

(19)



(11)

EP 2 076 342 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.02.2012 Patentblatt 2012/06

(51) Int Cl.:
B21D 26/045^(2011.01)

(21) Anmeldenummer: **07818541.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/008459

(22) Anmeldetag: **28.09.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/040497 (10.04.2008 Gazette 2008/15)

(54) **VORRICHTUNG ZUR INNENHOCHDRUCKUMFORMUNG**

DEVICE FOR INTERNAL HIGH-PRESSURE FORMING

DISPOSITIF DE DÉFORMATION SOUS HAUTE PRESSION INTÉRIEURE

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

(30) Priorität: **02.10.2006 DE 102006047017**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.07.2009 Patentblatt 2009/28

(73) Patentinhaber: **Fachhochschule Köln
50968 Köln (DE)**

(72) Erfinder: **HARTL, Christoph
33100 Paderborn (DE)**

(74) Vertreter: **Borkowski, Jens et al
Cohausz Hannig Borkowski Wißgott
Patentanwaltskanzlei GbR
Schumannstrasse 97-99
40237 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A1- 19 751 408 FR-A- 847 257
JP-A- 2004 276 077 JP-A- 2006 122 943
US-A- 1 501 023**

EP 2 076 342 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Innenhochdruckumformung von Komponenten aus rohrförmigen Werkstücken, insbesondere Mikrokomponenten, umfassend ein wenigstens zweiteiliges Formwerkzeug, in welches ein Werkstück einlegbar ist, sowie Mittel zum Abdichten und/oder zur Druckbeaufschlagung des Werkstückes an den Werkstückenden.

[0002] Derartige Vorrichtungen sind im Stand der Technik für traditionelle Bauteile allgemein bekannt. Üblicherweise werden in solchen Vorrichtungen zumeist metallische rohrförmige Werkstücke durch Druckbeaufschlagung von innen mittels eines Fluids, oftmals eines flüssigen Fluids, aufgeweitet. Durch die Aufweitung innerhalb eines Formwerkzeuges kann die Aufweitung erfolgen, bis dass die aufgeweitete Wandung des Werkstückes an einer konturierten Innenwandung eines Formwerkzeuges anliegt. Die konturierte Innenwandung, die auch als Formgravur bezeichnet wird, definiert somit die spätere äußere Gestalt eines umzuformenden Werkstückes.

[0003] Eine bekannte Vorrichtung zur Durchführung solcher Innenhochdruckumformungen umfasst dabei üblicherweise ein wenigstens zweiteiliges Formwerkzeug, welches geöffnet werden kann, um ein rohrförmiges Werkstück für den Umformungsprozess einzulegen. Nach Schließen des Formwerkzeugs, insbesondere durch Aufpressen eines oberen Formwerkzeugteiles auf ein unteres Formwerkzeugteil werden an die offenen Werkstückenden Mittel zum Abdichten und Mittel zum Befüllen / Beaufschlagen mit unter Druck stehendem Fluid angepresst und durch den erzeugten Innendruck das Werkstück umgeformt. Nach der so erfolgten Umformung und insbesondere Entfernung der vorgenannten Mittel kann sodann das Formwerkzeug geöffnet und das umgeformte Werkstück entnommen werden. Eine Umformvorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 zeigt die JP 2004 276077 A.

[0004] Bei solchen Umformungen ist es bekannt, dass Vorrichtungs- und Werkzeugteile aufgrund der vergleichsweise hohen, für die Umformung eingesetzten Lasten / Drücke elastischen Formänderungen während des Umformungsprozesses unterliegen können. Solche Formänderungen können sich sowohl bei den Formwerkzeugen, als auch bei den einliegenden Werkstücken und den angrenzenden Vorrichtungsteilen auswirken.

[0005] Bei diesen Formänderungen kann es insbesondere zu einer elastischen Stauchung der Formwerkzeuge kommen, da ein oberes Formwerkzeugteil mit einer dem Innendruck proportionalen Schließkraft gegen das untere Formwerkzeugteil gepresst werden muss. Hierbei kann es zu einer Verlagerung insbesondere Parallelverlagerung des Formwerkzeuges und des darin einliegenden Werkstückes gegen über anderen externen Vorrichtungsteilen kommen, wie z.B. Mitteln zur Abdichtung, wie beispielsweise Dichtstempeln oder den Mitteln zum Befüllen und Druckbeaufschlagen, die z.B. von außen ge-

gen das Formwerkzeug bzw. die Werkzeugenden während der Umformung gepresst werden.

[0006] Hierdurch kann es zu einer verringerten Prozess-Sicherheit kommen, beispielsweise durch reduzierte Dichtigkeit bei den Mitteln zum Abdichten oder Befüllen / Druckbeaufschlagen. Ebenso kann es zu einem erhöhten Verschleiß oder auch zum Bruch von Formwerkzeugen kommen.

[0007] Um diesen Effekten entgegenzuwirken, ist es bereits bekannt, Antriebe zum Antreiben von Mitteln für die Abdichtung bzw. Befüllung und Druckbeaufschlagung direkt am Formwerkzeug zu befestigen. Da sich die Antriebe somit jedoch direkt am Formwerkzeug abstützen werden durch die Einleitung der bei der Umformung auftretenden Reaktionskräfte direkt in das Formwerkzeug Spannungen und Verzerrungen hervorgerufen, die ebenfalls die Prozess-Sicherheit beeinträchtigen.

[0008] Z.B. können auch aufgrund des Gewichtes der vom dem Formwerkzeug getragenen Antriebe Schrägstellungen der Mitteln zum Abdichten und/oder Befüllen / Druckbeaufschlagen entstehen. Darüber hinaus sind bei einer solchen Lösung die Antriebe bei einem Wechsel der Formwerkzeuge nur sehr aufwändig zu demontieren bzw. neu zu montieren.

[0009] Diese vorgenannten Probleme führen dazu, dass bekannte Vorrichtungen der genannten Art nicht eingesetzt werden können für die Innenhochdruckumformung von Mikrokomponenten, also z.B. rohrförmigen Werkstücken mit Abmessungen von z.B. kleiner 3 mm Durchmesser bevorzugt weniger als 1 mm Durchmesser, da sich bei solchen kleinen Werkstücken die Formänderungen relativ zur Werkstückgröße stärker auswirken als bei üblichen Werkstückgrößen. Hierbei können bei den Mikrokomponenten Verhältnisse von Wandstärke zu Durchmesser von 0.02 bis 0.2 zum Einsatz kommen.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der vorgenannten Art zu schaffen, bei der die vorgenannten Nachteile vermindert oder überwunden werden und somit unvermeidbare elastische Formänderungen keine negativen Auswirkungen zeigen.

[0011] Gelöst wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1.

[0012] Wesentlicher Kerngedanke hierbei ist es zum einen, dass durch die Anordnung einer Führung an dem Formwerkzeug bei einer elastischen Verformung des Formwerkzeuges aufgrund einer Schließkraft eine Verlagerung des Formwerkzeuges aufgrund der daran befestigten Führung gleichzeitig auch eine Verlagerung der Führung bewirkt, so dass die relative Lage zwischen Führung und Formwerkzeug erhalten bleibt.

[0013] Mittels eines Schlittens, der auf einer solchen Führung verschieblich ist und z.B. mittels eines geeigneten Antriebes in Richtung auf ein offenes Werkstückende zubewegbar ist, können sodann erfindungsgemäß Mittel zum Abdichten und/oder Mittel zum Befüllen / Druckbeaufschlagen an die Werkstückenden dicht angestellt werden. Derartige Mittel können hierfür auf einem solchen Schlitten montiert sein.

