

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 657 007 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.05.2006 Patentblatt 2006/20

(51) Int Cl.:
B21D 26/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 05024456.5

(22) Anmeldetag: 09.11.2005

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

(71) Anmelder: Schondelmaier, Joachim Hermann
77793 Gutach (DE)

(72) Erfinder: Schondelmaier, Joachim Hermann
77793 Gutach (DE)

(74) Vertreter: Kramer - Barske - Schmidtchen
Radeckestrasse 43
81245 München (DE)

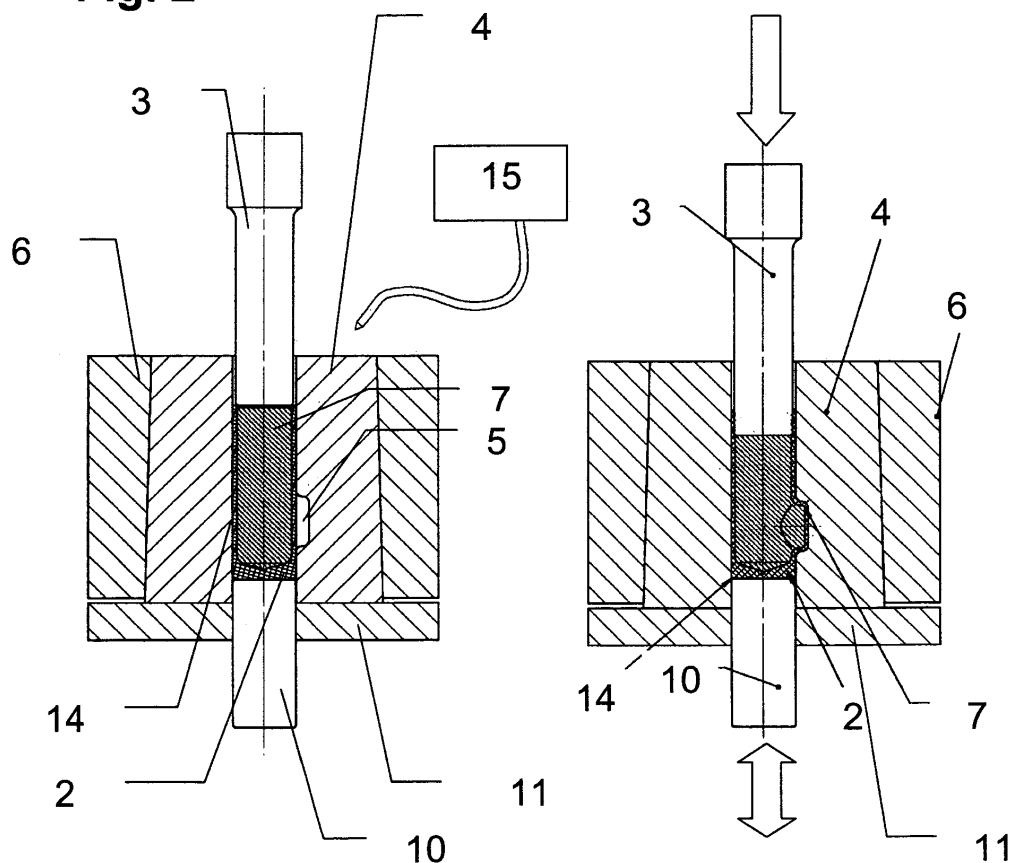
(30) Priorität: 10.11.2004 DE 102004054324

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Verformen von Werkstücken

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Umformen eines Werkstücks (2) in eine Matrize (4) eingelegt. Anschließend wird das Werkstück (2) mit einem Medium (7) befüllt, auf das

ein verschiebbarer Stempel (3) durch Verdrängen des Mediums (7) einen Umformdruck (P) ausübt. Dadurch schmiegt sich das Werkstück (2) an die Negativform (5) und erhält die gewünschte Form. Der Stempel (3) wird dabei beispielsweise von einer Presse angetrieben.

Fig. 2



EP 1 657 007 A1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Umformvorrichtung zur Herstellung von Werkstücken, die beispielsweise eine komplexe geometrische Form haben, mittels Innenhochdruckumformung. Insbesondere lassen sich mit einer solchen erfindungsgemäßen Umformvorrichtung Hohlkörper wie beispielsweise Rohre in komplexere Konturen verformen bzw. aufweiten.

[0002] Außerdem betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Verformen von Werkstücken, mit dem allgemein Hohlkörper wie beispielsweise Rohre durch Aufbringen eines Innendruckes aufgeweitet bzw. in eine gewünschte Kontur verformt werden können.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0003] Zur Herstellung von Werkstücken mit komplexeren Konturen wie beispielsweise Hohlkörper mit Ausbuchtungen oder Hinterschnitten ist seit längeren das sogenannte Innenhochdruck-Umformverfahren bekannt. Dabei wird das zu verformende Werkstück in eine Werkzeugform eingelegt, die die Kontur des herzustellenden Werkstücks als Gravur bzw. Negativform enthält. Daraufhin wird das Werkzeug durch eine hydraulische Presse geschlossen und zugehalten. Dichtstempel, die an hydraulischen Axialzylindern angebracht sind, verschließen die Vorrohrenden. Durch einen der Dichtstempel hindurch wird Wasser in ein Vorrohr gefüllt und über eine Druckpumpe ein Innendruck in dem Vorrohr aufgebaut. Durch Erhöhen des Druckes über die Druckpumpe wird das Vorrohr aufgeweitet. Gleichzeitig schieben die Dichtstempel die Rohrenden nach, wodurch Werkstoff in die Umformzone fließt. Eine gezielte Regelung des Innendruckes und der Dichtstempelbewegung bewirkt, dass sich der Werkstoff an die Werkzeugkontur anlegt und damit das Fertigteil seine entgeltliche Form erhält. Dieses Innenhochdruck-Umformverfahren ist beispielsweise in der DE 195 30 055 A1, EP 0 906 800A1, DE 100 56 610 A1 und der DE 102 11 087 A1 beschrieben.

[0004] Bei diesen üblichen Innenhochdruck-Umformverfahren wird der Umformdruck über hydraulische Pumpen erzeugt werden. Diese hydraulische Pumpen erreichen jedoch lediglich Umformdrücke bis zu einem begrenzten Wert. Durch den begrenzten Umformdruck können mit diesem Verfahren viele geometrische Formen und Wandstärken bisher nicht oder nur sehr zeitaufwendig erzeugt werden. Werkstücke mit größeren Wandstärken, die möglicherweise zudem aus einem verformungsfesteren Material bestehen, lassen sich mit diesen bekannten Verfahren, wenn überhaupt, nur bedingt herstellen. Aufgrund der begrenzten Drücke können mit diesen bekannten Verfahrensweisen zudem auch nur relativ geringe Umformungen in Werkstücken erreicht werden.

[0005] Ferner sind die bisherigen Vorrichtungen für das Innenhochdruck-Umformverfahren sehr aufwändig

und komplex ausgebildet, um die nötige Dichtigkeit in dem Werkstück zu gewährleisten. Dadurch ist zum einen die Anlagentechnik kostenintensiv, zum anderen entstehen lange Taktzeiten durch den aufwändigen Wechsel der Werkstücke.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Das der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende technische Problem besteht darin, eine Vorrichtung und eine Verfahrensweise bereitzustellen, die eine bessere Umformung von Werkstücken ermöglichen.

[0007] Dieses technische Problem wird durch Umformvorrichtung zum Verformen von Werkstücken gelöst, die eine Matrize mit einem Hohlraum, der die Negativform der gewünschten Außenkontur eines verformten Werkstücks besitzt, einen beweglich angeordneten Stempel, der dazu ausgebildet ist, auf ein Medium, das sich in dem Werkstück befindet, einzuwirken, und eine Presseeinrichtung umfasst, die den Stempel gegen das Medium drückt und damit Druck auf das zu verformende Werkstück ausübt.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, anstatt wie bei dem eingangs genannten bekannten Verfahren den Umformdruck über eine Pumpe zu erzeugen, erstmals einen hohen Innendruck durch Verdrängen eines Mediums auszuüben. Beispielsweise kann mittels einer hydraulischen Presse und einen hierdurch zu verschiebenden Stempel auf ein vorgegebenes Mediumvolumen ein sehr großer Druck ausgeübt werden. Damit lassen sich deutlich höhere Umformdrücke erreichen als bisher. Durch das Erzeugen des Umformdrucks durch Verschieben des beweglichen Stempels, also allgemein durch Verdrängen eines verformbaren, aber im wesentlichen inkompressiblen Mediums, sind weitaus höhere Innendrucke in dem zu verformenden Werkstück erzeugbar als bisher. Zudem ist erstmals für die Durchführung des Innenhochdruck-Umformverfahrens keine hydraulische Pumpe mehr notwendig, sondern es wird nunmehr hierfür die bisher zum Zuhalten des Werkzeugs verwendete Presse eingesetzt.

