

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 005 930 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.10.2003 Patentblatt 2003/40

(51) Int Cl.7: **B21D 26/02**

(21) Anmeldenummer: **99123764.5**

(22) Anmeldetag: **30.11.1999**

(54) Verfahren und Vorrichtung zum hydraulischen Umformen von Werkstücken

Process and device for hydraulic shaping workpieces

Procédé et dispositif pour former hydrauliquement des pièces

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **03.12.1998 DE 19855753**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.06.2000 Patentblatt 2000/23

(73) Patentinhaber: **KUKA Werkzeugbau
Schwarzenberg GmbH
08340 Schwarzenberg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Bürgel, Lonka
D-08352 Pöhla (DE)**
• **Schieck, Frank
D-08312 Lauter (DE)**

(74) Vertreter:
**Lempert, Jost, Dipl.-Phys. Dr. rer.nat. et al
Patentanwälte,
Dipl.-Ing. Heiner Lichti,
Dipl.-Phys. Dr. rer. nat. Jost Lempert,
Dipl.-Ing. Hartmut Lasch,
Postfach 41 07 60
76207 Karlsruhe (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 704 258 DE-A- 4 417 460
DE-A- 19 732 413 US-A- 2 728 317**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no.
111 (M-379), 15. Mai 1985 (1985-05-15) & JP 59
232629 A (TOYOTA JIDOSHA KK), 27. Dezember
1984 (1984-12-27)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 005 930 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umformen mindestens eines Werkstücks unter Flüssigkeits-Hochdruck nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zum Umformen mindestens eines Werkstücks unter Flüssigkeits-Hochdruck mittels eines Umformwerkzeugs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 3.

[0002] Das hydraulische oder Hochdruck-Umformen wurde an geschlossenen Werkstücken, wie Rohren, entwickelt. Es wurde auch schon vorgeschlagen, Blechzuschnitte durch eine umlaufende dichte Schweißnaht zu doppeln und durch Druckbeaufschlagung im Zwischenraum hydraulisch umzuformen. Wenn die Blechzuschnitte nicht gemeinsam verwendet werden sollen, so müssen sie nachträglich aufwendig wieder getrennt werden. Ein weiterer Nachteil ergibt sich durch das eingeschränkte Werkstofffließverhalten, bedingt durch die Schweißnaht und damit verbunden den nahezu gleichen Werkstofffluß für das obere und untere Werkstück, was wiederum die Auswahl von Teilepaarungen für Teile mit unterschiedlicher Geometrie bzw. auch die mögliche Teilekomplexität wesentlich eingeschränkt. Es wurde daher auch schon vorgeschlagen, gedoppelte Blechzuschnitte ohne feste (Schweiß-)Verbindung zu verformen, wobei die Dichtigkeit im Randbereich nicht durch eine Verschweißung, sondern durch Beaufschlagung der Randbereiche der beiden Blechzuschnitte durch ein kombiniertes Spann- und Umformwerkzeug bewirkt wird, auf DE 195 35 170 A1. Hierbei ergibt sich zunächst das Problem, daß bei einem zur erforderlichen Dichtigkeit hinreichend festen Einspannen das erforderliche Fließen, das gerade durch die fehlende Schweißverbindung ermöglicht werden soll, nicht in hinreichender Weise gegeben ist. Wird ein solches Fließen durch Reduzieren der Spannkraft ermöglicht, so wird hierdurch die Dichtigkeit zwischen den Randbereichen der Blechteile vermindert.

[0003] Die DE 44 17 460 A1 zeigt ein Verfahren zur Herstellung von Blechformteilen durch die Beaufschlagung von Blechhalbzügen mit einem Druckmedium. Bei diesem Verfahren soll das Material bei Bedarf in einem Zargenbereich nachfließen, also in einem Verformungsbereich der zusätzliche Materialbedarf die Verformung nicht durch Schwächung des Materials in diesem Bereich sondern durch Nachfließen aus einem anderen Bereich, also plastische Streckung des Material im Zargenbereich erfolgen. Hierzu muss das verformte Werkstück im äußersten Bereich weiterhin eingespannt sein, damit der Materialbedarf im Umformungsbereich eben durch Nachfließen und nicht durch Verschieben von Materialbereichen erfolgt. Dies bedingt aber einer Schwächung der Materials über den Nachfließbereich hin.

[0004] Die US 2 728 317 zeigt eine Vorrichtung zum hydraulischen Umformen mit einem die Form umgebenden Druckgehäuse.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter Vermeidung der oben genannten Nachteile eine Vorrichtung zum Umformen von Werkstücken wie insbesondere Blechzuschnitten zu schaffen, mittels derer eine optimale Umformung eines Werkstücks möglich ist.

[0006] Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe mit einem Verfahren der eingangs genannten Art durch das Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Zur Lösung der genannten Aufgabe weist eine gattungsgemäße Vorrichtung die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 3 auf.

[0008] Durch die erfindungsgemäße Lösung wird erreicht, daß zunächst bei Druckbeaufschlagung auf einer Seite eines Werkstücks (oder zwischen zwei Werkstücken) das erforderliche Fließen der Werkstücke sichergestellt ist, daß andererseits bei der Endausformung (Kalibrierung) die Werkstücke randseitig freiliegen und nicht mehr festgehalten werden müssen, so daß die komplette Werkstückform dem Kalibriervorgang unterzogen werden kann. Da bewußt auf eine maximale hochdrucksichere Dichtigkeit im Einspannbereich der Werkzeuge verzichtet wird, wird die Dichtigkeit durch eine druckdichte Einkapselung des Werkzeugs, insbesondere durch ein vom Umformwerkzeug getrenntes, dieses vollständig umschließendes Druckgehäuse erreicht.

[0009] In bevorzugter Ausgestaltung ist dabei vorgesehen, daß die Schließkraft des Werkzeugs einstellbar ist. Die Schließkraft des Umformwerkzeugs kann dabei derart eingestellt werden; daß sie geringfügig unterhalb der Öffnungskraft des zum Endumformen bzw. Kalibrieren der jeweiligen Werkstücke erforderlichen Kalibrierdrucks liegt. Damit ein gesteuertes

[0010] Freigeben der Einspannung möglich ist, sieht die Erfindung in weiteren Ausgestaltungen vor, daß Antriebseinrichtung zum Bewegen von Werkzeugteilen einerseits und Gehäuseteilen voneinander getrennte Einrichtungen sind und daß ein geringes vertikales Spiel bei geschlossenem Werkzeug, einschließlich ebenfalls Distanzringen- und -platten sowie Werkstücken innerhalb des Druckgehäuses gegeben ist und daß die Antriebseinrichtung (Presseinrichtung) für das Gehäuse eine größere Schließkraft aufweist, als die Antriebseinrichtung für das Werkzeug, so daß also die Werkstücke im Randbereich durch das Werkzeug mit einer Schließkraft eingespannt werden, die unterhalb der Schließkraft wirkt, mit der die Gehäuseteile geschlossen gehalten werden.

[0011] In weiterer Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß beide Werkstücke zunächst unter Zwischenlage eines Distanzelementes randseitig verspannt sind.

