



(11) **EP 1 754 595 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.02.2007 Patentblatt 2007/08

(51) Int Cl.:
B30B 1/00 (2006.01) B30B 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06013812.0**

(22) Anmeldetag: **04.07.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **16.08.2005 DE 10538583**

(71) Anmelder: **Schuler Pressen GmbH & Co. KG
73033 Göppingen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Hofele, Hans**
73035 Göppingen (DE)
• **Lauke, Andreas**
73344 Gruibingen (DE)

(74) Vertreter: **Rüger, Barthelt & Abel**
Patentanwälte
Postfach 10 04 61
73704 Esslingen a. N. (DE)

(54) **Pressen-Antriebsmodul und Verfahren zur bereitstellung einer Pressenbaureihe**

(57) Erfindungsgemäß werden Pressen-Antriebsmodule vorgeschlagen, die einen vereinheitlichten Pressenentwurf gestatten. Die Pressen einer Baureihe werden mit immer gleichen Pressenantriebsmodulen ausgestattet, wobei die Presskraft der Pressen lediglich durch Anpassung der Anzahl der Pressen-Antriebsmodule variiert wird. Die Pressen-Antriebsmodule enthalten jeweils zwei Antriebseinrichtungen, die parallel oder seriell zusammenwirken und unterschiedliche Kennlinien aufweisen. Insbesondere weisen sie unterschiedliche maximale Fahrgeschwindigkeiten und unterschiedliche

Maximalkräfte auf. Auch können sie hinsichtlich ihrer Positionierbarkeit und Wegauflösung unterschiedlich gestaltet sein. Dieses Konzept gestattet nicht nur eine Vereinheitlichung von Pressen unterschiedlicher Leistungsklassen innerhalb einer Baureihe sondern darüber hinaus die weitgehend freie Festlegung von Weg/Zeit-Kurven der Stößel und somit letztendlich auch eine freiere Gestaltung von Werkstücken, insbesondere Karosserieteilen.

EP 1 754 595 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Pressen-Antriebsmodul und ein Verfahren zur Bereitstellung einer Pressenbaureihe.

[0002] In der Vergangenheit waren die Stößel von Großpressen mit mechanischem Antrieb in der Regel über Pleuel mit einem Exzenterantrieb verbunden, der seinerseits über einen Antriebsmotor und ein Schwungrad mit relativ gleichmäßiger Geschwindigkeit angetrieben war. Weil solche Antriebe gewisse Beschränkungen hinsichtlich des Weg/Zeit-Verlaufs der Stößelbewegung mit sich bringen, sind Anstrengungen unternommen worden, den Stößel z.B. mittels eines Servomotors anzutreiben, wobei die Weg/Zeit-Kurve der Stößelbewegung dann durch die entsprechende Ansteuerung des Servomotors relativ freizügig eingestellt werden konnte. Dazu offenbart beispielsweise die DE 41 09 796 C2 den Antrieb des Stößels über ein Pleuel und einen Exzenter, der von einem Servomotor angetrieben wird. Der Servomotor kann vorwärts und rückwärts laufen und gezielt beschleunigt und verzögert werden.

[0003] Aus der gleichen Druckschrift geht der Antrieb des Stößels über ein Kniehebelgetriebe hervor, wobei das Kniehebelgetriebe seinerseits über ein Pleuel und einen Exzenter von einem Servomotor angetrieben wird. Auch bei dieser Konfiguration lassen sich gewünschte Weg/Zeit-Verläufe in weiten Grenzen einstellen.

[0004] Die US-PS 6 041 699 offenbart ebenfalls einen Stößelantrieb einer Presse mittels Servomotor über Kniehebelgetriebe. Zum Antrieb des Kniehebelgetriebes dienen ein Schraubspindelgetriebe und Servomotoren.

[0005] Aus der JP 2000 343283 ist darüber hinaus der Antrieb eines Pressenstößels über Spindelhubgetriebe bekannt, die durch Servomotoren betätigt werden. Auch hiermit lässt sich eine weitgehend freizügige Festlegung des Weg/Zeit-Verlaufs der Stößelbewegung erreichen.

[0006] Die vorgestellten Lösungen leiden jeweils unter spezifischen Einschränkungen. Werden zum Antrieb des Stößels beispielsweise nichtlineare Getriebe, wie Kniehebelgetriebe oder Exzenter, verwendet ist die Stößelbewegung häufig nicht so frei einstellbar wie gewünscht. Außerdem muss die gesamte Umformkraft von dem Servomotor aufgebracht werden. Letzteres ist insbesondere bei den oben zuletzt genannten Antriebskonzepten nachteilig. Zwar gestatten nichtlineare Getriebe, wie Kniehebelgetriebe oder Exzentergetriebe die Erzeugung einer höheren Kraft in Totpunktnähe, jedoch nur über einen relativ kurzen Weg. Der Antrieb des Pressenstößels mittels Spindelhubgetriebes gestattet zwar einerseits eine sehr freizügige Festlegung des Weg/Zeit-Verlaufs der Stößelbewegung, jedoch begrenzt er die vor Erreichen des unteren Totpunkts aufbringbare Maximalkraft.

[0007] Davon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, den wahlfrei ansteuerbaren Pressenantrieb zu verbessern.

[0008] Diese Aufgabe wird sowohl mit dem Pressen-

antriebsmodul nach Anspruch 1 wie auch mit dem Verfahren gemäß Anspruch 17 gelöst:

[0009] Das erfindungsgemäße Pressen-Antriebsmodul vereint in sich zwei Antriebseinrichtungen, die unterschiedliche Kraft/Weg-Kennlinien aufweisen. Vorzugsweise wird dies durch Nutzung unterschiedlicher Antriebskonzepte erreicht. Damit können nicht nur in weiten Grenzen beliebige Weg/Zeit-Verläufe der Stößelbewegung erreicht werden sondern es ist darüber hinaus möglich, für jeden Teil der Weg/Zeit-Kurve jeweils diejenige Antriebseinrichtung einzusetzen, die die gerade passende Charakteristik aufweist. Beispielsweise kann für das Durcheilen von Kennlinienabschnitten, die lediglich eine geringe Betätigungskraft erfordern, ein schwacher, dafür aber schneller Antrieb verwendet werden. Für die Durchführung von Umformoperationen, die in der Regel zwar zügig aber dennoch vergleichsweise langsam, dafür aber mit hoher Kraft durchzuführen sind kann diejenige Antriebseinrichtung eingesetzt werden, die bei relativ geringer Arbeitsgeschwindigkeit eine hohe Kraft aufbringt.

[0010] Im einfachsten Fall können die beiden Antriebseinrichtungen, die in dem Pressen-Antriebsmodul vereinigt sind, z.B. durch Servomotoren mit nachgeordnetem Getriebe und unterschiedlichen Getriebeübersetzungen gebildet werden. Die Servomotoren können dabei gleich oder unterschiedlich ausgebildet sein. Durch die unterschiedliche Untersetzung arbeiten die Servomotoren, obwohl auf den gleichen Abtrieb wirken, bei ein und derselben Abtriebsgeschwindigkeit in unterschiedlichen Kennlinienbereichen, was insgesamt den Gestaltungsfreiraum hinsichtlich der erzielbaren Weg/Zeit-Verläufe der Stößelbewegung erhöht. Außerdem wird der Spielraum hinsichtlich der erzielbaren Kräfte erhöht.