[0009] Gemäß der Erfindung kann bei einteiligen Werkzeugen auf eine weitere Presse verzichtet werden. Bei mehrteiligen Werkzeugen wird der Werkzeugverbund durch geeignete Halterungen oder einen Armierungsverbund zusammengehalten. Erstmals lassen sich somit Umformdrücke bis zu 25.000 bar oder mehr erzeugen, anstatt wie bisher etwa maximal 3000 bar.

[0010] Eine beispielhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Umformvorrichtung umfasst eine Matrize (oder allgemein Werkzeug) mit einem Hohlraum, der die Negativform der gewünschten Außenkontur eines verformten Werkstücks besitzt. Ein Stempel ist zu der Matrize beweglich angeordnet und dazu ausgebildet, auf ein Medium, das sich in dem zu verformenden Werkstück befindet, einzuwirken, um dieses zu verdrängen. Außerdem ist eine Einrichtung vorhanden, die den Stempel verschiebt und gegen das Medium drückt und damit Druck

auf das zu verformende Werkstück ausübt.

[0011] Neben einer einteiligen Ausführungsform der Matrize kann eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform eine mehrteilig aufgebaute Matrize umfassen, um komplexe Formen, z.B. mit Hinterschneidungen, herzustellen. Durch die mehrteilige Ausführungsform der Matrize können Werkstücke mit Hinterschneidungen nach dem Umformen einfach wieder entnommen werden, ohne weitere Schritte einleiten zu müssen. Die einzelnen Matrizenteile werden durch Halterungen dichtend zusammengefügt und zusammen gehalten. Diese Halterungen erfüllen dann die Funktion der Presse in dem eingangs geschilderten bekannten Innenhochdruck-Umformverfahren. Die Halterungen oder der Armierungsverband können auch bei einteiliger Ausführungsform der Matrize eingesetzt werden, um somit die Matrize gegen einen hohen inneren Umformdruck zu verstärken.

[0012] Eine weitere beispielhafte Ausführungsform der Erfindung umfasst eine Umformvorrichtung mit einer Matrize die mittels eines Armierungsverbandes zusammengehalten wird. Der Armierungsverband, der beispielsweise aus einem oder mehreren Ringen bestehen kann, wird dabei formschlüssig über die Matrize gelegt, womit die Matrize durch tangentielle Druckspannungen zusammengehalten wird, um dabei die Matrize dichtend zusammenzuhalten oder auch um die Matrize gegenüber dem Innendruck zu verstärken. Mit dieser Verstärkung können in der Querschnittsebene beliebig viele Teilungen der Matrize angeordnet werden. Dadurch ist es möglich, komplexe Formen und Geometrien, wie z.B. Verzahnungen oder Hinterschnitte zu erzeugen. Diese Verstärkung der Matrize mittels eines Armierungsverbandes kann dadurch erreicht werden, dass die Matrize und auch der Armierungsverband beispielsweise konisch und/oder mit Übermaß (also insbesondere Übergangs- oder Presspassung) gefertigt werden.

[0013] Bei dem Innenhochdruck-Umformverfahren sollte darauf geachtet werden, dass der Umformdruck sich ausschließlich im Inneren des zu verformenden Werkstücks aufbaut, da ein äußerer Druck der Umformrichtung entgegenwirkt. Der Stempel kann hierzu formschlüssig in das Werkstück einfahrbar angefertigt sein, um den Druck ausschließlich im Inneren aufzubauen. Beispielsweise ist vorgesehen, dass der Außendurchmesser des Stempels gegenüber dem Innendurchmesser des Hohlteils des Werkstücks, in den der Stempel eingedrückt wird, ein Übermaß aufweist. Je nach aufzubringendem Innendruck und abhängig davon, ob anderweitig für eine Abdichtung gesorgt ist, kann also bereits eine Übergangs- oder Presspassung von Werkstück und Stempel ausreichen, um eine Dichtung zu erzielen. Bei höheren Innendrücken wird aber meistens eine Presspassung vorzusehen sein. Damit lassen sich - je nach zu formendem Bauteil - möglicherweise zusätzlich zu dem Dichtungseffekt gewünschte Wanddicken herstellen.

[0014] Eine weitere beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst ein Dichtungssystem, das den Stempel umfangseitig umgibt, damit kein Medium seitlich des beweglichen Stempels austreten kann.

tungssystem, das den Stempel umfangseitig umgibt, damit kein Medium seitlich des beweglichen Stempels austreten kann.

[0015] Eine weitere beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass das Dichtungssystem beispielsweise eine Hülse, in die der Stempel axial einfahrbar ist, und zumindest eine Dichtung zwischen Hülse und Stempel umfasst. Die Hülse liegt formschlüssig an dem Werkstück auf und dichtet somit das Medium gegenüber der Matrize ab. In der Hülse, in der sich der Stempel bewegen kann, kann außerdem ein Dichtring angeordnet, so dass das Medium gegenüber der Umgebung abgedichtet wird. Beispielsweise kann die Hülse stirnseitig noch mit zumindest einer Ringzacke oder dergleichen ausgestattet sein, die in das Werkstück eingreift und für eine bessere Abdichtung sorgt.

[0016] Eine weitere beispielhafte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass in dem Werkzeug mehrere Hohlräume vorgesehen sind, in die jeweils zumindest ein Stempel einfahrbar ist. Damit können mit einem Werkzeug in einer Presse gleichzeitig mehrere Werkstücke geformt werden. Bei größeren Werkstücken kann es u.U. auch zweckmäßig sein, an einem Hohlraum an verschiedenen Stellen mehrere Stempel vorzusehen.

[0017] Je nach Produktionsbedingungen kann es auch vorteilhaft sein, mehrere Werkzeuge der zuvor erläuterten Art in einer Presse gleichzeitig einzusetzen, um mehrere Werkstücke zu verformen.

[0018] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umformen eines Werkstücks mittels eines Mediums, das einen Innendruck auf ein in einem Werkzeug eingelegtes Werkstück ausübt und dieses aufweitet bzw. verformt. In einem ersten Schritt wird beispielsweise das Werkstück in eine Matrize (Werkzeug mit Hohlraum) eingelegt, die im Inneren bereits die gewünschte Werkstückkontur als Negativform aufweist. Daraufhin kann das Medium in das Werkstück, beispielsweise über eine Zuführeinrichtung für das Medium, eingebracht werden. Grundsätzlich kann das Werkstück bzw. der von diesem Werkstück gebildete Hohlraum im Wesentlichen mit dem Medium gefüllt werden. Es kann aber auch ausreichen, dass zumindest der oder die zu verformenden Abschnitte des Werkstücks von dem Medium bedeckt sind. Anzumerken ist zudem, dass alternativ auch erst das Medium in die Matrize eingefügt bzw. gefüllt wird und anschließend das Werkstück eingelegt wird. Schließlich wird der Stempel verfahren und gegen das Medium gedrückt, so dass dieses das Werkstück entsprechend der Negativform der Matrize verformt.