[0012] Eine äußerst bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß ein Teil (Unterteil) des Druckgehäuses an der Innenseite eine umlaufende Ausnehmung aufweist und daß ein anderes Teil (Oberteil) des Druckgehäuses einen in die Ausnehmung eingreifenden Vorsprung begrenzter Stärke auf-

weist. Hierdurch wird eine Hochdruckdichtung geschaffen. Der Vorsprung wird unter auf ihn einwirkenden Flüssigkeitshochdruck innerhalb des Druckgehäuses radial nach außen gegen die Wandung oder Schulter der Ausnehmung am anderen Teil des Druckgehäuses gedrückt, wodurch gerade bei sich verstärkendem Innendruck die Dichtigkeit erhöht wird.

[0013] Zusätzlich kann eine Niederdruckdichtung vorgesehen sein. Dies wird durch eine Dichtung zwischen einander zugewandten Stirnflächen der Teile des Druckgehäuses erreicht. In konkreter Ausgestaltung kann dabei vorgesehen sein, daß in einander zugewandten Stirnflächen der Teile des Druckgehäuses nun Nuten ausgebildet sind, in die die Dichtung eingreift. Die Niederdruckdichtung kann in verschiedene Weise ausgebildet sein. Entweder derart, daß die Dichtung eine Dichtung aus massivem, elastischem Material ist oder daß die Dichtung eine mit Druckmittel auffüllbare Schlauchdichtung ist.

[0014] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß zwischen Ober- und Unterteil des Umformwerkzeugs ein Distanzring angeordnet ist, so daß ein Werkstück zwischen einem Teil des Werkzeugs und dem Distanzring einspannbar ist und ggf. ein weiteres Werkstück zwischen dem Distanzring und dem anderen Teil des Werkzeugs einspannbar ist. Durch einen solchen Distanzring wird erreicht, daß die Werkstücke auch in ihren werkzeugeingespannten Randbereichen in einer gewünschten Weise mechanisch verformt werden können und, soweit gleichzeitig zwei Werkstücke verformt werden, in ihren Randbereichen nicht in gleicher bzw. komplementärer Weise verformt werden müssen. Demgemäß ist in bevorzugter Weiterbildung vorgesehen, daß Ober- und Unterseite des Distanzringes zumindest teilweise nicht parallel zueinander verlaufen und/oder nicht eben ist. Desweiteren kann durch gezieltes Einbringen von Ziehsicken bzw. Absperrkanten zwischen Distanzring und den Werkzeuteilen der Werkstofffluß unterschiedlich zwischen oberem und unterem Werkstück gesteuert werden.

[0015] In weiterer Ausbildung kann vorgesehen sein, daß der Distanzring einen Einfüllleinlaß aufweist. Hierdurch wird erreicht, daß nicht zwischen unmittelbar aufeinander liegenden Blechzuschnitten ein Einlaß für die Druckflüssigkeit in den Zwischenraum zwischen den Blechzuschnitten vorgesehen sein muß, wobei die Blechzuschnitte in diesem Einlaßbereich in einer nicht ihrer Endform entsprechenden, sondern durch die Notwendigkeit des Einlasses bedingten Weise geformt sind. Bei einem Einlaß unmittelbar zwischen den Rändern von Blechzuschnitten - wie es beim Stand der Technik der Fall ist - ergeben sich auch gerade hier Dichtigkeitsprobleme. Diese Nachteile werden durch den im wesentlichen radial oder seitlich durch den Distanzring geführten Einlaß vermieden. Der Einlaß kann dabei entweder mit dem das Umformwerkzeug umgebenden Innenraum des Druckgehäuses direkt in Verbindung stehen oder aber es kann vorgesehen sein, daß

der Einfüllleinlaß des Distanzringes mit einem Einfülldurchlaß des Druckgehäuses bei geschlossenem Druckgehäuse und Werkzeug fluchtet, wobei insbesondere durch eine dichte Verbindung zwischen Einlaß des Distanzringes und Durchlaß des Druckgehäuses herstellende Buchse gekennzeichnet ist. Die die Verbindung zwischen Durchlaß im Druckgehäuse und Einlaß im Distanzring herstellende Buchse ist dabei vorzugsweise fest mit dem Distanzring verbunden oder einstückig an diesem ausgebildet und greift mit ihrem den Durchlaß des Gehäuses zugewandten Ende, der vorzugsweise als umlaufender Bund ausgebildet ist, in eine Ringnut des Gehäuses, die durch zwei halbkreisförmige Ringnuten im Ober- und Unterteil an den Grenzflächen der beiden Teile gebildet sein kann.

[0016] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht einen sich erstreckenden, verschleißbaren Entleerauslaß vor (durch die Wandung des Druckgehäuses). Weiterhin kann das Werkzeug unter Zwischenlage von Distanzplatten im Druckgehäuse angeordnet sein.

[0017] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung erheben sich aus den Ansprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung im einzelnen erläutert ist. Dabei zeigt:

Figur 1 einen vertikalen Schnitt durch die erfindungsgemäße Vorrichtung mit eingelegten Blechzuschnitten;

Figur 2 eine Aufsicht entsprechend II - II der Figur 1 auf die Unterteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Figur 3 die erfindungsgemäße Vorrichtung in geöffnetem Zustand mit gestrichelt dargestellten Innenstrukturen;

Figur 4 eine Detaildarstellung der Hochdruckdichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Figur 5 eine Detaildarstellung des Einlasses für die Druckflüssigkeit in das Umformwerkzeug der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Figur 6 eine Explosionsdarstellung der wesentlichen Teile der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0018] Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum hydraulischen Umformen von Blechzuschnitten mittels Hochdruck weist ein Druckgehäuse 2 bestehend aus einem Gehäuseunterteil 3 und einem Gehäuseoberteil 4 auf. Zwischen Gehäuseunter- und Gehäuseoberteil 3 und 4 ist eine Niederdruckdichtung 6 aus einem umfangsmäßig geschlossenen Dichttring oder einem Dichtschlauch angeordnet, der in zwei geeignet ausgebildeten Nuten 7,7a von Werkzeugunter- und Oberteil 3,4

eingelegt ist. Bei der Ausbildung der Niederdruckdichtung 6 als Dichtschlauch kann dieser im Inneren mit einem Druckfluid beaufschlagt werden.

[0019] Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist das Gehäuseunterteil 3 am Innumfang im Bereich des dem Gehäuseoberteil 4 zugewandten Stirnfläche einen umlaufenden Absatz 8 auf. Mit diesem korrespondiert ein an der Unterseite des Werkzeugoberteiles 4 im Bereich der Innenwandung desselben ausgebildeter nach unten ragender Vorsprung 9, der relativ zur Gesamtstärke der Gehäuseteile 3,4 lediglich eine sehr geringe Stärke d aufweist. Der aussenseitig des Vorsprungs 8 zwischen diesem und dem Gehäuseunterteil 3 in der Figur 4 sichtbare Spalt muss lediglich Toleranzbreite haben, so daß beim vertikalen Zusammenfahren der beiden Gehäuseteile der Vorsprung 9 nicht beschädigt wird. Durch Absatz und Vorsprung 9 wird eine Hochdruckdichtung gebildet, da bei Hochdruckbeaufschlagung des zum Inneren des Gehäuses 2 gerichteten Wandbereiches 9a des Vorsprungs 9 dieser gegen die Innenabsatz 8 begrenzende Vertikalwandung des Gehäuseunterteils 3 dichtend angedrückt wird.