[0011] Das insoweit gegebene Pressen-Antriebsmodul ist somit vielseitig einsetzbar und kann als Basis für die Ausrüstung unterschiedlich großer Pressen einer Pressenbaureihe dienen. Zum einen kann mit dem gegebenen Pressen-Antriebsmodul ein großer Bereich gewünschter Kräfte und Fahrgeschwindigkeiten erzielt werden. Zum anderen können die Pressen-Antriebsmodule, sofern dem nicht konstruktive oder andere Praktikabilitätsgrenzen entgegenstehen, in prinzipiell beliebiger Anzahl parallel geschaltet werden. Somit kann ein Pressenstößel durch ein oder mehrere gleiche Pressen-Antriebsmodule angetrieben werden, wodurch innerhalb einer Pressenbaureihe verschiedener Leistungsklassen bereitgestellt werden können. Es ist darüber hinaus möglich, Antriebsmodule in unterschiedlichen Leistungsklassen bereitzustellen, wobei die Antriebsmodule innerhalb jeder Leistungsklasse einheitlich sind.

[0012] Durch Kombination mehrerer Antriebsmodule aus ein oder zwei oder mehreren Leistungsklassen und durch den großen Leistungsbereich jedes Pressen-Antriebsmoduls können somit alle Pressen der Pressenbaureihe mit den vereinheitlichten Pressen-Antriebsmodulen bestückt werden. Beispielsweise kann eine Pressenstraße aufgebaut werden, deren erste Stufe (Ziehstufe) eine größere Anzahl von Pressenantriebsmodulen

aufweist während die nachfolgenden, in der Regel immer weniger belasteten, Pressenstufen mit entsprechend weniger Pressen-Antriebsmodulen ausgerüstet sind. In den einzelnen Stufen der Pressenstraße können dabei unterschiedliche Stößel-Weg/Zeit-Verläufe und unterschiedliche Stößelhübe gefahren werden.

[0013] Besonders zweckmäßig sind die Leistungsklassen der bereitgestellten, einen einheitlichen Maximalhub aufweisenden Pressen-Antriebsmodule exponentiell gestuft. Damit lassen sich durch Kombination von Pressen-Antriebsmodulen unterschiedlicher Leistungsklassen die verschiedensten Anwendungen ermöglichen. Die Leistungsklassen der Antriebsmodule werden beispielsweise durch die von den Antriebsmodulen aufzubringenden Maximalkräfte bestimmt. Dabei weisen auch die Antriebsmodule unterschiedlicher Leistungsklassen vorzugsweise den gleichen Maximalhub auf. Dies ermöglicht die Kombination von Pressen-Antriebsmodulen unterschiedlicher Leistungsklassen miteinander zum gemeinsamen Antrieb eines Stößels einer Presse. Des Weiteren weisen die Pressen-Antriebsmodule der verschiedenen Leistungsklassen vorzugsweise die gleichen maximalen Verfahrensgeschwindigkeiten auf. Dies erleichtert ebenso wie der einheitlich festgelegte Maximalhub die Parallelanordnung zum gemeinsamen Antrieb ein und desselben Stößels.

[0014] Die Pressen-Antriebsmodule bilden jeweils bauliche Einheiten, wobei diese vorzugsweise von der Presse gesondert ausgebildet sind. Sie können somit vorgefertigt und als fertige Baugruppe in entsprechend vorbereitete Pressengestelle eingebaut werden. Die Montage der Pressen-Antriebsmodule kann von der Montage des Pressengestells getrennt werden. Dies hat insbesondere bei Großpressen Bedeutung. Mit diesem Konzept kann eine Fertigungsvereinfachung einhergehen und die Bauzeit von Pressen verkürzt werden.

[0015] Für viele Zwecke ist es vorteilhaft, wenn wenigstens eine der Antriebseinrichtungen der Pressen-Antriebsmodule ein Getriebe mit variabler Übersetzung enthält. Dies kann beispielsweise ein Kniehebelgetriebe, ein Exzentergetriebe, eine Kombination derselben oder ein sonstiges Getriebe mit variabler Übersetzung sein. Als solches kommen insbesondere Getriebe in Frage, die in ihrem Tot- oder Umkehrpunkt eine unendlich große Kraftübersetzung oder mit anderen Worten einen festen Abstützpunkt liefern, indem die abzustützte Kraft nicht mehr durch den antreibenden Servomotor sondern nur durch die Belastungsgrenzen des Getriebes bestimmt ist. Dies hat z.B. bei Lösungen Bedeutung, bei denen die Antriebseinrichtungen konstruktiv in Serie angeordnet sind. Beispielsweise kann ein servomotorgetriebener Exzentertrieb mit einem hydraulischen Zylinder in Serie geschaltet werden. Während der Exzenterantrieb dann dazu dient, den Stößel in Bereichen seiner Bewegungskurve mit relativ geringer Kraft schnell anzutreiben, kann die hydraulische Antriebseinrichtung dazu dienen, den Stößel zur Werkstückumformung mit großer Kraft langsam anzutreiben. Ist der Exzenter dabei in Totpunktlage,

bleibt der Servomotor dabei im Wesentlichen kräftefrei. Es gelingt somit mit relativ schwachen Servomotoren und einer relativ kurzhubigen Hydraulikeinrichtung einerseits einen großen Bewegungshub für den Stößel und andererseits eine hohe Umformkraft zu erzeugen.

[0016] Dieser Vorzug lässt sich auch mit anderen seriell angeordneten Antriebseinrichtungen erzielen.

[0017] Insbesondere bei seriell angeordneten Antriebseinrichtungen kann es vorteilhaft sein, diese zeitlich nacheinander zu aktivieren. Die beiden verschiedenen Antriebseinrichtungen sind damit für unterschiedliche Abschnitte der Weg/Zeit-Kurve der Stößelbewegung zuständig. Im Übergangsbereich von der Aktivierung der einen Antriebseinrichtung zur Aktivierung der anderen Antriebseinrichtung können überlappend beide Antriebseinrichtungen aktiviert werden.

[0018] Insbesondere bei Parallelanordnung von beiden Antriebseinrichtungen werden diese vorzugsweise jeweils gemeinsam aktiviert, wobei sie sich hinsichtlich ihrer Kraftentwicklung ergänzen.

[0019] Es ist vorteilhaft, wenn das Pressen-Antriebsmodul ein eigenes Grundgestell aufweist, das die Führung zwischen den beiden Abtrieben übernimmt. Es kann des Weiteren ein Gehäuse vorgesehen sein, in dem die wenigstens zwei Antriebseinrichtungen untergebracht sind. Alternativ ist es jedoch auch möglich, das Pressen-Antriebsmodul zumindest teilweise in das Pressengestell zu integrieren. Beispielsweise kann einer der Abtriebe als Teil eines Pressenkopfstücks oder Stößels ausgebildet sein.

[0020] Den Pressen-Antriebsmodulen ist vorzugsweise ein Energiespeicher, beispielsweise ein mechanischer, elektrischer oder hydraulischer Energiespeicher zugeordnet. Dies minimiert die Versorgungsnetzbelastung.