[0014] Bei einem solchen Mittel kann es sich z.B. um einen Dichtstempel handeln, der das Werkstück gegen den Innendruck bei der Umformung am offenen Werkstückende abdichtet. Weiterhin kann es sich um einen Befüllungstempel handeln, der ebenso wie ein Dichtstempel an ein offenes Werkstückende angestellt und angepresst wird, der eine Bohrung oder einen Kanal aufweist, mit dem Fluid, z.B. flüssiges Fluid in das Innere des Werkstücks eingefüllt werden und unter Druck gesetzt werden kann.

[0015] Es ist zum anderen wesentlicher Kerngedanke, dass ein Schlitten mittels eines getrennt zu der wenigstens einen Führung angeordneten Antrieb verschiebbar ist, der zumindest im Wesentlichen querkraftfrei an den Schlitten gekoppelt ist. Die Anordnung eines Antriebs zum Bewegen und Anpressen eines Schlittens getrennt von der Führung und somit auch getrennt von dem Formwerkzeug verhindert jegliche Verformungen oder Verzerrungen die aufgrund von Reaktionskräften zwischen Antrieb und Formwerkzeug entstehen können. Somit werden die im Stand der Technik bekannten Nachteile bereits durch diese Anordnung vermieden.

[0016] Weiterhin bewirkt die zumindest im Wesentlichen querkraftfreie Ankopplung, dass durch die Kraftwirkung zwischen Antrieb und Schlitten keine oder im wesentlichen keine Querkräfte entstehen, sondern nur Kräfte in Richtung der möglichen Verschiebungsrichtung des Schlittens auf/ in der Führung. Unter Querkraften, die gemäß der Erfindung vermieden werden, werden somit jegliche Kräfte verstanden, die eine senkrechte Komponente zur Verschiebungsrichtung eines Schlittens aufweisen und somit zu einer Verzerrung oder Verformung am Formwerkzeug oder an den Anschlussstellen zwischen Werkstückenden und den genannten Mitteln beitragen könnten.

[0017] Durch die im Wesentlichen querkraftfreie Ankopplung zwischen einem Antrieb und einem Schlitten wird weiterhin erreicht, dass selbst bei einer Bewegung des Formwerkzeuges und der wenigstens einen Führung keine Kraftwirkungen senkrecht zur Verschieberichtung zwischen antrieb und Schlitten entstehen, da für diese Kräfte eine Entkopplung besteht. Auch bewegt sich der Antrieb selbst bei einer möglichen Bewegung einer Führungselement nicht mit.

[0018] Gemäß der Erfindung kann es vorgesehen sein, die Führung vorteilhaft weiterzubilden. Beispielsweise kann die wenigstens eine Führung an wenigstens einem der Teile des Formwerkzeuges angeordnet ist. Hier wird bevorzugt das untere Teil eines Formwerkzeuges gewählt, so dass bei einem Abheben des oberen Formwerkzeugteils für die Entformung die Führung an Ort und Stelle verbleibt.

[0019] Weiterhin kann es bevorzugt vorgesehen sein, dass jedem der Werkstückenden eine Führung mit einem Schlitten und ein Antrieb zugeordnet ist. So besteht die Möglichkeit jedes der Werkstückenden, von denen üblicherweise wenigstens zwei bei rohrförmigen Werkstücken vorhanden sind, erfindungsgemäß zu verschließen

mit den jeweils nötigen Mittel, also z.B. zum Abdichten und/oder zur Befüllung / Druckbeaufschlagung. Hierbei können die Führungen, z.B. bei axialen Werkstücken parallel sein und miteinander fluchten oder auch einen Versatz an beiden Seiten des Formwerkzeuges aufweisen. Bei gekrümmten Werkstücken kann es auch vorgesehen sein, dass die Führungen zueinander in einem Winkel angeordnet sind.

[0020] Bevorzugt kann die Vorrichtung derart ausgeführt werden, dass eine Führung in der Trennebene des Formwerkzeuges angeordnet ist. So bleibt sichergestellt, dass bei jeglicher Größenordnung der eintretenden Verformung die Lage einer Führung relativ zu einem Werkstückende, welches sich üblicherweise in der Trennebene befindet, erhalten bleibt. Somit bleibt gleichzeitig auch die Lage eines jeweiligen Schlittens mit darauf montierten Mitteln zum Abdichten und/ oder Befüllen / Druckbeaufschlagen relativ zum Werkstückende gleich,

[0021] Besonders bevorzugt wird dabei die Anordnung einer Führung so gewählt, dass sich eine Führung durch ein Formwerkzeug hindurch erstreckt, insbesondere von einem Werkstückende zum einem anderem Werkstückende. Bei einem Werkstück mit nur zwei Werkstückenden kann es somit nur eine einzige Führung geben, die auf einer Seite des Formwerkzeuges einen Schlitten zur Aufnahme wenigstens eines ersten der vorgenannten Mittel führt und auf der anderen Seite einen weiteren Schlitten führt zur Aufnahme wenigstens eines zweiten der vorgenannten Mittel, also insbesondere auf einer Seite einen Stempel zum Dichten und auf der andere Seite einen Stempel zum Befüllen und Druckbeaufschlagen. Durch die Fortführung der Führung von einer Seite des Formwerkzeuges durch dieses hindurch zur anderen Seite wird eine besondere Stabilität bei der Führung und zum Formwerkzeug erzielt.

[0022] Ein einer Ausführungsform kann es vorgesehen sein, dass das eine Führung durch zwei, zumindest ausserhalb des Formwerkzeuges parallele Stäbe gebildet ist, insbesondere die von einem Schlitten umgriffen sind. Beispielsweise kann es sich um runde Stäbe, bevorzugt in der Fertigungsqualität von Wellen handeln, auf denen ein Schlitten mittels Gleitlagern geführt wird. Die einander gegenüberliegenden Endabschnitte eines jeden Stabes können dabei nicht parallel unter einem Winkel zueinander angeordnet sein, z.B. wenn ein Stab nicht exakt gerade ausgerichtet ist sondern eine Krümmung / Biegung aufweist. In diesem Fall sind auch die Verschieberichtungen zweier an zwei Seiten eines Formwerkzeuges angeordneter Schlitten nicht parallel zueinander.

[0023] Bevorzugt wird die Vorrichtung derart gewählt, dass insbesondere bei axialen rohrförmigen Werkstücken die Achsen von auf zwei Seiten des Formwerkzeuges liegenden Führungen koaxial sind, damit die Kraftvektoren die durch die Schlitten auf die Werkstückenden wirken exakt einander entgegengerichtet sind und einander kompensieren.

[0024] Gemäß der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass ein Antrieb oder zumindest ein Halter eines

Antriebs mit einem Teil, insbesondere einem unteren Teil des Formwerkzeugs auf einer gemeinsamen Grundplatte angeordnet ist, insbesondere wobei auf einen oberen Teil des Formwerkzeugs ein Schließdruck aufgebracht wird. Hierbei kann das untere Teil des Formwerkzeugs direkt oder über ein Zwischenteil auf der Grundplatte angeordnet sein. Dies hat den Vorteil, dass alle Reaktionskräfte, wie diejenigen zum Schließdruck zwischen oberer und unteren Hälfte eines Formwerkzeuges und diejenigen zum Anpressdruck durch die Antriebe durch die Grundplatte aufgenommen werden. Diese kann somit entsprechend stabil ausgeführt werden.

[0025] Hierbei kann es weiterhin vorgesehen sein, dass der Schließdruck durch einen Antrieb aufgebracht wird, der über eine Gestell-/Rahmenanordnung mit der gemeinsamen Grundplatte verbunden ist. So kann ein geschlossener Kraftfluss erreicht werden.