[0020] Das Gehäuseoberteil 4 weist Durchführungen 11 für Druckbolzen auf (Figur 1) bzw. Schnellbefüllungseinlässe für das Druckgehäuse. Weiterhin weist es einen Druckflüssigkeitseinlass 13 (Figuren 2,5) auf und ein oder mehrere Druckentlastungsauslässe 12 (Figur 1). Ersterer ist durch zwei korrespondierende halbkreisförmige Nuten in den aufeinander zubewegten Stirnflächen von Gehäuseunter- und Oberteil 3,4 geschaffen und bildet bei geschlossenem Gehäuse einen rohrförmigen Durchlaß.

[0021] Das Innere des Druckgehäuses 2 kann durch dieses auch gegenüber äußerst hohem einwirkenden Druck zuverlässig abgedichtet werden. In diesem Inneren befindet sich das eigentliche Formwerkzeug 21 zum Umformen von Blechzuschnitten 22,23 wobei in der Figur 1 durch die gegenüber dem Blechzuschnitt 22 vergrößerte Stärke des Blechzuschnittes 23 und die Absätze in den Randbereichen desselben angedeutet ist, daß es sich beim Blechzuschnitt 23 um ein mehrlagiges oder Sandwichblech handelt, wobei die einzelnen Lagen zumindest partiell verschweißt sein können.

[0022] Das Werkzeug 21 besteht aus einem Werkzeugunterteil 24 mit einer Matrizenausbildung 24a und einem Werkzeugoberteil 26 mit einer Matrizenausbildung 26a, wobei die Matrizenausbildung jeweils die Form der durch die erfindungsgemäße Vorrichtung unter Hochdruckumformung umgeformten Blechzuschnitte bestimmen.

[0023] Bei der dargestellten Ausbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung von Formen zweier Blechzuschnitte findet sich zwischen diesen ein Distanzring 27.

[0024] Die an den Rändern der Blechzuschnitte 22,23 angreifenden Stirnseiten der Werkzeugteile 24 und 26 sowie der Distanzring 27 können grundsätzlich eben sein und sich ggf. senkrecht zu den einwirkenden

Schließkräften (Pfeil D) erstrecken. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist ersichtlich, daß die fraglichen Stirnseiten aber zum einen nicht senkrecht zu den einwirkenden mechanischen Kräften entsprechend dem Pfeil D ausgerichtet sein müssen, sondern hierzu eine Neigung aufweisen können und darüberhinaus selbst nicht eben ausgestaltet sein müssen, sondern gekrümmt ausgebildet sein können, so daß auch die zwischen den Werkzeugteilen 23,24 - und im dargestellten Ausführungsbeispiel im Distanzring 27 erhaltenen Randbereiche der Blechzuschnitte 22, 23 in beliebiger Weise geformt werden können.

[0025] Auf der Oberseite des Werkzeugteils 26 können zwischen diesem und der horizontalen Innenwandung des Gehäuseoberteils Distanzelemente wie das Distanzelement 29 in Form von flachen Metallquadraten angeordnet sein. Grundsätzlich können auch Distanzelemente auf dem Boden des Gehäuseunterteils 3 zwischen diesem und dem Werkzeugteil 24 einliegen.

[0026] Das Werkzeugoberteil 26 ist über Druckbolzen 31, die durch die Öffnungen 11 des Gehäuseoberteils 4 hindurchragen, mit einer ersten Presseneinrichtung (nicht dargestellt) verbunden. Das Werkzeugoberteil 4 ist mit einer zweiten Presseneinrichtung (ebenfalls nicht dargestellt) verbunden, die eine höhere Druckkraft aufbringen kann, als die das Werkzeug 21 beaufschlagende Presse.

[0027] Zum Einbringen der Druck- oder Hydraulikflüssigkeit in das Innere des Werkzeugs 21 zwischen die beiden zu verformenden Blechzuschnitte 22,23 ist der Distanzring 27 mit einem Einfülldurchlass 32 als Befüllring ausgebildet (Figur 5). Der Einlaß 32 im Distanzring 27 fluchtet mit dem Durchlaß 13 im Gehäuse 2 und ist mit diesem über eine Buchse 33 verbunden, so daß der Hohlraum zwischen den Blechen 24,26 direkt mit der Hydraulikdruck-Befülleinrichtung (nicht dargestellt) verbunden ist und nicht über den seitlichen Zwischenraum 34 zwischen Werkzeug 21 und Gehäuse 2 - um ein Fließen der Blechzuschnitte 22,23 im randseitigen Einspannbereich zu ermöglichen - diese erfindungsgemäß nicht so stark eingespannt werden, daß ein druckdichter Verschuß des Werkzeuginneren zu dessen äußeren, dem Zwischenraum 34, bewirkt wird, kann beim dargestellten Ausführungsbeispiel eine kontrollierte Druckdifferenz zwischen dem Hochdruckinneren, begrenzt durch zu verformende Blechzuschnitte und Distanzring sowie dem Zwischenraum 34, dargestellt werden, der über den Druckauslaß 12 beispielsweise mittels eines Ventils kontrolliert wird.

[0028] In alternativer Ausgestaltung können auch Durchlaß 13 und Einlaß 32 lediglich in den Zwischenraum 34 münden. In einem solchen Falle wird die Vorrichtung keinen Auslaß 12 aufweisen oder ein solcher wird während des Arbeitens der Vorrichtung verschlossen sein. In diesem Falle herrschen im Zwischenraum und im Inneren zwischen den zu verformenden Blechzuschnitten im wesentlichen die gleichen Druckverhältnisse.

[0029] Das Umformen von Blechzuschnitten geschieht erfindungsgemäß in der folgenden Weise:

[0030] Zunächst befindet sich das Gehäuse 2 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 in einem geöffneten Zustand, wie er in den Figuren 3 und 6 entnehmbar ist. Zunächst wird der untere Blechzuschnitt 22 eingelegt. Anschließend wird der Distanzring 27, der sich hierbei mit einem vertikalen Abstand zum Werkzeugunterteil 24 befindet und wird gegen das Werkzeug 24 gefahren. Weiterhin wird dann ggf. der obere Blechzuschnitt 23 eingelegt. Das Werkzeug 21 wird dann geschlossen, indem das Werkzeugoberteil 26 nach unten verfahren wird. Hierbei erfolgt ggf. - bei der dargestellten Ausführungsform mit nicht ebenen und nicht zur Schließrichtung senkrechten Stirnseiten von Werkzeugen und Distanzring - ein mechanisches freies Umformen der Blechzuschnitte entsprechend der Konturen der Werkzeugteile und des Distanzringes.

[0031] Mit dem Schließen des Werkzeuges 21 oder unmittelbar im Anschluß hieran wird das Gehäuse 2 geschlossen.

[0032] Anschließend erfolgt das Befüllen des Werkzeugs 21, genauer des Zwischenraums zwischen Blechzuschnitten 22,23 und Distanzring 27 mit dem Arbeitsmedium (Druckflüssigkeit). Auch die schlauchförmige Niederdruckdichtung wird mit Druck beaufschlagt, so daß sie ihre Funktion erfüllt.

[0033] Die Niederhalterkraft wirkt auf die Ziehflansche der Blechzuschnitte 22,23 unabhängig von der Schließkraft des Gehäuses 2 und ist geringer als diese.

[0034] Im weiteren erfolgt der Druckaufbau im Umformbereich der Blechzuschnitte 22,23 nach der Überwindung der Streckgrenze beginnt der Umformvorgang und so lange die Blechzuschnitte 22,23 noch keinen Kontakt mit den Ziehmatrizen 24a,26a haben, stellt sich eine gleichmäßige Spannungsverteilung im Blech ein. Dabei ist der Werkstofffluss ggf. auch getrennt zwischen beiden Blechzuschnitten einstellbar, in dem er einerseits über Niederhalterkräfte gesteuert werden kann, andererseits auch Ziehsicken und/oder Absperrkanten, ggf. auch lokal, vorgesehen sein können, die je nach Geometrie des Blechformteils ausbildbar sind.

