



(11) **EP 2 249 980 B9**

(12) **KORRIGIERTE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(15) Korrekturinformation:
Korrigierte Fassung Nr. 1 (W1 B1)
Korrekturen, siehe
Ansprüche EN 1-26
Ansprüche FR 1-26

(51) Int Cl.:
B21D 26/08 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/007901

(48) Corrigendum ausgegeben am:
22.02.2012 Patentblatt 2012/08

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/095042 (06.08.2009 Gazette 2009/32)

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
31.08.2011 Patentblatt 2011/35

(21) Anmeldenummer: **08871795.4**

(22) Anmeldetag: **19.09.2008**

(54) **VORRICHTUNG FÜR DAS EXPLOSIONSUMFORMEN**

DEVICE FOR EXPLOSIVE FORMING

DISPOSITIF DE FORMAGE PAR EXPLOSION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **31.01.2008 DE 102008006979**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.11.2010 Patentblatt 2010/46

(73) Patentinhaber: **Magna International Inc.**
Aurora, ON L4G 7K1 (CA)

(72) Erfinder:
• **STRANZ, Andreas**
A-2651 Reichenau (AT)

• **ZAK, Alexander**
A-2340 Mödling (AT)

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey,**
Stockmair & Schwanhäusser
Anwaltssozietät
Leopoldstrasse 4
80802 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 830 907 WO-A-2006/128519
DE-A1- 2 357 295

EP 2 249 980 B9

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 für das Explosionsumformen, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1, (siehe z.B. EP-A-0 830 907).

[0002] Eine Solche Vorrichtung ist in der WO 2006/128519 beschrieben. Ein Zündrohr verbindet einen Explosionsraum im Werkstückinneren mit einer Gaszufuhr-, Entlüftungs- und Zündvorrichtung, wobei die Zündvorrichtung in das Zündrohr integriert ist. Durch die in dem Zündrohr angeordnete Zündvorrichtung wird das Gas, Knallgas in stöchiometrischer Mischung mit geringem Sauerstoffüberschuss, gezündet. Die Explosion des Gases entwickelt sich zu einer Detonationswelle, welche das Werkstück umformt und dann ausläuft.

[0003] In der Praxis hat sich bei gattungsgemäßen Vorrichtungen gezeigt, dass die Zündvorrichtung bzw. der Zündmechanismus durch das Explosionsumformen geschädigt wird.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs erwähnten Gattung dahingehend zu verbessern, dass sich die Detonationswelle gut entwickeln kann, der Explosionsvorgang geordneter ablaufen kann und dass der Zündmechanismus eine höhere Lebensdauer aufweist.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0006] Der auf dem Ausbreitungsweg der Detonationswelle vorgesehene Stoßbrecher mindert die Energie der Detonationswelle wodurch die Vorrichtung vor hohen mechanischen Belastungen und somit auch vor Dauerschäden geschützt werden kann. Erstaunlicherweise bewirkt das starke Abmildern der reflektierten Stoßwelle bereits eine Verlängerung der Lebensdauer des Zündmechanismus.

[0007] In einer Variante der Erfindung kann der Stoßbrecher zwischen dem Zündort und dem Zündraumausgang angeordnet sein. Somit kann die Detonationswelle, die durch den Zündraumausgang zurückkehrt in ihrer Energie abgemildert werden. Trotz des Stoßbrechers kann sich die vom Zündort aus ausbreitende Explosion ausreichend entfalten, um beim Durchlaufen des Formwerkzeugs das Werkstück umzuformen.

[0008] In einem günstigen Ausführungsbeispiel der Erfindung kann der Stoßbrecher näher an dem Zündort als dem Zündraumausgang angeordnet sein. Dies hat den Vorteil, dass der sich aufbauende Detonationswelle nach Durchlaufen des Stoßbrechers eine angemessene Strecke durch den Zündraum bleibt, um sich zu entfalten, aber die reflektierte Detonationswelle bei Erreichen des Stoßbrechers in ihrer Energie abgemildert ist.

[0009] Vorteilhafterweise kann der Stoßbrecher direkt an dem Zündort angeordnet sein. Damit wird die Zündeinrichtung noch wirksam gegen die reflektierte Detonationswelle geschützt. Trotzdem kann die Explosion dort noch ausgelöst werden und sich von dort entwickeln.

[0010] In einer bevorzugten Ausführungsform der Er-

findung kann der Stoßbrecher auf der dem Zündort abgewandten Seite des Formwerkzeuges angeordnet sein. Die Detonationswelle wird nach dem Durchlauf durch das Formwerkzeug von dem Stoßbrecher in ihrer Energie gedämpft. Somit kann die Explosionsenergie gut entwickelt in der Detonationswelle enthalten sein, bis die Detonationswelle das Formwerkzeug erreicht.

[0011] In besonderer Weise kann der Stoßbrecher unmittelbar an dem Formwerkzeug auf der dem Zündort abgewandten Seite angeordnet sein. Die das Formwerkzeug durchlaufende Detonationswelle kann so unmittelbar nach dem Durchlaufen des Formwerkzeuges in ihrer Energie gedämpft werden.

[0012] Günstigerweise kann der Stoßbrecher näher an dem Ende der Vorrichtung angeordnet sein, welches dem Zündort gegenüberliegt. Die Rückwirkung von der auf den Stoßbrecher treffenden Detonationswelle auf das Formwerkzeug könnte so verringert werden.

[0013] Vorstellbar kann ebenfalls sein, dass der Stoßbrecher das dem Zündort gegenüberliegende Ende der Vorrichtung bildet. So könnte der Stoßbrecher als streuendes Element wirken, auf das die Detonationswelle auftrifft.

[0014] Es wird vorgeschlagen, dass der Stoßbrecher innerhalb eines Stützrohres angeordnet sein kann, welches auf der dem Zündort abgewandten Seite des Formwerkzeuges an dem Formwerkzeug angebracht sein kann. Das Stützrohr könnte aus einem anderen Material als der Stoßbrecher gefertigt sein und den Aufbau des Stoßbrechers als Einsatz vereinfachen. Günstigerweise kann der Stoßbrecher in Einheit mit dem Stützrohr als Endstück ausgeführt sein. Dieses Endstück könnte sich direkt an das Formwerkzeug anschließen und die Vorrichtung auf der dem Zündraum entgegen gesetzten Seite abschließen. Eine längere Auslaufstrecke für die Detonationswelle könnte so entfallen.

[0015] Es kann weiter von Vorteil sein, wenn der Stoßbrecher einen gekrümmten und/oder verringerten Durchlass gegenüber dem Zündraumquerschnitt oder dem Stützrohrquerschnitt aufweist und/oder erzeugt. Diese Durchlassformen können der reflektierten Detonationswelle in erheblichem Umfang Energie nehmen.

[0016] In besonderer Weise kann mindestens ein Stoßbrecherelement vorgesehen sein, welches wenigstens teilweise beabstandet zu und einen Durchlass mit der Zündrauminnenwandung oder der Stützrohrinnenwandung bildend angeordnet ist. Durch den Einsatz des Stoßbrecherelements zur Bildung eines Durchlasses zwischen sich und der Zündrauminnenwandung oder der Stützrohrinnenwandung kann das Stoßbrecherelement einfach und damit stabil aufgebaut sein.

[0017] In einer vorteilhaften Ausführungsform können mehrere sich zwischen den Stoßbrecherelementen bildende Durchlässe vorgesehen sein. Durch den Einsatz mehrerer derartiger Stoßbrecherelemente kann die Auswirkung der reflektierten Detonationswelle an den Zündrauminnenwänden oder den Stützrohrinnenwänden verringert und auf mehrere Elemente verteilt werden.

Weiterhin kann deren Energie damit schrittweise gemindert werden, was wiederum die Beanspruchung der einzelnen Stoßbrecherelemente verringert.

[0018] In einem günstigen Ausführungsbeispiel kann der Strömungswiderstand durch den Stoßbrecher in Strömungsrichtung von dem Zündort weg kleiner sein als zu dem Zündort hin. Dadurch wird die reflektierte Detonationswelle in wesentlich größerem Maße in ihrer Energie gemindert als die durch den Zündmechanismus ausgelöste ursprüngliche Explosion und trotzdem der Zündmechanismus geschützt wird, wenn der Stoßbrecher zwischen dem Zündort und dem Formwerkzeug angeordnet ist.

[0019] Weiterhin kann der Strömungswiderstand durch den Stoßbrecher in Strömungsrichtung von dem Zündort weg größer sein als zu dem Zündort hin, und der Stoßbrecher kann auf der dem Zündort abgewandten Seite des Formwerkzeuges angebracht sein. Dadurch kann der Stoßwelle Energie in erheblichem Umfang entzogen werden noch bevor diese am Ende der Vorrichtung reflektiert wird.

[0020] In besonderer Weise kann der Stoßbrecher mindestens ein Drossefrückschlag-Element aufweisen. Dadurch kann die sich ausbreitende Explosion den Stoßbrecher passieren, während die reflektierte Detonationswelle vor dem Zündmechanismus durch das Rückschlag-Element abgebremst wird.

[0021] In einer besonderen Ausführungsform kann der Stoßbrecher mindestens ein Einweg-Element aufweisen. Dadurch kann die Explosion den Stoßbrecher passieren, während die reflektierte Detonationswelle von dem Einweg-Element vor Erreichen des Zündmechanismus abgefangen wird.

[0022] Vorteilhafterweise kann der Stoßbrecher eine größere Oberfläche als die dem Stoßbrecher benachbarte Zündrauminnenfläche oder Stützrohrinnenfläche aufweisen. Dies kann zu einer erhöhten Reibung bezüglich der Länge des Stoßbrechers und damit zu einer verbesserten Minderung der Energie der reflektierten Detonationswelle führen.

[0023] In einer besonders günstigen Ausführungsform kann der Zündraumquerschnitt und/oder der Stützrohrquerschnitt in dem Bereich des Stoßbrechers vergrößert sein. Dies schafft einen vergrößerten Bauraum speziell für komplexe Stoßbrecher.

[0024] Günstigerweise kann der Stoßbrecher über wenigstens eine von einem Hauptdurchgang abgehende seitliche Abzweigung verfügen. An der Stelle der Abzweigung kann sich die Detonationswelle aufteilen, wobei sich ebenfalls die Energie der Detonationswelle aufteilt und im Bereich der Abzweigung mehrfach reflektiert und absorbiert werden kann.

[0025] Zweckmäßigerweise kann die wenigstens eine Abzweigung wenigstens teilweise verästelt sein. Damit wird eine Vielzahl von Abzweigungsstellen geschaffen, an denen sich die Detonationswelle aufteilen kann.

