(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 951 922 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.12.2005 Patentblatt 2005/51

(51) Int Cl.[7]: **A62C 4/02**

(21) Anmeldenummer: **99105224.2**

(22) Anmeldetag: **13.03.1999**

(54) **Verfahren zum Unschädlichmachen einer Detonationsfront und Detonationssicherung**

Process for making harmless an explosive wave front and flame trap

Procédé pour neutraliser une onde de détonation et dispositif pare-flamme

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
MK RO SI

(30) Priorität: **25.04.1998 DE 19818572**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.10.1999 Patentblatt 1999/43

(73) Patentinhaber: **Leinemann GmbH & Co. KG**
38110 Braunschweig (DE)

(72) Erfinder: **Leinemann, Christoph, Dipl.-Ing.**
38112 Braunschweig (DE)

(74) Vertreter: **Lins, Edgar**
GRAMM, LINS & PARTNER
Theodor-Heuss-Strasse 1
38122 Braunschweig (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 375 455
DE-A- 1 429 088
DE-A- 19 536 292
DE-B- 1 192 980

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

EP 0 951 922 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Unschädlichmachen einer in einer Rohrleitung geführten Detonationsfront mit Hilfe einer Flammensperre.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner eine Detonationssicherung mit einem zum Einbau in ein Rohrleitungs- bzw. Behältersystem geeigneten Gehäuse, in das wenigstens ein Rohrstutzen mit einem bestimmten Rohrdurchmesser hineinragt und in dem eine den Flammendurchtritt verhindernde Flammensperre angeordnet ist, deren Durchmesser deutlich größer als der Rohrdurchmesser ist.

[0003] Die Ausbreitung einer Explosion eines zündfähigen Gasgemisches in einem Behälter- bzw. Rohrleitungssystem kann als Detonation oder Deflagration erfolgen. Bei der Detonation überlagern sich die Flammenfront und die durch die Druckwelle der Explosion gebildete Stoßfront, während bei der Deflagration die Stoßwellen der Flammenfront vorauseilen. Die Flammenfortpflanzungsgeschindigkeit von Deflagrationen liegen bei einigen 100 m/s und die Verbrennungsdrücke in Stoßrichtung bei bis zu 10 bar (bei einem Ausgangsdruck der Gemische von 1 bar), während bei Detonationen Flammenfortpflanzungsgeschwindigkeiten von mehreren 1.000 m/s und Drücke in Stoßrichtung von bis zu 100 bar auftreten können.

[0004] Es ist bekannt, die zerstörerische Wirkung von Detonationen durch Abschwächung bzw. Beendigung der Detonation zu vermeiden und vorzugsweise die Detonation vor dem Auftreffen auf die Flammensperre in eine Deflagration zurückzuführen. Häufig werden daher sogenannte "Detonationsbremsen" bzw. "Detonationsstoßfänger" mit einer Flammensperre kombiniert. Die Flammensperre weist eine Vielzahl enger und langer Spalte auf, in denen die Flamme so stark abgekühlt wird, daß sie zum Erlöschen kommt.

[0005] Eine Detonationssicherung bestehend aus einer Detonationsbremse und einer Flammensperre ist durch die DE-PS 1 192 980 bekannt. Die sich durch eine Rohrleitung fortpflanzende Detonationsfront wird bei der bekannten Vorrichtung durch die konvexe Außenseite einer kreiszylindrisch ausgebildeten Wand aufgeteilt und gelangt in einen Expansionsraum mit einem gegenüber der Rohrleitung vergrößerten Volumen. Die aufgeteilte Detonationsfront kann erst nach mehreren Umlenkungen gegen die Flammensperre laufen, die in einem Ausgangsstutzen befestigt ist, der um 90° gegenüber der Rohrleitung abgewinkelt ist, in der sich die Detonation ursprünglich ausgebreitet hat. Die mehreren Umlenkungen werden dadurch erzeugt, daß eine zweite halbkreiszylindrische Wand mit einem kleineren Durchmesser vorgesehen ist, wobei die zueinander zeigenden freien Wandstücke einander überlappend angeordnet sind und dadurch eine Art Labyrinth bilden. Bei diesen bekannten Vorrichtungen können die aufeinander zulaufenden Teil-Detonationsfronten eine Nachdetonation auslösen, insbesondere, wenn ungünstige Gemischbedingungen vorliegen. Es ist daher erforderlich, die Flammensperre so zu dimensionieren, daß sie auch in diesem Fall eine sichere flammenlöschende Wirkung aufweist. Die flammenlöschenden Spalte der Flammensperre müssen ausreichend lang und ausreichend eng dimensioniert sein, wodurch jedoch für den Normalbetrieb bei der Durchströmung des Betriebsmediums ein relativ hoher Druckverlust in Kauf genommen werden muß. Darüber hinaus entsteht durch enge und lange Durchtrittsspalte ein erhöhter Wartungsaufwand.

[0006] Durch die DE 195 36 292 C2 ist es bekannt, die Detonationsfront in eine Hauptfront und eine Nebenfront aufzuteilen und die Hauptfront mit einer längeren Laufzeit in den Expansionsraum zu leiten, so daß beim Eintritt der Hauptfront in den Expansionsraum dieser Verbrennungsgase der Nebenfront enthält. Die Aufteilung der Detonationsfront in eine Hauptfront und eine Nebenfront, wobei die Hauptfront eine längere Laufzeit bis zum Expansionsraum benötigt, erfordert ebenfalls Umlenkungen, die für ein Mindestvolumen der nach diesem Verfahren realisierten Detonationssicherung sorgen. Durch die Notwendigkeit eines vorgeschalteten Stoßfanges zumindest für die Hauptfront entsteht darüber hinaus ein relativ hoher Fertigungsaufwand. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Detonationssicherung beidseitig durch Detonationsfronten beaufschlagt werden kann und daher beidseitig der Flammensperre mit einem Stoßfang ausgerüstet sein muß.

[0007] Es wäre grundsätzlich möglich, als Detonationssicherung nur eine Flammensperre ohne Stoßfang auszubilden. Um dabei eine ausreichende Zünddurchschlagssicherheit zu gewährleisten, müssen die Spalte der Flammensperre lang und eng gewählt werden, wodurch hohe Druckverluste durch die Flammensperre in Kauf genommen werden müssen. Bei Flammensperren mit geringeren Druckverlusten kann nämlich die in die Flammensperre einlaufende Flammenfront leichter unverbranntes Gemisch durch die Flammensperre schieben. Dadurch entsteht in den flammenlöschenden Spalten in Richtung der Flammenfortschreitung eine größere Strömungsgeschwindigkeit und damit Turbulenz, welche die Verbrennungsgeschwindigkeit in den flammenlöschenden Spalten erhöht und damit das Löschvermögen und somit die Flammendurchschlagssicherheit reduziert. Wenn jedoch Flammensperren mit einer hohen Verdämmung, also einer hohen Zünddurchschlagssicherheit aufgrund enger und langer Spalte realisiert wird, entsteht der erhebliche betriebstechnische Nachteil des hohen Druckverlustes.

[0008] Die vorliegende Erfindung geht somit von der Problemstellung aus, eine Sicherung gegen Detonationen zu gewährleisten, die mit einfachen und kostengünstig zu erstellenden Mitteln realisierbar ist, keinen hohen Druckverlust für die durchströmenden Gase bewirkt und dennoch eine hohe Zünddurchschlagssicherheit gewährleistet.