[0035] Über die Differenzdruckventile 30 im Distanzring 27 erfolgt eine kontrollierte Befüllung des Zwischenraums 34 wobei zunächst - mit dem Druckaufbau im Inneren des Werkzeugs - auch eine separate Befüllung des Zwischenraums 34 im Anfangstadium möglich ist. Da, wie gesagt, die Niederhalterkraft des Werkzeugs 21 immer kleiner ist als die Dichtkraft des Gehäuses 2, kann in geringem Umfang auch Arbeitsmedium über die Anlageflächen der Blechzuschnitte 22,23 in den Zwischenraum 34 gelangen, was durch den Schmiereffekt der Hydraulikflüssigkeit das Nachfließen des Werkstoffes der Blechzuschnitte begünstigt.

[0036] Durch den Druckaufbau im Zwischenraum 34 wird, wie weiter oben gesagt, die durch Absatz 28 und Vorsprung 29 gebildete Hochdruckdichtung zunehmend wirksamer, da derartig der elastische Vorsprung

9 stärker gegen die Dichtfläche 8a gedrückt wird, was so die Dichtwirkung mit dem anliegenden Innendruck erhöht. Hierdurch wird die Niederdruckdichtung 6 entlastet.

[0037] Im Endbereich des Druckaufbaus wird die Niederhalterkraft des Werkzeugs 21 nicht mehr über die Stößel 31 von der diese beaufschlagenden Presseneinrichtung bewirkt: Bei dem erhöhten Druckaufbau und wenn die Blechzuschnitte an dem Matrizenausformungen 24, 26 anliegen, werden vielmehr die Werkzeugteile 24, 26 aufgrund des hohen Innendruckes gegen die Gehäuseteile 3, 4 gedrückt, so daß der End- oder Kalibrierdruck der maximalen Zuhalterkraft der Vorrichtung entspricht, welche vom Gehäuse 1 über die im dargestellten Ausführungsbereich über die Distanzplatte 29 auf das Werkzeug 21 übertragen wird. Hierbei werden die Werkzeugteile 24,26, wenn auch minimalst, voneinander abgehoben, so daß sie in ihren Randbereichen die Blechzuschnitte 22,23 nicht mehr festhalten. Aber zu diesem Zeitpunkt ist der Nachfließvorgang abgeschlossen. In einer weiteren Ausbaustufe der Vorrichtung kann durch entsprechende Dimensionierung von Gehäuse, Distanzplatten und Werkzeugteilen bzw. durch einen vertikalen Längenausgleich das Abheben der Werkzeugteile vermindert werden, falls es der Umformprozeß erfordert.

[0038] Nach dem so durchgeführten Kalibrieren erfolgt ein Druckabbau ggf. durch Öffnen von Ventilen. Die Dichtungen werden entlastet. Anschließend wird das Gehäuse 2 geöffnet, wobei eine Entleerung des Zwischenraums 34 von der Druckflüssigkeit erfolgt. Gleichzeitig oder anschließend wird das Werkzeug 21 geöffnet, wobei ebenfalls eine Entleerung des Umformbereiches bewirkt wird. Die beiden Blechteile können unter Verfahren oder Verschwenken des Distanzringes entfernt werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist zu einer erneuten Befüllung für weitere Umformvorgänge bereit.

40 Bezugszeichenliste

[0039]

1	Vorrichtung
2	Druckgehäuse
3	Gehäuseunterteil
4	Gehäuseoberteil
5	
6	Dichtung
7, 7a	Nuten
8	Absatz
9	Vorsprung
9a	Wandbereich
10	
11	Durchführungen
12	Entleerauslaß
13	Einfülldurchlass
14	

15
16
17
18
19
20
21 Formwerkzeug
22, 23 Blechzuschnitte
24 Werkzeugunterteil
24a Ziehmatrizen
25
26 Werkzeugoberteil
26a Ziehmatrizen
26a Matrizenausbildung
27 Distanzring
28 Absatz
29 Distanzelement
30 Differenzdruckventile
31 Druckbolzen
32 Einfülldurchlaß
33 Buchse
34 Zwischenraum

Patentansprüche

1. Verfahren zum Umformen mindestens eines Werkstücks unter Flüssigkeits-Hochdruck mittels eines Umformwerkzeugs mit einem Werkzeug-Ober- und einem Werkzeug-Unterteil, wobei das Werkstück beim Druckaufbau zunächst randseitig eingespannt gehalten wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Endphase des Umformens zu der gewünschten Endform des Werkstücks (Kalibrieren) der Randbereich des Werkstücks freigegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zwei Werkstücke gemeinsam mit Flüssigkeits-Hochdruck bei Aufschlag in entgegengesetzten Richtungen verformt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Werkstücke zunächst unter Zwischenlage eines Distanzelementes randseitig verspannt sind.
3. Vorrichtung zum Umformen mindestens eines Werkstücks unter Flüssigkeits-Hochdruck mittels eines Umformwerkzeugs mit einem Werkzeug-Ober- und einem Werkzeugunterteil, die das Werkstück in Randbereichen unter Zulassung eines Werkstoffflusses einspannen, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Umformwerkzeug (21) durch ein von diesem getrenntes Druckgehäuse (2) umgeben ist und dass ein Teil (Unterteil 3) des Druckgehäuses (2) an der Innenseite eine umlaufende Ausnehmung (8) aufweist und dass ein anderes Teil (Oberteil 4) des Druckgehäuses (2) einen in die Ausnehmung (8) eingreifenden Vorsprung (9) begrenzter Stärke aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **gekennzeichnet durch** eine Dichtung zwischen einander zugewandten Stirnflächen der Teile (3,4) des Druckgehäuses (2).
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einander zugewandten Stirnflächen der Teile (3,4) des Druckgehäuses (2) Nuten (7,7a) ausgebildet sind, in die die Dichtung (6) eingreifen.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (6) eine Dichtung aus massivem, elastischem Material ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (6) eine mit Druckmittel auffüllbare Schlauchdichtung ist.
8. Vorrichtung zum Hochdruckumformen nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Ober- und Unterteil (24,26) des Umformwerkzeugs (21) ein Distanzring (27) angeordnet ist, so dass ein Werkstück zwischen einem Teil (24 oder 26) des Werkzeugs (21) und dem Distanzring (27) einspannbar ist, und ggf. ein weiteres Werkstück zwischen dem Distanzring (27) und dem anderen Teil (26 oder 24) des Werkzeugs (21) einspannbar ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Distanzring (27) einen Einfüllleinlass (32) aufweist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einfüllleinlass (32) des Distanzringes (27) mit einem Einfülldurchlass (13) des Druckgehäuses bei geschlossenem Druckgehäuse (2) und Werkzeug (21) fluchtet.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **gekennzeichnet durch** eine dichte Verbindung zwischen Einlass (32) des Distanzringes (27) und Durchlass (13) des Druckgehäuses (2) herstellende Buchse (33).
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** Ober- und Unterseite des Distanzringes (27) zumindest teilweise nicht parallel zueinander verlaufen und/oder nicht eben sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 12, **gekennzeichnet durch** sich **durch** die Wandung des Druckgehäuses (2) erstreckenden, verschließbaren Entleerauslass (12), welches funktionell auch als zusätzliche Befüllleinrichtung für das Druckgehäuse nutzbar ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeug (21) unter Zwischenlage von Distanzplatten (29) im Druckgehäuse (2) angeordnet ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** Antriebseinrichtungen zum Bewegen von Werkzeugteilen (Werkzeugoberteil 26, ggf. Distanzplatte 29) einerseits und Gehäuseteilen (Gehäuseoberteil 4) voneinander getrennte Einrichtung sind.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Antriebseinrichtungen für Werkzeugoberteil und Ziehstücken auf dem Distanzring auch beidseitig ein unterschiedlicher Werkstofffluss zwischen oberem und unterem Werkstück realisierbar ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinrichtung (Presseinrichtung) für das Gehäuse (2) eine größere Schließkraft aufweist, als die Antriebseinrichtung für das Werkzeug (21).