[0021] Das Pressen-Antriebsmodul kann prinzipiell auf unterschiedlichste Weise ausgeführt werden. Sein Charakteristikum ist jedoch bei nahezu allen Ausführungsformen, dass die Krafteinleitung der von den zumindest zwei zu dem Modul gehörigen Antriebseinrichtungen an dem Stößel und/oder an dem Kopfstück jeweils an einer gemeinsamen Stelle stattfindet. Außerdem geben die Pressen-Antriebsmodule ein festes zahlenmäßiges Verhältnis zwischen der Anzahl der ersten Antriebseinrichtungen und der Anzahl der zweiten Antriebseinrichtungen vor. Wird ein Stößel beispielsweise lediglich von Antriebsmodulen einer einzigen Leistungsklasse angetrieben, die z.B. jeweils eine erste Antriebseinrichtung und jeweils eine zweite Antriebseinrichtung aufweisen, sind für den Stößelantrieb insgesamt unabhängig von der Anzahl der Pressen-Antriebsmodule genauso viele erste Antriebseinrichtungen wie zweite Antriebseinrichtungen vorhanden.

[0022] Werden Pressen-Antriebsmodule mit z.B. einer ersten Antriebseinrichtung und zwei oder mehreren z.B. drei zweiten Antriebseinrichtungen konzipiert und zum Stößelantrieb verwendet, sind hier im Beispiel drei mal so viel zweite Antriebseinrichtungen vorhanden wie erste

Antriebseinrichtungen. Werden Pressen-Antriebsmodule unterschiedlicher Leistungsklassen und mit unterschiedlichen Verhältnissen zwischen den Anzahlen der ersten und der zweiten Antriebseinrichtungen verwendet, gelten diese Zahlenverhältnisse jeweils gruppenweise für die Pressen-Antriebsmodule der jeweils betrachteten Leistungsklasse.

[0023] Die Antriebseinrichtungen des Pressenantriebsmoduls sind vorzugsweise voneinander mechanisch unabhängig, d.h. sie können unabhängig voneinander angesteuert werden. Die Synchronisierung ihrer Arbeitsbewegung bzw. die Koordinierung derselben erfolgt vorzugsweise elektrisch. Die einzelnen Module oder auch lediglich deren Antriebseinrichtungen bzw. Antriebe können je nach Auslegung oder ggf. auch umschaltbar wahlweise wegkontrolliert und/oder kraftkontrolliert betätigt werden. Sie gestatten vorzugsweise eine stufenlose Verstellung des Stößelhubs während des Betriebs sowie eine Variation der Weg/Zeit-Kennlinie der Stößelbewegung während des Betriebs. Es können Kraftsensoren vorgesehen werden, um insbesondere bei wegkontrolliert angetriebenen Antriebsmodulen oder Antriebseinrichtungen Überlastungen zu vermeiden.

[0024] Es ist des Weiteren möglich, die einzelnen Antriebseinrichtungen eines Pressen-Antriebsmoduls starr miteinander zu verbinden. Alternativ können sie über Kupplungseinrichtungen willkürlich steuerbarer Art oder Freilaufkupplungen miteinander gekuppelt sein. Beispielsweise kann bei einer Parallelanordnung zweier Antriebseinrichtungen die langsame Antriebseinrichtung von der schnelllaufenden abgekoppelt werden, wenn ein Stößelweg schnell zu durchlaufen ist. Der langsame Antrieb wird dann wieder angekuppelt, wenn der schnelle Antrieb den Stößel an die Abkuppelstelle zurückbewegt hat und bei langsamer Stößelbewegung eine große Kraft gefordert wird.

[0025] Bei einer seriellen Anordnung zweier Antriebs- einrichtungen in einem Pressenantriebsmodul ist es möglich, die schnelle Antriebseinrichtung mit einer Bremseinrichtung festzubremsen, wenn eine langsame Arbeitsbewegung mit hoher Kraft erzeugt werden soll. Die stärkere der beiden Antriebseinrichtungen stützt sich dann nicht nur an der ersten Antriebseinrichtung sondern zusätzlich oder gar ausschließlich über die Bremseinrichtung ab. Die genannten Kupplungseinrichtungen und Bremseinrichtungen können somit dazu dienen, die Stößelbewegung effizienter zu gestalten.

[0026] Weitere vorteilhafte Einzelheiten von Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Zeichnung, der Beschreibung oder von Ansprüchen.

[0027] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung veranschaulicht. Es zeigen:

Figur 1 eine Presse mit modularem Pressen- antrieb in schematisierter Prinzipdar- stellung,

Figur 2 ein Pressen-Antriebsmodul für die

Presse nach Figur 1 in schematisierter Darstellung,

Figur 3 eine alternative Ausführungsform eines Pressen-Antriebsmoduls in Prinzipdar- stellung,

Figur 4 eine mit den gleichen Pressen-An- triebsmodulen wie die Presse gemäß Figur 1 aufgebaute kleinere Presse in schematisierter Prinzipdarstellung,

Figur 5 und 6 eine Pressenbaureihe mit Pressen un- terschiedlicher Größe, die mit gleichen Pressen-Antriebsmodulen bestückt sind,

Figur 7 Leistungsklassen verschiedener Seri- en von Pressen-Antriebsmodulen,

Figur 8 und 9 Pressen-Antriebsmodule unterschied- licher Bauformen in Prinzipdarstellung, und

Figur 10 eine Maximalkraft/Weg-Kennlinie ei- nes Pressen-Antriebsmoduls.

[0028] In Figur 1 ist eine Presse 1 schematisch veran- schaulicht. Die Presse 1 ist vorzugsweise eine Großpres- se, beispielsweise eine Karosseriepresse. Sie kann eine Pressenstufe einer Pressenstraße oder einer Transfer- presse bilden. Die Presse 1 weist ein Pressengestell 2 auf, zu dem zumindest ein Tisch 3 gehört. Des Weiteren weist die Presse 1 gemäß der Ausführungsform nach Figur 1 Pressenständer 4, 5 und ein die Ständer 4, 5 verbindendes Kopfstück 6 auf. Zwischen den Pressen- ständern 4, 5 ist ein Stößel 7 linear, im vorliegenden Aus- führungsbeispiel vertikal, verschiebbar gelagert. Zwi- schen dem Stößel 7 und dem Tisch 3 ist ein in ein Un- terwerkzeug 8 und ein Oberwerkzeug 9 unterteiltes Presswerkzeug 10 angeordnet.

[0029] Um den Stößel 7 gezielt bewegen und somit das Presswerkzeug 10 öffnen und schließen zu können, sind zwischen dem Stößel 7 und dem Kopfstück 6 un- tereinander gleiche, vereinheitlichte Pressen-Antriebsmo- dule 11, 12, 13 angeordnet. Die Pressen-Antriebsmodule können zumindest eine schiebende oder drückende Krafte erzeugen, um den Stößel 7 nach unten zu bewegen. Bedarfsweise können sie auch so ausgelegt werden, dass sie den Stößel 7 anheben können. Bei einer insbe- sondere bei sehr großen Pressen, deren Stößel 7 ein erhebliches Gewicht aufweisen, greift an dem Stößel 7 zusätzlich eine in Figur 1 nicht veranschaulichte Ge- wichtsausgleichseinrichtung, beispielsweise in Form ei- nes unter Druck stehenden Pneumatikzylinders an, die dazu dient, das Stößelgewicht zu kompensieren.

