

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
9. August 2012 (09.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/104384 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B30B 1/32 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/051789

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Februar 2012 (02.02.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 000 473.4
2. Februar 2011 (02.02.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **LANGENSTEIN & SCHEMANN GMBH**
[DE/DE]; Hahnweg 139, 96450 Coburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAUERSACHS,**
Lothar [DE/DE]; Dorfbachweg 15, 96279 Weidhausen
(DE). **RÜGER, Herbert** [DE/DE]; Steinachstraße 17,
96277 Schneckenlohe (DE).

(74) Anwalt: **SCHRÖER, Gernot H.**; Meissner Bolte &
Partner GbR, Bankgasse 3, 90402 Nürnberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

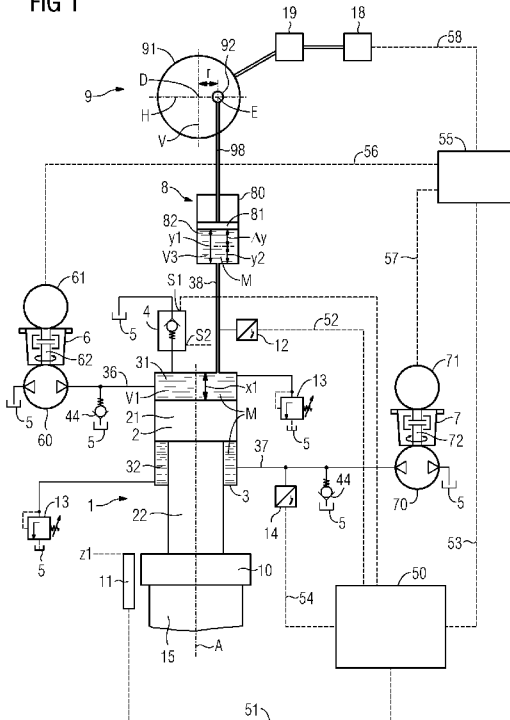
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PRESS AND METHOD FOR PRESSING WORKPIECES

(54) Bezeichnung : PRESSMASCHINE UND VERFAHREN ZUM PRESSEN VON WERKSTÜCKEN

FIG 1



(57) Abstract: Pressing of workpieces by means of a press, in which a work cycle which is controlled by means of the control device (50) with consideration of the positional values which are determined by means of the position measuring device comprises a pressing stroke, a decompression operation and a controlled return stroke, wherein a) during the pressing stroke, the first delivery device delivers medium (M) from the medium reservoir (5) into the first part chamber (31) in order to build up a hydraulic pressing pressure and the valve (4) is closed and the pressing tool is pressed against the workpiece, b) during the decompression operation, the valve is closed and the first delivery device is switched off or is switched to low-torque operation, c) during the controlled return stroke, the second delivery device delivers hydraulic medium from the medium reservoir (5) into the second part chamber and the valve is opened again, with the result that the working body and the ram are raised back into the starting position again or else into another starting position, and hydraulic medium (M) which is displaced through the open valve (4) flows out of the second part chamber into the medium reservoir.

(57) Zusammenfassung: Pressen von Werkstücken mittels einer Pressmaschine, bei dem ein Arbeitszyklus,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/104384 A1

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

der mittels der Kontrolleinrichtung (50) unter Berücksichtigung der mittels der Positionsmesseinrichtung bestimmten Positionswerte kontrolliert wird, einen Presshub, einen Dekompressionsvorgang und einen kontrollierten Rückhub umfasst, wobei a) beim Presshub die erste Fördereinrichtung Medium (M) aus dem Mediumspeicher (5) in die erste Teilkammer (31) zum Aufbau eines hydraulischen Pressdrucks fördert und das Ventil (4) geschlossen wird und das Presswerkzeug gegen das Werkstück gepresst wird, b) beim Dekompressionsvorgang das Ventil geschlossen ist und die erste Fördereinrichtung ausgeschaltet oder drehmomentarm geschaltet ist, c) beim kontrollierten Rückhub die zweite Fördereinrichtung hydraulisches Medium aus dem Mediumspeicher (5) in die zweite Teilkammer fördert und das Ventil wieder geöffnet wird, so dass der Arbeitskörper und der Stößel wieder zurück in die Ausgangslage oder auch in eine andere Ausgangslage gehoben werden und durch das offene Ventil (4) verdrängtes hydraulisches Medium (M) aus der zweiten Teilkammer in den Mediumspeicher strömt.

PRESSMASCHINE UND VERFAHREN ZUM PRESSEN VON WERKSTÜCKEN

Beschreibung

- 5 Die Erfindung betrifft eine Pressmaschine zum Pressen von Werkstücken und ein Verfahren zum Pressen von Werkstücken.

Zum Pressen von Werkstücken bei der Kaltumformung, insbesondere bei der Blechumformung, oder Warmumformung, insbesondere beim Schmieden von
10 metallischen schmiedbaren Werkstoffen, sind verschiedene Umformmaschinen (Pressmaschinen) bekannt (siehe beispielsweise *VDI-Lexikon Band Produktionstechnik Verfahrenstechnik*, Herausgeber: Hiersig, VDI-Verlag, 1995, Seiten 1107 bis 1113). Wenigstens ein Stößel mit einem ersten Presswerkzeug der Pressmaschine wird von einem Antrieb angetrieben und relativ zu einem zwei-
15 ten Presswerkzeug der Pressmaschine bewegt, so dass zwischen den Presswerkzeugen das Werkstück durch Presskräfte umgeformt werden kann.

Die in der Regel weggebunden arbeitenden mechanischen Pressen nutzen mechanische Antriebe, beispielsweise Servomotorantriebe, mit verschiedensten
20 Übersetzungsmechanismen, beispielsweise Exzenterantrieben (Exzenterpressen) oder Kniehebelantrieben (Kniehebelpressen). Die Umformkraft oder Stößelkraft ist abhängig von dem Weg oder der Stellung des Stößels.

Durch die bei Pressvorgängen auftretenden hohen Kräfte werden die mechanischen Komponenten von mechanischen Pressen stark belastet, wodurch deren
25 Leistungsfähigkeit begrenzt wird. Außerdem ist im Allgemeinen eine Gewichtskompensation des Stößels erforderlich.

Die in der Regel kraftgebunden arbeitenden hydraulischen Pressen nutzen ei-
30 nen hydraulischen Antrieb mittels eines hydraulischen Mediums wie Öl oder Wasser, dessen Druckenergie von in Hydraulikzylindern laufenden Kolben in mechanische Umformarbeit umgesetzt wird. Die Stößelkraft entspricht dem Produkt von hydraulischem Druck und Kolbenfläche und ist weitgehend unab-

hängig von der Stellung des Stößels. Der hydraulische Antrieb des Kolbens kann ein unmittelbarer Pumpenantrieb mit einer motorangetriebenen regelbaren Pumpe (siehe z.B. *DE 196 80 008 C1*) oder auch ein hydraulischer Speicherantrieb mit Druckspeicher und motorangetriebener Pumpe zum Herstellen
5 des Drucks in dem Druckspeicher sein. Der technische und energetische Aufwand für leistungsgeregelte hydraulische Pumpen ist allerdings relativ hoch.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin, eine neue Pressmaschine und ein neues Pressverfahren zur Verfügung zu stellen.

10

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Pressmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren gemäß Patentanspruch 7 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

15

Unter Bewegungsverlauf wird insbesondere ein Weg-Zeit-Verlauf oder Geschwindigkeits-Zeit-Verlauf oder Geschwindigkeits-Weg-Verlauf oder Kraft-Zeit-Verlauf oder Kraft-Weg-Verlauf verstanden.

20 Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen weiter erläutert. Dabei wird auch auf die Zeichnungen Bezug genommen, in deren

FIG 1 eine hydraulische Pressmaschine mit einem Exzenterantrieb, bei der der Arbeitskolben in einer oberen Stellung ist, in einem
25 Schaltbild

FIG 2 die Pressmaschine gemäß FIG 1, bei der der Arbeitskolben in einer unteren Stellung ist,

30 FIG 3 eine hydraulische Pressmaschine mit einem Pumpenantrieb für den Arbeitskolben, wobei der Arbeitskolben in einer oberen Stellung ist, in einem Schaltbild und

FIG 4 die Pressmaschine gemäß FIG 3, bei der der Arbeitskolben in einer unteren Stellung ist,

jeweils schematisch dargestellt sind. Einander entsprechende Teile und Größen sind in den FIG 1 bis 4 mit denselben Bezugszeichen versehen.

