

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: **87109009.8**

(51) Int. Cl.4: **B05B 1/08** , **B08B 3/02** ,
//A61H9/00,F02M63/00

(22) Anmeldetag: **23.06.87**

(30) Priorität: **24.06.86 DE 3621156**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.01.88 Patentblatt 88/01

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL SE

(71) Anmelder: **Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V.**
Bunsenstrasse 10
D-3400 Göttingen(DE)

(72) Erfinder: **Meier, Gerd, E.A., Dr.**
Am Menzelberg 6
D-3400 Göttingen(DE)
 Erfinder: **Unrau, Andreas**
Arcisstrasse 62
D-8000 München 40(DE)

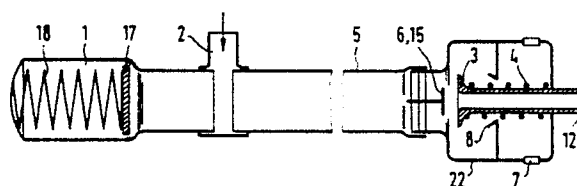
(74) Vertreter: **Patentanwälte Viering & Jentschura**
Steinsdorfstrasse 6
D-8000 München 22(DE)

(54) **Vorrichtung zum Erzeugen eines Hochgeschwindigkeits-Flüssigkeitsstrahles.**

(57) Vorrichtung zum Erzeugen eines Hochgeschwindigkeits-Flüssigkeitsimpulsstrahles, mit einer Rohrleitung (5), welche an dem einen Rohrleitungsende ein Ventil mit einem Ventilkörper (3), der aus einer Ausgangsstellung heraus in eine Betriebsstellung bewegbar ist, und einer an den Ventilkörper (3) angreifenden Stellvorrichtung (4) aufweist und im Abstand von diesem Rohrleitungsende an einem Flüssigkeitszulauf (2) angeschlossen ist. Zur Erzeugung des Hochdruck-Flüssigkeitsimpulsstrahles ohne gesonderte Hochdruckvorrichtung wird die Flüssigkeit an dem das Ventil enthaltenden Rohrleitungsende dadurch, daß der Ventilkörper (3) seine Betriebsstellung erreicht, unter Erzeugung eines Flüssigkeitsschlages plötzlich abgebremst, wobei an dem das Ventil aufweisenden Rohrleitungsende wenigstens eine Strahlöffnung (12) kleineren Querschnitts als der Rohrleitungsquerschnitt mündet, die wenigstens in der Betriebsstellung des Ventilkörpers (3) zum Ausgeben des Impulsstrahles offen ist. Vorzugsweise wird von dem Ventilkörper (3) eine in der Betriebsstellung des Ventilkörpers geschlossene Durchflußöffnung (7) größeren Querschnitts als die Strahlöffnung (12) beherrscht und mündet das dem Ventil abgewandte Rohrleitungsende in eine

akustisch weiche, die bei dem Flüssigkeitsschlag erzeugte Druckwelle als Verdünnungswelle reflektierende Vorrichtung (1). Bevorzugt ist außerdem die Strahlöffnung (12) in der Ausgangsstellung des Ventilkörpers (3) abgesperrt.

FIG. 5



Vorrichtung zum Erzeugen eines Hochgeschwindigkeits-Flüssigkeitsimpulsstrahles

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Hochgeschwindigkeits-Flüssigkeitsimpulsstrahles, mit einer Rohrleitung, welche an dem einen Rohrleitungsende ein Ventil mit einem Ventilkörper, der aus einer Ausgangsstellung heraus in eine Betriebsstellung bewegbar ist, und einer an dem Ventilkörper angreifende Stellvorrichtung aufweist und im Abstand von diesem Rohrleitungsende an einem Flüssigkeitszulauf angeschlossen ist.

Durch die Erfindung wird die Aufgabe gelöst, eine derartige Vorrichtung so auszubilden, daß der Hochgeschwindigkeits-Flüssigkeitsimpulsstrahl erzeugt wird unter Ausnutzung der Strömungsenergie einer Niederdruckströmung in der Rohrleitung.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die Flüssigkeit an dem das Ventil enthaltenden Rohrleitungsende dadurch, daß der Ventilkörper seine Betriebsstellung erreicht, unter Erzeugung eines Flüssigkeitsschlages plötzlich abbremsbar ist und daß an dem das Ventil aufweisenden Rohrleitungsende wenigstens eine Strahlöffnung kleineren Querschnitts als der Rohrleitungsquerschnitt mündet, die wenigstens in der Betriebsstellung des Ventilkörpers zum Ausgeben des Impulsstrahles offen ist.

Gemäß der Erfindung wird somit der Impulsstrahl durch Ausnutzung des an sich bekannten Flüssigkeitsschlages erzeugt, der entsteht, wenn eine Strömung in einer Rohrleitung sehr rasch innerhalb einer Zeitspanne abgebremst wird, die nach Joukowski kleiner als die zweifache Rohrleitungslänge geteilt durch die Schallgeschwindigkeit in der Flüssigkeit betragen muß. Unter diesen Bedingungen wird die Flüssigkeit im Gebiet der raschen Strömungsänderung kompressibel, wodurch ein Druckimpuls entsteht, der erfindungsgemäß einen Teil der Flüssigkeit an dem das Ventil enthaltenden Rohrleitungsende beschleunigt, welcher durch die Strahlöffnung als Hochdruck-Impulsstrahl aus der Vorrichtung austritt.

Die Ausnutzung des Wasserschlages ist zwar an sich bekannt (DE-B-620 483), jedoch nicht zur Erzeugung eines Hochgeschwindigkeits-Flüssigkeitsimpulsstrahles, sondern zur Erzeugung von Schallimpulsen. Hierbei wird der Ventilkörper, der eine Durchflußöffnung für die Strömung in der Rohrleitung beherrscht, unter dem Strömungsdruck gegen die Kraft einer Rückstellfeder auf seinen Ventilsitz bewegt, wodurch die Durchflußöffnung abgesperrt wird und die Strömung unter Erzeugung des Flüssigkeitsschlages plötzlich angehalten wird. Der dadurch entstehende Schallimpuls wird über eine Membran oder dgl. abgestrahlt. Wenn der Überdruck in der Rohrleitung nach gewisser Zeit

wieder abgebaut ist, öffnet sich das Ventil unter dem Druck der Ventilsfeder wieder, wodurch sich die Strömung in der Rohrleitung wieder ausbilden kann und der Ventilkörper unter dem Staudruck der Strömung erneut gegen den Ventilsitz bewegt wird.

Demgegenüber wird erfindungsgemäß unter Ausnutzung des Flüssigkeitsstrahles ein Hochdruck-Impulsstrahl erzeugt, indem an dem das Ventil aufweisenden Rohrleitungsende wenigstens eine Strahlöffnung mündet, die vorzugsweise als konvergierende Düse ausgebildet ist und die spätestens in der Betriebsstellung des Ventilkörpers offen ist, damit der Flüssigkeitsstrahl aufgrund der Druckerhöhung in der Rohrleitung infolge des Auftretens des Flüssigkeitsschlages in der Betriebsstellung des Ventilkörpers entstehen kann.

Der Druck, welcher sich aufgrund des Flüssigkeitsschlages aufbaut, ist um ein Vielfaches höher als der Anregungsdruck für die Flüssigkeitsströmung, die abgebremst wird. Daher sind gesonderte Hochdruckerzeugungsvorrichtungen für die Ausbildung des Hochdruckstrahles nicht erforderlich.

