

(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  
22. November 2001 (22.11.2001)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/87510 A1**

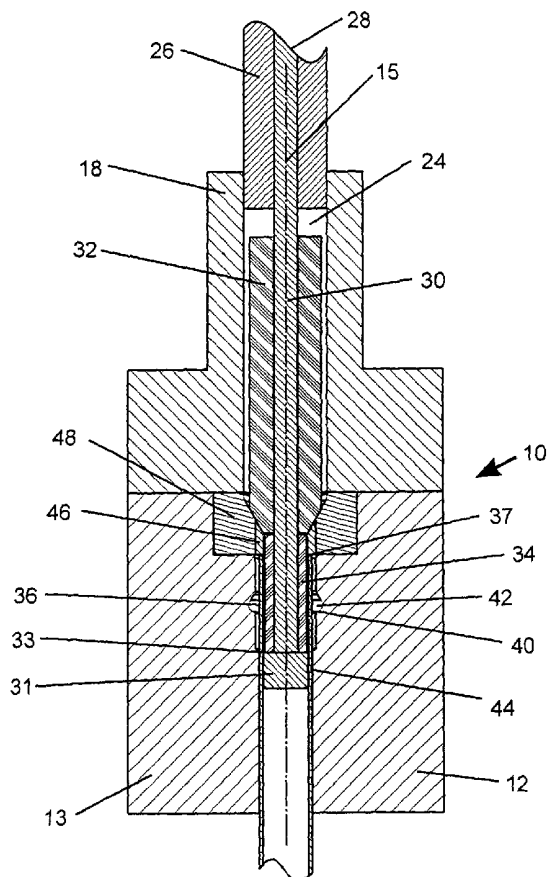
PCT

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B21D 22/10** (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **INTERFORGE KLEE GMBH** [DE/DE]; Grosse Strasse 14, 27356 Rotenburg/Wümme (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/05393
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Mai 2001 (11.05.2001) (72) **Erfinder; und**  
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **KLEE, Klaus** [DE/DE]; Grosse Strasse 14, 27356 Rotenburg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) **Anwalt: SPEISER, Dieter, K.**; Eisenführ, Speiser & Partner, Martinistrasse 24, 28195 Bremen (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
200 08 635.9 13. Mai 2000 (13.05.2000) DE (81) **Bestimmungsstaaten** (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HIGH-PRESSURE SHAPING METHOD AND DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HOCHDRUCKUMFORMUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a high-pressure shaping method. According to said method, a first punch ram (26, 26, 74, 90, 96, 138, 138, 138) is displaced, thus exerting a force on force transmission means which transmit the force to a workpiece (36, 36, 56, 70, 124, 124) that has been placed in a stamping mould (10, 10, 60, 80, 110, 110), pressing said workpiece against a stamping contour (40, 40, 68, 120) of said stamping mould (10, 10, 60, 80, 110, 110). The force transmission means consist of at least one elastically deformed plastic element (32, 32, 34, 34, 58, 72, 98, 128, 128) with resilient properties.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Hochdruckumformung, bei dem ein erster Stempel (26, 26, 74, 90, 96, 138, 138) verfahren und dabei eine Kraft auf ein Kraftübertragungsmittel ausgeübt wird, welches die Kraft auf ein in eine Prägeform (10, 10, 60, 80, 110, 110) eingelegtes Werkstück (36, 36, 56, 70, 124, 124) überträgt und dieses gegen eine Prägekontur (40, 40, 68, 120) der Prägeform (10, 10, 60, 80, 110, 110) andrückt, wobei das Kraftübertragungsmittel aus wenigstens einem elastisch verformten Kunststoffelement (32, 32, 34, 34, 58, 72, 98, 128, 128) mit Rückstellvermögen besteht.



WO 01/87510 A1



LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,  
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,  
ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),  
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

### Verfahren und Vorrichtung zur Hochdruckumformung

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Hochdruckumformung, bei der ein erster Stempelverfahren und dabei eine Kraft auf ein Kraftübertragungsmittel ausgeübt wird, welches die Kraft auf ein in eine Prägeform eingelegtes Werkstück überträgt und dieses gegen eine Prägekontur der Prägeform andrückt.

Die Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Weiten von zylindrischen Hohlkörpern, insbesondere länglichen Hohlprofilen, mittels Innenhochdruckumformung.

Bei Blechumformungsverfahren werden je nach gewünschter Formgebung des Fertigteils unterschiedliche Werkstückrohlinge und unterschiedliche Werkzeuge verwandt. Beispiele hierfür sind das Ziehen oder das Biegen ebener Blechzuschnitte zu Rohteilen. Bekannte Werkzeuge für das Ziehen bestehen bei einfachen Konturen im Wesentlichen aus einem Stempel und einem Ziehring oder bei aufwändigeren Konturen aus einem Stempel und einem entsprechenden Gegendruck.

In letzterem Fall besitzen sowohl der Stempel als auch der Gegendruck eine der gewünschten Form des Fertigteils entsprechende Prägekontur. Der Herstellungsaufwand solcher Prägestempel und Gegendrucke ist sehr hoch und die Werkzeuge sind dementsprechend teuer.

Beim Weiten zylindrischer Hohlkörper, insbesondere beim Herausformen von ringförmigen Sicken an deren Umfang, wie es beispielsweise bei der Verarbeitung metallischer Rohre zu Muffen für Press-Fittings geschieht, werden meist Verfahren der Fluid-Innenhochdruckumformung, oder der Rohrendumformtechnik, wie z.B. Pressen, Aufweiten, Walzen verwendet, vgl. DE 44 10 146 A1, DE 43 36 261 A1.

Bei einem solchen bekannten Verfahren werden mehrere Arbeitsschritte benötigt. Im ersten Schritt wird das Rohrende mit einem Dorn aufgeweitet. In einem zweiten Schritt wird das aufgeweitete Ende des Rohres in einem Umformwerkzeug in axialer Richtung gestaucht, wodurch es die Kontur des Umformwerkzeuges annimmt.

Für die Fluid-Innenhochdruckumformung sind Vorrichtungen bekannt, die eine Zuleitung für die Hydraulikflüssigkeit und einen Stempel zum Abdichten des Hohlraums im Inneren des Hohlkörpers aufweisen. Der Stempel wird außerdem dazu verwendet, Wandungsmaterial des Hohlkörpers durch bezüglich der Zylinderachse axiale Kraftereinleitung in Richtung der Stelle der Aufweitung nachzuschieben, um eine Verjüngung des Wandquerschnitts zu vermeiden. Da die Hydraulikflüssigkeit unter sehr hohem Druck eingebracht wird und eine hohe Viskosität aufweist, ist der zur Abdichtung notwendige Aufwand insbesondere bei der Umformung von Werkstücken aus Edelstahl oder Kupfer auf Grund hoher erforderlicher Drücke bis zu 10000 bar sehr groß. Dies und die für dieses Verfahren erforderliche Fluidhochdruck-Erzeugungsanlage macht ein entsprechendes Werkzeug sehr teuer. Ein anderes Problem bei der Fluid-Innenhochdruckumformung ist, dass der Wand-

querschnitt des Hohlkörpers an der Stelle der Aufweitung abnimmt und somit eine Schwächung des Materials bildet.

Aufgabe der Erfindung ist daher, ein einfaches Verfahren und eine einfache Vorrichtung der eingangs genannten Art bereitzustellen, das/die kostengünstig ist und zugleich eine prozesssichere Umformung insbesondere von Werkstücken aus Metall und von zylindrischen Hohlkörpern ermöglicht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, bei dem das Kraftübertragungsmittel aus wenigstens einem elastisch verformbaren Kunststoffelement mit Rückstellvermögen besteht. Das elastisch verformbare erste Kunststoffelement überträgt bei direkter oder mittelbarer Beaufschlagung einer Kraft durch einen beispielsweise zylindrischen Stempel mit ebener Stempelfläche diese Kraft auf das Werkstück und drückt es gegen die Kontur einer Prägeform an. Während der Umformung verformt sich der Kunststoff solange elastisch, bis das Werkstück - seinerseits plastisch verformt - der Kontur folgend an der Prägeform anliegt und alle zuvor dazwischenliegenden Hohlräume ausgefüllt sind. Im Gegensatz zu den bekannten Umformungswerkzeugen genügt daher auch bei komplizierteren Prägekonturen ein einfacher Stempel ohne Prägekontur, da sich das Kraftübertragungsmittel automatisch der Kontur der Prägeform anpasst. Es entfallen also die Kosten für das Anfertigen eines speziellen Prägestempels.

Das erfindungsgemäße Verfahren/die Vorrichtung bietet gegenüber einem hydraulischen Hochdruckumformungswerkzeug den Vorteil, dass es sich bei dem Kraftübertragungsmittel um einen Kunststoff, also einen Festkörper handelt, der trotz Verformbarkeit keine besonderen Maßnahmen zum Abdichten des Werkzeuges erfordert. Auch dem gegenüber werden die Kosten für das Werkzeug gering gehalten.

- 4 -

Als vorteilhaft erweist sich das Verfahren/die Vorrichtung dadurch, dass, das elastisch verformbare Kunststoffelement aus Poly-Urethan bzw. Vulkollan® besteht.