In allen Ausführungsbeispielen der hydraulischen Pressmaschine 1 gemäß FIG 1 bis 4 umfasst diese einen Stößel 10 und eine hydraulische Stößelantriebseinheit 1 mit einem hydraulischen Arbeitskolben 2, der in einem zugehörigen, mit hydraulischem Medium M gefüllten Hydraulik- oder Arbeitszylinder 3 axial zur Arbeitsachse A hydraulisch beweglich ist. Ein im Außendurchmesser an den Innendurchmesser des Arbeitszylinders 3 angepasster und gegen die Innenfläche des Arbeitszylinders 3 abgedichteter erster Kolbenbereich 21 des Arbeitskolbens 2 trennt dabei - zumindest innerhalb von Leckagetoleranzen - druckdicht einen unteren Zylinderraum 32 des Arbeitszylinders 3 von einem oberen Zylinderraum 31. Durch den unteren Zylinderraum 32 verläuft ein im Außendurchmesser kleiner als der erste Kolbenbereich 21 gestalteter, hier als Kolbenstange ausgebildeter zweiter Kolbenbereich 22 des Arbeitskolbens 2, so dass nur der den zweiten Kolbenbereich 22 umgebende ringförmige oder hohlzylindrische Bereich des unteren Zylinderraumes 32 mit dem hydraulischen Medium M gefüllt ist.

Der Arbeitskolben 2 bewegt den daran angekoppelten oder befestigten Stößel 10 der Pressmaschine 1, an dem sich ein Presswerkzeug 15 befindet. Dadurch kann das Presswerkzeug 15 in einzelnen Arbeitsschritten in einer Pressbewegung oder in einer Pressrichtung P auf ein nicht dargestelltes zu pressendes Werkstück, das sich auf einem zweiten, nicht dargestellten Presswerkzeug befindet, zu bewegt und in einer anschließenden Rückholbewegung wieder von diesem weg oder entgegengesetzt zur Pressrichtung bewegt werden.

30

Bei einer Vorwärtsbewegung des Arbeitskolbens 2 entlang der Arbeitsachse A, die in der Pressrichtung P erfolgt, vergrößert sich das Volumen V1 des oberen Zylinderraumes 31 und verkleinert sich das Volumen V2 des unteren Zylinder-

raumes 32 und bei der entgegengesetzt zur Pressrichtung P gerichteten Rückholbewegung des Arbeitskolbens 2 verkleinert sich das Volumen V_1 des oberen Zylinderraumes 31 und vergrößert sich das Volumen V_2 des unteren Zylinderraumes 32 wieder.

5

FIG 1 zeigt eine obere Stellung des Arbeitskolbens 2, bei der der erste Kolbenbereich 21 einen Abstand x_1 von der oberen Wand des Arbeitszylinders 3 hat, und FIG 2 eine untere Stellung des Arbeitskolbens 2, bei der der erste Kolbenbereich 21 einen Abstand x_2 von der oberen Wand des Zylinders 3 hat, wobei die Differenz $\Delta x = x_2 - x_1$ den maximalen Arbeitshub oder maximalen Weg des Arbeitskolbens 2 entlang der Arbeitsachse A darstellt. Die entsprechende Volumendifferenz beim maximalen Arbeitshub Δx beträgt $\Delta V_1 = \Delta x \cdot A_1$ im oberen Zylinderraum 31, wobei A_1 der Flächeninhalt der oberen wirksamen Querschnittsfläche des Kolbenbereichs 21 des Arbeitskolbens 2 ist, und $\Delta V_2 = \Delta x$
15 A_2 im unteren Zylinderraum 32, wobei A_2 der Flächeninhalt der unteren, ringförmig den Kolbenbereich 22 umgebenden wirksamen Querschnittsfläche des Kolbenbereichs 21 des Arbeitskolbens 2 ist. Der an den Arbeitskolben 2 gekoppelte Stößel 10 legt entsprechend einen axialen Weg oder vertikalen Hub zwischen einer oberen Position z_1 (bei Abstand x_1 des Arbeitskolbens) und einer
20 unteren Position z_2 (bei Abstand x_2 des Arbeitskolbens 2) zurück, was einem maximalen vertikalen Arbeitshub $\Delta z = z_2 - z_1$ des Stößels 10 entspricht.

Allgemein gesprochen, umfasst die Stößelantriebseinheit 1 einen in einer Arbeitskammer, die im Ausführungsbeispiel als Arbeitszylinder 3 ausgebildet ist,
25 hydraulisch geführten Arbeitskörper, der im Ausführungsbeispiel als Antriebskolben 2 ausgebildet ist, der die Arbeitskammer in der eine erste, vorzugsweise obere, Teilkammer und eine zweite, vorzugsweise untere, Teilkammer trennt. Die Erfindung ist nicht auf die im Ausführungsbeispiel angegebene Ausbildung und Anordnung der Arbeitskammer und ihrer Teilkammern und des
30 Arbeitskolbens beschränkt. Beispielsweise ist auch ein von einem Zylinder abweichender Querschnitt, eine horizontale Anordnung oder Bewegung oder auch eine andere Form des Arbeitskörpers oder auch eine, beispielsweise sternförmige oder über 90° gekreuzte Anordnung mehrerer Arbeitskörper und Arbeits-

kammern mit jeweiligen Stößeln zum gemeinsamen Bearbeiten eines Werkstücks möglich.

An den oberen Zylinderraum 31 ist ein steuerbares Ventil 4 hydraulisch angeschlossen, das zwischen den oberen Zylinderraum 31 und einen Mediumspeicher 5 für das hydraulische Medium M geschaltet ist. Steueranschlüsse zum Öffnen und Schließen des Ventils 4 sind mit S1 und S2 bezeichnet. Im geöffneten Zustand des Ventils 4 kann abhängig von der anliegenden Druckdifferenz Medium M vom oder in den Mediumspeicher 5 strömen, im geschlossenen Zustand des Ventils 4 dagegen nicht.

Zwischen den Mediumspeicher 5 und den oberen Zylinderraum 31 ist ferner eine Fördereinheit 60 einer Servopumpe 6 hydraulisch geschaltet. Die hydraulische Verbindungsleitung zwischen der Servopumpe 6 und dem oberen Zylinderraum 31 ist mit 36 bezeichnet. Die Fördereinheit 60, beispielsweise eine Förderschnecke oder ein Förderpumpenrad oder ein Innenzahnrad einer Innenzahnradpumpe, ist mittels einer Abtriebswelle 62 eines Servomotors 61 antreibbar und zwar in beiden Förderrichtungen durch Umkehr der Drehrichtung der Abtriebswelle 62 des Servomotors 61 wie dargestellt. Der Servomotor 61 ist über eine elektrische Leitung 56 mit einem elektrischen Umrichter 55 verbunden, der wiederum über eine elektrische Leitung 53 mit der Kontrolleinrichtung 50 verbunden ist.

An den unteren Zylinderraum 32 des Antriebszylinders 3 ist über eine hydraulische Verbindungsleitung 37 eine weitere Servopumpe 7 angeschlossen. Zwischen die Verbindungsleitung 37 und den Mediumspeicher 5 ist die Fördereinheit 70 der zweiten Servopumpe 7 geschaltet, die wieder über eine Abtriebswelle 62 von einem Servomotor 71 in der Förderrichtung umschaltbar angetrieben ist, wobei insbesondere der Servomotor 71 in seiner Drehrichtung reversierbar ist. Der Servomotor 71 ist über eine elektrische Leitung 57 mit dem Umrichter 55 verbunden.

In die Verbindungsleitung 37 ist ein dem vorderen Zylinderraum 32 zugeordne-

ter Druckmessumformer 14 geschaltet, der über eine Leitung 54 mit der Kontrolleinrichtung 50 verbunden ist.

5 Soweit nicht anders erwähnt, sind in den FIG 1 bis 4 elektrische Leitungen gestrichelt gezeichnet und hydraulische Leitungen mit durchgezogenen Linien und mechanische Verbindungen ebenfalls mit durchgezogenen Linien. Der Begriff Leitung oder Steuerleitung umfasst sowohl drahtgebundene als auch drahtlose, z.B. optische oder funkgestützte, Übertragungs- oder Verbindungsstrecken.

10

In die hydraulischen Verbindungsleitungen 36, 37 und 39 ist jeweils ferner ein Rückschlagventil 44 geschaltet, das mit dem Mediumspeicher 5 verbunden ist und die jeweilige Servopumpe 6, 7 und 17 vor Leerlauf schützt.

15 Schließlich ist dem oberen Zylinderraum 31 und dem unteren Zylinderraum 32 je eine Überlastsicherungseinrichtung 13 zugeordnet, die mit dem Mediumspeicher 5 verbunden ist und den Hydraulikdruck begrenzen zum Schutz der dem Hydraulikdruck ausgesetzten Komponenten vor Überlastung.

20 In dem Ausführungsbeispiel gemäß FIG 1 und 2 steht der obere Zylinderraum 31 des Arbeitszylinders 3 über einen Verbindungskanal 38 mit einem Antriebszylinderraum 82 eines Antriebszylinders 80 einer Antriebseinheit 8 für den Arbeitskolben 2 in hydraulischer Verbindung. Antriebszylinderraum 82 und Verbindungskanal 38 sind ebenfalls mit hydraulischem Medium M gefüllt.

