

(19)



(11)

**EP 2 367 676 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**01.06.2016 Patentblatt 2016/22**

(51) Int Cl.:  
**B30B 1/26 (2006.01) B30B 15/14 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **09806075.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2009/001792**

(22) Anmeldetag: **21.12.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2010/072208 (01.07.2010 Gazette 2010/26)**

**(54) VERFAHREN ZUR REGELUNG EINER SCHMIEDEPRESSE**

METHOD FOR CONTROLLING A FORGING PRESS

PROCÉDÉ DE RÉGULATION D'UNE PRESSE À FORGER

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

- **REUTER, Helmut**  
88348 Bad Saulgau (DE)
- **SCHNEIDER, Alexander**  
88348 Bad Saulgau (DE)

(30) Priorität: **22.12.2008 DE 102008064229**

(74) Vertreter: **Otten, Roth, Dobler & Partner mbB**  
**Patentanwälte**  
**Großtobeler Straße 39**  
**88276 Berg / Ravensburg (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**28.09.2011 Patentblatt 2011/39**

(73) Patentinhaber: **Schuler Pressen GmbH**  
**73033 Göppingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 1 541 330 EP-A2- 0 947 259**  
**DE-A1- 4 042 190 FR-A1- 2 296 518**  
**GB-A- 2 335 621 JP-A- 1 306 035**  
**JP-A- 7 051 900 JP-A- 8 197 298**  
**US-A- 3 869 927 US-A1- 2007 062 247**

(72) Erfinder:  
• **BIEG, Markus**  
**88370 Ebenweiler (DE)**

**EP 2 367 676 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 ein Verfahren zum Betrieb einer Umformmaschine, insbesondere einer Schmiedepresse, oder einer Umformanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Mechanische Umformmaschinen bzw. mechanische Umformanlagen finden in der Industrie eine Vielzahl von Anwendungen. Eine wesentliche Gattung bilden hierbei die Schmiedekurbelpressen, bei welchen zur Umformung eines Werkstücks ein Stößel über einen Antrieb mit einer definierten Umformenergie auf das Werkstück einwirkt, und dabei die gewünschte Umformung vornimmt.

**[0003]** Bei derartigen Umformvorgängen sind die Hubtaktzahl sowie die Verweildauer des Stößels in den einzelnen Hubstreckenabschnitten wesentliche Parameter, insbesondere da über die Verweildauer des Stößels im oberen Hubbereich der Werkstückbereich zur Manipulation des Werkstücks, beispielsweise zum Austausch des Werkstücks oder zur Kühlung des Stößels zur Verfügung steht.

**[0004]** Aus der DE 10 260 127 A1 ist beispielsweise eine Pressvorrichtung bekannt, bei welcher der Pressenstößel mit einem Direktantrieb als Hauptantrieb angetrieben wird, so dass über einen derart ausgebildeten Pressenaufbau eine beliebige Verlaufskurve des Stößelhubes über der Zeit eingestellt werden kann.

**[0005]** Von der Anmelderin ist ebenfalls die Ausgestaltung der Schmiedekurbelpresse "Speed Forge" bekannt, bei welcher ein rotatorischer Direktantrieb zur Manipulation des Hub-Zeitverlaufs eingesetzt wird, wobei sodann zur Bereitstellung der Umformenergie kurz vor dem Umformprozess ein energiespeichernder Schwungradantrieb eingekuppelt wird, welcher dem Stößel die benötigte Umformenergie zur Verfügung stellt.

**[0006]** Nachteilig an derartigen Verfahren ist, dass für einen nahezu frei gestaltbaren Verlauf der Stößelbewegung extrem leistungsfähige Direktantriebe notwendig sind, damit die in der Regel äußerst schweren Stößel mit einer konventionell geforderten Hubzahl von ca. 30 bis 60 Hüben pro Minute angetrieben werden können. Damit jedoch ein elektrischer Direktantrieb eine derartige Hub-Zeitkurve beschreiben kann, wie sie beispielsweise in der DE 10 260 127 A1 angegeben ist, sind extrem hohe Leistungsvorgaben erforderlich, was wiederum in einem extrem hohen Strombedarf und dem sich daraus ergebenden Anschlusswert resultiert, und zusätzlich teure und wirtschaftlich belastende Direktantriebsmotoren erfordert. Das Dokument EP-A-947259 offenbart ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0007]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, bei welchem eine hubhöhenabhängige Modifikation der Stößelbewegung bereitgestellt wird, und die Nachteile des Standes der Technik, insbesondere der Bedarf an leistungsfähigen starken und somit energieverbrauchsintensiven Direktantriebsmotoren verringert wird.

Ausgehend vom Oberbegriff des Anspruchs 1 wird diese Aufgabe durch den kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen sowie zweckmäßige Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens angegeben.

**[0008]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb einer Umformmaschine oder einer Umformanlage, insbesondere einer Schmiedekurbelpresse mit Schwungradantrieb, bewegt mindestens einen, an einer Welle über ein Gelenk angeordneten Stößel, zumindest zeitweise über einen Drehantrieb, welcher die benötigte Umformenergie am Stößel bereitstellt und welcher vorzugsweise als Schwungradantrieb ausgebildet ist, und welcher eine definierte Stößelbewegung, also eine Abweichung vom klassischen Sinusrhythmus einer exzenterangetriebenen Kurbelpresse mit gleichlaufender Exzenterdrehzahl, ermöglicht. Gekennzeichnet wird das erfindungsgemäße Verfahren dadurch, dass über den Direktantrieb die effektiv auf den Stößel wirkende Fallbeschleunigung angepasst wird, dass der Stößel in einem oberen Hubbereich durch den Direktantrieb eine die Fallbeschleunigung vermindernde Gegenkraft erfährt und dass der Stößel bei einer vorgegebenen Fallgeschwindigkeit, vorzugsweise im unteren Hubbereich, auf den Drehantrieb eingekuppelt wird.