Bevorzugt wird bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zum Weiten von zylindrischen Hohlkörpern oder länglichen Hohlprofilen mittels Innenhochdruckumformung der erste Stempel derart verfahren, dass das den wenigstens teilweise in den Hohlkörper eingebrachten Kraftübertragungsmittel zur Verfügung stehende Volumen reduziert wird, wodurch sich das Kraftübertragungsmittel im Wesentlichen radial bezüglich der Zylinderachse des Hohlkörpers ausdehnt und den Hohlkörper in Richtung einer diesen umgebenden Matrize weitet.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn mittels eines zweiten Stempels ein Druck in axialer Richtung auf ein stirnseitiges Ende des Hohlkörpers aufgebracht wird, um Wandungsmaterial des Hohlkörpers während des Weitens nachzuführen.

Vorteilhaft ist es ferner, wenn beide Stempel hydraulisch verfahrbar und die Stempeldrucke individuell steuerbar sind oder wenn der zweite Stempel mittels einer zu dem Werkstück und dem eingebrachten Kraftübertragungsmittel koaxial bewegliche, mitlaufende Hülse gebildet wird, die während des Weitens durch das Kraftübertragungsmittel reibschlüssig mitgenommen wird und die eine vertikale Kraftkomponente auf das stirnseitige Ende des Hohlkörpers überträgt.

Weitere Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Hochdruckumformung werden anhand verschie-

dener Ausführungsbeispiele aus den im Folgenden beschriebenen Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der Vorrichtung;



Fig. 2 einen Vollschnitt derselben Ausführungsform mit eingelegtem Rohling vor der Umformung;

Fig. 3 einen Vollschnitt derselben Ausführungsform mit umgeformtem Werkstück nach der Umformung;



Fig. 4 einen Vollschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels der Vorrichtung mit eingelegtem Rohling vor der Umformung;

Fig. 5 einen Vollschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels der Vorrichtung ohne Stempelführung;

Fig. 6 einen Vollschnitt eines vierten Ausführungsbeispiels der Vorrichtung;

Fig. 7 zwei zusammengefügte Halbschnitte eines fünften Beispiels der Vorrichtung zur Ausführung des patentgemäßen Verfahrens, jeweils vor und nach Beendigung der Umformung, mit einer einseitigen Stempelmimik;

Fig. 8 zwei zusammengefügte Halbschnitte einer sechsten Vorrichtung zur Ausführung des patentgemäßen Verfahrens mit einer doppelseitigen Stempelmimik.

Die Vorrichtung zur Innenhochdruckumformung nach der Ausführungsform gemäß Fig. 1 besteht aus einer radialsymmetrischen Prägeform 10, die aus zwei Halbschalen 12, 13 zusammengesetzt ist, welche eine gemeinsame in axialer Richtung orientierte Berührungsfläche 14 aufweisen. Die beiden Halbschalen schließen einen Hohlraum ein und bilden mit ihrer Innenfläche die nicht dargestellte Prägekontur. Oberhalb der beiden Halbschalen 12, 13 befindet sich eine ebenfalls zur Prägeform 10 gehörende Stempelführung 18, die einen unteren Sockel 20 aufweist und mit diesem Sockel auf den Halbschalen 12, 13 aufsitzt. Durch eine Bohrung 24 in der Stempelführung 18 ragt ein erster Stempel 26 in die Prägeform 10 hinein. Der Stempel ist im Wesentlichen ein Zylinder, der eine zentrische koaxiale Bohrung 28 aufweist. Die Bohrung dient zur Aufnahme eines bis zur Oberkante der Stempelführung 18 reichenden, in dieser Darstellung nicht erkennbaren Stößels 30 mit entsprechendem Durchmesser. Anstelle zweier in Umfangsrichtung einander ergänzender Halbschalen 12, 13 kann die Prägeform auch aus mehreren weiteren Schalenteile zusammengesetzt sein.

Der Vollschnitt in Fig. 2 zeigt die innen liegenden Details desselben Ausführungsbeispiels. Der Schnitt verläuft senkrecht zu der Berührungsfläche 14 zwischen den zusammengefügt Halbschalen 12, 13. Alle übrigen dargestellten Elemente der Vorrichtung sind rotationssymmetrisch um die Achse 15.

Hierzu gehören oberhalb der Halbschalen 12, 13 die Stempelführung 18, in die von oben der erste Stempel 26 eingeführt ist. Die Fig. 2 zeigt weiterhin einen in die Prägeform eingelegten und nach unten aus der Prägeform herausragenden zylindrischen Hohlkörper in Form eines rohrförmigen Rohlings 36. Der Rohling 36 ist radial von der Kontur 40 der Prägeform 10 umgeben und schließt zusammen mit dieser einen Hohlraum 42 ein. Ein erstes verformbares Kunststoffeilement 34 ist zylinderförmig vorgeformt und weist einen dem Innendurchmesser des Rohlings 36 entsprechenden Querschnitt auf. Es ragt mit seinem unteren axialen Abschnitt in den Hohlraum im Inneren des Rohlings 36 hinein und füllt diesen in axialer Richtung im Bereich der ihn umgebenden Prägekontur aus. Darüber in der Bohrung 24

der Stempelführung 18 befindet sich ein zweites elastisch verformbares Kunststoffelement 32, das an seinem unteren Ende kegelstumpfförmig angeschragt ist. Es liegt mit seiner unteren Stirnfläche auf einem ersten verformbaren Kunststoffelement 34 auf.

Im Zentrum der Vorrichtung befindet sich ein Stößel 30, der an einer an seinem oberen Ende befindlichen, nicht dargestellten Aufhängevorrichtung aufgehängt und somit in axialer Richtung fixiert werden kann. Am unteren Ende weist der Stößel 30 ein einstückig angeformtes verdicktes Zentrierstück 31 auf. Das Zentrierstück 31 ist in einen nicht umzuformenden axialen Abschnitt 44 des Rohlings 36 eingelassen, um den Rohling 36 vor und während der Verformung zu zentrieren und in seiner radialen Position zu fixieren. Die obere Stirnfläche des Zentrierstücks 31 bildet eine ringförmige Auflagefläche 33 für das erste elastisch verformbare Kunststoffelement 34. Sowohl das erste und das zweite verformbare Kunststoffelement 34, 32 als auch der Stempel 26 weisen eine zentrische, koaxiale Bohrung auf, die der Aufnahme des Stößels 30 dient. Der Stößel 30 übernimmt dadurch beim Herabsenken des ersten Stempels 26 während des Umformungsvorgangs neben der Zentrierung des Rohlings 36 bzw. Werkstücks auch die Führung des Stempels sowie beider Kunststoffelemente 32, 34.

Auf der oberen Stirnfläche 37 des Rohlings 36 liegt ein Ring 46 auf, der in axialer Richtung koaxial zur Stempelführung beweglich ist und radial an seinem Umfang durch eine Führungsbuchse 48 geführt wird. Die Führungsbuchse 48 ist in eine entsprechende Passung der Halbschalen 12 und 13 eingelassen und schließt mit ihrer oberen Stirnfläche bündig mit den Halbschalen ab, so dass sich zwischen ihr und der Stempelführung 18 im montierten Zustand kein Spalt bildet. Der Ring 46 und die Führungsbuchse 48 bilden einen von oben nach unten gesehen sich verjüngenden Trichter, der an seinem oberen Ende den Radius der Bohrung 24 der Stempelführung 18 und an seinem unteren Ende den inneren Radius des Rohlings

36 aufweist. Das zweite verformbare Kunststoffelement 32 ragt soweit in den Trichter hinein, dass es mit dem Ring 46 eine gemeinsame Berührungsfläche aufweist.

Die Umformung des Werkstücks wird durch Herabsenken des ersten Stempels 26 mittels einer Presse bewirkt. Dadurch wird ein Druck auf das zweite Kunststoffelement 32 ausgeübt, das den Druck senkrecht nach unten überträgt und sich dabei gleichzeitig verformt, so dass sein Umfang wächst, bis es den Hohlraum zwischen seiner Außenseite und der Bohrungsinnenwand der Stempelführung 18 ausfüllt. Der Druck kann danach nur durch eine Expansion nach unten, in Richtung des ersten Kunststoffelements 34 weiter abgeleitet werden. Das erste Kunststoffelement liegt auf der Auflagefläche 33 des mit seiner Aufhängevorrichtung in der Presse aufgehängten und somit axialer Richtung fixierten Stöpels 30 auf. Das erste Kunststoffelement 34 wird durch den vom zweiten Kunststoffelement übertragenen Druck zunächst ebenfalls in axialer Richtung gestaucht und dehnt sich gleichzeitig in radialer Richtung aus. Bei wachsendem Druck verformt es dabei das Werkstück in radialer Richtung auswärts.

Eine Vergrößerung des Umfangs des Werkstückes bewirkt zugleich eine Verkürzung in axialer Richtung. Der axiale Druck, den das zweite Kunststoffelement 32 teils reib- und teils formschlüssig auf den axial beweglichen Ring 46 ausübt, wird auf das obere stirnseitige Ende 37 des Werkstücks übertragen, so dass das Werkstück während der Umformung in Richtung der unteren Öffnung der Prägeform 10 gedrückt und dabei Wandungsmaterial des Werkstücks nachgeführt wird. Eine nicht dargestellte, außerhalb der Prägeform 10 befindliche und gegenüber dieser ortsfeste Auflage für das Werkstück 36 verhindert das Verschieben des Werkstückes nach unten. Der Ring 46 bildet also den Niederhalter für das Werkstück und somit einen zweiten Stempel. Ein zusätzlicher Niederhalter, wie er bei bekannten Umformungswerkzeugen meist benötigt wird, und der damit verbundene mechanischen Aufwand zum Betätigen der Niederhalterfunktion und anschließendem Auslösen des Umformvorgangs entfällt. Des Weiteren erfüllt der Ring 46 eine Dicht-

funktion: Durch die passgenaue Führung des Ringes 46 in der Führungsbuchse 48 und durch die ebene Auflage des Ringes auf dem Werkstück ist der Hohlraum 42 zwischen dem Rohling 36 und der Kontur 40 der Prägeform 10 gegen ein Eindringen des Kunststoffes während der Verformung unter hohem Druck abgedichtet. Dabei ist durch den Innendurchmesser des Rings 46, der kleiner oder gleich dem Innendurchmesser des Rohlings ist, und dessen Außendurchmesser, der größer oder gleich dem Querschnitt der Prägekantur 40 ist, sichergestellt, dass der Ring 46 in jedem Verformungsstadium auf dem Werkstück aufliegt.