25

Das Volumen V_3 des Antriebszylinderraumes 82 ist durch einen im Antriebszylinder 80 axial beweglichen und über ein Pleuel, insbesondere eine Pleuelstange, 98 einer Exzentereinheit 9 angetriebenen Antriebskolben 81 veränderbar. Das Pleuel 98 verbindet mechanisch den Antriebskolben 81 mit einem Exzenter 92 auf einer Exzenter Scheibe 91. Die Exzenterachse E des Exzenters 92 läuft exzentrisch in einem Radius r um eine Drehachse D der Exzenter Scheibe 91 bei deren Drehung um einen Drehwinkel φ . Als Drehantrieb für die Exzenter Scheibe 91 ist ein Antriebsmotor 18, insbesondere ein Torquemotor mit einem ho-

30

hen Drehmoment, vorgesehen, der, vorzugsweise über ein Getriebe 19, die Exzenter Scheibe 91 antreibt bei reversierbarer Drehrichtung des Antriebsmotors 18 oder des Getriebes 19 und der über eine elektrische Leitung 58 mit dem Umrichter 55 verbunden ist.

5

In der Stellung gemäß FIG 1 liegt die Exzenterachse E auf einer Horizontalen H durch die Drehachse D und das Pleuel 98 verläuft im Wesentlichen vertikal zwischen Exzenter 92 und dem Antriebskolben 81. In der Stellung gemäß FIG 2 ist die Exzenter Scheibe 91 mit dem Exzenter 92 um einen Drehwinkel $\varphi = 90^\circ$ weiter gedreht und die Exzenterachse E liegt nun auf einer Vertikalen V, die durch die Drehachse D verläuft, und zwar unterhalb der Drehachse D, so dass nun das Pleuel 98 schräg zwischen Exzenter 92 und dem Antriebskolben 81 verläuft. Die Drehachse D kann aber auch genau senkrecht oberhalb der Mitte des Antriebskolbens 81 liegen.

15

Aus dieser Exzenterbewegung der Exzenterereinheit 9 resultiert eine axiale Bewegung des Antriebskolbens 81. Der Abstand des Antriebskolbens 81 von der unteren Wand des Antriebszylinders 80 ist in FIG 1 mit y_1 bezeichnet und in FIG 2 mit y_2 , wobei $y_1 > y_2$. Die Differenz $\Delta y = y_1 - y_2$ zwischen den Stellungen in FIG 1 und FIG 2 ist der maximale Arbeitshub des Antriebskolbens 81 und entspricht antriebsseitig der Exzenterdrehung des Exzenters 92 um den Drehwinkel $\varphi = 90^\circ$ einerseits und abtriebsseitig dem maximalen Arbeitshub Δx des Antriebskolbens 2 und entsprechend dem maximalen Arbeitshub Δz des Stößels 10 andererseits.

25

Der maximale Arbeitshub Δy und auch die erzielbare Press- oder Umformkraft ist abhängig vom Radius r des Exzenters 92, vom gewählten oder eingestellten maximalen Drehwinkel φ und von der Länge des Pleuels 98, die nachfolgend auch alle als Exzenterparameter bezeichnet werden. Die diesem maximalen Arbeitshub Δy entsprechende Volumendifferenz des Volumens V_3 des Antriebszylinderraumes 82 beträgt $\Delta V_3 = \Delta y A_3$, wobei A_3 der Flächeninhalt der unteren wirksamen Querschnittsfläche des Antriebskolbens 81 ist.

30

Dadurch ändert sich der Druck im Medium M und/oder es fließt, bei Verkleinerung des Volumens V3 durch Bewegung des Antriebskolbens 81 in FIG 1 und 2 nach unten, Medium M von dem Antriebszylinderraum 82 über den Verbindungskanal 38 in den unteren Zylinderraum 31 des Arbeitszylinders 3 oder
5 umgekehrt.

Die Fläche A3 des Antriebskolbens 81 ist in der Regel kleiner gewählt als die obere Fläche A1 des Arbeitskolbens 2, wobei das Verhältnis je nach der gewünschten Kraftübersetzung, die über den im Wesentlichen gleichen Druck
10 proportional ist zu den jeweiligen Flächen, bestimmt ist.

Die Antriebseinheit 8 und die Exzentereinheit 9 mit dem Antriebsmotor 18 bilden gemeinsam eine erste hydraulische Fördereinrichtung, die hydraulisch einerseits an die erste Teilkammer der Arbeitskammer und andererseits an den
15 Mediumspeicher angeschlossen ist und in der Förderrichtung reversierbar ist und einen mechanisch-hydraulischen Hybridantrieb darstellt. Diese Ausführung leistet hohe Umformkräfte auch oder gerade am Ende des Pressweges (wegen der variablen Übersetzung der sinusförmigen Kinematik) bei ansteigenden Umformkräften und ist auch zum Stauchen oder zum Kaltumformen oder zum Halten des Stößels in bestimmten kraftbelasteten Positionen, z.B. bei der Wärmebehandlung (Annealing) oder für Fließvorgänge im Werkstück, besonders geeignet Die Servopumpe 7 ist ein Ausführungsbeispiel für eine zweite hydraulische Fördereinrichtung, die hydraulisch einerseits an die zweite Teilkammer der Arbeitskammer und andererseits an den Mediumspeicher angeschlossen ist
20 und in der Förderrichtung reversierbar ist.

Die Servopumpe 6 bildet dagegen eine dritte hydraulische Fördereinrichtung, die hydraulisch einerseits an die zweite Teilkammer der Arbeitskammer und andererseits an den Mediumspeicher angeschlossen ist und in der Förderrichtung reversierbar ist. Diese durch die Servopumpe 6 gebildete dritte hydraulische Fördereinrichtung dient in erster Linie zum Ausgleich von Leckagen im hydraulischen System, die durch den Exzenterantrieb wegen des begrenzten Hubes nur begrenzt ausgeglichen werden können, kann aber zusätzlich auch
30

zur Unterstützung oder als Teil der ersten Fördereinrichtung beim Pressen herangezogen werden.

In dem Ausführungsbeispiel gemäß FIG 3 und FIG 4 ist anstelle des Exzenterantriebs 9 und der Antriebseinheit 8 als erste Fördereinrichtung eine Servopumpe 17 vorgesehen mit einer Fördereinheit 170, die wieder über eine Abtriebswelle 172 von einem Servomotor 171, der über eine Leitung 57 mit dem Umrichter 55 verbunden ist, angetrieben wird und in beiden Förderrichtungen betreibbar ist. Die Servopumpe 17 ist an einer Seite über eine hydraulische Verbindungsleitung 39 mit der hinteren Zylinderkammer 31 des Arbeitszylinders 3 verbunden und an der anderen Seite mit dem Mediumspeicher 5. In der Verbindungsleitung 39 ist ein Druckmessumformer 12 vorgesehen zum Messen des Drucks in der Verbindungsleitung 39 und damit auch des hinteren Zylinderraums 31, wobei der Druckmessumformer 12 wieder über die Leitung 52 mit der Kontrolleinrichtung 50 verbunden ist. Die zweite Fördereinrichtung ist weiterhin mit der Servopumpe 7 gebildet.

Die mit der Servopumpe 6 gebildete dritte hydraulische Fördereinrichtung dient in dieser Ausführungsform gemäß FIG 3 und 4 nun zur Unterstützung der rein hydraulischen ersten Fördereinrichtung und arbeitet in Parallelschaltung zu dieser beim Pressen, so dass sich die Fördervolumina addieren.

Die axiale Position des Stößels 10 (oder auch des Arbeitskolbens 2) entlang des Arbeitshubes wird mittels einer zugehörigen Positionsmesseinrichtung oder mittels eines Wegmessgebers 11 gemessen, der über eine Leitung 51 mit einer Kontrolleinrichtung 50 verbunden ist.

Die Kontrolleinrichtung 50 ist auch mit einem Steueranschluss S1 des steuerbaren Ventils 4 über eine Leitung 59 verbunden, um dieses von dem geöffneten in den geschlossenen oder einen weniger weit geöffneten Zustand zu bringen oder umgekehrt.

Die Kontrolleinrichtung 50 ist zur Kontrolle, insbesondere zum Steuern

und/oder Regeln und/oder Überwachen, der Arbeitsabläufe und einzelnen Komponenten der Umformmaschine vorgesehen.