[0009] Ausgehend von dieser Problemstellung ist erfindungsgemäß ein Verfahren der eingangs erwähnten

Art dadurch gekennzeichnet, dass die Detonationsfront im Wesentlichen vollständig und ohne Umlenkung durch einen Stoßfang mittels wenigstens eines Rohrstutzens so nah an die einen gegenüber der Rohrleitung (1) größeren Durchmesser aufweisenden Flammensperre geführt wird, dass die Detonationsfront nur auf einen Teilbereich der Flammensperre auftrifft und dass die Detonationsfront so vor der Flammensperre in einen um den Rohrstutzen herum ausgebildeten Expansionsraum expandiert wird, dass eine Deflagration entsteht, die auf den äußeren Querschnitt der Flammensperre auftrifft.

[0010] In einer Weiterbildung dieses Verfahrens wird ein geringer Teil der Detonationsfront in einen die Expansion bewirkenden Expansionsraum zur Vorverbrennung im Expansionsraum abgezweigt, um durch vorverbrannte Gase das erneute Entstehen einer Detonationsfront im Expansionsraum zu verhindern.

[0011] Wenn aus Gründen eines gewünschten sehr niedrigen Druckverlustes der Durchmesser der Flammensperre gegenüber dem Rohrdurchmesser extrem groß ausgelegt werden muss, ist es zweckmäßig, die Detonationsfront in mehreren Teil-Detonationsfronten auf mehrere Teilbereiche der Flammensperre zu leiten. Dadurch lässt sich auch für den großen Durchmesserunterschied zwischen Rohrleitung und Flammensperre im Normalbetrieb eine ausreichend gleichmäßige

[0012] Anströmung des Durchflussmediums auf die Gesamtfläche der Flammensperre erreichen.

[0013] Ausgehend von der oben genannten Problemstellung ist ferner eine Detonationssicherung der eingangs erwähnten Art erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Rohrstutzen unter Bildung eines freien Zwischenraums bis nahe an die Flammensperre erstreckt, sodass eine durch den Rohrstutzen fortschreitende Detonationsfront im Wesentlichen vollständig und ohne Umlenkung durch einen Stoßfänger nur auf einen Teilbereich der Flammensperre trifft und dass um den Rohrstutzen herum ein ausreichend großer Expansionsraum zur Ausbildung einer Deflagration vorhanden ist.

[0014] Durch die Erfindung ist es somit möglich, eine Detonationssicherung ohne einen eigenen Stoßfänger und nur mit einer Flammensperre auszubilden, ohne dass die Flammensperre zu hohen Druckverlusten im Normalbetrieb führt. Der Kern der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Detonationsfront nur in einem Teilbereich der Flammensperre auf diese auftreffen zu lassen, indem die Detonationsfront mit einem Rohrstutzen sehr nahe an die Flammensperre herangeführt wird. Dabei entsteht auf der einlaufenden Seite der Flammensperre ein Expansionsraum, sodass die Detonationsfront vor der Flammensperre im Expansionsraum durch Sekundarzündung eine Deflagration entstehen lässt. Da die Flammensperre nur im Teilbereich von der Detonationsfront getroffen wird, bietet sie für die Detonationsfront einen hohen Strömungswiderstand. Die freie Querschnittsfläche der gesamten Flammensperre ist vorzugsweise gleich oder größer als der Rohrdurchmesser des Rohrstutzens.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Rohrleitungsstück so nahe an die Flammensperre herangeführt, daß der von der Detonationsfront getroffene Teilbereich im Wesentlichen dem Rohrdurchmesser entspricht. Die Flammensperre hat dabei vorzugsweise einen gesamten Durchmesser, der wenigstens dem Doppelten des Durchmessers des Teilbereichs entspricht, um im normalen Betrieb geringe Druckverluste zu erreichen.

[0016] Die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Anordnung ist in Bezug auf das Flammenlöschverhalten umso günstiger, je dichter das Ende des Rohrstutzens an die Flammensperre herangeführt wird. Eine untere Grenze für die Verringerung des freien Zwischenraums zwischen dem Ende des Rohrstutzens und der Flammensperre ergibt sich daraus, dass im normalen Betrieb der Gesamtquerschnit der Flammensperre bei den üblichen, relativ geringen Strömungsgeschwindigkeiten noch ausreichend gleichmäßig angeströmt wird.

[0017] Unter Beachtung dieser Randbedingungen ist in bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Detonationssicherung der freie Abstand zwischen dem Ende des Rohrstutzens und der Flammensperre größer/gleich einem Drittel und kleiner/gleich dem Rohrdurchmesser.

[0018] Für einen vorzugsweise in einem zylindrisch ausgebildeten Innenraum des Gehäuses, dessen Querschnitt etwa dem Querschnitt der Flammensperre entspricht, ist die Länge des Innenraums auf der Seite des Rohrstutzens bis zur Flammensperre vorzugsweise mehr als dem 0,6fachen des Rohrdurchmessers und kann vorzugsweise kleiner/gleich dem 2fachen des Rohrdurchmesser und kann, insbesondere bei Anwendung einer unten erläuterten Vorzündung, auf bis auf die Hälfte des Rohrdurchmeser reduziert werden.

[0019] Der erfindungsgemäße Effekt des Auftreffens der Detonationsfront auf den Teilbereich der Flammensperre, durch das die Flammensperre der Detonationsfront einen hohen Strömungswiderstand entgegensetzt, kann noch dadurch verstärkt werden, daß die Flammensperre im Teilbereich anders ausgebildet ist als in dem den Teilbereich umgebenden Randbereich. Vorzugsweise ist dabei die Flammensperre im Teilbereich mit engeren Spaltweiten ausgebildet als im Randbereich, wobei zweckmäßigerweise die Spaltlänge der Flammensperre aus produktionstechnischen Gründen über den gesamten Querschnitt gleich ist.

[0020] Die erfindungsgemäße Detonationssicherung kann im Rohrstutzen mit gegen den Rohrdurchmesser kleinen Verbindungsöffnungen zum den Rohrstutzen umgebenden Expansionsraum versehen sein, um durch eine Vorzündung durch die Detonationsfront im Expansionsraum eine Vorverbrennung zu bewirken, so daß durch vorverbrannte Gase einer Tendenz zur erneuten Ausbildung einer Detonationsfront im Expansionsraum, insbesondere durch eine Reflektion an der

der Flammensperre entfernten Stirnwand des Expansionsraums, wirkungsvoll entgegnet wird, so daß die Länge des Expansionsraums verringert werden kann.

[0021] Zur Aufteilung der Detonationsfront in mehrere Teil-Detonationsfronten kann die erfindungsgemäße Detonationssicherung eine Mehrzahl von Rohrstutzen vor der Flammensperre aufweisen, wobei die Mehrzahl der Rohrtutzen vorzugsweise rotationssymmetrisch zur Mittelachse der Flammensperre angeordnet sind.

[0022] Die Erfindung soll im folgenden anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 - eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung mit einer gegen eine Flammensperre anlaufenden Detonationsfront

Figur 2 - die Darstellung gemäß Figur 1 mit der Ausbreitung einer Deflagration, die durch eine von der Detonationsfront initiierten Sekundärzündung entstanden ist

Figur 3 - die Ausführungsform gemäß Figur 1 für einen normalen Betriebsfall mit Darstellung der Verteilung des aus dem Rohrstutzen austretenden Durchflußmediums auf die gesamte Fläche der Flammensperre

Figur 4 - ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung die analog dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1, jedoch für beidseitig anlaufende Detonationsfronten ausgebildet ist

Figur 5 - eine Darstellung gemäß Figur 1 für ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 6 - die Darstellung gemäß Figur 2 für ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 7 - eine Darstellung gemäß Figur 1 für ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 8 - eine Darstellung gemäß Figur 3 für das fünfte Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 9 - eine Darstellung gemäß Figur 1 für ein sechstes Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 10 - eine Darstellung gemäß Figur 3 für das sechste Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0023] Figur 1 zeigt schematisch eine Detonationssicherung, die, wie dies gestrichelt dargestellt ist, mit einem in eine Rohrleitung 1 einsetzbaren Gehäuse 2 ausgebildet ist. Das Gehäuse 2 ist an beiden Enden an die Rohrleitung angeflanscht und bildet einen Innenraum 3 des Gehäuses 2. In den Innenraum 3 ragt von einer Seite ein die Rohrleitung 1 fortsetzender Rohrstutzen 4 hinein, das vor einer mittig in dem Gehäuse 2 angeordneten Flammensperre 5 endet. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Flammensperre 5 zwischen zwei Hälften 6 des Gehäuses durch Flanschverbindungen 7 gehalten.