[0026] Es wird vorgeschlagen, dass die wenigstens eine Abzweigung an ihrem Ende geschlossen sein kann,

wodurch die Detonationswelle im Inneren des Stoßbrechers verbleiben kann.

[0027] Gemäß einer Variante der Erfindung kann wenigstens eine der Abzweigungen einen Befüllkanal für Fluid bilden. So ließe sich beispielsweise die in einer Variante des Explosionsumformens genutzte Flüssigkeit über den Stoßbrecher in die Vorrichtung einfüllen. Weiterhin könnte über den Befüllkanal das Explosionsmittel in das Innere der Vorrichtung eingebracht werden.

[0028] Vorstellbar kann der Ausbreitungsraum in der Vorrichtung über die Abzweigung mit einem Ausbreitungsvolumen verbunden sein. Die Detonationswelle könnte so zumindest teilweise über den Stoßbrecher in ein Ausbreitungsvolumen zum Abklingen geleitet werden.

[0029] Möglicherweise kann eine Befüllvorrichtung für Fluid an der dem Zündort abgewandten Seite des Formwerkzeuges angeordnet sein. Dadurch könnte der Aufbau der Vorrichtung auf der Zündortseite einfacher und mit weniger Anschlüssen ausgestattet sein.

[0030] Es kann von Vorteil sein, wenn der Stoßbrecher eine Labyrinth-Struktur aufweist. Durch die große Oberfläche, die lange zu durchlaufende Labyrinth-Strecke und die mehrfache Umleitung der reflektierten Detonationswelle kann ein effektives Abbremsen derselben erreicht werden.

[0031] In besonderer Weise kann der Stoßbrecher mindestens ein Labyrinth-Element und/oder mehrere, eine Labyrinth-Struktur bildende Stoßbrecherelemente aufweisen. Je nach Situation kann es günstiger sein, das Labyrinth aus einem oder aus mehreren Labyrinth-Elementen zu bilden oder aber aus mehreren Elementen, welche gemeinsam eine Labyrinth-Struktur bilden. Ersteres empfiehlt sich z. B. bei geringem Bauraum, während die zweite Möglichkeit einfacher und billiger in der Herstellung sein kann.

[0032] In einem günstigen Ausführungsbeispiel kann der Durchlass etwa mäanderförmig ausgebildet sein. Die Mäanderform mit ihren vielfältigen und starken Umlenkungen kann die Energie der reflektierten Detonationsfront sehr effektiv mindern.

[0033] Vorteilhafterweise kann der Stoßbrecher mindestens ein scheibenartiges Stoßbrecherelement mit mindestens einem Durchlass durch die Scheibe hindurch aufweisen. Die Scheibe kann eine große Prallfläche in Form ihrer Stirnfläche bei gleichzeitig geringem Fertigungsaufwand bieten.

[0034] Es kann von Vorteil sein, wenn das Stoßbrecherelement als Zylinderscheibe ausgebildet ist. Dadurch kann es stabil ausgebildet werden und gleichzeitig für einen langen Durchlass zur Minderung der Energie der reflektierten Detonationsfront sorgen.

[0035] In besonderer Weise können mehrere Stoßbrecherelemente mit phasenverschoben aufeinanderfolgenden Durchlässen vorgesehen sein. Dadurch wird die Detonationswelle mehrfach umgelenkt, was deren Energie in besonderer Weise mindert.

[0036] In einer vorteilhaften Ausführungsform kann

das Stoßbrecherelement ein verzweigtes Durchlasssystem aufweisen. Gerade Verzweigungsstellen können die Energie der reflektierten Detonationswelle erheblich mindern.

[0037] In einem günstigen Ausführungsbeispiel kann das Stoßbrecherelement schwamm-, geflecht- und/oder knäuelartig ausgebildet sein. Diese Ausbildungsformen können die Detonationswelle wirksam abmildern und haben eine ausreichende Lebensdauer.

[0038] Vorteilhafterweise kann mindestens ein Stoßbrecherelement als Umlenk wand ausgebildet sein. Mit Umlenk wänden kann die Detonationswelle einfach gelenkt und gesteuert werden.

[0039] Es kann von Vorteil sein, wenn die Umlenk wand in ihrem Verlauf mehreckig ausgebildet ist. In dieser Weise wird ein zusätzliches Abmildern der Energie der reflektierten Detonationswelle erreicht.

[0040] In besonderer Weise können mehrere schüttgutartig aufeinanderliegende Stoßbrecherelemente vorgesehen sein. Die schüttgutartige Anordnung bewirkt eine gute Schwächung der reflektierten Detonationswelle, und über die Menge und Art der Stoßbrecherelemente kann die gewünschte Stoßbrecherwirkung einfach gewählt werden.

[0041] In einer vorteilhaften Ausführungsform können mehrere zueinander beabstandete Stoßbrecherelemente in Strömungsrichtung hintereinander und quer zur Strömungsrichtung versetzt zueinander angeordnet sein. Dadurch kann in besonderer Weise auf die Form der Detonationsfront und ihrer nachfolgenden Welle eingegangen, und diese somit effektiv abgebremst werden.

[0042] In einem günstigen Ausführungsbeispiel können mindestens zwei hintereinander angeordnete Stoßbrecherelemente überlappend zueinander angeordnet sein. Die dadurch entstehende labyrinthartige Struktur mit verengten Durchlässen kann die reflektierte Detonationswelle besonders gut abbrem sen.

[0043] In besonderer Weise können mehrere Stoßbrecherelemente von einem Stoßbrecherträger gehalten sein. Dies erlaubt eine einfache Montage und Wartung der Stoßbrecherelemente. In einer besonderen Ausführungsform kann der Stoßbrecher Stahl und/oder Kupfer-Beryllium (CuBe) enthalten. Diese Werkstoffe eignen sich wegen ihrer Zähigkeit bei gleichzeitiger Härte besonders gut für den Einsatz als Stoßbrecher.

[0044] Vorteilhafterweise kann der Stoßbrecher wenigstens teilweise austauschbar angeordnet sein. Dadurch kann einer Materialermüdung beziehungsweise einem Materialabtrag rechtzeitig durch einfach durchzuführende Wartung vorgebeugt werden.

[0045] In besonderer Weise kann die Explosionsmittelzufuhr auf der dem Zündraum ausgang entgegengesetzten Seite des Stoßbrechers erfolgen. Dadurch kann die Explosionsmittelzufuhr ebenso durch den Stoßbrecher geschützt werden.

[0046] In einem alternativen günstigen Ausführungsbeispiel kann die Explosionsmittelzufuhr zwischen Stoßbrecher und Zündraum ausgang erfolgen. Dadurch

kann dem Zündmechanismus ausreichend Explosionsmittel zur Zündung zugeführt werden, während die Explosion in ihrer Entfaltung und ihrem Anwachsen nach dem Stoßbrecher begünstigt ist.

[0047] Im Folgenden werden mehrere Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

- | | | |
|----|----------------|---|
| 5 | Figur 1 | eine schematische Darstellung der Erfindung, |
| 10 | Figur 2a bis j | mehrere schematische Ausführungsformen des Stoßbrechers aus Figur 1 oder Figur 8, |
| 15 | Figur 3a, b | eine detaillierte Ausführungsform des Stoßbrechers aus Figur 1 oder Figur 8, |
| 20 | Figur 4a, b | eine weitere detaillierte Ausführungsform des Stoßbrechers aus Figur 1 oder Figur 8, |
| 25 | Figur 5 | eine weitere schematische Ausführungsform des Stoßbrechers aus Figur 1 oder Figur 8, |
| 30 | Figur 6 | eine zusätzliche schematische Ausführungsform des Stoßbrechers aus Figur 1 oder Figur 8, |
| 35 | Figur 7 | eine schematische Ausführungsform eines Stoßbrecherträgers für einen Stoßbrecher nach den Figuren 1, 2 oder 5, |
| 40 | Figur 8 | eine schematische Darstellung einer zusätzlichen Ausführungsform der Erfindung |
| 45 | Figur 9 | eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des Stoßbrechers aus Figur 1 oder Figur 8, |
| 50 | Figur 10 | eine zusätzliche schematische Darstellung einer Ausführungsform des Stoßbrechers aus den Figuren 1 oder 8, und |
| 55 | Figur 11 | eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des Stoßbrechers, sowie einer schematischen Darstellung des Ausbreitungsraumes oder einer Befüllvorrichtung, |
| | Figur 12 | eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des Stoßbrechers, am Ende der Vorrichtung aus Figur 1 oder Figur 8 angeordnet. |

[0048] Figur 1 zeigt eine Zündeinrichtung 1 für das Explosionsumformen von einem in ein Formwerkzeug 2 eingelegten Werkstück 3. Dabei ist das Werkstück 3 in gepunkteter Linie in seinem Umriss angedeutet, und das Formwerkzeug 2 mit Ober- und Unterhälfte abgebrochen dargestellt. Die Zündeinrichtung 1 weist einen Zündmechanismus 4 und einen Zündraum 5 auf, welcher sich an den Zündmechanismus 4 bei dieser Ausführung in Form eines Zündrohrs direkt anschließt. Der Zündmechanismus 4 weist einen Zündort 6, hier symbolhaft dargestellt durch einen Zündfunken, auf, an welchem ein Explosionsmittel gezündet wird. Das Explosionsmittel gelangt über mindestens eine der Explosionsmittelführungen 7 nach Passieren eines Ventils 22 in den Zündmechanismus 4. Das im Zündort 6 gezündete Explosionsmittel breitet sich mit einer Explosionsfront in dem Zündraum 5 aus und die Explosionsfront verlässt diesen über den Zündraumausgang 8, der sich an das Formwerkzeug 2 und das darin befindliche Werkstück 3 anschließt. Die Figur kann auch so verstanden werden, dass über eines der Ventile 22 die Vorrichtung mit Fluid, etwa Wasser befüllbar ist.