Die Kontrolleinrichtung 50 kontrolliert (oder: steuert oder regelt) über den
5 Umrichter 55 den Antriebsmotor 18 der ersten hydraulischen Fördereinrichtung
(8, 9) und den Servomotor 71 der zweiten hydraulischen Fördereinrichtung
oder Servopumpe 7 und über den Steueranschluss S1 das steuerbaren hydrau-
lischen Ventil 4 zur automatischen Steuerung oder Regelung der Volumenströ-
me und Drücke sowie der Strömungsrichtung des hydraulischen Mediums zwi-
10 schen dem Mediumspeicher 5 und der ersten Teilkammer (31) der Arbeits-
kammer (3) und zwischen dem Mediumspeicher 5 und der zweiten Teilkammer
(32) der Arbeitskammer. Diese Steuerung der Volumenströme, Drücke und
Strömungsrichtung des hydraulischen Mediums durch die Kontrolleinrichtung
50 erfolgt in Abhängigkeit von der mittels der Stößelpositionsmesseinrichtung
15 11 gemessenen Stößelposition des Stößels 10 und von gespeicherten oder ge-
wünschten Bewegungsabläufen des Stößels und/oder ggf. von Eingabeinforma-
tionen von Benutzern. Die Kontrolleinrichtung 50 arbeitet somit in einem hyd-
raulisch offenen Regel- oder Steuerkreis und muss die beiden Fördereinrich-
tungen genau aufeinander abgestimmt ansteuern.

20

Der Umrichter 55 umfasst vorzugsweise einen nicht näher dargestellten Ener-
giezwischenspeicher, mit dem in einer Prozessphase generatorisch erzeugte
elektrische Energie wenigstens eines der Fördermotoren zwischengespeichert
und in einer darauffolgenden oder spätere Prozessphase genutzt wird zum mo-
25 torischen Betrieb wenigstens eines der Fördermotoren, vorzugsweise des je-
weils anderen Fördermotors der jeweils anderen Fördereinrichtung. Als Ener-
giezwischenspeicher des Umrichters kann insbesondere wenigstens ein Kon-
densator in einem Zwischenkreis des Umrichters oder in einem an den Zwi-
schenkreis angekoppelten Kondensatormodul oder kinetischen Energiespeicher
30 verwendet werden.

Als Energiezwischenspeichersysteme kann ein an sich von der Fa. Siemens in den SIMOTION Steuerungen für Servopressen mit Direktantrieb des Stößels über Servo-Torquemotoren eingesetztes SINAMICS Energiemanagementsystem (vgl. SIMOTION-Prospekt E20001-A660-P620 aus dem Jahre 2008, erhältlich
5 über www.siemens.de/umformtechnik) verwendet werden, das entsprechend für die Servoantriebe (60, 70, 18, 170) der vorliegenden hydraulischen Pressmaschine angepasst wird.

Ein Verfahren zum Pressen eines Werkstückes unter Einsatz der Pressmaschine
10 gemäß der Erfindung, insbesondere gemäß den FIG 1 und 2 oder FIG 3 und 4, umfasst die folgenden Verfahrensschritte oder Teilphasen jedes Arbeitsschrittes oder Arbeitszyklus, die mittels der Kontrolleinrichtung 50 kontrolliert werden:

1. ein Freilauf (oder: Leerhub)
15
2. ein Presshub
3. ein Entspannen (oder: Dekompressionsvorgang)
- 20 4. ein kontrollierter Rückhub

Bei dem unter Punkt 1 genannten Freilauf oder Leerhub des Arbeitskolbens 2 und damit des Stößels 10 bewegt oder senkt sich der Arbeitskolben 2 im Zylinder 3 unter der Einwirkung der Schwerkraft nach unten, wobei das Ventil 4
25 durch die Kontrolleinrichtung 50 wenigstens teilweise geöffnet wird, um einen vergleichsweise großen Volumenstrom von hydraulischem Medium M aus dem Mediumspeicher 5 in den oberen Zylinderraum 31 nachströmen zu lassen, und die von der Kontrolleinrichtung 50 angesteuerte zweite Fördereinrichtung, die Servopumpe 7, Medium M aus dem unteren Zylinderraum 32 in den Mediumspeicher 5 abpumpt. Es kann alternativ oder zusätzlich auch die Servopumpe 6
30 hydraulisches Medium M in den oberen Zylinderraum 31 nachpumpen.

Bevorzugt steuert die Kontrolleinrichtung 50 mittels des Umrichters 55 Förder-
volumenstrom oder Förderdruck der zweiten Fördereinrichtung, der Servopum-
pe 7, so, dass die Bewegung des Arbeitskolbens 2 gebremst oder auch be-
schleunigt wird gemäß einem vorgegebenen Bewegungsverlauf, insbesondere
5 Weg-Zeit-Verlauf oder Geschwindigkeits-Zeit-Verlauf oder Geschwindigkeits-
Weg-Verlauf oder Kraft-Zeit-Verlauf oder Kraft-Weg-Verlauf, wobei der Ar-
beitskolben 2 sich zu einem im vorgegebenen Bewegungsablauf vorgegebenen
Startpunkt innerhalb einer im Bewegungsablauf vorgesehenen oder sich daraus
ergebenden Zeit bewegt. Der Startpunkt ist grundsätzlich ein beliebiger Punkt
10 zwischen den beiden Endpunkten des maximalen Arbeitshubes Δx entspre-
chend einem Startpunkt des Stößels 10 zwischen den beiden Endpunkten des
maximalen Arbeitshubes Δz des Stößels 10.

In der Ausführungsform gemäß FIG 3 und FIG 4 ohne Exzentereinheit kann der
15 Leerhub auch entfallen, d. h. der Startpunkt für den Arbeitshub ganz oben lie-
gen oder der Gesamthub gleich dem Arbeitshub sein.

Die Bewegung des Arbeitskolbens 2 und damit des Stößels 10 während des
Freilaufs oder Leerhubs wird von der Kontrolleinrichtung 50 mit den Positions-
20 werten der Positionsmesseinrichtung 11 abgeglichen und entsprechend ange-
passt oder geregelt durch Steuern des Ventils 4 und der Servopumpe 7 und
ggf. auch der Servopumpe 6.

Bevorzugt ist der Startpunkt für den Arbeitshub ein Punkt, bei dem das Press-
25 werkzeug 15 in Kontakt mit dem Werkstück tritt und somit abgebremst wird,
was von der Kontrolleinrichtung 50 durch die Wegmessung mittels der Positi-
onsmesseinrichtung 11 erkannt oder überwacht wird.

Während des Freilaufes oder Leerhubes steht der Torquemotor 18 (FIG 1 und
30 FIG 2) oder Servomotor 171 (FIG 3 und FIG 4) still, das Ventil 4 ist geöffnet
und die Servopumpe 7 arbeitet. Durch das Aufsetzen des Presswerkzeuges 15
auf dem Werkstück und das Stoppen der Servopumpe 7 wird die Freilauf- oder
Leerhubbewegung des Arbeitskolbens 2 beim Startpunkt des Arbeitshubes ge-

stoppt.

Nun beginnt die Kontrolleinrichtung 50 mit dem unter Punkt 2 genannten Presshub, der den eigentlichen Pressvorgang darstellt und während dem der hydraulische Druck und damit die Presskräfte aufgebaut werden. Dem Presshub liegt wieder ein hinterlegter vorgegebener Bewegungs- oder Kraftverlauf zugrunde, der ab dem Startpunkt durchfahren wird.

Die Kontrolleinrichtung 50 setzt für den Presshub über den Umrichter 55 den Torquemotor 18 des Exzenterantriebs 9 (FIG 1 und FIG 2) oder den Servomotor 171 (FIG 3 und FIG 4) in Betrieb und schließt das Ventil 4. Über den Exzenterantrieb 9 und die Antriebseinheit 8 (FIG 1 und FIG 2) oder den Servomotor 171 (FIG 3 und FIG 4) wird im hinteren Zylinderraum 31 des Arbeitszylinders 3 ein Arbeitsdruck aufgebaut, der den Stößel 10 und das daran befestigte Presswerkzeug 15 für den Pressvorgang nach unten in oder gegen das Werkstück drückt und das Werkstück in das zweite Werkzeug presst. Das Drehmoment des Torquemotors 18 und die Exzenterparameter sowie die Kraftübersetzung über die Antriebseinheit 8 (FIG 1 und FIG 2) oder das Drehmoment des Servomotors 171 (FIG 3 und FIG 4) bestimmen die Presskraft während des Presshubes. Der Arbeitshub oder Pressweg des Stößels 10 während des Presshubes kann durch die Einstellung des Drehwinkels φ eingestellt werden (Hubverstellung) (FIG 1 und FIG 2) oder über den Drehwinkel des Servomotors 171 (FIG 3 und FIG 4).