[0024] Figur 1 zeigt eine durch den Rohrstutzen 4 anlaufende Detonationsfront 8, die auf einen als einen Teilbereich 9 der Flammensperre 5 trifft.

[0025] Figur 2 verdeutlicht, daß der Rohrstutzen 4, der die Rohrleitung 1 fortsetzt, einen Durchmesser D aufweist und daß die Detonationsfront 8 praktisch mit dem Durchmesser D auf den Teilbereich 9 der Flammensperre 5 auftrifft, der somit auch etwa den Durchmesser D aufweist. Die Stoßwelle der Detonationsfront 8 trifft auf den geringen Durchmesser D auf einen relativ hohen Strömungswiderstand der Flammensperre 5, so daß die Detonationsfront 8 von der Flammensperre 5 teilweise reflektiert bzw. beim Eindringen in den Teilbereich der Flammensperre 5 zum Erlöschen gebracht wird. In dem offenen Bereich zwischen dem Ende des Rohrstutzens 4 und der Flammensperre 5 bewirkt die Detonationsfront in einem Expansionsraum 13 des Gehäuses 6 eine Sekundärzündung. Der Expansionsraum 13 erstreckt sich über eine Länge L_1 von der Mündung des Rohrstutzens 4 zurück von der Flammensperre 5 weg. Aufgrund der Sekundarzündung entsteht in dem Expansionsraum 13 eine Deflagration, die mit einer wesentlich niedrigeren Flammenfortpflanzungsgeschwindigkeit und geringerem Verbrennungsdruck auf den äußeren Bereich der Flammensperre 5 trifft. Durch Reflektionen an den Wänden des Expansionsraums 13, insbesondere an einer den Rohrstutzen 4 umgebenden ringförmigen Stirnwand 10, könnte sich die Deflagration wieder in eine Detonationsfront ausbilden. Durch eine ausreichende Mindestlänge L_1 wird dem entgegengewirkt, da die reflektierte und in eine Detonation überführte Deflagrationsfront dann auf bereits verbranntes Gemisch vor der Flammensperre 5 trifft und somit wirkungslos wird.

[0026] Der freie Querschnitt der Flammensperre 5 entspricht mindestens der Querschnittsfläche des Rohrstutzens 4 mit dem Rohrdurchmesser D oder ist größer, so daß für eine gemäß Figur 3 nicht als Detonationsfront 8, sondern als normale Strömung 11 durchquerendes Gas kein wesentlicher Druckverlust durch die Flammensperre 5 entsteht.

[0027] Figur 3 läßt erkennen, daß der freie Abstand L_2 zwischen dem Mündungsende des Rohrstutzens 4 und der dem Rohrstutzen 4 zugewandten Oberfläche der Flammensperre 5 so gewählt ist, daß im normalen Betrieb die Flammensperre 5 vom Durchflußmedium gleichmäßig angeströmt wird. Dies ist der Fall, wenn die die Länge des Zwischenraums L_2 größer/gleich einem Drittel und kleiner/gleich dem Innendurchmesser D ist.

[0028] Das in Figur 4 dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 mit dem einzigen Unterschied, daß auf beiden Seiten der Flammensperre 5 ein Rohrstutzen 4 vorgesehen ist, so daß die in Figur 4 dargestellte Detonationssicherung für von beiden Seiten auflaufende Detonationsfronten 8 geeignet ist.

[0029] Das in Figur 5 dargestellte weitere Ausführungsbeispiel der Erfindung unterscheidet sich von dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch, daß die Flammensperre 5' im Teilbereich 9' mit engeren Spaltweiten gefertigt ist, so daß die Flammensperre 5' der Detonationsfront 8 durch den verengten Teilbereich 9' noch einen höheren Strömungswiderstand entgegensetzt.

[0030] Bei dem in Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel, daß dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel im übrigen gleicht, ist der Rohrstutzen 4 mit kleinen Verbindungsöffnungen 12 versehen, durch die von der einlaufenden Detonationsfront 8 unmittelbar nach dem Beginn des Gehäuses 2 ein Teil abgezweigt und direkt in den Expansionsraum 13 geleitet wird, wo durch die Zündung des abgezweigten Teils der Detonationsfront 8 eine Vorverbrennung stattfindet, so daß verbrannte Gase im Expansionsraum 13 die Ausbildung einer Sekundärdetonation durch Reflektion einer Deflagration an der Rückwand 10 des Gehäuses 2 unterbindet unterbinden und dadurch die Länge L_1 verringert werden kann.

[0031] Das in den Figuren 7 und 8 dargestellte fünfte Ausführungsbeispiel sieht vor, die Flammensperre 5 gegenüber dem Durchmesser D der Rohrleitung 1 extrem groß auszulegen, um im Normalbetrieb einen sehr niedrigen Druckverlust durch die Flammensperre 5 zu erhalten. Um im Normalbetrieb unter Einhaltung eines wirkungsvollen Abstandes L_2 eine ausreichend gleichmäßige Anströmung des Durchflußmediums auf die Gesamtfläche der Flammensperre 5 einzustellen, sind mehrere Rohrstutzen 4' über den Querschnitt der Flammensperre 5 verteilt angeordnet. Figur 7 verdeutlicht, daß dadurch eine in der Rohrleitung 1 anlaufende Detonationsfront auf mehrere Teil-Detonationsfronten 8' verteilt wird, die auf zugehörige Teilbereiche 9'' der Flammensperre 5 auftreffen. Die die Länge L_1 des Expansionsraumes 13' begrenzende hintere Stirnwand 10' wird dabei durch Wandstücke gebildet, die in Strömungsrichtung vor der Flammensperre 5 einen Verteilerraum 14 begrenzen, der sich ausgehend von dem Durchmesser D der Rohrleitung 1 auf den wirksamen Durchmesser der Flammensperre 5 erweitert und in die Rohrstutzen 4' übergeht. Die in Figur 7 dargestellte Anordnung der Rohrstutzen 4' weist einen zentralen Rohrstutzen 4' auf, der mit der Rohrleitung 1 fluchtet, jedoch einen etwas geringeren Durchmesser als die Rohrleitung 1 aufweist. Vier weitere Rohrstutzen 4' sind auf einem Radius um den zentralen Rohrstutzen 4' herum gleich beabstandet angeordnet. Figur 8 verdeutlicht den Normalbetrieb, in dem durch die Rohrstutzen 4' normale Teilströmungen 11' hindurchtreten und sich gleichmäßig auf die Querschnittsfläche der Flammensperre 5 verteilen.

[0032] Bei dem in den Figuren 9 und 10 dargestellten sechsten Ausführungsbeispiel fehlt gegenüber dem fünften Ausführungsbeispiel ein zentraler Rohrstutzen 4'. Vielmehr sind lediglich zwei Rohrstutzen 4' dargestellt, die sich beide in einem gleichen Abstand zur Mittelachse des Gehäuses 2 bzw. der Flammensperre 5 befinden. Auch mit dieser Anordnung werden Teil-Detonationsfronten 8' (Figur 9) bzw. normale Teilströmungen 11' (Figur 10) ausgebildet.