[0026] Gemäß der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass die im Wesentlichen querkraftfreie Kopplung zwischen einem Antrieb und einem Schlitten ausgebildet ist durch einen losen Kontakt zwischen Schlitten und Antrieb. Hierbei wird unter einem losen Kontakt verstanden, dass ein den Schlitten in einer Richtung zum Werkstück antreibendes Element, z.B. ein Stößel an einer Wirkfläche eines Schlittens nur anliegt, insbesondere jedoch nicht mit dieser verbunden bzw. daran befestigt ist. Sofern eine Befestigung vorgesehen ist, ist diese erfindungsgemäß querkraftfrei auszubilden, so dass keine Kräfte in einer Richtung bzw. mit einer Komponente senkrecht zur Verschieberichtung eines Schlittens durch diese Befestigung übertragen wird. Aufgrund der Anlage zwischen zwei Wirkflächen des Antriebs und des Schlittens ist der Schlitten in Vorschubrichtung durch den Antrieb bewegbar. Somit wird eine Kraft im Wesentlichen nur in Richtung der Vorschubrichtung übertragen. Eine dazu senkrecht wirkende Kraft würde gemäß der querkraftfreien Kopplung lediglich bewirken, dass sich die Anlagestelle zwischen Antrieb und Schlitten ändert. Somit ist jegliche Bewegung zwischen Formwerkzeug und Antrieb aufgrund einer elastischen Formänderung ohne negative Auswirkung möglich.

[0027] Bei der Kopplung zwischen Antrieb und Schlitten kann es vorgesehen sein, dass im Bereich des losen Kontaktes querkraft- und/oder reibungsreduzierende Mittel eingesetzt sind. So wird die Möglichkeit zur Querbewegung zwischen Antrieb und Formwerkzeug bzw. Schlitten/Führung noch weiter erleichtert. Beispielsweise kann ein solches Mittel ausgebildet sein als eine Rollen- und/oder Kugellagerung, insbesondere wobei die Rollen bei einer vertikalen Schließkraft horizontal und senkrecht zur Schlittenbewegung zwischen den jeweiligen Wirkflächen von Antrieb und Schlitten angeordnet sind. Aufgrund dieser Rollen können somit die Wirkflächen von Antrieb und Schlitten, zwischen denen eine Kraft in Vorschubrichtung übertragen wird in vertikaler Richtung, also in Richtung der wirkenden und potentiell deformierenden Schließkraft aneinander vorbeierollen. Die bewirkt eine Entkopplung zu einer möglichen Quer-

kraft in vertikaler Richtung und somit die erfindungsgemäße Entkopplung.

[0028] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den nachfolgenden Figuren dargestellt. Es zeigen:

Figur 1: die Prozessschritte bei der Innenhochdruckumformung;

Figur 2: die elastische Stauchung des Formwerkzeugs;

Figur 3: eine perspektivische Übersichtsdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Figur 4: eine perspektivische Darstellung wie in Figur 3, jedoch ohne Vorrichtungsanteile zur Erzeugung der Schließkraft;

Figur 5: die Ausbildung eines Stempels zur Befüllung und Druckbeaufschlagung;

Figur 6: die Ausbildung eines Stempels zur Befüllung und Druckbeaufschlagung;

[0029] Die Figur 1 zeigt zunächst in einer Übersicht die Schritte zur Durchführung einer Innenhochdruckumformung eines rohrförmigen Werkstücks 1. Das Werkstück 1 wird in den unteren Teil 2a eines Formwerkzeugs 2 eingelegt und anschließend das in Figur 1a zunächst abgehobene obere Formwerkzeug 2b, wie in Figur 1 b gezeigt auf das untere Formwerkzeug 2a abgesenkt. Das geschlossene Formwerkzeug 2 weist eine innere Konturierung 3 auf, auch Formgravur genannt, welche die spätere äußere Formgestalt des umgeformten Werkstücks 1 definiert.

[0030] Nach dem Schließen des Formwerkzeugs 2 werden in diesem Beispiel rechtsseitig ein Abdichtstempel 4 und linksseitig ein Stempel 5 zur Befüllung und Druckbeaufschlagung an die Werkstückenden 1a ange stellt. Der Stempel 5 weist hierfür einen Kanal 5a auf.

[0031] Wie in Figur 1 c gezeigt wird ein Schließdruck P in vertikaler Richtung auf das Formwerkzeug ausgeübt sowie auch ein jeweiliger Anpressdruck AP auf die beiden Stempel 4/5. Es wird durch den Stempel 5 das Werkstückinnere mit flüssigem Fluid befüllt und unter hohen Druck gesetzt, so dass sich die Werkstückwandung aufweitert, bis dass sie an der Innenkontur 3 anliegt. Sodann ist das Werkstück 1 umgeformt und kann durch Öffnen des Formwerkzeugs 2 und Entfernen der Stempel 4/5, wie Figur 1d) zeigt, entnommen werden.

[0032] Die Figur 2 verdeutlicht die hierbei entstehende Problematik. In dem linksseitigen Schnitt des Formwerkzeugs 2 ist das Formwerkzeug 2 in geschlossenem und unbelastetem Zustand mit Blick auf ein Werkstückende 1a zu erkennen. Die seitlichen Stirnbereiche der Form weisen dabei einen Öffnungsquerschnitt auf, der dem Außenquerschnitt eines einzulegenden Werkstücks 1 am Endbereich 1a entspricht. Rechts ist dieselbe Situa-

tion jedoch in belastetem Zustand, d.h. wenn ein Schließdruck P auf das Formwerkzeug 2 von oben über das Formwerkzeugteil 2b ausgeübt wird. Erkennbar ist hier, dass sich die Trennebene TE zwischen den beiden Formwerkzeughälften 2a und 2b um den Betrag Δ nach unten verlagert. Hierdurch kann es zu einer Undichtigkeit bei den angepressten Stempeln 4/5 kommen.

[0033] Die Figur 3 zeigt in der Übersicht eine erfindungsgemäße Vorrichtung. Auf einer Grundplatte 6 ist über ein Zwischenstück bzw. eine Auflage 7 ein unteres Formwerkzeugteil 2a angeordnet. In der Aufsicht ist die Innenkontur 3 dieses unteren Teil 2a zu erkennen.

[0034] Mittels eines Antriebs 8, der mittels eines Rahmens / Gestells 9 an der Grundplatte 6 befestigt ist wird mittels des Antriebsstößels 10 der das obere Formwerkzeugteil 2b trägt und nach unten bewegt der Schließdruck erzeugt, der während der Umformung gehalten wird. Anschließend dient der Antrieb 8 zum Öffnen des Formwerkzeugs 2. Der Antriebsstößel 10 kann hydraulisch angetrieben sein oder mechanisch z.B. über einen Kniehebelmechanismus.

[0035] Dieser Rahmen bzw. das Gestell dient der Aufnahme der Prozesskräfte und bildet einen Träger für weitere wesentliche Vorrichtungskomponenten. Er kann z.B. aus verschraubten Rahmenteil 9 oder eine Schweiß- oder Gusskonstruktion umfassen.

[0036] Den wesentlichen Kern der Erfindung zeigt die Figur 4 unter Weglassung des Antriebs 8 und des Gestells 9.

[0037] Gemäß der Erfindung erstrecken sich durch das Formwerkzeug 2 bzw. dessen unteren Teil 2a zwei parallel zueinander verlaufende Stangen 11, die zur Hälfte ihres Querschnitt in den unteren Formwerkzeugteil 2a eingebettet sind. Die Stangen erstrecken sich weiterhin parallel zur Längsachse des Formwerkzeugs, welche durch die Ausrichtung der Kontur 3 und des darin einlegbaren Werkstückes gegeben ist.

