

(19)



(11)

EP 3 243 645 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.04.2020 Patentblatt 2020/14

(51) Int Cl.:

B30B 1/26 (2006.01)

B30B 15/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17168064.8**

(22) Anmeldetag: **25.04.2017**

(54) **UMFORMVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER UMFORMVORRICHTUNG**
FORMING DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING A FORMING DEVICE
DISPOSITIF DE FAÇONNAGE ET SON PROCÉDÉ DE COMMANDE

(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**

(30) Priorität: **25.04.2016 DE 102016107594**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.11.2017 Patentblatt 2017/46

(73) Patentinhaber: **Georg Maschinentechnik GmbH &
Co. KG
57638 Neitersen (DE)**

(72) Erfinder: **Viesel, Jan Patrick
57234 Wilnsdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Kalkoff & Partner
Patentanwälte PartmbB
Patentanwälte
Martin-Schmeisser-Weg 3a-3b
44227 Dortmund (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 0 250 610 DE-A1-102005 038 583
DE-A1-102006 006 312 DE-A1-102014 111 683
DE-B3-102005 001 878 DE-B3-102009 032 110
US-A1- 2001 039 888 US-A1- 2013 247 781**

EP 3 243 645 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 Umformvorrichtung mit einem Stößel zum Bearbeiten von Werkstücken, aufweisend eine mit dem Stößel verbundene Hauptantriebseinheit und einen Zwischenantrieb zum Bewegen des Stößels. Weiter

betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung einer entsprechenden Umformvorrichtung.

[0002] Vorrichtungen zum Umformen, Trennen und Fügen von Werkstücken, beispielsweise Blechen oder Schmiedestücken, sind bekannt. So werden hierfür bspw. Exzenterpressen oder Kniehebelpressen verwendet.

[0003] Bei derartigen Umformvorrichtungen werden für eine Positionierung des Stößels in einer vorgegebenen Position entlang seiner Bewegungsbahn Servomotoren als Antriebsmotor in der Antriebseinheit eingesetzt.

[0004] Aus der DE 102005001878 B3 ist zudem eine Servopresse mit Kniehebelgetriebe bekannt, die neben einem positionsgeregelten Hauptantrieb zusätzlich einen positionsgeregelten Zwischenantrieb aufweist, der den Stößel zur Vergrößerung des Stößelhubs in einem oberen Bewegungsbereich antreibt, in dem die Kniehebelarme einen spitzen Winkel bilden und aus dem sie sich aus eigenem Antrieb nicht herausbewegen können. Aufgrund dessen, dass die Anforderungen an die zu verarbeitenden Werkstücke immer weiter steigen, besteht ein hoher Bedarf an Umformvorrichtungen, die eine besonders hohe Umformqualität und zusätzliche Arbeitsschritte am umzuformenden Werkstück in der Schließ- und Öffnungsbewegung des Stößels ermöglichen. Hierfür ist es notwendig, dass die Führung des Pressenstößels und die Kraftübertragung der Antriebseinheit auf den Pressenstößel weiter verbessert werden.

[0005] Eine zu einem Hauptantrieb zusätzliche Antriebseinheit in einer Presse wird zudem im Dokument US 2013 / 0247781 A1 offenbart. Diese zusätzliche Antriebseinheit ist jedoch nicht dazu vorgesehen, den Stößel entlang der Bewegungsbahn des Hauptantriebs zu bewegen, sondern ausschließlich um eine Kippbewegung des Stößels auszugleichen.

[0006] Ein weiterer wichtiger Aspekt moderner Umformvorrichtung ist deren Effizienzsteigerung, um sowohl die Betriebskosten als auch die Stückkosten für die auf der Umformvorrichtung herzustellenden Werkstücke abzusenken.

[0007] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zu Grunde, eine Umformvorrichtung bereitzustellen, mit der besonders effizient eine hohe Umformqualität eines Werkstückes und zusätzliche Arbeitsschritte am umzuformenden Werkstück in der Schließ- und Öffnungsbewegung des Stößels ermöglicht werden. Weiter liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Steuerungsverfahren für eine entsprechende Umformvorrichtung bereitzustellen.

[0008] Die Erfindung löst die Aufgabe durch eine Umformvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Dabei sind alle beschriebenen Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination grundsätzlich Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung.

[0009] Die erfinderische Umformvorrichtung weist einen Stößel auf, der in wenigstens eine vorgegebene Richtung hin und her bewegbar ist und eine Hauptantriebseinheit zum Antrieb des Stößels, die einen einkuppelbaren, nicht positionsgeregelten Antriebsmotor mit einer Schwungmasse, eine Antriebswelle mit einer exzentrischen Führungseinheit und ein Getriebe, das mit der exzentrischen Führungseinheit und dem Stößel verbunden ist und einen positionsgeregelten Zwischenantrieb, der mit dem Stößel verbunden ist, eine separate Zwischenantriebswelle umfasst und zum Erzeugen eine Positionierbewegung des Stößels ausgebildet ist.

[0010] Mittels des Zwischenantriebes wird somit ein zum Hauptantrieb parallel geschaltetes Antriebssystem bereitgestellt, das ein im Verhältnis zum Hauptantrieb geringes Antriebsmoment aufweist und eine exakte Positionierung des Stößels in einer vorgegebenen Position bei besonders geringem Energieaufwand ermöglicht. Zudem wird durch die Entkopplung der Antriebe auf zwei separate Antriebssysteme und insbesondere zwei unabhängig voneinander angeordnete, separate Antriebswellen eine besonders hohe Betriebssicherheit gewährleistet.

[0011] Die beiden Antriebe, nämlich die Hauptantriebseinheit und der positionsgeregelte Zwischenantrieb, sind nur über den Stößel miteinander verbunden und nicht über eine direkte getriebetechnische Verbindung. D.h., abgesehen von der Kopplung über den Stößel sind die Hauptantriebseinheit und der positionsgeregelte Zwischenantrieb mechanisch separat voneinander ausgebildet. Im Betrieb können die beiden Antriebe synchron gefahren werden. Dabei erfolgt die Synchronisation der Hauptantriebseinheit und des Zwischenantriebes bspw. mittels einer elektronischen Steuerung. Diese kann eine Reglereinheit umfassen, mit der insbesondere der positionsgeregelte Zwischenantrieb regelbar ist. Dabei können die Hauptantriebseinheit als "Master" und der positionsgeregelte Zwischenantrieb als "Slave" fungieren. Diese Konstruktion und Steuerung sorgt bspw. bei der Inbetriebnahme der Presse sowie im Fall von Defekten im Antrieb für einen Schutz vor mechanischer Beschädigung.

[0012] Unter einer Umformvorrichtung werden neben Vorrichtungen zum Umformen auch Vorrichtungen mit Stößel zum Trennen und Fügen von Werkstücken, insbesondere Blechen oder Schmiedestücken, verstanden. Dementsprechend kann unter der am Werkstück verrichteten Arbeit ein Umformen, Trennen oder Fügen verstanden werden. D.h., unter dem Ausdruck Umformen wird neben dem verändern der Form eines Werkstückes auch das Trennen eines Werkstückes oder Fügen von Werkstücken verstanden. Erfindungsgemäße Umformvorrichtungen sind vorzugsweise mechanische Pressen.

[0013] Die Umformvorrichtung weist mindestens einen Stößel auf, kann ggf. aber auch mehrere Stößel zum Bearbeiten

von Werkstücken umfassen. Dabei können nur einzelne Stößel oder alle Stößel jeweils mit dem Hauptantrieb und/oder dem Zwischenantrieb gekoppelt sein.

[0014] Unter dem Ausdruck "Stößel" werden im Sinne der Erfindung auch Stößel mit entsprechendem Werkzeug zum Bearbeiten eines Werkstückes verstanden.

[0015] Positionsgeregelte Antriebseinheiten weisen, wie bereits erwähnt, den besonderen Vorteil auf, dass mit ihnen eine exakte Bewegungssteuerung des Stößels im Vergleich zum so genannten Nachlaufweg des Stößels, der bei nicht positionsgesteuerten Antriebseinheiten auftritt, möglich ist. Eine positionsgesteuerte Antriebseinheit ermöglicht somit, den Stößel in einer vorgegebenen exakten Position entlang seiner Bewegungsbahn anzuhalten (Positionieren) und ggf. in dieser Position zu halten. Da aufgrund der notwendigen Presskraft zum Umformen eines Werkstückes positionsgeregelte Antriebseinheiten mechanischer Pressen entsprechend groß ausgelegt sein müssen und einen hohen Energiebedarf aufweisen, ist der wirtschaftliche Betrieb von mechanischen Pressen mit derartigen Hauptantriebseinheiten schwierig.