[0033] In der dargestellten bevorzugten Dimensionierung beträgt die Länge $L_1 \geq 0{,}5$ D und ≤ 2 D und die Länge L_2 zwischen $\geq 1/3$ D und ≤ 1 D. Die Optimierung der Längen L_1 und L_2 hängt vom Druckverlust durch die Flammensperre 5 ab.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Unschädlichmachen einer in einer Rohrleitung (1) geführten Detonationsfront (8) mit Hilfe einer Flammensperre (5, 5'), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Detonationsfront (8, 8') im Wesentlichen vollständig und ohne Umlenkung durch einen Stoßfang mittels wenigstens eines Rohrstutzens (4,4') so nah an die einen gegenüber der Rohrleitung (1) größeren Durchmesser aufweisenden Flammensperre (5, 5') geführt wird, dass die Detonationsfront (8, 8') nur auf einen Teilbereich (9, 9', 9'') der Flammensperre (5, 5') auftrifft und daß die Detonationsfront (8, 8') so vor der Flammensperre (5, 5') in einen um den Rohrstutzen (4,4') herum ausgebildeten Expansionsraum (13) expandiert wird, daß eine Deflagration entsteht, die auf den äußeren Querschnitt der Flammensperre (5, 5') auftrifft.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein geringer Teil der Detonationsfront (8) in einen die Expansion bewirkenden Expansionsraum (13) zur Vorverbrennung in Expansionsraum (13) abgezweigt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Detonationsfront (8) in mehreren Teil-Detonationsfronten (8') auf mehrere Teilbereiche (9'') der Flammensperre (5, 5') geleitet wird.

4. Detonationssicherung mit einem zum Einbau in ein Behälter- bzw. Rohrleitungssystem (1) geeigneten Gehäuse (2), in dem eine den Flammendurchtritt verhindernde Flammensperre (5, 5') angeordnet ist, deren Durchmesser deutlich größer als der Rohrdurchmesser (D) ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich wenigstens ein Rohrstutzen (4, 4') unter

Bildung eines freien Zwischenraums bis nahe an die Flammensperre (5) erstreckt, sodass eine durch den Rohrstutzen (4, 4') fortschreitende Detonationsfront (8, 8') im Wesentlichen vollständig und ohne Umlenkung durch einen Stoßfänger nur auf einen Teilbereich (9, 9') der Flammensperre (5, 5') trifft und dass um den Rohrstutzen (4, 4') herum ein ausreichend großer Expansionsraum (13) zur Ausbildung einer Deflagration vorhanden ist.

5. Detonationssicherung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der freie Abstand (L_2) zwischen dem Ende des Rohrstutzens (4, 4') und der Flammensperre (5, 5') nicht größer als der Rohrdurchmesser (D) ist.

6. Detonationssicherung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der freie Abstand zwischen dem Ende des Rohrstutzens (4, 4') und der Flammensperre (5, 5') nicht kleiner als 1/3 des Rohrdurchmessers (D) ist.

7. Detonationssicherung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenraum (3) des Gehäuses (2) zylindrisch ausgebildet ist und einen etwa dem Querschnitt der Flammensperre (5, 5') entsprechenden Querschnitt aufweist.

8. Detonationssicherung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge (L_1) des Innenraums (3) auf der Seite des Rohrstutzens (4, 4') bis zur Flammensperre (5, 5') nicht kleiner als das 0,5fache des Rohrdurchmessers (D) ist.

9. Detonationssicherung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge (L_1) des Innenraums (3) auf der Seite des Rohrstutzens (4, 4') bis zur Flammensperre (5, 5') nicht größer als der doppelte Rohrdurchmesser (D) ist.

10. Detonationssicherung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flammensperre (5') im Teilbereich (9') anders ausgebildet ist als in dem den Teilbereich (9') umgebenden Randbereich.

11. Detonationssicherung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flammensperre (5') im Teilbereich (9') mit engeren Spaltweiten ausgebildet ist als im Randbereich.

12. Detonationssicherung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spaltlänge der Flammensperre (5, 5') über ihren gesamten Querschnitt gleich ist.

13. Detonationssicherung nach einem der Ansprüche 4 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rohrstutzen (4) gegen den Rohrdurchmesser (D) kleine Verbindungsöffnungen (12) zum den Rohrstutzen (4) umgebenden Expansionsraum (13) aufweist.

14. Detonationssicherung nach einem der Ansprüche 4 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** beiderseits der Flammensperre (5, 5') Rohrstutzen (4, 4') vorgesehen sind.

15. Detonationssicherung nach einem der Ansprüche 4 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mehrzahl von Rohrstutzen (4') vor der Flammensperrre (5, 5') angeordnet ist.

16. Detonationssicherung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mehrzahl der Rohrstutzen (4') rotationssymmetrisch zur Mittelachse der Flammensperre (5, 5') angeordnet ist.

Claims

1. Process for rendering harmless a detonation front (8) flowing in a pipeline (1), with the assistance of a flame-arresting device (5, 5'), **characterized in that** the detonation front (8, 8') is conveyed substantially completely and without deflection by a shock buffer by means of at least one pipe stub (4, 4') so near the flame-arresting device (5, 5') of a diameter larger than the diameter of the pipeline (1) that the detonation front (8, 8') impinges on only a subregion (9, 9', 9") of the flame-arresting device (5, 5') and **in that** the detonation front (8, 8') is expanded in front of the flame-arresting device (5, 5') into an expansion space (13) formed around the pipe stub (4, 4') in such a way that deflagration takes place which then impinges on the outer cross section of the flame-arresting device (5, 5').

2. Process according to Claim 1, **characterized in that** a small portion of the detonation front (8) is diverted into an expansion-causing expansion space (13) for pre-combustion in the expansion space (13).

3. Process according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the detonation front (8) is conveyed to a plurality of subregions (9") of the flame-arresting device (5, 5') in a plurality of part-detonation fronts (8').

4. Detonation safety device having a housing (2) suitable for installation in a container or pipeline system (1) in which a flame-arresting device (5, 5') preventing flame transit is arranged whose diameter is significantly larger than the pipe diameter (D), **characterized in that** at least one pipe stub (4, 4') creating a free intermediate space extends to near the

flame-arresting device (5), so that a detonation front (8, 8') progressing through the pipe stub (4, 4') impinges substantially completely and without deflection by a shock buffer only on a subregion (9, 9') of the flame-arresting device (5, 5') and **in that** there is an ample expansion space (13) surrounding the pipe stub (4, 4') for the generation of deflagration.

5. Detonation safety device according to Claim 4, **characterized in that** the free distance (L_2) between the end of the pipe stub (4, 4') and the flame-arresting device (5, 5') is no longer than the pipe diameter (D).

6. Detonation safety device according to Claim 4 or 5, **characterized in that** the free distance between the end of pipe stub (4, 4') and the flame-arresting device (5, 5') is no shorter than 1/3 of the pipe diameter (D).

7. Detonation safety device according to Claims 4 to 6, **characterized in that** the inner space (3) in the housing (2) is cylindrical in shape and has a cross section corresponding approximately to the cross section of the flame-arresting device (5, 5').

8. Detonation safety device according to Claim 7, **characterized in that** the length (L_1) of the inner space (3) on the side of the pipe stub (4, 4') to the flame-arresting device (5, 5') is no smaller than 0.5 times the pipe diameter (D).

9. Detonation safety device according to Claim 7 or 8, **characterized in that** the length (L_1) of the inner space (3) on the side of the pipe stub (4, 4') to the flame-arresting device (5, 5') is no larger than twice the pipe diameter (D).