[0038] Die beiden Stangen 11, die beidseits des Formwerkzeugs 2 überstehen, bilden eine Führung im Sinne der Erfindung, auf der beidseits des Formwerkzeugs 2 je ein Schlitten 12 geführt ist. Die Stangen 11 können in diesem Beispiel runden Querschnitt aufweisen. Es ist ebenso möglich einen von der runden Form abweichenden Querschnitt zu verwenden oder eine Flachbahnführung auszubilden..

[0039] Beide Schlitten 12 weisen zwei parallele Bohrungen auf, durch die die Stangen 11 hindurchreichen. Z.B. können in die Bohrungen Führungsbuchsen, z.B. als Gleitlager eingepresst sein. In den Schlitten 12 sind die in den Figuren 1 schematisch gezeigten Stempel 4 und 5 angeordnet bzw. allgemein Mittel zum Abdichten und Befüllen / Druckbeaufschlagen angeordnet. Auch können die Schlitten bei allen möglichen Ausführungen die Träger für die Fluidzufuhr bilden, wobei das Fluid mittels eines Schlitten an den entsprechenden Stempel weitergeleitet wird.

[0040] Die Stempel 12 sind dabei an die Querschnittsform der Endbereiche 1 a eines Werkstücks angepasst,

um eine Abdichtung zu gewährleisten. Auch können Sie konisch ausgebildet sein oder eine Stufenform aufweisen, insbesondere um ein Nachschieben von Werkstückmaterial bei der Umformung zu gewährleisten..

[0041] Die Schlitten 12 können mittels der beidseits angeordneten Antriebe 13 an Pfeilrichtung bewegt und mit einem Anpressdruck AP so die Stempel gegen die offenen Werkstückenden gepresst werden, die in dieser Figur nicht gezeigt sind. Auch kann durch die Antriebe eine Nachschiebekraft über einen Stempel 4,5 auf das Werkstück 1 ausgeübt werden.

[0042] Die Antriebe 13 sind über jeweilige Antriebshalter 14 an der Grundplatte 6 befestigt. Reaktionskräfte der Antriebe werden somit in die Grundplatte 6 eingeleitet, ebenso wie die Schließkraft. Die Antriebe bewegen jeweils Antriebsstößel 15, deren vordere Wirkflächen 15a im Wesentlichen querkräftfrei auf eine jeweils korrespondierende Wirkfläche 12a eines Schlittens 12 drückt.

[0043] Hierbei kann ein direkter loser Kontakt vorgehen sein oder es kann z.B. wie es die Detailzeichnung zeigt, ein die Querkraftübertragung reduzierendes Mittel 16 vorgesehen sein. Ein solches Mittel ist zwischen den Wirkflächen 15a und 12a z.B. als ein Rollenlager 16 angeordnet, welches mehrere übereinander horizontal und senkrecht zur Verschieberichtung eines Schlittens 12 angeordnete Rollen 17 aufweist. Die Wirkflächen 12a und 15a können somit parallel zueinander, insbesondere vertikal aneinander vorbei gleiten, so dass Kräfte nur senkrecht zwischen den Wirkflächen übertragen werden, jedoch nicht in vertikaler Richtung, also nicht in Richtung der Schließkraft, in der es zu Verformungen des Formwerkzeugs kommen kann. In vorliegenden Fall reicht eine Entkopplung in dieser Richtung, da eine Querkraft im Wesentlichen nur in vertikaler Richtung auftreten kann.

[0044] Somit ist gemäß der Erfindung sichergestellt, dass einerseits durch eine Trennebenenverlagerung die Schlitten und die daran befestigten Stempel ihre relative Lage, insbesondere ihre Koaxialität zum Werkstückende beibehalten, da diese über die in der Trennebene TE der Form 2 angeordneten Führung 11 mitbewegt werden und andererseits, dass die Abwärtsbewegung der Trennebene TE durch die Entkopplung in vertikaler Richtung nicht zu einer Kraftwirkung zwischen Antrieb 13 und Schlitten 12 führt, die eine senkrechte Komponente zur Schubrichtung entlang der Führung aufweist.

[0045] Somit werden gemäß der Erfindung Verzerrungen in der Form, der Führung und Undichtigkeiten zwischen Form bzw. Werkstückende und Stempel vermieden. Auch ist bei allen Ausführungen der Erfindung sichergestellt, dass durch die Stempel 4 und/oder 5 ein Nachdrücken von Werkstückmaterial bei der Umformung erfolgen kann, insbesondere in axialer Richtung des Werkstücks, bzw. exakt senkrecht zur Werkstenden-Öffnung.

[0046] Durch diese Genauigkeit ergibt sich auch die Möglichkeit Mikrobauerteile zu formen, deren Umformung mit bekannten Vorrichtungen unmöglich war.

[0047] Die Figuren 5 und 6 zeigen zwei alternative Formgestaltungen eines Befüllung und Druckbeaufschlagungsstutzens 5. Gemäß Figur 5 weist der Stutzen 5 eine sich verjüngende, insbesondere konische Spitze auf, sowie einen zentralen in die Spitze mündenden Kanal 5a. In der Figur 5 ist linksseitig die Situation vor Aufbringung eines Anpressdrucks auf ein Werkstückende 1 a zu erkennen, welches in dem Formwerkzeug 2 einliegt. Rechts ist die Situation bei Aufbringung eines Anpressdruckes zu erkennen. Ersichtlich wird hier durch die Spitze des Stempels 5 das Werkstückende 1a verformt, insbesondere aufgeweitet, wodurch sich eine besonders dichte Anlage ergibt. Durch die Spitze, die eine spitzere Konizität (kleineren Spitzenwinkel) aufweist, als der Formwerkzeugbereich 2c um das Werkstückende, wird erreicht, dass das Werkstückende zwischen dem vorderen Ende der Spitze und dem konischen Formwerkzeugbereich 2c eingeklemmt wird. Hierdurch ergibt sich eine optimale form- und/oder kraftschlüssige Dichtigkeit.

[0048] Die Figur 6 zeigt eine alternative Ausbildung des Stempels 5 bzw. ohne Kanal 5a auch des Dichtstempels 4. Auch hier hat der Stempel 5 eine konische Spitze 5b als Anlauffläche, um ein besseres Eintauchen in das Werkstückende 1a zu ermöglichen. Das vordere Ende des Stempels ist ebenso wie das Ende 1 a des Werkstücks 1, wenigstens einmal gestuft ausgeführt. Hierbei kann eine Stufe beim Werkstück einfach durch die Stirnfläche des Endes gebildet sein. Die Enden von Werkstück und Stempel sind hier hinsichtlich der zwei Stufen aneinander angepasst.

[0049] Durch diese Ausbildung kann bevorzugt erreicht werden, dass mittels eines solchen Stempels ein Nachschieben des Werkstückes 1 während der Umformung erfolgen kann.

[0050] Ein Hochdrucksystem zur Erzeugung von unter Druck stehendem Fluid kann in bekannter Weise, z.B. mit Pumpen, Filter, Ventilen ausgeführt sein.