**[0009]** Die Fallbeschleunigung, welche sich aus den bekannten Gesetzen der Gravitation ergibt, zieht jeden Körper, abhängig von der Gravitationskonstante und der Masse des Körpers, mit seiner Gewichtskraft nach unten, wodurch eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung erreicht wird. Dieser Bewegung wird nunmehr nach dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Gegenkraft entgegengerichtet, wodurch die effektive Fallbeschleunigung, also der Zuwachs an Bewegungsgeschwindigkeit pro Zeit, angepasst wird. Bei umgekehrter Bewegungsrichtung wirkt die Gewichtskraft entsprechend verzögernd.

**[0010]** Zur Anpassung der effektiven Fallbeschleunigung ist eine, der Gewichtskraft entgegenwirkende Gegenkraft notwendig, welche beispielsweise durch einen pneumatischen Stößelgewichtsausgleich oder ähnliches erzeugt werden kann. Die Bewegung des Stößels ist durch die Kräftebilanz erheblich flexibel gegenüber der reinen Exzenteranlenkung steuerbar.

**[0011]** In einer zweckmäßigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein weiterer zumindest zeitweise auf den Stößel einwirkender Direktantrieb, vorzugsweise ein Servomotor, vorgesehen, welcher eine definierte periodische Stößelbewegung ermöglicht. Ein derartiger zweiter Direktantrieb, vorzugsweise ein Servomotor, kann gegenüber dem ersten Direktantrieb unterstützend auf den Stößel einwirken, wobei ein derartiger Servomotor gegenüber dem Stand der Technik wesentlich kleiner und somit energiesparender ausgebildet sein kann, um beispielsweise nur Beschleunigungsmomente in Bewegungstotpunkten bereitzustellen.

**[0012]** Der Fall des Stößels wird gebremst, so dass der Zuwachs an Bewegungsgeschwindigkeit pro Zeit gegenüber dem freien Fall vermindert wird. Dem Stößel

wird die zur Umformung benötigte Energie zur Verfügung gestellt. Die benötigte Umformenergie kann somit durch das Schwungrad exakt vorgegeben werden.

**[0013]** In einer zweckmäßigen Ausgestaltung des Verfahrens ist der das Verfahren ausführende Direktantrieb hydraulisch ausgebildet. Über eine hydraulische Gegenkraft-erzeugung auf den Stößel, beispielsweise durch einen in der Stößelführung angebrachten Hydraulikzylinder, kann die Fallbewegung geführt und angepasst werden.

**[0014]** In einer ebenso zweckmäßigen Ausgestaltung der das Verfahren ausführenden Anlage ist der Direktantrieb pneumatisch ausgebildet. Über eine pneumatische Ausbildung des Gegenkraft erzeugenden Direktantriebs wird erreicht, dass über einen pneumatischen Gegendruck der Stößel eine die Fallbeschleunigung verringerte, vorzugsweise konstante Gegenkraft erfährt. Durch Bereitstellung eines ausreichend grossen Druckreservoirs ist es möglich, den Stößel mit einer konstanten Gegenkraft quasi eigengewichtslos zu halten, und zur Modulierung der Fallbeschleunigung diese Gegenkraft durch den Gegendruck des Reservoirs, beispielsweise durch entsprechende Dosseinrichtungen, zu manipulieren. Zusätzlich kann prinzipiell sowohl durch die hydraulische Einrichtung, als auch durch die pneumatische Einrichtung auch eine beschleunigende Kraft auf den Stößel ausgeübt werden.

**[0015]** In einer überdies bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Stößel bei einer vorgegebenen Geschwindigkeit, vorzugsweise im unteren Hubbereich, vom Drehantrieb, insbesondere dem Schwungradantrieb, wieder abgekuppelt. Ein derartiger Abkuppelvorgang erfolgt in der Regel kurz nach der vorgenommenen Umformung und gibt den Stößel wieder an den Direktantrieb frei. Auf diese Weise kann die dem Schwungrad entnommene Energie unabhängig von der Stößelbewegung dem Schwungrad durch den Schwungradantrieb wieder zugeführt, und der Stößel davon unabhängig bewegt werden.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausführung der das Verfahren ausführenden Anlage wird als die Fallbeschleunigung anpassender Direktantrieb der Stößelgewichtsausgleich der Anlage eingesetzt. Ein Stößelgewichtsausgleich ist in derartigen Anlagen oftmals vorgesehen, insbesondere um die Gewichtskraft des Stößeigengewichts zu kompensieren, damit beispielsweise in den Lagern der Gelenke an der Exzenterwelle keine vollständige Verdrängung des Schmiermittels erfolgt, und hierdurch Schäden an der Lagerung entstehen. Bekannte Stößelgewichtsausgleiche sind in der Regel derart ausgestaltet, dass über eine pneumatische Krafteinwirkung der Stößel von unten sowie von oben durch einen Druck beaufschlagt wird, und der Stößel selbst hierdurch quasi gewichtsfrei über die Exzenterwelle und die daran angeordnete Kurbel bewegt werden kann. Ein derartiger Stößelgewichtsausgleich kann nunmehr genutzt werden, um beispielsweise durch Verringerung des stößelunterseitigen Drucks den Stößel in eine Fallbewegung zu ver-

setzen, wobei je nach Grad der Druckverringerung eine entsprechende Gegenkraft aufgrund des verbleibenden Restdrucks die Fallbeschleunigung anpasst.

