrichtung (6) zugeordnet ist.
6. Umformeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ersten Antriebseinrichtung (6) und/oder der zweiten Antriebseinrichtung (24) eine Steuerungseinrichtung zugeordnet ist, die für eine Beeinflussung von elektrischen Energieströmen zwischen einer elektrischen Spannungsquelle und den jeweiligen Elektromotoren (11; 25) ausgebildet ist.
7. Umformeinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pleuelanordnung zwei Pleuel umfasst, die parallel zueinander ausgerichtet sind.
8. Umformeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Werkstückrundtisch (3) angeordnete Werkstückhalter (57) für eine Aufnahme von Werkstücken (56) mit vertikal ausgerichteten Werkstückachsen aus-

gebildet sind und dass dem Maschinengestell (2) eine Einrichtung (64) zur Werkstückzufuhr und/oder eine Einrichtung (65) zur Werkstückabfuhr zugeordnet sind, die für eine Zufuhr und/oder Abfuhr von Werkstücken (56) mit vertikal ausgerichteter Werkstückachse ausgebildet sind.

9. Verfahren zum Betreiben einer Umformeinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die drehbar am Maschinengestell (2) gelagerte Kurbelwelle (14) von dem wenigstens einen zugeordneten Elektromotor (11) in eine oszillierende Schwenkbewegung mit einstellbarem Schwenkwinkel versetzt wird, um eine Hubbewegung der mit dem Werkzeugträger (4) gekoppelten Pleuelanordnung (7) und die zyklische Linearbewegung des Werkzeugträgers (4) einzustellen. 10
10. Verfahren zum Betreiben einer Umformeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der ersten Antriebseinrichtung (6) und/oder der zweiten Antriebseinrichtung (24) zugeordnete Steuerungseinrichtung eine Rückspeisung von elektrischer Energie von dem wenigstens einen Elektromotor (11; 25) der ersten und/oder der zweiten Antriebseinrichtung (6; 24) an eine elektrische Spannungsquelle und/oder an einen elektrischen Speicher vornimmt. 20 25

## Claims

1. Forming device for cup-shaped hollow bodies (56) having a machine frame (2), a drive arrangement, a workpiece rotary table (3) for receiving hollow bodies (56) and a tool carrier (4) for receiving machining tools (58), wherein the workpiece rotary table (3) and the tool carrier (4) lie opposite one another and can be rotated relative to one another about an axis of rotation (5) and can be linearly adjusted relative to one another along the axis of rotation (5), and wherein the drive arrangement is designed to provide a rotary step movement and a cyclic linear movement between the workpiece rotary table (3) and the tool carrier (4) in order to enable the hollow bodies (56) to be deformed by means of the machining tools (58) in a plurality of successive machining steps, wherein a rotary axis (5) of the workpiece rotary table (3) and a movement axis (5) of the tool carrier (4) are aligned in the vertical direction and wherein the drive arrangement comprises a first drive device (6) associated with the tool carrier (4) for providing the cyclic linear movement and a second drive device (24) associated with the workpiece rotary table (3) for providing the rotary step movement, **characterized in that** the second drive device comprises exactly one electric motor, a stator of the electric motor being fixed to the machine frame and the workpiece rotary 35 40 45 50 55

table mounted rotatably on the machine frame being designed as a rotor of the electric motor.

2. Forming device according to claim 1, **characterized in that** the tool carrier (4) is arranged in vertical direction above the workpiece rotary table (3). 5
3. Forming device according to claim 1, **characterized in that** the first drive device (6) and the second drive device (24) each comprise at least one electric motor (11; 25) and/or **in that** the first drive device (6) and the second drive device (24) are designed for an independent provision of the rotary step movement and the cyclic linear movement between the workpiece rotary table (3) and the tool carrier (4). 10 15
4. Forming device according to claim 1 or 3, **characterized in that** the first drive device (6) comprises a crankshaft (14) which is mounted rotatably on the machine frame (2) and has a drive gearwheel (16), and a connecting rod arrangement (7) which is coupled to the workpiece carrier (4), and **in that** the electric motor (11) of the first drive device (6) is provided with a pinion (15) which engages in the drive gearwheel (16) of the crankshaft (14). 20 25
5. Forming device according to claim 4, **characterized in that** the crankshaft (14) has a connecting rod bearing which is arranged between two crankshaft bearings (18) formed on the machine frame (2) and **in that** on mutually opposite, free end regions of the crankshaft (14) a respective drive gearwheel (16) is arranged, each of which at least one electric motor (11) of the first drive device (6) is assigned. 30 35
6. Forming device in accordance with one of claims 1 to 5, **characterized in that** a control device is assigned to the first drive device (6) and/or to the second drive device (24), which control device is designed for influencing electrical energy currents between an electrical voltage source and the respective electric motors (11; 25). 40 45
7. Forming device according to claim 4, **characterized in that** the connecting rod arrangement comprises two connecting rods which are aligned parallel to one another. 50
8. Forming device in accordance with one of the preceding claims, **characterized in that** workpiece holders (57) arranged on the workpiece round table (3) are designed for receiving workpieces (56) with vertically aligned workpiece axes, and **in that** the machine frame (2) is assigned a device (64) for workpiece feed and/or a device (65) for workpiece discharge, which are designed for feed and/or discharge of workpieces (56) with vertically aligned workpiece axis. 55