[0019] Der Grundgedanke hierbei ist, dass das zu verformende Werkstück und der Stempel einen abgeschlossenen Hohlraum definieren, der nun durch das Medium ausgefüllt wird. Durch Verdrängen des Mediums wird in dem abgeschlossenen Hohlraum ein Innendruck aufgebaut, der zu einem Verformen des Werkstücks in den durch die Negativform vorgegebenen Ausweichraum führt. Der Druck ist also dabei durch die Kraft, mit der der

Stempel eingedrückt wird und dessen Stirnfläche, die dem Medium zugewandt ist, bestimmt. Dadurch lässt sich - wie oben erwähnt - ein höherer Innendruck als bisher erzielen, was neue Einsatzbereiche ermöglichen kann, und zudem ist keine Pumpe zum Erzeugen des Innendruckes notwendig. Es sei hier nochmals herausgestellt, dass der bewegliche Stempel den Umformdruck auf das Medium bewirkt und nicht eine Pumpe wie beim bekannten Verfahren. Da der Druck über eine mechanische Pressvorrichtung erzeugt wird, können hierbei Umformdrücke von bis zu 25.000 bar (oder u. U. sogar mehr) erreicht werden.

[0020] Das Medium, auf das der Stempel den Umformdruck ausübt, kann einen festen, halbfesten oder flüssigen Aggregatzustand aufweisen. Für flüssige Stoffe eignen sich beispielsweise Wasser oder Öle, jedoch besteht auch die Möglichkeit, feste Stoffe wie z.B. Kunststoffe einzusetzen. Letztere eignen sich besonders aufgrund der niedrigen Viskosität gegenüber flüssigen Medien, da somit die Dichtheit der Vorrichtung einfacher gewährleistet werden kann. Grundsätzlich ist aber festzuhalten, dass für das erfindungsgemäße Verfahren alle Medien verwendbar sind, die auch bei den bisherigen bekannten Innenhochdruck-Verfahren eingesetzt wurden.

[0021] Für ein erfolgreiches und effizientes Umformen mittels dem Innenhochdruck-Umformverfahren sollte, wie bereits oben erwähnt, der Druckaufbau ausschließlich im Inneren des Werkstücks stattfinden. Um dies sicherzustellen, sieht eine weitere beispielhafte Ausführungsform der Erfindung vor, den Stempel formschlüssig in das zu verformende Werkstück einzufahren, um somit den Umformdruck von der Umgebung abzdichten.

[0022] Eine weitere beispielhafte Ausführungsform des Verfahrens sieht den Einsatz eines Dichtungssystems vor, das beispielsweise am Stempel oder an der Matrize angebracht ist. Wenn dieses Dichtungssystem eine Druckerhöhung an der Außenwand des Werkstücks vollständig verhindern kann, muss der Stempel nicht länger in das Werkstück formschlüssig einfahrbar sein und muss somit nicht mehr werkstückspezifisch angefertigt werden.

[0023] Um die Befüllungsdauer des Werkstücks mit dem Medium zu verkürzen, kann in einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der Erfindung die Matrize bzw. das Werkzeug in ein Medium eingetaucht werden. Über einen in das Werkstück formschlüssig einfahrbaren Stempel und/oder ein separates Dichtungssystem kann dennoch gewährleistet werden, dass der Druckaufbau ausschließlich im Inneren des Werkstücks erfolgt, um es somit zu verformen.

[0024] Eine weitere beispielhafte Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, dass das dargestellte Verfahren mittels Kaltumformung ausgeführt wird. Alternativ hierzu ist aber auch eine Warmumformung denkbar und durchführbar. Besonders bei spröden Materialien kann es von Vorteil sein, das Werkstück, die Matrize und/ oder das Medium zu erhitzen, um somit die Umformqualität

zu erhöhen. Hierfür kann an der eingangs genannten, erfindungsgemäßen Vorrichtung zumindest eine Heizeinrichtung zum Erwärmen des Werkstücks, der Matrize und/ oder des Mediums vorhanden sein.

[0025] Eine weitere beispielhafte Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, dass der Umformdruck nicht konstant, sondern ansteigend auf das Medium ausgeübt wird. Dadurch können Materialfehler, die während eines plötzlichen Ausüben von hohem Druck entstehen können vermieden werden. Beispielsweise kann der Anstieg des Umformdrucks stetig oder in stufen erhöht werden.

[0026] Mit dem erfindungsgemäßen Innenhochdruck-Umformverfahren können verschieden ausgeprägte Werkstücke verformt werden. Neben Hohlstücken sind beispielsweise auch Halbrohrschnitte, Bleche oder U-Profile verformbar, die entlang ihrer Längsachse auch in verschiedene Richtungen gebogen oder verformt sein können.

[0027] Zusammengefasst wird erfindungsgemäß ein zu verformendes Werkstück in eine Matrize eingelegt. Anschließend wird das Werkstück mit einem Medium befüllt, auf das ein verschiebbarer Stempel durch Verdrängen des Mediums einen Umformdruck ausübt. Dadurch schmiegt sich das Werkstück an die Negativform und erhält die gewünschte Form. Der Stempel wird dabei beispielsweise von einer Presse angetrieben.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0028] Im Folgenden sind zum besseren Verständnis und zur weiteren Erläuterung mehrere Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 den Grundaufbau einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Fig. 2 eine beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in zwei verschiedenen Verfahrenszuständen,
- Fig. 3 eine zweiteilige, konische Matrize mit einer Negativform für die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß der Fig. 2,
- Fig. 4 einen Armierungsring und die in Fig. 3 gezeigte Matrize,
- Fig. 5 eine weitere beispielhafte Ausführungsform der Erfindung mit einem Dichtungssystem,
- Fig. 6 ein vergrößerte Darstellung des in Fig. 5 gezeigten Dichtungssystems,
- Fig. 7 eine weitere beispielhafte Ausführungsform der Erfindung, die mit einer Pressvorrichtung be-

trieben und gesteuert wird, und

Fig. 8 den prinzipiellen Ablauf des erfindungsgemäßen Umformverfahrens.

[0029] In allen Figuren hinweg sind gleiche Teile mit übereinstimmenden Bezugszeichen gekennzeichnet.

BESCHREIBUNG VON BEISPIELHAFTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0030] In der Fig. 1 ist der grundsätzliche Aufbau einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 gezeigt. Mit dieser Vorrichtung sind beispielsweise Umformungen an Werkstücken in einfache geometrische Formen ohne Hinterschneidungen möglich. Die Matrize 4, die auf einem Unterboden 11 befestigt ist oder gegen den Unterboden 11 gepresst wird, besitzt im Inneren einen Hohlraum 14 mit einer Negativform 5 (hier eine Vertiefung oder Einbuchtung), an die sich das Werkstück 2 unter Druck anschmiegt. Weiterhin umfasst die Umformvorrichtung einen Stempel 3, der formschlüssig in das Werkstück 2 einführbar ist, um einen Umformdruck P auf ein Medium 7 auszuüben, das sich in dem Werkstück 2 befindet. In der Ausführungsform, wie sie in der Fig. 1 dargestellt ist, kann die Matrize 4 aus einem Stück gefertigt sein, da das Werkstück 2 im vorliegenden Fall z.B. keine komplizierten Hinterschneidungen aufweist und somit einfach aus der Matrize 4 nach der Verformung zu entnehmen ist. Hierfür muss nur der Unterboden 11 abgenommen werden bzw. die Matrize 4 vom Unterboden 11 abgehoben werden. Dann kann das verformte Werkstück 2, das nun auch in die Vertiefung 5 hineinragt, nach unten aus der Matrize 4 herausgenommen werden.

[0031] Bei dem in der Fig. 1 gezeigten Zustand ist das zu verformende Werkstück 2 bereits (beispielsweise formschlüssig) in die Matrize 4 eingelegt. Das Medium 7 ist über eine Zuführeinrichtung 15 in das Werkstück 2 eingebracht, so dass mindestens die zu verformenden Stellen des Werkstücks 2 (hier der Werkstückabschnitt, der der Vertiefung 5 in der Matrize 4 gegenüberliegt) bedeckt sind. Dann wird der Unterboden 11 als Unterlage bzw. Gegenlage für das Werkstück 2 dienen. Durch Einpressen des Stempels 3 wird mit Hilfe des Mediums 7 das Werkstück 2 in die Vertiefung 5 gedrückt und nimmt die entsprechend vorgegebene Form bzw. Gestalt an.