[0051] Bezüglich sämtlicher Ausführungen ist festzustellen, dass die in Verbindung mit einer Ausführung genannten technischen Merkmale nicht nur bei der spezifischen Ausführung eingesetzt werden können, sondern auch bei den jeweils anderen Ausführungen innerhalb des durch die Patentansprüche definierten Schutzbereichs.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Innenhochdruckumformung von Komponenten aus rohrförmigen Werkstücken, insbesondere Mikrokomponenten, umfassend ein wenigstens zweiteiliges Formwerkzeug, in welches ein Werkstück einlegbar ist, sowie Mittel zum Abdichten und/oder zur Druckbeaufschlagung des Werkstückes an den Werkstückenden, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Formwerkzeug (2a, 2b) wenigstens eine Führung (11) angeordnet ist, auf der ein Schlitten (12) verschieblich ist, der Mittel (4,5)

zum Abdichten und/oder zur Befüllung/Druckbeaufschlagung eines Werkstückendes (1a) trägt, wobei ein Schlitten (12) mittels eines getrennt zu der wenigstens einen Führung (11) angeordneten Antrieb (13,15) verschiebbar ist, der zumindest im Wesentlichen querkraftfrei an den Schlitten (12) gekoppelt ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Führung (11) an wenigstens einem der Teile (2a) des Formwerkzeuges (2a, 2b) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem der Werkstückenden (1a) eine Führung (11) mit einem Schlitten (12) und ein Antrieb (13, 15) zugeordnet ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Führung (11) in der Trennebene (TE) des Formwerkzeuges (2, 2a, 2b)) angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich eine Führung (11) durch ein Formwerkzeug (2a, 2b) hindurch erstreckt, insbesondere von einem Werkstückende (1a) zum einem anderem Werkstückende (1 a).
6. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das eine Führung durch zwei, zumindest ausserhalb des Formwerkzeuges (2, 2a, 2b) parallele Stäbe (11) gebildet ist, insbesondere die von einem Schlitten (12) umgriffen sind.
7. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Antrieb (13,15) oder zumindest ein Halter (14) eines Antriebs (13, 15) mit einem Teil, insbesondere einem unteren Teil (2a) des Formwerkzeuges (2) auf einer gemeinsamen Grundplatte (6) angeordnet ist, insbesondere wobei auf einen oberen Teil (2b) des Formwerkzeuges (2) ein Schließdruck (P) aufgebracht wird.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schließdruck (P) durch einen Antrieb (8, 10) aufgebracht wird, der über eine Gestell/Rahmenanordnung (9) mit der gemeinsamen Grundplatte (6) verbunden ist.
9. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die im Wesentlichen querkraftfreie Kopplung zwischen einem Antrieb (13, 15) und einem Schlitten (12) ausgebildet ist durch einen losen Kontakt zwischen Schlitten (12) und Antrieb (13,15).

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des losen Kontaktes querkraft- und/oder reibungsreduzierende Mittel (16,17) eingesetzt sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (16) ausgebildet sind als eine Rollen- (17) und/oder Kugellagerung, wobei insbesondere die Rollen (17) einer vertikalen Schließkraft (P) horizontal und senkrecht zur Schlittenbewegung zwischen den jeweiligen Kontaktflächen (15a, 12a) von Antrieb (13, 15) und Schlitten (12) angeordnet sind.

Claims

1. Device for high-pressure hydroforming of components, in particular micro-components, from tubular workpieces, comprising an at least two-part mould into which a workpiece is insertable and means for sealing and/or pressurizing the workpiece at the ends of the workpiece, **characterized in that** at least one guide (11), on which a carriage (12) carrying means (4, 5) for sealing and/or filling/pressurizing an end (1a) of the workpiece is slidable, is arranged on the mould (2a, 2b), a carriage (12) being displaceable by means of a drive (13, 15) arranged separately from the at least one guide (11) and coupled to the carriage (12) in a substantially lateral-force-free manner.
2. Device according to Claim 1, **characterized in that** the at least one guide (11) is arranged on at least one of the parts (2a) of the mould (2a, 2b).
3. Device according to either of the preceding claims, **characterized in that** a guide (11) with carriage (12) and drive (13, 15) is assigned to each of the ends (1a) of the workpiece.
4. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a guide (11) is arranged in the parting plane (TE) of the mould (2, 2a, 2b).
5. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a guide (11) extends through a mould (2a, 2b), in particular from one end (1a) of the workpiece to another.
6. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a guide is formed by two bars (11) that are parallel at least outside the mould (2, 2a, 2b) and in particular are clasped by a carriage (12).
7. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a drive (13, 15) or at least a

holder (14) of a drive (13, 15) is arranged together with a part, in particular a lower part (2a), of the mould (2) on a common baseplate (6), closing pressure (P) being applied in particular to an upper part (2b) of the mould (2).

8. Device according to Claim 7, **characterized in that** the closing pressure (P) is applied by a drive (8, 10) connected to the common baseplate (6) by a stand/frame arrangement (9).
9. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the substantially lateral-force-free coupling between a drive (13, 15) and a carriage (12) is realized by a mobile contact between carriage (12) and drive (13, 15).

10. Device according to Claim 9, **characterized in that** lateral-force-free and/or friction-reducing means (16, 17) are used in the region of mobile contact.

11. Device according to Claim 10, **characterized in that** the means (16) are configured as a roller- (17) and/or ball-bearing, in particular [in the case of] a vertical closing force (P) [with] rollers (17) arranged horizontally and perpendicularly to the motion of the carriage between the respective contact faces (15a, 12a) of the drive (13, 15) and carriage (12).

Revendications

1. Dispositif de déformation, sous haute pression intérieure, de composants constitués de pièces d'oeuvre tubulaires, en particulier de microcomposants, comprenant un outil de formage au moins en deux parties, dans lequel une pièce d'oeuvre est susceptible d'être insérée, ainsi que des moyens pour isoler de manière étanche et/ou pour solliciter par une pression la pièce d'oeuvre sur les extrémités de pièce d'oeuvre, **caractérisé en ce que**, sur l'outil de formage (2a, 2b) est disposé au moins un guidage (11), sur lequel est déplaçable un chariot (12), portant des moyens (4, 5) pour isoler de manière étanche et/ou remplir/solliciter par une pression une extrémité de pièce d'oeuvre (1a), un chariot (12) étant déplaçable au moyen d'un dispositif d'entraînement (13, 15), disposé séparément par rapport à au moins un guidage (11), couplé, au moins sensiblement sans effort transversal, au chariot (12).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le au moins un guidage (11) est disposé sur au moins l'une des parties (2a) de l'outil de formage (2a, 2b).
3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**à chacune des extrémités

de pièce d'oeuvre (1a) est associé un guidage (11) avec un chariot (12) et un dispositif d'entraînement (13, 15).

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** guidage (11) est disposé dans le plan de séparation (TE) de l'outil de formage (2, 2a, 2b). 5

5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** guidage (11) s'étend à travers un outil de formage (2a, 2b), en particulier d'une extrémité d'outil (1a) à une autre extrémité d'outil (1a). 10
15

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** guidage est formé par deux barres (11), parallèles au moins à l'extérieur de l'outil de formage (2, 2a, 2b), en particulier entourées par un chariot (12). 20

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** dispositif d'entraînement (13, 15), ou au moins un support (14) d'un dispositif d'entraînement (13, 15), avec une partie, en particulier une partie inférieure (2a) de l'outil de formage (2), est disposé sur une plaque de base (6) commune, en particulier une pression de fermeture (P) est appliquée sur une partie supérieure (2b) de l'outil de formage (2). 25
30

8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la pression de fermeture (P) est appliquée au moyen d'un dispositif d'entraînement (8, 10), relié à la plaque de base (6) commune par l'intermédiaire d'un agencement bâti/cadre (9). 35

9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le couplage, sensiblement sans effort transversal, entre un dispositif d'entraînement (13, 15) et un chariot (12), est réalisé au moyen d'un contact lâche entre un chariot (12) et dispositif d'entraînement (13, 15). 40

10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** des moyens (16, 17), réduisant l'effort transversal et/ou le frottement, sont utilisés dans la zone du contact lâche. 45

11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les moyens (16) sont réalisés sous forme de montage en paliers à rouleaux (17) et/ou à billes, les rouleaux (17), dans le cas d'une force de fermeture (P) verticale, étant en particulier disposés horizontalement et perpendiculairement au déplacement du chariot, entre les faces de contact (15a, 12a) respectives du dispositif d'entraînement (13, 15) et du chariot (12). 50
55