Die Pressbewegung des Arbeitskolbens 2 oder Stößels 10 folgt wieder einem in der Kontrolleinrichtung 50 vorgegebenen Bewegungsverlauf, wobei wieder die Wegmessung über die Positionsmesseinrichtung 11 eine Information über die Lage des Stößels 10 liefert, die über die Kontrolleinrichtung 50 und den Umrichter 55 zur Steuerung des Torquemotors 18 (FIG 1 und FIG 2) oder des Servomotors 171 (FIG 3 und FIG 4) verwendet wird, so dass der Stößel 10 weggesteuert angetrieben werden kann. Es ist aber alternativ auch möglich, eine druckabhängige Steuerung vorzusehen oder eine Wegsteuerung mit einer Druckobergrenze. Man kann für das Drehmoment des jeweiligen Antriebsmo-

tors eine Obergrenze einstellen (Druckobergrenze) oder einen Drehmomentverlauf wegababhängig vorgeben (druckabhängige Steuerung). Beim Torquemotor 18 erfolgt die Drehmomentvorgabe vorzugsweise dynamisch, damit die Exzenter-Kinematik berücksichtigt wird. Bei Winkeln φ nahe der 90° , also im unteren
5 Punkt, kann mit dem gleichen Drehmoment am Torquemotor 18 ein höherer Hydraulikdruck erzeugt werden.

Die Servopumpe 7 wird während des Presshubs drehmomentarm geschaltet oder der Servomotor 71 wird nicht mit Strom beaufschlagt, sondern erzeugt
10 generatorisch aufgrund des durch die Fördereinheit 70 strömenden aus dem unteren Zylinderraum 32 verdrängten Mediums einen Generatorstrom, dessen Ladung oder Energie vom Umrichter 55 zwischengespeichert wird.

Wenn z.B. der Stößel 10 unter dem Arbeitsdruck beim Presshub in einer bestimmten Stellung verweilen muss, z.B. für Fließvorgänge im Werkstück, kann
15 die Servopumpe 6 eingeschaltet werden/bleiben, um Leckagen durch Nachfüllen von hydraulischem Medium M aus dem Mediumspeicher 5 in den oberen Zylinderraum 31 auszugleichen (Leckagepumpe).

20 Der Presshub ist beendet, wenn gemäß FIG 2 der Stößel 10 seine untere Endposition erreicht (unterer Totpunkt).

Nachdem der Stößel 10 nun seinen unteren Endpunkt erreicht hat, beginnt die Kontrolleinrichtung 50 sogleich die Rückholbewegung. Diese beginnt zunächst
25 mit einem passiven Vorgang, dem unter Punkt 3 genannten Entspannen oder Dekompressionsvorgang, bei dem sich das hydraulische Medium M um das Kompressionsvolumen, das abhängig von der Kompressibilität des Mediums M ist, wieder entspannt. Das Ventil 4 bleibt geschlossen. Der Torquemotor 18 (FIG 1 und FIG 2) oder der Servomotor 171 (FIG 3 und FIG 4) wird drehmomentarm geschaltet, d. h. er lässt sich leicht drehen, die Dekompression des
30 hydraulischen Mediums M bewegt den Antriebskolben 81 nach oben und über die Exzenter-scheibe 9 wird der Torquemotor 18 in entgegen gesetzter Richtung bewegt (FIG 1 und FIG 2) oder die Servopumpe 170 wird in entgegen gesetzte

Richtung zusammen mit dem Servomotor 171 gedreht (FIG 3 und FIG 4) und speist generatorisch Energie in den Umrichter 55 und dessen Energiespeicher.

5 Schließlich erfolgt als vierter und letzter Schritt der unter 4. genannte kontrollierte Rückhub, bei dem die Servopumpe 7 wieder von der Kontrolleinrichtung 50 über den Umrichter 55 in Betrieb genommen wird, jedoch in umgekehrter Förderrichtung wie beim Freilauf, wobei die zwischengespeicherte Energie vom Umrichter 55 wiederverwendet wird. Die Servopumpe 7 pumpt hydraulisches
10 Medium M über die Leitung 37 aus dem Mediumspeicher 5 in den unteren Zylinderraum 32 und erhöht dort den Druck. Ferner wird das Ventil 4 wieder geöffnet. Der Arbeitskolben 2 und der Stößel 10 wird dadurch mittels der Servopumpe 7 wieder zurück in die Ausgangslage oder auch in eine andere Ausgangslage zurückgehoben. Durch das offene Ventil 4 strömt dadurch verdrängtes hydraulisches Medium M aus dem hinteren Zylinderraum 31 in den Mediumspeicher 5.
15

In allen Ausführungsbeispielen gemäß FIG 1 bis FIG 4 ist dem unteren Zylinderraum 31 ein Druckmessumformer 12 zugeordnet zum Überwachen und Messen des Drucks. Die Signale des Druckmessumformers 12 werden über eine
20 Leitung 52 an die Kontrolleinrichtung 50 übermittelt. In FIG 1 und 2 ist der Druckmessumformer einer Verbindungsleitung 38 zwischen einem Antriebszylinderraum der Servopumpe 17 und dem hinteren Zylinderraum 31 zugeordnet, während er in den FIG 3 und 4 der hydraulischen Leitung 37 zwischen der Servopumpe 17 und dem hinteren Zylinderraum 31 zugeordnet ist.
25

Der Druckmessumformer 12 misst den Druck zur Steuerung oder Regelung des Druckes insbesondere für den Arbeitshub. Der Druckmessumformer 14 misst den Druck am vorderen Zylinderraum 32 insbesondere auch für Überwachungsfunktion, z. B. ob das Werkstück in Kontakt mit dem Presswerkzeug ist oder
30 auch gar nicht entgegengehalten wird, was sich an dem Unterscheiden des Grenzwertes für den Druck zeigen würde.

Ferner ist es auch möglich, den Leerhub oder Freilauf in Schritt 1 wegzulassen, beispielsweise nur für einen Schlichthub als Arbeitshub, bei dem dann nur der Exzenter arbeitet, was z. B. beim Recken vorkommt.

- 5 Ein Vorteil der Pressmaschine und des Pressverfahrens gemäß der Erfindung besteht darin, dass der Arbeitshub oder der obere Arbeitspunkt der untere Arbeitspunkt des Arbeitshubes beliebig einstellbar innerhalb des Gesamthubes oder maximalen Arbeitshubes sind und das Überlast sich an jeder Stelle des Hubes gesichert durch die Überdruckventile gearbeitet werden kann. Ferner ist
10 keine Gewichtkompensation des Stößels erforderlich wie bei mechanischen Exzenterpressen. Der Antrieb über die Exzenterereinheit liefert im unteren Todpunkt oder unteren Arbeitspunkt große Drehmomente bei kleinerer Antriebsleistung als bei hydraulischen Pressen. Es ist keine leistungsgeregelte Hydraulikpumpe erforderlich. Ferner ist auch kein Schwungrad erforderlich und der Exzenter
15 kann auch nur in einem Teilwinkelbereich arbeiten.

Die Servopumpe 6 dient insbesondere zum Ausgleich von Leckagen im Hydrauliksystem und kann zusätzliches hydraulisches Medium in das hydraulische System pumpen aus dem Mediumspeicher 5.

20

- Die Servopumpen 6, 7 und 17 sind insbesondere hydraulische Servopumpen, beispielsweise Axialkolbenpumpen, angetrieben mit lagegeregelten Servomotoren 61, 71 und 171, die die Pumpenrotoren oder -kolben festhalten, und ausgestattet mit einem hydraulischen Ausgleichsreservoir, insbesondere dem Mediumspeicher 5.
25

- Grundsätzlich kann anstelle von Kolben und Zylindern auch eine andere Gestalt für die hydraulischen Elemente gewählt werden, so dass dann allgemeiner von Kammern statt Zylindern und Teilkammern statt Zylinderbereichen oder von
30 Körpern anstelle von Kolben gesprochen werden kann.

Ferner sind auch andere hydraulische Fördereinrichtungen anstelle der dargestellten Servopumpen und Antriebseinheit 8 möglich.

Das hydraulische Medium M kann ein Öl oder auch Wasser oder eine Mischung daraus oder auch eine sogenannte HFA-Emulsion sein. Das Kompressionsvolumen ist bei Öl in der Regel höher als bei Wasser und kann beispielsweise um die 2 Volumenprozent bei 300 bar betragen.