9. Method for operating a forming device (1) in accordance with one of claims 4 or 5, **characterized in that** the crankshaft (14), which is mounted rotatably on the machine frame (2), is set by the at least one associated electric motor (11) into an oscillating pivoting movement with an adjustable pivoting angle in order to set a stroke movement of the connecting rod arrangement (7) coupled to the tool carrier (4) and the cyclic linear movement of the tool carrier (4).
10. Method for operating a forming device (1) in accordance with one of the preceding claims, **characterized in that** a control device assigned to the first drive device (6) and/or the second drive device (24) regenerates electrical energy from the at least one electric motor (11; 25) of the first and/or the second drive device (6; 24) to an electrical voltage source and/or to an electrical storage.

## Revendications

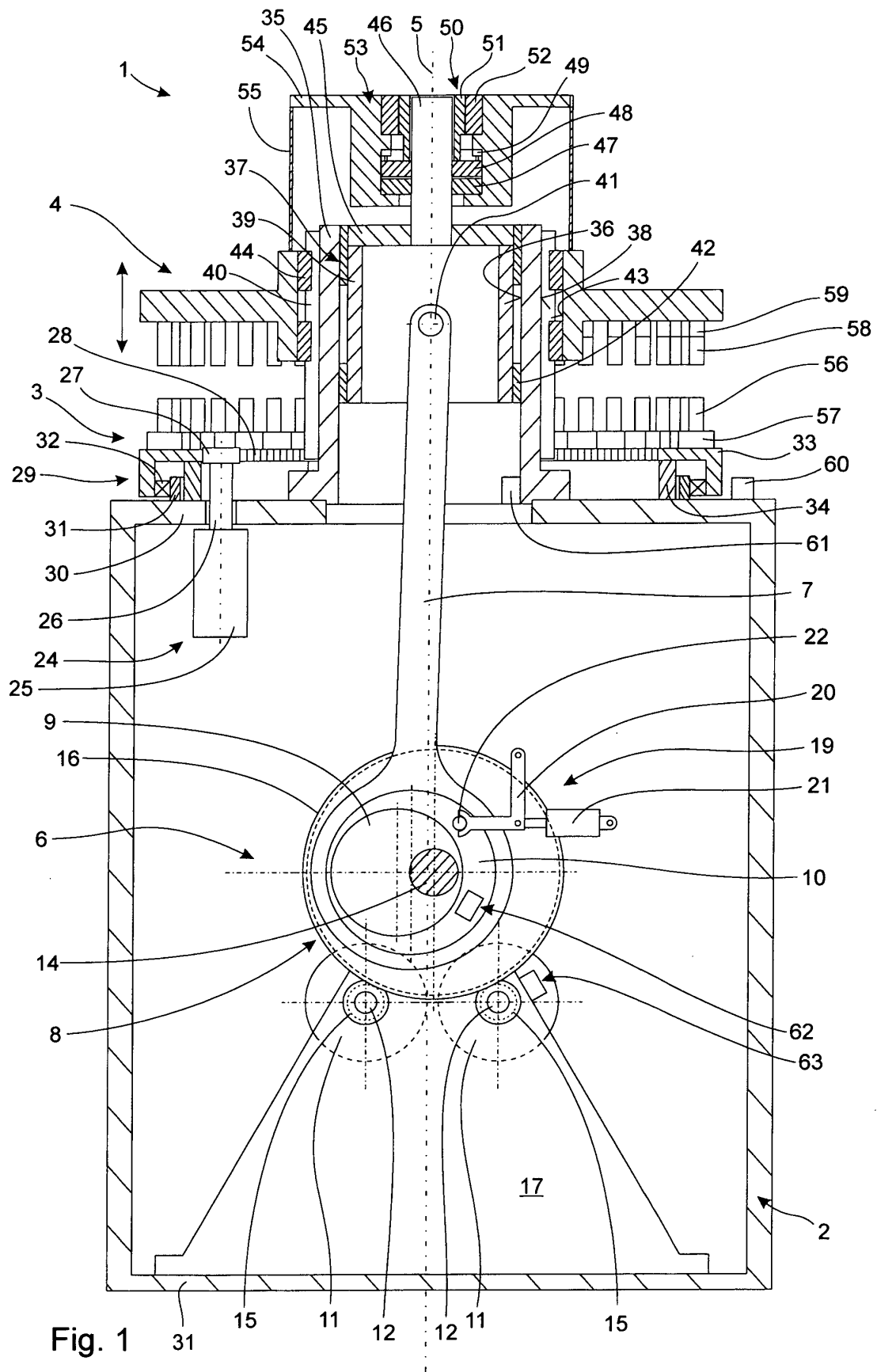
1. Dispositif de formage pour corps creux (56) en forme de gobelet avec un bâti de machine (2), un ensemble d'entraînement, un plateau circulaire de pièce (3) pour la réception de corps creux (56) et un porte-outil (4) pour la réception d'outils d'usinage (58), dans lequel le plateau circulaire de pièce (3) et le porte-outil (4) se font face et sont rotatifs l'un par rapport à l'autre autour d'un axe de rotation (5) ainsi que réglables linéairement l'un par rapport à l'autre le long de l'axe de rotation (5) et dans lequel l'ensemble d'entraînement est réalisé pour la fourniture d'un mouvement de pas de rotation et d'un mouvement linéaire cyclique entre le plateau circulaire de pièce (3) et le porte-outil (4) pour permettre un formage des corps creux (56) au moyen des outils d'usinage (58) dans plusieurs étapes d'usinage successives, dans lequel un axe de rotation (5) du plateau circulaire de pièce (3) et un axe de mouvement (5) du porte-outil (4) sont orientés dans la direction verticale et dans lequel l'ensemble d'entraînement comprend un premier dispositif d'entraînement (6) associé au porte-outil (4) pour une fourniture du mouvement linéaire cyclique et un deuxième dispositif d'entraînement (24) associé au plateau circulaire de pièce (3) pour une fourniture du mouvement de pas de rotation, **caractérisé en ce que** le deuxième dispositif d'entraînement comprend exactement un moteur électrique, dans lequel un stator du moteur électrique est fixé au bâti de machine et le plateau circulaire de pièce logé en rotation au niveau du bâti de machine est réalisé en tant que rotor du moteur électrique.
2. Dispositif de formage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le porte-outil (4) est disposé dans la direction verticale au-dessus du plateau cir-