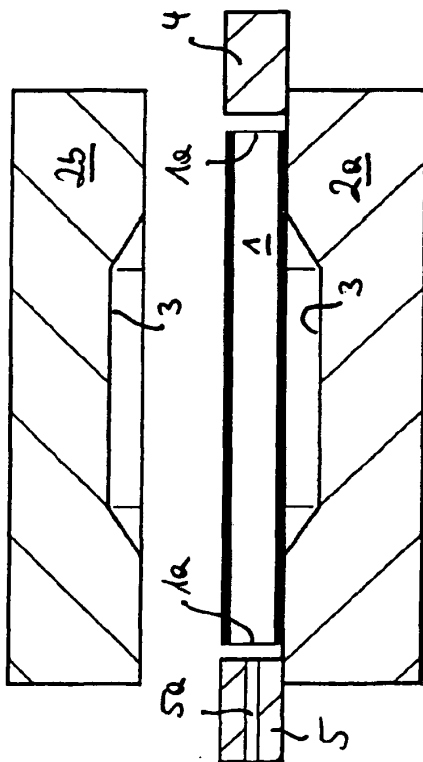


Fig. 1a)

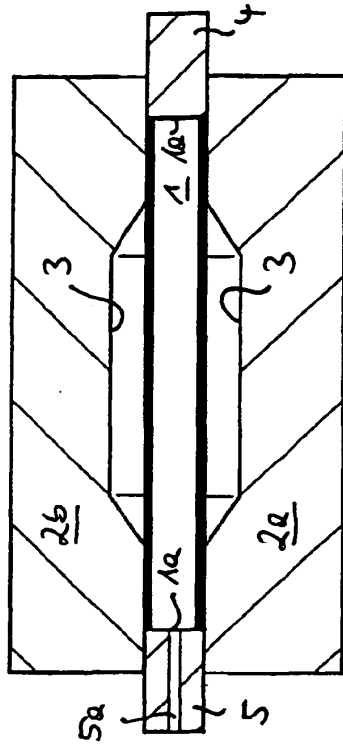


Fig. 1b)

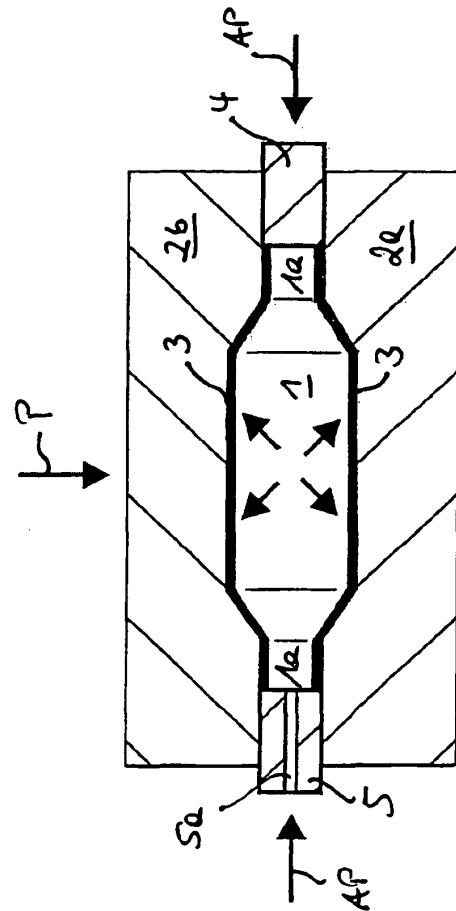


Fig. 1c)

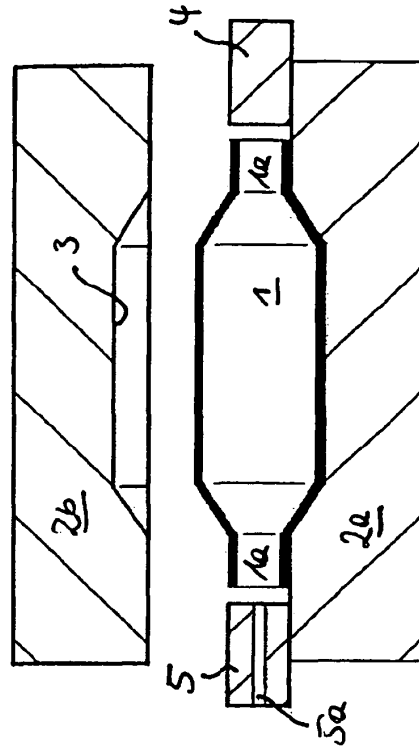


Fig. 1d)