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schließkraft des Werkzeugs (21) einstellbar ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein geringes vertikales Spiel bei geschlossenem Werkzeug, einschließlich gegebenenfalls Distanzringen und -platten sowie Werkstücken innerhalb des Druckgehäuses (2) gegeben ist.

Claims

1. Method for shaping at least one workpiece under fluid high pressure by means of a shaping mould with an upper part and a lower part, the workpiece initially being held in marginally fixed manner on pressure build-up, **characterized in that** in the final phase of shaping to the desired final shape of the workpiece (calibration), the marginal area of the workpiece is freed.

2. Method according to claim 1, where two workpieces are jointly shaped on impact with fluid high pressure in opposite directions, **characterized in that** both workpieces are initially marginally braced, accompanied by the interposing of a spacer.

3. Device for shaping at least one workpiece under fluid high pressure by means of a shaping mould having an upper part and a lower part fixing the workpiece in marginal areas whilst allowing a material

flow, **characterized in that** the shaping mould (21) is surrounded by a pressure casing (2) separated therefrom and that one part (lower part 3) of the pressure casing (2) is provided on the inside with a circumferential recess (8) and that another part (upper part 4) of the pressure casing (2) has a projection (9) of limited thickness engaging in the recess (8).

4. Device according to claim 3, **characterized by** a seal between facing end faces of parts (3, 4) of the pressure casing (2).

5. Device according to claim 4, **characterized in that** grooves (7, 7a) are formed in facing end faces of parts (3, 4) of pressure casing (2) and the seal (6) engages therein.

6. Device according to claim 4 or 5, **characterized in that** the seal (6) is made from solid, elastic material.

7. Device according to claim 4 or 5, **characterized in that** the seal (6) is a hose seal fillable with a pressure medium.

8. Device for high pressure shaping according to one of the claims 3 to 7, **characterized in that** between the upper and lower parts (24, 26) of the shaping mould (21) is provided a spacer ring (27), so that a workpiece can be fixed between one part (24 or 26) of the mould (21) and the spacer ring (27) and optionally a further workpiece can be fixed between the spacer ring (27) and the other part (26 or 24) of the mould (21).

9. Device according to claim 8, **characterized in that** the spacer ring (27) has a filling inlet (32).

10. Device according to claim 9, **characterized in that** the filling inlet (32) of the spacer ring (27) is aligned with a filling passage (13) of the pressure casing (2), when the latter is closed, and the mould (21).

11. Device according to claim 10, **characterized by** a bush (33) producing a tight connection between inlet (32) of spacer ring (27) and passage (13) of pressure casing (2).

12. Device according to one of the claims 8 to 11, **characterized in that** the top and bottom of the spacer ring (27) are at least in part not parallel to one another and/or are not planar.

13. Device according to one of the claims 3 to 12, **characterized by** a closable emptying outlet (12) extending through the wall of the pressure casing (2) and which is functionally also usable as an additional filling device for the pressure casing.

14. Device according to one of the claims 3 to 13, **characterized in that**, accompanied by the interposing of spacer plates (29), the mould (21) is located in the pressure casing (2).
15. Device according to one of the claims 3 to 14, **characterized in that** drive mechanisms for moving mould parts (mould upper part 26, optionally spacer plate 29) on the one hand and casing parts (casing upper part 4) are separate from one another.
16. Device according to one of the claims 5 to 14, **characterized in that** by means of the drive mechanisms for the mould upper part and drawing beads on the spacer ring, it is also possible to bring about a different material flow between the upper and lower workpiece on both sides.
17. Device according to claim 15 or 16, **characterized in that** the drive mechanism (pressing device) for the casing (2) has a higher closing force than the drive mechanism for the mould (21).
18. Device according to one of the claims 3 to 17, **characterized in that** the closing force of the mould (21) is adjustable.
19. Device according to one of the claims 3 to 17, **characterized in that** there is a small vertical clearance when the mould is closed, optionally including spacer rings and plates, together with workpieces within the pressure casing (2).