Die aufgrund des Flüssigkeitsschlages in der Rohrleitung entstehende Druckerhöhung baut sich in der Folge wieder ab, wodurch der erzeugte Impulsstrahl abklingt. Danach wird der Ventilkörper wieder in seine Ausgangsstellung verstellt, wonach die Strömung in der Rohrleitung wieder angeworfen und durch Verstellen des Ventilkörpers in die Betriebsstellung wieder zur Erzeugung eines weiteren Druckimpulses und damit Hochgeschwindigkeitsstrahles abgebremst wird. Ein gezieltes Abbauen der Druckerhöhung in der Rohrleitung und daher im Bereich der Strahlöffnung kann dadurch begünstigt werden, daß das dem Ventil abgewandte Rohrleitungsende in eine akustisch weiche, die bei dem Flüssigkeitsschlag erzeugte Druckwelle als Verdünnungswelle reflektierende Vorrichtung mündet. Von der zum Ventil zurücklaufenden Verdünnungswelle wird der Druck erniedrigt, wodurch auch die Geschwindigkeit des aus der Strahlöffnung ausgehenden Flüssigkeitsstrahles sinkt. Die Verdünnungswelle wird ihrerseits nach Reflexion an dem das Ventil aufweisenden Rohrleitungsende an dem akustisch weichen Rohrleitungsende als Druckwelle reflektiert, die zum erneuten Anwerfen der Strömung in Richtung zu dem das Ventil aufweisende Rohrleitungsende hin beiträgt.

Die akustisch weiche Vorrichtung kann z. B. ein Dämpfungsbehälter mit einem Gasvolumen sein, der mit einem Kolben oder einer Membran zu dem zugeordneten Rohrleitungsende hin abgeschlossen wird. Als günstig hat sich ein Dämpfungsbehälter mit gasgefüllten Elastomerblasen wie Gummibällen, z.B. Tennisbällen, erwiesen.

Für die erfindungsgemäße Vorrichtung ist es erforderlich, daß in der Rohrleitung unter dem Zuleitungsdruck oder mittels eines in der Rohrleitung angeordneten gesonderten Strömungsantriebes eine zu dem das Ventil enthaltenden Rohrleitungsende hin gerichtete Strömung ausgebildet wird, die dann unter Erzeugung des Flüssigkeitsschlages plötzlich abgebremst werden kann. Gegebenenfalls kann hierzu die Flüssigkeitssäule in der Rohrleitung mitsamt dem in der Ausgangslage befindlichen Ventilkörper, der in diesem Fall in Art eines in der Rohrleitung verschiebbaren Kolbens ausgebildet ist, bis auf eine ausreichende Strömungsgeschwindigkeit beschleunigt werden. Vorzugsweise jedoch ist zusätzlich zu der Strahlöffnung eine Durchflußöffnung größeren Querschnitts als die Strahlöffnung vorgesehen, wobei die Durchflußöffnung in der Ausgangsstellung des Ventilkörpers für den Flüssigkeitsdurchlaß offen ist und in der Betriebsstellung des Ventilkörpers von diesem geschlossen wird.

Der Ventilkörper kann zum Beispiel ein mittels der Stellvorrichtung um eine senkrecht zur Rohrleitungsachse verlaufende Achse drehbarer Rotationskörper sein, der senkrecht zu der Drehachse durchbohrt ist, so daß er in seiner Ausgangsstellung den Rohrleitungsquerschnitt mit Hilfe der Bohrung wenigstens teilweise freigibt und, nachdem er um 90° in seine Betriebsstellung gedreht ist, den Rohrleitungsquerschnitt zum Abbremsen der Flüssigkeitsströmung absperrt. Bevorzugt jedoch ist der Ventilkörper in der Axialrichtung der Rohrleitung verschwenkbar oder insbesondere verschiebbar, wobei die Betriebsstellung des Ventilkörpers von einem Anschlag bestimmt wird. Hierbei kann vorgesehen werden, daß der Ventilkörper in seine Betriebsstellung mittels einer gesteuert angetriebenen Stellvorrichtung bewegt wird, sobald die Flüssigkeitsströmung abgebremst werden soll, und mittels der Stellvorrichtung oder einer gesonderten Rückstellvorrichtung wieder in die Ausgangsstellung zurückgeführt wird.

Jedoch kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch so ausgebildet werden, daß der Ventilkörper aus seiner Ausgangsstellung in die Betriebsstellung unter dem Flüssigkeitsdruck, der aufgrund der voll ausgebildeten Flüssigkeitsströmung auf den Ventilkörper einwirkt, ohne zusätzlichen Antrieb bewegt wird, wobei die Stellvorrichtung als den Ventilkörper in dessen Ausgangsstellung zurückführende Rückstellvorrichtung ausgebildet

ist. Diese Rückstellvorrichtung ist insbesondere eine an dem Ventilkörper angreifende Feder, die einerseits schwach genug ist, daß sich der Ventilkörper unter dem Strömungsdruck der Flüssigkeit bei voll ausgebildeter Strömung gegen die Kraft der Rückstellfeder in die Betriebsstellung bewegt, andererseits aber stark genug ist, um den Ventilkörper in dessen Ausgangsstellung zurückzuführen, wenn sich der Flüssigkeitsdruck vor dem Ventilkörper nach dem Ausgeben des Flüssigkeitsimpulsstrahles wieder hinreichend abgebaut hat, bevor die Flüssigkeitsströmung wieder voll aufgebaut wird. Hierbei ist es auch möglich, den Ventilkörper in dessen Ausgangsstellung zu sperren und gesteuert zu einem gewählten Zeitpunkt für die Bewegung in die Betriebsstellung wieder freizugeben.

Die Rückstellvorrichtung kann auch als steuerbarer Stellantrieb ausgebildet werden, von welchem der Ventilkörper aus der Betriebsstellung in die Ausgangsstellung zurückgetrieben wird und von welcher der Ventilkörper in der Ausgangsstellung für dessen vom Strömungsdruck angetriebene Bewegung in die Betriebsstellung, gegebenenfalls zu einem gesteuert vorgegebenen Zeitpunkt, wieder freigegeben wird.

Die Rohrleitung kann als Rohrleitungsabschnitt begrenzter Länge ausgebildet sein. Jedoch kann die Rohrleitung als auch Zirkulationsleitung ausgebildet sein, die von dem Ventilkörper unter Unterbrechen der Zirkulationsströmung absperrbar ist. Unter dem das Ventil aufweisenden "Rohrleitungsende" wird hierbei derjenige Rohrleitungsteil verstanden, der das Ventil aufweist. In die Zirkulationsleitung kann ein Flüssigkeitsbehälter eingeschaltet sein, welcher einerseits mittels einer in der Rohrleitung angeordneten Pumpe den Flüssigkeitszulauf bildet und in welchen andererseits die Flüssigkeit bei offenem Ventil zurückgeführt wird.

Insbesondere bei der Ausführungsform, bei welcher der Ventilkörper bei voll ausgebildeter Strömung unter dem Strömungsdruck in seine Betriebsstellung bewegt wird und in seine Ausgangsstellung von einer Rückstellfeder zurückgeführt wird, kann eine mit dem Ventilkörper in dessen Ausgangsstellung zusammenwirkende verstellbare Hubbegrenzungs Vorrichtung vorgesehen sein. Durch Verstellen des möglichen Hubes des Ventilkörpers können die Frequenz und der Druckwert des Flüssigkeitsimpulsstrahles über die in der Ausgangsstellung des Ventilkörpers auf diesen einwirkende Federkraft in Abhängigkeit von dem Zuleitungsdruck eingestellt werden.

Die Strahlöffnung kann auch in der Ausgangsstellung des Ventilkörpers bereits offen sein. Dann fließt, sobald eine Flüssigkeitsströmung in der Rohrleitung zustandekommt, schon ein Anfangs-

strahl mit geringer Strömungsgeschwindigkeit aus der Strahlöffnung, bevor der Flüssigkeitsschlag auftritt und der Hochdruckstrahl erzeugt wird. Da dieser jedoch eine wesentlich höhere Strömungsgeschwindigkeit als der Anfangsstrahl hat, kann dieser von dem Hochdruckstrahl "überholt" werden, der dabei in den Anfangsstrahl eindringt und zerplatzen kann. Falls dies je nach Anwendungsgebiet der Erfindung vermieden werden soll, kann dafür gesorgt werden, daß die Strahlöffnung in der Ausgangsstellung des Ventilkörpers, vorzugsweise auch noch während dessen Bewegung in die Betriebsstellung bis zum Auftreten des Flüssigkeitsschlages, abgesperrt ist. Dies kann mittels des Ventilkörpers im Zusammenwirken mit der Rohrleitungswand oder - wenn die Strahlöffnung in dem Ventilkörper selbst ausgebildet ist - mittels einer Absperrvorrichtung, z. B. einem Dorn, erreicht werden, welcher in der Ausgangsstellung des Ventilkörpers in die Strahlöffnung hineinragt. Es ist auch möglich, in der Strahlöffnung selbst ein Druckventil, z. B. ein federbelastetes, nach außen öffnendes Rückschlagventil vorzusehen, welches erst öffnet, wenn bei der Druckerhöhung aufgrund des Flüssigkeitsschlages ein gegenüber dem normalen Druck in der Rohrleitung bestimmter Überdruck herrscht.