**[0017]** In einer Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird daher durch den Stößel in einem oberen Hubbereich eine beschleunigte Fallbewegung ausgeführt. Die Fallbewegung wird dabei durch eine vom Stößelgewichtsausgleich erzeugte Kraft, nämlich eine Gegenkraft, beeinflusst, wobei zum Zeitpunkt einer definierten, mit der Geschwindigkeit des Drehantriebs synchronisierten Fallgeschwindigkeit der Drehantrieb auf die Welle eingekuppelt wird, wobei der Einkuppelvorgang im unteren Hubbereich, insbesondere kurz vor der Umformung erfolgt, und wobei kurz nach der Umformung im unteren Hubbereich der Drehantrieb bei synchronisierter Stößelgeschwindigkeit wieder ausgekuppelt wird, und wobei die Verweildauer des Stößels im unteren Hubbereich gegenüber der Verweildauer im oberen Hubbereich mindestens im Faktor 1:2 verkürzt ist.

**[0018]** Über die synchronisierten Kupplungsvorgänge wird der Verschleiß der Kupplung minimiert oder nahezu gänzlich vermieden.

**[0019]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann selbstverständlich einerseits in einer einzelnen Umformmaschine aber andererseits auch in Umformstraßen einer Umformanlage eingesetzt werden.

**[0020]** Zur weiteren Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens, sowie zur beispielhaften Darstellung einer das erfindungsgemäße Verfahren ausführenden Umformanlage wird auf das folgende Ausführungsbeispiel verwiesen.

**[0021]** Dabei zeigt:

Fig. 1 Eine Schmiedekurbelpresse

Fig. 2 Ein Hub-Zeit Diagramm zum Vergleich des konventionellen und des erfindungsgemäßen Verfahrens

Fig. 3 Eine schematische Darstellung einer Anlage mit Stößelgewichtsausgleich

**[0022]** Im Einzelnen zeigt Fig. 1 eine Schmiedekurbelpresse 1 mit einem bewegbaren Stößel 2, welcher über Kurbeln 3 an einer Exzenterwelle 4 angelenkt ist. An der Exzenterwelle 4 ist einerseits ein Servomotor 5 sowie andererseits über eine Kupplung 6 ein Schwungrad 7 angeordnet, wobei das Schwungrad 7 wiederum durch einen Schwungradantrieb 8 antreibbar ist. Der in Fig. 1 nicht dargestellte Stößelgewichtsausgleich ist vorzugsweise pneumatisch ausgebildet und weist in der Regel einen, den Stößel nach oben treibenden unteren Druckbereich (Unterdruck) sowie einen den Stößel nach unten treibenden oberen Druckbereich (Oberdruck) auf. Durch entsprechende Abstimmung des Unterdrucks gegenüber dem oberen Druckbereich kann der Stößel über den Stößelgewichtsausgleich quasi gewichtsfrei gehalten werden, so dass die von den Antrieben aufzubringende

Beschleunigungsarbeit vornehmlich in die Überwindung der, durch die Stößelmasse begründete Massenträgheit aufzuwenden ist. Der Stößelgewichtsausgleich kann dabei in der Stößelführung oder über einen entsprechend am Stößel angebrachten Kolben in einem Druckzylinder ausgebildet sein.

**[0023]** Über den Stößelgewichtsausgleich wird weiterhin vermieden, dass aufgrund der extrem hohen Stößelmasse im Bereich der Lagerung der Kurbeln 3 auf der Exzenterwelle 4 ein Verdrängen etwaiger Schmiermittel, beispielsweise ein Herausdrücken des Reibung verhin-  
dernden Ölfilms zwischen Kurbel und Welle erfolgt, wodurch wiederum Beschädigungen vermieden werden können.

**[0024]** Grundsätzlich wären jedoch auch andersweitig ausgestaltete Direktantriebe denkbar, welche die Fallbeschleunigung eines Stößels beeinflussen, beispielsweise in Form von elektrischen Linearantrieben oder andersartig ausgestalteten Gegenkräften, welche beschleunigend oder bremsend auf den Stößel einwirken.

**[0025]** Fig. 2 zeigt ein Hub-Zeitdiagramm 20, in welchem exemplarisch der Stößelhub über der Zeit aufgetragen ist. Im vorliegenden Fall sind zwei Hubzyklen gezeigt, wobei der Stößel an seinem oberen Umkehrpunkt zum Zeitpunkt 0 den Bewegungsablauf startet, zum Zeitpunkt 0,5 und 1,5 Sekunden eine untere Umkehrposition erreicht wurde und zum Zeitpunkt 1 und 2 Sekunden wieder der obere Todpunkt bei maximaler Hubhöhe eingenommen wird.

**[0026]** Im Hub-Zeitdiagramm 20 ist einerseits ein konventioneller Hubverlauf 21, welcher die Form einer klassischen Sinuskurve aufweist, dargestellt, andererseits ein erfindungsgemäßer Hubverlauf 22 eines das erfindungsgemäße Verfahren ausführenden Antriebssystems, wobei die Taktzeiten vorliegend auf eine gleiche Anzahl an Hübten pro Minute eingestellt wurde. Der konventionelle Kurvenverlauf 21 wird im Wesentlichen durch eine regelmäßige Sinuskurve beschrieben, was durch die direkte Anlenkung des Stößels an der Exzenterwelle bedingt wird.

**[0027]** Im Verlauf eines erfindungsgemäßen Hubs sind verschiedene Verfahrensschritte an der Umformmaschine notwendig, welche im Folgenden kurz dargestellt werden sollen.