[0016] Nicht positionsgeregelte Antriebseinheiten, beispielsweise übliche gegebenenfalls frequenzgeregelte Elektromotoren mit Schwungmasse, sind dagegen energetisch deutlich günstiger, da die Bewegungsenergie kinetisch in der Schwungmasse gespeichert wird. Nicht positionsgeregelte Antriebseinheiten ermöglichen jedoch kein Anhalten des Stößels in einer vorgegebenen, exakten Position, da sie -wie oben erwähnt- einen Nachlaufweg aufweisen.

[0017] Der positionsgeregelte Zwischenantrieb kann insbesondere einen oder mehrere Servomotoren, Asynchronmotoren, Synchronmotoren, Gleichstrommotoren oder Torquemotoren umfassen.

[0018] Unter der Positionierbewegung des Stößels wird eine durch den Zwischenantrieb erzeugte Bewegung des Stößels entlang eines Abschnittes seiner Bewegungsbahn ggf. mit einem Anhalten des Stößels in eine vorgegebene exakte Position verstanden. Unter der Bewegungsbahn des Stößels wird die durch den Hauptantrieb bedienbare Bewegungsbahn des Stößels verstanden. Der Zwischenantrieb ist nicht für eine Vergrößerung der Bewegungsbahn, bspw. des Stößelhubs ausgebildet, sondern insbesondere für eine besonders exakte Positionierbarkeit des Stößels entlang der durch den Hauptantrieb ermöglichten Bewegungsbahn.

[0019] Die Positionierbewegung kann entlang einer Öffnungsbewegung und/oder einer Schließbewegung des Stößels erfolgen. Auch kann die Positionierbewegung des Stößels entlang einer Arbeitsbewegung erfolgen, wobei in diesem Fall eine auf den Stößel aufgebrachte Arbeitskraft ausschließlich durch den Zwischenantrieb erzeugt wird.

[0020] Unter der Arbeitsbewegung des Stößels wird der Bewegungsabschnitt entlang seiner Bewegungsbahn verstanden, in dem der Stößel (ggf. mit seinem Werkzeug) auf ein zu verarbeitendes Werkstück einwirkt.

[0021] Die Öffnungsbewegung ist der Bewegungsabschnitt entlang seiner Bewegungsbahn, bei dem der Stößel nach der Arbeitsbewegung von dem Werkstück weggeführt, bspw. angehoben wird, während die Schließbewegung der Bewegungsabschnitt des Stößels ist, mit dem der Stößel an das Werkstück geführt, bspw. abgesenkt wird.

[0022] In einer geöffneten Position (entlang der Bewegungsbahn der Öffnungsbewegung und/oder der Schließbewegung) kann die Umformvorrichtung mit einem neuen Werkstück beladen oder es können bspw. weitere Arbeitsvorgänge an dem in der Umformvorrichtung vorhandenen Werkstück durchgeführt werden.

[0023] Die vorgegebene Bewegungsrichtung kann bei gattungsgemäßer Umformvorrichtung eine Vertikalrichtung sein, sodass der Stößel vertikal auf und ab bewegt wird.

[0024] Die Hauptantriebseinheit weist mindestens einen Antriebsmotor mit Schwungmasse auf, die auf eine Antriebswelle wirken. Alternativ kann der Hauptantrieb jedoch auch mehrere gleiche bzw. gleichartige Antriebswellen mit einem oder mehreren gleichen oder gleichartigen Antrieben mit Schwungmasse umfassen.

[0025] Der Antriebsmotor kann bspw. ein herkömmlicher Elektromotor mit entsprechender bekannter Schwungscheibe, bspw. einem Schwungrad sein. Zwischen dem Antriebsmotor mit Schwungmasse ist eine ebenfalls weitestgehend bekannte Kupplung zum Ein- und Auskuppeln des Antriebsmotors mit Schwungmasse angeordnet sowie eine ebenfalls weitestgehend bekannte Bremse zum Abbremsen des Hauptantriebes bevorzugt mittels Reibung.

[0026] Der Antriebsmotor und/oder die Schwungmasse sind mit der Antriebswelle über eine Kupplung verbunden, um diese anzutreiben. Unter einkuppelbar wird somit das Herstellen einer Kraft übertragenden Verbindung zwischen der Antriebswelle und dem Antriebsmotor mit Schwungmasse verstanden. Hierdurch ist es möglich, bei bestimmten Bewegungen des Stößels, bspw. bei einer Arbeitsbewegung, bei der hohe Arbeitskräfte notwendig sind, und/oder bei der Öffnungsbewegung ohne exakte Positionierung des Stößels, den Antriebsmotor mit Schwungmasse mit der Antriebswelle zu koppeln bzw. zu entkoppeln und zu bremsen, um die Kraft der Hauptantriebseinheit und der Schwungmasse über das Getriebe auf den Stößel zu übertragen. Die Schwungmasse mit Antriebsmotor bleibt bei der Öffnungsbewegung des Stößels bevorzugt eingekuppelt, um die eigene Strecklage mit dem Hauptantrieb überwinden zu können. Sofern nach der Arbeitsbewegung keine Positionierbewegung notwendig ist, wird die Schwungmasse mit Antriebsmotor also erst kurz nach dem oberen Totpunkt des Stößels ausgekuppelt.

[0027] Im ausgekuppelten Zustand ist die vorhandene Bewegungsenergie in der Schwungmasse kinetisch gespeichert und die Antriebswelle dreht sich mit Nenndrehzahl bzw. lädt die Schwungmasse. Während der Antriebsmotor mit Schwungmasse von der Antriebswelle getrennt ist, wird die Bewegung des Stößels über den Zusatzantrieb erzeugt. Da dieser jedoch nur die Masse des Stößels bewegen muss und gegen den Widerstand des Kniehebelgetriebes und der

exzentrischen Führung arbeitet, ist die zum Bewegen des Stößels aufzubringende Kraft des Zwischenantriebs deutlich geringer.

[0028] Die Ausführung dieses zweiteiligen Antriebes für eine Umformvorrichtung mit einer Hauptantriebseinheit und einem Zwischenantrieb eignet sich insbesondere für Pressen mit einer Presskraft ab 400 t. Die vom Stößel durchlaufbare Hubhöhe ist dabei von der Hauptantriebseinheit und dem Getriebe vorgegeben.

[0029] Zum Übertragen der von dem Antriebsmotor der Antriebseinheit erzeugten Kraft ist das Getriebe zwischen der exzentrischen Führungseinheit und dem Stößel vorgesehen.

[0030] Das Getriebe kann bevorzugt als Pleuel ausgebildet sein, der die exzentrische Führungseinheit umfasst und mit dem Stößel, bspw. über einen Druckpunkt, gekoppelt ist.

[0031] Besonders bevorzugt ist das Getriebe als Kniehebelgetriebe mit mindestens zwei Kniehebelgetriebearmen ausgebildet. Diese Verbindungsvorrichtung zwischen den Kniehebelarmen und der exzentrischen Führungseinheit weist vorzugsweise jeweils eine Schubstange auf, die mit einem ersten Ende mit der exzentrischen Führungseinheit und mit einem dem ersten Ende gegenüberliegenden zweiten Ende mit einem oberen Hebelarm eines Kniehebelarmes verbunden ist.

[0032] Weiter kann die Schubstange bspw. in einer Führung am Pressengestell (Ständerführung) und/oder einer Kulissenführung im oberen Hebelarm des Kniehebelarmes gelagert sein. Hierbei können die Schubstangen vorzugsweise mit einer einzelnen exzentrischen Führungseinheit verbunden sein, die an einer (ggf. einzelnen) Antriebswelle angeordnet ist. Diese wird wiederum von einem oder mehreren Antriebsmotoren mit Schwungmasse angetrieben.

[0033] Das Kniehebelgetriebe weist vorzugsweise mindestens zwei Kniehebelarme auf, die mit einem unteren Ende mit dem Stößel verbunden und mit einem oberen Ende mit der Schubstange gekoppelt sind. Jeder Kniehebelarm kann - wie bereits oben angedeutet - zwei Hebelarme, bspw. einen oberen und einen unteren Hebelarm, aufweisen. Einer oder beide Hebelarme können gekröpft ausgebildet sein. Zudem kann jeder Kniehebelarm an einer zentralen Lagerachse drehbar gelagert sein. Die zentrale Lagerachse ist bspw. mit dem Pressengestell verbunden und kann im oberen Hebelarm angreifen. Die Kniehebelarme sind vorzugsweise spiegelbildlich um eine die Antriebswelle schneidende, vertikale Mittelachse angeordnet.

[0034] Bei dieser Ausführung können unter der exzentrischen Führungseinheit an der Antriebswelle angeordnete Verbindungselemente verstanden werden, die über jeweils eine Schubstange mit jeweils einem Kniehebelarm in Verbindung stehen und exzentrisch, d.h. außermittig an der Antriebswelle angeordnet sind.

[0035] Diese Ausbildung der exzentrischen Führungseinheit und der Kniehebelarme ermöglicht in besonders günstiger Weise den Einsatz einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Presse mit einer einzelnen angetriebenen Antriebswelle und einer einzelnen exzentrischen Führungseinheit, die mit beiden Kniehebelarmen und der Antriebswelle verbunden ist. Diese Ausführungsform gewährleistet auf besonders einfache Weise eine synchrone Kniehebelarmbewegung und somit auch die präzise Bewegung des Stößels.