[0032] Die Fig. 2 zeigt die Ausführungsform der vorliegenden Erfindung der Fig. 1, mit der auch komplexe Geometrien wie beispielsweise Hinterschneidungen geformt werden können. Ein Werkstück 2 wird in eine Matrize 4 eingefügt und durch einen Auswerfer 10 in einer definierten Höhe gehalten. Da die zu erreichende Endform eine Hinterschneidung aufweist, wird die Matrize 4 zweiteilig ausgebildet (siehe Fig. 3), um nach dem Umformvorgang die Entnahme des Werkstücks 2 zu ermöglichen. Um die Matrize 4 selbst bei hohem Umformdruck zusammenzuhalten, wird in Fig. 2 ein Armierungsring 6

als Befestigungsmittel verwendet, der formschlüssig die Matrize 4 umgibt. Um die Dichtheit der Matrize sicherzustellen, ist der Armierungsring 6 sowie die Matrize 4 konisch mit Übermaß ausgeführt, um mittels einer Pressverbindung tangentielle Druckspannung zu erzeugen und somit den Zusammenhalt der Matrize 4 zu gewährleisten.

[0033] In das Werkstück 2 wird anschließend bis mindestens über die zu verformende Stelle beispielsweise mit einer Zuführeinrichtung 15 ein Medium 7 eingefüllt und durch den in das Werkstück 2 formschlüssig einfahrbaren Stempel 3 Umformdruck P ausgeübt. Durch diesen Umformdruck P verformt sich das Werkstück 2 so lange, bis die Negativform 5' erreicht ist. Um das verformte Werkstück 2 zu entnehmen, wird der Armierungsring 6 von der Matrize 4 entfernt, so dass die Matrize 4 geöffnet und das Werkstück 2 entnommen werden kann. Fig. 3 und 4 veranschaulichen die möglichen Ausführungsformen der Matrize 4 und des Armierungsrings 6. Daraus ist auch ersichtlich, dass die Matrize 4 bei komplexen geometrischen Formen des Werkstücks 2 im Querschnitt beliebig viele Teilungen aufweisen kann.

[0034] Wie bereits eingangs erwähnt, ist es bei dem Innenhochdruck-Umformverfahren erforderlich, dass der Umformdruck P ausschließlich im Inneren des zu verformenden Werkstücks 2 aufgebaut wird. Deswegen ist in Fig. 5 beispielhaft eine Umformvorrichtung 1 mit einem Dichtungssystem 8 dargestellt. Das Dichtungssystem 8 umfasst eine Hülse 12, die formschlüssig in die Matrize 4 eingesetzt ist und in der gezeigten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung stirnseitig auf der zugewandten Stirnseite des Werkstücks 2 aufliegt. Auf der Innenwandung der Hülse sitzt zumindest ein O-Ring 13₁ zur Abdichtung des Stempels 3. Auf der der Matrize 4 zugewandten Stirnseite der Hülse 12 ist zumindest ein Dichtring 13₂ angeordnet, der die Matrize 4 gegenüber der Atmosphäre abdichtet. Außerdem ist der Stempel 3 in der Innenbohrung bzw. Innenloch der Hülse 12 verschiebbar gelagert. Insbesondere kann der Stempel 3 in der Innenbohrung bzw. Innenloch der Hülse 12 mit einer Spiel- oder Übergangspassung eingepasst sein. Im Übrigen sind hier der Unterboden 11 und die Matrize miteinander verbunden, beispielsweise durch Schrauben (nicht gezeigt).

[0035] Bei Erhöhung des Umformdrucks durch den Stempel 3, der in der Hülse 12 gleitet, ist somit ausschließlich eine Druckerhöhung auf das sich in dem Werkstück 2 befindende Medium 7 sichergestellt, so dass das Werkstück 2 verformt (aufgeweitet) wird und an die Negativform 5 der Matrize 4 ohne Druckverlust angepresst wird.

[0036] In der Fig. 6 wird eine weitere Ausführungsform eines Dichtungssystems 8 gezeigt, das eine Hülse 12 mit Ringzacke und eine Dichtung 13₁ umfasst, die die Hülse 12 und den Stempel 3 abdichtet. Da der Stempel 3 beispielsweise formschlüssig mit Übermaß in das Werkstück 2 einführbar ist, die Hülse 12 die Ringzacke hat (siehe Detail B), die eine Abdichtung zwischen der

Hülse 12 und dem Werkstück 2 leistet, und die weitere Dichtung 13₂ die Hülse 12 gegenüber der Matrize 4 abdichtet, ist der Druckaufbau ausschließlich im Inneren des Werkstücks 2, das mit dem Medium 7 gefüllt ist, sichergestellt.

[0037] Die Fig. 7 zeigt eine weitere mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Umformvorrichtung 1 mit einem konischen Armierungsring 6, der eine mehrteilige konische Matrize 4 umschließt und einen Stempel 3, der durch eine mechanische Vorrichtung 9 (beispielsweise eine Presse) gesteuert wird. Die Matrize 4, die im Inneren die Negativform 5 aufweist, umschließt das unverformte Werkstück 2, das mittels einer Zuführeinrichtung 15 mit einem Medium 7 mindestens bis über die zu verformenden Flächen gefüllt wird. Die mechanische Vorrichtung 9 steuert den Stempel 3 derart, dass Druck auf das Medium 7 ausgeübt wird. Dabei wird der Stempel 3 formschlüssig in das Werkstück 2 eingefahren, wodurch sich der Umformdruck P erhöht und sich dadurch das Werkstück 2 an die Negativform 5 anschmiegt. Das Dichtungssystem 8 verhindert dabei zum einen den Austritt des Mediums 7 und zum anderen, dass sich der Druck nur im Inneren des Werkstücks 2 aufbaut.

[0038] Einen beispielhaften Ablauf des erfindungsgemäßen Innenhochdruck-Umformverfahrens zeigt die Fig. 8. Zu Beginn wird die mit der Negativform 5 ausgebildete Matrize 4, die im Falle von Hinterschneidungen aus mehreren Teilen bestehen kann, mit dem Armierungsring 6 versehen, der die Matrize verstärkt und/oder zusammenhält. Dazu wird der auf der Innenumfangsseite konisch ausgebildete Armierungsring 6 auf die auf der Außenumfangsseite konisch geformte ein- oder mehrteilige Matrize 4 gesteckt. Anschließend wird das zu verformende Werkstück 2 eingelegt und im nächsten Schritt mit einem Medium 7 befüllt, bis mindestens die zu verformenden Stellen des Werkstücks bedeckt sind. Zu Pressbeginn wird der Stempel 3 durch die mechanische Vorrichtung 9 in Richtung des Hohlraums 14 des Werkstücks 2 verschoben und dadurch ein Umformdruck P über das Medium 7 im Werkstückinnern aufgebaut. Dabei kann das Dichtungssystem 8 eingesetzt werden, um sicherzustellen, dass der Druckaufbau ausschließlich im Inneren des Werkstücks 2 erfolgt. Während des Pressens übt der Stempel 3, der von der mechanischen Vorrichtung 9 gesteuert wird, so lange Druck auf das Medium 7 aus, bis sich das Werkstück 2 vollständig an die Negativform 5 anschmiegt hat. Während des Umformvorgangs kann der Umformdruck P konstant oder variabel gehalten werden. Im letzten Schritt des Verfahrens wird der Armierungsring 6 entfernt, die Matrize 4 geöffnet und das verformte Werkstück 2 entnommen.

[0039] Bei der in der Fig. 7 gezeigten Vorrichtung kann zum Entnehmen beispielsweise die mehrteilige Matrize 4 etwas radial nach außen gezogen werden, so dass das verformte Werkstück 2 über einen Auswerfer 10 aus der Matrize ausgeworfen werden kann.

Patentansprüche

1. Umformvorrichtung (1) zum Verformen von Werkstücken (2), umfassend:

5

- eine Matrize (4) mit einem Hohlraum (14), der die Negativform (5) der gewünschten Außenkontur eines verformten Werkstücks (2) besitzt,
- einen beweglich angeordneten Stempel (3), der dazu ausgebildet ist, auf ein Medium (7), das sich in dem Werkstück (2) befindet, einzuwirken, und
- eine Presseinrichtung (9), die den Stempel (3) gegen das Medium (7) drückt und damit Druck auf das zu verformende Werkstück (2) ausübt.