**[0028]** Während der Verweildauer des Stößels im oberen Hubbereich, beispielsweise oberhalb einer Hubhöhe von 150 mm kann im unteren Bereich eine Manipulation des umzuformenden Werkstücks stattfinden. Hierbei können Manipulatoren in die Umformmaschine eingreifen, das Werkstück entnehmen und ein neues Werkstück einsetzen. Weiterhin können Manipulatoren das Werkstück entnehmen oder umsetzen, wobei sodann ein Leerhub stattfinden kann, währenddessen beispielsweise eine Stößelkühlung vorgenommen wird. Grundsätzlich ist auch möglich, einerseits im unteren Bereich eine Werkstückmanipulation vorzunehmen, andererseits im oberen Bereich den Stößel durch entsprechende Kühlvorrichtungen zu kühlen. Betrachtet man die zur Kühlung

des Stößels bzw. zur Manipulation des Werkstücks zur Verfügung stehende Verweilzeit im oberen Hubbereich, so stellt sich bei konventionellem Hubverlauf ein Kühlintervall 23 als verfügbar ein.

**[0029]** Betrachtet man im unteren Bereich des konventionellen Hubverlaufs 21 den Bereich, in welchem der Stößel Druckkontakt mit dem umzuformenden Werkstück aufweist, so ist in Fig. 2 exemplarisch die Druckberührzeit 24 des Umformvorgangs angegeben. Während dieser Druckberührzeit, also während der Verformung des Werkstücks vor dem Zurückziehen des Stößels, kann thermische Energie zwischen dem Werkstück und dem Stößel ausgetauscht werden, wodurch sich der Stößel erwärmt. Eine zu große Stößelerwärmung beinhaltet jedoch Nachteile der verringerten Festigkeit und der thermischen Ausdehnung, was wiederum zu erhöhten Toleranzen führt.

**[0030]** Betrachtet man nunmehr den erfindungsgemäßen Hubverlauf eines Stößels 22, so wird durch die verminderte Fallbeschleunigung der Stößel über einen längeren Zeitraum im oberen Hubbereich, also oberhalb von beispielsweise von 150 mm Hub gehalten. Der Stößel kann sodann durch entsprechende Beeinflussung der Fallbeschleunigung auf einem steileren Kurvenverlauf nach unten bewegt werden, wobei bei Erreichung einer vorgegebenen definierten Geschwindigkeit, beispielsweise bei einer Hubhöhe von 50 mm, wobei stets die Geschwindigkeit den wesentlichen Parameter vorgibt, auf das Schwungrad 7 über die Kupplung 6 eingekuppelt werden. Entspricht die zum Einkuppelzeitpunkt vorliegende Stößelgeschwindigkeit genau der Geschwindigkeit, welche einer permanent mit dem Schwungrad synchronisierten Bewegung entnommen wird, so erfolgt der Kupplungsvorgang ohne Verschleiß oder Verluste, da keine Beschleunigungsarbeit auf den Stößel angewandt werden muss.

**[0031]** Der Stößel erhält sodann im unteren Umformbereich aus dem Schwungrad die zur Umformung notwendige Energie, wobei die Bewegung während des ans Schwungrad gekuppelten Zustands wiederum einer Sinusform entspricht.

**[0032]** Der Bereich der Umformung 25, also Zeitdauer des Umformenden Kontakts mit dem Werkstück ist gegenüber dem konventionellen Verlauf der Bewegung wesentlich verkleinert, wodurch ein geringerer Wärmeübertrag des Werkstücks auf den Stößel erfolgt.

**[0033]** Kurz nach der Umformung wird der Stößel wieder verschleißfrei vom Schwungradantrieb abgekoppelt, wodurch die Stößelbewegung erneut durch den Direktantrieb übernommen wird. Grundsätzlich kann hierzu ebenfalls der Stößel über den Stößelgewichtsausgleich übernommen werden, oder es kann ein anderweitiger Direktantrieb zur Unterstützung oder zur gesamten Bewegung des Stößels genutzt werden.

**[0034]** Allgemein ist davon auszugehen, dass auch eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens dahingehend denkbar wäre, dass ein elektrischer Direktantrieb den Stößel bewegt, und die Bewegung aufgrund

der Manipulation der Fallbeschleunigung durch den Stößelgewichtsausgleich so unterstützt wird, dass ein gegenüber dem Stand der Technik wesentlich schwächerer Servomotor genügt, und somit ein wesentlich geringerer Strombedarf ermöglicht wird.

**[0035]** Weiterhin wird durch die verlängerte Verweildauer des Stößels im oberen Hubbereich die zur Verfügung stehende Zeit für Werkstückmanipulationen und Werkzeugkühlung und Werkzeugschmierung erheblich verlängert. So kann der Stößel bei der Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens für eine Zeitdauer 26 im oberen Hubbereich verbleiben, wodurch effektiv eine verbesserte Taktzahl und erhöhte Taktqualität erzielt werden kann.

**[0036]** Mit dem erfindungsgemäßen Antriebskonzept können z.B. somit die Stößelgeschwindigkeiten im oberen Umkehrpunkt zwischen 6 und 12 Hüben pro Minute und im unteren Umkehrpunkt zwischen 30 bis 60 und sogar 120 Hüben pro Minute variiert werden. Die resultierende durchschnittliche Hubzahl der Maschine liegt zwischen 30 und 50 Hüben/min.

**[0037]** Aus der erfindungsgemäßen Verfahrensanwendung lassen sich somit die Vorteile einer deutlichen Reduzierung der Druckberührzeit 25 um mehr als einen Faktor  $\frac{1}{2}$ , eine erhöhte Zeit zur Gesenkpflge, insbesondere zur Stößel und zur Gesenkkühlung, eine verbesserte Freigängigkeit zur Werkstückmanipulation sowie ein optimierter Teiletransport ableiten.

**[0038]** Auch Warm- und Halbwarmoperationen in einer Anlage sind möglich.

**[0039]** Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anlage mit Stößelgewichtsausgleich. Die Anlage ist in einem nicht näher beschriebenen üblichen Rahmen 30 aufgebaut, der die notwendigen Bestandteile, wie beispielsweise Führungen, Anschlussleitungen, Lagerungen etc., enthält. Der Stößel 31 ist in diesem Rahmen in einem Arbeitsbereich 32 geführt, wobei auf die Darstellung von Werkzeugen, etc. verzichtet wurde.