Der zum Andrücken des Werkstückes 36 bzw. zum Nachführen von Wandungsmaterial erforderliche Druck kann durch eine entsprechend ausgewählte Größe der Auflagefläche des zweiten Kunststoffelements 32 auf dem beweglichen Ring 46 frei gewählt werden. Ist also ein größerer Anpressdruck erforderlich, so muss der Außendurchmesser des Rings 46 und des zweiten Kunststoffelementes 32 bei gleichbleibender Stempelkraft nur entsprechend größer gewählt werden.

Der Ring 46 ist ferner im Bereich des Außendurchmessers seiner auf dem Werkstück aufliegenden Stirnfläche angefasst, damit eine radial nach innen gerichtete Bördelung des Werkstückes vermieden wird.

In Fig. 3 ist der Endzustand des Umformungsprozesses dargestellt, in dem beide elastischen Kunststoffelemente 32', 34' - noch unter Druck befindlich - in radialer Richtung eine Ausdehnung erfahren haben und in axialer Richtung kontrahiert sind. Das Werkstück ist zu dem Fertigteil 36' verformt und folgt der Kontur der Prägeform. Der Hohlraum 42 in Fig. 1 zwischen Rohling 36 und Prägekantur 40 ist nun vollständig durch das Fertigteil 36' bzw. das entsprechend verformte Kunststoffelement 34' ausgefüllt. Ebenso ist der Hohlraum, der das zweite Kunststoffelement 32 vor der Umformung im Inneren der Stempelführung radial umgab, durch das zweite Kunststoffelement 32' ausgefüllt. Der Ring 46 ist auf Grund des vertikal abwärts gerichteten Druckes in axialer Richtung so weit nach unten ver-

schoben, wie es die Längenkontraktion des Werkstückes bedingt durch seine radiale Ausdehnung erfordert.

Nach der Umformung wird der erste Stempel 26 wieder gelöst, die Kunststoffelemente 32', 34' entspannen sich und gelangen aufgrund ihrer Elastizitätseigenschaften wieder in ihren Ausgangszustand 32, 34. Die Kunststoffelemente können nun beispielsweise mit Hilfe des Stößels 30, auf dem sie aufliegen, aus dem Fertigteil 36' bzw. der Prägeform 10 herausgehoben werden. Zum Herauslösen des Fertigteils 36' müssen die beiden Halbschalen 12,13 der Prägeform geöffnet werden.

In einer anderen Ausführungsform, siehe Fig. 4, besteht die Prägeform 10' nur aus den beiden Halbschalen 12', 13', die, wie beim ersten Ausführungsbeispiel, eine gemeinsame Grenzfläche 14' aufweisen. Die Führung des ersten Stempels 26' wird durch eine entlang der Achse 15' angeordnete, zylindersymmetrische mitlaufende Buchse oder Hülse 50 mit zentrischer Bohrung 51 und analog zum ersten Ausführungsbeispiel durch einen Stößel 30' übernommen. Die mitlaufende Hülse 50 ist ihrerseits in einer zentrischen Passung 54 in der zusammengesetzten Prägeform 10' geführt. Sie weist an ihrem unteren Ende einen verjüngten, zylindrischen Ansatz 52 auf, mit dem sie auf dem zu verformenden Werkstück 56 aufliegt. Der Ansatz 52 hat passgenau den gleichen äußeren Querschnitt wie die Kontur 40' der Prägeform in dem korrespondierenden oberen Abschnitt und ferner einen Innendurchmesser, der etwa dem Innendurchmesser des unverformten Werkstückes 56 entspricht. Das Werkstück 56 ragt wiederum unten aus der Prägeform 10' heraus und sitzt mit seinem unteren Ende auf einer nicht dargestellten, außerhalb der Prägeform 10' befindlichen und gegenüber dieser ortsfesten Auflage auf. Das Werkstück schließt im noch unverformten Zustand mit seiner oberen Stirnfläche bündig mit dem Boden 55 der zentrischen Passung 54 ab.

Der Stößel 30' kann wie im vorherigen Ausführungsbeispiel mittels einer nicht dargestellten Aufhängevorrichtung an seinem oberen Ende aufgehängt und somit in axialer Richtung fixiert werden. Er weist ebenfalls ein Zentrierstück 31' auf, auf dessen oberer Auflagefläche 33' das verformbare Kunststoffelement 58 aufliegt. Beim Herabsenken des ersten Stempels 26' wird das Kunststoffelement 58 in axialer Richtung komprimiert und dehnt sich dadurch in radialer Richtung aus. Das Kunststoffelement 58 wird dabei an die Wandung der Bohrung 51 in der mitlaufenden Hülse 50 angedrückt, wodurch ein Reibschluss zwischen dem Kunststoffelement 58 und der mitlaufenden Hülse erzeugt wird, der eine Übertragung der vertikalen Kraftkomponente auf die mitlaufende Hülse und damit auf das obere stirnseitige Ende Rohlings 56 bewirkt. Bei zunehmender Kompression des Kunststoffelements 58 wird der Rohling in radialer Richtung verformt, bis er an der Kontur 40' der Prägeform 12' anliegt. Dabei wirkt die mitlaufende Hülse 50 als zweiter Stempel und Niederhalter des Werkstücks 56, um Wandungsmaterial des Rohlings 56 während des Weitens nachzuführen. Der grundlegende Unterschied zu dem vorherigen Ausführungsbeispiel ist, dass die mitlaufende Hülse 50 zugleich die Stempelführung 18 und den Ring 46 aus Fig. 2 bzw. Fig. 3 ersetzt. Die mitlaufende Hülse dichtet also ferner den Hohlraum zwischen dem noch unverformten Rohling und der Kontur der Prägeform gegen das Eindringen des Kunststoffs während der Verformung ab und übernimmt gleichzeitig die Führung des Stempels.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 stellt eine vereinfachte Variante einer Vorrichtung zur Innenhochdruckumformung dar. Diese besteht aus zwei Halbschalen 62 und 63, die entlang der Grenzfläche 64 zu einer Prägeform 60 zusammengesetzt sind. Die zusammengesetzte Prägeform ist wiederum rotationssymmetrisch und weist eine auf ihrer Unterseite durch eine Auflagefläche 66 verschlossene Aufnahme mit einer radialen Prägekontur 68 und einem zylindrischen Abschnitt 69 auf. Im Unterschied zu den vorherigen Ausführungsbeispielen ragt das Werkstück 70, das mit seiner unteren Stirnfläche auf der Auflagefläche 66 aufsitzt, über den oberen Rand der Prägeform 60 hinaus. Das elastisch verformbare Kunststoffelement 72 ist vollständig in das Werkstück 70 eingelassen und sitzt ebenfalls auf der

Auflagefläche 66 auf. Der über die Prägeform 60 hinausragende Teil des Werkstückes 70 dient zugleich als Führung für den Stempel 74. Das Funktionsprinzip unterscheidet sich außerdem von dem der anderen Ausführungsbeispiele im Wesentlichen dadurch, dass beim Herabsenken des Stempels 74 die radiale Ausdehnung des elastischen Kunststoffelementes 72 eine reibschlüssige Mitnahme des Werkstückes in Richtung der Auflagefläche 66 bewirkt. Auf einen zusätzlichen Niederhalter kann hier auf Grund der Länge der Berührungsfläche zwischen Kunststoffelement 72 und Werkstück 70 verzichtet werden. Darüber hinaus unterscheidet sich das in Fig. 5 gezeigte Werkzeug dadurch, dass auch auf einen Stößel verzichtet wurde und infolgedessen das Kunststoffelement 72 und der Stempel 74 keine zentrische Bohrung aufweisen. Der Stößel ist bei dieser Ausführungsform nicht notwendig, da das Werkstück in dem oberen zylindrischen Abschnitt 69 der Aufnahme ausreichend zentriert ist.

Das Werkstück 70 weist nach der Umformung in der gezeigten Anordnung je eine ausgezogene Muffenform an jedem seiner Enden auf. Dieses Ergebnis wird mit dem in Fig. 5 gezeigten Werkzeug 60 durch Umformen in zwei Arbeitsschritten mit zwischenzeitlichem Umdrehen des Werkstückes erzielt. Es ist ebenso möglich, ein Werkzeug zu erzeugen, das das Ausformen entsprechender Enden in einem Arbeitsschritt ermöglicht. Hierzu muss die Prägeform nur zwei entsprechende radiale Konturen in gewünschtem Abstand an den entgegengesetzten Enden der Prägekontur aufweisen.