[0036] Die Hauptantriebseinheit mit exzentrischer Führungseinheit, Kniehebelkinematik und Stößelverbindung ist somit insbesondere entsprechend der DE 2014 111 683.6 ausgebildet nur ohne positionsgeregelten Antriebsmotor in der Hauptantriebseinheit.

[0037] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist der Zwischenantrieb zwischen der Antriebseinheit und dem Stößel und zwischen den Kniehebelarmen des Kniehebelgetriebes angeordnet. So kann der Zusatzantrieb bspw. in Vertikalrichtung unterhalb der Antriebseinheit und oberhalb des Stößels und - bei sich in weitestgehend in Vertikalrichtung erstreckenden Kniehebelarmen - in Horizontalrichtung zwischen den Kniehebelarmen angeordnet sein. Der Zwischenantrieb ist bspw. im Bereich einer vertikalen Mittelachse der Presse positioniert. Durch diese vorteilhafte Anordnung des Zwischenantriebes ist eine besonders kompakte Bauweise der Presse möglich.

[0038] Besonders bevorzugt weist der Zwischenantrieb einen mit der Zwischenantriebswelle verbundenen positionsgeregelten Antriebsmotor und eine exzentrische Führungseinheit auf, die über ein Zwischenantriebsgetriebe, insbesondere ein Zwischenkniehebelgetriebe oder einem Zwischenantriebspleuel, mit dem Stößel verbunden ist.

[0039] Die Zwischenantriebswelle ist vorzugsweise nicht entkuppelbar mit dem positionsgeregelten Antriebsmotor verbunden. D.h., im Gegensatz zur Hauptantriebseinheit ist der Zwischenantrieb dauerhaft mit der Zwischenantriebswelle verbunden. Der Zwischenantrieb ist somit auch ohne Schwungmasse ausgebildet.

[0040] Der Zusatzantrieb ist dazu ausgebildet, den Stößel alleine anzutreiben bzw. zu bremsen, der Bewegung des Stößels ohne eine Kraft auf den Stößel aufzubringen zu folgen und/oder zusätzlich zum Hauptantrieb eine Kraft auf den Stößel aufzubringen, d.h., das zur Verfügung stehende Moment des Zwischenantriebs kann die resultierende Presskraft des Hauptantriebs ergänzen.

[0041] Unter einer Zwischenantriebswelle wird eine von einem Antriebsmotor des Zwischenantriebes angetriebene Antriebswelle verstanden, die separat zur Antriebswelle der Hauptantriebseinheit ausgebildet ist.

[0042] Die Zwischenantriebswelle ist somit baulich getrennt von der Antriebswelle des Hauptantriebes ausgebildet und kann insbesondere parallel zu der Antriebswelle des Hauptantriebs angeordnet sein.

[0043] Das Zwischenkniehebelgetriebe oder der Zwischenantriebspleuel können entsprechend dem oben beschriebenen Kniehebelgetriebe bzw. Pleuel der Hauptantriebseinheit ausgebildet sein. Vorzugsweise sind das Getriebe des Haupt-

antriebes als Kniehebelgetriebe und das Getriebe des Zwischenantriebes als Pleuel ausgebildet.

[0044] Die Lagerung der Zwischenantriebswelle kann an einer Lagereinheit erfolgen. Besonders bevorzugt weist der Zwischenantrieb jedoch zwei Lagereinheiten zum Lagern der Zwischenantriebswelle auf, wodurch die Präzision der Stößelbewegung bei der Schließ- und Positionsbewegung weiter verbessert wird. Jede Lagereinheit kann bspw. mit

einem Gestell der Umformvorrichtung verbunden sein.

[0045] Um die hohen Kräfte der Hauptantriebseinheit sicher übertragen zu können, sind zumindest die Lager der Hauptantriebseinheit, der exzentrischen Führungseinheit und des Kniehebelgetriebes als Gleitlager ausgeführt. Dem-

entsprechend können auch die wenigen Lager des Zwischenantriebes zumindest teilweise als Gleitlager ausgeführt sein.

[0046] Um jedoch die Positioniergenauigkeit des Stößels weiter zu verbessern, ist nach einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass die Lager des Zwischenantriebes, insbesondere der Zwischenantriebswelle und/oder eines Zwischengetriebes, wälzgelagert sind. Die Wälzlager sind spielfrei oder zumindest weitestgehend spielfrei ausbildbar, so dass sie im Gegensatz zu den Gleitlagern eine weitestgehend spielfreie Bewegung des Stößels ermöglichen. Der Stößel kann somit bei der Positionierbewegung besonders exakt positioniert werden. Die Wälzlager sind insbesondere als Zylinderrollenlager ausgebildet, da diese Bauart sich durch eine hohe Tragzahl auszeichnet und die typischen zulässigen Drehzahlen bei Weitem nicht ausgeschöpft werden. Zylinderrollenlager mit konischer Bohrung lassen sich zudem spielfrei einstellen. Alternativ können die Wälzlager bspw. auch als Schrägkugellager ausgebildet sein, die bei geringerer Tragzahl besonders einfach spielfrei einstellbar sind.

[0047] Wie bereits oben erwähnt, folgt der Zwischenantrieb vorzugsweise der Bewegung des Stößels. Damit auf den Zwischenantrieb wirkende, von der Hauptantriebseinheit kommende Kräfte den Zwischenantrieb nicht beschädigen, ist die Lagereinheit besonders bevorzugt federnd gelagert. Die federnde Lagerung kann als Hydrauliklagerung, bspw. ein (vorgespanntes) Hydraulikkissen umfassend, ausgebildet sein.

[0048] Das Hydraulikkissen kann zudem als Schnittschlagdämpfung ausgebildet sein, die bei einer vorab in ihrer Stärke bestimmten, wirkenden Kraft Hydraulikflüssigkeit abgibt. Bei der Schnittschlagdämpfung fließt zur Dämpfung der auftretenden Kraft bspw. Hydraulikflüssigkeit aus dem vorgespannten hydraulischen Kissen in einen Auffangbehälter ein.

[0049] Sobald eine Entlastung der Schnittschlagdämpfung erfolgt, wird die ausgeleitete Flüssigkeit umgehend und voll automatisiert zurück in das Hydraulikkissen geführt und es wird wieder eine Vorspannung im Hydraulikkissen erzeugt.

[0050] Zusätzlich oder ergänzend ist besonders bevorzugt auch der Pleuel im Stößel federnd gelagert. Hierfür kann entsprechend der Lagerung der Lagereinheit ebenfalls ein vorgespanntes Hydraulikkissen vorgesehen sein. Diese federnde Lagerung zwischen dem Pleuel und dem Stößel ist zudem besonders bevorzugt als Überlastsicherung ausgebildet.

[0051] Die federnden Lagerungen der Lagereinheit und des Pleuels im Stößel bilden somit gemeinsam ein System aus parallel geschalteten Federn, dessen Steifigkeit so aufeinander abgestimmt ist, dass die Steifigkeit des Zusatzantriebes geringer ist, als die Steifigkeit der im Umformprozess zugeschalteten Antriebseinheit.

[0052] Gleitlager sind bauartbedingt spielbehaftet. Um ein Spiel in der Bewegung der Gleitlager zu minimieren, ist es bekannt, einen Stößelgewichtsausgleich einzusetzen. Beim Stößelgewichtsausgleich handelt es sich um eine Einrichtung, die der Gewichtskraft des Stößels (und des Oberwerkzeugs) entgegenwirkt. Ohne Gewichtsausgleich bewirkt die Schwerkraft eine Mittelpunktverschiebung in den Gleitlagern der Antriebseinheit, d.h., die Wellen liegen in der Richtung der Schwerkraft, also entgegen der Prozesskraft, in den Gleitlagern an.

[0053] Mit dem Kraftaufbau, der der Schwerkraft entgegenwirkt, verschiebt sich die Welle im Gleitlager bis an die gegenüberliegende Anlagefläche. Der Hub im Gleitlager ist hierbei fast so groß wie das Lagerspiel und führt zu Schlägen in der Lagerung. Dieser Gewichtsausgleich hat zum Ziel, diese Schläge zu unterbinden, indem der Stößel inkl. Werkzeug und den wirksamen Antriebskomponenten bereits in der kraftlosen Schließbewegung nach oben gezogen wird. Hierfür sind große Pneumatikzylinder als Lösung bekannt.

[0054] Um das Lagerspiel in den Gleitlagern, insbesondere des Hauptantriebes, zu minimieren, ist nach einer Weiterbildung der Erfindung eine Spannvorrichtung zum Verspannen des Zwischenantriebes gegen die Hauptantriebseinheit angeordnet. Die Spannvorrichtung kann alternativ oder ergänzend zum Stößelgewichtsausgleich angeordnet sein.