**[0040]** Der Stößel 31 ist über eine Stößelanlenkung 33 mit einer Welle 34 verbunden. Die Stößelanlenkung 33 überträgt die rotatorische Wellenbewegung der Welle 34 in eine erforderliche Hubbewegung des Stößels 31.

**[0041]** Einseitig ist an der Welle 34 ein Direktantrieb 35, beispielsweise ein Servomotor, angeordnet, welcher auf die Bewegung des Stößels Einfluss nehmen kann. An der Welle 34 ist weiterhin eine Kupplungsvorrichtung 36 vorgesehen, welche die Welle 34 in eingekuppeltem Zustand mit einem Schwungrad 37 verbindet. Über das Schwungrad 37 wird dem Stößel 31 die zum Umformprozess im Arbeitsbereich 32 benötigte Energie zur Verfügung gestellt. Aus dem Schwungrad 37 zur Umformung entnommene Energie wird dem Schwungrad 37 durch einen Schwungradantrieb 38 wieder zugeführt, so dass diese für den nächsten Umformzyklus wieder bereit steht. Zwischen den Umformprozessen wird die Kupplung 36 geöffnet, so dass die Stößelbewegung unabhängig von der Bewegung des Schwungrads 37 erfolgen

kann.

**[0042]** Des Weiteren ist am Stößel ein Stößelgewichtsausgleich 40 vorgesehen. Der Stößelgewichtsausgleich 40 ist vorliegend nur sehr schematisch dargestellt und soll lediglich das Prinzip seiner Funktion verdeutlichen.

**[0043]** Beim Stößelgewichtsausgleich 40 ist ein zusätzlicher Kolben 41 am Stößel 31 befestigt, welcher in eine Druckkammer 42 geführt wird. Der Kolben 41 trennt in der Druckkammer 42 zwei Bereiche 43. und 44. gegeneinander ab. Der untere Druckbereich 43. wird mit dem Druck  $P_1$  beaufschlagt, der obere Druckbereich 44. mit dem Druck  $P_2$ . Durch einstellen eines Überdrucks an der Unterseite  $P_1 > P_2$  am Stößelgewichtsausgleich 40 kann die wirkende Gewichtskraft des Stößels 31 durch eine Gegenkraft verringert werden, was einer Anpassung der Fallbeschleunigung entspricht. Dies ist insbesondere bei sehr schweren Stößeln 31 erforderlich, da das konstruktiv bedingte Eigengewicht des Stößels 31 Schmiermittel aus den Lagerungen verdrängen kann, und diese dadurch Schaden erleiden. Wird nun der Stößel 31 zur Abwärtsbewegung gebracht, so kann der Überdruck  $P_1$  einfach verringert werden, so dass der Stößel 31 durch seine Gewichtskraft nach unten gezogen wird. Eine derartige Bewegung kann ggf. auch durch einen Überdruck auf der Oberseite 44, also  $P_2 > P_1$  beschleunigt werden. Zur umgekehrten Bewegungsrichtung, also beim Anheben des Stößels 31 sind die Verhältnisse  $P_1/P_2$  entsprechend anzupassen.

**[0044]** Die Druckbereiche können, je nach Anwendungsfall pneumatisch beaufschlagt werden, wenn beispielsweise ein konstanter Druck über ein vergrößertes Druckreservoir benötigt wird. Die pneumatische Regelung der Druckbereiche 43 und 44 kann über ein Druckreservoir und einfache Ablass- oder Drosselventile sehr einfach und kostengünstig ausgeführt werden. Es ist aber auch eine hydraulische Anordnung denkbar, wenn beispielsweise möglichst ungedämpfte Krafteinwirkungen übertragen werden sollen.

**[0045]** Die Erfindung ist vorliegend nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt. Sie umfasst vielmehr all diejenigen Ausgestaltungen, welche vom erfindungswesentlichen Verfahren Gebrauch machen. Auch eventuelle verfahrensausführende Anlagen werden beansprucht.

Bezugszeichenliste:

**[0046]**

50	1	Schmiedekurbelpresse
	2	Stößel
	3	Kurbel
	4	Exzenterwelle
	5	Servomotor
55	6	Kupplung
	7	Schwungrad
	8	Schwungradantrieb
	20	Hub-Zeit Diagramm

- 21 Konventioneller Hubverlauf
- 22 Erfindungsgemäßer Hubverlauf (Dual Drive)
- 23 Konventionelles Kühlintervall
- 24 Konventionelle Druckberührzeit
- 25 Erfindungsgemäße Druckberührzeit
- 26 Erfindungsgemäßes Kühlintervall
- 30 Rahmen
- 31 Stößel
- 32 Arbeitsbereich
- 34 Welle
- 35 Direktantrieb
- 36 Kupplung
- 37 Schwungrad
- 38 Schwungrad Antrieb
- 40 Stößel-Gewichtsausgleich
- 41 Kolben
- 42 Druckkammer
- 43 unterer Druckbereich
- 44 oberer Druckbereich

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Umformmaschine (1) oder einer Umformanlage mit mindestens einem an einer Welle (4,34) über ein Gelenk angeordneten Stößel(2,31) wobei

- wenigstens ein zeitweise auf die Welle (4,34) wirkender Drehantrieb (7,37) eine benötigte Umformenergie am Stößel (2,31) bereitstellt, und

- wenigstens ein zeitweise auf den Stößel (2,31) einwirkender Direktantrieb (5,35,40) eine definierte Stößelbewegung ermöglicht,

- wobei über den Direktantrieb (5, 35, 40) die effektiv auf

den Stößel (2,31) wirkende Fallbeschleunigung angepasst wird, **dadurch gekennzeichnet**

- **dass** der Stößel (2,31) in einem oberen Hubbereich durch den Direktantrieb (40) eine die Fallbeschleunigung vermindemde Gegenkraft erfährt und

- **dass** der Stößel (2,31) bei einer vorgegebenen Fallgeschwindigkeit im unteren Hubbereich auf den Drehantrieb (7,37) eingekuppelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein weiterer wenigstens zeitweise auf den Stößel (2,31) einwirkender Direktantrieb, vorzugsweise ein Servomotor (5,35) eine definierte, periodische Stößelbewegung ermöglicht.