In Fig. 6 ist eine Vorrichtung mit einer aus zwei Halbschalen 82, 83 zusammengesetzten Prägeform 80, die eine nach oben und unten offene zentrale Bohrung aufweist, dargestellt. Die Berührungsfläche beider Halbschalen verläuft senkrecht zur Bildebene durch die zentrale Achse 85 und ist in dem dargestellten Schnitt nicht erkennbar. Die Prägekontur der Prägeform 80 im Bereich der zentralen Bohrung ist im Gegensatz zu der aus den vorherigen Ausführungsbeispielen nicht zylindersymmetrisch um die zentrale Achse 85, sondern weist eine einseitige Ausbuchtung 86 auf. Das Werkzeug ist zur Ausformung einer rohrstumpffartigen seitlichen Aus-

halsung an einem rohrförmigen Werkstück 88 vorgesehen. Das Werkstück kann danach in weiteren Arbeitsgängen zu einem T-Stück verarbeitet werden. Das Werkzeug weist ferner zwei Stempel 90, 96 auf, von denen der erste Stempel 90 einen ersten zylindrischen Abschnitt 91 mit dem Durchmesser der zentralen Bohrung in der Prägeform 80 und einen zweiten zylindrischen Abschnitt 92 mit einem Durchmesser gleich dem Innendurchmesser des Werkstückes aufweist. Die ringförmige Übergangsfläche 93 zwischen beiden Abschnitten des ersten Stempels 91 dient als Auflage für das Werkstück 88, der zweite Abschnitt 92 als Zentrierstück. Der erste Stempel schließt mit seiner äußeren Stirnfläche 94 bündig mit der Unterseite 87 der Prägeform 80 ab. Die Lage des Werkstücks ist hierdurch bezüglich der Position der Ausbuchtung 86 definiert. Der zweite Stempel 96 hat auf seiner gesamten Länge einen Außendurchmesser, der dem Innendurchmesser des Werkstückes entspricht. Er ist das bewegliche Element des Werkzeuges und überträgt die Kraft zur Kompression des Kunststoffelements 98, das wie in dem vorherigen Ausführungsbeispiel vollständig in dem Werkstück 88 versenkt ist, wodurch auf eine Abdichtung des auf der Außenseite des Werkstücks liegenden Hohlraumes verzichtet werden kann. Durch die radiale Ausdehnung und die in Richtung der Übergangsfläche 93 wirkende Kraft wird wie oben eine reibschlüssige Mitnahme des Werkstückes 88 bewirkt.

Die durch die ringförmige Übergangsfläche 93 gebildete Auflagefläche für das Werkstück 88 kann in einer Abwandlung dieser Ausführungsform prinzipiell auch durch eine entsprechende Stufung der Prägeform 80 gebildet werden, indem die zentrale Bohrung nach unten verjüngt wird, so dass sie im Bereich des ersten Stempels 90 den Innendurchmesser des Werkstückes 88 aufweist. Der erste Stempel muss dann folglich, wie auch der zweite Stempel 96, auf seiner gesamten Länge einen dem Innendurchmesser des Werkstückes 88 entsprechenden Außendurchmesser aufweisen. Wird der erste Stempel außerdem in axialer Richtung verlängert, so dass er aus der Prägeform 80 nach unten herausragt, ergibt sich der Vorteil, dass so beide Stempel zur axialen Kompression des Kunststoffelements

beitragen, wodurch die radiale Druckverteilung auf das Werkstück 88 über den gesamten axialen Bereich gleichmäßig ist.

Die Figuren, auf die im Folgenden Bezug genommen wird, zeigen jeweils zur Hälfte links eine Vorrichtung zur Ausführung des patentgemäßen Verfahrens mit eingelegtem Hohlkörper vor der Umformung und rechts dieselbe Vorrichtung nach der Umformung des Hohlkörpers.

Die Vorrichtung gemäß Fig. 7 besteht aus einer radialsymmetrischen Prägeform oder Matrize 110, die aus zwei Halbschalen 112, 113 zusammengesetzt ist, welche eine gemeinsame in axialer Richtung und senkrecht zur Schnittebene orientierte Berührungsfläche 114 aufweisen. Beide Halbschalen schließen einen Hohlraum 116 ein, der rotationssymmetrisch um eine Achse 18 angeordnet ist und innumfänglich eine Prägekontur 120 mit einseitiger Sicke 121 aufweist. Der Hohlraum 116 ist an seinem stirnseitigen unteren Ende durch eine von beiden Halbschalen 112, 113 gebildete Grundfläche 122 abgeschlossen.

Der Hohlraum 116 muss nicht notwendigerweise rotationssymmetrisch sein, sondern kann beispielsweise auch eine Prägekontur mit einer oder mehreren ein- oder mehrseitigen Abzweigen aufweisen, in die sich die Ausbauchungen eines Hohlkörpers während der Umformung erstrecken. Solche Abzweige können zusätzlich auch mit einem Gegenhaltestempel versehen sein, um den Umformprozess kontrollierbarer zu gestalten.

Figur 7 zeigt ferner einen in die beiden Halbschalen 112, 113 der Matrize 110 eingelegten Hohlkörper 124, der in einem unteren zylindrischen Abschnitt 126 der Prägekontur 120 zentriert ist. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Hohlkörper 124 ein auf Länge zugeschnittenes Rohrstück. In das Innere des Hohlkörpers 124 eingebracht befindet sich ein eigenstabiles, verformbares Kraftübertragungsmittel 128. Das Kraftübertragungsmittel kann beispielsweise ein elastisches Kunststoffelement mit Rückstellvermögen, eine knetbare, zähpastöse Masse oder

auch ein plastisch verformbarer wachshaltiger Stopfen als körperhaftes Bauteil sein oder eine andere plastisch verformbare Trägersubstanz enthalten. Das Kraftübertragungsmittel 128 liegt mit seinem stirnseitigen unteren Ende auf der Grundfläche 122 auf, es füllt den Hohlraum im Inneren des Hohlkörpers 124 nahezu vollständig aus und überragt den Hohlkörper in axialer Richtung, so dass es vor dem Weiten des Hohlkörpers über das stirnseitige obere Ende 130 des Hohlkörpers 124 hinausragt.



Auf der Oberseite der nach oben offenen Seite der Matrize 110 befindet sich ein zweiter Stempel 132. Der zweite Stempel 132 weist eine Andrückplatte 133 und eine darin eingelassene Andrückhülse 134 auf. Die Andrückhülse 134 sitzt mit ihrem stirnseitigen unteren Ende auf dem stirnseitigen oberen Ende 130 des Hohlkörpers 124 auf. In einer den zweiten Stempel 132 zentrisch durchsetzenden Bohrung ist ein erster Stempel 138 koaxial zu der zentrischen Achse 118 der Matrize 110 ausgerichtet und geführt. Der erste Stempel ragt so weit in die Matrize hinein, dass er mit seinem unteren stirnseitigen Ende 140 auf dem Kraftübertragungsmittel 128 aufliegt. Die Berührungsfläche zwischen dem ersten Stempel 138 und dem Kraftübertragungsmittel kann je nach erforderlichem Volumen für das Kraftübertragungsmittel auch außerhalb der Matrize beispielsweise im Bereich der Stempelführung, d.h. in der Bohrung liegen. Die Andrückplatte 133 bzw. der zweite Stempel 132 kann zum Zweck der Volumenvergrößerung sogar mit einem zylindrischen Ansatz nach oben verlängert sein.



Die Vorrichtung gemäß Fig. 7 weist ferner zwei Passstifte 142, 143 auf, die zur Führung des zweiten Stempels 132 dienen und die Andrückhülse 134 bezüglich eventuell angreifender Scher- oder Knickkräfte während des Abwärtsbewegens des zweiten Stempels 132 entlasten.

Die Führungsbuchse 134 erfüllt in dem gezeigten Ausführungsbeispiel verschiedene Aufgaben. Zum einen ist sie in dem Ausgangszustand vor der Umformung des Hohlkörpers 124 mit ihrem verjüngten unteren Abschnitt 36 in den oberen Ab-



schnitt der Prägekontur 120 eingeführt und bildet somit mittels des äußeren Umfangs eine zusätzliche Zentrierung und axiale Führung für die Bewegung des zweiten Stempels. Des Weiteren wird über die stirnseitige Berührungsfläche zwischen der Führungsbuchse 134 und dem oberen stirnseitigen Ende 130 des Hohlkörpers 124 einerseits die axiale Kraft zum Nachführen von Wandungsmaterial beim Weiten des Hohlkörpers 124 eingeleitet und zugleich der Hohlraum zwischen dem Außenumfang des Hohlkörpers 114 und der Prägekontur 120 durch Formschluss der beiden stirnseitigen Berührungsflächen 130 gegenüber dem Hohlraum im Inneren des Hohlkörpers abgedichtet. Außerdem ist es die Aufgabe der Führungsbuchse 134, den ersten Stempel 138 koaxial zur Bewegungsrichtung des zweiten Stempels 132 zu führen und zugleich den Hohlraum im Inneren des Hohlkörpers 124 gegenüber der Umgebung ausreichend abzudichten, um Ausdringen des Kraftübertragungsmittels 128 zu verhindern.

In der rechten Hälfte von Fig. 7 sind beide Stempel 132, 138 in einer vorgegebenen Endposition nach Beendigung des Umformvorgangs dargestellt. Die Endposition des ersten Stempels 132 ist durch die Auflage der Andrückplatte 133 auf der Matrize 110 vorgegeben. Dabei ragt die Andrückhülse 134 so weit in das innere der Matrize 10, wie die durch das Weiten verursachte Längenänderung des Hohlkörpers 124 idealerweise unter Beibehaltung dessen ursprünglicher Wandstärke erfordert. Der erste Stempel 38 ist so weit in die Matrize 110 abgesenkt, wie es das Volumen des fertig aufgeweiteten Hohlkörpers 124 unter Berücksichtigung der Kompressibilität des Kraftübertragungsmittels 128 erfordert.

Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zunächst in die beiden Halbschalen 112, 113 ein auf Länge zugeschnittenes Rohrstück 124 eingelegt. In das Rohrstück 124 wird beispielsweise ein vorgefertigter elastisch verformbarer Kunststoffstopfen mit Rückstellvermögen oder ein plastisch verformbarer Wachsstopfen 128 eingeführt. Der Wachsstopfen kann auch noch weitere Wirkmedien wie zum Beispiel Sand beinhalten. Danach wird der zweite Stempel 132 in Richtung der Matrize 110 verfahren, bis die Andrückhülse 134 auf

das stirnseitige obere Ende 130 des Rohrstücks 124 trifft und mit geringem aber ausreichenden Druck darauf wirkt, um den Hohlraum im Inneren des Rohrstücks 124 abzudichten. Anschließend wird der erste Stempel 138 verfahren, bis er auf den eingelegten Kunststoff-/Wachsstopfen trifft. Beide Stempel 132, 138 werden danach hydraulisch gesteuert derart verfahren, dass der auf das stirnseitige obere Ende 130 des Rohrstückes 124 während des Weitens wirkende Druck gleich dem Druck ist, der von dem ersten Stempel 138 auf den Kunststoff-/Wachsstopfen wirkt. Der Pressvorgang wird in dieser Form so weit ausgeführt, bis ein definierter maximaler Druck erreicht wird, der dadurch bestimmt ist, dass der Außenumfang des Rohrstücks 124 vollständig an der Prägekontur 120 der Matrize 110 anliegt.

In einer anderen Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens kann abschließend, nachdem der zweite Stempel die vorgegebene Endposition erreicht hat, auf das Kraftübertragungsmittel 128 nochmals mittels des ersten Stempels 138 ein erhöhter Druck aufgebracht werden, um die gewünschte Ausformung des Rohrstückes 124 sicherzustellen. Beide Stempel können mittels einer automatischen Regelung verfahren werden.

Nach Beendigung des Pressvorgangs fahren der erste und der zweite Stempel 138, 132 hydraulisch zurück, und gleichzeitig werden die beiden Halbschalen 112, 113 der Matrize 110 geöffnet. Das fertig gepresste Rohrstück 124 kann dann aus einer der Halbschalen 112, 113 entnommen und die Kunststoff-/Wachsfüllung aus dem Rohrstück 124 entfernt werden.

Die zweite Ausführungsform eines Werkzeugs zur Durchführung des patentgemäßen Verfahrens gemäß Fig. 8 weist eine Matrize 110' auf, die wiederum aus zwei Halbschalen 112', 113' zusammengesetzt ist und einen zentrischen durchgehenden Hohlraum 116' ringförmig umschließt. Der Hohlraum 116' ist rotationssymmetrisch um eine Achse 118' angeordnet und weist innumfänglich eine Prägekontur 120' mit zwei Sicken 121', 121" auf. Diese Matrize ist dazu geeignet, in einem Arbeitsgang die beiden Enden eines eingelegten Hohlkörpers 124' gleichzeitig zu

weiten. Hierzu sind jeweils an beiden axialen Enden der Matrize ein erster Stempel 138', 138" und koaxial ein zweiter Stempel 132', 132" bestehend aus einer Andrückplatte 133', 133" und einer Andrückhülse 134', 134" vorgesehen. In den Hohlkörper 124' ist ein eigenstabiles, verformbares Kraftübertragungselement 128' eingelegt, das den Hohlkörper 124' im Ausgangszustand vor der Umformung axial auf beiden stirnseitigen Enden 130', 131' überragt.

Die Matrize 110' weist auf Grund des durchgehenden Hohlraums nunmehr keine Grundfläche auf. Die beiden zweiten Stempel 132', 132" werden deshalb zu Beginn des Umformvorgangs hydraulisch gesteuert axial Verfahren bis der Hohlkörper 124' eine relativ zu der Matrize 110' definierte Position eingenommen hat und dessen innerer Hohlraum an beiden stirnseitigen Enden 130', 131' mittels der Andrückhülsen abgedichtet ist.

### Ansprüche

1. Verfahren zur Hochdruckumformung, bei dem ein erster Stempel (26, 26', 74, 90, 96, 138, 138', 138'') verfahren und dabei eine Kraft auf ein Kraftübertragungsmittel ausgeübt wird, welches die Kraft auf ein in eine Prägeform (10, 10', 60, 80, 110, 110'') eingelegtes Werkstück (36, 36', 56, 70, 124, 124'') überträgt und dieses gegen eine Prägekontur (40, 40', 68, 120) der Prägeform (10, 10', 60, 80, 110, 110'') andrückt, dadurch gekennzeichnet,

dass das Kraftübertragungsmittel aus wenigstens einem elastisch verformbaren Kunststoffelement (32, 32', 34, 34', 58, 72, 98, 128, 128'') mit Rückstellvermögen besteht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass das elastisch verformbare Kunststoffelement (32, 32', 34, 34', 58, 72, 98, 128, 128'') aus Poly-Urethan oder Vulkollan® besteht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 zum Weiten von zylindrischen Hohlkörpern (36, 36', 56, 70, 124, 124'') oder länglichen Hohlprofilen, mittels Innenhochdruckumformung, dadurch gekennzeichnet,

dass beim Verfahren des ersten Stempels (26, 26', 74, 90, 96, 138, 138', 138'') das dem wenigstens teilweise in den Hohlkörper (36, 36', 56, 70, 124, 124'') eingebrachten Kraftübertragungsmittel zur Verfügung stehende Volumen reduziert wird, wodurch sich das Kraftübertragungsmittel im Wesentlichen radial bezüglich der Zylinderachse des Hohlkörpers (36, 36', 56, 70, 124, 124'') ausdehnt und den Hohlkörper in Richtung der diesen umgebenden Prägeform (10, 10', 60, 80, 110, 110'') weitet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

dass mittels eines zweiten Stempels (132, 132', 132'') ein Druck in axialer Richtung auf ein stirnseitiges Ende (37, 130, 130', 130'') des Hohlkörpers (36, 36', 56, 70,

124, 124') aufgebracht wird, um Wandungsmaterial des Hohlkörpers (36, 36', 56, 70, 124, 124')) während des Weitens nachzuführen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Stempel (26, 26', 74, 90, 96, 138, 138', 138'') koaxial in einer durch den zweiten Stempel (132, 132', 132'') gebildeten Buchse geführt ist.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass beide Stempel (132, 138; 132', 138'; 132'', 138'') hydraulisch verfahren werden und die Stempeldrucke individuell steuerbar sind.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zu Beginn des Weitens der zweite Stempel (132, 132', 132'') soweit an den Hohlkörper (124, 124') herangefahren wird, bis er mit geringem Druck auf das stirnseitige Ende (40) des Hohlkörpers (124, 124') wirkt, anschließend der erste Stempel (138, 138', 138'') soweit an das Kraftübertragungsmittel (128, 128') herangefahren wird, bis es mit geringem Druck darauf wirkt, und danach die Drucke abwechselnd sukzessive oder gleichzeitig kontinuierlich erhöht werden, bis der zweite Stempel (132, 132', 132'') eine vorgegebene Endposition erreicht und der Hohlkörper (124, 124') mit seinem Außenumfang vollständig an einer Prägekontur (120, 120') der Matrize (110, 110') anliegt.

8. Verfahren mindestens nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass, nachdem der zweite Stempel (132, 132', 132'') die vorgegebene Endposition erreicht hat, der erste Stempel (138, 138', 138'') mit einem erhöhten Druck auf das Kraftübertragungsmittel (128, 128') wirkt, um die Ausformung des Hohlkörpers (124, 124') sicherzustellen.