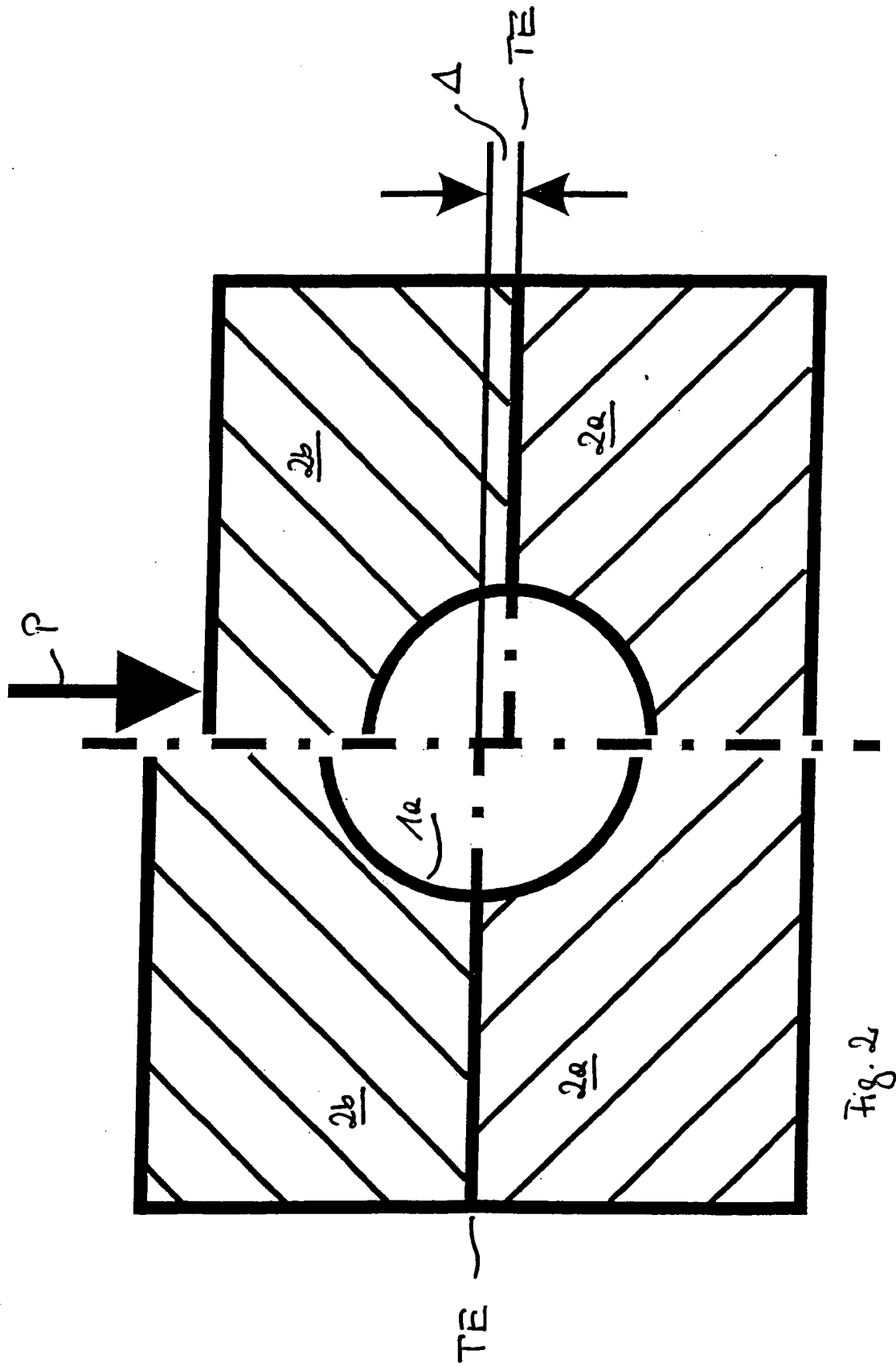


Fig. 2

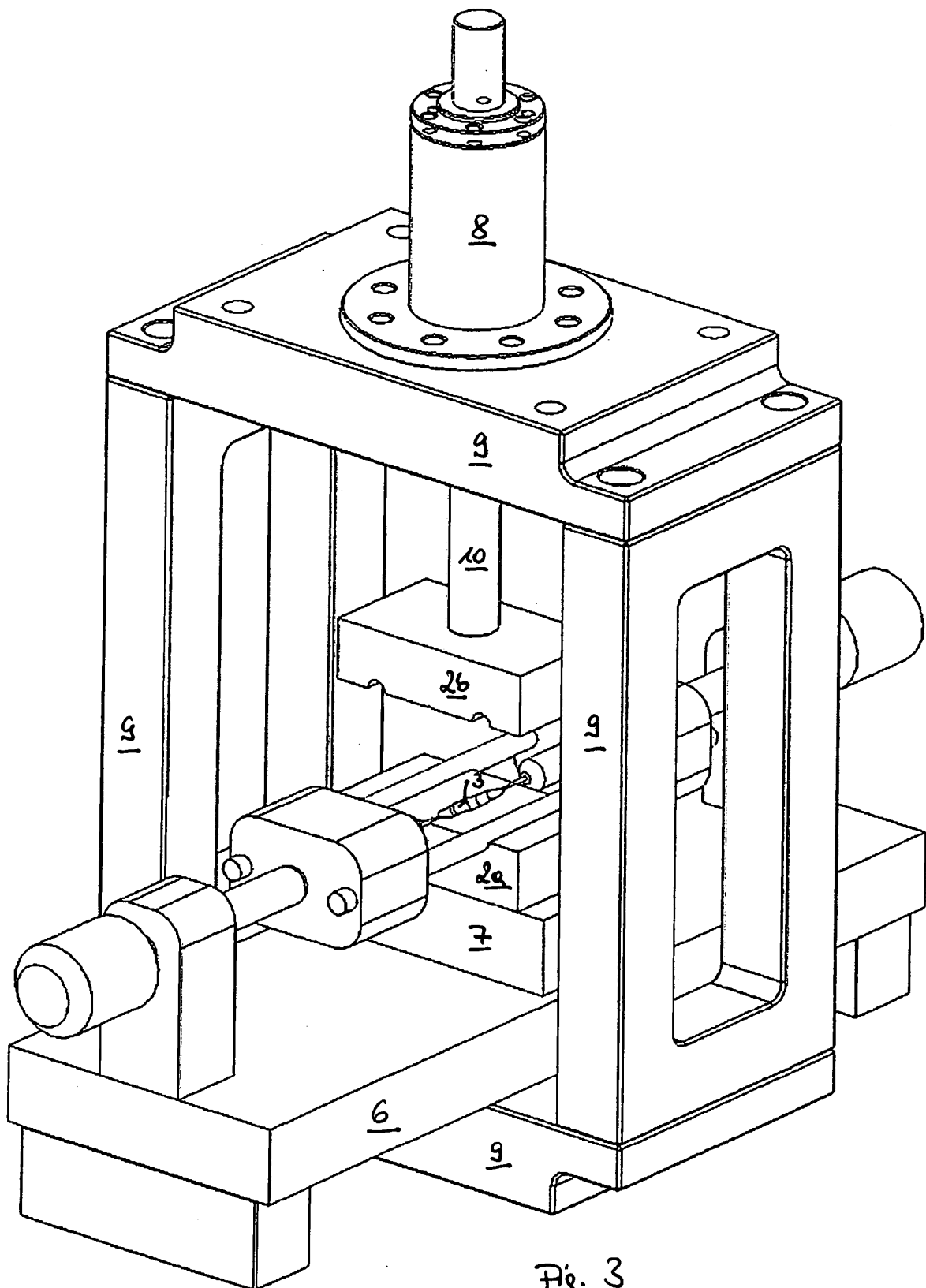
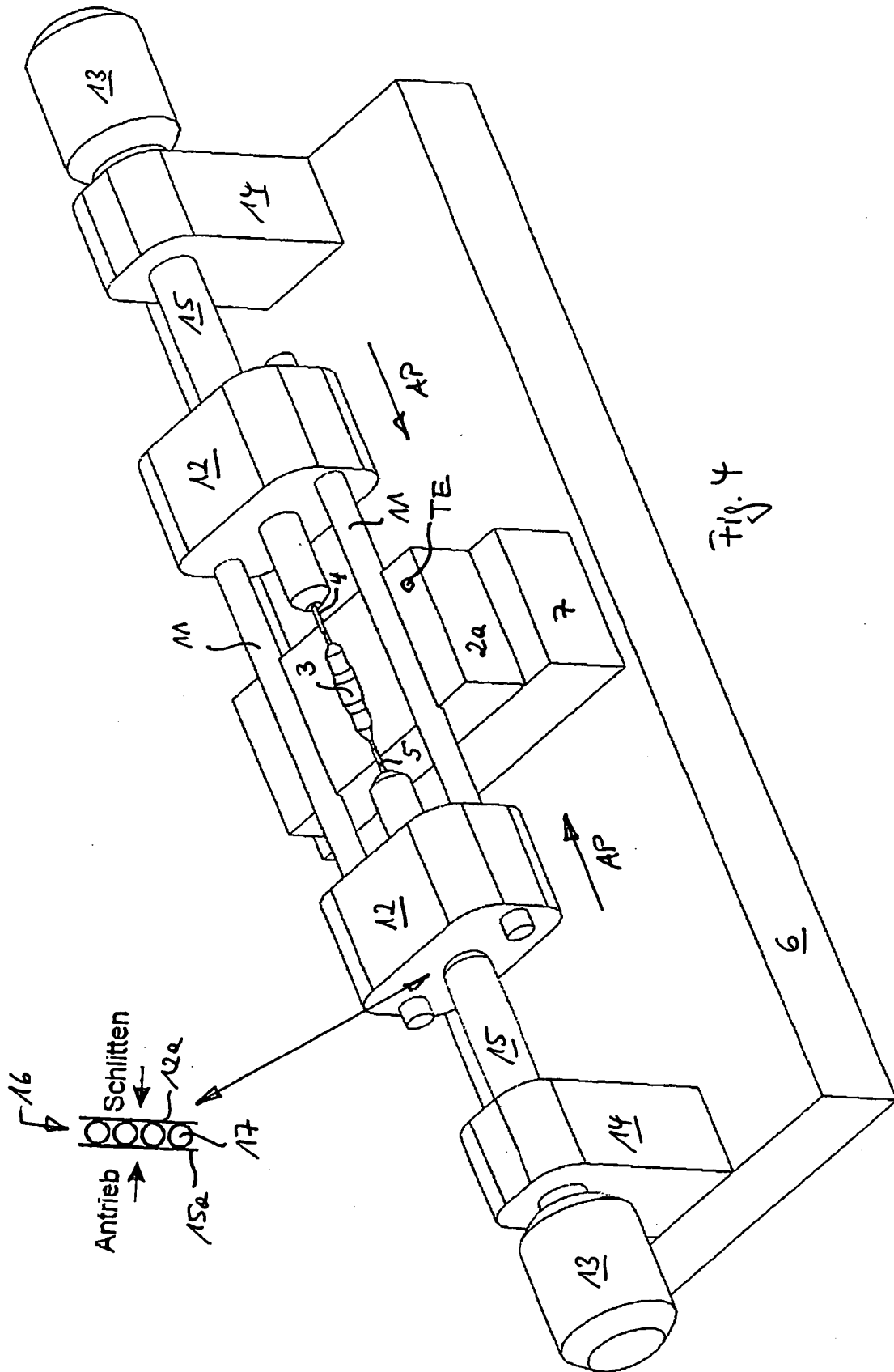