Bei dem Auftreten des Flüssigkeitsschlages, wenn die Strömung an dem seine Betriebsstellung einnehmenden Ventilkörper und/oder dem das Ventil aufweisenden Rohrleitungsende abgebremst wird, wirkt der Druckimpuls auch auf die Rohrleitung selbst, so daß diese beschleunigt wird. Um einen solchen Rückschlag zu vermeiden oder wenigstens zu mildern, kann die Rohrleitung mit ihrem dem Ventil abgewandten Ende zu dem das Ventil aufweisenden Ende hin derart zurückgeführt werden, daß die Rohrleitungsenden in die gleiche Richtung weisen und aufeinander ausgerichtet sind. Dadurch wird der auf das Rohrleitungsende, an welchem der Flüssigkeitsschlag erzeugt wird, einwirkende Druckimpuls für die Rohrleitung wenigstens teilweise kompensiert.

Die Erfindung läßt sich auf so anwenden, daß bei Ausbildung der Rohrleitung zwischen dem Flüssigkeitszulauf und der Strahlöffnung als Zirkulationsleitung, in welcher ein Strömungsantrieb angeordnet sein kann, eine Ringströmung angeworfen wird, die zum Erzeugen des Flüssigkeitsschlages durch Unterbrechen der Ringströmung zu einer Stauereinrichtung umgelenkt wird, an welcher die umgelenkte Flüssigkeit unter Erzeugung des Flüssigkeitsschlages plötzlich abgebremst wird und an welcher die Strahlöffnung mündet. Diese Stauereinrichtung kann unmittelbar eine die Strahlöffnung enthaltende Wand der Rohrleitung sein. Es ist jedoch auch möglich, sie als Rohrleitungsabschnitt, in den die Strahlöffnung

mündet, derart auszubilden, daß auf die in der Rohrleitungsstrecke enthaltene Flüssigkeitssäule die umgelenkte Ringströmung unter Erzeugung des Flüssigkeitsschlages und daher des Hochdruckstrahles auftrifft.

Die Rohrleitung ist bevorzugt relativ steif. Wenn die Rohrleitung jedoch aufgrund des Druckes, der bei dem Flüssigkeitsschlag auf sie einwirkt, ihren Durchmesser und/oder ihre Länge vergrößern kann, wird dadurch auf die Druckamplitude und die Dauer des durch die Strahlöffnung austretenden Impulsstrahles eingewirkt.

Die Erfindung läßt sich bei entsprechender Ausbildung der Vorrichtung, z. B. zur Fahrzeugreinigung, zur Gebäudereinigung, zur Abwasserkanalreinigung, zur Ausbildung von Massageduschen, zum Einspritzen von Kraftstoff in die Ansaugleitung oder die Zylinder einer Brennkraftmaschine und dgl. anwenden. Es ist auch möglich, mit Hilfe der pulsierenden Hochdruckstrahlen einen Hochdruck-Akkumulator aufzuladen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen erläutert, die aus der Zeichnung in schematischer Darstellung ersichtlich sind.

Für spezielle Anwendungen der Erfindung sind Ausführungsformen möglich, mit denen ein niederfrequenter oder hochfrequenter Intervallbetrieb zur Erzeugung pulsierender Hochdruckstrahlen, ein Resonanzbetrieb oder ein Einzelimpulsbetrieb mit großer Druckamplitude des Hochgeschwindigkeitsimpulsstrahles möglich sind.

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung gezeigt, die sich für einen periodischen Betrieb eignet und einen pulsierenden Flüssigkeitsstrahl hohen Druckes und hoher Geschwindigkeit erzeugt. Die Vorrichtung enthält eine Rohrleitung 5, die an einen Flüssigkeitszulauf 2 angeschlossen ist und im Abstand von dem Flüssigkeitszulauf 2 einen Ventilkopf 22 mit einem Teller-Ventilkörper 3 aufweist, der im Zusammenwirken mit einem als Anschlag 8 ausgebildeten Ventilsitz eine Durchflußöffnung 7 beherrscht. Der Ventilkörper 3 ist unter Ausbildung einer Strahlöffnung 12 durchbohrt und wird von einer Rückstellfeder 4 in die Offenstellung des Ventils gedrückt. Jenseits des Flüssigkeitszulaufes 2 mündet die Rohrleitung 5 in eine akustisch weiche Vorrichtung 1, die als Dämpfungsbehälter mit drucknachgiebigem Dämpfungsmaterial ausgebildet ist.

Bei geöffnetem Ventil wird in der Rohrleitung 5 aufgrund eines an dem Flüssigkeitszulauf 2 herrschenden Vordruckes eine Niederdruckströmung angeworfen, die den Ventilkörper 3 durch die Durchflußöffnung 7 und die Strahlöffnung 12 passiert. Bei ausreichend großem Zuleitungsdruck wird der Staudruck an dem Ventilkörper 3 größer als die Kraft der Rückstellfeder 4, wodurch der Ventilkörper 3 unter dem Strömungsdruck gegen den

Ventilsitz bewegt wird und die Durchflußöffnung 7 plötzlich abgesperrt wird. Dadurch wird die Flüssigkeitsströmung in der Rohrleitung 5 plötzlich abgebremst und es entsteht ein Flüssigkeitsschlag, der am Ventilkopf 22 zu einer starken Druckerhöhung führt, unter welcher der Teil der Flüssigkeit beschleunigt wird, der sich in der die Strahlöffnung 12 bildenden Bohrung des Ventilkörpers 3 befindet. Dadurch wird aus der Strahlöffnung 12, deren Querschnitt wesentlich kleiner als der Querschnitt der Rohrleitung 5 und der Durchflußöffnung 7 ist, beschleunigt, wodurch ein Hochdruckstrahl entsteht, der durch die Strahlöffnung 12 hindurch austritt.

Die durch den Flüssigkeitsschlag im Ventilkopf 22 entstandene Schallwelle läuft in der Rohrleitung 5 zurück und wird an der akustisch weichen Vorrichtung 1 als Verdünnungswelle reflektiert, von welcher der Druck im Ventilkopf 2 erniedrigt wird. Dadurch wird auch die Geschwindigkeit des aus der Strahlöffnung 12 austretenden Flüssigkeitsstrahles verringert. Die Verdünnungswelle wird an dem in seiner Betriebsstellung befindlichen Ventilkörper 3 als Verdünnungswelle reflektiert, wodurch der Druck in der Rohrleitung 5 zusätzlich verringert wird. Wenn der Druck vor dem Ventilkörper 3 hinreichend gesunken ist, wird das Ventil von der Feder 4 wieder geöffnet. Dadurch wird die auf das Ventil gerichtete Strömung in der Rohrleitung 5 aufgrund des in der Flüssigkeitszuleitung 2 herrschenden Vordruckes wieder angeworfen, wozu die inzwischen an der akustisch weichen Vorrichtung 1 nun als Druckwelle reflektierte Schallwelle beiträgt. Wenn der Druck vor dem Ventilkörper 3 aufgrund ausreichend hoher Strömungsgeschwindigkeit in der Rohrleitung 5 hinreichend angestiegen ist, wird das Ventil durch Bewegen des Ventilkörpers 3 gegen den Anschlag 8 entgegen der Kraft der Ventillfeder 4 wieder geschlossen, wodurch der Zyklus erneut beginnt.