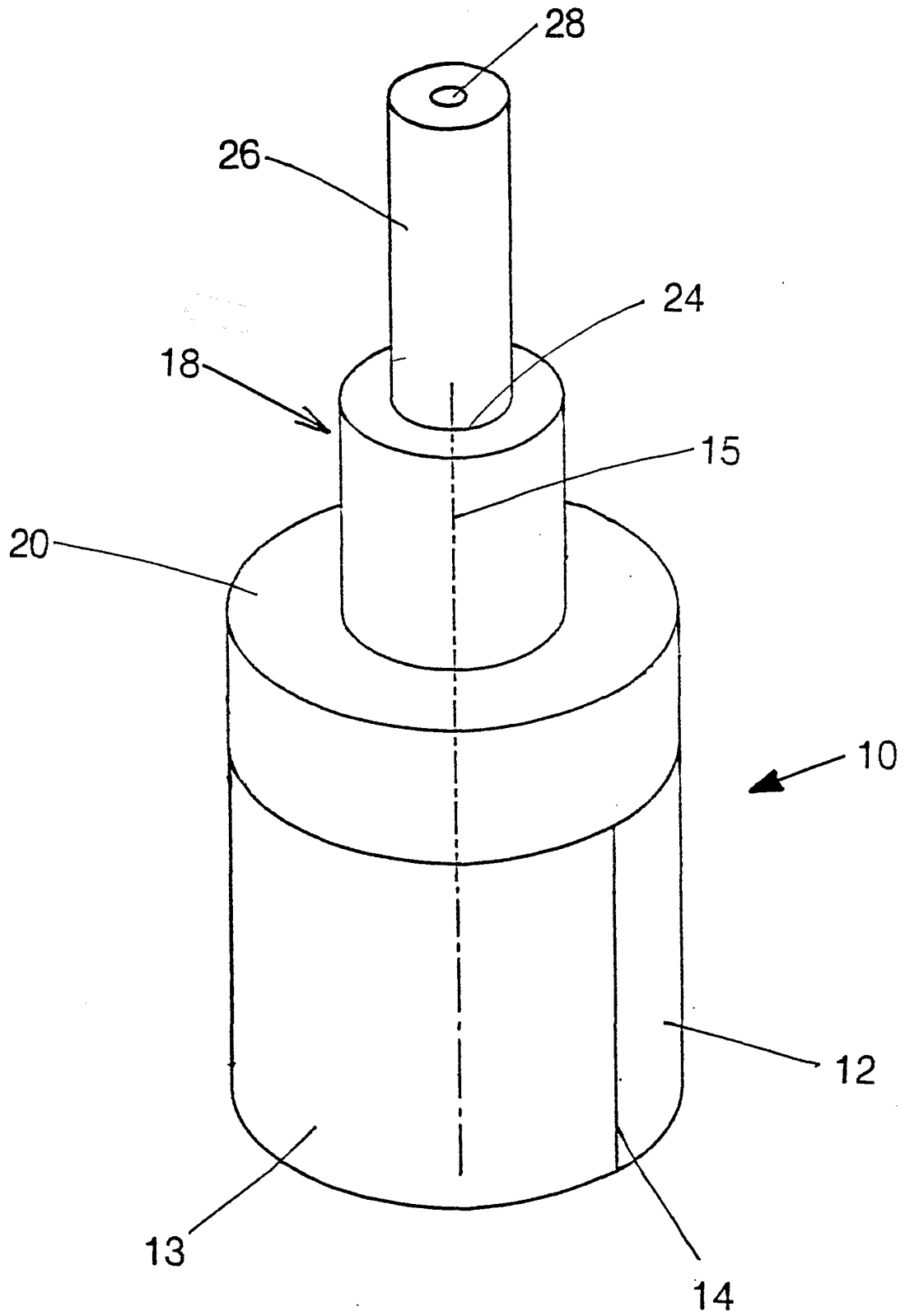
9. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet,

dass der zweite Stempel mittels einer zu dem Werkstück (56) und dem eingebrachten Kraftübertragungsmittel (58) koaxial bewegliche, mitlaufende Hülse (50) gebildet wird, die während des Weirens durch das teilweise axial in die mitlaufende Hülse (50) hineinragende, verformbare Kraftübertragungsmittel (58) reib- und/oder formschlüssig mitgenommen wird und die eine vertikale Kraftkomponente auf das stirnseitiges Ende des Hohlkörpers überträgt.

10. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftübertragungsmittel ein zweites elastisch verformbares Kunststoffelement (32, 32') aufweist, das die Kraft des ersten Stempels (26) beim Weirens des Hohlkörpers (36) auf das erste Kunststoffelement (18) und auf einen den zweiten Stempel bildenden, an dem stirnseitigen Ende (37) des Hohlkörpers (36, 36') anliegenden und in axialer Richtung koaxial zur Stempelführung (34, 34') beweglichen Ring (46) überträgt.

11. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche.