[0055] Die Spannvorrichtung verschiebt den Zwischenantrieb oder zumindest die Zwischenantriebswelle gegen die Hauptantriebseinheit oder zumindest gegen die Antriebswelle der Hauptantriebseinheit.

[0056] Da die Lagerung der Zwischenantriebswelle vorzugsweise über Wälzlager spielfrei oder weitgehend spielfrei ist und als separate Welle ausgeführt ist, können durch diesen, bspw. vertikalen Versatz der gesamten Zwischenantriebswelle gegen die Struktur der Presse und damit auch gegen eine, Gleitlager aufweisende, spielbehaftete Hauptantriebseinheit die Wellen in den Gleitlagern gegen die Anlagefläche der Gleitlager in Richtung der Prozesskraft gedrückt werden. Dadurch wird ein Hub (infolge Spiel) in den Gleitlagern beim Kraftaufbau sicher verhindert.

[0057] Die Spannvorrichtung kann bspw. als Keilsystem ausgebildet sein. Das Keilsystem ist insbesondere an den Lagereinheiten der Zwischenantriebswelle anordbar und so ausgebildet, dass die Lagereinheiten mit der Zwischenantriebswelle gegen die Hauptantriebseinheit verschoben werden.

[0058] Der Zwischenantrieb kann - wie ausgeführt - mit einer exzentrischen Führungseinheit und einem Kniehebel-

getriebe oder einem Pleuel ausgeführt werden. Alternativ kann der Zwischenantrieb als Spindelhubantrieb, bei dem die Motoreinheit/en mit der separaten Zwischenantriebswelle über ein oder mehrere Spindelgetriebe die Bewegung des Stößels bewirkt oder als servohydraulischer Antrieb, bei dem die Motoreinheit/en mit der separaten Zwischenantriebswelle ein oder mehrere als Getriebe ausgebildeten Hydraulikzylinder die Bewegung des Stößels bewirken, ausgebildet sein.

[0059] Der besondere Vorteil des Spindelhubantriebs ist die gute Zugänglichkeit infolge einer Anordnung außen am Stößel, eine Reduzierung eines möglichen Winkelfehlers infolge größerer Führungslänge, der Einbau standardisierter Komponenten und der variable Hub im Gegensatz zu einem Exzenter ohne Hubverstellung.

[0060] Die Vorteile des servohydraulischen Antriebs entsprechen weitestgehend denen des Spindelhubantriebs. Zusätzlich weist die Hydraulik eine hohe Energiedichte auf und beansprucht somit wenig Bauraum.

[0061] Weiter wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12.

[0062] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Steuerung einer Umformvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11 erfolgt bei einer Umformvorrichtung, deren Hauptantriebseinheit und Zwischenantrieb nur über den Stößel mechanisch miteinander gekoppelt sind, eine Synchronisation der Hauptantriebseinheit und des Zwischenantriebes, wobei der Zwischenantrieb die Sollkurve der Hauptantriebseinheit zumindest abschnittsweise durchfährt.

[0063] Die Synchronisation sieht vor, dass der Zwischenantrieb nach dem Einkuppeln der Hauptantriebseinheit, d.h. des Antriebsmotors der Hauptantriebseinheit, der Sollkurve der Hauptantriebseinheit folgt. Hierbei wird die Sollkurve für den Zwischenantrieb, insbesondere der Ruck beim Einkuppeln der Hauptantriebseinheit, beim Einfahren der Presse bspw. messtechnisch aus der isolierten Bewegung der Hauptantriebseinheit aufgezeichnet.

[0064] Unter der Sollkurve wird die Bewegung des Stößelwegs über die Zeit (im Weiteren auch Weg-Zeit-Kurve) verstanden. Dabei wird unter der Sollkurve insbesondere eine aus der Istkurve der Hauptantriebseinheit ausgemessene Weg-Zeit-Kurve verstanden. Der synchronisierte positionsgeregelte Zwischenantrieb fährt optimalerweise somit die gleiche Weg-Zeit-Kurve mit dem Stößel wie die Hauptantriebseinheit und zwar gleichzeitig mit der Hauptantriebseinheit. Dabei überträgt der Zwischenantrieb aktiv eine Kraft auf den Stößel und wird nicht nur vom Hauptantrieb mitgeschleppt.

[0065] Die Synchronisation erfolgt somit bspw. derart, dass der Zwischenantrieb nach dem Einkuppeln der Hauptantriebseinheit der Sollkurve der Hauptantriebseinheit nach dem Master-Slave-Prinzip folgt, wobei insbesondere die Hauptantriebseinheit als "Master" und der positionsgeregelte Zwischenantrieb als "Slave" fungiert. D.h., die Hauptantriebseinheit (Master) gibt eine Weg-Zeit-Kurve vor, der positionsgeregelte Zwischenantrieb (Slave) fährt zumindest abschnittsweise die gleiche Weg-Zeit-Kurve gleichzeitig mit.

[0066] Unter dem abschnittweisen Durchfahren wird verstanden, dass die von der Hauptantriebseinheit vorgegebene Sollkurve von dem Zwischenantrieb, zumindest in den Zeiträumen, in denen auch die Hauptantriebseinheit eine Kraft auf den Stößel aufbringt, durchfahren wird.

[0067] Die Synchronisation des Hauptantriebes und des Zwischenantriebes erfolgt besonders bevorzugt mittels einer Reglereinheit, die bspw. eine elektronische Regelung des positionsgeregelten Antriebsmotors des Zwischenantriebes vornimmt. So kann der Zwischenantrieb bspw. über einen Drehgeber eines Servomotors des Zwischenantriebes entsprechend angesteuert werden.

[0068] Besonders bevorzugt wird die Sollkurve des Hauptantriebes zudem aufgezeichnet, wobei die Synchronisation der beiden Antriebe auf Grundlage der aufgezeichneten Sollkurve durchgeführt wird. Die Aufzeichnung der Sollkurve des Hauptantriebes kann in besonders vorteilhafter Weise mittels einer Messeinrichtung erfolgen, die bspw. mit der Reglereinheit gekoppelt ist.

[0069] Für die Aufzeichnung wird der Stößel bspw. aus einer Position außerhalb des oberen Totpunktes durch Einkuppeln des Hauptantriebs erfasst. Die Sollkurve entsteht aus der Überlagerung der Kinematik des unterbrechungsfreien Durchlaufs und der Aufzeichnung.

[0070] Die so entstandene Sollkurve, insbesondere der Ruck beim Einkuppeln, wird dann vom Zwischenantrieb nachgefahren, um einen synchronen Antrieb zu erreichen, da ein Mitschleppen des antriebslosen Zwischenantriebs insbesondere im oberen und unteren Totpunkt zu einem unerwünschten Festfahren des Antriebs führen kann.

[0071] Die Sollkurve kann zudem bspw. in der Reglereinheit abgespeichert und beliebig häufig erneut aufgezeichnet werden, um z.B. Verschleiß in der Kupplung und Bremse Rechnung zu tragen.

[0072] Selbstverständlich ist es auch möglich, den Zwischenantrieb ohne die Hauptantriebseinheit zu fahren, wobei der Zwischenantrieb in diesem Fall ebenfalls der (vorliegenden) Sollkurve der Hauptantriebseinheit folgen kann, jedoch vorteilhafterweise eine eigene bspw. vorgegebene Weg-Zeit-Kurve durchfährt. Diese kann ohne den Einkuppelungs-Ruck des Hauptantriebs ausgeführt sein. Auch kann die Hauptantriebseinheit ohne den Zwischenantrieb zum Antrieb des Stößels verwendet werden. Um dabei das unerwünschte Festfahren des Zwischenantriebes zu vermeiden, können bspw. die Hydraulikkissen am Zwischenantrieb geleert werden, so dass der Zwischenantrieb ausreichen Spiel zum freien Mitlaufen hat. Insofern bieten die Umformvorrichtung und das Steuerungsverfahren eine besonders hohe Flexibilität beim Presseneinsatz und gleichzeitig die Möglichkeit, den Energieverbrauch der Presse entsprechend zu minimieren bzw. auf die Presssituation anzupassen.

[0073] Obwohl manche Aspekte im Zusammenhang mit einer Vorrichtung beschrieben wurden, versteht es sich, dass diese Aspekte auch eine Beschreibung des entsprechenden Verfahrens darstellen, so dass ein Block- oder ein Bauelement einer Vorrichtung auch als ein entsprechender Verfahrensschritt oder als ein Merkmal eines Verfahrensschrittes zu verstehen ist. Analog dazu stellen Aspekte, die im Zusammenhang mit einem oder als ein Verfahrensschritt beschrieben wurden, auch eine Beschreibung eines entsprechenden Blocks oder Details oder Merkmals einer entsprechenden Vorrichtung dar. Einige oder alle der Verfahrensschritte können durch einen Hardwareapparat (oder unter Verwendung eines Hardware-Apparates) wie z. B. einen Mikroprozessor, einen programmierbaren Computer oder eine elektronische Schaltung ausgeführt werden. Bei einigen Ausführungsbeispielen können einige oder mehrere der wichtigsten Verfahrensschritte durch einen solchen Apparat ausgeführt werden.