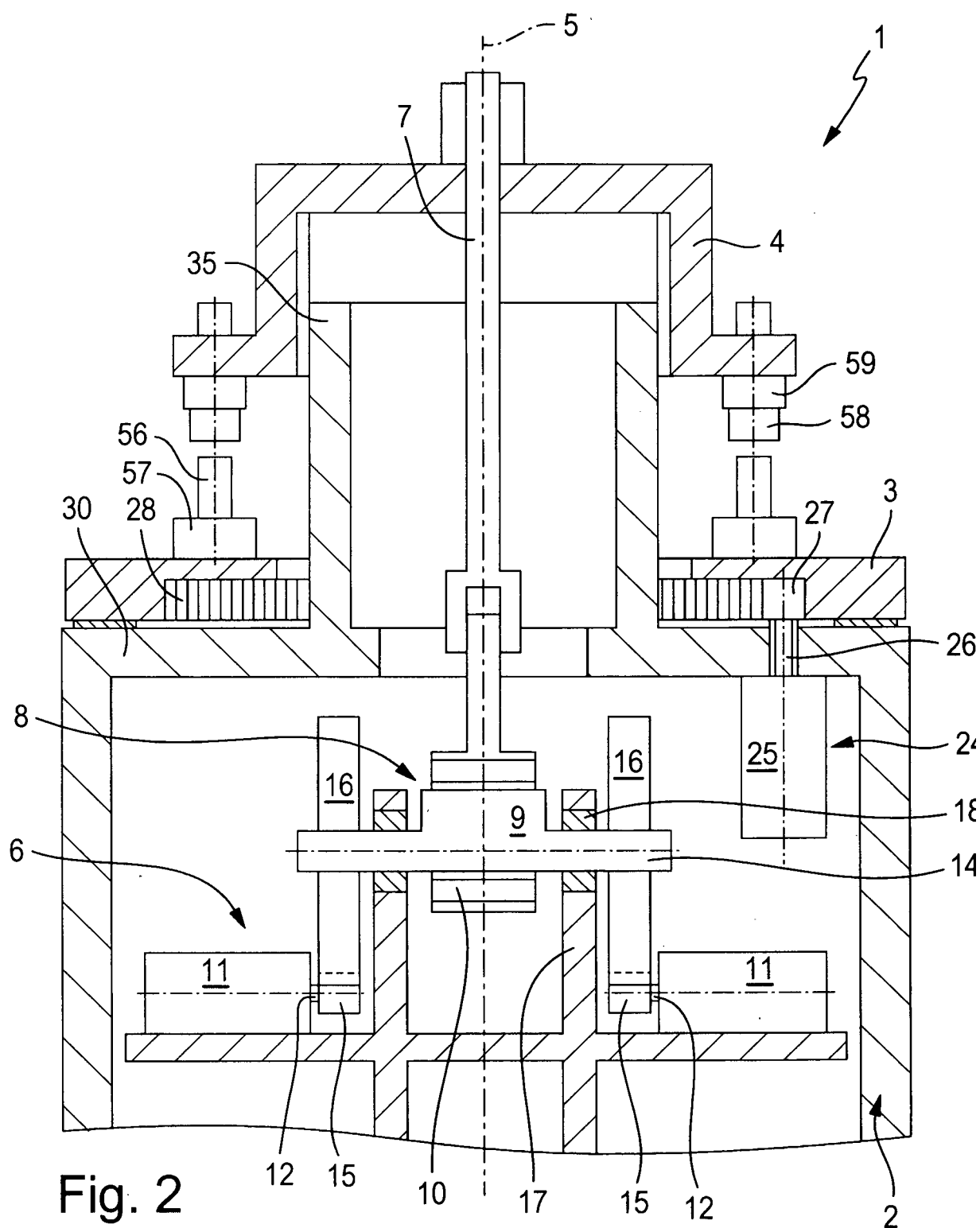
culaire de pièce (3).