Bezugszeichenliste

1	Stößelantriebseinheit
2	Arbeitskolben
3	Arbeitszylinder
4	Rücklaufventil
5	Mediumspeicher
6, 7	Servopumpe
8	Antriebseinheit
9	Exzentereinheit
10	Stößel
11	Wegmesser
12	Druckmessumformer (Pressen)
13	Überlastsicherungseinrichtung
14	Druckmessumformer (Heben)
15	Presswerkzeug
18	Antriebsmotor (Torquemotor)
19	Getriebe
21, 22	Kolbenbereich
31, 32	Zylinderraum
36, 37	Verbindungsleitung
38	Verbindungskanal
39	Verbindungsleitung
44	Überdruckventil
50	Kontrolleinrichtung
51, 52	Leitung
53, 54	Leitung
55	Umrichter mit Zwischenkreis
56, 57	Leitung
58, 59	Leitung
60, 70	Fördereinheit
61, 71	Servomotor

62, 72	Abtriebswelle
80	Antriebszylinder
81	Antriebskolben
82	Antriebszylinderraum
91	Exzenterische
92	Exzenter
98	Verbindungspleuel
A	Arbeitsachse
M	hydraulisches Medium
H	Horizontale
V	Vertikale
D	Drehachse
E	Exzenterachse
r	Radius
φ	Drehwinkel
x1, x2	Höhe
Δx	Hub

Patentansprüche

1. Pressmaschine zum Pressen von Werkstücken mit
 - a) wenigstens zwei Presswerkzeugen und wenigstens einem Stößel (10), an dem wenigstens eines der Presswerkzeuge (15) angeordnet ist und der zum Pressen von Werkstücken Arbeitsbewegungen mit einem zugehörigen Arbeitshub ausführt, bei denen wenigstens zwei Presswerkzeuge aufeinander zu bewegt werden, 5
 - b) wenigstens einer hydraulischen Stößelantriebseinheit für den Stößel mit wenigstens einem in einer mit hydraulischem Medium gefüllten Arbeitskammer (3) bewegten oder bewegbaren Arbeitskörper (2), der eine erste Teilkammer (31) und eine zweite Teilkammer (32) der Arbeitskammer voneinander trennt, wobei der Stößel (10) mit dem Arbeitskörper (2) gekoppelt ist, 10
 - c) wenigstens einer Stößelpositionsmesseinrichtung (11) zum direkten oder indirekten Messen der Position des Stößels (10) zumindest entlang des Arbeitshubes, 15
 - d) wenigstens einem Mediumspeicher (5) zum Speichern von hydraulischem Medium,
 - e) wenigstens einer ersten hydraulischen Fördereinrichtung (60,8,9), die hydraulisch an die erste Teilkammer (31) der Arbeitskammer und vorzugsweise auch an den Mediumspeicher (5) angeschlossen ist und in der Förderrichtung reversierbar ist, 20
 - f) wenigstens einer zweiten hydraulischen Fördereinrichtung (70), die hydraulisch einerseits an die zweite Teilkammer (32) der Arbeitskammer und andererseits an den Mediumspeicher (5) angeschlossen ist und in der Förderrichtung reversierbar ist, 25
 - g) wenigstens einem steuerbaren hydraulischen Ventil (4), das hydraulisch zwischen die erste Teilkammer (31) der Arbeitskammer und den Mediumspeicher (5) geschaltet ist und zwischen einem geschlossenen Zustand und einem offenen Zustand umschaltbar ist,
 - h) einer Kontrolleinrichtung (50), die mit der Stößelpositionsmesseinrichtung (11) verbunden ist und die mit der ersten hydraulischen Förderein-

- 5 richtung (60) und der zweiten hydraulischen Fördereinrichtung (70) und dem steuerbaren hydraulischen Ventil (4) in Wirkverbindung steht und die durch Ansteuern der ersten hydraulischen Fördereinrichtung (60) und der zweiten hydraulischen Fördereinrichtung (70) und des steuerbaren hydraulischen Ventils (4) die Volumenströme und Drücke sowie die Strömungsrichtung des hydraulischen Mediums (M) zwischen dem Mediumspeicher (5) und der ersten Teilkammer (31) der Arbeitskammer und zwischen dem Mediumspeicher (5) und der zweiten Teilkammer (32) der Arbeitskammer automatisch abhängig von der gemessenen Stößelposition und gespeicherten oder gewünschten Bewegungsabläufen des Stößels (10) und/oder von Eingabeinformationen von Benutzern kontrolliert.
- 10
2. Pressmaschine nach Anspruch 1 mit wenigstens einem oder einer beliebige Kombination der folgenden Merkmale:
- 15 a) die Arbeitskammer ist als Arbeitszylinder (3) ausgebildet,
b) der Arbeitskörper ist als Arbeitskolben (2) ausgebildet,
c) die erste Teilkammer und die zweite Teilkammer der Arbeitskammer bilden eine obere und untere Teilkammer der Arbeitskammer,
d) der Arbeitskörper (2) ist vertikal bewegt oder bewegbar,
20 e) der Stößel (10) ist mit einer Unterseite des Arbeitskolbens (2) gekoppelt.
3. Pressmaschine nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei der die erste hydraulische Fördereinrichtung wenigstens einen ersten elektrischen Fördermotor (61) umfasst und die zweite hydraulischen Fördereinrichtung wenigstens einen zweiten elektrischen Fördermotor (71) umfasst und bei der die Fördermotoren über elektrische Leitungen mit einem Umrichter (55) verbunden sind, der mit der Kontrolleinrichtung (50) verbunden ist, wobei die Fördermotoren vom wenigstens einen Umrichter hinsichtlich Drehzahl einerseits und Drehmoment oder elektrischer Leistung andererseits individuell ansteuerbar sind.
- 25
- 30

4. Pressmaschine nach Anspruch 3, bei der der Umrichter (55) einen Energiezwischenspeicher umfasst, mit dem in einer Prozessphase generatorisch erzeugte elektrische Energie wenigstens eines der Fördermotoren zwischengespeichert und in einer darauffolgenden oder spätere Prozessphase genutzt wird zum motorischen Betrieb wenigstens eines der Fördermotoren, vorzugsweise des jeweils anderen Fördermotors der jeweils anderen Fördereinrichtung, wobei insbesondere der Energiezwischenspeicher des Umrichters wenigstens einen Kondensator in einem Zwischenkreis des Umrichters umfasst.
- 5
- 10
5. Pressmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die erste hydraulische Fördereinrichtung (60) hydraulisch unmittelbar, d.h. ohne zwischen geschaltete Ventile oder Drosseln, an die erste Teilkammer (31) der Arbeitskammer angeschlossen ist und bei der die zweite hydraulische Fördereinrichtung (70) hydraulisch unmittelbar, d.h. ohne zwischen geschaltete Ventile oder Drosseln, an die zweite Teilkammer (32) der Arbeitskammer angeschlossen ist.
- 15
6. Pressmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der
- 20 a) die erste hydraulische Fördereinrichtung wenigstens einen Antriebskolben (81) umfasst, der an eine mit hydraulischem Medium gefüllte Antriebskammer (82) angrenzt und relativ zur Antriebskammer bewegt oder bewegbar ist unter Vergrößerung oder Verkleinerung deren Volumens, wobei die Antriebskammer (82) hydraulisch mit der ersten Teilkammer (31) der Arbeitskammer der Stößelantriebseinheit verbunden ist,
- 25
- b) und bei der erste hydraulische Fördereinrichtung wenigstens eine Exzentereinheit (9) umfasst, die wenigstens einen um eine Drehachse (D) innerhalb eines vorgegebenen Drehwinkelbereichs drehbaren, vorzugsweise an einer Exzenter Scheibe angeordneten, Exzenter (92) aufweist, der über eine mechanische Verbindung, insbesondere wenigstens ein Pleuel (98), mit dem Antriebskolben (81) verbunden ist und diesen in dessen Bewegung gegenüber der Antriebskammer antreibt, wobei der Drehwin-
- 30

kelbereich für den Exzenter insbesondere in einem dem Antriebskolben zugewandten Bereich angeordnet ist.

7. Verfahren zum Pressen von Werkstücken mittels einer Pressmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein Arbeitszyklus, der mittels der Kontrolleinrichtung (50) unter Berücksichtigung der mittels der Positionsmesseinrichtung bestimmten Positionswerte kontrolliert wird, einen Presshub, einen Dekompressionsvorgang und einen kontrollierten Rückhub umfasst, wobei
- 10 a) beim Presshub die erste Fördereinrichtung Medium (M) aus dem Mediumspeicher (5) in die erste Teilkammer (31) zum Aufbau eines hydraulischen Pressdrucks fördert und das Ventil (4) geschlossen wird und das Presswerkzeug gegen das Werkstück gepresst wird,
- b) beim Dekompressionsvorgang das Ventil geschlossen ist und die erste 15 Fördereinrichtung ausgeschaltet oder drehmomentarm geschaltet ist,
- c) beim kontrollierten Rückhub die zweite Fördereinrichtung hydraulisches Medium aus dem Mediumspeicher (5) in die zweite Teilkammer fördert und das Ventil wieder geöffnet wird, so dass der Arbeitskörper und der Stößel wieder zurück in die Ausgangslage oder auch in eine andere Aus- 20 gangslage gehoben werden und durch das offene Ventil (4) verdrängtes hydraulisches Medium M aus der zweiten Teilkammer in den Mediumspeicher strömt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem der Arbeitszyklus zusätzlich einen Freilauf vor dem Presshub umfasst, wobei
- 25 a) beim Freilauf sich der Arbeitskörper (2) in der Arbeitskammer (3) unter der Einwirkung der Schwerkraft nach unten bewegt, wobei das Ventil (4) durch die Kontrolleinrichtung (50) wenigstens teilweise geöffnet wird und die von der Kontrolleinrichtung 50 angesteuerte zweite Fördereinrichtung (7) Medium (M) aus der zweiten Teilkammer (32) in den Mediumspeicher (5) fördert, 30 und/oder
- b) wobei beim Freilauf der Fördervolumenstrom oder Förderdruck der zwei-