3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Direktantrieb (40) hydraulisch ausgebildet ist.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Direktantrieb (40) pneumatisch ausgebildet ist.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stößel (2,31) bei einer vorgegebenen Geschwindigkeit, vorzugsweise im unteren Hubbereich, vom Drehantrieb (7,37) abgekuppelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als die Fallbeschleunigung anpassender Direktantrieb der Stößelgewichtsausgleich (40) eingesetzt wird.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- in einem oberen Hubbereich der Stößel (2,31) eine beschleunigte Fallbewegung ausführt, - die die Fallbewegung durch eine vom Stößelgewichtsausgleich (40) erzeugte Kraft beeinflusst, vorzugsweise gebremst wird,

- zum Zeitpunkt einer definierten, mit der Geschwindigkeit des Drehantrieb (7,37) synchronisierten Fallgeschwindigkeit der Drehantrieb (7,37) auf die Welle (4,34) eingekoppelt wird, wobei

- der Einkoppelvorgang vorzugsweise im unteren Hubbereich, insbesondere kurz vor der Umformung erfolgt, und wobei

- kurz nach der Umformung im unteren Hubbereich der Drehantrieb (7,37) bei synchronisierter Stößelgeschwindigkeit wieder ausgekoppelt wird, und wobei

- die Verweildauer des Stößels um unteren Hubbereich gegenüber der Verweildauer im oberen Hubbereich mindestens im Faktor 1:2 verkürzt ist.

### Claims

1. A method for operating a forming machine (1) or a forming line, having at least one ram (2, 31) arranged via a joint on a shaft (4, 34) wherein

- at least one rotary drive (7, 37) acting temporarily on the shaft (4, 34) provides a required forming energy on the ram (2, 31), and

- at least one direct drive (5, 35, 40) acting temporarily on the ram (2, 31) enables a defined ram movement,

- wherein the acceleration of fall acting effectively on the ram (2, 31) is adjusted via the direct drive (5, 35, 40), **characterized in**
- **that** the ram (2, 31) in an upper stroke range through the direct drive (40) undergoes a counter force reducing the acceleration of fall and
- **that** the ram (2, 31) at a predetermined falling speed in the lower stroke range is coupled to the rotary drive (7, 37).
2. A method according to Claim 1, **characterized in that** a further direct drive acting at least temporarily on the ram (2, 31), preferably a servomotor (5, 35) enables a defined, periodic ram movement.
3. A method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the direct drive (40) is designed hydraulically.
4. A method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the direct drive (40) is designed pneumatically.
5. A method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the ram (2, 31) is decoupled from the rotary drive (7, 37) at a predetermined speed, preferably in the lower stroke range.
6. A method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the ram counterweight (40) is used as direct drive adjusting the acceleration of fall.
7. A method according to any one of the preceding claims, **characterized in that**
- in an upper stroke range the ram (2, 31) performs an accelerated falling movement,
  - which affects the falling movement is affected, preferably braked, by a force generated by the ram counterweight (40),
  - at the point in time of a defined falling speed synchronized with the speed of the rotary drive (7, 37), the rotary drive (7, 37) is coupled to the shaft (4, 34), wherein
  - the coupling process preferably takes place in the lower stroke range, especially shortly before the forming, and wherein
  - shortly after the forming in the lower stroke range the rotary drive (7, 37) is decoupled again at a synchronized ram speed, and wherein
  - the dwell time of the ram in the lower stroke

range is reduced relative to the dwell time in the upper stroke range by a factor of at least 1:2.

## 5 Revendications

1. Procédé de fonctionnement d'une machine de formage (1) ou d'une installation de formage avec au moins un poussoir (2, 31) disposé sur un arbre (4, 34) par le biais d'une articulation,

- au moins un entraînement rotatif (7, 37) qui agit temporairement sur l'arbre (4, 34) fournissant une énergie de formage nécessaire sur le poussoir (2, 31), et

- au moins un entraînement direct (5, 35, 40) qui agit temporairement sur le poussoir (2, 31) permettant un mouvement de poussoir défini, - l'accélération due à la pesanteur qui agit effectivement sur le poussoir (2, 31) étant adaptée par le biais de l'entraînement direct (5, 35, 40),

### caractérisé en ce que

- dans une zone de levage supérieure, le poussoir (2, 31) subit du fait de l'entraînement direct (40) une force antagoniste réduisant l'accélération due à la pesanteur

- **en ce que**, dans la zone de levage inférieure, pour une vitesse de chute prédéfinie, le poussoir (2, 31) est embrayé sur l'entraînement rotatif (7, 37).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un autre entraînement direct agissant au moins temporairement sur le poussoir (2, 31), de préférence un servomoteur (5, 35), permet un mouvement de poussoir périodique défini.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'entraînement direct (40) est constitué de façon hydraulique.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'entraînement direct (40) est constitué de façon pneumatique.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le poussoir (2, 31), pour une vitesse prédéfinie, de préférence dans la zone de levage inférieure, est débrayé de l'entraînement rotatif (7, 37).