[0030] Die Pressen-Antriebsmodule 11 bis 13 sind an eine Steuereinrichtung 14 angeschlossen, die den Be-

trieb der Pressen-Antriebsmodule 11 bis 13 steuert. Z.B. können die Pressen-Antriebsmodule 11 bis 13 über die entsprechenden Leitungen 15, 16, 17 zur Bewirkung der Stellbewegung mit Energie, beispielsweise in Form von Elektroenergie oder einem unter Druck stehenden Fluid oder beidem beaufschlagt werden. Alternativ ist es möglich, über die Leitungen 15 bis 17 sowohl Steuerimpulse als auch Energie zu übertragen, wobei die Pressen-Antriebsmodule 11 bis 13 dann den Steuerimpulsen folgen. Die Leitungen 15, 16, 17 können bedarfsweise auch so ausgelegt werden, dass von den Pressen-Antriebsmodulen 11 bis 13 gelieferte Informationen beispielsweise Positionsinformationen an die Steuereinrichtung 14 zurückgemeldet werden. In diesem Sinne sind die Leitungen 15, 16, 17 als Kabel, als Fluidleitungen, Kabelbündel, Fluidleitungsbündel oder Leitungsbündel zu verstehen, die sowohl elektrische Leitungen als auch Fluidleitungen enthalten.

[0031] Bedarfsweise kann die Presse 1 mit ein oder mehreren Positionssensoren 18, 19 zur Erfassung der Stößelposition versehen sein, die ebenfalls mit der Steuereinrichtung 14 verbunden sind.

[0032] Figur 2 veranschaulicht das Pressenantriebsmodul 11, das stellvertretend auch für die beiden anderen Pressen-Antriebsmodule 12, 13 steht. Es können weitere gleich ausgebildete Pressen-Antriebsmodule vorgesehen und zwischen dem Kopfstück 6 und dem Stößel 7 angeordnet werden, um die Presskraft der Presse 1 zu erhöhen.

[0033] Das Pressen-Antriebsmodul 11 ist gesondert in Figur 2 in einer exemplarischen Ausführungsform schematisch veranschaulicht. Es enthält zwei Antriebseinrichtungen 20, 21, die die zwischen Abtrieben 22, 23 wirkenden Kräfte erzeugen und die Abtriebe 22, 23 gegeneinander bewegen. Die Abtriebe 22, 23 weisen beispielsweise die Form mechanischer Verbindungsmittel, wie Flansche, Kupplungen oder dergleichen auf und sind, wie Figur 1 veranschaulicht, jeweils mit dem Kopfstück 6 bzw. dem Stößel 7 verbunden. Mit anderen Worten, die Abtriebe 22, 23 sind Verbindungsmittel zur Kraftübertragung zwischen dem Pressenantriebsmodul 11 und dem Kopfstück 6 bzw. dem Stößel 7 in Bewegungsrichtung des Stößels 7 und somit in Wirkungsrichtung des Pressen-Antriebsmoduls 11.

[0034] Die beiden Antriebseinrichtungen 20, 21 des Pressen-Antriebsmoduls 11 weisen unterschiedliche Kraft/Weg-Kennlinien und Bewegungscharakteristika I und II auf, wie Figur 10 zeigt. Die erste Antriebseinrichtung 20, deren Kennlinie den Kennlinienast I bildet, ist als Servoantriebseinrichtung ausgebildet. Sie weist einen an einem Gestell 24 gehaltenen Servomotor 25 auf, der über einen Zahnradtrieb 26 einen Exzenter 27 oder einen entsprechenden Kurbeltrieb antreibt. Die Kurbel ist um eine Achse 28 drehbar und in dem Gestell 24 gelagert. Das Gestell 24 ist mit dem Abtrieb 22 unmittelbar verbunden. Der Exzenter 27 treibt über ein Pleuel 29 einen Zwischenstößel 30, der in dem Gestell 24 geführt ist.

[0035] Der Zwischenstößel 30 ist mit der zweiten Antriebseinrichtung 21 verbunden, deren Kennlinie den Kennlinienast II bildet und die in Form eines Hydraulikzylinders 31, in dem ein verschiebbar gelagerter Kolben 32 angeordnet ist, ausgebildet ist. Der Hydraulikzylinder 31 ist unmittelbar mit dem zweiten Abtrieb 23 verbunden. In ihm sind zwei Arbeitskammern 33, 34 begrenzt, die gesteuert mit Hydraulikfluid beaufschlagbar sind.

[0036] Zur Ansteuerung der Antriebseinrichtungen 20, 21 ist der Servomotor 25 mit einer Steuerleitung 35 versehen, die einen Teil der Leitung 15 bildet. Außerdem kann er einen Positionssensor haben, der über eine Sensorleitung 36 Positionssignale sendet. Außerdem kann zu der Leitung 15 eine Hydraulikleitung 37 gehören, die zur Ansteuerung der Arbeitskammer 34 dient. Eine weitere Hydraulikleitung zur Ansteuerung der Hydraulikkammer 33 ist nicht veranschaulicht, kann jedoch ebenfalls vorhanden sein. Zur Steuerung der Antriebseinrichtung 21 dienen z.B. ein Hydraulikventil 38, eine Druckquelle, die nicht veranschaulicht ist, sowie ein Druckspeicher 39, der in Figur 2 nur schematisch dargestellt ist.

[0037] Das insoweit beschriebene Pressen-Antriebsmodul 11 und die Presse 1 arbeiten wie folgt:

[0038] Die Pressen-Antriebsmodule 11, 12, 13 werden von der Steuereinrichtung 14 synchron angesteuert, um eine Auf- und Abbewegung des Stößels 7 zu erzeugen. Die von dem Stößel 7 durchlaufene Weg/Zeit-Kurve ähnelt beispielsweise einer Sinuskurve mit wesentlich abgeflachter unterer Welle. Während der obere Teil dieser Kurve ein mit geringen Kräften einhergehendes Öffnen und Schließen des Presswerkzeugs 10 bedeutet, bezieht sich der untere Teil der Weg/Zeit-Kurve auf einen geringen Hubabschnitt oberhalb des unteren Totpunkts des Stößels 7, bei dem die eigentliche Materialumformung stattfindet. Beträgt der Hub beispielsweise 500 mm ist die auf den Stößel 7 zu übertragende Kraft in den oberen 400 mm in der Regel relativ gering während sie in den unteren 100 mm größer sein kann. Jeweils abhängig vom Anwendungsfall können die Verhältnisse zu größeren oder kleineren Weganteilen hin verschoben sein.

[0039] Das Pressen-Antriebsmodul 11 nutzt die Antriebseinrichtung 20, um Wegabschnitte des Gesamthubs schnell, dabei aber mit relativ geringen Kräften zu durchheilen. Der von der Antriebseinrichtung 20 erbrachte Hub des Zwischenstößels 30 ist geringer als der gewünschte Gesamthub. Bei dem vorstehend beschriebenen Zahlenbeispiel bleibend, kann mit der ersten Antriebseinrichtung 20 beispielsweise der obere 400 mm messende Wegabschnitt des Stößelwegs durchlaufen werden. Dabei ändert sich ständig das Übersetzungsverhältnis zwischen dem Servomotor 25 und dem Zwischenstößel 30. Die Übersetzung geht bei Annäherung an den oberen und den unteren Totpunkt jeweils gegen unendlich. Das bedeutet, dass das Verhältnis zwischen Weg des Zwischenstößels 30 zu Drehwinkel des Servomotors 25 kurzzeitig 0 beträgt. Diese Positionen, die auch als Strecklage bezeichnet werden können, stellen Abstützpositionen der oberen Antriebseinrichtung 20

dar. In diesen Positionen kann die obere Antriebseinrichtung 20 sehr große Kräfte abstützen.