10. Detonation safety device according to one of Claims 4 to 9, **characterized in that** the subregion (9') of the flame-arresting device (5') is designed differently from the edge region surrounding the subregion (9').

11. Detonation safety device according to Claim 10, **characterized in that** the subregion (9') of the flame-arresting device (5') is designed with narrower slots than in the edge region.

12. Detonation safety device according to Claim 11, **characterized in that** the slot length of the flame-arresting device (5, 5') is the same over its whole cross section.

13. Detonation safety device according to one of Claims 4 to 12, **characterized in that** the pipe stub (4) is provided with connection openings (12) (which are smaller than the pipe diameter (D)) to the expansion space (13) surrounding the pipe stub (4).

14. Detonation safety device according to one of Claims 4 to 13, **characterized in that** pipe stubs (4, 4') are provided on both sides of the flame-arresting device (5, 5').

15. Detonation safety device according to one of Claims 4 to 14, **characterized in that** a plurality of pipe stubs (4') are installed in front of the flame-arresting device (5, 5').

16. Detonation safety device according to Claim 15, **characterized in that** the plurality of pipe stubs (4') are installed rotationally symmetrically to the central axis of the flame-arresting device (5, 5').

Revendications

1. Procédé pour neutraliser un front de détonation (8) guidé dans une conduite (1) au moyen d'une barrière de flamme (5,5'), **caractérisé en ce que** le front de détonation (8) est conduit sensiblement, complètement et sans déviation par un pare-choc, au moyen d'au moins un embout tubulaire (4, 4') de façon suffisamment proche d'une barrière de flamme (5, 5') présentant un diamètre plus grand par rapport à la conduite (1) pour que le front de détonation (8, 8') atteigne seulement une zone partielle (9, 9', 9") de la barrière de flamme (5, 5'), et que le front de détonation (8, 8') puisse s'expanser avant la barrière de flamme (5, 5') dans une chambre d'expansion (13) réalisée autour des embouts tubulaires (4, 4') pour qu'une déflagration soit créée qui atteigne la section transversale extérieure de la barrière de flamme (5, 5').

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une partie réduite du front de détonation (8) est déviée pour s'expanser dans la chambre d'expansion (13) afin de brûler préalablement dans la chambre d'expansion (13).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le front de détonation (8) est dirigé sous forme de plusieurs fronts partiels de détonation (8') sur plusieurs zones partielles (9") de la barrière de flamme (5, 5').

4. Dispositif anti-détonation comportant un boîtier (2) apte à être incorporé dans un récipient ou un système de conduites (1) dans lequel est agencée une barrière de flamme (5, 5') empêchant le passage de la flamme dont le diamètre est significativement plus grand que le diamètre (D) des conduites, **caractérisé en ce qu'**au moins un embout tubulaire

(4, 4') s'étend jusqu'à la proximité de la barrière de flamme (5) en créant un espace libre intermédiaire pour que le front de détonation (8, 8') progressant dans les embouts tubulaires (4, 4') atteigne sensiblement, complètement et sans déviation par un pare-choc, seulement une zone partielle (9, 9') de la barrière de flamme (5, 5'), et que, autour des embouts tubulaires (4, 4'), est créée une chambre d'expansion (13) suffisamment grande pour créer une déflagration.

5. Dispositif anti -détonation selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la distance libre (L2), comprise entre les extrémités des embouts tubulaires (4, 4') et la barrière de flamme (5, 5'), n'est pas plus grande que le diamètre (D) des conduites.

6. Dispositif anti-détonation selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** la distance libre (L2), comprise entre les extrémités des embouts (4, 4') et la barrière de flamme (5, 5'), n'est pas plus petite que 1/3 du diamètre (D) des conduites.

7. Dispositif anti-détonation selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** l'espace intérieur (3) du boîtier (2) est cylindrique et présente une section correspondant sensiblement à la section de la barrière de flamme (5, 5').

8. Dispositif anti-détonation selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la longueur (L1) de l'espace intérieur (3) du côté des embouts tubulaires (4, 4') jusqu'à la barrière de flamme (5, 5') n'est pas plus petite que 0,5 fois le diamètre (D) des conduites.

9. Dispositif anti-détonation selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** la longueur (L1) de l'espace intérieur (3) sur le côté des embouts tubulaires (4, 4') jusqu'à la barrière de flamme (5, 5') n'est pas plus grande que le double du diamètre (D) des conduites.

10. Dispositif anti-détonation selon l'une des revendications 4 à 9, **caractérisé en ce que** la barrière de flamme (5') est dans la partie de zone (9') réalisée différemment que dans la partie qui entoure la partie de zone (9').

11. Dispositif anti-détonation selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la barrière de flamme (5') est réalisée dans la partie de zone (9') avec une largeur de fentes plus étroite que dans la zone périphérique.

12. Dispositif anti-détonation selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la longueur des fentes de la barrière de flamme (5, 5') est la même sur l'ensemble de sa section.

13. Dispositif anti-détonation selon l'une des revendications 4 à 12, **caractérisé en ce que** les embouts tubulaires (4, 4') présentent des ouvertures (12) qui sont petites par rapport au diamètre (D) des conduites, qui sont dirigées vers les embouts tubulaires (4, 4') et qui entourent la chambre d'expansion (13).

14. Dispositif anti-détonation selon l'une des revendications 4 à 13, **caractérisé en ce que** des embouts tubulaires (4, 4') sont prévus de chaque côté de la barrière de flamme (5, 5').

15. Dispositif anti-détonation selon l'une des revendications 4 à 14, **caractérisé en ce que** plusieurs embouts tubulaires (4, 4') sont disposés devant la barrière de flamme (5, 5').

16. Dispositif anti-détonation selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** la pluralité des embouts tubulaires (4') est disposée de façon symétrique en rotation par rapport à l'axe central de la barrière de flamme (5, 5').