[0049] Zwischen dem Zündort 6 und dem Zündraumausgang 8 ist ein Stoßbrecher 9 vorgesehen, welcher sich hier in dem Zündraum 5 befindet. Dabei sind die Systemgrenzen des Stoßbrechers 9 in gestrichelter Linie dargestellt, und ein doppeltgezacktes Element 10 bezeichnet symbolisch mindestens ein Stoßbrecherelement 10 wobei angedeutet wird, dass der Strömungswiderstand in Richtung des Formwerkzeuges 2 kleiner ist aus der Richtung des Formwerkzeuges 2. In diesem Ausführungsbeispiel ist der Stoßbrecher 9 näher an dem Zündort 6 als an dem Zündraumausgang 8 angeordnet und weist Außenwände 11 auf, welche in diejenigen des Zündraums 5 übergehen. Das Explosionsmittel kann über Explosionsmittelführungen 7 direkt dem Zündmechanismus 4 und damit dem Zündort 6 und/oder auf der dem Stoßbrecher 9 entgegengesetzten Seite dem Zündraum 5 zugeführt werden. Die Strömungsrichtung 36 ist mit einem Pfeil gekennzeichnet, welcher gleichzeitig auch den Ausbreitungsweg 37 der Detonationswelle beschreibt. Eine reflektierte Detonationswelle breitet sich im Wesentlichen entlang des Ausbreitungsweges 37 aber entgegengesetzt zur Strömungsrichtung 36 in der Vorrichtung aus.

[0050] In Figur 2a sind die Außenwände 11 des Stoßbrechers 9 in dem Bereich des Stoßbrechers 9 vergrößert und einer achteckigen Außenkontur eines Stoßbrecherelements 10 angepasst. Das oktagonale-prismatische Stoßbrecherelement 10 und die Außenwände 11 bilden zwischen sich einen sowohl gekrümmten als auch verringerten Durchlass 12 aus, den sowohl die ursprüngliche als auch die reflektierte Detonationswelle passieren muss. Besonders die Stirnflächen 13 des Stoßbrecherelements 10 mindern die Energie der Welle.

[0051] In Figur 2b bilden zwei hexagonal-prismatische, flächig an den Außenwänden 11 anliegende, Stoßbrecherelemente 10 einen gekrümmten und verrin-

gerten, labyrinthartigen Durchlass 12 für die Detonationswelle aus. Als Wellenbrecher fungieren hier die Kanten der in Strömungsrichtung hintereinander und überlappend zueinander angeordneten Stoßbrecherelemente 10.

[0052] In Figur 2c sind drei in Strömungsrichtung hintereinander und quer dazu versetzt angeordnete Stoßbrecherelemente 10 eingesetzt. Dabei sind die würfelförmigen Stoßbrecherelemente 10 mit ihren Kanten in Strömungsrichtung 36 orientiert. In einer zweiten Ebene parallel zur Zeichenebene sind drei weitere würfelförmige Stoßbrecherelemente 10 gestrichelt dargestellt, versetzt zu den eingangs beschriebenen angeordnet. Dadurch wird eine labyrinth-artige Struktur mit gewinkelten, verringerten Durchlässen 12 erzeugt.

[0053] In Figur 2d sind quer zur Strömungsrichtung angeordnete Wände als Stoßbrecherelemente 10 eingesetzt, um die Detonationswelle durch einen labyrinthartigen, mäanderähnlichen Durchlass 12 zu zwingen. Die Stoßbrecherelemente 10 erstrecken sich angrenzend an die Außenwände 11 des Stoßbrechers 9, quer zur Strömungsrichtung 36, etwa senkrecht in den Zündraum. Die Figur 2d kann auch so verstanden werden, dass die Stoßbrecherelemente 10 nur teilweise geneigt zur Strömungsrichtung 36 der Detonationswelle angeordnet sind.

[0054] In Figur 2e sind zwei Stoßbrecherelemente 10 abstandslos zu den Außenwänden 11 des Stoßbrechers 9 in Strömungsrichtung 36 hintereinander angeordnet. Durch ihren gekrümmten, verringerten Durchlass 12 und die Hintereinanderschaltung ergibt sich eine Labyrinth-Struktur aus einzelnen Labyrinth-Elementen.

[0055] In Figur 2f sind, im Gegensatz zu Figur 2e, mehrere L-förmige Stoßbrecherelemente 10 derart angeordnet, dass sich zwischen ihnen eine Labyrinth-Struktur für einen etwa Z-förmigen Durchlass 12 ergibt.

[0056] In Figur 2g ist ein einfach gekrümmter Durchlass 12 als Stoßbrecher 9 gezeigt, dessen Außenwände 11 an die des Zündraums 5 anschließen.

[0057] Figur 2h zeigt ein knäuelartiges Stoßbrecherelement 10, welches die Detonationswelle vielfach abprallen lässt und labyrinthartig in sich umlenkt. Dieses knäuelartige Stoßbrecherelement 10 liegt teils an den Außenwänden 11 des Stoßbrechers 9 an, teils ist es be-

abstandsetzt dazu.

[0058] Grundsätzlich können die Figuren 2a bis 2h auch so verstanden werden, dass der entsprechende Stoßbrecher über Flächenelemente verfügt, die zur Strömungsrichtung 36 der Detonationswelle geneigt angeordnet sind, welche die Stoßbrecherelemente 10 bilden, an denen die Detonationswelle vielfach reflektiert und dabei teilweise absorbiert werden kann.

[0059] Figur 2i behilft sich der Symbolik der Hydraulik, um ein Einweg-Element 14 als Stoßbrecherelement 10 darzustellen. Damit soll ein Stoßbrecherelement 10 beschrieben werden, welches die sich ausbreitende Explosionswelle passieren lässt, während deren Reflexion in umgekehrter Strömungsrichtung abgeblockt wird. Die-

ses Einweg-Element 14 ist nicht notwendigerweise ein Ventil wie aus der Hydraulik bekannt.

[0060] Figur 2j weist ein Drosselrückschlag-Element 15 als Stoßbrecherelement 10 auf. Dieses enthält ein Einweg-Element 14 wie in Figur 2i und ein Drossel-Element, welches einem gekrümmten und/oder verringerten Durchlass 12 gleichzusetzen ist. Ebenso wie in Figur 2i sei hier nur die Symbolik der Hydraulik verwendet, und es handelt sich bei dem Drosselrückschlag-Element 15 nicht notwendigerweise um ein Ventil. Zum Ausdruck gebracht werden soll eine Konstruktion, die die Explosion in deren Ausbreitungsrichtung durchlässt und in deren Reflexionsrichtung behindert. Damit ist bei den Figuren 2i und 2j der Strömungswiderstand durch den Stoßbrecher 9 in Strömungsrichtung von dem Zündraumausgang 8 zu dem Zündort 6 jeweils größer als der von dem Zündort 6 zu dem Zündraumausgang 8.

[0061] In den Figuren 3a und b ist eine erste detaillierte Ausführungsform eines Stoßbrechers 9 gezeigt, bei welchem drei Stoßbrecherelemente 10 gemeinsam eine Labyrinth-Struktur in Form eines mehrfach gekrümmten Durchlasses 12 bilden.

[0062] In Figur 3a ist der rotationssymmetrische Stoßbrecher 9 im Schnitt dargestellt, wobei die drei Stoßbrecherelemente 10 nicht geschnitten sind. Es handelt sich hier um zylinderscheibenartige Stoßbrecherelemente 10, die jeweils eine Bohrung 16 und eine Rille 17 als Durchlass durch die Scheibe hindurch bzw. an der Scheibe vorbei aufweisen. Dadurch, dass die zylinderscheibenförmigen Stoßbrecherelemente 10 bezogen auf deren Bohrungen 16 und Rillen 17 phasenverschoben in Strömungsrichtung hintereinander angeordnet sind, wird der durch die Stoßbrecherelemente 10 strömende Teil der Detonationswelle mehrfach umgeleitet. Die Zylinderscheiben 10 sind beabstandet zu den Außenwänden 11 des Stoßbrechers 9 angeordnet, so dass an dieser Stelle ein zusätzlicher Durchlass 12 erzeugt wird. Durch einen zweiteiligen Gehäuseaufbau mit Teilungsebene 24 kann über ein Gewinde 23 der Stoßbrecher 9 bzw. die Stoßbrecherelemente 10 auf einfache Art und Weise montiert und gewartet werden. Im Bereich der Stoßbrecherelemente 10 ist der Durchlass 12 vergrößert, danach jedoch wieder verjüngt, so dass die Stoßbrecherelemente 10 nicht in den angrenzenden Zündraum 5 oder in das Stützrohr 25 gelangen können. Außerdem sorgt dies für obig erwähnte Verringerung des Durchlasses 12.

[0063] In Figur 3b sind die zylinderscheibenförmigen Stoßbrecherelemente 10 perspektivisch herausgezeichnet. Die jeweiligen Bohrungen 16 und Rillen 17 sind hier zur jeweils in Strömungsrichtung nächsten Zylinderscheibe 10 um 60° phasenverschoben.

[0064] In Figur 4 ist ein weiterer Stoßbrecher 9 mit zylinderscheibenförmigen Stoßbrecherelementen 10 dargestellt. Figur 4a zeigt einen Schnitt durch den rotationssymmetrischen Stoßbrecher 9, wobei die Stoßbrecherelemente 10, vier an der Zahl, mitgeschnitten sind. Zum Erleichtern von Montage und Wartung ist der Stoßbre-

cher 9 erneut zweiteilig und über ein Gewinde 23 verbunden konstruiert. Im Unterschied zu Figur 3 sind die zylinderscheibenartigen Stoßbrecherelemente 10 hier symmetrisch aufgebaute Labyrinth-Elemente. Eine Labyrinth-Struktur ergibt sich hier durch bloßes Aneinanderreihen in Strömungsrichtung 36. Diese Stoßbrecherelemente 10 liegen unverrückbar an der Außenwand 11 des Stoßbrechers 9 an. Ausgehend vom Zündort 6 steht der sich ausbreitenden Explosionswelle ein Durchlass 12 zur Verfügung, welcher sich auf die Stoßbrecherelemente 10 zugehend konisch verjüngt und danach verringert fortgeführt wird. Dieser verringerte Durchlass 12 wird nach Passieren der Stoßbrecherelemente 10 beibehalten. Die zylinderscheibenförmigen Stoßbrecherelemente 10 weisen je zwei Bohrungen 16 quer zur Strömungsrichtung 36 auf, welche über seitlich angebrachte Vertiefungen 17 miteinander verbunden sind. Längsbohrungen von Seiten der Stirnflächen 13 aus enden jeweils an den Bohrungen 16. Dadurch wird der Durchlass 12 zuerst in T-Form verzweigt, um dann über eine zweite T-Form wieder zusammengeführt zu werden. Der Auslass eines Stoßbrecherelements 10 liegt an dem Einlass des nächsten Stoßbrecherelements 10 an.

[0065] In Figur 4b sind zwei der Stoßbrecherelemente 10 aus Figur 4a in unterschiedlich gedrehter Perspektive dargestellt. Aufgrund des verzweigten Durchlasssystems ist es irrelevant, wie die Stoßbrecherelemente 10 in Strömungsrichtung hintereinander angeordnet sind.