- ten Fördereinrichtung und/oder das Öffnen des Ventils (4) so gesteuert wird, dass die Bewegung des Arbeitskörpers (2) gebremst oder auch beschleunigt wird gemäß einem vorgegebenen Bewegungsverlauf, wobei der Arbeitskörper sich zu einem Startpunkt bewegt, der insbesondere
- 5 einem Punkt, bei dem ein Presswerkzeug in Kontakt mit dem Werkstück tritt, was insbesondere von der Kontrolleinrichtung (50) durch die Wegmessung mittels der Positionsmesseinrichtung (11) erkannt oder überwacht wird,
- und/oder
- 10 c) wobei beim Freilauf die erste Fördereinrichtung still steht, das Ventil (4) geöffnet ist und die zweite Fördereinrichtung in Betrieb ist.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, bei dem
- 15 beim Presshub die zweite Fördereinrichtung generatorisch elektrische Energie erzeugt, die in dem Energiezwischenspeicher des Umrichters zwischengespeichert wird und beim anschließenden kontrollierten Rückhub wieder verwendet wird, und/oder bei dem beim Dekompressionsvorgang die erste Fördereinrichtung generatorisch elektrische Energie erzeugt, die in dem Energiezwischenspeicher des Umrichters zwischen-
- 20 gespeichert wird und beim kontrollierten Rückhub von der zweiten Fördereinrichtung wieder verwendet wird.