[0074] Im Weiteren wird die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 schematisch in einer Ansicht eine Kniehebelpresse mit einem Zusatzantrieb und einem Stößel;

Fig. 2 schematisch in einer perspektivischen Darstellung eine Zwischenwellenlagerung des Zusatzantriebs aus Fig. 1;

Fig. 3 schematisch im Querschnitt die Zwischenwellenlagerung aus Fig. 2;

[0075] Figur 1 zeigt eine als mechanische Presse 1 ausgebildete Umformvorrichtung mit einem Pressengestell 2 und einer Hauptantriebseinheit 3. Die Hauptantriebseinheit 3 weist einen Antriebsmotor mit einer Schwungmasse (hier nicht dargestellt) und einer zentralen Antriebswelle 4 auf, die mit einer einzelnen exzentrischen Führungseinheit 5 verbunden ist. Zwischen dem Antriebsmotor mit Schwungmasse und der Antriebswelle 4 ist eine Kupplung (hier nicht dargestellt) zum Ein- und Auskuppeln des Antriebsmotors mit Schwungmasse von der Antriebswelle 4 angeordnet.

[0076] Die exzentrische Führungseinheit 5 ist über Schubstangen (hier nicht dargestellt) mit zwei Kniehebelarmen 7, 8 eines Kniehebelgetriebes 6 verbunden. Hierfür ist jede Schubstange mit einem ersten Ende in der exzentrischen Führungseinheit 5 und mit einem dem ersten Ende gegenüberliegenden zweiten Ende über eine Verbindungsachse 12 in einer Gleitführung 13 beweglich gelagert, die jeweils in einem ersten Hebelarm 10a, 11a angeordnet ist.

[0077] Weiter sind als Gleitführung ausgebildete Ständerführungen 9 angeordnet, in der jeweils eine der Schubstangen (hier linear) ebenfalls beweglich gelagert ist.

[0078] Jeder Kniehebelarm 7, 8 umfasst den ersten Hebelarm 10a, 10b mit der Gleitführung 13 für die Verbindungsachse 12 und einen zweiten Hebelarm 10b, 11b der über ein Drehgelenk 14 mit dem ersten Hebelarm 10a, 11a verbunden ist. An einem dem Drehgelenk 14 gegenüberliegenden Ende ist der zweite Hebelarm 10b, 11b über eine Stößelverbindung 15 mit dem Stößel 16 beweglich verbunden. Der erste Hebelarm 10a, 10b ist zudem gekröpft ausgebildet und beide Kniehebelarme 7, 8 sind über jeweils eine am ersten Hebelarm 10a, 11a angreifende zentrale Lagereinheit 18 am Pressengestell 2 gelagert.

[0079] Weiter weist die Presse 1 einen Pressentisch 17 auf. Der Stößel 16 und der Pressentisch 17 können mit einem Pressenwerkzeug (hier nicht dargestellt) verbunden sein, wobei bspw. ein Oberwerkzeug (hier nicht dargestellt) am Stößel 16 und ein Unterwerkzeug (hier nicht dargestellt) am Pressentisch 17 angeordnet sind. Das zu bearbeitende Werkstück (hier nicht dargestellt) wird zwischen dem Ober- und Unterwerkzeug angeordnet und bei der Bewegung des Stößels 16 bearbeitet. Der Stößel 16 ist zudem in einer Linearführung (hier nicht dargestellt) im Pressengestell 2 gelagert.

[0080] Die Drehgelenke 14 zwischen den ersten und zweiten Hebelarmen 10a, 10b, 11a, 11b, die Stößelverbindungen 15 und die zentrale Lagereinheit 18 sind als Gleitlager ausgeführt, um die hohen Kräfte der Antriebseinheit 4 auf den Stößel 16 übertragen zu können.

[0081] In vertikaler Richtung V (durch einen Pfeil dargestellt) unterhalb der exzentrischen Führungseinheit 5 und in Horizontalrichtung H (durch einen Pfeil dargestellt) zwischen den Kniehebelarmen 7, 8, ist ein Zwischenantrieb 19 angeordnet. Der Zwischenantrieb 19 ist als Exzenterantrieb mit einem positionsgeregelten Antriebsmotor ausgebildet. Alternativ könnte auch ein Spindelhubgetriebe mit einem positionsgeregelten Antriebsmotor als Zwischenantrieb 19 vorgesehen sein.

[0082] Fig. 2 zeigt schematisch in einer perspektivischen Darstellung einen Ausschnitt des Zwischenantriebs 19 aus Fig. 1. Der Zwischenantrieb 19 weist eine Zwischenantriebswelle 20 auf, die an zwei Lagereinheiten 21 drehbar gelagert ist. Die Lagereinheiten 21 umfassen jeweils ein an der Zwischenantriebswelle 20 angeordnetes Wälzlager 21c, um eine spielfreie Lagerung und somit eine besonders präzise Bewegungsführung des Stößels 16 zu ermöglichen. Die Lagereinheiten 21 sind mit dem Pressengestell 2 verbunden.

[0083] Zwischen den Lagereinheiten 21 ist ein Zwischenantriebsgetriebe 22 angeordnet, das einen Pleuel 23 mit Schaft 23a zum Verbinden mit einem Druckpunkt 26 aufweist. Das Zwischenantriebsgetriebe 22 umfasst ein Wälzlager 25 mit einer im Wälzlager 25 angeordneten exzentrischen Aufnahmeeinheit 30. Die exzentrische Aufnahmeeinheit 30 ist mit der Zwischenantriebswelle 20 verbunden. Diese erstreckt sich hier durch die exzentrische Führungseinheit 30 bis in beide Lagereinheiten 21. Zum Antrieb der Zwischenantriebswelle 20 ist zudem ein positionsgeregelter Motor (hier nicht dargestellt), wie bspw. ein Servomotor, mit der Zwischenantriebswelle 20 verbunden.

[0084] Das Pleuel 23 ist über seinen Schaft 23a mit dem Druckpunkt 26 drehbar verbunden. Hierfür ist zwischen dem Schaft 23a und dem Druckpunkt 26 ebenfalls eine zwei Wälzlager 29 umfassende Drehlagerung 24 ausgebildet. An

dem dem Schaft 23a gegenüberliegenden Ende ist der Druckpunkt 26 mit dem Stößel 16 gekoppelt.

[0085] Weiter ist eine Spannvorrichtung 32 zum Verspannen des Zwischenantriebes 19 gegen die Hauptantriebseinheit 3 angeordnet. Die Spannvorrichtung 32 ist als Keilsystem zum Bewegen des Zwischenantriebs in vertikale Richtung auf die Hauptantriebseinheit zu ausgebildet.

[0086] Fig. 3 zeigt schematisch in einem Querschnitt den Ausschnitt des Zwischenantriebs aus Fig. 2.

[0087] Deutlich erkennbar sind die Lagereinheiten 21 mit Zwischenantriebswelle 20, das Zwischenantriebsgetriebe 22 mit Pleuel 23, Schaft 23a, Wälzlager 25, exzentrischer Führungseinheit 30 und dem über die Drehlagerung 24 mit dem Schaft 23 verbundenen Druckpunkt 26 mit Stößel 16.

[0088] Die Lagereinheiten 21 sind ähnlich dem Zwischenantriebsgetriebe 22 ausgebildet und weisen einen Aufnahmering 21a mit Schaft 21b und ein zur Lagerung der Zwischenantriebswelle 20 ausgebildetes Wälzlager 21c auf. Die Lagereinheiten 21 sind zudem in Vertikalrichtung V federnd gelagert. Hierfür sind die freien Enden der Schäfte 21b als Kolben 21d ausgebildet, die in einer zylindrischen Aufnahme 27 gelagert sind, wobei jeweils ein Hydraulikkissen 28 als Feder vorgesehen ist.

[0089] Zudem ist das Hydraulikkissen 28 als Schnittschlagdämpfung ausgebildet, um bspw. die beim Einkoppeln der Antriebseinheit 4 oder die beim Durchschlagen des Stößels 16 bei Schneidbewegungen auftretenden hohen Kräften aufzunehmen und abzufedern. Während bei einer hydraulischen Überlastsicherung die abspritzende Hydraulikflüssigkeit im Ruhezustand der Umformvorrichtung 1 zurück gepumpt werden muss, ist die Schnittschlagdämpfung 31 derart ausgebildet, dass die austretende Hydraulikflüssigkeit nach Entlastung automatisch und umgehend zurückgeführt wird.

[0090] Das Drehlager 24 wird über sich am unteren Ende des Schaftes 23a in Horizontalrichtung H nach außen erstreckende Drehachsenabschnitte 23b gebildet, an denen jeweils über ein Wälzlager 29 der Druckpunkt 26 drehbar gelagert ist.