[0066] In Figur 5 besteht der Stoßbrecher 9 aus einem oktagon-prismatischen Stoßbrecherelement 10, dessen Stirnflächen 13 als Prallflächen in Strömungsrichtung 36 ausgerichtet sind. Das Stoßbrecherelement 10 wird seitlich von zwei Umlenkflächen 18 flankiert, die die Außenkontur des Stoßbrecherelements 10 in parallelem Abstand dazu fortführen. Die Außenwand 11 des Stoßbrechers 9 ist seitlich des Stoßbrecherelements 10 und den Umlenkflächen 18 ausgeweitet und folgt ebenfalls, im parallelen Abstand zu den Umlenkflächen 18, der Außenkontur des oktagon-prismatischen Stoßbrecherelements 10. Dadurch wird der Durchlass 12 zwischen Stoßbrecherelement 10 und Außenwänden 11 je aufgeteilt und umgelenkt.

[0067] In Figur 6 weitet sich der Durchlass 12 durch den Stoßbrecher 9 gefäßartig aus, so dass in dessen Ausweitung mehrere schüttgutartig aufeinanderliegende Stoßbrecherelemente 10 Platz finden. Durch die schüttgutartig aufeinanderliegenden Stoßbrecherelemente 10 ergibt sich eine Vielzahl an verzweigten Durchlässen 12 durch den Stoßbrecher 9. Je nach Ausgestaltung kann es günstig sein, die Stoßbrecherelemente 10 durch einen Fänger 19 vom Zündort 6 und/oder Zündraum 5 fernzuhalten. Dies gilt speziell für Stoßbrecherelemente 10, welche kleiner sind als der entsprechende Durchlass 12 und eine Absicherung in Richtung der Schwerkraft sowie der rückprallenden Detonationswelle. Idealerweise ist der Fänger 19 netzartig ausgebildet, er kann jedoch auch Blockierstreben aufweisen, welche den Durchlass 12 derart verengen, dass kein Stoßbrecherelement 10 mehr

hindurchpasst. Der Fänger 19 wirkt also strömungsdurchlässig und schüttgutsperrend. Besonders dieser Stoßbrecher 9 weist eine wesentlich größere Oberfläche als die dem Stoßbrecher 9 benachbarte Zündrauminnenfläche auf. Die gestrichelte Linie 20 bezeichnet eine Trennmöglichkeit zur Montage und Wartung der beiden Stoßbrecherhalbschalen.

[0068] In Figur 7 ist eine Anordnung auf Lücke von mehreren, hier rautenförmig-prismatischen, Stoßbrecherelementen 10 auf einem Stoßbrecherträger 21 gezeigt. Dadurch können die Stoßbrecherelemente 10 einfach ausgewechselt werden. Ebenso ist es möglich, über mehrere hinter- oder übereinander angeordnete Stoßbrecherträger 21 eine Vielzahl an Stoßbrecherelementen 10 platzsparend in den Stoßbrecher 9 einzubauen.

[0069] Aufgrund der beim Abbremsen der Detonationswelle wirksamen Kräfte enthält der Stoßbrecher 9 bzw. die Stoßbrecherelemente 10 Stahl und/oder Kupfer-Beryllium (CuBe).

[0070] Figur 8 zeigt eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 29, bei der der Stoßbrecher 9 auf der dem Zündort 6 abgewandten Seite des Formwerkzeuges 2 angeordnet ist. Dabei kann der Stoßbrecher 9 unmittelbar an das Formwerkzeug 2 anschließend, beabstandet dazu oder am Ende des Stützrohres 25 angeordnet sein. Weiterhin sind zwei Ventile 22 vorgesehen, wobei eines am Zündort 6 und das andere am Stützrohr 25 angeordnet ist. Die Ventile 22 können einerseits zur Explosionsmittelzufuhr 7 dienen, aber auch als Befüllrichtung für Fluide, etwa Wasser.

[0071] Der Stoßbrecher 9 könnte auch auf der dem Zündort 6 zugewandten Seite des Formwerkzeuges 2 angeordnet sein oder es könnten mehrere Stoßbrecher 9 auf dem Ausbreitungsweg der Detonationswelle vorgesehen sein. Weiterhin ist die Orientierung des Symbols für die Stoßbrecherelemente 10 gegenüber der Darstellung in Figur 1 um 180 Grad gedreht, um anzudeuten, dass in diesem Ausführungsbeispiel der Strömungswiderstand des Stoßbrechers 9 in Strömungsrichtung 36 größer ist als zu dem Zündort 6 hin. In diesem Fall kann die Detonationswelle nach dem Durchlaufen des Formwerkzeuges 2 bereits am Ende der Vorrichtung 29 in ihrer Energie abgeschwächt werden. Der Stoßbrecher 9 könnte aber auch auf die gleiche Weise angeordnet sein, wie in Figur 1, sodass die Detonationswelle beim Durchlaufen zunächst weniger oder gar nicht abgeschwächt wird, um nach der Reflexion am Ende 38 der Vorrichtung 29 vom Stoßbrecher 9 gebrochen zu werden.

[0072] Figur 9 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Stoßbrechers 9, wobei dieser über einen Hauptdurchgang 30 und einer Abzweigung 26 verfügt. Die Abzweigung weist Seitenwände 33 auf, die zum Hauptdurchgang geneigt sind. Die Neigung der Seitenwände 33 ist unter beliebigen Winkeln zum Hauptdurchgang 30 vorstellbar. Es wird nur eine Abzweigung 26 gezeigt, obwohl eine Vielzahl solcher Abzweigungen, die unter einer Vielzahl von Winkeln zum Hauptdurchgang 30 ausgebil-

det vorliegen können. An ihrem Ende ist die Abzweigung 26 geschlossen. Dadurch kann erreicht werden, dass die Detonationswelle innerhalb des Stoßbrechers 9 verbleibt und nicht auf das den Stoßbrecher 9 möglicherweise umgebende Stützrohr 25 oder den Zündraum 5 einwirken kann. Damit kann erreicht werden, dass wenigstens das Stützrohr 25 oder der Zündraum 5 im Bereich des Stoßbrechers aus einem anderen Material gefertigt sein können als der Stoßbrecher, welcher vorzugsweise aus widerstandsfähigem Material, wie zuvor genannt, besteht. Der Stoßbrecher 9 kann in seinem Querschnitt kreisförmig ausgebildet sein, was die Montage innerhalb eines Rohres oder eines rohrförmigen Bauteils erleichtert. Denkbar ist jedoch auch ein beliebiger abweichender Querschnitt, zum Beispiel mehreckige Formen.

[0073] Figur 10 zeigt eine Ausführungsform des Stoßbrechers 9, der als einzelnes Stoßbrecherelement 10 ausgebildet ist und innerhalb eines Stützrohres 25 angeordnet ist. Das Stoßbrecherelement 10 weist eine seitliche Abzweigung 26 auf, die an ihrem Ende geöffnet ist und mit einer Auslassung 34 im Stützrohr 25 einen Befüllkanal 35 bildet, durch den einerseits Fluid, etwa Wasser in den Ausbreitungsraum der Vorrichtung 29 gefüllt werden kann oder andererseits die Explosionsmittelzufuhr 7 ausgebildet sein kann. Der Ausbreitungsraum erstreckt sich im Inneren der Vorrichtung vom Zündort 6 bis zum Ende 38 der Vorrichtung. In diesem Ausführungsbeispiel weist der Stoßbrecher 9 eine runde Querschnittsform auf, die jedoch auch auf andere Weise etwa eckig ausgebildet sein könnte.

[0074] Figur 11 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Stoßbrechers 9, welcher als einzelnes Stoßbrecherelement 10 ausgebildet ist, wobei das Stoßbrecherelement 10 eine Vielzahl von seitlichen Abzweigungen, die teilweise verästelt und verzweigt sind aufweist, sowie eine beispielhafte Verzweigung, die über einen Kanal 35 mit einem Ausbreitungsraum 27 verbunden ist. Die Detonationswelle kann hier teilweise den Stoßbrecher, sowie das Stützrohr 25 verlassen, um im Ausbreitungsraum 27 in ihrer Energie abgeschwächt zu werden. Der Ausbreitungsraum 27 kann mit Gas, Flüssigkeit oder festen Stoffen gefüllt sein.

[0075] Der Hauptdurchgang 30 mündet in einer Reflexionsfläche 32, die in diesem Ausführungsbeispiel halbkugelförmig ausgebildet ist. Die Reflexionsfläche 32 kann jedoch auch eine andere Form aufweisen etwa eine Kalottenform oder pyramidenförmig oder dergleichen. Die Reflexionsfläche 32 ist in diesem Ausführungsbeispiel als ein Teil eines Deckels 31 ausgebildet, der in diesem Ausführungsbeispiel abnehmbar an dem Stützrohr 25 angebracht ist und zusammen mit dem Stützrohr 25 und dem Stoßbrecher 9 als Endstück ausgebildet ist.

[0076] Figur 12 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Stoßbrechers 9, welcher am Ende 38 der Vorrichtung 29 angebracht ist und eine Vielzahl von Reflexionsflächen 32 aufweist. In diesem Ausführungsbeispiel ist angedeutet, dass die Reflexionsflächen sich derart ausbilden, dass jeweils zwei Reflexions-

flächen 32 sich unter einem Öffnungswinkel gegenüber-
 liegen und sich so von der Seite gesehen dreieckige Aus-
 sparungen an dem Stoßbrecher 9 ergeben. Die Figur
 kann auch so verstanden werden, dass es sich um einen
 Querschnitt handelt und wie durch die gestrichelten Li-
 nien innerhalb des Stoßbrechers 9 angedeutet die Aus-
 sparungen eine Pyramidenform aufweisen. An derart ge-
 formten und vielfach an dem Stoßbrecher 9 auftretenden
 Reflexionsflächen 32 kann die aus der Strömungsrich-
 tung 36 auftreffende Detonationswelle mehrfach gebro-
 chen werden, sodass sich die Energie der auftreffenden
 Detonationswelle auf eine Vielzahl von unter verschiede-
 nen Winkeln zurückreflektierten Stoßwellen aufteilt.
 Die maximale Energie, die nach der Reflexion an dem
 Stoßbrecher 9 in einer zurückreflektierten Stoßwelle auf-
 treten kann, kann so gegenüber der Detonationswelle
 herabgesetzt werden.