10

15

2. Umformvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Matrize (4) ein- oder mehrteilig aufgebaut ist.

20

3. Umformvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ein- oder mehrteilige Matrize (4) durch zumindest eine Halterung zusammen gehalten wird, die dem beim Umformvorgang vorhandenen Innendruck standhalten.

25

4. Umformvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Halterung aus einem Armierungsverband (6) besteht, der die ein- oder mehrteilige Matrize (4) umschließt.

30

5. Umformvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ein- oder mehrteilige Matrize (4) und der Armierungsverband (6) konisch und/oder mit Übermaß ausgeführt sind.

35

6. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Dichtungssystem (8) vorhanden ist, so dass der Druck nur im Inneren des Werkstücks (2) aufgebaut wird.

40

7. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Zuführeinrichtung (15) zum Zuführen des Mediums (7) vorhanden ist.

45

8. Verfahren zum Verformen von Werkstücken (2) mit zumindest den folgenden Verfahrensschritten:

- a) Einlegen des Werkstücks (2) in einen Hohlraum (14) einer Matrize (4), der die Negativform (5) der gewünschten Außenkontur eines verformten Werkstücks (2) besitzt,
- b) Einbringen eines Mediums (7) in das Werkstück (2), und
- c) Drücken eines Stempels (3) gegen das Medium (7), so dass dieses das Werkstück (2) entsprechend der Negativform (5) der Matrize (4)

50

55

verformt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei in Schritt c) der Stempel (3) durch eine mechanische Vorrichtung (9) wie beispielsweise eine Presse gedrückt und verschoben wird. 5
10. Verfahren nach Ansprüchen 8 oder 9, wobei das Medium (7) fest, halbfest oder flüssig ist. 10
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Medium (7) Wasser, Öl oder Kunststoff oder eine Mischung hiervon ist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei das Medium (7) in einen Hohlraum (14) des Werkstücks (2) eingefüllt wird, bis zumindest die eine oder mehreren Werkstückbereiche, die zu verformen sind, mit dem Medium (7) bedeckt sind. 15
20
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei in Schritt c) die Druckkraft auf den Stempel (3) variiert wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei in Schritt a) das Werkstück (2) in eine Negativform (5) einer ein- oder mehrteiligen Matrize (4) eingebracht wird, die mit einer Halterung (6) zusammengefügt wird. 25
30
15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei ein Armierungsverband (6) zum Zusammenhalten der ein- oder mehrteiligen Matrize (4) formschlüssig um die Matrize (4) gelegt wird. 35
16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei in Schritt a) die Matrize (4) und der Armierungsverband (6) konisch und/oder mit Übermaß ausgebildet sind und die ein- oder mehrteilige Matrize (4) formschlüssig in den Armierungsverband (6) gepresst wird. 40
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 16, wobei das Medium (7) im Schritt b) mittels einer Zuführeinrichtung (15) in das Werkstück (2) eingebracht wird. 45