[0040] Erreicht die obere Antriebseinrichtung 20 bei Annäherung des Stößels 7 an seinen unteren Totpunkt ihre Strecklage, wird die zweite Antriebseinrichtung 21 aktiviert. Es strömt nun Hydraulikfluid in die Arbeitskammer 34, um die letzten 100 mm Arbeitshub auszuführen. Der Weg/Zeit-Verlauf der Stößelbewegung ist dabei durch Beeinflussung des Massenstroms des zuströmenden Hydraulikfluids in weiten Grenzen einstellbar. Die zwischen den Abtrieben 22, 23 erzeugbare Kraft entspricht hierbei der Kraft der zweiten Antriebseinrichtung 21. Diese kann prinzipiell wesentlich größer sein als die von der ersten Antriebseinrichtung 20 sonst aufbringbare Kraft, denn diese befindet sich in Streck- oder Neutral-lage, so dass der Servomotor 25 weitgehend kräftefrei bleibt.

[0041] Zur Kontrolle der Position der zweiten Antriebseinrichtung 21 kann ein Positionssensor 40 vorgesehen sein, der die Position des Kolbens 32 überwacht. Der Positionssensor 40 kann über eine zu der Leitung 15 gehörige Sensorleitung 41 mit der Steuereinrichtung 14 verbunden sein.

[0042] Die Antriebseinrichtungen 20, 21 können, wie beschrieben, zeitlich nach einander aktiviert werden. Es ist auch möglich, sie zeitlich zumindest etwas überlappend zu aktivieren, d.h. mit dem Betrieb der Antriebseinrichtung 21 zu beginnen, wenn die Antriebseinrichtung 20 ihrem unteren Totpunkt nähert. Damit wird ein glatter ruckfreier Übergang der Antriebsbewegungen sichergestellt. Außerdem kann die Antriebseinrichtung 21 ergänzend wirken, wenn sich die Geschwindigkeit des Zwischenstößels 30 bei Annäherung an die untere Strecklage an den Wert Null annähert.

[0043] Das vorgestellte Pressen-Antriebsmodul hat den Vorzug, dass einerseits mit relativ kleinen Servomotoren gearbeitet werden kann und andererseits zur Betätigung der zweiten Antriebseinrichtung 21 nur relativ geringe Hydraulikfluidströme erforderlich sind.

[0044] Die beiden Antriebseinrichtungen 20, 21 nutzen bei der vorgestellten Ausführungsform unterschiedliche Antriebskonzepte, die sogar von unterschiedlichen Energiearten ausgehen (Elektroenergie und hydraulische Energie). Es ist jedoch auch möglich, zwei Antriebseinrichtungen 20-1, 21-1 miteinander zu kombinieren, die gleiche Antriebsenergien nutzen, wie Figur 2 veranschaulicht. Das dort dargestellte Pressen-Antriebsmodul 11-1 basiert auf zwei Servomotoren 25a, 25b, die beide jeweils ein Spindelhubgetriebe betätigen. Das Spindelhubgetriebe der Antriebseinrichtung 20-1 wirkt unmittelbar auf den unteren Abtrieb 23-1 während sein Servomotor 25a unmittelbar mit dem oberen Abtrieb 22-1 verbunden ist. Dagegen wirken der Servomotor 25b und sein Spindelhubgetriebe über ein Kniehebelgetriebe 42, das zwischen dem oberen Abtrieb 22-1 und dem unteren Abtrieb 23-1 angeordnet ist. Wirkungsmäßig sind somit beide Antriebseinrichtungen 20-1, 21-1 parallel angeordnet. Dennoch ergänzen sich die beiden Antriebseinrich-

tungen 20-1, 21-1 aufgrund ihrer unterschiedlichen Kraft/Weg-Charakteristika. Zum Beispiel vergrößert die Antriebseinrichtung 20-1 den nutzbaren Hub auf Werte, die sich allein mit der Antriebseinrichtung 21-1 nicht erreichen lassen. Der Unterschied zwischen den Kennlinien wird hier dadurch bewirkt, dass die Antriebseinrichtung 20-1 unmittelbar und die Antriebseinrichtung 21-1 mittelbar über ein Kniehebelgetriebe wirkt.

[0045] Wie Figur 4 veranschaulicht, lassen sich mit den Pressen-Antriebsmodulen 11, 12 unterschiedlich große Pressen aufbauen. Figur 4 veranschaulicht eine Presse 1', deren Stößel 7 von lediglich zwei Pressen-Antriebsmodulen 11, 12 angetrieben wird. Diese sind mit den Antriebsmodulen 11, 12 der Presse 1 gemäß Figur 1 identisch. Es gilt die vorstehende Beschreibung somit entsprechend. Werden die elektro-hydraulischen Pressen-Antriebsmodule 11, 12 gemäß Figur 2 genutzt, sind die Antriebseinrichtungen 21 über den Druckspeicher 39 gepuffert, so dass eine entsprechende Netzbelastung gleichmäßig wird. Die Servomotoren 25 können ebenfalls aus einem Puffer 43 beispielsweise in Form eines Motorgeneratorsatzes, einer Kondensatorbatterie oder sonstiger geeigneter Speicher betrieben werden. Die Steuereinrichtung 14 ist außerdem an ein Netz 44 angeschlossen, aus dem es beispielsweise zur Nachladung des Puffers 43 relativ gleichmäßig Energie entnimmt.

[0046] Die Pressen-Antriebsmodule 11, 12 der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen sind als gesonderte Baueinheiten mit oder ohne eigenes Gehäuse aufgebaut, die als vorgefertigte Einheiten in Pressen eingebaut werden können. Die Figuren 5 und 6 veranschaulichen eine abgewandelte Ausführungsform, bei der kombinierte und vereinheitlichte Pressen-antriebsmodule 11, 12 verwendet werden, die teilweise in die Pressen 1a, 1b integriert sind. Wegen der allgemeinen Beschreibung der Pressen 1a, 1b wird unter Zugrundelegung der eingeführten Bezugszeichen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen.

[0047] Ähnlich wie bei dem Antriebsmodul 11 gemäß Figur 2 sind die Antriebsmodule 11, 12 der zu einer gemeinsamen Baureihe gehörigen Pressen 1a, 1b der Figuren 5 und 6 kombiniert als servomotorbetriebener Exzenter oder Kurbeltrieb und Hydraulikzylinder ausgebildet. Jedoch sind die Antriebseinrichtungen 20, 21 nicht zu einer gesonderten Baueinheit vereinigt, sondern Teil des Kopfstücks 6 bzw. des Stößels 7. Das vorstehend beschriebene Modulkonzept wird jedoch insoweit übernommen als die Antriebseinrichtungen 20, 21 bei allen Pressen der veranschaulichten Baureihe untereinander gleich ausgebildet sind. Die vergleichsweise kleinere Presse 1a enthält lediglich ein Pressen-Antriebsmodul 11 während die Presse 1b zwei oder mehrere Antriebsmodule 11, 12 usw. enthält. Die veranschaulichte Pressenbaureihe unterscheidet sich hinsichtlich ihrer Antriebe somit lediglich durch die Anzahl der verwendeten Pressen-Antriebsmodule, nicht aber durch deren Aufbau.

[0048] In Abwandlung dieser Ausführungsform ist es möglich, Pressen-Antriebsmodule unterschiedlicher Kraft- oder Leistungsklassen oder Hubklassen bereitzustellen. Ein Beispiel ist in Figur 7 veranschaulicht. Es werden dort fünf verschiedene Pressen-Antriebsmodultypen veranschaulicht, deren Leistungen beispielsweise exponentiell gestuft sind. Sie können sich z.B. um den

Faktor $\sqrt{2}$ voneinander unterscheiden. Durch Kombination verschiedener Pressen-Antriebsmodule unterschiedlicher Leistungsklassen jedoch gleichen Hubs lassen sich somit nicht nur Pressenleistungen im Rahmen ganzzahliger Vielfacher der Leistungen einzelner Antriebsmodule sondern auch Zwischenstufen erreichen.