[0077] Der Stoßbrecher 9 kann in diesem Ausführ-
 ungsbeispiel ohne zusätzliche Haltevorrichtungen in ei-
 nem durch die äußeren gestrichelten Linien angedeu-
 teten Stützrohr an dessen Ende 38 vorgesehen sei. Eine
 Reflexion der Detonationswelle an dem glatten Ende 38
 der Vorrichtung 29 kann in dem vorliegenden Ausführ-
 ungsbeispiel durch Einsatz des Stoßbrechers 9 vermie-
 den werden. Die Detonationswelle kann unmittelbar an
 dem Stoßbrecher 9 durch Auftreffen auf die Vielzahl der
 Reflexionsflächen 32 gestreut werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung für das Explosionsumformen von Werk-
 stücken (3), welche einen Zündraum (5) und einen
 Zündmechanismus (4) aufweist, wobei mit Hilfe des
 Zündmechanismus (4) ein Explosionsmittel in dem
 Zündraum (5) an einem Zündort (6) entzündbar ist,
 wovon sich eine Detonationswelle zum Umformen
 des Werkstücks in einem Formwerkzeug (2) aus-
 breiten kann,
dadurch gekennzeichnet,
dass auf dem Ausbreitungsweg (37) der Detonati-
 onswelle ein Stoßbrecher (9) vorgesehen ist, und
 dass der Stoßbrecher (9) außerhalb des Formwerk-
 zeugs (2) vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stoßbrecher (9) zwischen dem Zündort (6)
 und einem Zündraumausgang (8) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stoßbrecher (9) näher an dem Zündort (6)
 als an dem Zündraumausgang (8) angeordnet ist,
 insbesondere dass der Stoßbrecher (9) direkt an
 dem Zündort (6) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-

sprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Stoßbrecher (9) auf der dem Zündort (6)
 abgewandten Seite des Formwerkzeuges (2) ange-
 ordnet ist, vorzugsweise dass der Stoßbrecher (9)
 unmittelbar am Formwerkzeug (2) angeordnet ist,
 oder vorzugsweise dass der Stoßbrecher (9) näher
 zu dem den Zündort (6) gegenüberliegenden Ende
 (38) der Vorrichtung (29) liegend angeordnet ist, ins-
 besondere dass der Stoßbrecher (9) das dem
 Zündort (6) gegenüberliegende Ende (38) der Vor-
 richtung (29) bildet.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Stoßbrecher (9) innerhalb eines Stützroh-
 res (25) vorgesehen ist, insbesondere dass der
 Stoßbrecher (9) in Einheit mit dem Stützrohr (25) als
 Endstück (28) ausgeführt ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-
 sprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Stoßbrecher (9) einen gekrümmten und/
 oder verringerten Durchlass (12) gegenüber dem
 Zündraumquerschnitt aufweist und/oder erzeugt.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-
 sprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens ein Stoßbrecherelement (10) vor-
 gesehen ist, welches wenigstens teilweise beab-
 standet zu und einen Durchlass (12) mit der Zün-
 drauminnenwandung oder der Stützrohrinnenwan-
 dung bildend angeordnet ist, oder dass mehrere
 Durchlässe (12) zwischen sich bildende Stoßbre-
 cherelemente (10) vorgesehen sind, insbesondere
 dass mehrere schüttgutartig aufeinanderliegende
 Stoßbrecherelemente (10) vorgesehen sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-
 sprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Strömungswiderstand durch den Stoßbre-
 cher (9) in Strömungsrichtung (36) von zu dem
 Zündort (6) weg größer oder kleiner ist als zu dem
 Zündort (6) hin.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-
 sprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Stoßbrecher (9) mindestens ein Drossel-
 rückschlag-Element (15) oder mindestens ein Ein-
 weg-Element (14) aufweist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-
 sprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- dass** der Stoßbrecher (9) eine größere Oberfläche als die dem Stoßbrecher (9) benachbarte Zündrauminnenfläche oder Stützrohrinnenfläche aufweist.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stoßbrecher (9), wenigstens teilweise zur Strömungsrichtung (36) geneigt angeordnete Flächenelemente aufweisende Stoßbrecherelemente (10) umfasst, die insbesondere wenigstens teilweise versetzt angeordnet sind.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Zündraumquerschnitt und/oder der Stützrohrquerschnitt in dem Bereich des Stoßbrechers (9) vergrößert ist.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stoßbrecher (9) über wenigstens eine von einem Hauptdurchgang (30) abgehende seitliche Abzweigung (26) verfügt, vorzugsweise dass die wenigstens eine Abzweigung (26) wenigstens teilweise verästelt ist, insbesondere dass die Abzweigung (26) an ihrem Ende geschlossen ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens eine Abzweigung (26) einen Befüllkanal (35) für Fluid bildet.
15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Ausbreitungsraum innerhalb der Vorrichtung (29) über die Abzweigung (26) mit einem Ausbreitungsvolumen (27) verbunden ist.
16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Befüllkanal (35) für Fluid an der dem Zündort (6) abgewandten Seite des Formwerkzeuges (2) vorgesehen ist.
17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stoßbrecher (9) eine Labyrinth-Struktur aufweist, vorzugsweise dass der Stoßbrecher (9) mindestens ein Labyrinth-Element und/oder mehrere, eine Labyrinth-Struktur bildende Stoßbrecherelemente (10) aufweist, insbesondere dass der Durchlass (12) etwa mäanderförmig ausgebildet ist.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stoßbrecher (9) mindestens ein scheibenartiges Stoßbrecherelement (10) mit mindestens einem Durchlass (12) durch die Scheibe hindurch aufweist, insbesondere dass das Stoßbrecherelement (10) als Zylinderscheibe ausgebildet ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere Stoßbrecherelemente (10) mit phasenverschoben aufeinander folgenden Durchlässen (12) vorgesehen sind, oder dass das Stoßbrecherelement (10) ein verzweigtes Durchlasssystem aufweist.
20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Stoßbrecherelement (10) schwamm-, geflecht- und/oder knäuelartig ausgebildet ist.
21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein Stoßbrecherelement (10) als Umlenk wand (18) ausgebildet ist, insbesondere dass die Umlenk wand (18) in ihrem Verlauf mehrkugig ausgebildet ist.
22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere zueinander beabstandete Stoßbrecherelemente (10) in Strömungsrichtung (36) hintereinander und quer zur Strömungsrichtung (36) versetzt zueinander angeordnet sind, insbesondere dass mindestens zwei hintereinander angeordnete Stoßbrecherelemente (10) überlappend zueinander angeordnet sind.
23. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere Stoßbrecherelemente (10) von einem Stoßbrecherträger (21) gehalten sind.
24. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stoßbrecher (9) Stahl- und/oder Kupfer-Beryllium (CuBe) enthält.
25. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stoßbrecher (9) wenigstens teilweise aus-

tauschbar angeordnet ist.

26. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Explosionsmittelzufuhr (7) auf der dem Zündraumausgang (8) entgegengesetzten Seite des Stoßbrechers (9) erfolgt, oder dass die Explosionsmittelzufuhr (7) zwischen Stoßbrecher (9) und Zündraumausgang (8) erfolgt.

Claims

1. A device for explosive forming of workpieces (3), comprising an ignition chamber (5) and an ignition mechanism (4), an explosive agent being ignitable by means of the ignition mechanism (4) in the ignition chamber (5) at an ignition point (6), from which a detonation wave may propagate to form the workpiece in a die (2), **characterised in that** a shock dissipator (9) is provided in the propagation path (37) of the detonation wave, and **in that** the shock dissipator (9) is provided outside the die (2).
2. A device according to claim 1, **characterised in that** the shock dissipator (9) is arranged between the ignition point (6) and an ignition chamber outlet (8).
3. A device according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** the shock dissipator (9) is arranged closer to the ignition point (6) than to the ignition chamber outlet (8), in particular **in that** the shock dissipator (9) is arranged directly at the ignition point (6).
4. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the shock dissipator (9) is arranged on the side of the die (2) remote from the ignition point (6), preferably **in that** the shock dissipator (9) is arranged directly on the die (2), or preferably **in that** the shock dissipator (9) is located closer to the opposite end (38) of the device (29) from the ignition point (6), in particular **in that** the shock dissipator (9) forms the opposite end (38) of the device (29) from the ignition point (6).
5. A device according to claim 4, **characterised in that** the shock dissipator (9) is provided inside a supporting tube (25), in particular **in that** the shock dissipator (9) is formed as an endpiece (28) in unity with the supporting tube (25).
6. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the shock dissipator (9) comprises and/or produces a passage (12) curved and/or narrowed relative to the ignition chamber cross-section.

7. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** at least one shock dissipator element (10) is provided, which is arranged at least partially spaced from and forming a passage (12) with the ignition chamber internal wall or the supporting tube internal wall, or **in that** a plurality of shock dissipator elements (10) are provided which form passages (12) between each other, in particular **in that** a plurality of shock dissipator elements (10) are provided which adjoin one another in the manner of bulk material.
8. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the flow resistance through the shock dissipator (9) is greater or less in the flow direction (36) away from the ignition point (6) than towards the ignition point (6).
9. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the shock dissipator (9) comprises at least one flow restrictor element (15) or at least one one-way element (14).
10. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the shock dissipator (9) has a larger surface area than the ignition chamber inner surface or supporting tube inner surface adjoining the shock dissipator (9).
11. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the shock dissipator (9) includes shock dissipator elements (10) comprising surface elements arranged at least partially at an angle to the direction of flow (36), which shock dissipator elements are in particular at least partially staggered.
12. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the ignition chamber cross-section and/or the supporting tube cross-section is enlarged in the region of the shock dissipator (9).
13. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the shock dissipator (9) has at least one lateral branch (26) extending from a main passageway (30), preferably **in that** the at least one branch (26) is at least partially ramified, in particular **in that** the branch (26) is closed at its end.
14. A device according to claim 13, **characterised in that** at least one branch (26) forms a filling channel (35) for fluid.
15. A device according to claims 13 or 14, **characterised in that** the propagation chamber is connected inside the device (29) via the branch (26) to a prop-

agation space (27).

16. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a filling channel (35) for fluid is provided on the side of the die (2) remote from the ignition point (6).
17. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the shock dissipator (9) has a labyrinthine structure, preferably **in that** the shock dissipator (9) comprises at least one labyrinth element and/or a plurality of shock dissipator elements (10) forming a labyrinthine structure, in particular **in that** the passage (12) for instance adopts a zigzag configuration.
18. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the shock dissipator (9) comprises at least one disc-like shock dissipator element (10) with at least one passage (12) through the disc, in particular **in that** the shock dissipator element (10) takes the form of a cylindrical disc.
19. A device according to claim 18, **characterised in that** a plurality of shock dissipator elements (10) are provided with successive phase-shifted passages (12), or **in that** the shock dissipator element (10) comprises a branched passage system.
20. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the shock dissipator element (10) is sponge-like or intertwined and/or tangled.
21. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** at least one shock dissipator element (10) takes the form of a deflecting wall (18), in particular **in that** the deflecting wall (18) is polygonal in profile.
22. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a plurality of mutually spaced shock dissipator elements (10) are arranged one behind the other in the direction of flow (36) and staggered relative to one another across the direction of flow (36), in particular **in that** at least two shock dissipator elements (10) arranged one behind the other are arranged overlapping one another.
23. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a plurality of shock dissipator elements (10) are held by a shock dissipator support (21).
24. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the shock dissipator (9) contains steel and/or copper beryllium (CuBe).

25. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the shock dissipator (9) is at least partially replaceable.

- 5 26. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** explosive agent feed (7) takes place on the side of the shock dissipator (9) opposite the ignition chamber outlet (8), or **in that** explosive agent feed (7) takes place between shock dissipator (9) and ignition chamber outlet (8).
- 10

Revendications

- 15 1. Dispositif pour le formage par explosion de pieces (3), qui comporte un espace d'allumage (5) et un mécanisme d'allumage (4), étant précisé qu'un explosif est apte à être enflammé à l'aide du mécanisme d'allumage (4) dans l'espace d'allumage (5), au niveau d'un point d'allumage (6) à partir duquel peut se propager une onde de détonation destinée à déformer la pièce dans un outil de formage (2), **caractérisé en ce qu'il** est prévu sur la trajectoire (37) de l'onde de détonation un atténuateur de détonation (9) et **en ce que** l'atténuateur de détonation (9) est prévu à l'extérieur de l'outil de formage (2).
- 20 2. Dispositif selon la revendications 1, **caractérisé en ce que** l'atténuateur de détonation (9) est disposé entre le point d'allumage (6) et une sortie d'espace d'allumage (8).
- 25 3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'atténuateur de détonation (9) est disposé plus près du point d'allumage (6) que de la sortie d'espace d'allumage (8), en particulier **en ce que** l'atténuateur de détonation (9) est disposé directement au niveau du point d'allumage (6).
- 30 4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'atténuateur de détonation (9) est disposé sur le côté de l'outil de formage (2) opposé au point d'allumage (6), de préférence en ce que l'atténuateur de détonation (9) est disposé directement au niveau de l'outil de formage (2), ou de préférence **en ce que** l'atténuateur de détonation (9) est disposé à l'horizontale plus près de l'extrémité (38) du Dispositif (29) opposée au point d'allumage (6), en particulier **en ce que** l'atténuateur de détonation (9) forme l'extrémité (38) du dispositif (29) opposée au point d'allumage (6).
- 35 5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'atténuateur de détonation (9) est prévu dans une tube de support (25), en particulière **en ce que** l'atténuateur de détonation (9) est formé d'une manière unitaire avec la tube de support (25) à représenter une pièce de l'extrémité (28).
- 40
- 45
- 50
- 55

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'atténuateur de détonation (9) présente et/ou produit un passage (12) courbe et/ou réduit par rapport à la section transversale de l'espace d'allumage.
7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est prévu au moins un élément atténuateur de détonation (10) qui est disposé au moins en partie à une certaine distance de la paroi intérieure de l'espace d'allumage ou du tube de support et qui forme un passage (12) avec ladite paroi, ou **en ce qu'il** est prévu plusieurs éléments atténuateurs de détonation (10) qui forment entre eux des passages (12), en particulier **en ce qu'il** est prévu plusieurs éléments atténuateurs de détonation (10) superposés à la manière d'un matériau en vrac.
8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la résistance à l'écoulement à travers l'atténuateur de détonation (9) dans le sens d'écoulement (36) qui s'éloigne du point d'allumage (6) est plus grande ou plus petite qu'en direction dudit point d'allumage (6).
9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'atténuateur de détonation (9) comporte au moins un élément formant clapet anti-retour (15) ou au moins un élément unidirectionnel (14).
10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes **caractérisé en ce que** l'atténuateur de détonation (9) présente une surface plus grande que la surface intérieure de l'espace d'allumage ou du tube de support voisine de l'atténuateur de détonation (9).
11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'atténuateur de détonation (9) comprend des éléments atténuateurs de détonation (10) qui présentent des éléments de surface disposés en partie en biais par rapport au sens d'écoulement (36) et qui sont notamment au moins en partie décalés.
12. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la section transversale de l'espace d'allumage et/ou du tube de support est agrandie dans la zone de l'atténuateur de détonation (9).
13. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'atténuateur de détonation (9) dispose d'au moins un embranchement latéral (26) qui part d'un passage principal (30), de préférence en ce que ledit embranchement (26) est au moins en partie ramifié, en particulier en ce que l'embranchement (26) est fermé à son extrémité.
14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'au** moins un embranchement (26) forme un conduit de remplissage (35) pour un fluide.
15. Dispositif selon les revendications 13 ou 14, **caractérisé en ce que** l'espace de propagation à l'intérieur du dispositif (29) est relié par l'embranchement (26) à un volume de propagation (27).
16. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un conduit de remplissage (35) pour un fluide sur le côté de l'outil de forage (2) opposé au point d'allumage (6).
17. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'atténuateur de détonation (9) présente une structure à labyrinthe, de préférence **en ce que** l'atténuateur de détonation (9) comporte au moins un élément à labyrinthe et/ou plusieurs éléments atténuateurs de détonation (10) qui forment une structure à labyrinthe, en particulier **en ce que** le passage (12) a à peu près la forme de méandres.
18. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'atténuateur de détonation (9) comporte au moins un élément atténuateur de détonation (10) en forme de plaque avec au moins un passage (12) dans ladite plaque, en particulier **en ce que** l'élément atténuateur de détonation (10) est conçu comme une plaque cylindrique.
19. Dispositif selon la revendication 18, **caractérisé en ce qu'il** est prévu plusieurs éléments atténuateurs de détonation (10) avec des passages (12) successifs déphasés, ou **en ce que** l'élément atténuateur de détonation (10) comporte un système de passage ramifié.
20. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément atténuateur de détonation (10) est conçu à la manière d'une éponge, d'un treillis et/ou d'une pelote.
21. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au** moins un élément atténuateur de détonation (10) est conçu comme une paroi déflectrice (18), en particulier **en ce que** la paroi déflectrice (18) a une forme polygonale.
22. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs éléments atténuateurs de détonation (10) espacés sont disposés les uns derrière les autres dans le sens d'écoulement (36) et en étant décalés transversalement par rapport au sens d'écoulement (36), en particulier

en ce qu'au moins deux éléments atténuateurs de détonation (10) disposés l'un derrière l'autre sont disposés en se chevauchant.

23. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs éléments atténuateurs de détonation (10) sont tenus par un support d'atténuateur de détonation (21). 5
24. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'atténuateur de détonation (9) contient de l'acier et/ou du cuivre-béryllium (CuBe). 10
25. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'atténuateur de détonation (9) est disposé pour pouvoir au moins en partie être changé. 15
26. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'amenée d'explosif (7) se fait du côté de l'atténuateur de détonation (9) opposé à la sortie d'espace d'allumage (8), ou **en ce que** l'amenée d'explosif (7) se fait entre l'atténuateur de détonation (9) et la sortie d'espace d'allumage (8). 20 25