[0091] Der Druckpunkt 26 ist wiederum im Stößel 16 in Vertikalrichtung V federnd gelagert und weist hierfür an seinem freien Ende eine Kolbenform 26a auf, die in einer Zylinderaufnahme 16a im Stößel 16 hydraulisch gelagert ist. Die hydraulische Lagerung erfolgt ebenfalls über ein Hydraulikkissen 31, welches jedoch als Überlastsicherung ausgebildet ist.

[0092] Im Betrieb übernimmt der Zwischenantrieb 19 die Positionierbewegung des Stößels 16. D.h., der Zwischenantrieb 19 bewegt den Stößel 16 mit dem Oberwerkzeug in eine exakt vorgegebene Position, bspw. an das zu bearbeitende Werkstück heran, welches auf dem Unterwerkzeug angeordnet ist. Zum Umformen des Werkstücks wird der Antriebsmotor mit Schwungmasse an die Antriebswelle 4 gekoppelt, so dass die Kraft des Antriebsmotors mit der Schwungmasse über die exzentrische Führungseinheit 5 und das Kniehebelgetriebe 6 zum Umformen des Werkstückes genutzt werden.

[0093] Nach dem Umformen des Werkstücks kann der Antriebsmotor ausgekoppelt werden und der Zwischenantrieb 19 hebt den Stößel 16 mit dem Oberwerkzeug mit einer Positionierbewegung in eine Öffnungsposition an. In dieser kann das Werkstück anderweitig bearbeitet werden oder es wird aus der Presse entnommen.

[0094] Nach einer Bearbeitung des Werkstückes in der Öffnungsposition kann dieses aus der Umformvorrichtung entnommen und ein neues Werkstück kann eingelegt werden.

[0095] Auch ist es bspw. möglich nach einem ersten Bearbeitungsschritt - in der durch den Zwischenantrieb hergestellten Öffnungsposition - den Stößel nochmals auf das Werkstück aufzusetzen, um bspw. eine Ausstanzung oder Verklebung am Werkstück durchzuführen. Diese zweite Positionierbewegung kann ebenfalls durch den Zwischenantrieb erzeugt werden, sofern keine hohen Arbeitskräfte notwendig sind. Zudem ermöglicht es der Zwischenantrieb bspw. auch, den Stößel auf dem Werkstück aufzusetzen und in der aufgesetzten Position zu halten, um mit einer geringen Arbeitskraft bspw. eine Verklebung am Werkstück oder mehrere Werkstücke herzustellen. Sollten für die zweite Bearbeitung des Werkstückes besonders hohe Arbeitskräfte notwendig sein, kann hierfür der Hauptantrieb eingekoppelt werden.

[0096] Aufgrund der Ausführung des Zusatzantriebes 19 als positionsgeregelter Zwischenantrieb 19 kann der Stößel 16 besonders exakt positioniert werden. Da ferner die Lagerung 21 des Zwischenantriebs 19 und des Pleuels 26 keinen hohen Umformlasten widerstehen muss und daher Wälzlager aufweisen kann, ist der Stößel 16 annähernd spielfrei bewegbar, wodurch die Präzision der Bewegung deutlich verbessert wird.

[0097] Die Verwendung eines Antriebsmotors mit Schwungmasse in der Hauptantriebseinheit zur Erzeugung der Arbeitskraft für die Umformbewegung des Stößels ermöglicht zudem einen besonders geringen Energieverbrauch der Umformvorrichtung, so dass die Umformvorrichtung besonders wirtschaftlich betrieben werden kann.

Bezugszeichenliste

1	Umformvorrichtung	21a	Aufnahmering
2	Pressengestell	21b	Schaft
3	Hauptantriebseinheit	21c	Wälzlager
4	Antriebswelle	21d	Kolben

(fortgesetzt)

	5	Exzentrische Führungseinheit	22	Zwischenantriebsgetriebe
	6	Kniehebelgetriebe	23	Pleuel
5	7, 8	Kniehebelarme	23a	Schaft
	9	Ständerführung	23b	Drehachsenabschnitte
	10a, 11a	Erster Hebelarm	24	Drehlagerung
	10b, 11b	Zweiter Hebelarm	25	Wälzlager
10	12	Verbindungsachse	26	Druckpunkt
	13	Gleitführung	26a	Kolbenform
	14	Drehgelenk	27	zylindrische Aufnahme
	15	Stößelverbindung	28	Hydraulikkissen
	16	Stößel	29	Wälzlager
15	17	Pressentisch	30	Exzentrische Führungseinheit
	18	zentrale Lagereinheit		
	19	Zwischenantrieb	31	Hydraulikkissen
	20	Zwischenantriebswelle	32	Spannvorrichtung
20	21	Lagereinheit		

Patentansprüche

1. Umformvorrichtung mit einem Stößel (16), der in wenigstens einer vorgegebenen Richtung hin und her bewegbar ist, mindestens umfassend:
 - eine Hauptantriebseinheit (3) zum Antrieb des Stößels (16), die einen einkuppelbaren nicht positionsgeregelten Antriebsmotor mit einer Schwungmasse und eine Antriebswelle (4) mit einer exzentrischen Führungseinheit (5) aufweist,
 - ein Getriebe, das mit der exzentrischen Führungseinheit (5) und dem Stößel (16) verbunden ist, und
 - einen positionsgeregelten Zwischenantrieb (19) mit einer separaten Zwischenantriebswelle (20), der mit dem Stößel (16) verbunden und zum Erzeugen einer Positionierbewegung des Stößels (16) ausgebildet ist, wobei eine durch den Zwischenantrieb (19) erzeugte Bewegung des Stößels (16) entlang eines Abschnittes der durch den Hauptantrieb ermöglichten Bewegungsbahn führt.
2. Umformvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Getriebe der Hauptantriebseinheit (3) als Kniehebelgetriebe (6) oder Pleuel ausgebildet ist.
3. Umformvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenantrieb (19) zwischen der Hauptantriebseinheit (3) und dem Stößel (16) und zwischen zwei Kniehebeln (7,8) des Kniehebelgetriebes (6) angeordnet ist.
4. Umformvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenantrieb (19) einen mit der Zwischenantriebswelle (20) verbundenen positionsgeregelten Antriebsmotor und eine exzentrische Führungseinheit (30) aufweist, die über ein Zwischenantriebsgetriebe (22), insbesondere ein Kniehebelgetriebe oder einen Pleuel (23), mit dem Stößel (16) verbunden ist.
5. Umformvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenantrieb (19) zwei Lagereinheiten (21) zum Lagern der Zwischenantriebswelle (20) aufweist.
6. Umformvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lager des Zwischenantriebes (19), insbesondere der Zwischenantriebswelle (20) und/oder eines Zwischengetriebes (22) wälzgelagert sind.
7. Umformvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagereinheiten (21) und/oder der Pleuel (23) im Stößel (16) federnd gelagert sind.

8. Umformvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die federnde Lagerung als Hydrauliklagerung, insbesondere Hydraulikkissen (28, 31) aufweisend, ausgeführt ist.
- 5 9. Umformvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Pleuel (23) und dem Stößel (16) eine Überlastsicherung angeordnet ist.
10. Umformvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Spannvorrichtung (32) zum Verspannen des Zwischenantriebes (19) gegen die Hauptantriebseinheit (3) angeordnet ist.
- 10 11. Umformvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenantrieb (19) als positionsgeregelter Spindelhubantrieb oder als servohydraulischer Antrieb ausgebildet ist.
12. Verfahren zur Steuerung einer Umformvorrichtung (1) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hauptantriebseinheit (3) und der positionsgeregelte Zwischenantrieb (19), die nur über
15 den Stößel (16) mechanisch miteinander gekoppelt sind, mittels einer Sollkurve der Hauptantriebseinheit (3) synchronisiert werden, wobei der Zwischenantrieb (19) die Sollkurve der Hauptantriebseinheit (3) zumindest abschnittsweise durchfährt und der Zwischenantrieb eine Bewegung des Stößels erzeugt, die entlang eines Abschnittes der durch den Hauptantrieb ermöglichten Bewegungsbahn führt.
- 20 13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollkurve der Hauptantriebseinheit (3) aufgezeichnet wird und die Synchronisierung des Zwischenantriebs (19) auf Grundlage der aufgezeichneten Sollkurve der Hauptantriebseinheit (3) erfolgt.
- 25 14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Synchronisation mithilfe einer Reglereinheit erfolgt.