Fig. 1



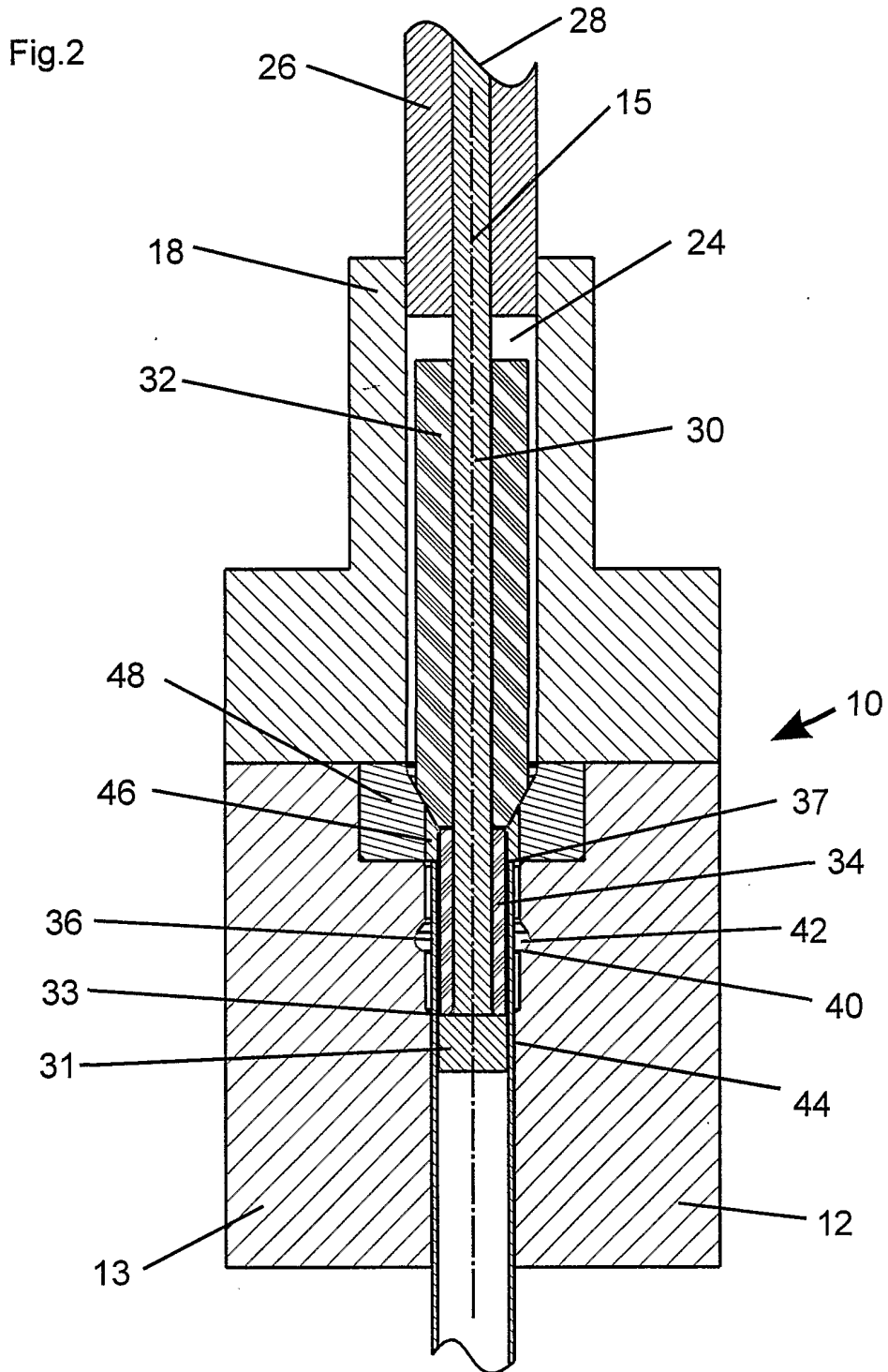


Fig.3

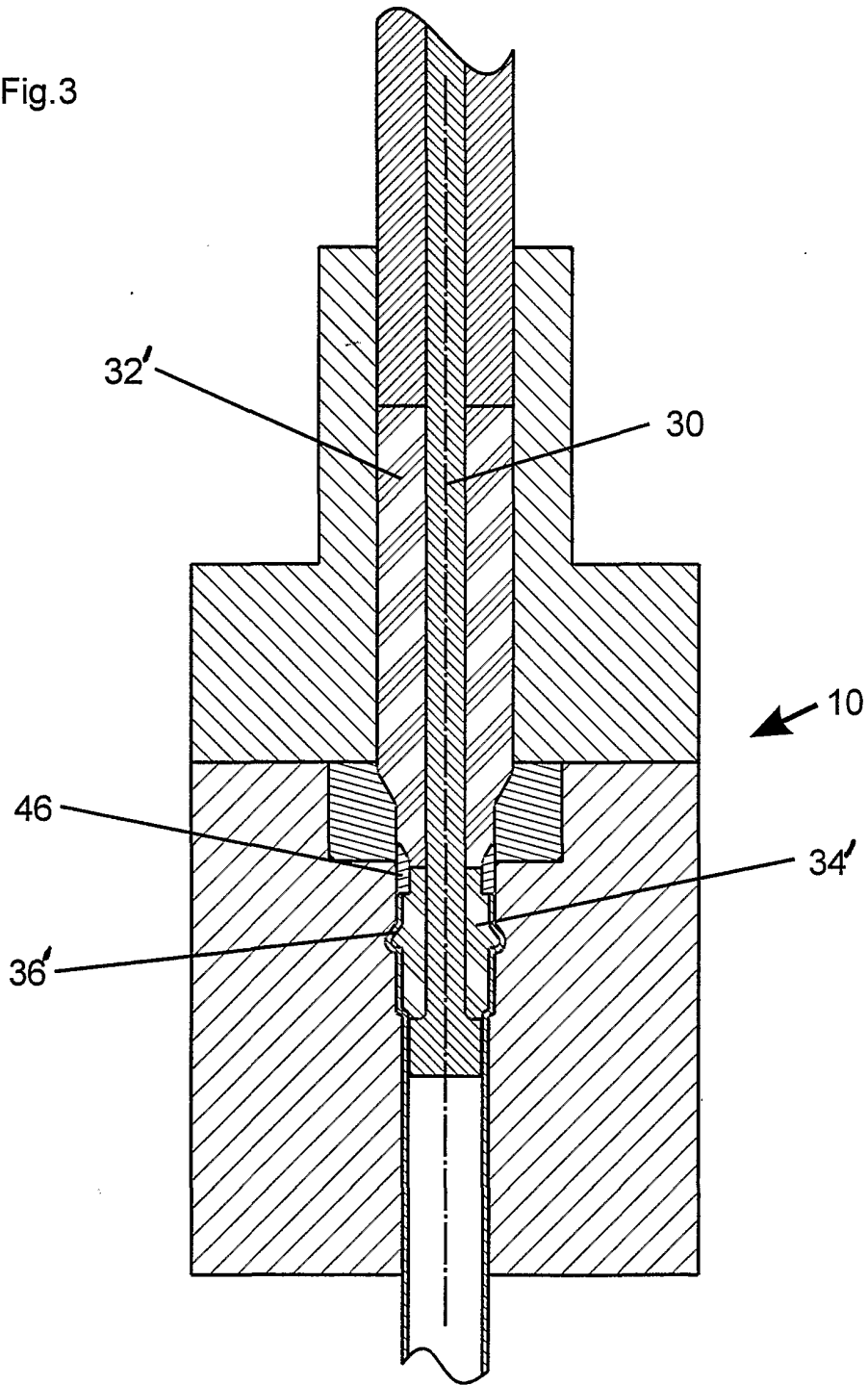




Fig. 5

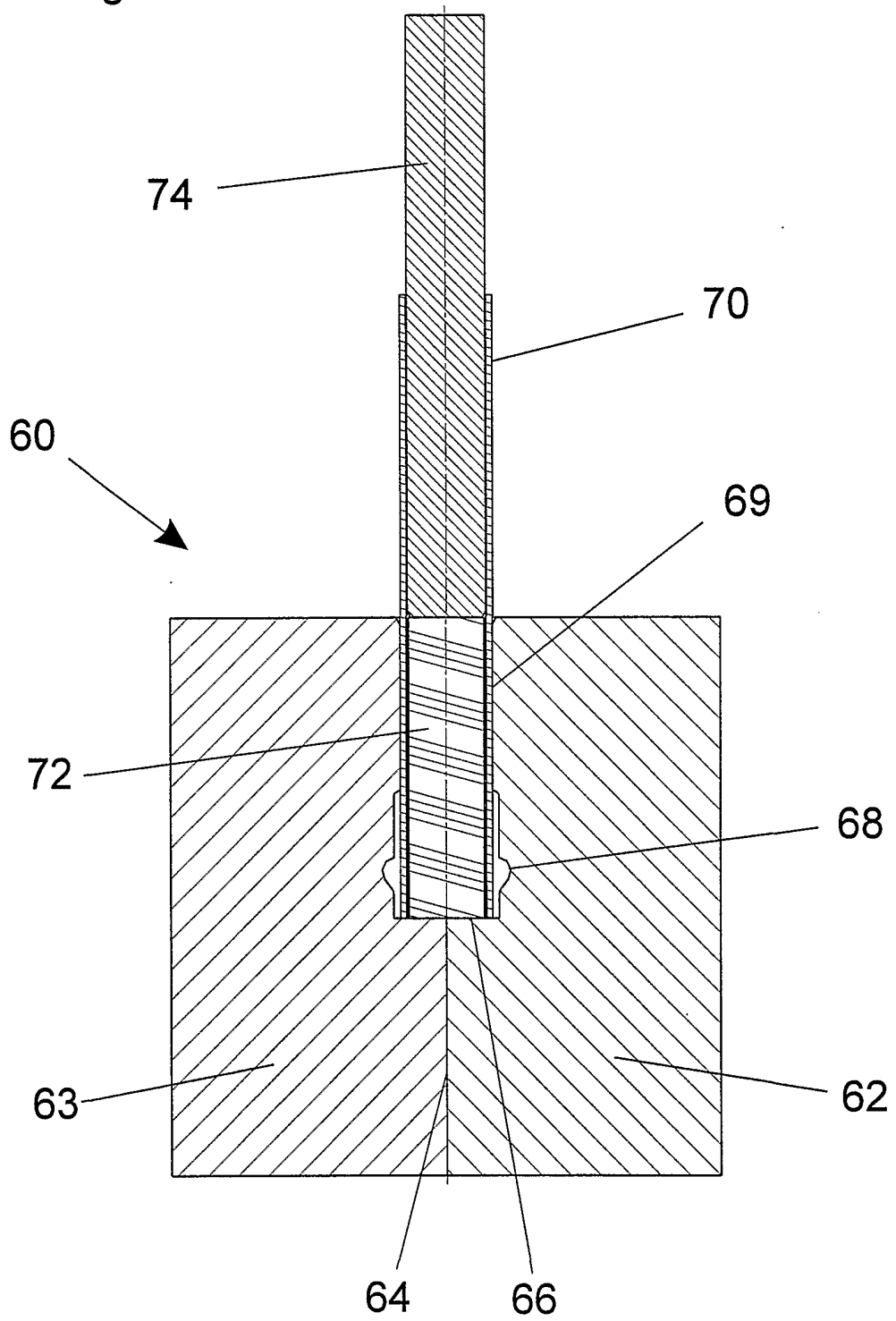


Fig. 6

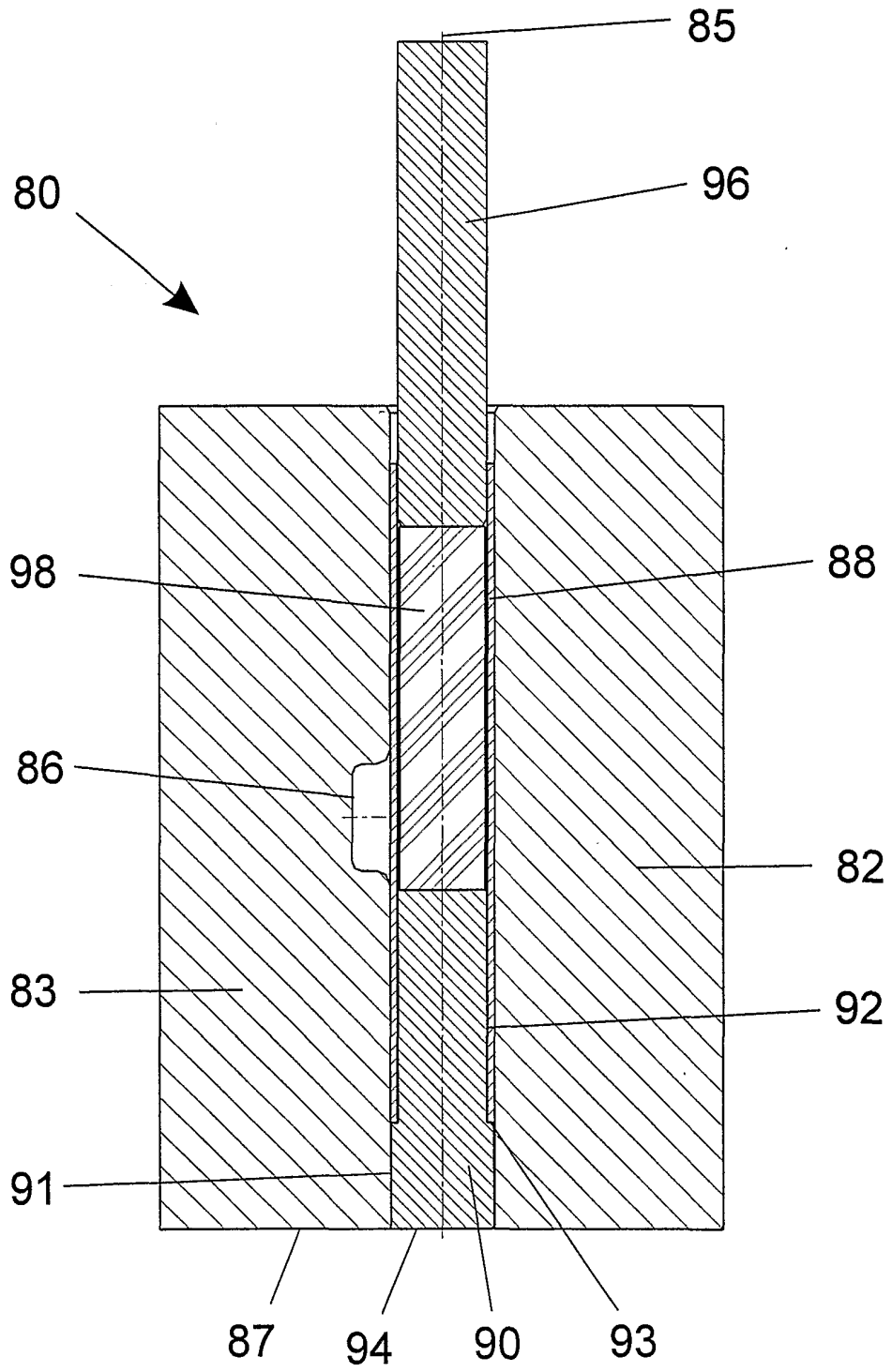


Fig. 7

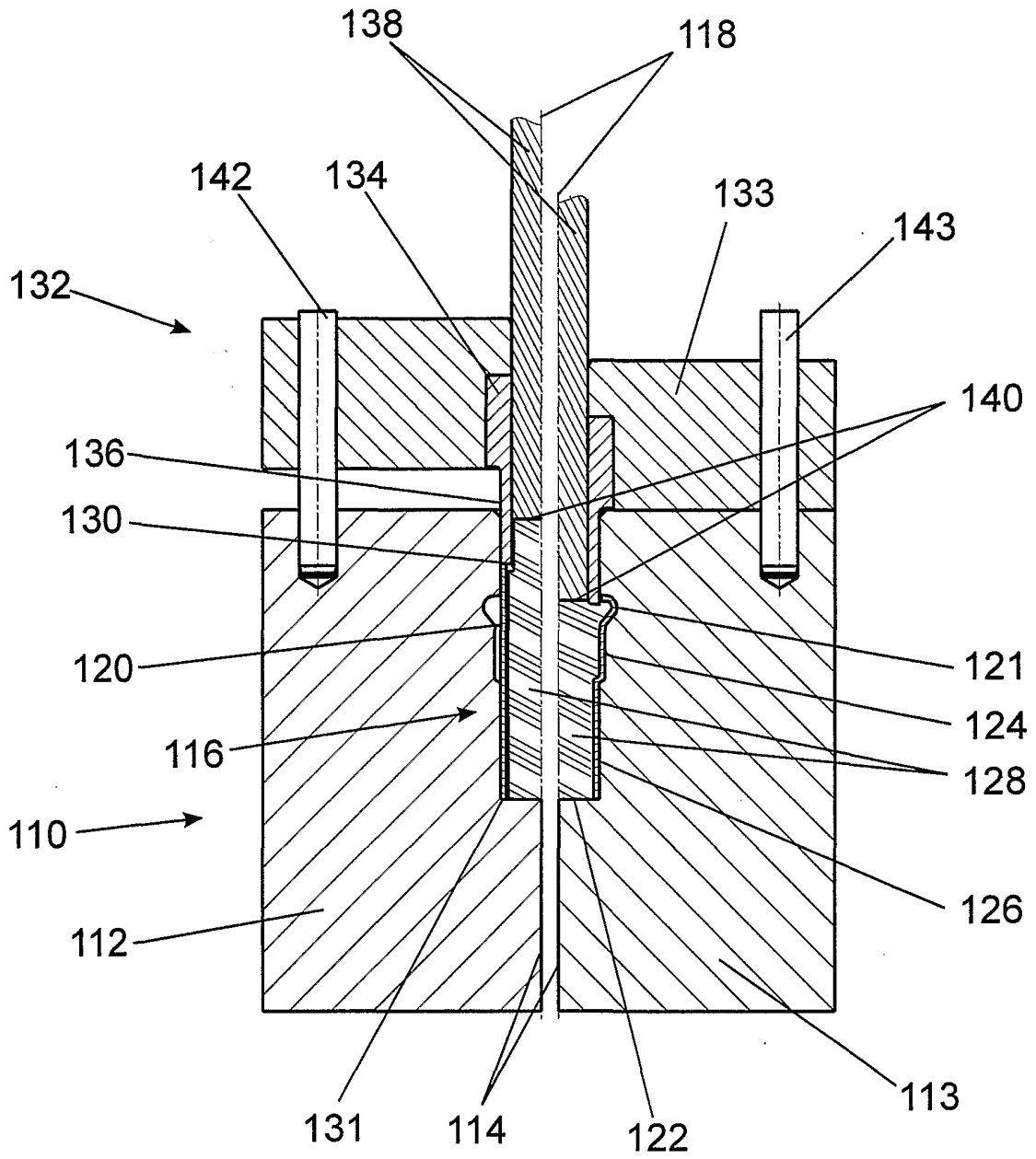
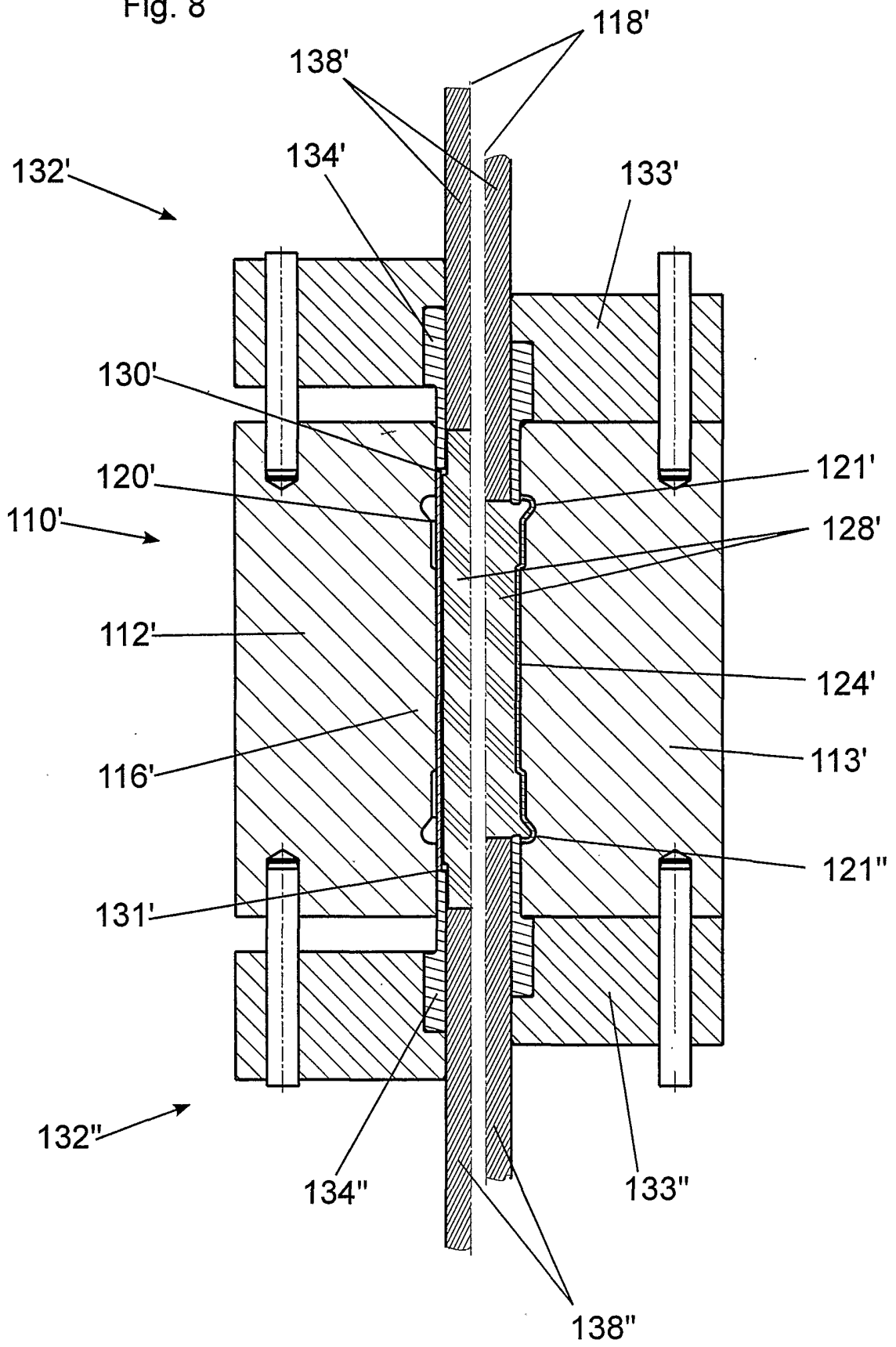


Fig. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern: | Application No  
PCT/EP 01/05393

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B21D22/10

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)  
IPC 7 B21D B21C

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 practical, search terms used)  
EPO-Internal, PAJ, 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	FR 1 154 610 A (MICHIGAN COLLEGE OF MINING & TECHNOLOGY) 14 April 1958 (1958-04-14) the whole document	1-6, 11
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 276 (M-1135), 12 July 1991 (1991-07-12) -& JP 03 094927 A (FUJI INJIEKUTA KK), 19 April 1991 (1991-04-19) abstract	1-4, 11
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 01, 30 January 1998 (1998-01-30) -& JP 09 22545 A (TOKICO LTD), 2 September 1997 (1997-09-02) abstract	1-4, 11
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in 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 document 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  31 August 2001	Date of mailing of the international search report  12/09/2001
---	--

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Ris, M
--	----------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern | Application No  
PCT/EP 01/05393

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 669 163 A (REX ROBERT SEEBER) 26 March 1952 (1952-03-26) the whole document -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern: Application No  