[0049] Figur 8 veranschaulicht in aufs Äußerste schematisierter Weise eine weitere Ausführungsform eines Pressen-antriebsmoduls 11-2 mit zwei Antriebseinrichtungen 20-2, 21-2 mit Servomotoren 25b, 25c. Diese arbeiten mit unterschiedlichen Übersetzungen über Zahnradtriebe 45, 46 auf eine gemeinsame Gewindespindel 47, die eine Spindelmutter 48 linear hin und her gehend antreibt. Der Servomotor 25b ist in der Lage, relativ große Drehmomente auf die Gewindespindel 47 zu übertragen, während der Servomotor 25c kleinere Momente überträgt, bei einer gegebenen Spindeldrehzahl jedoch langsamer läuft. Damit kann der Servomotor 25c sehr schnelle Stellbewegungen erzeugen während der Servomotor 25b sehr hohe Presskräfte erzeugen kann. Bei schneller Fahrt, d.h. Ansteuerung des Servomotors 25c mit voller Leistung, läuft der Servomotor 25b auf überhohen Drehzahlen, bei denen er selbst kein entsprechendes Drehmoment mehr abgeben könnte. Somit wird der Anwendungsbereich der Servomotorantriebe für Pressenstößel erweitert. Die Lösung ist einfach und bedarf an sich keiner Kupplungen. Jedoch kann bedarfsweise zwischen dem Zahnradtrieb 45 und dem Servomotor 25b eine schaltbare Kupplung oder ein Freilauf angeordnet werden. Es können auch zwei gegensinnig wirksame Freiläufe vorgesehen werden, die bedarfsweise sperrbar sind.

[0050] Eine weitere Variante eines Pressen-Antriebsmoduls 11-3 verschaulicht Figur 9. Diese beruht auf zwei hydraulischen Antriebseinrichtungen, 20-3, 21-3, die zwischen den Abtrieben 22-3, 23-3 seriell angeordnet sind. Die hydraulische Antriebseinrichtung 20-3 ist für lange Hübe bei relativ geringer Kraft ausgelegt. Die hydraulische Antriebseinrichtung 21-3 ist für kurze Hübe mit hoher Kraft ausgelegt. Zwischen beiden Antriebseinrichtungen 20-3, 21-3 ist eine Bremseinrichtung 49 vorgesehen, mit der die vergleichsweise schwächere Antriebseinrichtung 20-3 festbremsbar ist. Auf diese Weise kann die von der Antriebseinrichtung 21-3 bei Aktivierung ausgehende höhere Kraft abgestützt und somit auf den Abtrieb 22-3 übertragen werden. Das veranschaulichte Pressen-Antriebsmodul 11-3 konsumiert somit bei schneller Fahrt wesentlich weniger Hydraulikfluid als ein entsprechend großer Hydraulikzylinder und es ist in der Lage, die ge-

forderten hohen Antriebskräfte auf einem Teil der Bewegungskurve des Stößels zu erzeugen.

[0051] Erfindungsgemäß werden Pressen-Antriebsmodule vorgeschlagen, die einen vereinheitlichten Pressenentwurf gestatten. Die Pressen einer Baureihe werden mit immer gleichen Pressenantriebsmodulen ausgestattet, wobei die Presskraft der Pressen lediglich durch Anpassung der Anzahl der Pressen-Antriebsmodule variiert wird. Die Pressen-Antriebsmodule enthalten jeweils zwei Antriebseinrichtungen, die parallel oder seriell zusammenwirken und unterschiedliche Kennlinien aufweisen. Insbesondere weisen sie unterschiedliche maximale Fahrgeschwindigkeiten und unterschiedliche Maximalkräfte auf. Auch können sie hinsichtlich ihrer Positionierbarkeit und Wegauflösung unterschiedlich gestaltet sein. Dieses Konzept gestattet nicht nur eine Vereinheitlichung von Pressen unterschiedlicher Leistungsklassen innerhalb einer Baureihe sondern darüber hinaus die weitgehend freie Festlegung von Weg/Zeit-Kurven der Stößel und somit letztendlich auch eine freiere Gestaltung von Werkstücken, insbesondere Karosserieteilen.

25 Patentansprüche

1. Pressen-Antriebsmodul für einen Pressenstößel (7) zur Erzeugung einer Antriebsbewegung und einer Presskraft zwischen einem ersten mit einem Pressengestell (2) zu verbindenden Abtrieb (22) und einem mit dem Pressenstößel (7) verbundenen zweiten Abtrieb (23),
mit einer ersten Antriebseinrichtung (20), die mit zumindest einem der zumindest zwei Abtriebe (22, 23) verbunden ist und die durch eine erste Kraft/Weg-Kennlinie **gekennzeichnet** ist,
mit wenigstens einer zweiten Antriebseinrichtung (21), die wenigstens mit dem anderen der zumindest zwei Abtriebe (22, 23) verbunden ist und die durch eine zweite Kraft/Weg-Kennlinie **gekennzeichnet** ist,
wobei die Kraft/Weg-Kennlinien der zumindest zwei Antriebseinrichtungen (20, 21) unterschiedlich festgelegt sind und
wobei das Pressen-Antriebsmodul (11) eine bauliche Einheit bildet.
2. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Pressen-Antriebsmodul (11) eine von der Presse gesonderte bauliche Einheit bildet.
3. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Antriebseinrichtungen (20, 21) ein Getriebe (27, 29) mit variabler Übersetzung enthält.
4. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 3, **dadurch**

gekennzeichnet, dass das Getriebe (27, 29, 42) einen Stützstellungspunkt aufweist, in dem das Verhältnis zu ausgangsseitiger Bewegung zu eingangsseitiger Bewegung Null ist.

5. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Antriebseinrichtungen (20, 21) als Antriebsquelle einen Servomotor (25) aufweist.
6. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Antriebseinrichtungen (20, 21) seriell wirkend angeordnet ist.
7. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 1 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Antriebseinrichtungen (20, 21) zeitlich nacheinander aktiviert werden.
8. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Antriebseinrichtungen (20, 21) parallel wirkend angeordnet sind.
9. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Antriebseinrichtungen (20, 21) gleichzeitig aktiviert werden.
10. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Pressen-Antriebsmodul (11) ein eigenes Grundgestell (24) aufweist.
11. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Pressen-Antriebsmodul (11) ein Gehäuse aufweist, in dem die wenigstens zwei Antriebseinrichtungen (20, 21) untergebracht sind.
12. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Antriebseinrichtungen (20, 21) ein Energiespeicher (39, 43) zugeordnet ist.
13. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Energiespeicher ein mechanischer Energiespeicher ist.
14. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Energiespeicher ein pneumatisch/hydraulischer Energiespeicher (39) ist.
15. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Energiespeicher ein elektrischer Energiespeicher (43) ist.
16. Pressen-Antriebsmodul nach Anspruch 1, **dadurch**

gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Antriebseinrichtungen (20, 21) mit einem der Abtriebe über eine Kupplungseinrichtung verbunden ist.