30

35

40

45

50

55

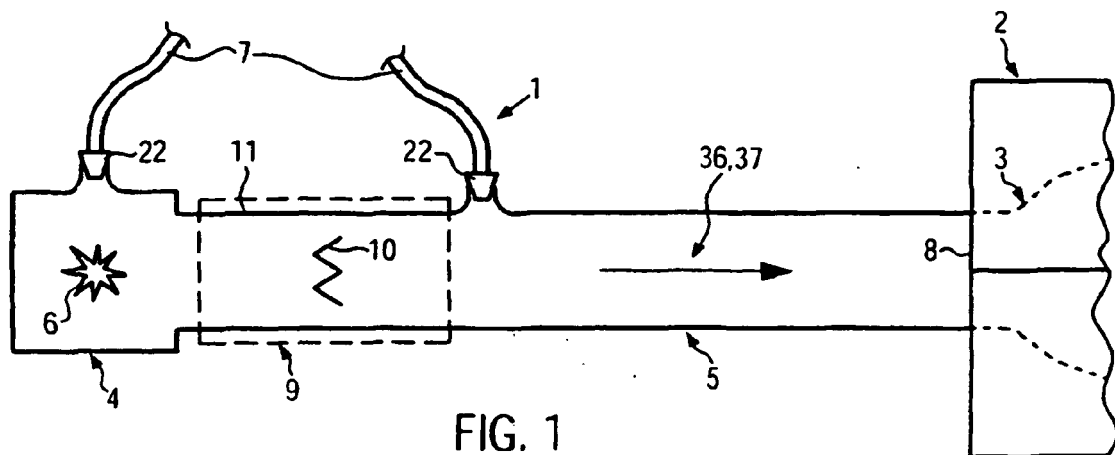


FIG. 1

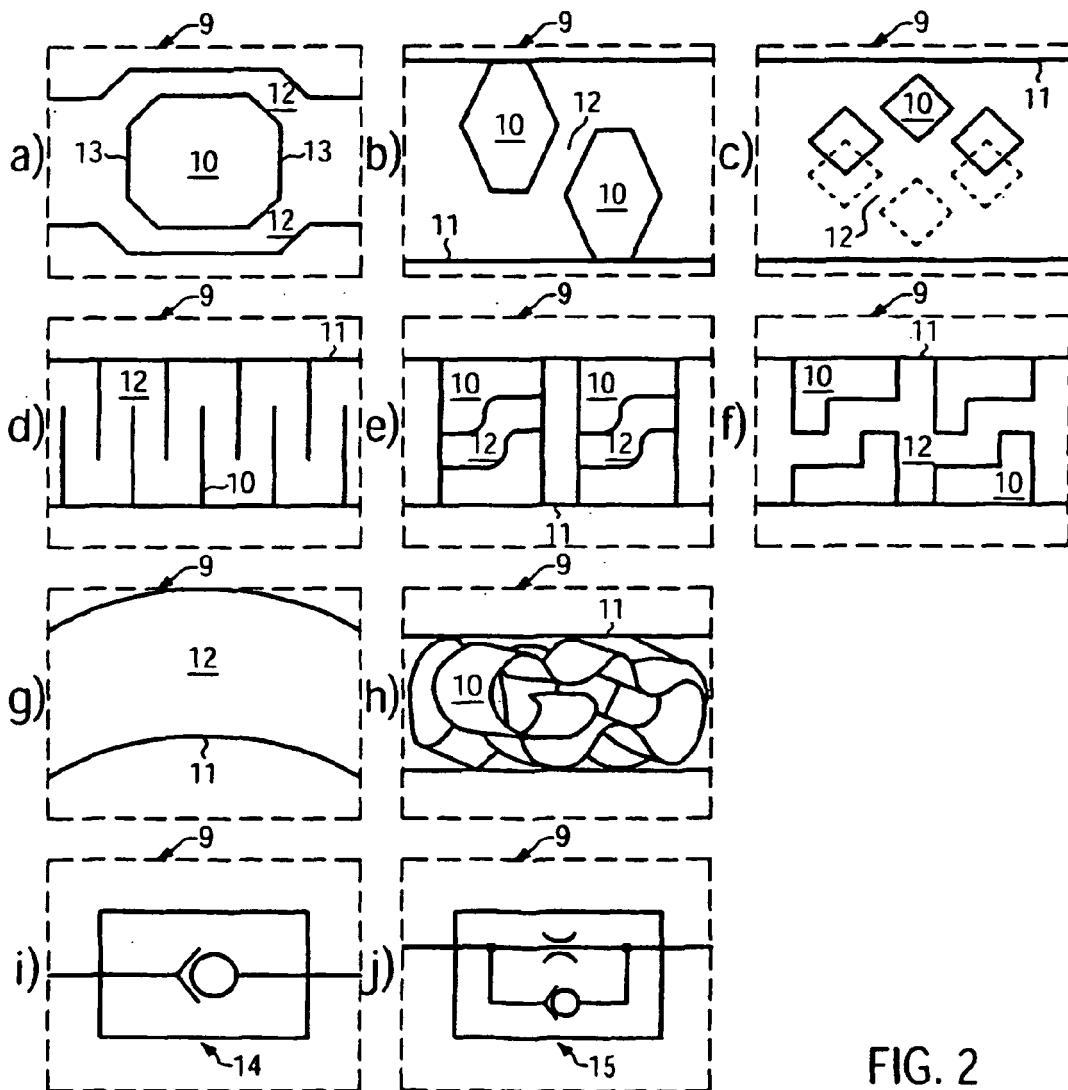


FIG. 2

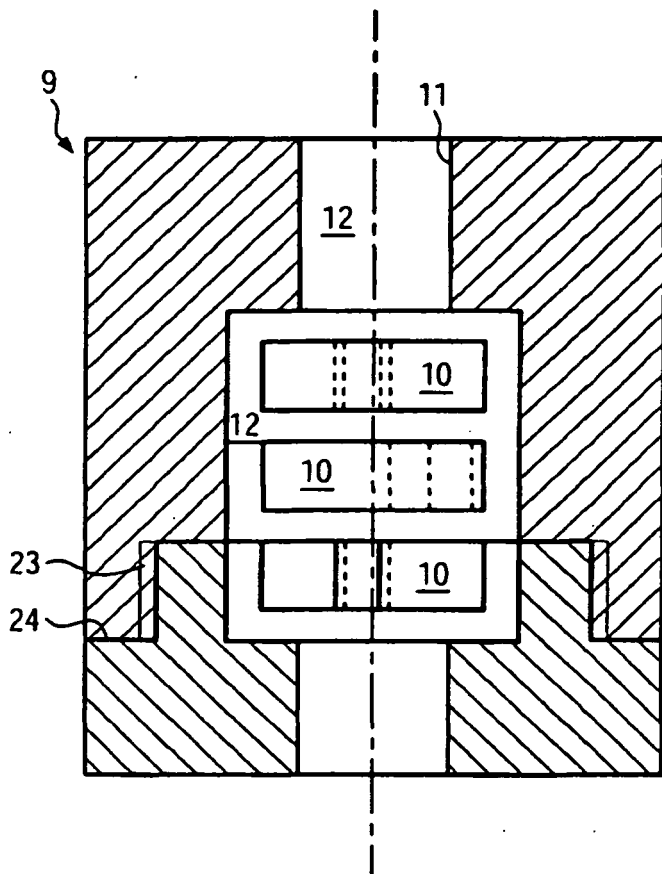


FIG. 3a

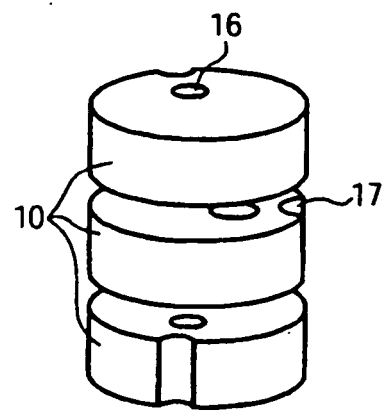


FIG. 3b

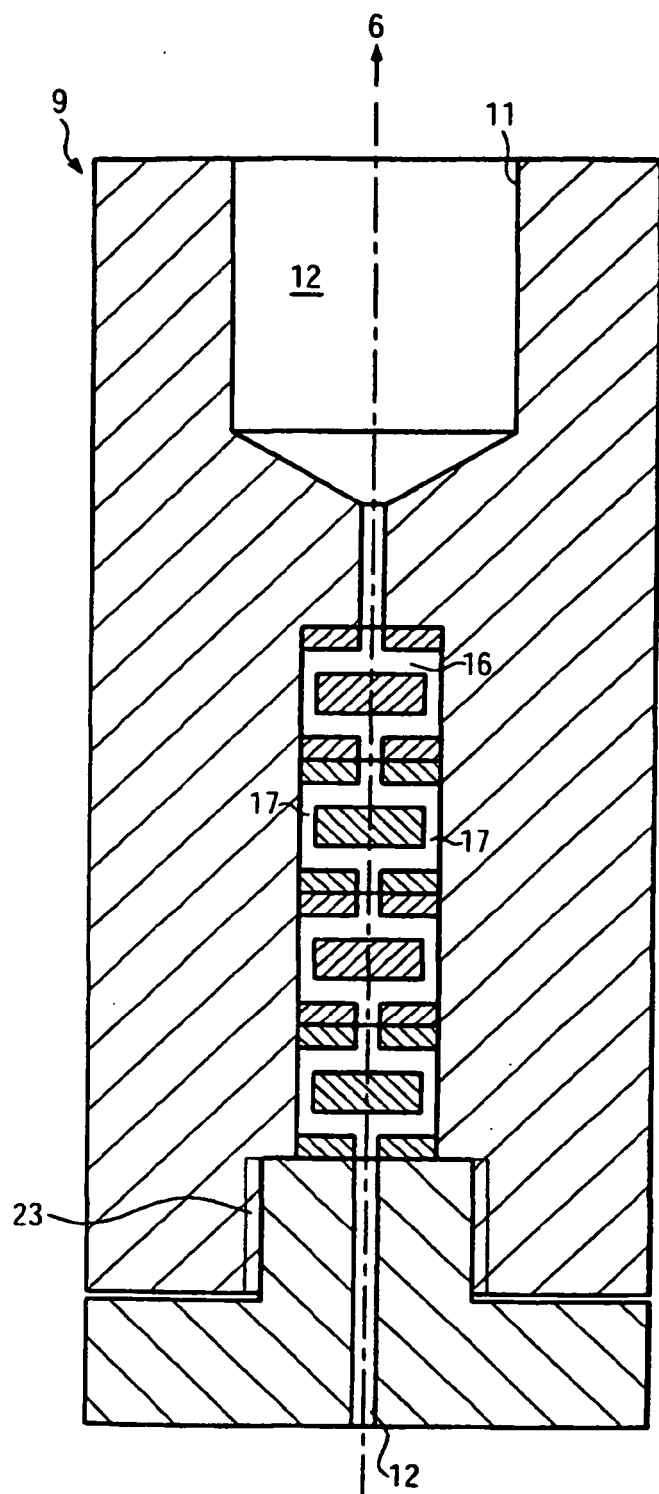


FIG. 4a

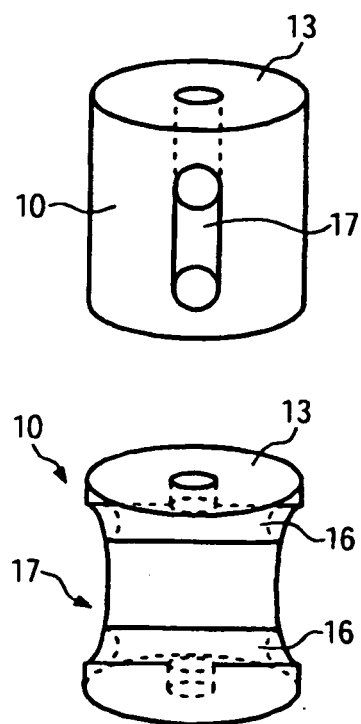


FIG. 4b

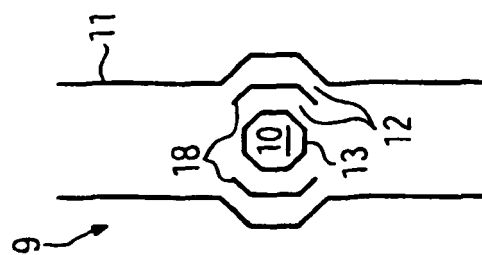


FIG. 5

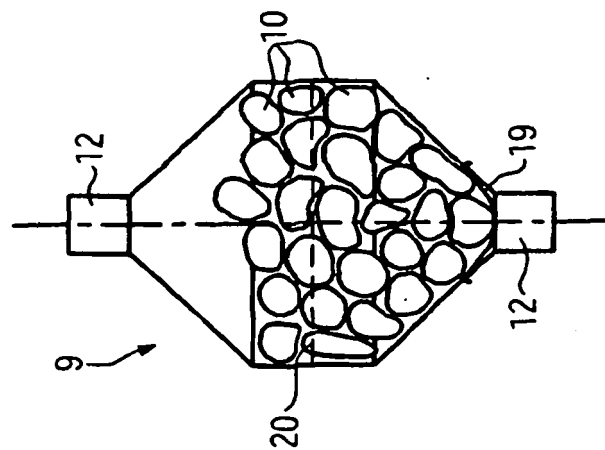