3. Dispositif de formage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier dispositif d'entraînement (6) et le deuxième dispositif d'entraînement (24) comprennent respectivement au moins un moteur électrique (11 ; 25) et/ou que le premier dispositif d'entraînement (6) et le deuxième dispositif d'entraînement (24) sont réalisés pour une fourniture indépendante du mouvement de pas de rotation et du mouvement linéaire cyclique entre le plateau circulaire de pièce (3) et le porte-outil (4).
4. Dispositif de formage selon la revendication 1 ou 3, **caractérisé en ce que** le premier dispositif d'entraînement (6) comprend un vilebrequin (14) logé en rotation au niveau du bâti de machine (2) avec une roue dentée d'entraînement (16) ainsi qu'un ensemble de bielle (7) couplé au porte-outil (4) et que le moteur électrique (11) du premier dispositif d'entraînement (6) est doté d'un pignon (15), qui vient en prise avec la roue dentée d'entraînement (16) du vilebrequin (14).
5. Dispositif de formage selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le vilebrequin (14) présente un palier de bielle, qui est disposé entre deux paliers de vilebrequin (18) réalisés au niveau du bâti de machine (2) et que respectivement une roue dentée d'entraînement (16) est disposée au niveau de zones d'extrémité libres, opposées les unes aux autres du vilebrequin (14), à laquelle respectivement au moins un moteur électrique (11) du premier dispositif d'entraînement (6) est associé.
6. Dispositif de formage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'un** dispositif de commande, qui est réalisé pour influencer des flux d'énergie électriques entre une source de tension électrique et les moteurs électriques (11 ; 25) concernés, est associé au premier dispositif d'entraînement (6) et/ou au deuxième dispositif d'entraînement (24).
7. Dispositif de formage selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'ensemble de bielle comprend deux bielles, qui sont orientées parallèlement l'une à l'autre.
8. Dispositif de formage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des porte-pièces (57) disposés au niveau du plateau circulaire de pièce (3) sont réalisés pour une réception de pièces (56) avec des axes de pièce orientés verticalement et qu'un dispositif (64) d'amenée de pièces et/ou un dispositif (65) d'évacuation de pièces, qui sont réalisés pour une amenée et/ou évacuation de pièces (56) avec un axe de pièce orienté

verticalement, sont associés au bâti de machine (2).