Die Frequenz dieses Vorganges und die Druckamplitude des Druckimpulsstrahles hängen von der Federkonstanten der Rückstellfeder 4, dem Verhältnis der Flächen von Ventilöffnung 7 zu Strahlöffnung 12, dem Hub des Ventilkörpers 3 und der Querschnittsfläche der Rohrleitung 5 ab. Eine Vergrößerung der Federkonstanten, des Verhältnisses der Querschnittsflächen von Durchflußöffnung 7 und Strahlöffnung 12 und des Hubes des Ventilkörpers 3 sowie eine Verkleinerung des Querschnittes der Rohrleitung 5 bewirken eine Erniedrigung der Frequenz des Flüssigkeitsimpulsstrahles. Ferner hängen die Frequenz und Druckamplitude auch vom Zuleitungsdruck und von der akustischen Impedanz des Systemes ab. Wenn die Frequenz steigt, so sinkt die

Druckamplitude des ausgegebenen Flüssigkeitsimpulsstrahles, da die Flüssigkeit in der Rohrleitung 5 nicht mehr auf sehr hohe Strömungsgeschwindigkeiten beschleunigt wird.

Nach Figur 2 ist zusätzlich eine verstellbare Hubbegrenzungsvorrichtung 6 für den Ventilkörper 3 vorgesehen. Durch Verstellung der Hubbegrenzungsvorrichtung 6 läßt sich die Frequenz der ausgegebenen Impulsstrahlen steuern. Eine niedrige Frequenz der Impulsstrahlen hat einen hohen Druck derselben zur Folge. In diesem Frequenzbereich erhält man einen niederfrequenten Hochdruckintervallbetrieb. Bei hohen Frequenzen arbeitet die Vorrichtung im hochfrequenten Intervallbetrieb mit Flüssigkeitsimpulsstrahlen geringeren Druckes. Die Halbwertsbreite der Druckimpulse ist von der Impedanz des Systemes abhängig. Dies bedeutet, daß sich durch die Wahl geeigneter Materialien für die Rohrleitungen 5 (Elastizitätseinfluß) und das Dämpfungsmaterial in der akustisch weichen Vorrichtung 1 die Zeitdauer des Flüssigkeitsimpulsstrahles beeinflussen läßt.

Die Vorrichtung läßt sich auch im Resonanzbetrieb betreiben. Hierzu wird die Frequenz des Ventils mit der Laufzeit der Schallwellen in der Rohrleitung 5 synchronisiert. In diesem Fall addieren sich die in der Rohrleitung 5 reflektierten Schallwellen mit dem Druckanstieg aufgrund des Flüssigkeitsstrahles beim Schließen des Ventils. Dadurch wird die Geschwindigkeit des Hochdruckimpulsstrahles noch einmal gesteigert.

Die in Figur 3 gezeigte Ausführungsform ermöglicht die gleichen Betriebsarten wie die Ausführungsformen nach den Figuren 1 und 2. Jedoch ist nach Figur 3 als Ventilkörper 3 eine Schwenkplatte vorgesehen, welche an ihrer Achse eine Rückstellfeder aufweist und welche unter Ausbildung mehrerer Strahlöffnungen 12 mehrfach durchbohrt ist.

Die Vorrichtung aus Figur 4 eignet sich für den Einzelimpulsbetrieb mit großer Druckamplitude der ausgegebenen Hochdruckstrahlen. Der Ventilkörper 3 ist als im Ventilkopf 22 verschiebbar Kolben ausgebildet, der mittels eines gesteuerten Stellantriebes 9 aus der Betriebsstellung, in welcher der Stellkörper 3 die Durchflußöffnung 7 absperrt, wieder in die Ausgangsstellung bewegbar ist. Wenn in der Rohrleitung 5 die gewünschte Strömungsgeschwindigkeit erreicht ist, wird der Ventilkörper 3 von dem Stellantrieb 9 freigegeben, so daß der Ventilkörper 3 unter dem Druck der in der Rohrleitung 5 strömenden Flüssigkeitssäule gegen den den Ventilsitz bildenden Anschlag 8 bewegt wird, wodurch der Ventilkörper 3 und damit die Flüssigkeitssäule in der Rohrleitung 5 plötzlich abgebremst werden. Unter dem dadurch entstehenden Flüssigkeitsschlag werden Impulsstrahlen durch die Strahlöffnungen 12 im Ventilkörper 3

ausgepresst, die wieder auf Niederdruckstrahlen abklingen, sobald sich der Druck vor dem Ventilkörper 3 wieder abgebaut hat. Durch ein erneutes Bewegen des Ventilkörpers 3 in dessen Ausgangsstellung mittels des Stellantriebes 9 und des erneuten Ausklinkens des Ventilkörpers 3 kann ein neuer Zyklus zur Hochdruckstrahlerzeugung ausgelöst werden.

In Figur 5 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung schematisch gezeigt, die prinzipiell derjenigen in den Figuren 1 bis 4 entspricht, wobei die akustisch weiche Vorrichtung 1 als pneumatischer Behälter mit einer gegen die Kraft einer Feder 18, die auch von der Komprimierung des Gasvolumens im Behälter repräsentiert sein kann, verschiebbarem Kolben 17 dargestellt ist. Abweichend von den Ausführungsformen aus den Figuren 1 bis 4 ist jedoch nach Figur 5 eine Hubbegrenzungsvorrichtung 6 für den Ventilkörper 3 vorgesehen, welche gleichzeitig als Absperrvorrichtung 15 ausgebildet ist, von welcher die Strahlöffnung 12 in der Ausgangsstellung des Ventilkörpers 3 abgesperrt wird. Dadurch entsteht bei offenem Ventil kein aus der Strahlöffnung 12 ausgegebener Niederdruckstrahl, wodurch der bei geschlossenem Ventil erzeugte Hochdruckstrahl nicht durch Auftreffen auf einen vorher ausgegebenen Niederdruckstrahl zerplatzen kann. Aus dem gleichen Grunde sind bei der Ausführungsform aus Figur 5 die Durchflußöffnungen 7 seitlich des Ventilkörpers 22 ausgebildet.

Bei der Ausführungsform aus Figur 6 ist die verstellbare Hubbegrenzungsvorrichtung 6 für den Ventilkörper 3, von welcher gleichzeitig die Absperrvorrichtung 15 für die Strahlöffnung 12 in dem Ventilkörper 3 in dessen Ausgangsstellung gebildet wird, als axial verstellbarer Dorn ausgebildet, der in der Ausgangsstellung des Ventilkörpers 3 in die Strahlöffnung 12 eingreift und diese daher absperrt, bis der Ventilkörper 3 seine Betriebsstellung erreicht, in welcher er an dem Anschlag 8 unter Absperren der seitlichen Durchflußöffnung 7 angeschlagen ist.

Bei dem Ausführungsbeispiel aus Figur 7 sind die mehreren Strahlöffnungen am Ventilkopf 22 in der Wand der Rohrleitung 5 so ausgebildet, daß sie schräg nach hinten bezüglich der Strömung in der Rohrleitung 5 ausgerichtet sind. Diese Ausführungsform eignet sich insbesondere als Reinigungskopf für die Abwasserkanalreinigung. In den Strahlöffnungen 12 sind Druckventile 13 eingebaut, von welchen die Strahlöffnungen 12 freigegeben werden, wenn der Flüssigkeitsschlag durch Auftreffen des Ventilkörpers 3 auf dem Ventilsitz 8 entsteht.

In Figur 8 ist eine ähnliche Ausführungsform gezeigt, in welcher jedoch die Strahlöffnungen 12 in dem stirnseitig geschlossenen Hohlraum des Ventilkörpers 3 ausgebildet sind und mittels des Absperrrohrfortsatzes erst geöffnet werden, wenn der Ventilkörper 3 auf dem Ventilsitz 8 anschlägt. Die Strahlöffnungen 12 können aus dem Ventilkörper 3 tangential derart ausmünden, daß der Ventilkörper 3 nach Freigabe der Strahlöffnungen 12 in Drehung versetzt wird und die aus den Strahlöffnungen 12 ausgegebenen Hochdruckstrahlen daher beispielsweise für die Abwasserkanalreinigung verdreht werden.