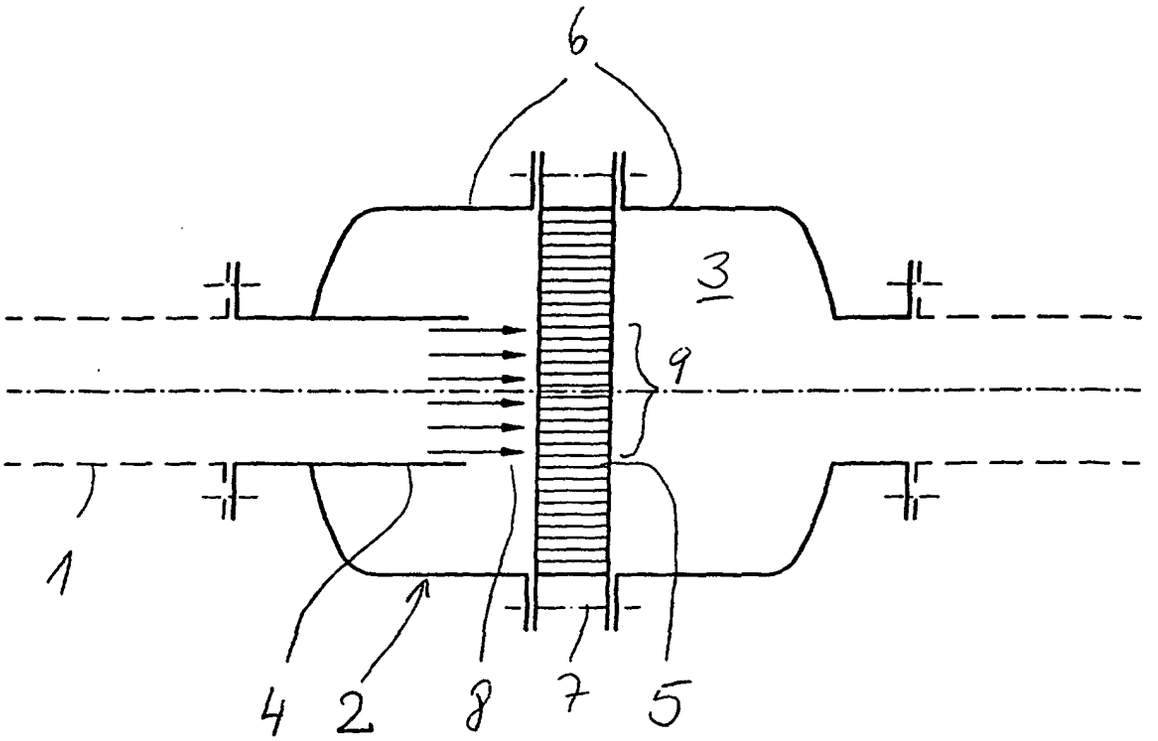


Fig. 1

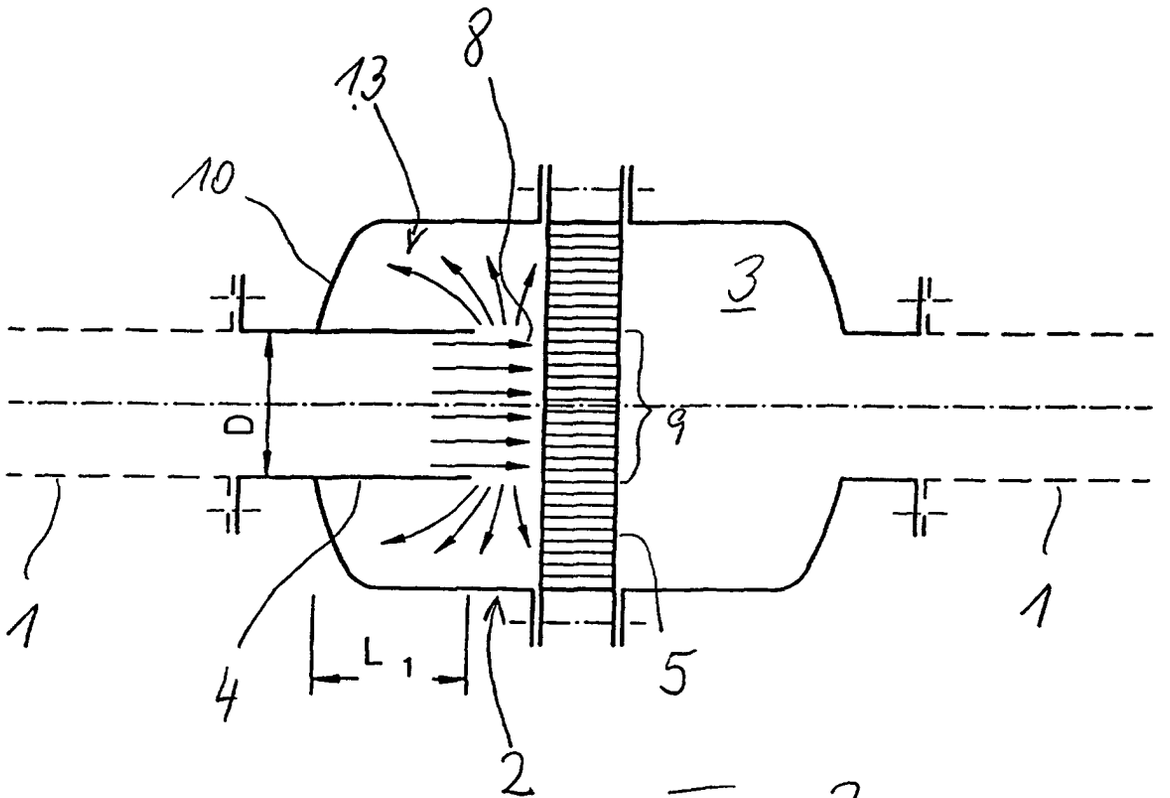


Fig. 2

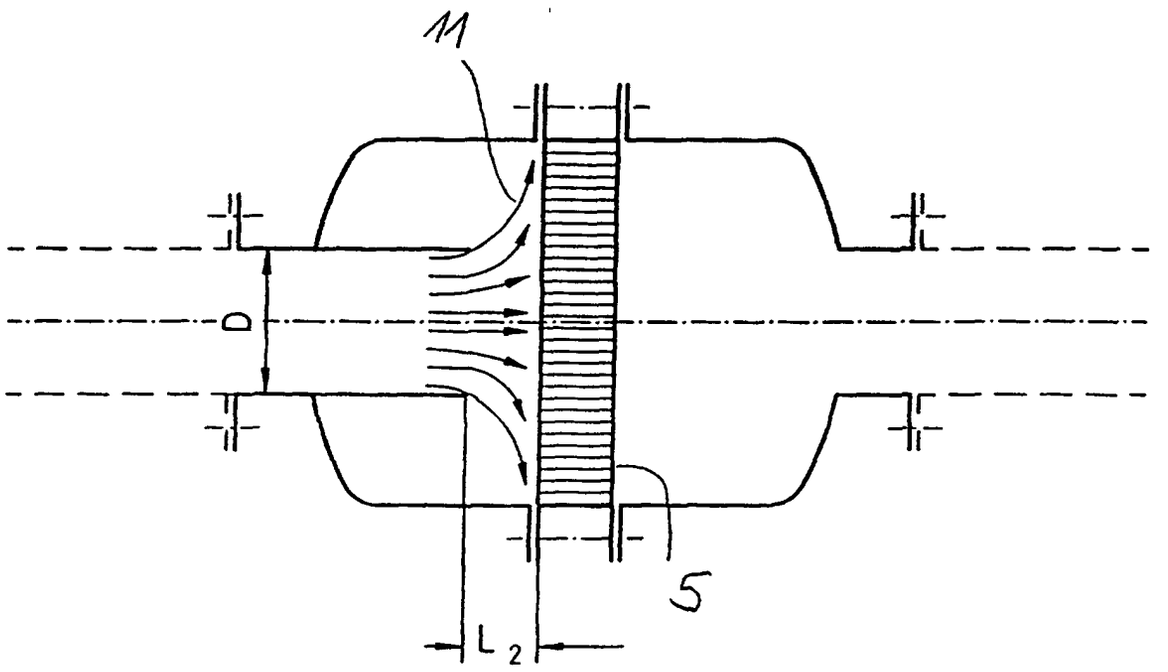


Fig. 3