PCT/EP 01/05393

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 1154610 A	14-04-1958	NONE	
JP 03094927 A	19-04-1991	NONE	
JP 09225545 A	02-09-1997	NONE	
GB 669163 A	26-03-1952	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern es Aktenzeichen

PCT/EP 01/05393

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 B21D22/10		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 B21D B21C		
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, PAJ, WPI Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 1 154 610 A (MICHIGAN COLLEGE OF MINING & TECHNOLOGY) 14. April 1958 (1958-04-14) das ganze Dokument	1-6,11
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 276 (M-1135), 12. Juli 1991 (1991-07-12) -& JP 03 094927 A (FUJI INJIEKUTA KK), 19. April 1991 (1991-04-19) Zusammenfassung	1-4,11
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 01, 30. Januar 1998 (1998-01-30) -& JP 09 22545 A (TOKICO LTD), 2. September 1997 (1997-09-02) Zusammenfassung	1-4,11
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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* älteres Dokument, 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 anderen 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
31. August 2001		12/09/2001
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Ris, M

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: es Aktenzeichen

PCT/EP 01/05393

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 669 163 A (REX ROBERT SEEBER) 26. März 1952 (1952-03-26) das ganze Dokument -----	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen

PCT/EP 01/05393

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 1154610 A	14-04-1958	KEINE	
JP 03094927 A	19-04-1991	KEINE	
JP 09225545 A	02-09-1997	KEINE	
GB 669163 A	26-03-1952	KEINE	