Nach Figur 9 ist die Rohrleitung 5 mit ihrem dem Ventil abgewandten Rohrleitungsende derart zurückgeführt, daß die Rohrleitungsenden in die gleiche Richtung weisen und aufeinander ausgerichtet sind. Dadurch läßt sich eine weitgehende Rückschlagsfreiheit der Vorrichtung erreichen.

Nach Figur 10 ist der Ventilkörper 3 als in der Rohrleitung 5 verschiebbarer, durchbohrter Kolben ausgebildet, von welchem die in der Rohrleitungswand ausgebildeten Strahlöffnungen 12 bis zum Verschließen der Durchflußöffnungen 7 und dem Auftreffen des Ventilkörpers 3 auf dem Anschlag 8 abgesperrt werden.

Figur 11 zeigt als Prinzipschaubild die Anwendung der Erfindung zum zeitlich gesteuerten Einspritzen von Kraftstoff in die Ansaugleitung 21 einer Brennkraftmaschine. Die Kraftstoffleitung 5 ist als Zirkulationsleitung ausgebildet, in welche ein Kraftstoff-Vorratsbehälter 19, eine Pumpe 20 sowie ein Absperrventil eingeschaltet sind, mit dessen Ventilkörper 3 im Zusammenwirken mit einem als Anschlag 8 wirkenden Ventilsitz der Durchflußquerschnitt 7 der Rohrleitung 5 zu gesteuerten Zeitpunkten absperrenbar ist. Der Ventilkörper 3 wird daher von einem gesteuerten Stellantrieb 9 betätigt. Von der Kraftstoffrohrleitung 5 ist vor dem Ventil eine als Düse ausgebildete Strahlöffnung 12 abzweigend, die in die Ansaugleitung 21 mündet und ein Druckventil 13 enthält. Wenn der Ventilkörper 3 von dem Stellantrieb 9 gegen den Ventilsitz 8 verstellt wird, wird die Zirkulationsströmung in der Rohrleitung 5 an dem Ventilkörper 3 plötzlich abgebremst, wodurch der Flüssigkeitsschlag entsteht. Aufgrund der Druckerhöhung wird das Druckventil 13 geöffnet, wodurch ein Kraftstoff-Impulsstrahl durch die Strahlöffnung 12 in die Ansaugleitung 21 eingespritzt wird. Danach wird der Ventilkörper 3 von dem Stellantrieb 9 oder durch den inzwischen wieder abgebauten Druck wieder in seine Ausgangsstellung verstellt, in welcher die Durchflußöffnung 7 geöffnet ist, so daß sich die Zirkulationsströmung für den nächsten Einspritzvorgang wieder ausbilden kann.

Die Ausführungsform aus Figur 12 entspricht prinzipiell derjenigen aus Figur 1. Der Ventilkörper 3 nach Figur 12 ist jedoch als durchbohrter Rotationskörper ausgebildet, der mittels eines Stellantriebes 9 aus seiner Ausgangsstellung heraus, in welcher er über seine Bohrung die Durchflußöffnung 7 freigibt, um 90° in seine Betriebsstellung gedreht werden kann, in welcher er die Durchflußöffnung 7 absperrt. Vor dem Ventilkörper 3 sind seitliche Strahlöffnungen 12 an der Rohrleitung 5 ausgebildet, die jeweils von einem Überdruckventil 13 abgesperrt sind, welches unter der Druckerhöhung beim Auftreten des Flüssigkeitsschlages zum Ausgeben des Impulsstrahles öffnen. Der Dämpfungsbehälter 1 an dem dem Ventil abgewandten Rohrleitungsende enthält ein Gasvolumen, welches zur Rohrleitung 5 hin von einem Kolben 17 abgesperrt ist. Der Kolben 17 ist an einer Rückstellfeder 18 abgestützt, die gegebenenfalls auch von dem Gasvolumen selbst gebildet werden kann.

Nach Figur 13 ist die Rohrleitung 5 hinter dem Flüssigkeitszulauf 2 als Zirkulationsleitung ausgebildet, in welcher mittels eines Strömungsantriebs 14, der in Form eines Schaufelrades in der Rohrleitung 5 angeordnet ist, eine Ringströmung 10 erzeugt wird. Tangential zu der Ringleitung ist von dieser eine Stauereinrichtung 16 in Form eines Rohrstutzens abgezweigt, in dessen Stirnwand eine Strahlöffnung 12 ausgebildet ist. Am Übergang der Ringleitung zu der Stauereinrichtung 16 ist ein Ventil ausgebildet, dessen Ventilkörper 3 von einem gesteuerten Stellantrieb 9 betätigt wird, um zu einem vorgewählten Zeitpunkt die Ringströmung 10 zu unterbrechen und die strömende Flüssigkeit in die Stauereinrichtung 16 umzuleiten. Zunächst wird von dem Strömungsantrieb 14 die Ringströmung allmählich beschleunigt. Beim Erreichen der Maximalgeschwindigkeit wird der Ventilkörper 3 von dem Stellantrieb 9 in seine Betriebsstellung bis zum Anliegen an dem Anschlag 8 verstellt, so daß die Ringströmung 10 unterbrochen wird. Die dadurch in die Stauereinrichtung 16 umgelenkte Flüssigkeitsströmung wird in der Stauereinrichtung plötzlich abgebremst, so daß der Flüssigkeitsschlag entsteht und aus der Strahlöffnung 12 ein Hochdruck-Impulsstrahl ausgegeben wird. Dieser Impulsstrahl dauert so lange, bis die nachdrückende Flüssigkeitsströmung völlig zur Ruhe gekommen ist. Da diese Zeitspanne etwa der doppelten Schallaufzeit in der Zirkulationsleitung beträgt, sind solche Ausführungsformen wegen der relativ großen Länge der Ringleitung, die auch aus mehreren Spiralwindungen bestehen kann, besonders zur Erzeugung lang dauernder Impulsstrahlen geeignet. Ferner arbeitet diese Ausführungsform unabhängig vom Druck in dem Flüssigkeitszulauf 2.

Ansprüche

1. Vorrichtung zum Erzeugen eines Hochdruck-Flüssigkeitsimpulsstrahles, mit einer Rohrleitung (5), welche an dem eine Rohrleitungsende ein Ventil mit einem Ventilkörper (3), der aus einer Ausgangsstellung heraus in eine Betriebsstellung bewegbar ist, und einer an dem Ventilkörper (3) angreifenden Stellvorrichtung (4, 9, 11) aufweist und im Abstand von diesem Rohrleitungsende an einem Flüssigkeitszulauf (2) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit an dem das Ventil enthaltenden Rohrleitungsende dadurch, daß der Ventilkörper (3) seine Betriebsstellung erreicht, unter Erzeugung eines Flüssigkeitsschlages plötzlich abbremsbar ist und daß an dem das Ventil aufweisenden Rohrleitungsende wenigstens eine Strahlöffnung (12) kleineren Querschnitts als der Rohrleitungsquerschnitt mündet, die wenigstens in der Betriebsstellung des Ventilkörpers (3) zum Ausgeben des Impulsstrahles offen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Ventil abgewandte Rohrleitungsende in eine akustisch weiche, bei dem Flüssigkeitsschlag erzeugte Druckwelle als Verdünnungswelle reflektierende Vorrichtung (1) mündet.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die akustisch weiche Vorrichtung (1) als Dämpfungsbehälter mit gasgefüllten Elastomerblasen, wie Gummibällen, ausgebildet ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Ventilkörper (3) eine Durchflußöffnung (7) größeren Querschnitts als die Strahlöffnung (12) beherrscht wird, wobei die Durchflußöffnung (7) in der Ausgangsstellung des Ventilkörpers (3) für den Flüssigkeitsdurchfluß offen und in der Betriebsstellung des Ventilkörpers (3) geschlossen ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsstellung des Ventilkörpers (3) von einem mit diesem zusammenwirkenden Anschlag (8) bestimmt wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit durch den Flüssigkeitszulauf (2) unter einem Vordruck in die Rohrleitung (5) zugeführt wird, der Ventilkörper aus der Ausgangsstellung heraus gegen den Anschlag (8) unter dem Flüssigkeitsvordruck bewegbar ist und die Stellvorrichtung (4, 9) als den Ventilkörper (3) in dessen Ausgangsstellung zurückführende Rückstellvorrichtung ausgebildet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückstellvorrichtung als Feder (4) ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückstellvorrichtung als steuerbarer Stellantrieb (9) ausgebildet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrleitung (5) als Zirkulationsleitung ausgebildet ist, die von dem Ventilkörper (3) in dessen Betriebsstellung abgesperrt wird.