Claims

- 30 1. A forming device having a ram (16) which is movable back and forth in at least one predefined direction, comprising at least:
 - a main drive unit (3) for driving the ram (16), which has an engageable non-position-controlled drive motor with a flywheel mass and a drive shaft (4) with an eccentric guide unit (5),
35 - a gear which is connected to the eccentric guide unit (5) and the ram (16), and
- a position-controlled intermediate drive (19) having a separate intermediate drive shaft (20), which is connected to the ram (16) and is configured to produce a positioning movement of the ram (16), wherein a movement of the ram (16) produced by the intermediate drive (19) leads along a section of the movement path made possible by the main drive.
- 40 2. The forming device according to claim 1, **characterized in that** the gear of the main drive unit (3) is configured as a toggle mechanism (6) or connecting rod.
3. The forming device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the intermediate drive (19) is
45 arranged between the main drive unit (3) and the ram (16) and between two toggle levers (7, 8) of the toggle mechanism (6).
4. The forming device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the intermediate drive (19) has a position-controlled drive motor connected to the intermediate drive shaft (20) and an eccentric guide unit (30)
50 which is connected by means of an intermediate drive gear (22), in particular a toggle mechanism or a connecting rod (23), to the ram (16).
5. The forming device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the intermediate drive (19) has two bearing units (21) for mounting the intermediate drive shaft (20).
- 55 6. The forming device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the bearings of the intermediate drive (19), in particular of the intermediate drive shaft (20) and/or of an intermediate gear (22), are mounted on anti-friction bearings.

7. The forming device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the bearing units (21) and/or the connecting rod (23) is/are mounted in a spring-like manner in the ram (16).
8. The forming device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the spring-like mounting is executed as a hydraulic bearing, in particular having hydraulic cushions (28, 31).
9. The forming device according to one of the preceding claims, **characterized in that** an overload protection is arranged between the connecting rod (23) and the ram (16).
10. The forming device according to one of the preceding claims, **characterized in that** a clamping device (32) for bracing the intermediate drive (19) against the main drive unit (3) is arranged.
11. The forming device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the intermediate drive (19) is configured as a position-controlled spindle stroke drive or as a servo-hydraulic drive.
12. A method for controlling a forming device (1) according to at least one of claims 1 to 11, **characterized in that** the main drive unit (3) and the position-controlled intermediate drive (19), which are only mechanically coupled to one another by means of the ram (16), are synchronized by means of a nominal curve of the main drive unit (3), wherein the intermediate drive (19) passes through the nominal curve of the main drive unit (3) at least in sections and the intermediate drive produces a movement of the ram, which leads along a section of the movement path made possible by the main drive.
13. The method according to claim 12, **characterized in that** the nominal curve of the main drive unit (3) is plotted and the synchronizing of the intermediate drive (19) is effected on the basis of the plotted nominal curve of the main drive unit (3).
14. The method according to claim 12 or 13, **characterized in that** the synchronization is effected with the aid of a controller unit.

Revendications

1. Dispositif de formage avec un poussoir (16) apte à être déplacé en va-et-vient dans au moins une direction prédéfinie, comportant au moins :
 - une unité d'entraînement principal (3) destinée à entraîner le poussoir (16), laquelle présente un moteur d'entraînement non régulé en position apte à être embrayé avec une masse d'inertie, ainsi qu'un arbre d'entraînement (4) avec une unité de guidage excentrique (5),
 - une transmission reliée à l'unité de guidage excentrique (5) et au poussoir (16), et
 - un entraînement intermédiaire (19) régulé en position, avec un arbre d'entraînement intermédiaire (20) distinct, lequel est relié au poussoir (16) et conçu pour produire un déplacement de positionnement du poussoir (16), dans lequel un déplacement du poussoir (16) produit par l'entraînement intermédiaire (19) s'effectue le long d'une section de la voie de déplacement permise par l'entraînement principal.
2. Dispositif de formage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la transmission de l'unité d'entraînement principal (3) est conçue comme une transmission à levier à genouillère (6) ou comme une bielle.
3. Dispositif de formage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'entraînement intermédiaire (19) est disposé entre l'unité d'entraînement principal (3) et le poussoir (16) et entre deux leviers à genouillère (7, 8) de la transmission à levier à genouillère (6).
4. Dispositif de formage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'entraînement intermédiaire (19) présente un moteur d'entraînement régulé en position relié à l'arbre d'entraînement intermédiaire (20) et une unité de guidage excentrique (30), laquelle est reliée au poussoir (16) par le biais d'une transmission d'entraînement intermédiaire (22), en particulier une transmission à levier à genouillère ou une bielle (23).
5. Dispositif de formage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'entraînement intermédiaire (19) présente deux unités de palier (21) destinées à supporter l'arbre d'entraînement intermédiaire (20).

6. Dispositif de formage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les paliers de l'entraînement intermédiaire (19), en particulier de l'arbre d'entraînement intermédiaire (20) et/ou d'une transmission intermédiaire (22), sont à roulement.
- 5 7. Dispositif de formage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les unités de palier (21) et/ou la bielle (23) est/sont montée(s) de façon élastique dans le poussoir (16).
8. Dispositif de formage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le montage élastique est conçu comme un montage hydraulique, présentant en particulier des coussinets hydrauliques (28, 31).
- 10 9. Dispositif de formage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** limiteur de charge est disposé entre la bielle (23) et le poussoir (16).
- 15 10. Dispositif de formage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** dispositif de serrage (32) est disposé contre l'unité d'entraînement principal (3) pour le serrage de l'entraînement intermédiaire (19).
- 20 11. Dispositif de formage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'entraînement intermédiaire (19) est conçu comme un entraînement de levage à broche régulé en position ou comme un entraînement servo-hydraulique.
- 25 12. Procédé de commande d'un dispositif de formage (1) selon l'une au moins des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'unité d'entraînement principal (3) et l'entraînement intermédiaire (19) régulé en position, lesquels sont accouplés mécaniquement l'un à l'autre uniquement par le biais du poussoir (16), sont synchronisés à l'aide d'une courbe théorique de l'unité d'entraînement principal (3), dans lequel l'entraînement intermédiaire (19) parcourt au moins par tronçons la courbe théorique de l'unité d'entraînement principal (3) et l'entraînement intermédiaire produit un déplacement du poussoir le long d'une section de la voie de déplacement permise par l'entraînement principal.
- 30 13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la courbe théorique de l'unité d'entraînement principal (3) est enregistrée et la synchronisation de l'entraînement intermédiaire (19) s'effectue sur la base de la courbe théorique enregistrée de l'unité d'entraînement principal (3) .
- 35 14. Procédé selon la revendication 12 ou 13, **caractérisé en ce que** la synchronisation s'effectue à l'aide d'une unité de régulation.