- 5 17. Verfahren zur Bereitstellung einer Pressenbaureihe, umfassend mehrere Pressen (1a, 1b) unterschiedlicher Presskraft, jeweils mit Antriebsmodulen (11, 12, 13) für deren Pressenstößel (7) zur Erzeugung einer Antriebsbewegung und einer Presskraft zwischen einem ersten mit einem Pressengestell (2) zu verbindenden Abtrieb (22) und einem mit dem Pressenstößel (7) verbundenen zweiten Abtrieb (23), wobei die Pressen-Antriebsmodule jeweils:
 - 10 a. eine erste Antriebseinrichtung (20), die mit zumindest einem der Abtriebe (22) verbunden ist und die durch eine erste Kraft/Weg-Kennlinie **gekennzeichnet** ist, und
 - b. wenigstens eine zweite Antriebseinrichtung (21) aufweist, die wenigstens mit dem anderen der zumindest zwei Abtriebe (23) verbunden ist und die durch eine zweite Kraft/Weg-Kennlinie **gekennzeichnet** ist,
 - 15 wobei die Kraft/Weg-Kennlinien der zumindest zwei Antriebseinrichtungen (20, 21) unterschiedlich festgelegt sind und wobei innerhalb der Pressenbaureihe für Pressen (1a, 1b) unterschiedlicher Presskraft einheitliche Antriebsmodule (11, 12) in unterschiedlicher Anzahl verwendet werden.
- 20 18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Pressenbaureihe Antriebsmodule (11, 12) in wenigstens zwei unterschiedlichen Leistungsklassen bereitgestellt werden, wobei die Antriebsmodule (11, 12) innerhalb jeder Leistungsklasse einheitlich sind.
- 25 19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsmodule (11, 12) der unterschiedlichen Leistungsklassen gleiche Maximalhübe aufweisen.
- 30 20. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsmodule (11, 12) in wenigstens drei Leistungsklassen bereitgestellt werden und dass die Leistungsklassen exponentiell gestuft sind.
- 35 21. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistungsklassen durch die von den Antriebsmodulen (11, 12) aufbringbare Maximalkraft bestimmt sind.
- 40
- 45
- 50
- 55