Fig. 3



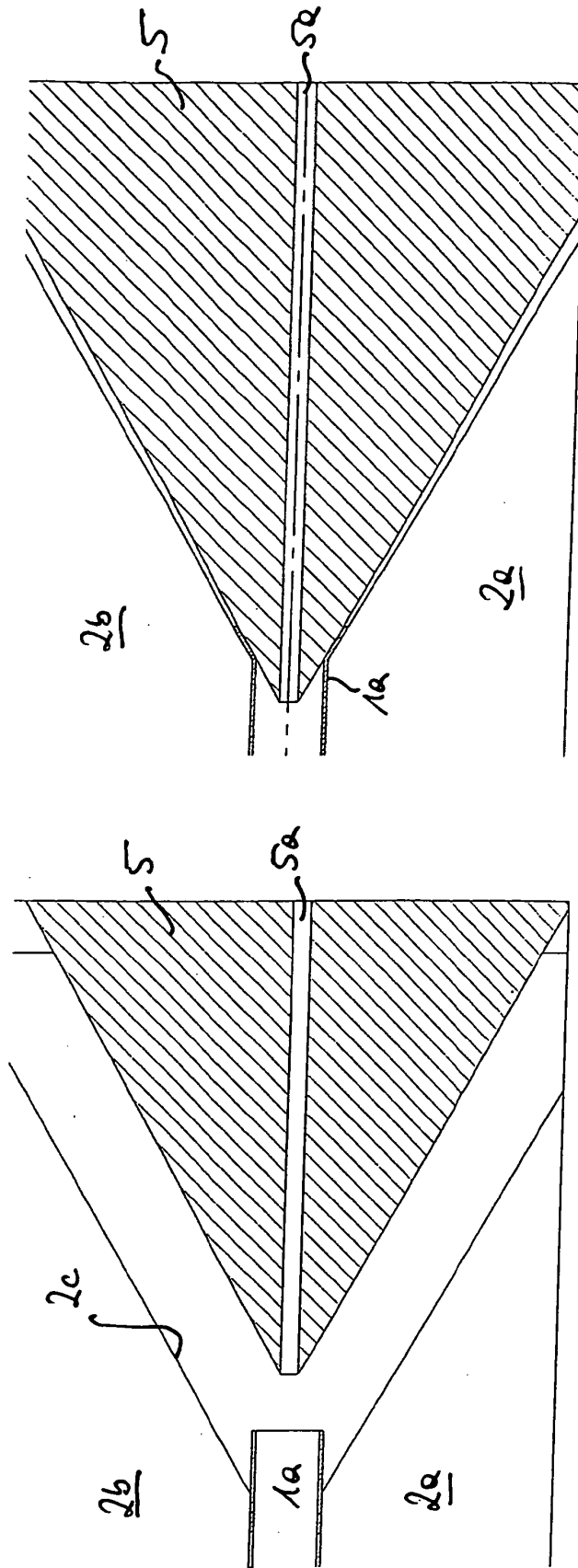


Fig. 5

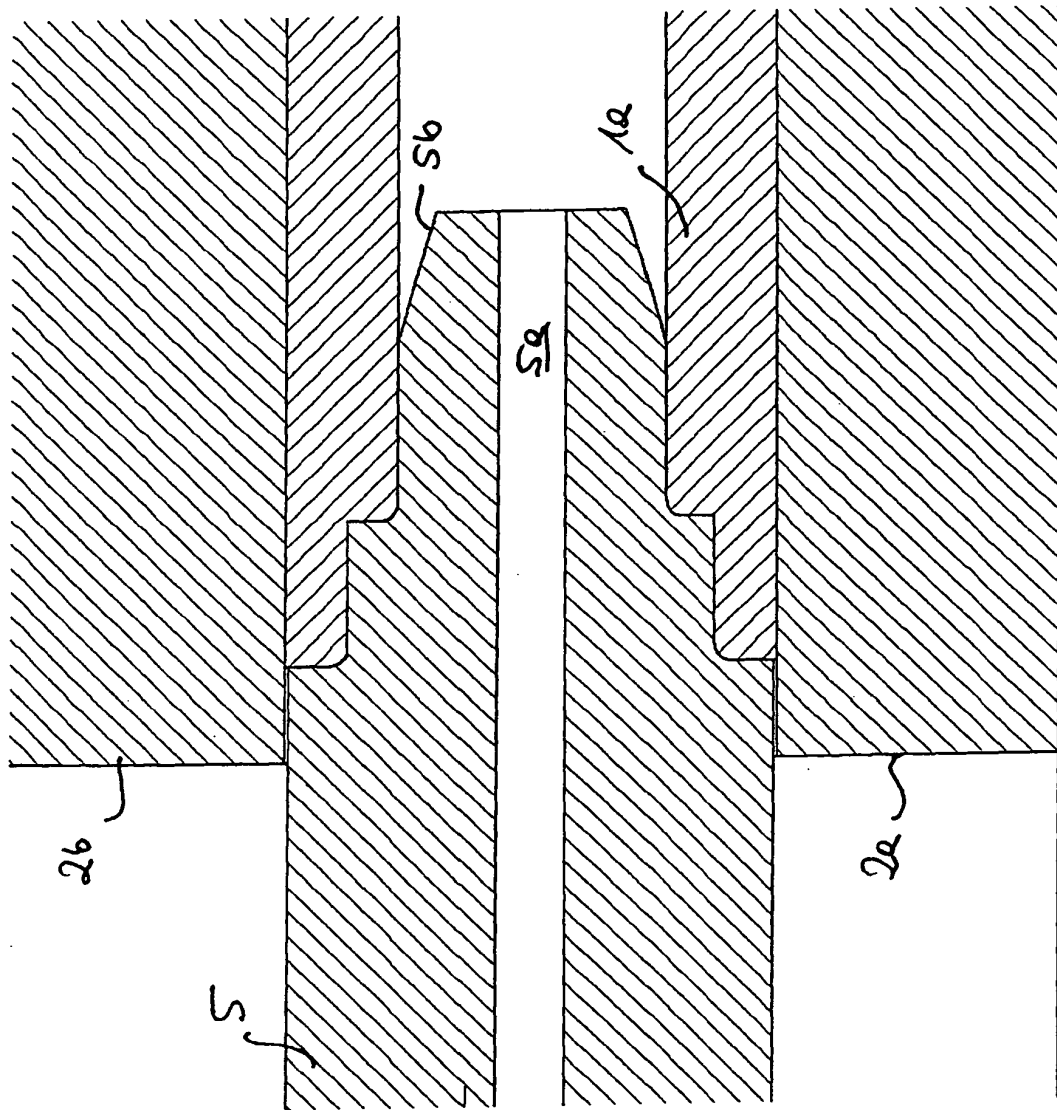


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 2004276077 A [0003]