5

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine mit dem Ventilkörper (3) in dessen Ausgangsstellung zusammenwirkende verstellbare Hubbegrenzungsvorrichtung (6) vorgesehen ist.

10

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlöffnung (12) in der Ausgangsstellung des Ventilkörpers (3) abgesperrt ist.

15

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlöffnung (12) ein Druckventil (13) zugeordnet ist.

20

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlöffnung (12) in dem Ventilkörper (3) ausgebildet ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrleitung (5) mit ihrem dem Ventil abgewandten Ende zu dem das Ventil aufweisenden Ende hin derart zurückgeführt ist, daß die Rohrleitungsenden in die gleiche Richtung weisen und aufeinander ausgerichtet sind (Figur 9).

25

30

15. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Zirkulationsleitung erzeugte Strömung durch das Absperrren der Zirkulationsleitung zu einer Staueneinrichtung (16) umlenkbar ist, an welcher die umgelenkte Flüssigkeit unter Erzeugung des Flüssigkeitsschlages plötzlich abgebremst wird und an welcher die Strahlöffnung (12) mündet.

35

40

45

50

55

FIG. 1

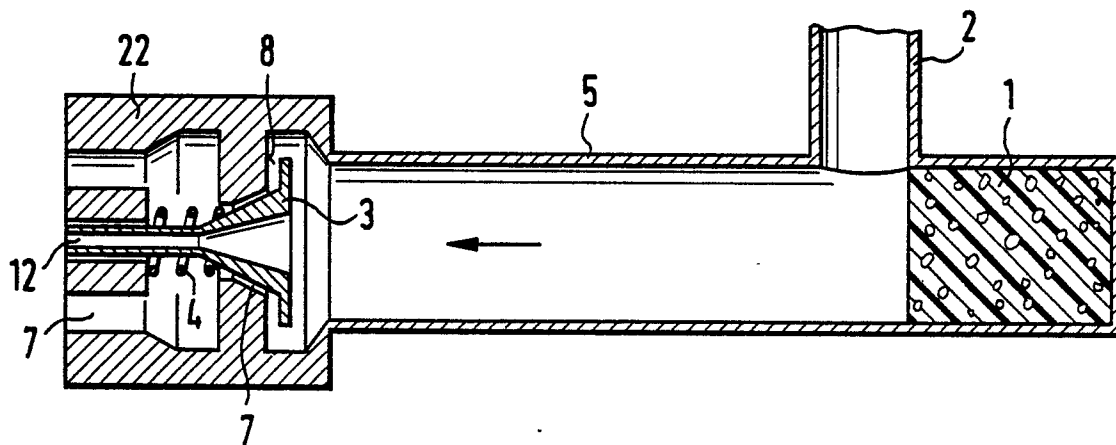


FIG. 2

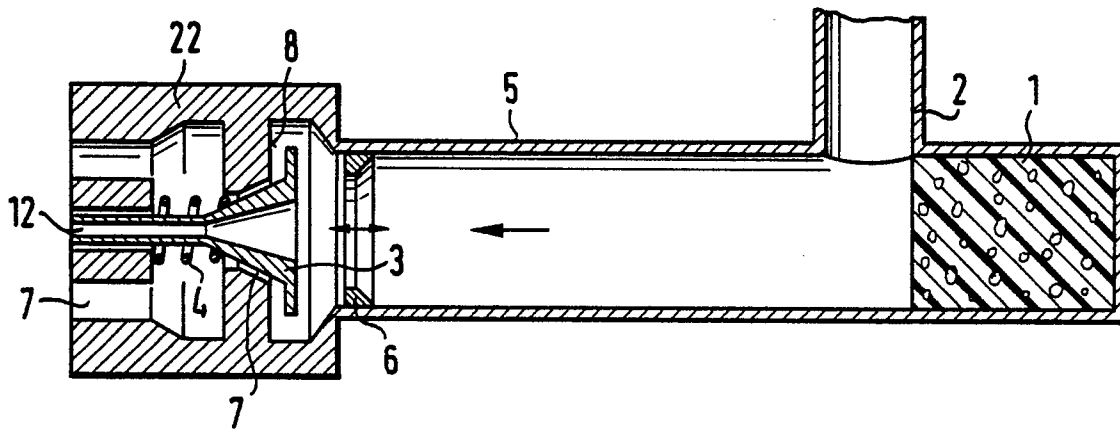


FIG. 3

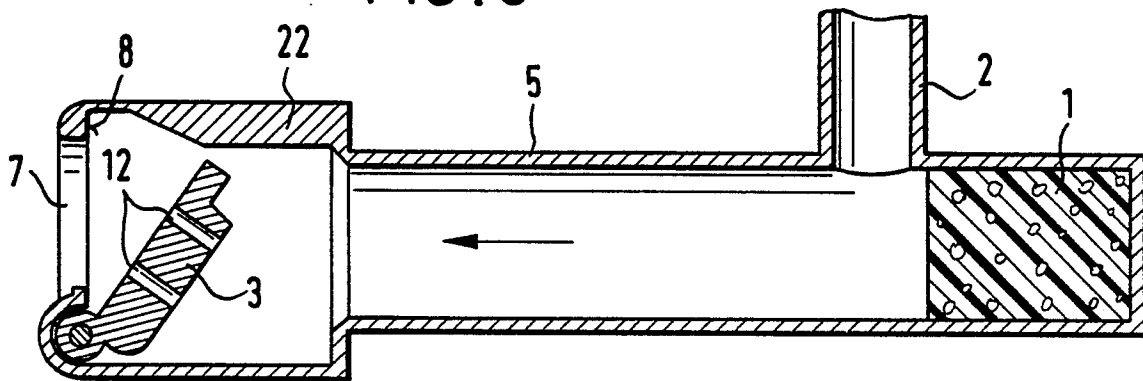


FIG. 4

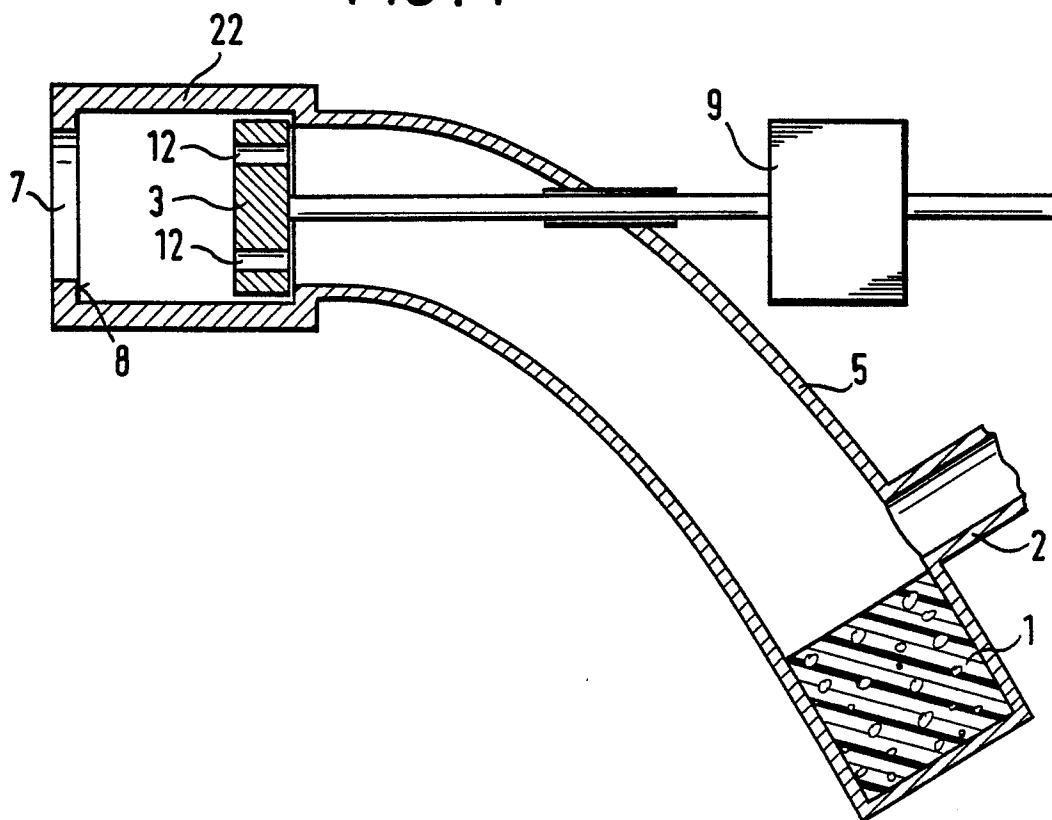


FIG. 5

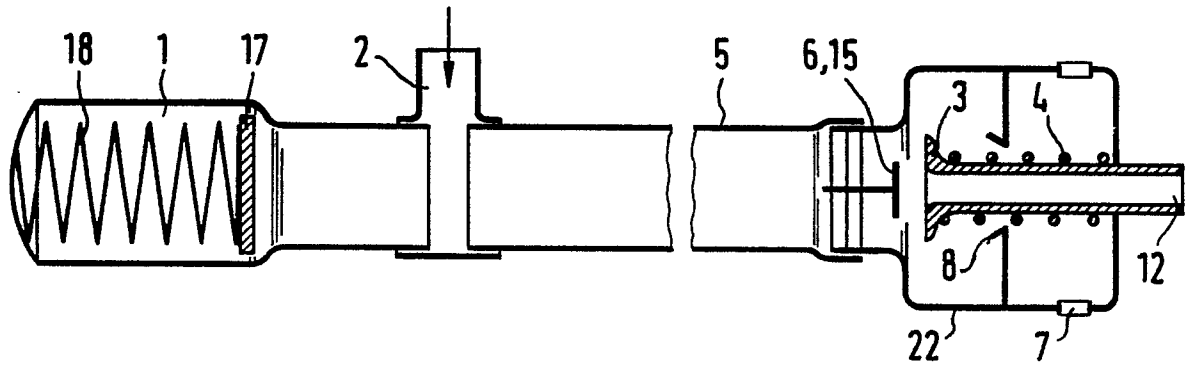


FIG. 6

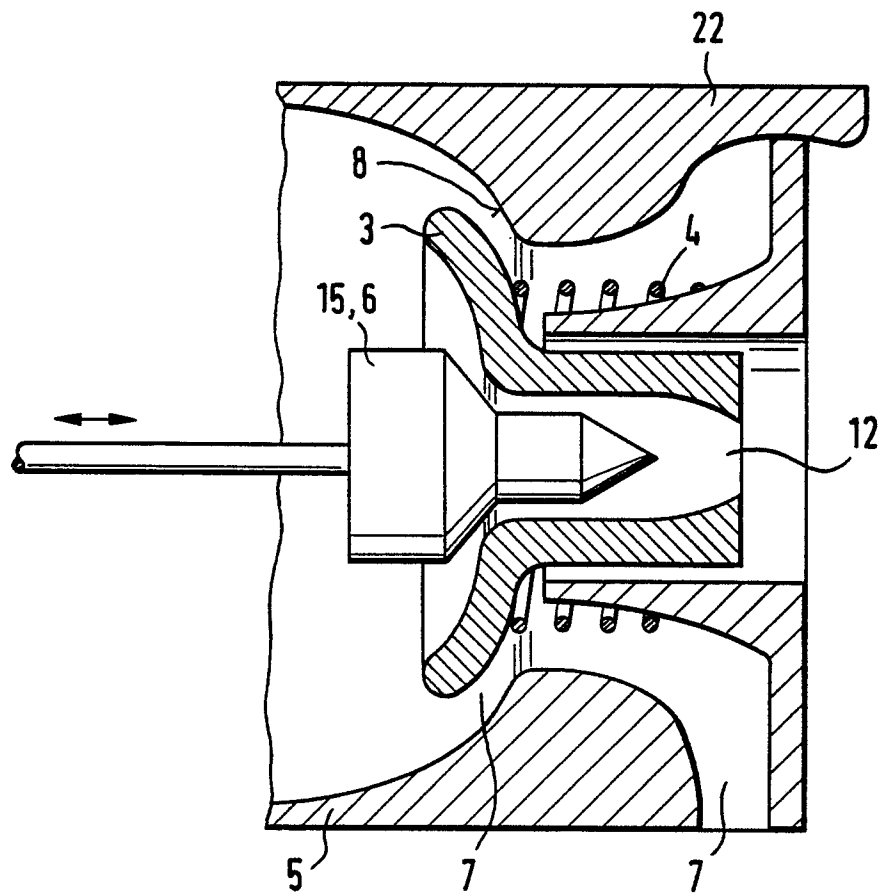


FIG. 7

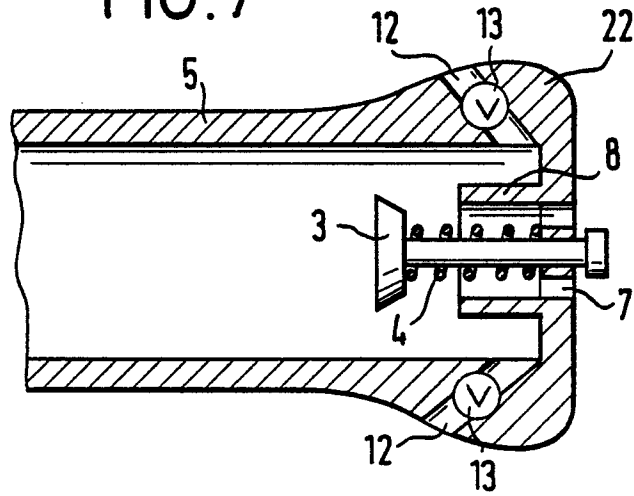


FIG. 8

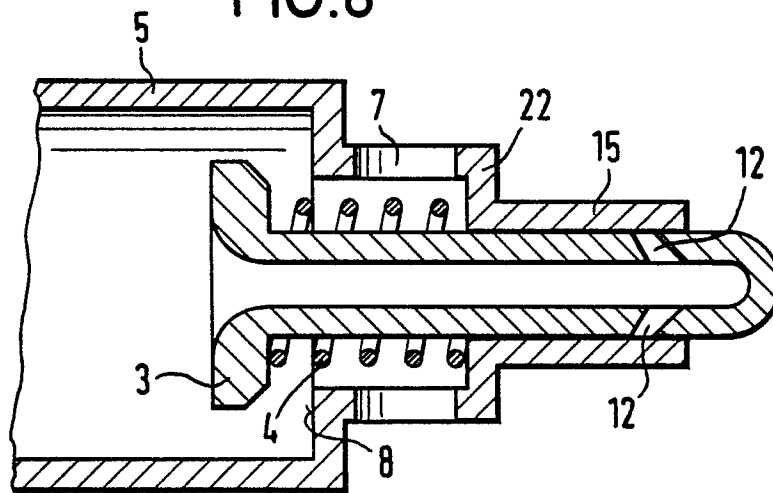


FIG. 9

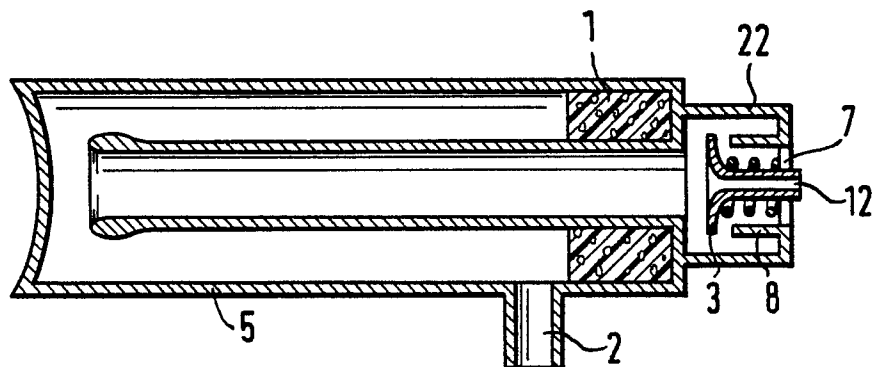


FIG. 10