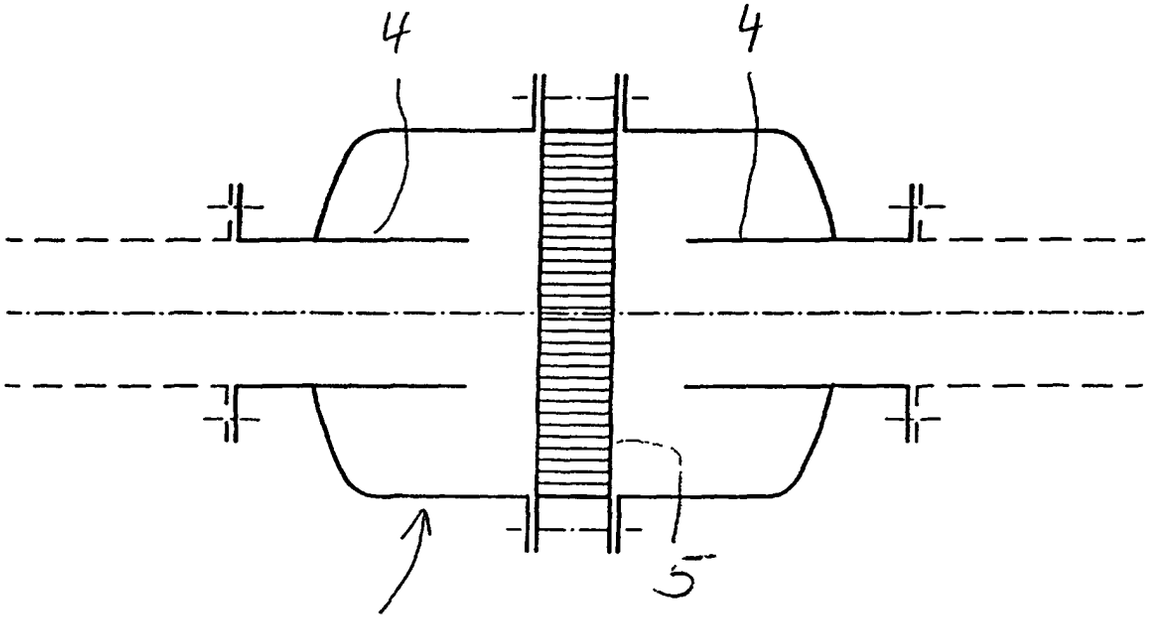


Fig. 4

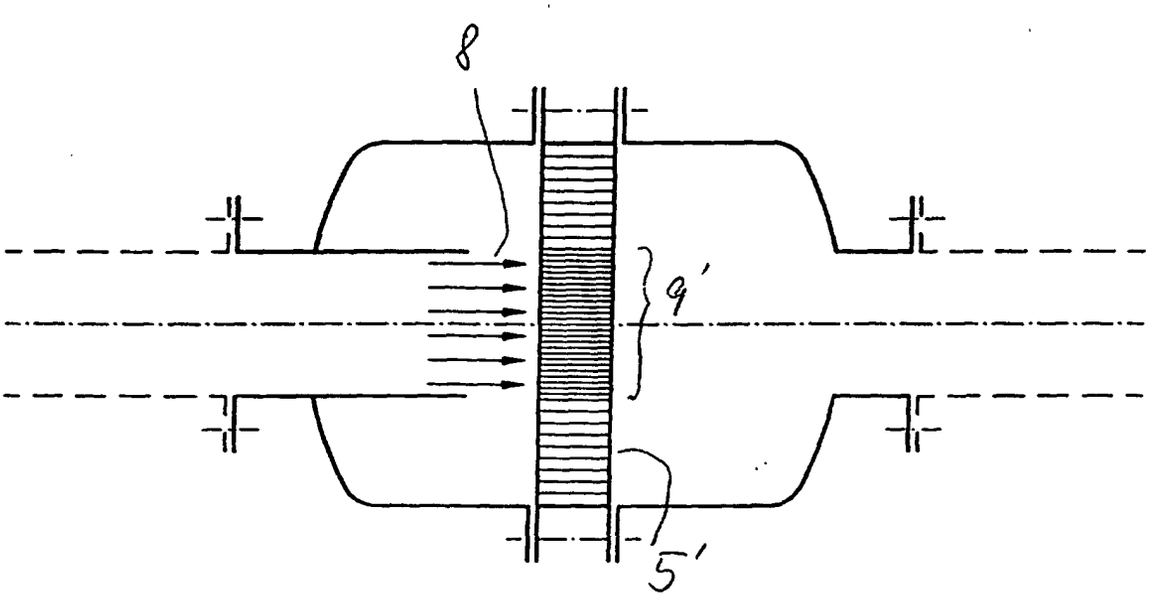


Fig. 5

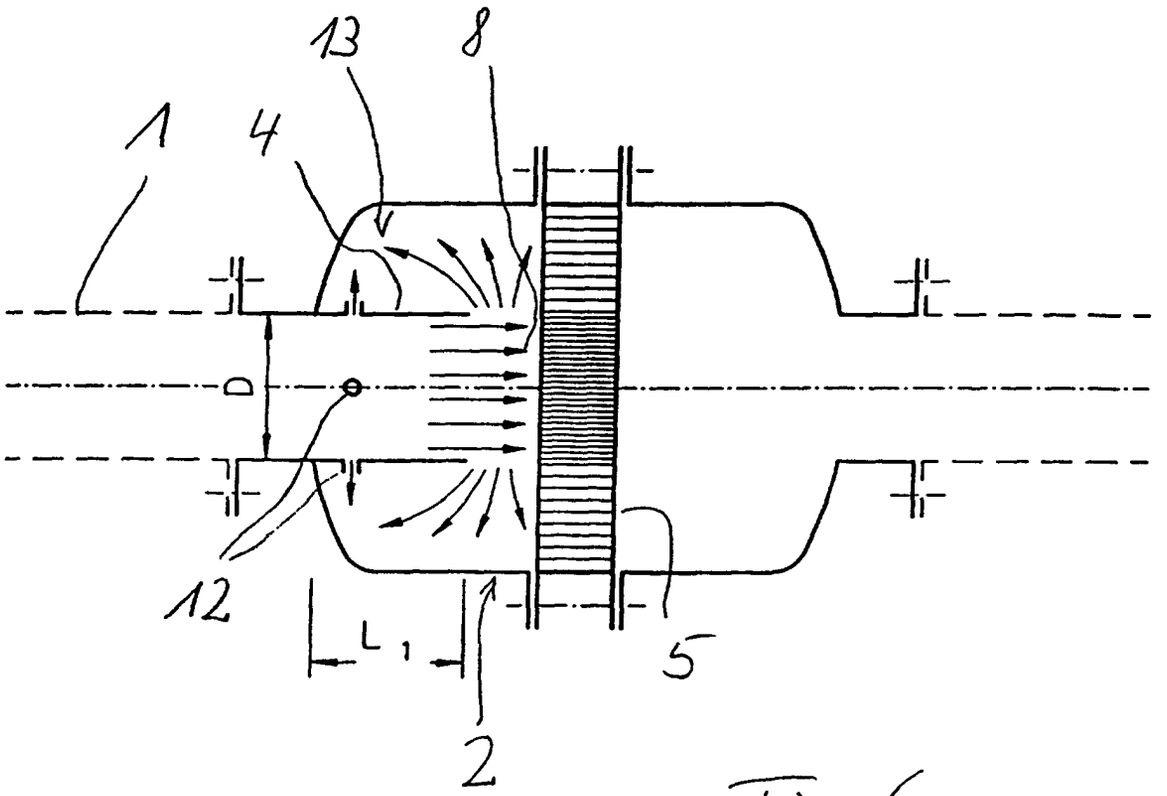


Fig. 6

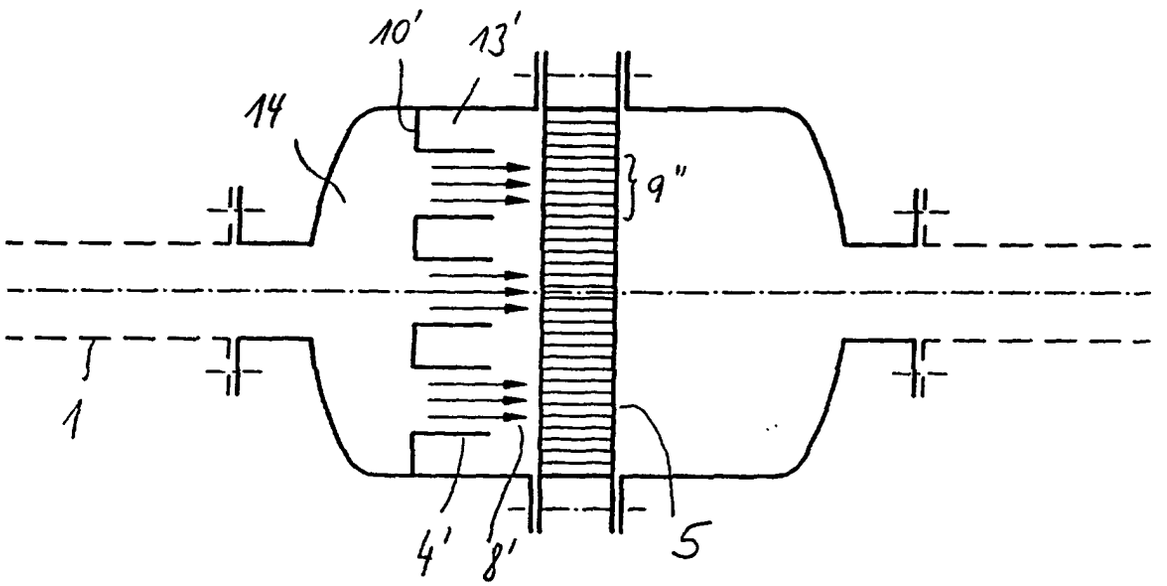