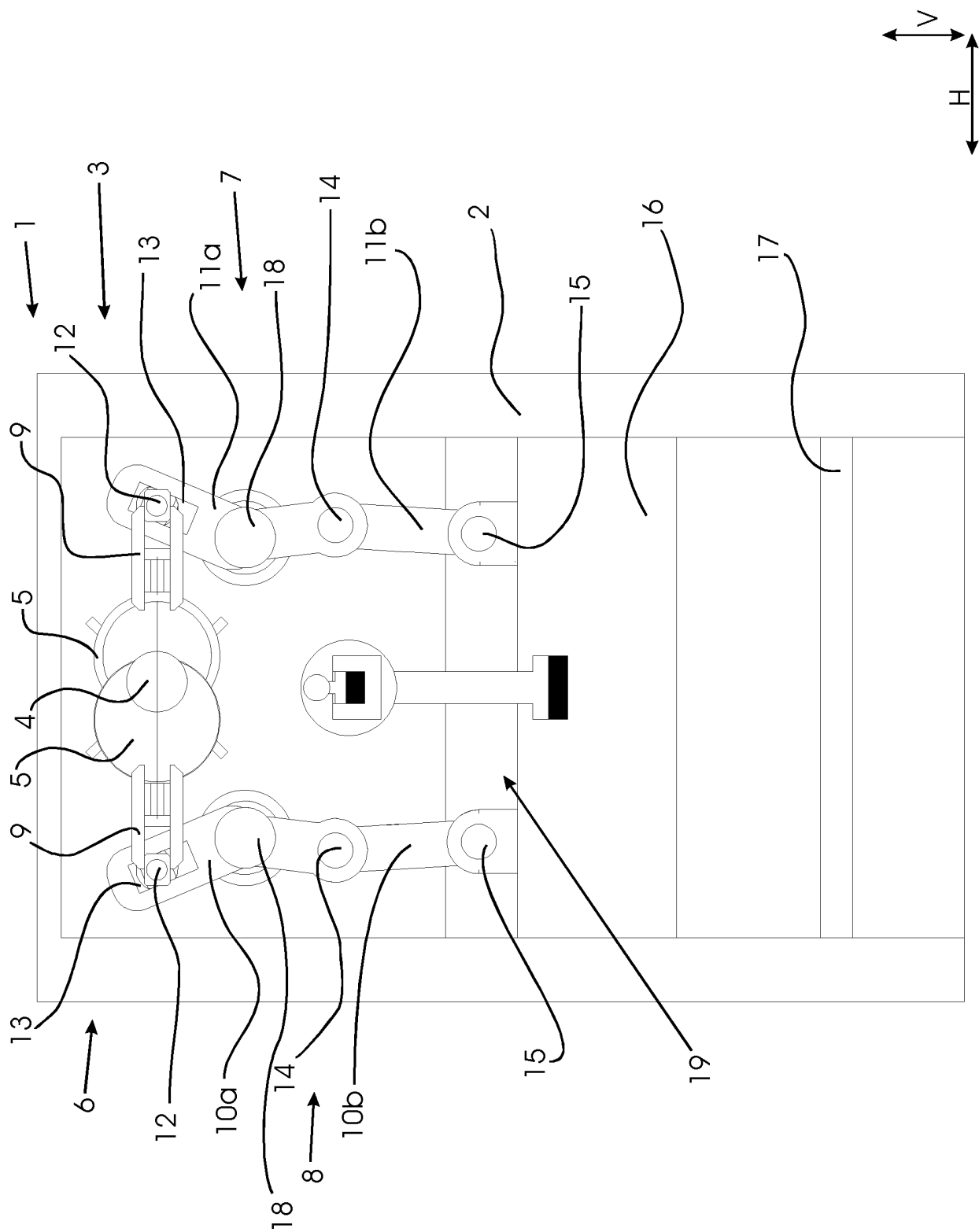
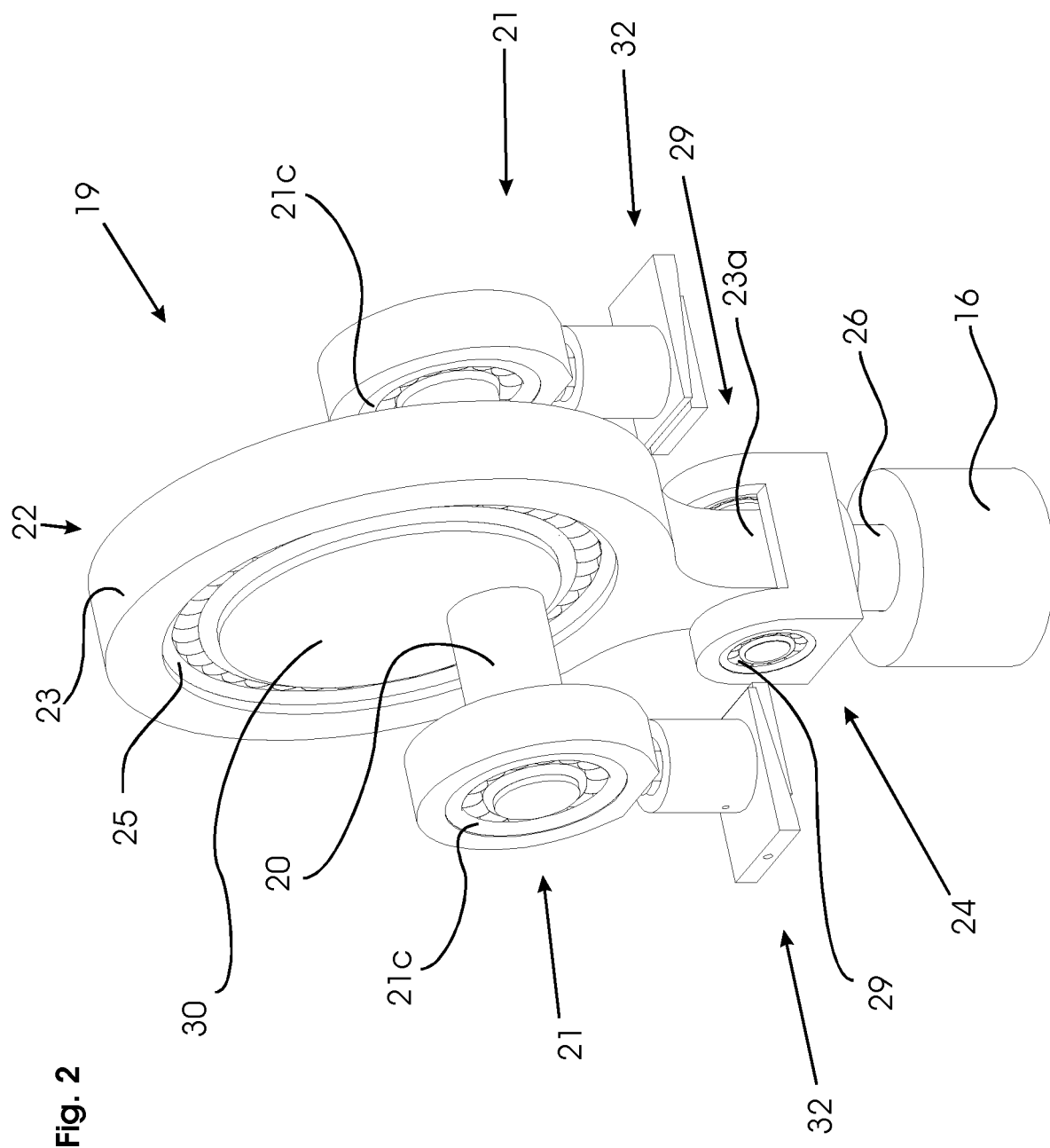


Fig. 1



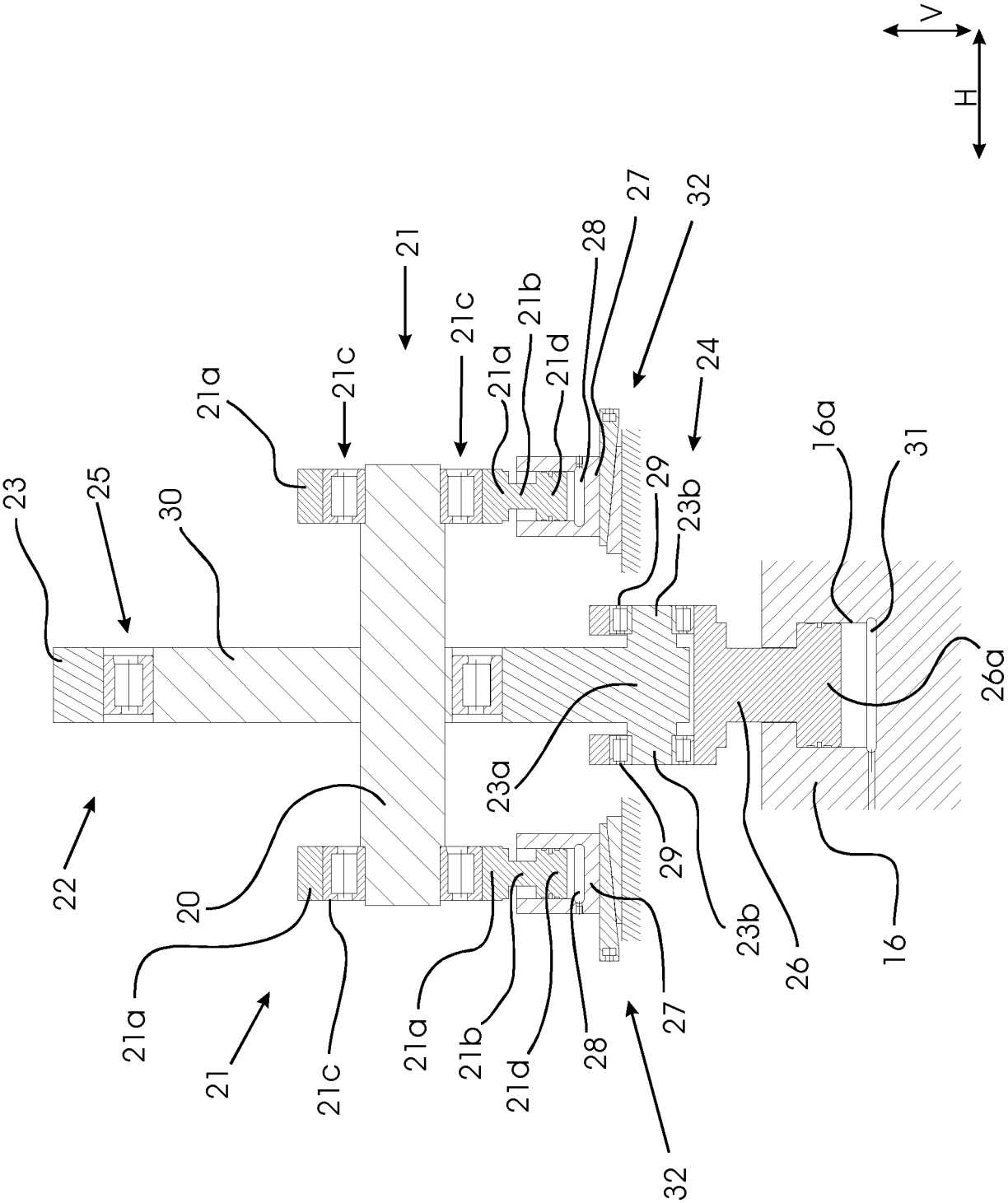


Fig. 3

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 102005001878 B3 [0004]
- US 20130247781 A1 [0005]
- DE 2014111683 [0036]