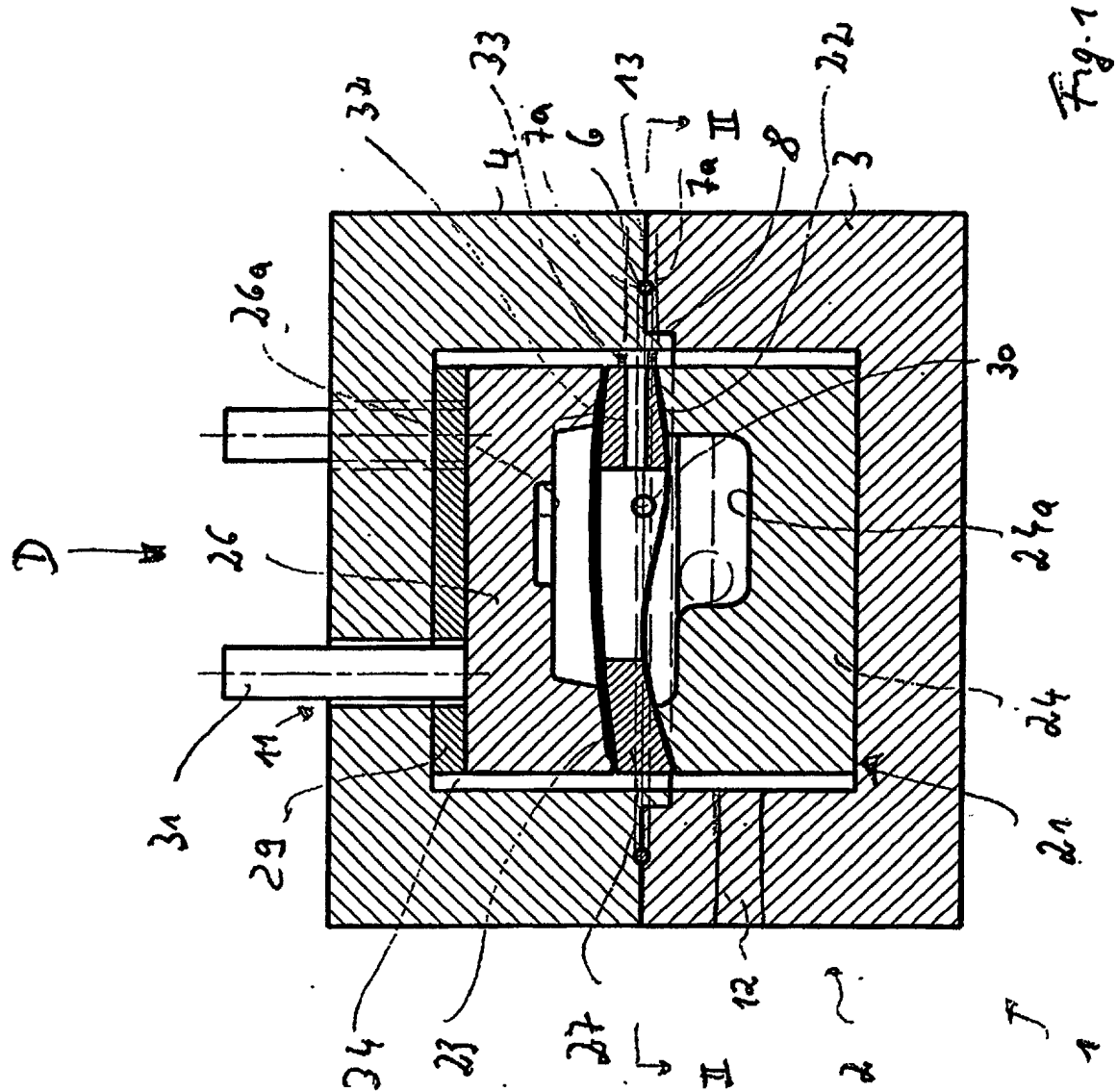
Revendications

1. Procédé de formage d'au moins une pièce sous haute pression d'un liquide au moyen d'un outil de formage comprenant une partie supérieure et une partie inférieure d'outil, dans lequel la pièce est d'abord maintenue serrée par le bord lors de la montée en pression, **caractérisé en ce que** dans la phase finale du formage donnant à la pièce la forme finale souhaitée (calibrage), on libère la zone de bordure de la pièce.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on forme simultanément deux pièces par l'impact d'un liquide sous haute pression dans des directions opposées, **caractérisé en ce que** les deux pièces sont d'abord déformées dans la zone de bordure en intercalant un élément d'espacement.
3. Dispositif de formage d'au moins une pièce sous haute pression d'un liquide au moyen d'un outil de formage comprenant une partie supérieure et une partie inférieure d'outil, serrant la pièce dans les zones de bordure lors de l'admission d'un écoulement

de matière, **caractérisé en ce que** l'outil de formage (21) est entouré d'un carter de pression (2) séparé de celui-ci et **en ce qu'une** partie (la partie inférieure 3) du carter de pression (2) présente sur sa face intérieure un évidement (8) périphérique et **en ce qu'une** autre partie (la partie supérieure 4) du carter de pression (2) présente une saillie (9) de force limitée venant en prise dans l'évidement (8).

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé par** un joint d'étanchéité entre les faces frontales en regard des parties (3,4) du carter de pression (2).
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** des rainures (7, 7a) sont conformées dans des faces frontales en regard des parties (3,4) du carter de pression (2), dans lesquelles vient se loger le joint (6).
6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** le joint (6) est un joint en matériau compact élastique.
7. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** le joint (6) est un joint tubulaire pouvant être rempli d'un fluide sous pression.
8. Dispositif de formage sous haute pression selon l'une des revendications 3 à 7, **caractérisé en ce qu'un** anneau d'espacement (27) est disposé entre les parties supérieure et inférieure (24, 26) de l'outil de formage (21), de sorte qu'une pièce peut être serrée entre une partie (24 ou 26) de l'outil (21) et l'anneau d'espacement (27) et que le cas échéant une autre pièce peut être serrée entre l'anneau d'espacement (27) et l'autre partie (26 ou 24) de l'outil (21).
9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'anneau d'espacement (27) présente une entrée de remplissage (32).
10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'entrée de remplissage (32) de l'anneau d'espacement (27) est alignée sur une (13) sortie de remplissage (13) du carter de pression lorsque le carter de pression (2) et l'outil (21) sont fermés.
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé par** un coussinet (33) formant une liaison étanche entre l'entrée (32) de l'anneau d'espacement (27) et la sortie (13) du carter de pression (2).
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce que** les parties supérieure et inférieure de l'anneau d'espacement (27) sont au moins partiellement non entièrement parallèles et/ou non planes.

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 12, **caractérisé par** une sortie de vidage (12) verrouillable s'étendant à travers la paroi du carter de pression (2), pouvant également être utilisée fonctionnellement comme dispositif supplémentaire de remplissage pour le carter de pression. 5
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 13, **caractérisé en ce que** l'outil (21) est disposé dans le carter de pression (2) par interposition de plaques d'espacement (29). 10
15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 14, **caractérisé en ce que** les dispositifs d'actionnement pour le déplacement des parties d'outils (partie supérieure d'outil 26, le cas échéant plaque d'espacement 29) d'une part et des parties de carter (partie supérieure de carter 4) sont des dispositifs séparés les uns des autres. 15
20
16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 14, **caractérisé en ce que** l'on peut aussi réaliser des deux côtés un écoulement différent de matière entre la pièce supérieure et la pièce inférieure au moyen des dispositifs d'actionnement pour la partie supérieure d'outil et de bourrelets d'étrépage sur l'anneau d'espacement. 25
17. Dispositif selon la revendication 15 ou 16, **caractérisé en ce que** le dispositif d'actionnement (dispositif de pression) pour le carter (2) présente une force en fermeture plus grande que celle du dispositif d'actionnement de l'outil (21). 30
18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 17, **caractérisé en ce que** la force en fermeture de l'outil (21) est réglable. 35
19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 17, **caractérisé en ce qu'il** existe un faible jeu vertical à l'intérieur du carter de pression (2) lorsque l'outil est fermé, y compris dans le cas des anneaux ou plaques d'espacement ainsi que des pièces. 40
45
50
55