50

55

Fig. 1

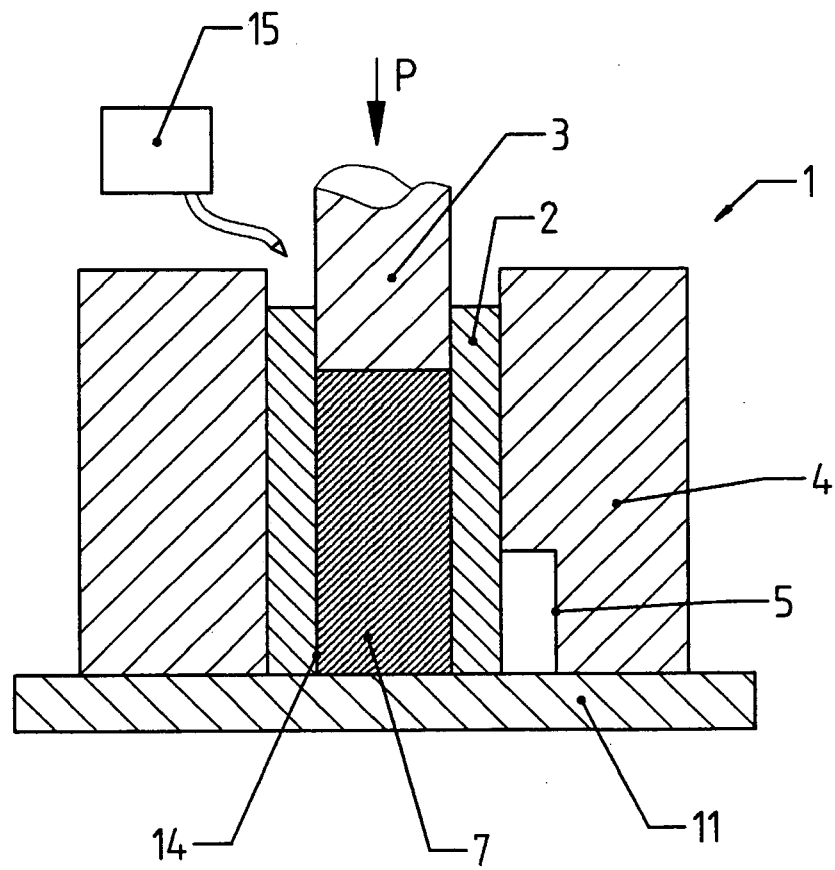


Fig. 2

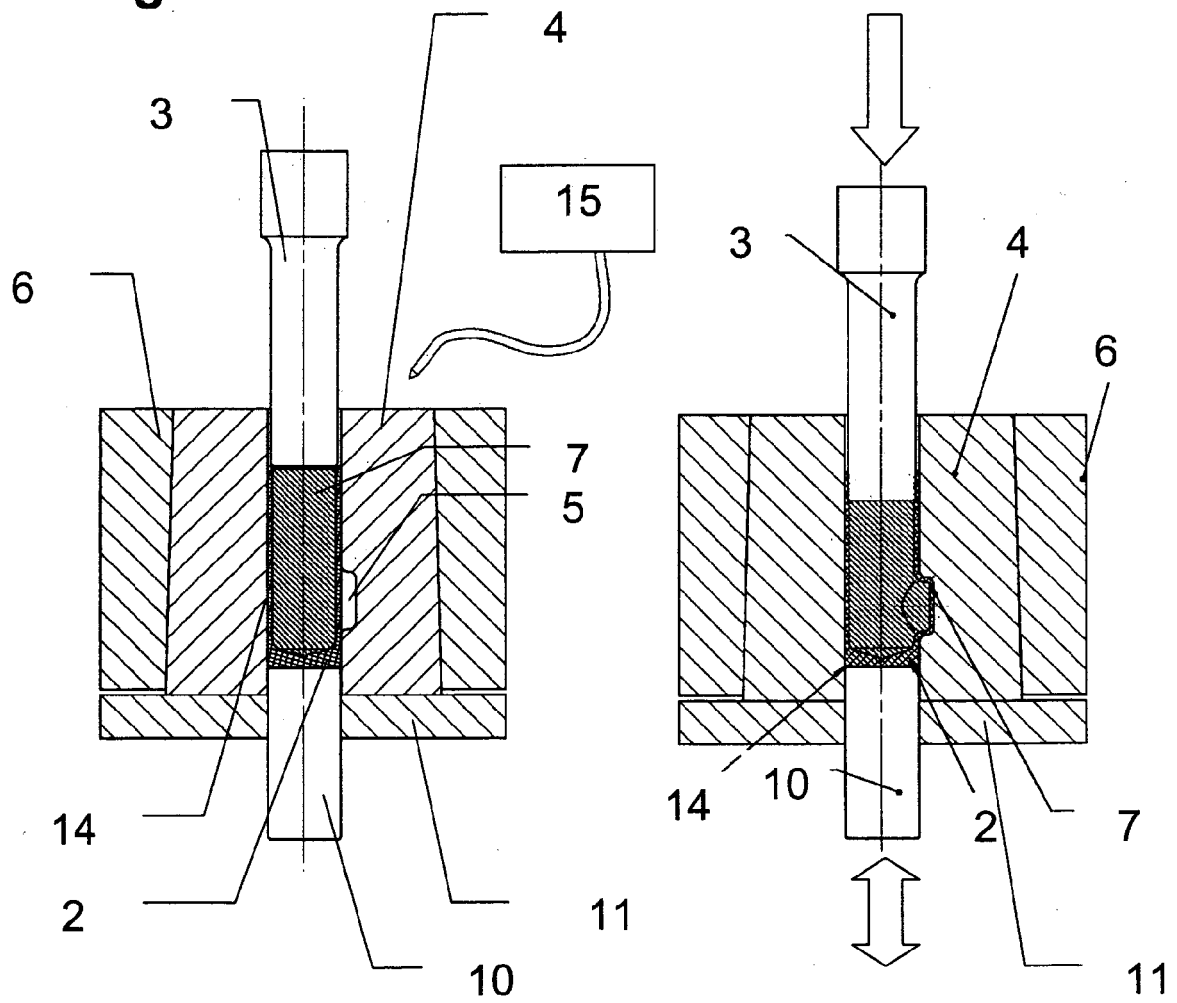


Fig. 3

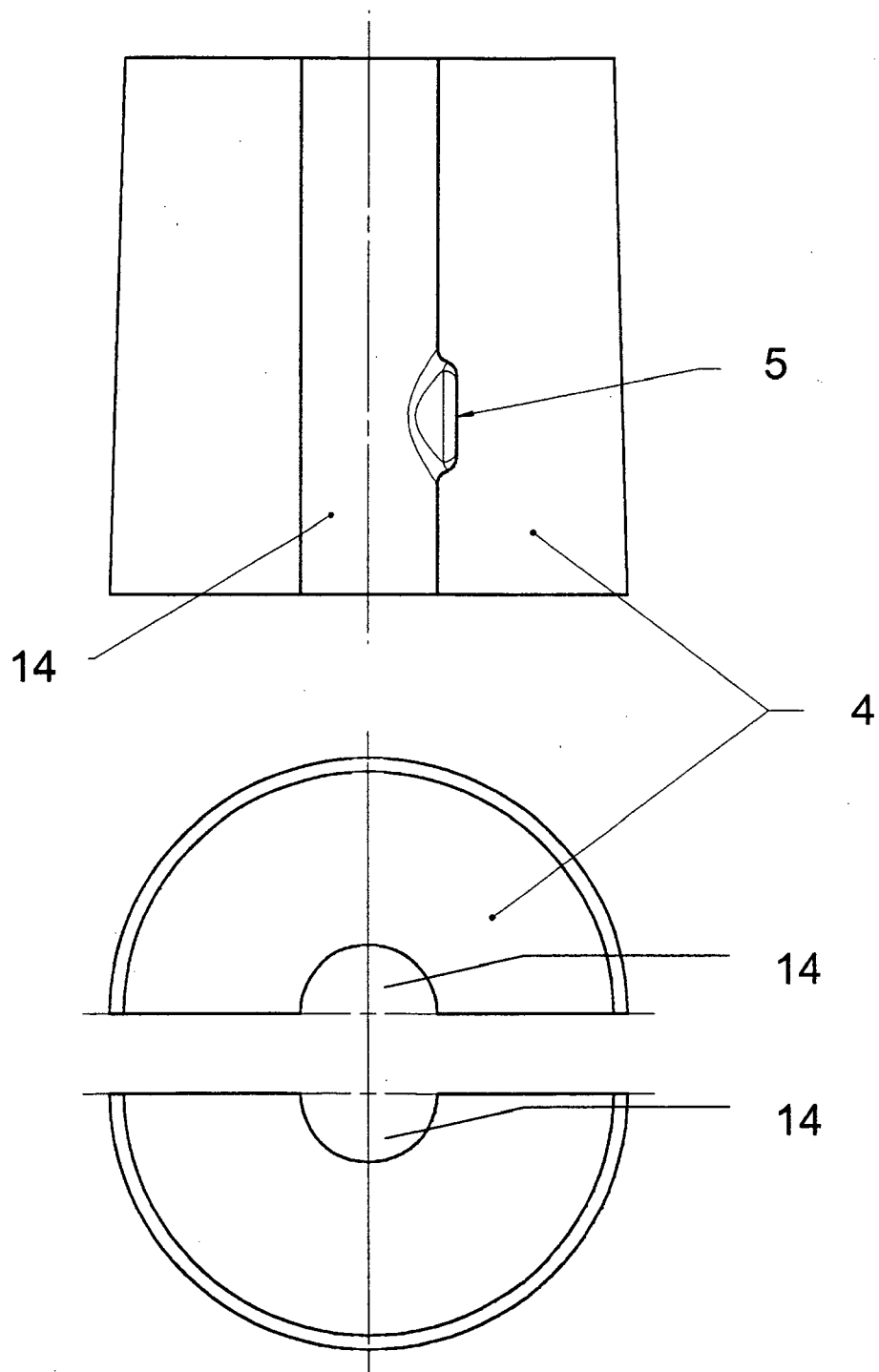


Fig. 4

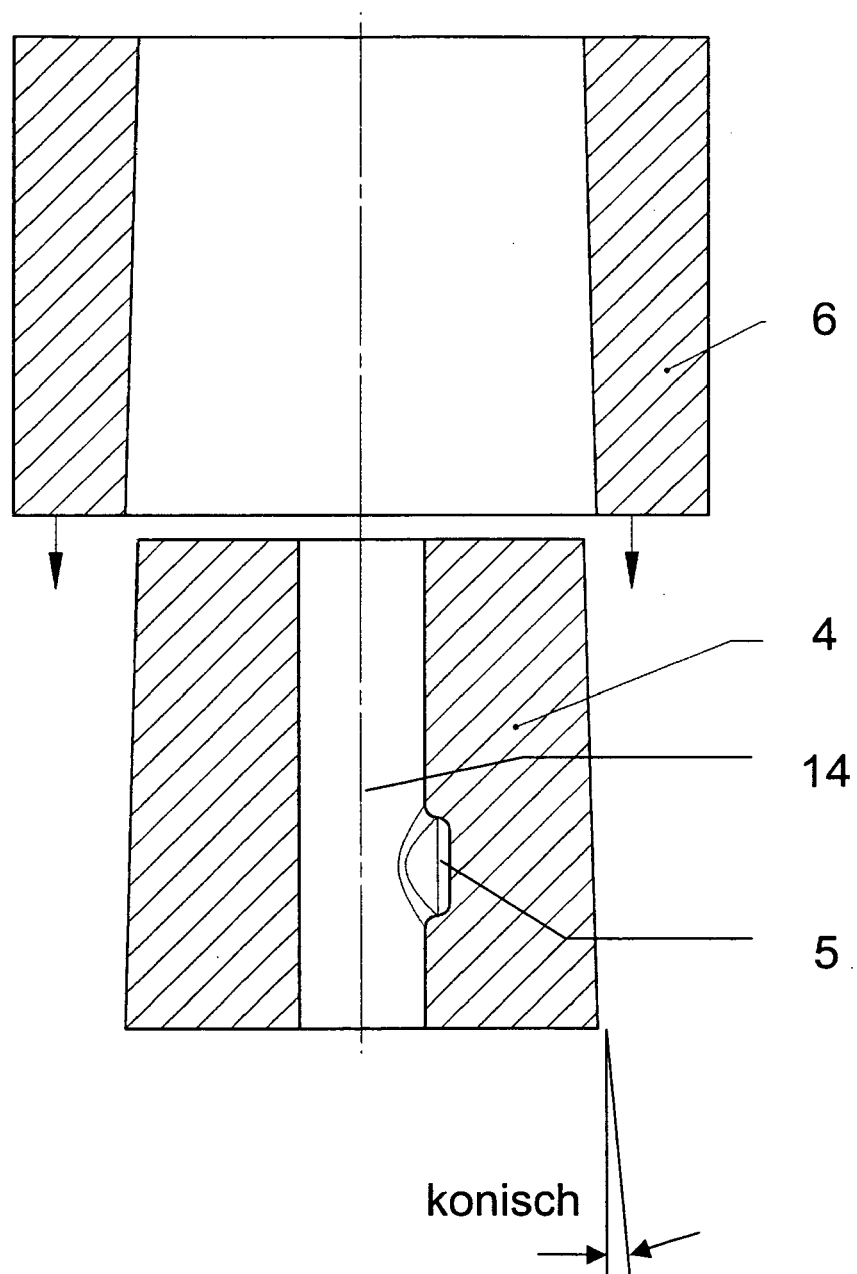


Fig. 5

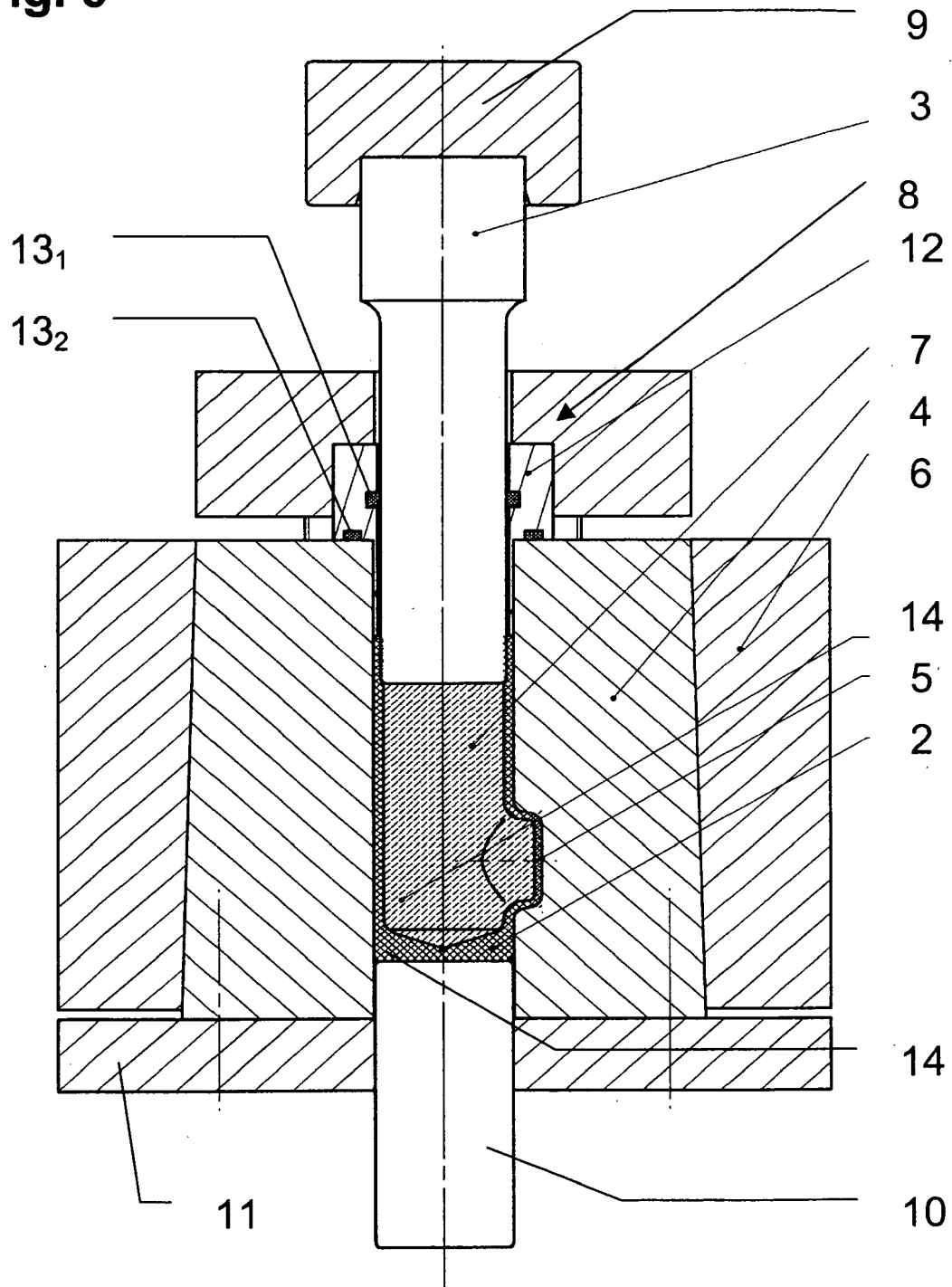


Fig. 6

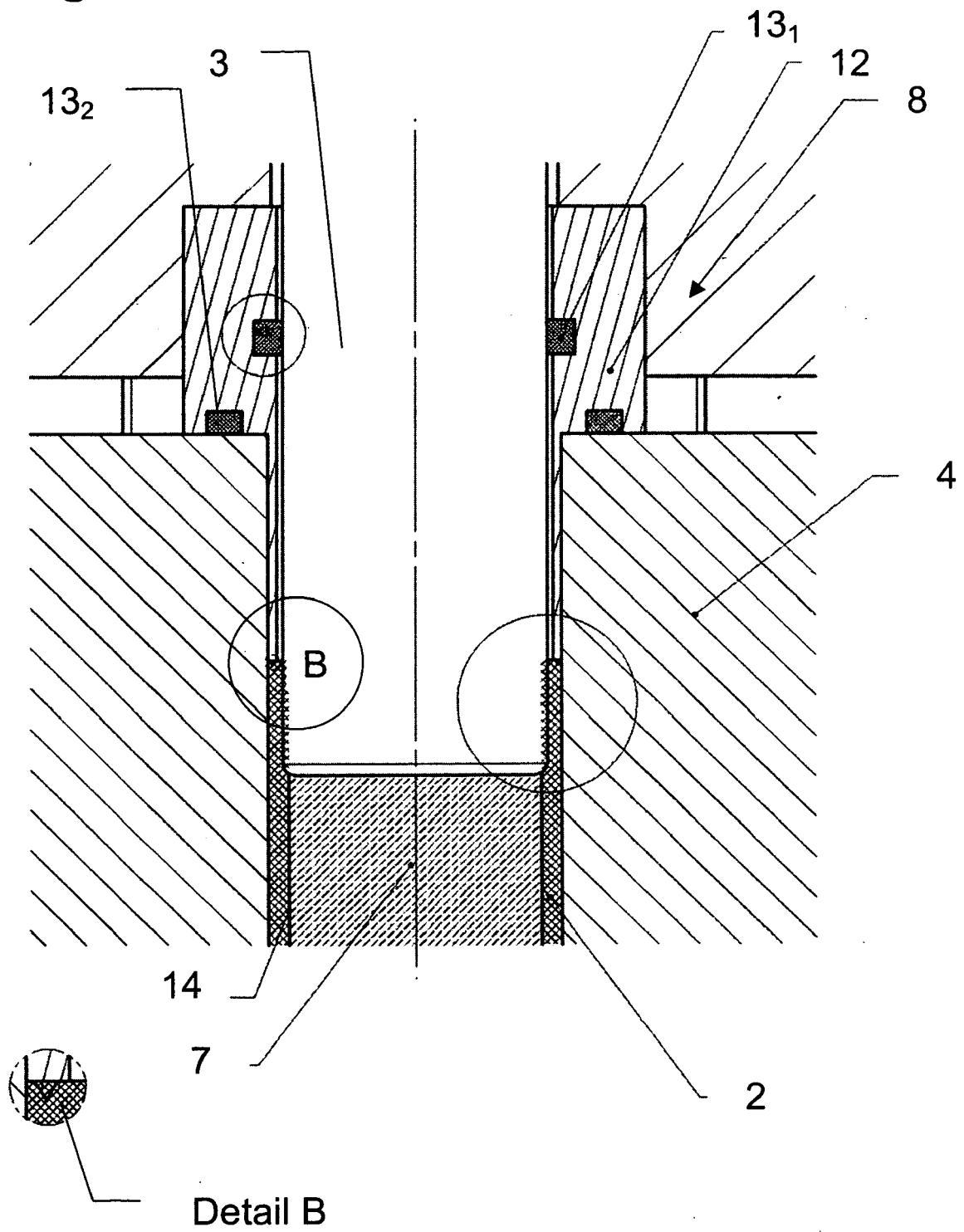


Fig. 7

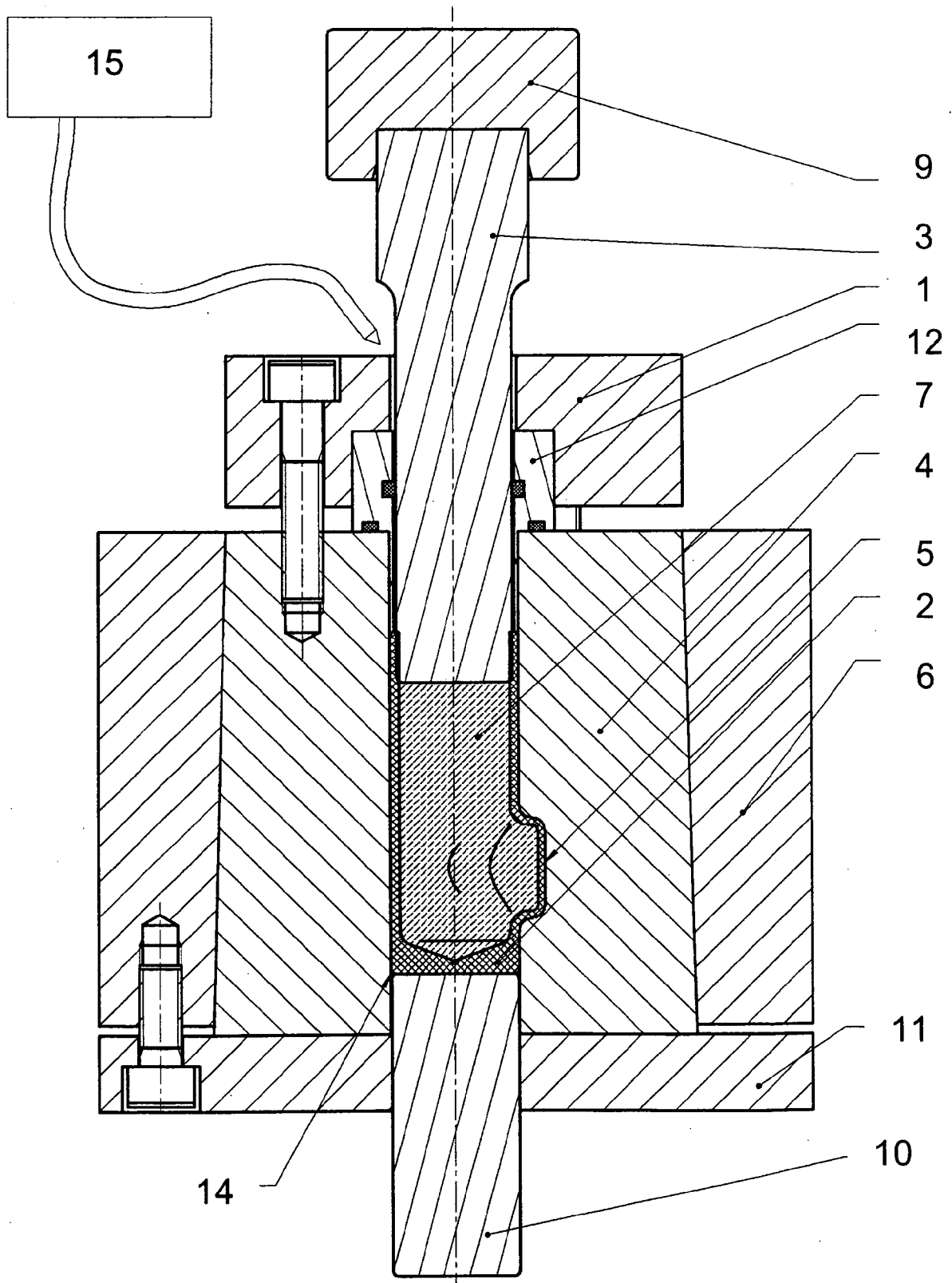
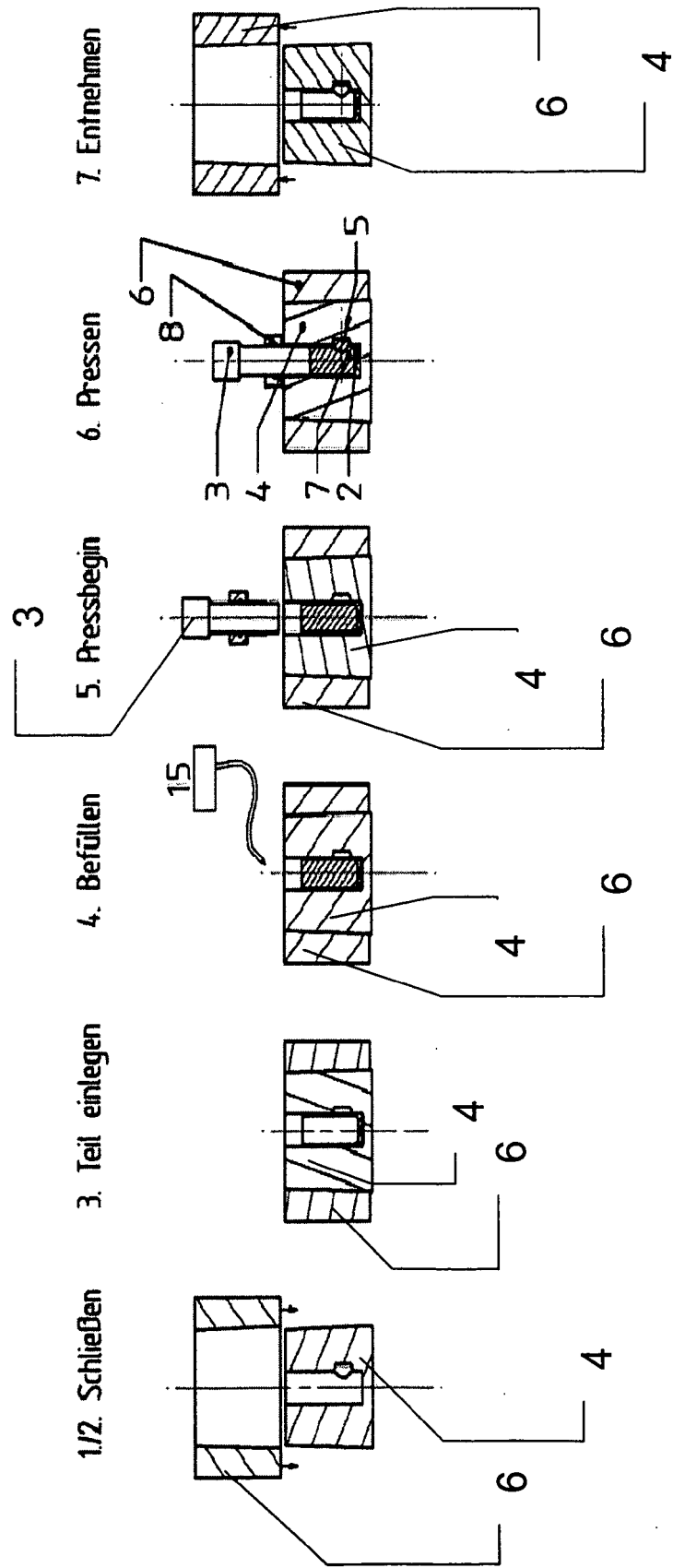


Fig. 8





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 02 4456

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2 770 874 A (LINDOW ARTHUR L) 20. November 1956 (1956-11-20) * Abbildungen 1-4 *	1-17	B21D26/02
D,A	EP 0 906 800 A (SCHÄFER HYDROFORMING GMBH & CO. KG) 7. April 1999 (1999-04-07) * Abbildung 2 *	1-17	
A	US 5 445 001 A (GENERAL MOTORS CORPORATION) 29. August 1995 (1995-08-29) * Abbildungen 4,5a-5d *	1-17	
A	EP 0 760 264 A (BENTELER AG) 5. März 1997 (1997-03-05) * Abbildung 1 *	1-17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. Dezember 2005	Prüfer Vinci, V
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3
EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 02 4456

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-12-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2770874	A	20-11-1956	KEINE	
EP 0906800	A	07-04-1999	AT 215412 T	15-04-2002
			DE 19743863 A1	15-04-1999
			ES 2175576 T3	16-11-2002
US 5445001	A	29-08-1995	KEINE	
EP 0760264	A	05-03-1997	DE 59502603 D1	23-07-1998
			ES 2117340 T3	01-08-1998

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82