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

l'équilibrage du poids de poussoir (40) est mis en oeuvre en tant qu'entraînement direct adaptant l'accélération due à la pesanteur.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** 5

- dans une zone de levage supérieure, le poussoir (2, 31) exécute un mouvement de chute accéléré, 10

- le mouvement de chute est influencé, de préférence freiné, par une force produite par l'équilibrage du poids de poussoir (40),

- au moment d'une vitesse de chute définie synchronisée avec la vitesse de l'entraînement rotatif (7, 37), l'entraînement rotatif (7, 37) est embrayé sur l'arbre (4, 34), 15

- le processus d'embrayage survenant de préférence dans la zone de levage inférieure, en particulier peu avant le formage, et 20

- peu après le formage, dans la zone de levage inférieure, l'entraînement rotatif (7, 37) est de nouveau débrayé pour une vitesse de poussoir synchronisée, et

- la durée de séjour du poussoir dans la zone de levage inférieure est raccourcie d'au moins un facteur 1:2 par rapport à la durée de séjour dans la zone de levage supérieure. 25

30

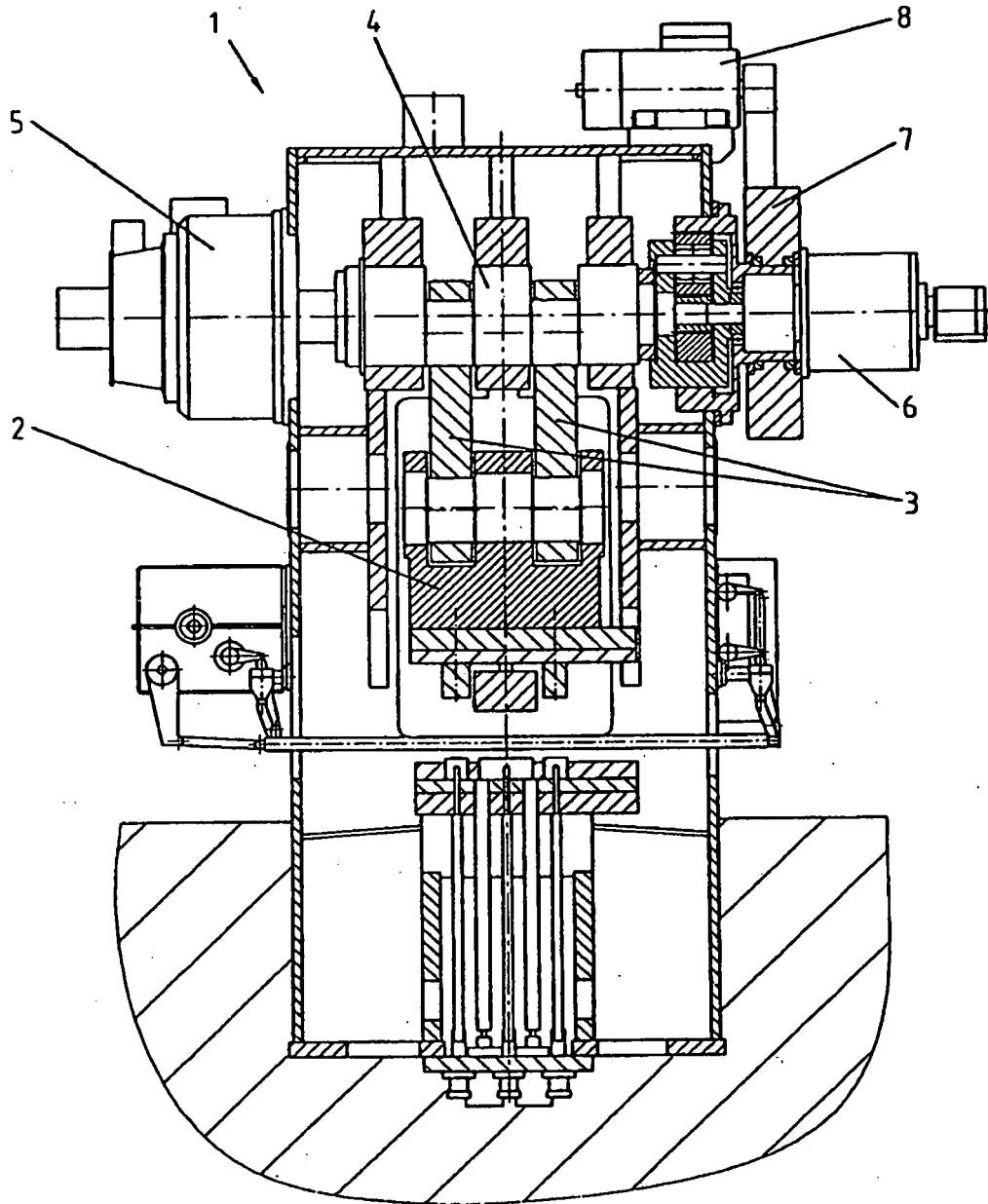
35

40

45

50

55



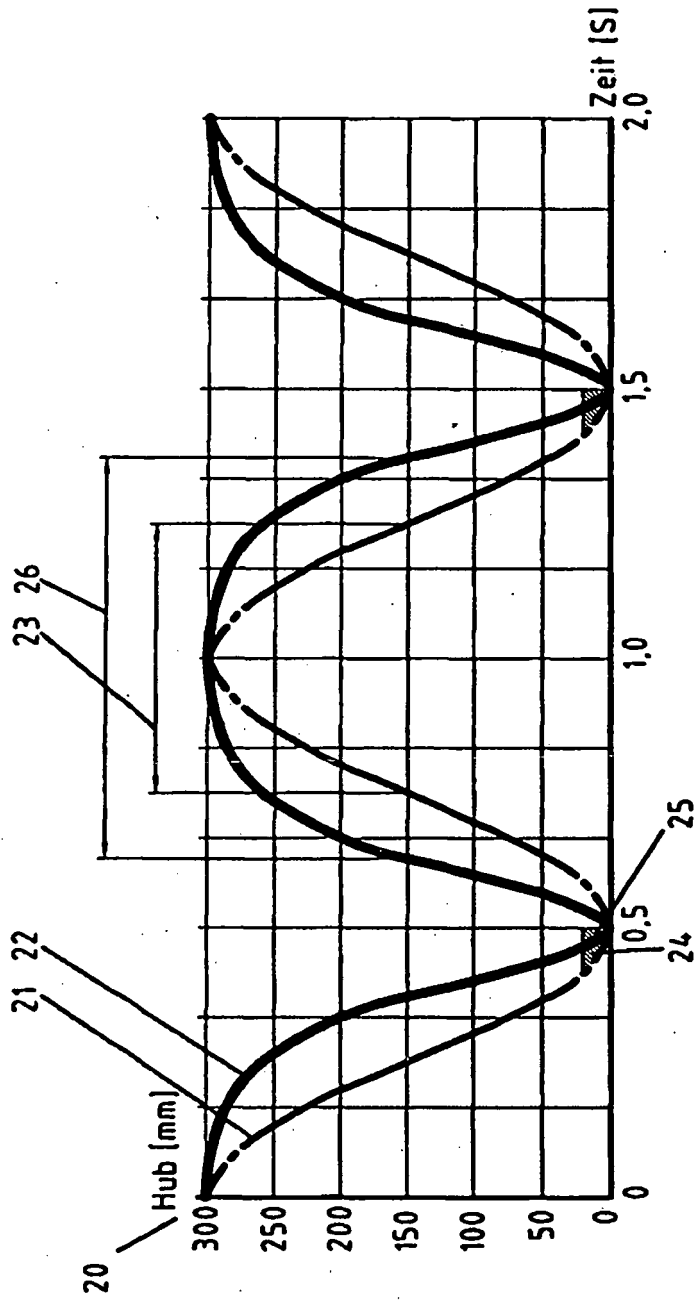


Fig.2

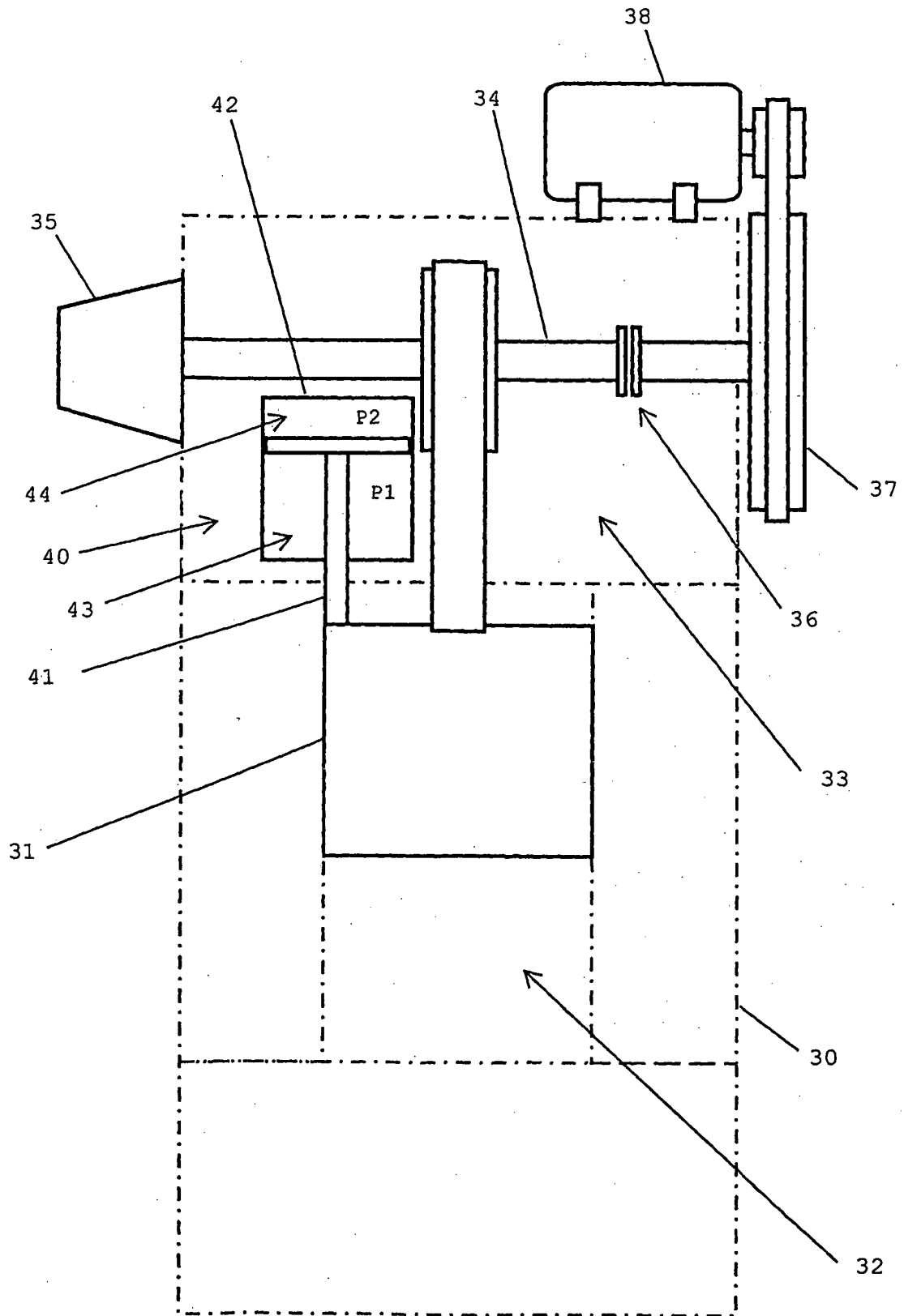


Fig. 3

**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 10260127 A1 [0004] [0006]
- EP 947259 A [0006]