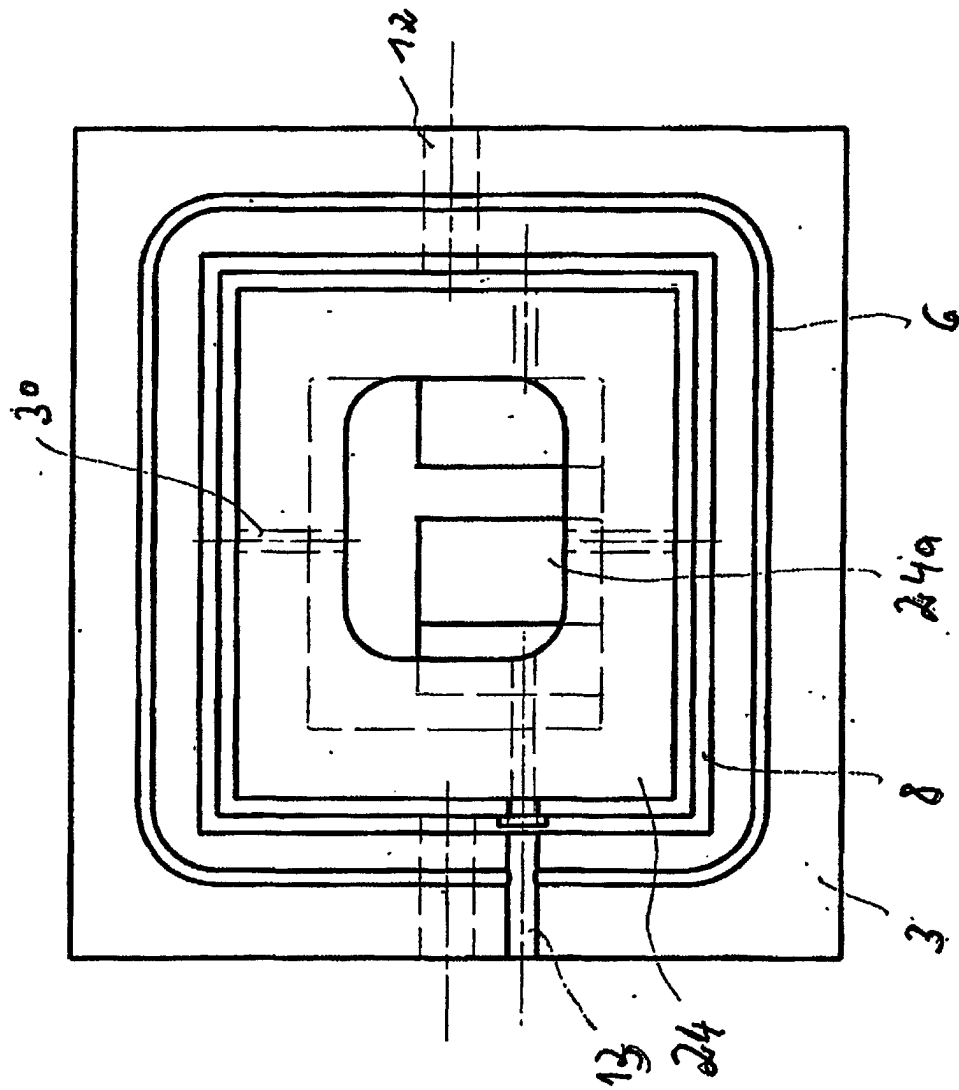


Fig. 2

Fig 3

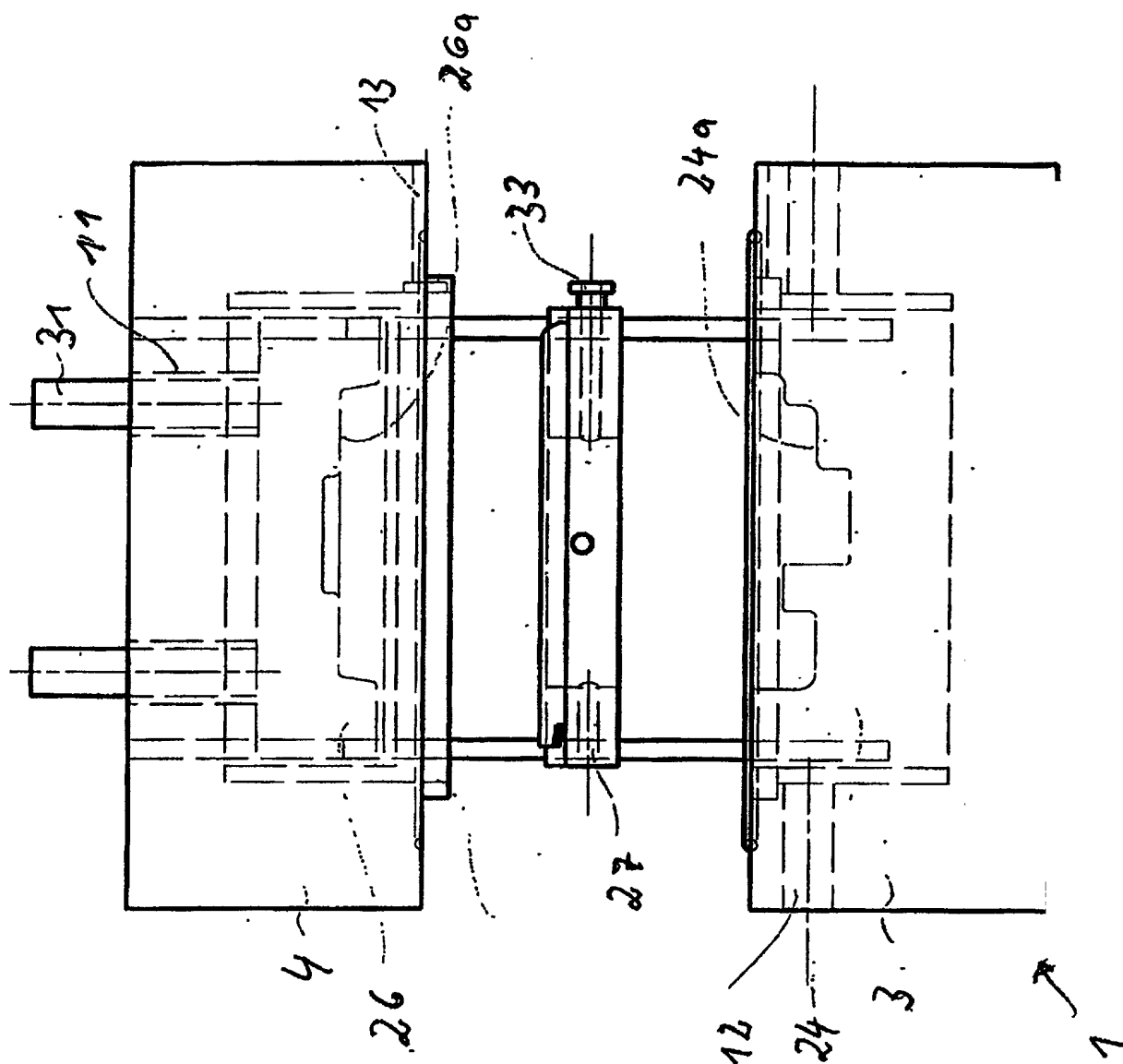
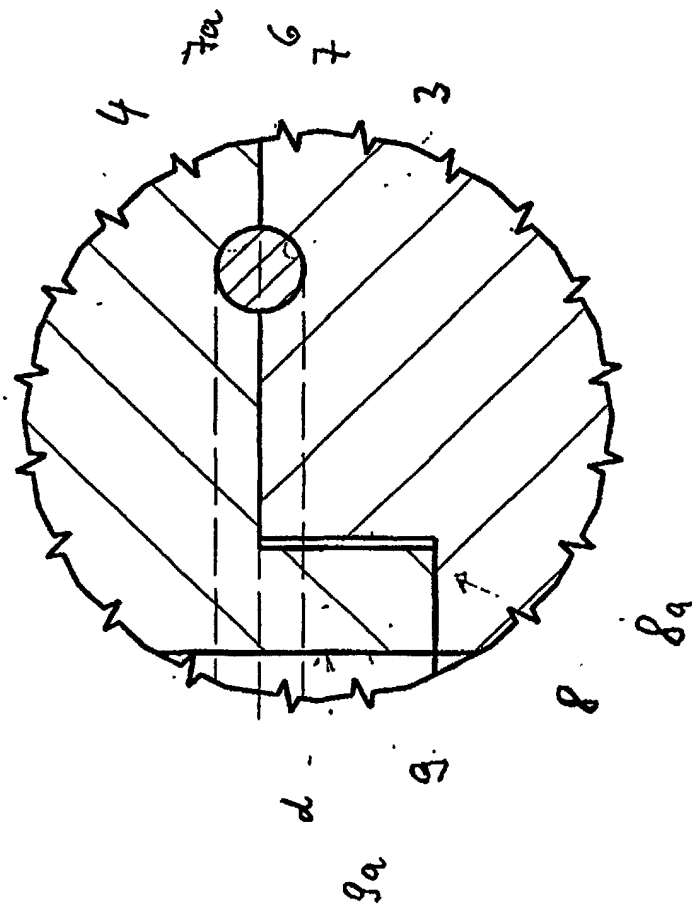
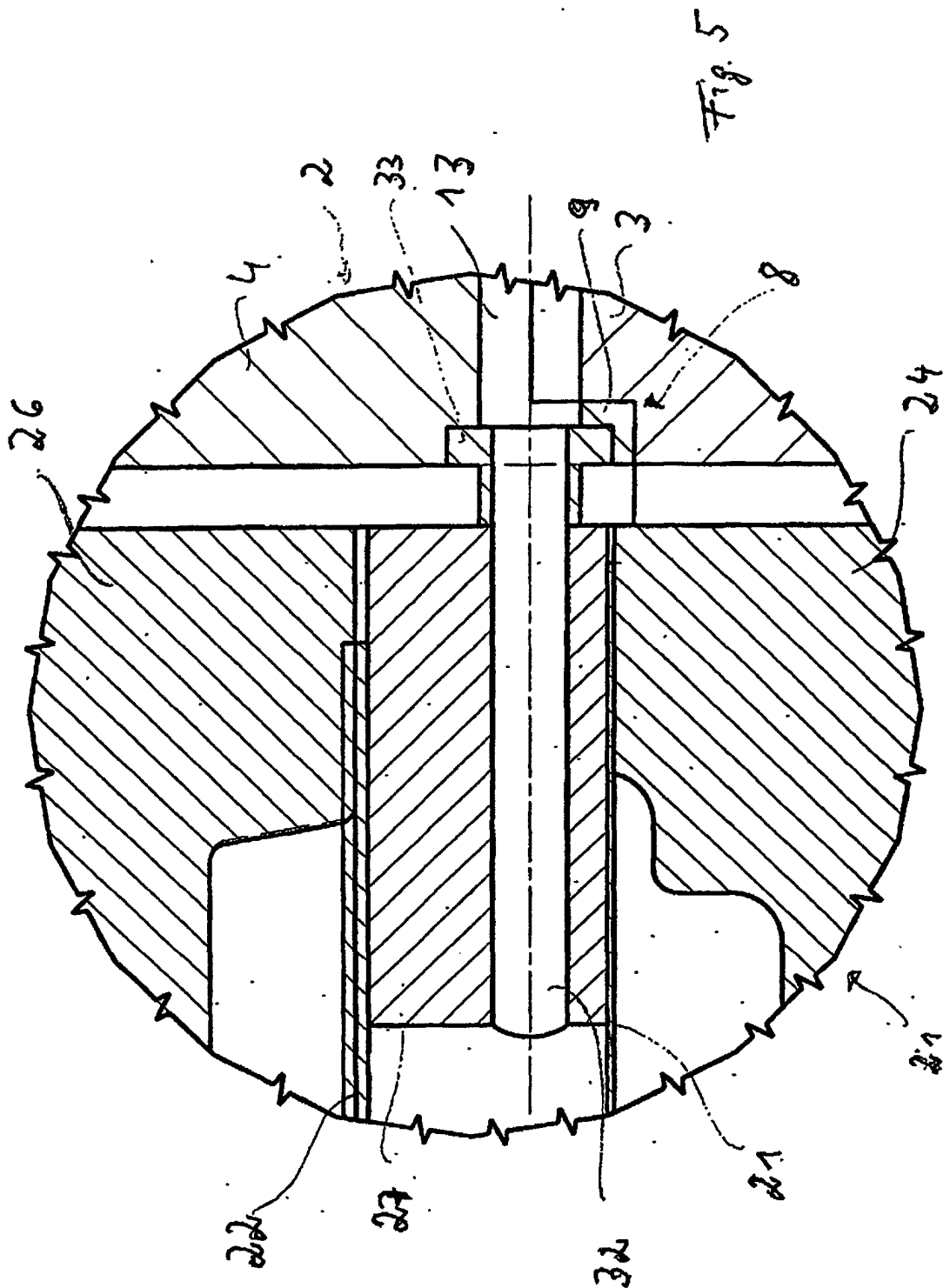