Fig. 7

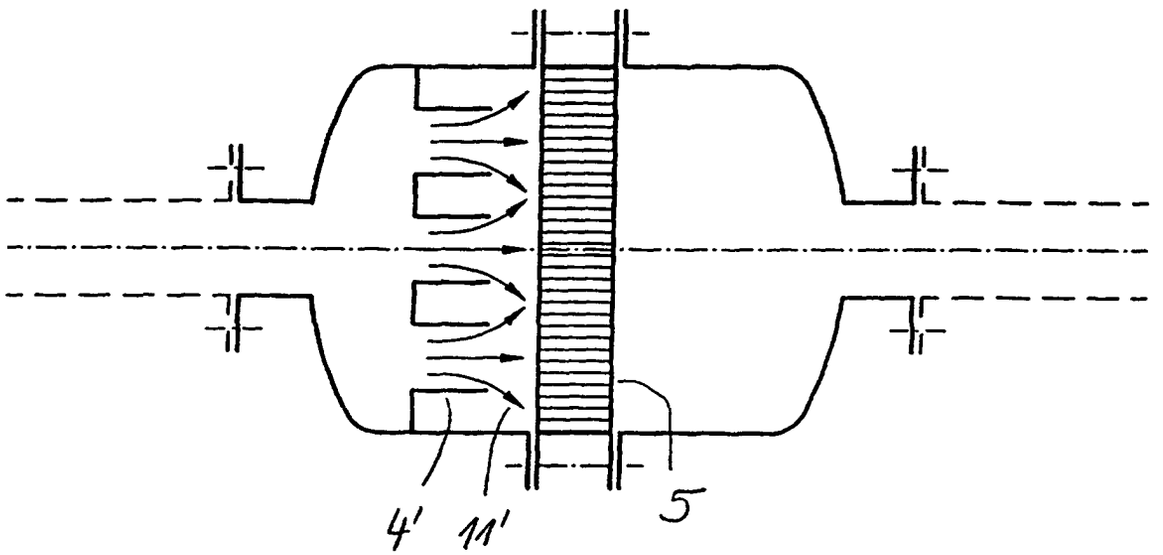


Fig. 8

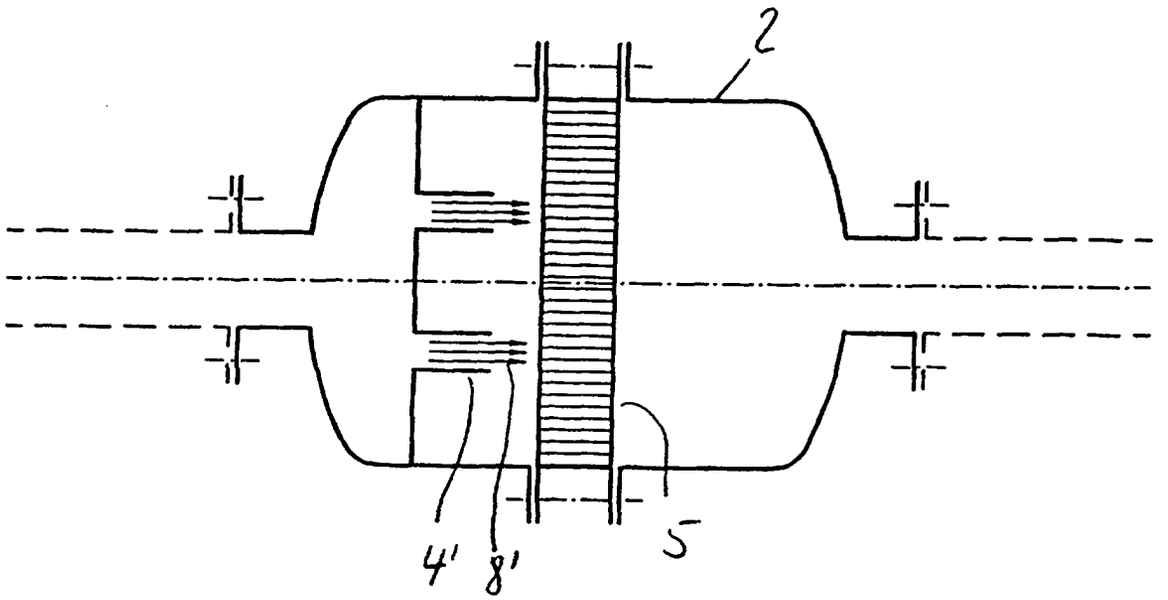


Fig. 9

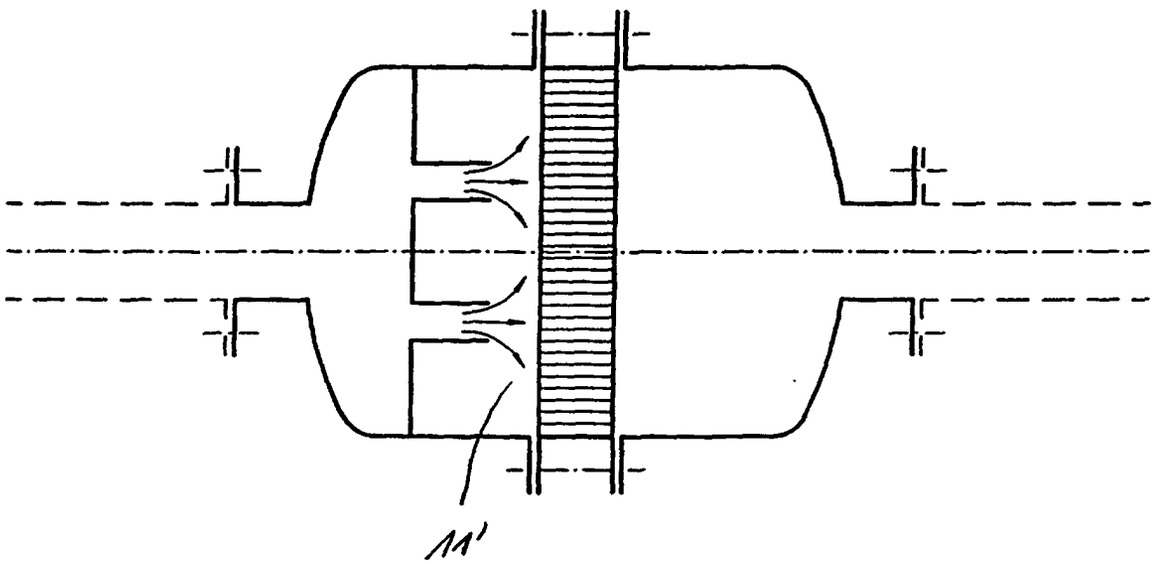


Fig. 15