FIG. 6

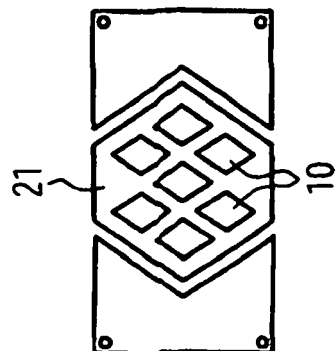


FIG. 7

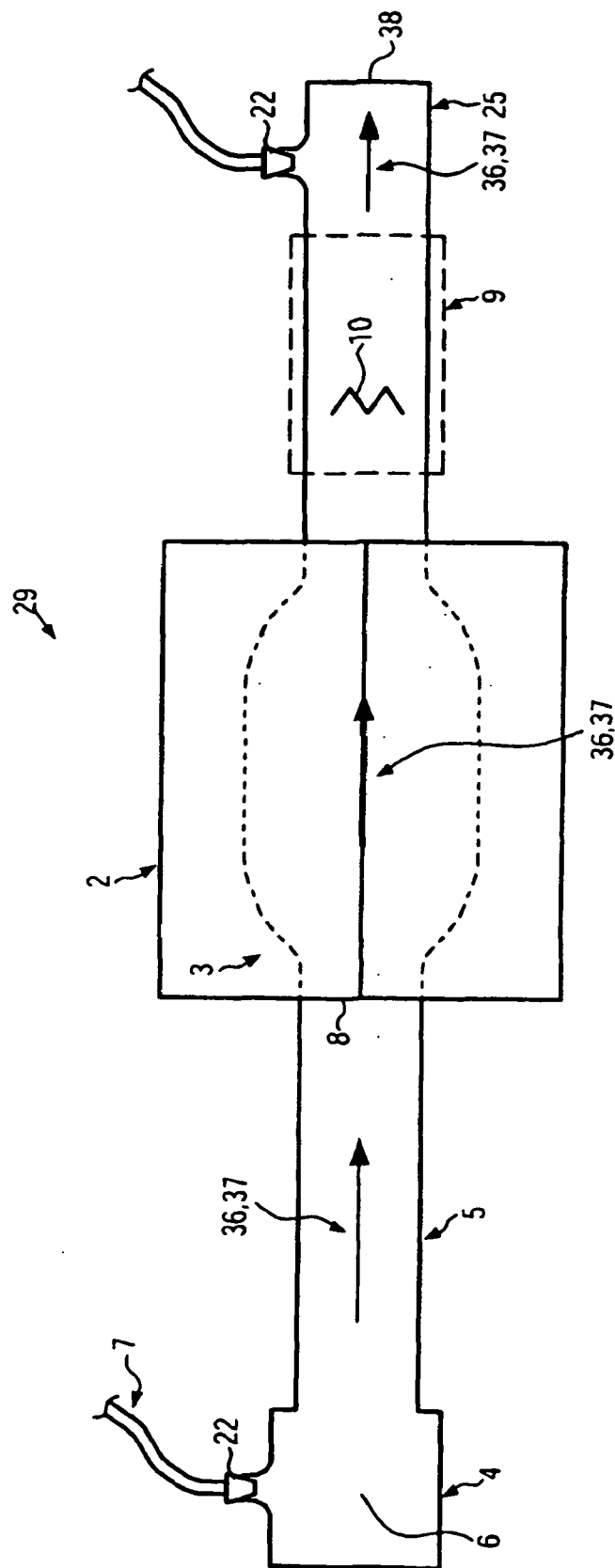


FIG. 8

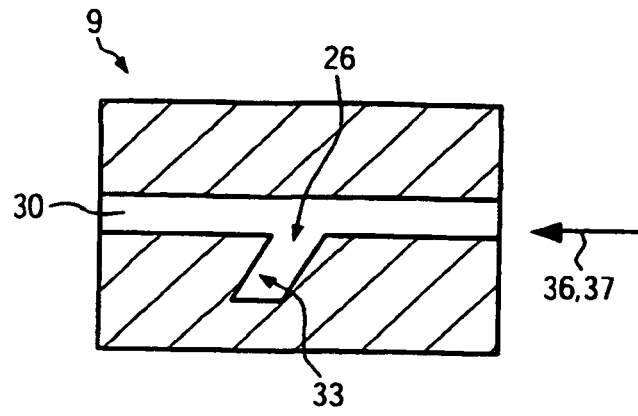


FIG. 9

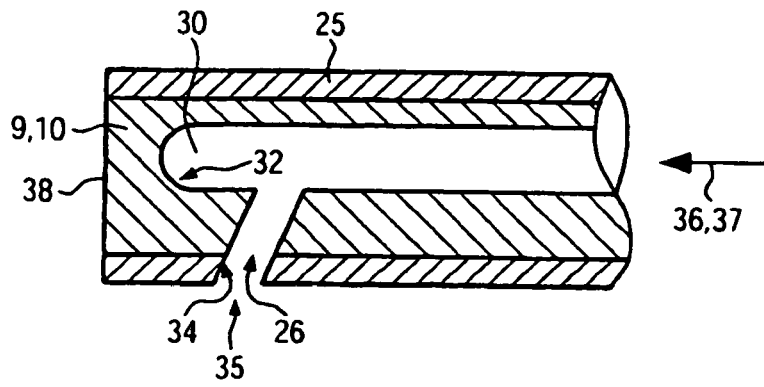


FIG. 10

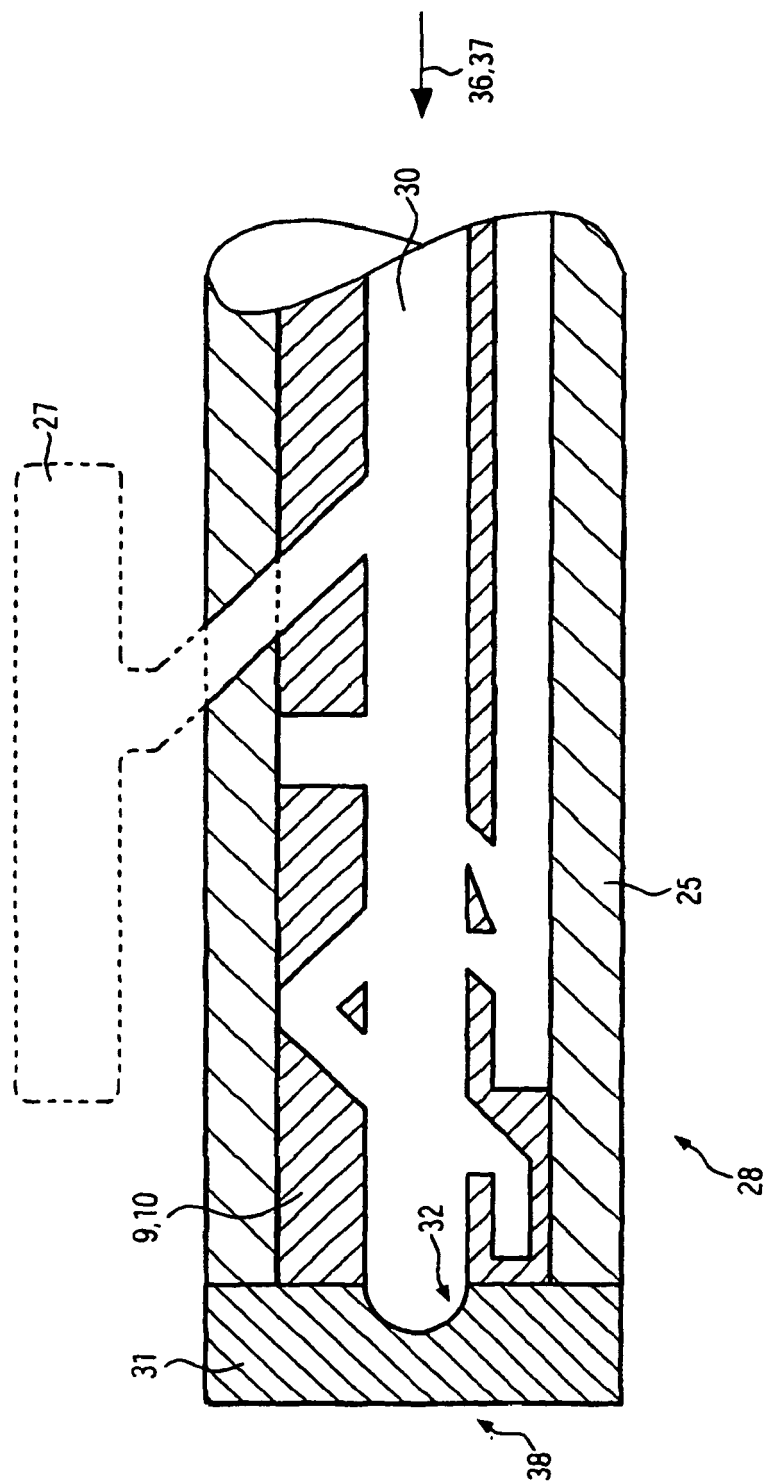


FIG. 11

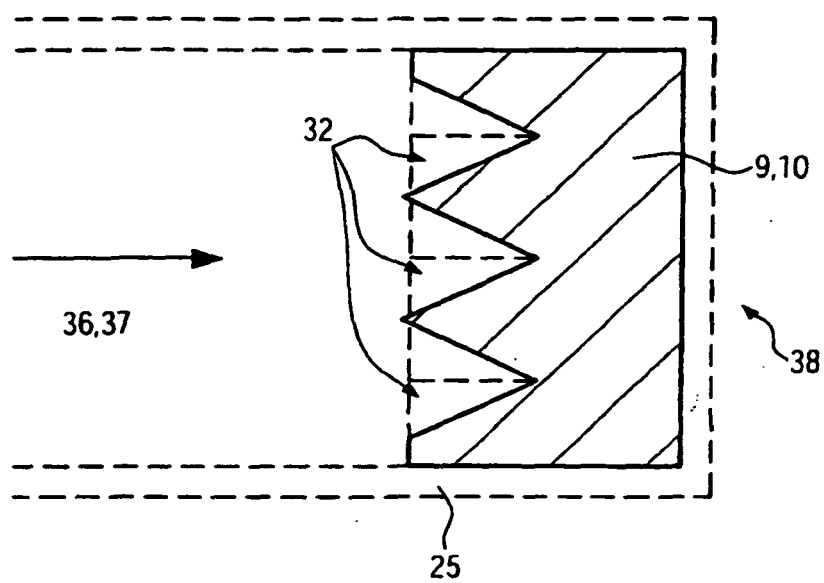


FIG. 12

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

- EP 0830907 A [0001]
- WO 2006128519 A [0002]