Fig. 4





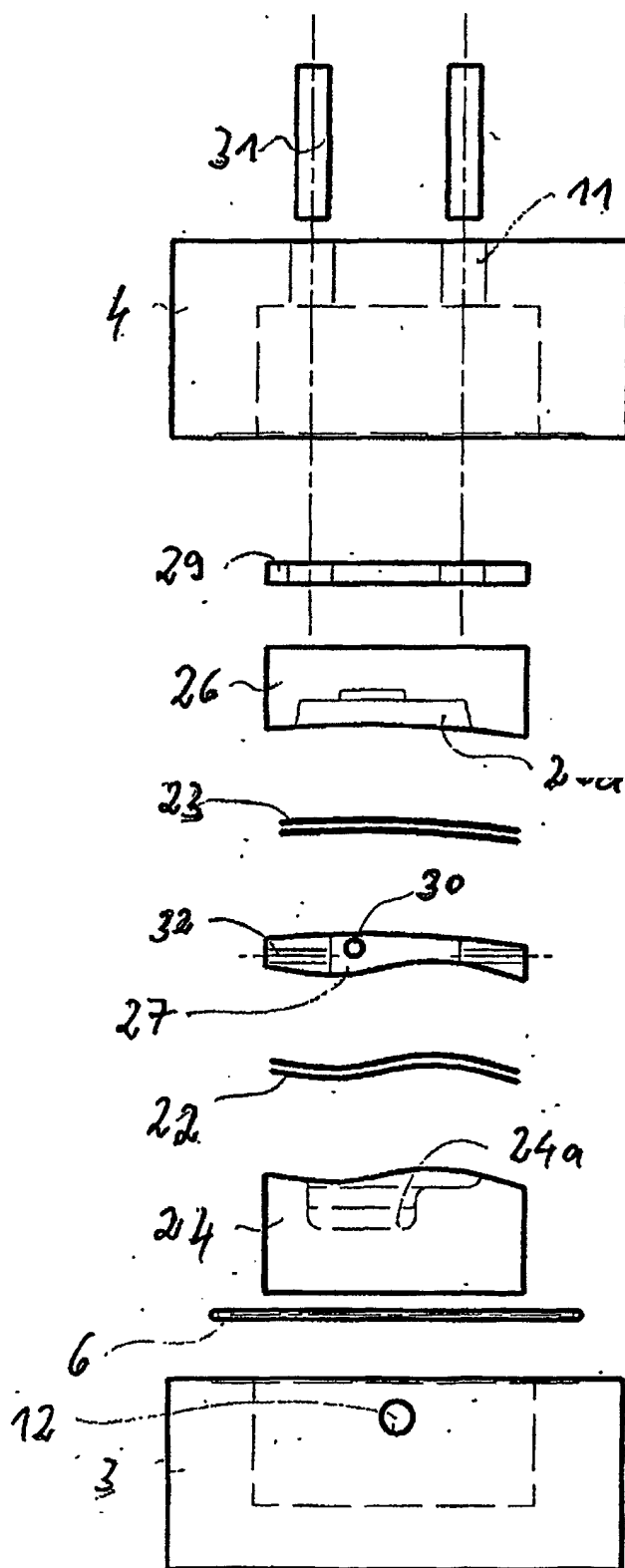


Fig. 6