FIG 2

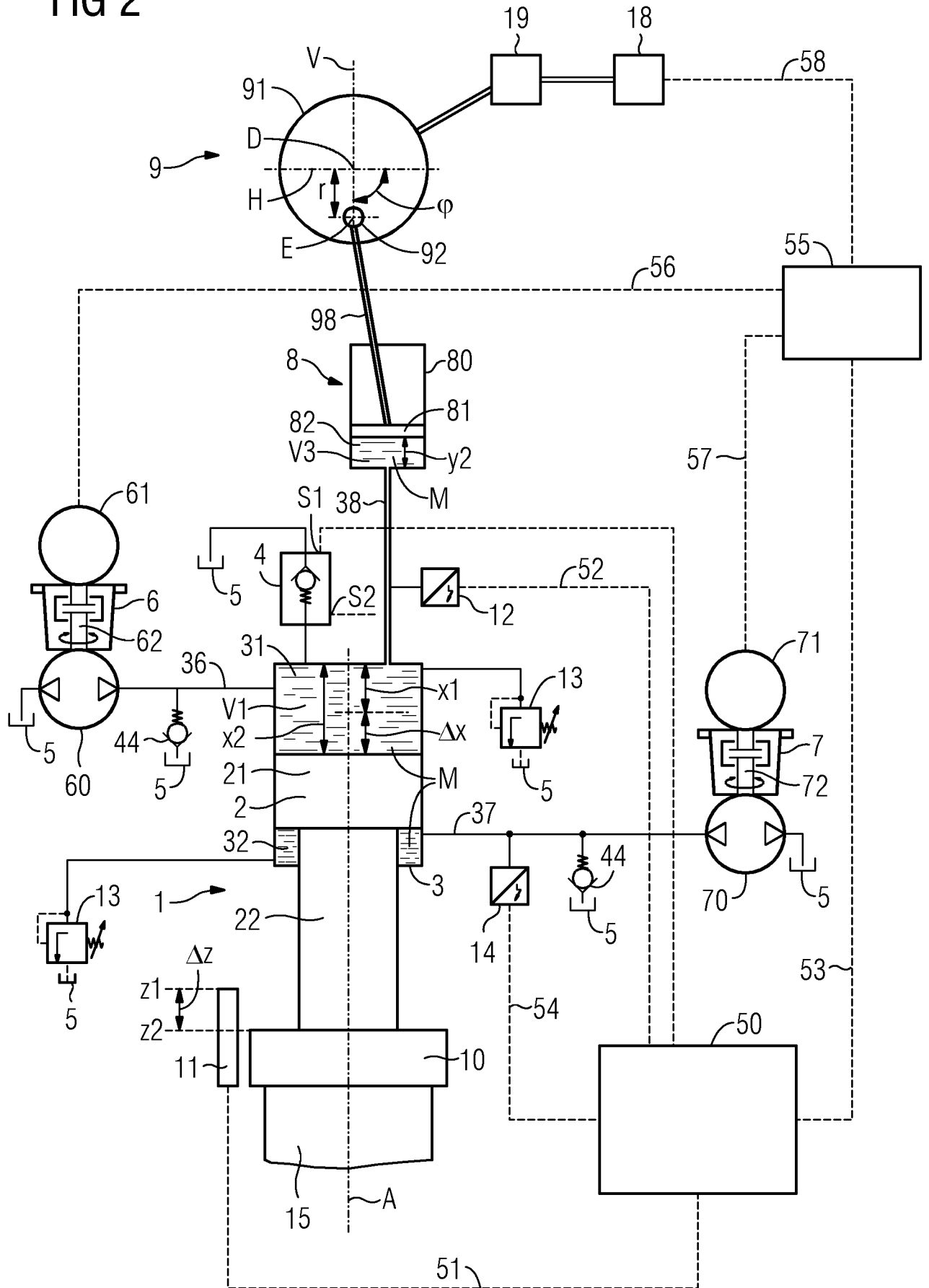


FIG 3

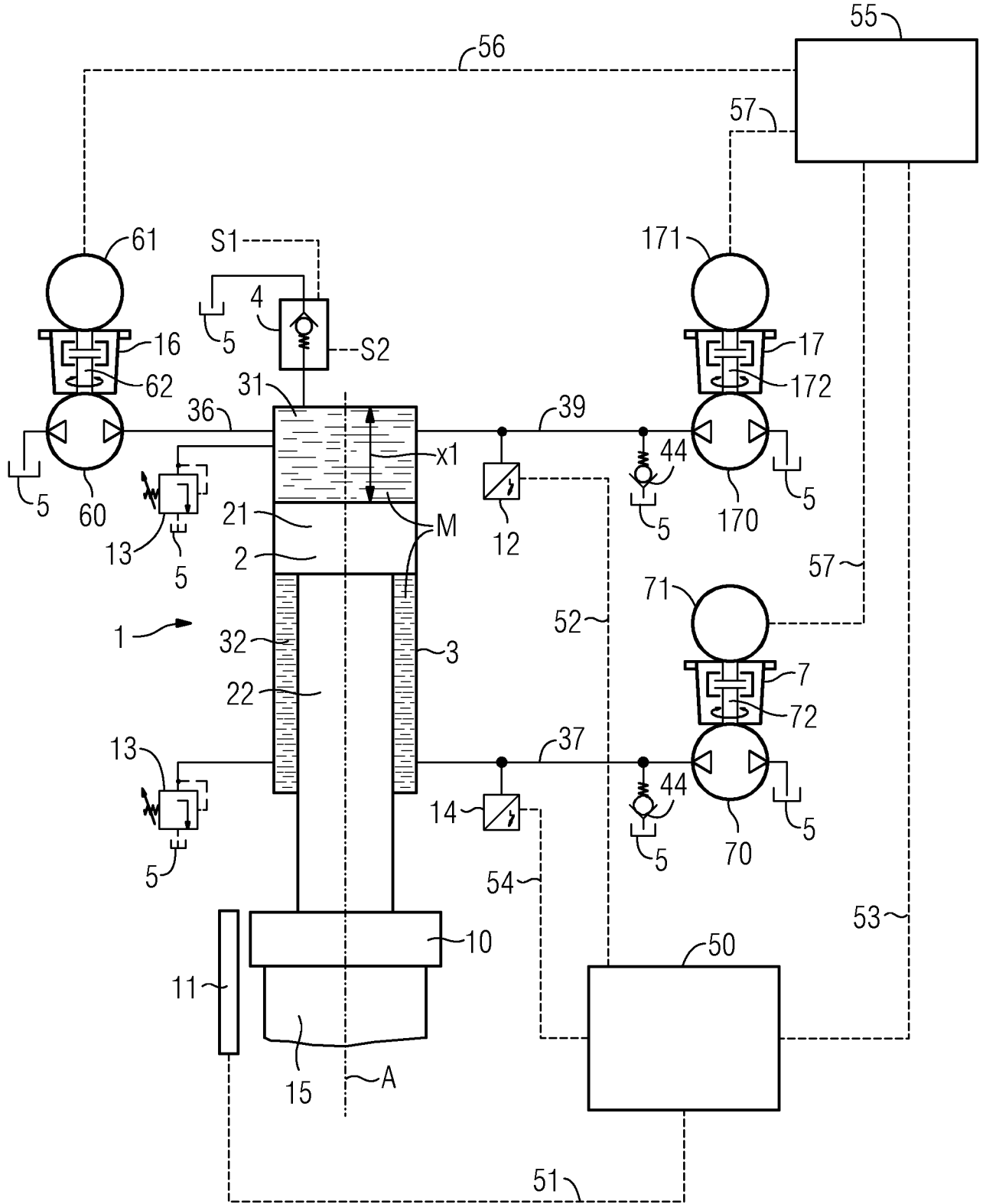
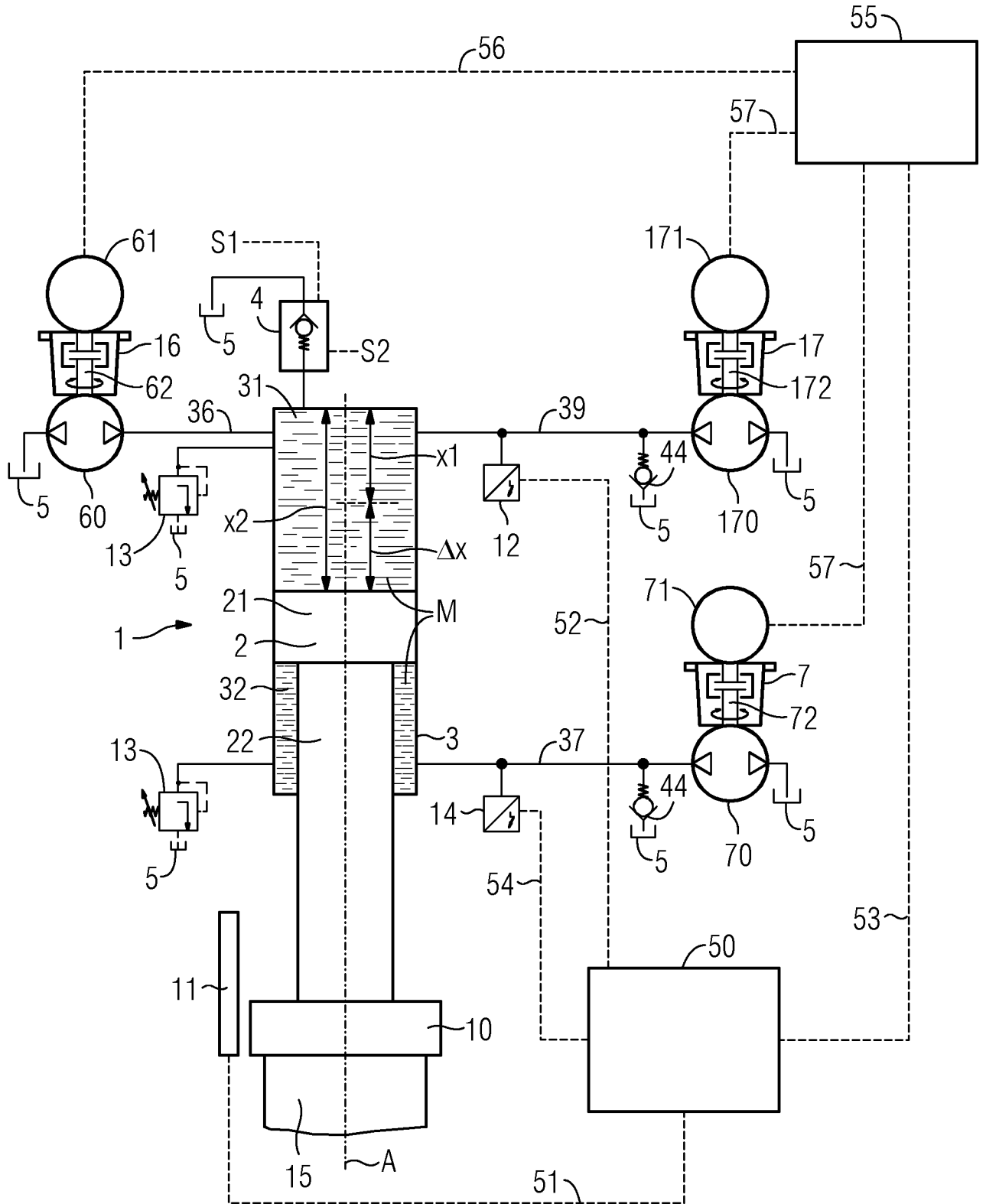


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/051789

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B30B1/32
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B30B F15B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 215 543 A (MILLER JOHN C [US]) 5 August 1980 (1980-08-05)	1,2,5,7
Y	column 2, line 44 - column 4, line 20 figures	3,4,6,8, 9
X	----- US 6 240 758 B1 (NAGAKURA SEIJU [JP]) 5 June 2001 (2001-06-05)	1,2,7
Y	column 5, line 9 - column 7, line 49 figures 1-4	
Y	----- EP 1 815 972 A2 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 8 August 2007 (2007-08-08)	3,4,9
A	abstract column 20 paragraph [0071]	1,2,5-8
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 27 April 2012	Date of mailing of the international search report 14/05/2012
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Jensen, Kjeld
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/051789

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 116 024 A1 (PALMERS GORAN) 15 August 1984 (1984-08-15)	7
Y	abstract	9
A	page 6, line 22 - line 34 claim 1 figure 4	1-6,8

Y	US 4 321 818 A (BESSHO MICHIO) 30 March 1982 (1982-03-30)	6
A	column 2, line 40 - line 63 figures	1-5,7-9

Y	US 4 944 669 A (ZAKICH PAUL [US]) 31 July 1990 (1990-07-31)	8
A	column 7, line 4 - line 52 figure 1	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/051789

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4215543	A	05-08-1980	NONE

US 6240758	B1	05-06-2001	NONE

EP 1815972	A2	08-08-2007	EP 1815972 A2 08-08-2007
		WO 2007091118 A1	16-08-2007

EP 0116024	A1	15-08-1984	BR 8407206 A 05-11-1985
		DE 3466157 D1	15-10-1987
		EP 0116024 A1	15-08-1984
		EP 0164345 A1	18-12-1985
		JP S60500727 A	16-05-1985
		SE 437861 B	18-03-1985
		SE 8300567 A	04-08-1984
		US 4707988 A	24-11-1987
		WO 8403127 A1	16-08-1984

US 4321818	A	30-03-1982	NONE

US 4944669	A	31-07-1990	AU 620232 B2 13-02-1992
		AU 5281190 A	26-09-1990
		CA 2011395 A1	03-09-1990
		EP 0419617 A1	03-04-1991
		JP H03504359 A	26-09-1991
		US 4944669 A	31-07-1990
		WO 9009877 A1	07-09-1990

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B30B1/32
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B30B F15B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 215 543 A (MILLER JOHN C [US]) 5. August 1980 (1980-08-05)	1,2,5,7
Y	Spalte 2, Zeile 44 - Spalte 4, Zeile 20 Abbildungen	3,4,6,8, 9

X	US 6 240 758 B1 (NAGAKURA SEIJU [JP]) 5. Juni 2001 (2001-06-05)	1,2,7
	Spalte 5, Zeile 9 - Spalte 7, Zeile 49 Abbildungen 1-4	

Y	EP 1 815 972 A2 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 8. August 2007 (2007-08-08)	3,4,9
A	Zusammenfassung Spalte 20 Absatz [0071]	1,2,5-8

	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. April 2012

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/05/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jensen, Kjeld

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 116 024 A1 (PALMERS GORAN) 15. August 1984 (1984-08-15)	7
Y	Zusammenfassung	9
A	Seite 6, Zeile 22 - Zeile 34 Anspruch 1 Abbildung 4	1-6,8

Y	US 4 321 818 A (BESSHO MICHIO) 30. März 1982 (1982-03-30)	6
A	Spalte 2, Zeile 40 - Zeile 63 Abbildungen	1-5,7-9

Y	US 4 944 669 A (ZAKICH PAUL [US]) 31. Juli 1990 (1990-07-31)	8
A	Spalte 7, Zeile 4 - Zeile 52 Abbildung 1	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/051789

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4215543	A	05-08-1980	KEINE
US 6240758	B1	05-06-2001	KEINE
EP 1815972	A2	08-08-2007	EP 1815972 A2 08-08-2007 WO 2007091118 A1 16-08-2007
EP 0116024	A1	15-08-1984	BR 8407206 A 05-11-1985 DE 3466157 D1 15-10-1987 EP 0116024 A1 15-08-1984 EP 0164345 A1 18-12-1985 JP S60500727 A 16-05-1985 SE 437861 B 18-03-1985 SE 8300567 A 04-08-1984 US 4707988 A 24-11-1987 WO 8403127 A1 16-08-1984
US 4321818	A	30-03-1982	KEINE
US 4944669	A	31-07-1990	AU 620232 B2 13-02-1992 AU 5281190 A 26-09-1990 CA 2011395 A1 03-09-1990 EP 0419617 A1 03-04-1991 JP H03504359 A 26-09-1991 US 4944669 A 31-07-1990 WO 9009877 A1 07-09-1990