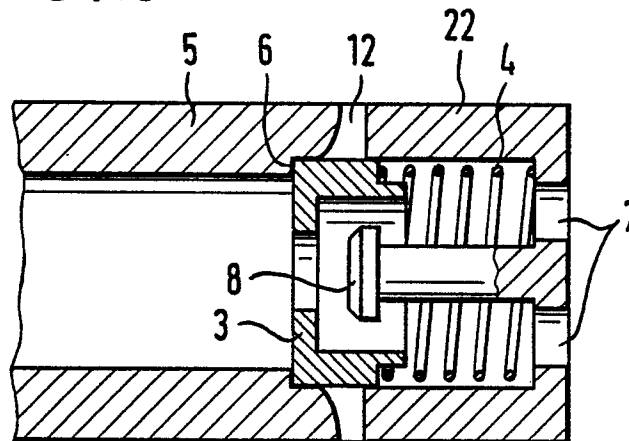


FIG. 11

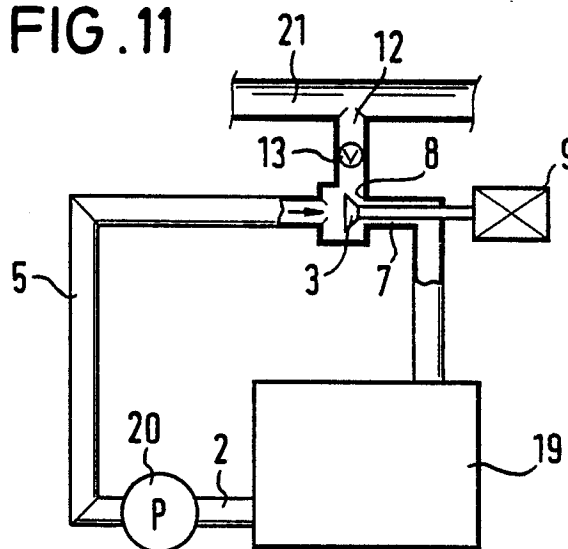


FIG. 12

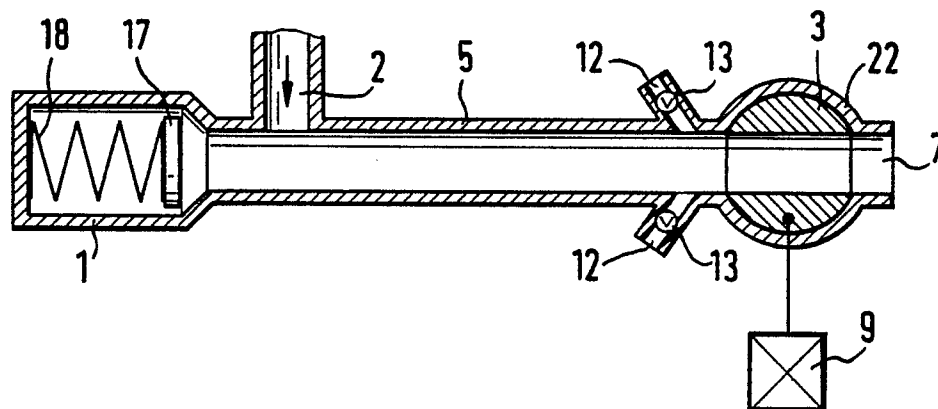
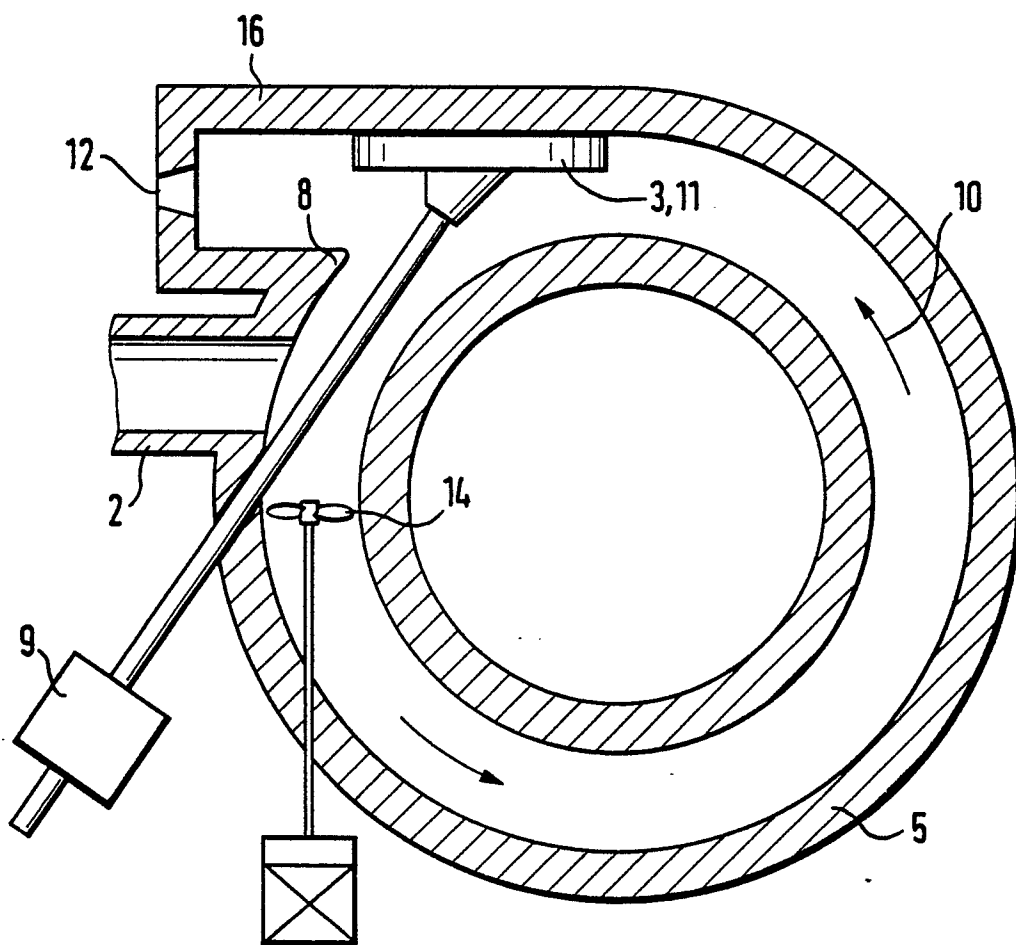


FIG. 13





EP 87109009.8

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	<u>SU - A - 1 061 845</u> (MOSKAUER)	1,4-7, 11-13	B 05 B 1/08
Y	* Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 4, Zeile 10; Fig. *	8	B 08 B 3/02
	--		//A 61 H 9/00
			F 02 M 63/00
Y	<u>DE - A1 - 2 935 988</u> (SIEKE)	8	
	* Fig. 2 samt zugehörigem Text *		
	--		
A	<u>DE - A1 - 3 229 596</u> (BARD)	1	
	* Fig. 1-5,9,-11 samt zugehörigem Text *		
	--		
A	<u>US - A - 4 573 637</u> (PATER et al.)	1	
	* Zusammenfassung; Fig. 1 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 23-09-1987	Prüfer KUTZELNIGG
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	