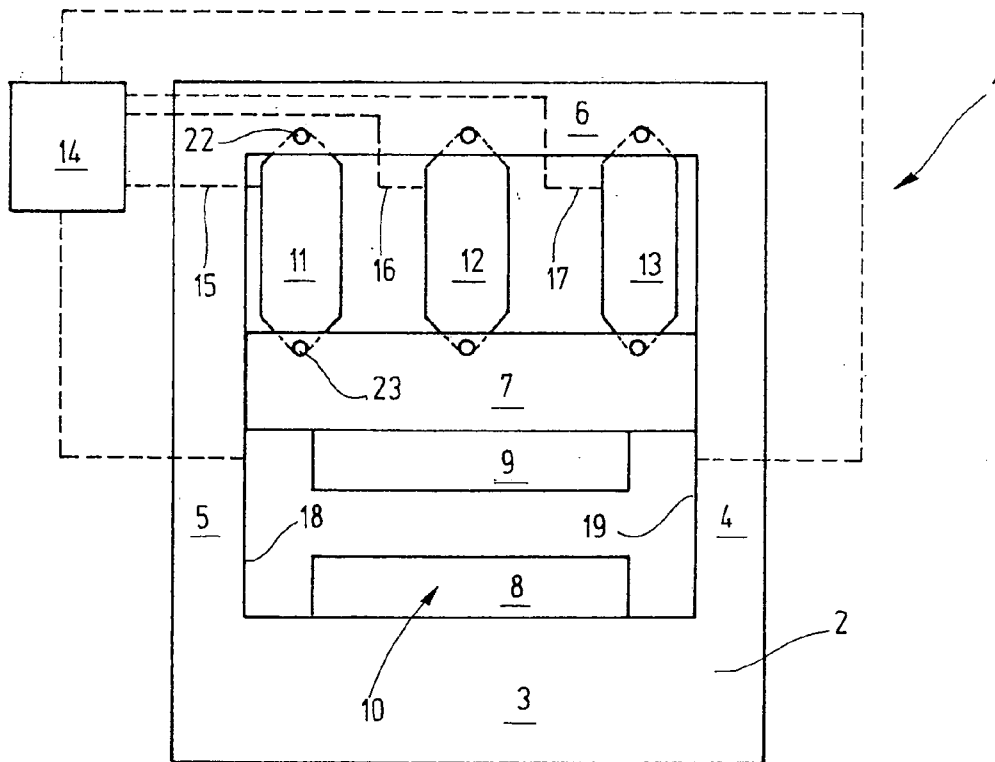


Fig.1

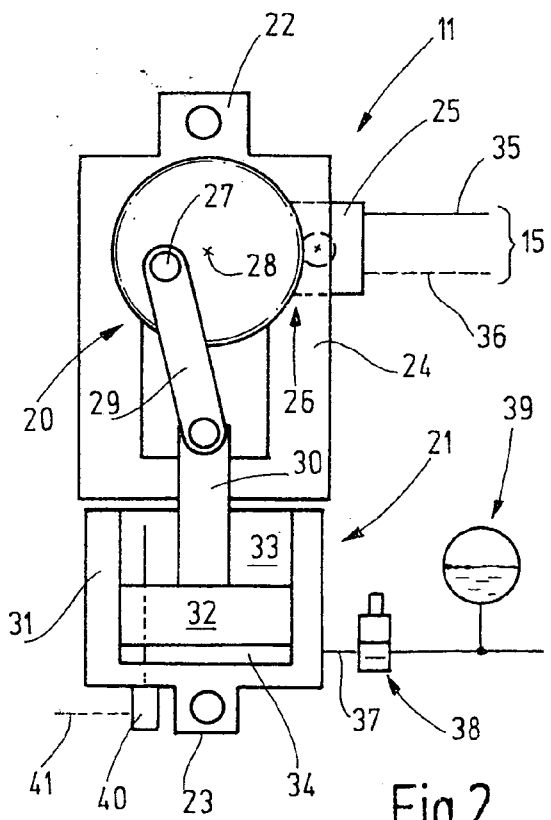


Fig.2

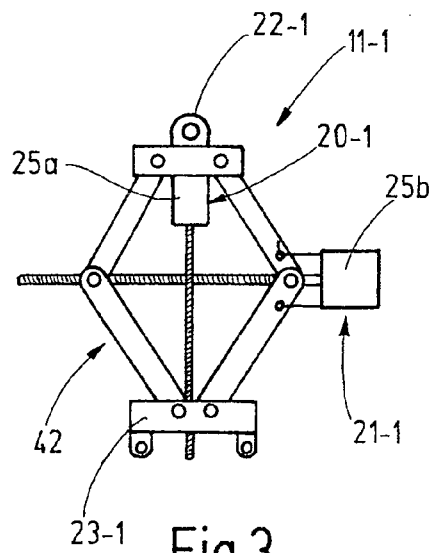
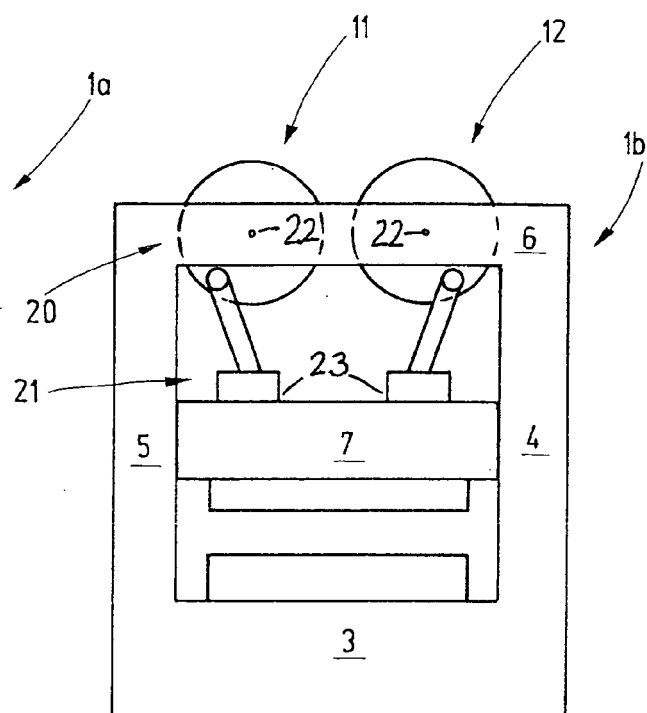
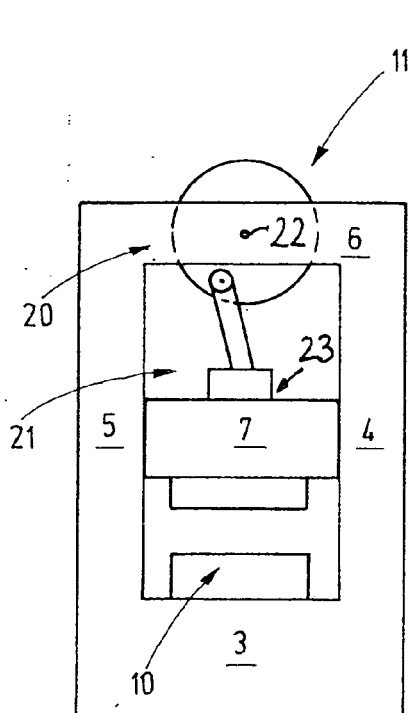
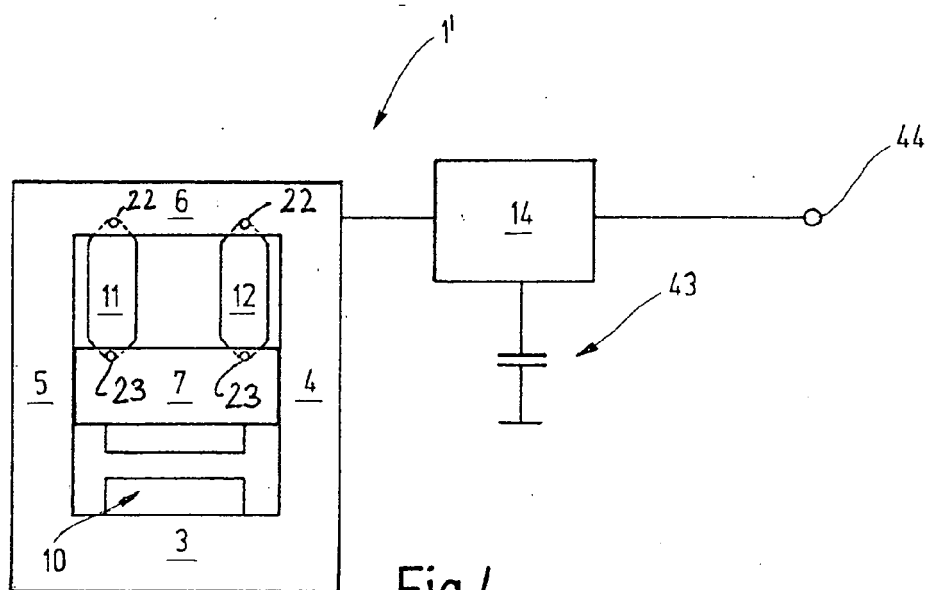


Fig.3



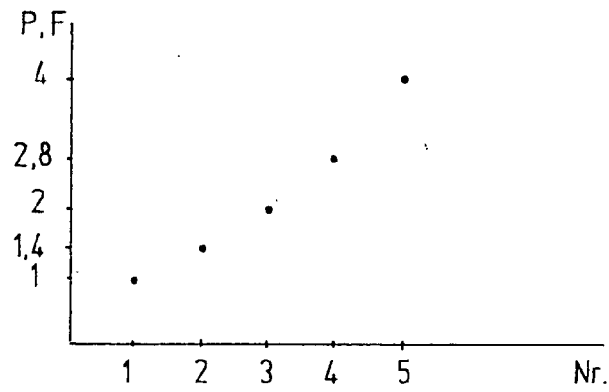


Fig.7

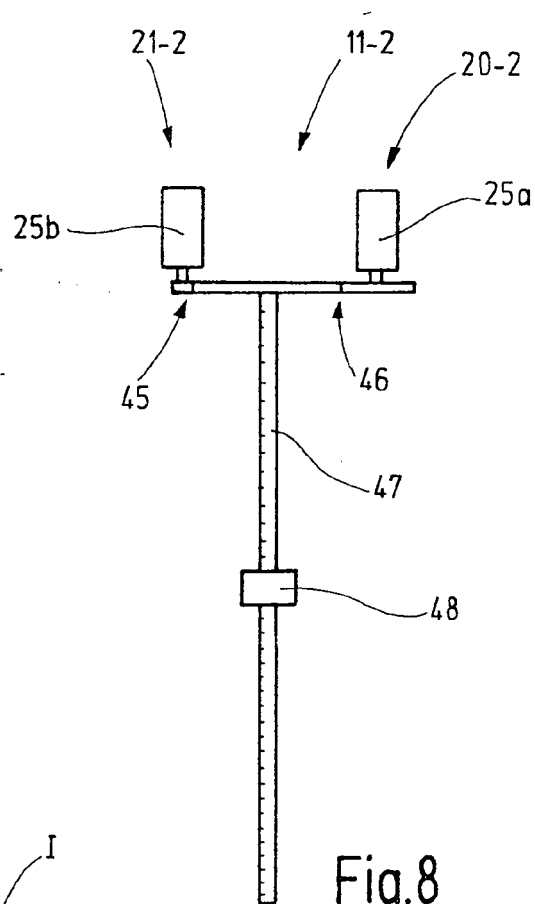


Fig.8

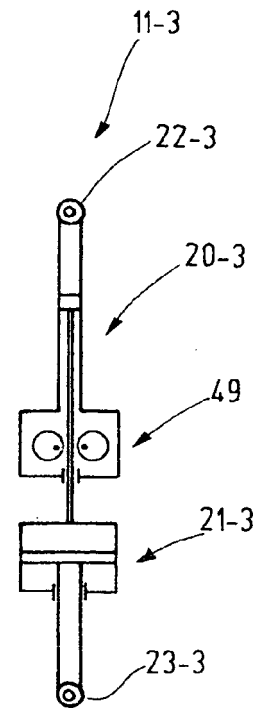


Fig.9

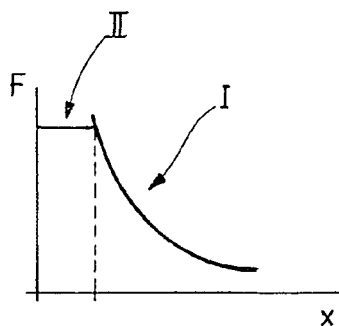


Fig.10

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 4109796 C2 [0002]
- US 6041699 A [0004]
- JP 2000343283 A [0005]