9. Procédé de fonctionnement d'un dispositif de formage (1) selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, **caractérisé en ce que** le vilebrequin (14) logé en rotation au niveau du bâti de machine (2) est amené dans un mouvement de pivotement oscillant avec un angle de pivotement réglable par l'au moins un moteur électrique (11) associé pour régler un mouvement de levage de l'ensemble de bielle (7) couplé au porte-outil (4) et le mouvement linéaire cycle du porte-outil (4). 5 10
10. Procédé de fonctionnement d'un dispositif de formage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un dispositif de commande associé au premier dispositif d'entraînement (6) et/ou au deuxième dispositif d'entraînement (24) procède à une récupération d'énergie électrique de l'au moins un moteur électrique (11 ; 25) du premier et/ou du deuxième dispositif d'entraînement (6 ; 24) au niveau d'une source de tension électrique et/ou au niveau d'un accumulateur électrique. 15 20 25 30 35 40 45 50 55





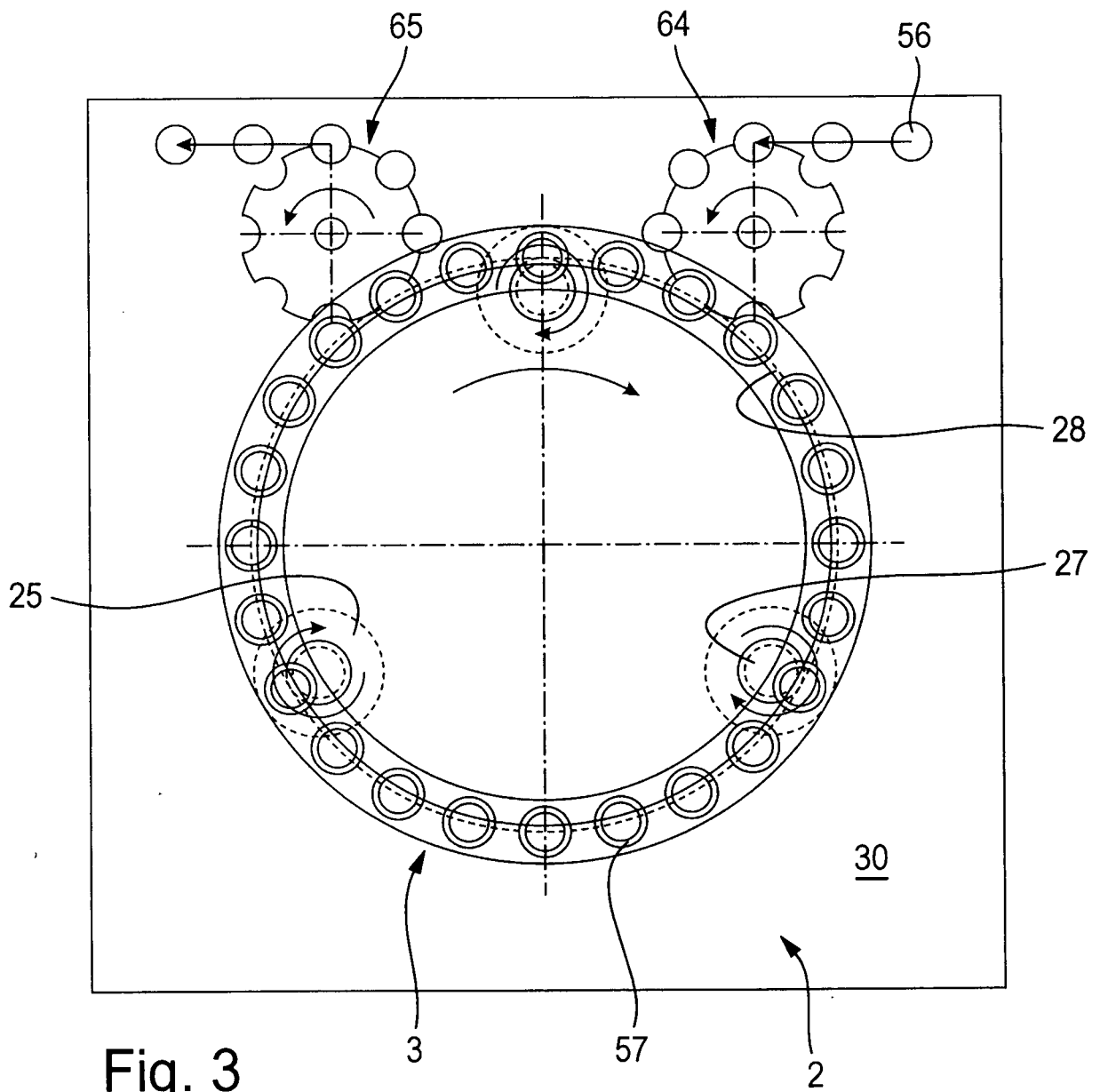


Fig. 3

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 1452744 A **[0002]**
- EP 0275369 A2 **[0003]**
- EP 2364793 A1 **[0004]**
- EP 2363216 A1 **[0004]**
- EP 2363215 A1 **[0004]**