

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 753 339 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.01.1997 Patentblatt 1997/03

(51) Int. Cl.⁶: **B01F 5/04**

(21) Anmeldenummer: 96111025.1

(22) Anmeldetag: 09.07.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GR IT PT

(30) Priorität: 10.07.1995 DE 19525044

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
65189 Wiesbaden (DE)

(72) Erfinder: **Grupa, Uwe, Dr.-Ing.**
85356 Freising (DE)

(74) Vertreter: **Kasseckert, Rainer**
Linde Aktiengesellschaft,
Zentrale Patentabteilung
82049 Höllriegelskreuth (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Stoffeintrag in strömende Medien

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Eintragen eines Stoffes, insbesondere von Flüssigkeit oder Gas, in ein strömendes Medium. Um eine effektive Vermischung des Stoffes mit dem strömenden Medium zu erreichen, wird vorgeschlagen, das Medium durch einen gekrümmten Strömungskanal (1) fließen zu lassen, an dem ein Stoffeintragsrohr (5) angebracht ist. Das Stoffeintragsrohr (5) ist im Krüm-

mungsbereich des Strömungskanals (1) angeordnet und endet in der Nähe des inneren Krümmungsradius des Strömungskanals (1). Aufgrund der im Krümmungsbereich des Strömungskanals (1) herrschenden Strömungsverhältnisse ist eine effektive Einmischung des einzutragenden Stoffes in das strömende Medium gewährleistet.

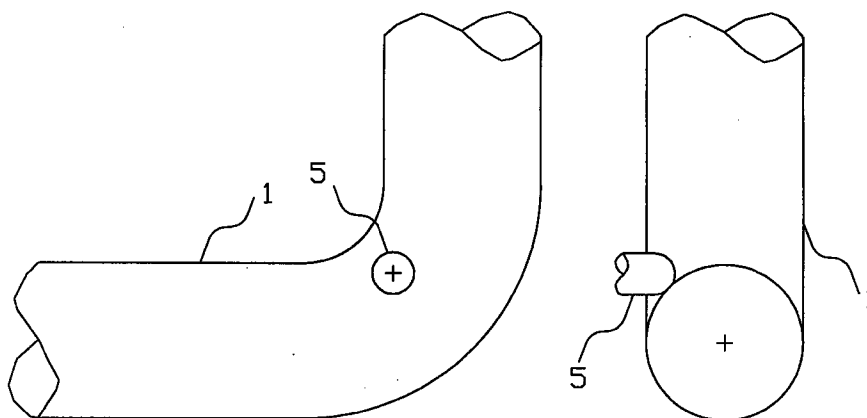


Fig. 2

EP 0 753 339 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Eintrag eines Stoffes in ein strömendes Medium sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

In verschiedensten Bereichen der Technik ist es oftmals notwendig, einen Stoff in ein strömendes Medium einzutragen und mit dem Medium zu vermischen. Beispielsweise besteht häufig das Problem, ein Gas in einer in einem Kanal oder einer Rohrleitung fließenden Flüssigkeit möglichst vollständig zu lösen. Oft sollen auch Flüssigkeiten untereinander weitgehend vermischt werden. Ein anderes Problem besteht z. B. darin, strömende Flüssigkeiten abzukühlen. Hierzu ist auch schon vorgeschlagen worden, ein kaltes Gas oder eine kalte Flüssigkeit in die strömende Flüssigkeit einzutragen und mit dieser zu vermischen.

Üblicherweise werden zum Eintragen von Gasen oder Flüssigkeiten in strömende Flüssigkeiten Venturimischer, Düsen- oder Sinterkerzen verwendet. Bei diesen Einrichtungen besteht allerdings die Gefahr, daß infolge von Verstopfungen oder Verschmutzungen kein dauerhaft zuverlässiger Betrieb möglich ist. Außerdem kann es beim Einsatz von Stoffeintragseinrichtungen, die mit einer Querschnittsverengung des Strömungskanals arbeiten, zu einer unerwünschten Veränderung des strömenden Mediums kommen. Insbesondere kann die Qualität bestimmter Lebensmittel durch auftretende hohe Scherkräfte leiden. Beispielsweise kann es bei einer Begasung von Milch mittels eines Venturimischers aufgrund der hohen Scherbeanspruchung zu einer Fettkugelzerstörung kommen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Eintragen eines Stoffes in ein strömendes Medium zur Verfügung zu stellen, mit denen eine weitgehende Vermischung des Stoffes mit dem strömenden Medium ermöglicht wird, ohne daß die geschilderten Nachteile bisheriger Verfahren und Vorrichtungen auftreten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß verfahrensseitig dadurch gelöst, daß dem strömenden Medium eine Querbeschleunigung aufgezwungen wird und der Stoff im Bereich der Querbeschleunigung in das strömende Medium eingetragen wird.

Als strömendes Medium kommen insbesondere Flüssigkeiten und Gase in Betracht, während als einzutragender Stoff Flüssigkeiten, Gase oder auch Feststoffe in Frage kommen.

Zweckmäßiger Weise wird das strömende Medium zur Erzeugung der Querbeschleunigung durch einen gekrümmten Strömungskanal, insbesondere einen gekrümmten Rohrabschnitt, strömen gelassen.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß im Krümmungsbereich eines Strömungskanals besonders günstige Strömungsverhältnisse herrschen, um eine weitgehende Vermischung des eingetragenen Stoffes mit dem strömenden Medium zu erreichen. Hierzu tragen insbesondere eine besonders günstige Verteilung der Strömungsgeschwindigkeiten über den

Strömungsquerschnitt sowie Turbulenzen im und nach dem Krümmungsabschnitt des Strömungskanals bei.

Vorzugsweise wird der Stoff im Bereich der größten Strömungsgeschwindigkeit in das strömende Medium eingetragen. Bei der Verwendung gekrümmter Strömungskanäle, wie z. B. gekrümmter Rohrabschnitte, befindet sich dieser Bereich in der Nähe des inneren Krümmungsradius des gekrümmten Strömungskanals. Wird der Stoff in diesem Bereich in das strömende Medium eingetragen, so ergibt sich eine besonders gute Vermischung mit dem Medium.

Als zweckmäßig erweist es sich auch, den Stoff senkrecht zur Strömungsrichtung des Mediums einzutragen. Hierzu kann beispielsweise der Stoff seitlich, d.h. senkrecht zu der Ebene, in der die Krümmung verläuft, in den gekrümmten Strömungskanal eingespeist werden. Dadurch werden die seitlich eingeleiteten Stoffe vom Hauptstrom mitgerissen und eingemischt.

Werden als einzutragende Stoffe Gase oder Flüssigkeiten verwendet, so wird der Druck des einzutragenden Gases oder der Flüssigkeit vorzugsweise so eingestellt, daß er in etwa dem Druck des strömenden Mediums entspricht.

Zur Durchführung des Verfahrens ist eine Vorrichtung mit einem Strömungskanal und einer daran angebrachten Stoffeintragseinrichtung vorgesehen.

Vorrichtungsseitig wird die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, daß der Strömungskanal an mindestens einer Stelle gekrümmt ausgebildet und die Stoffeintragseinrichtung im Bereich der Krümmung angeordnet ist.

Der Strömungskanal ist zweckmäßiger Weise an mindestens einer Stelle als gekrümmter Rohrabschnitt ausgebildet. Außerdem ist die Stoffeintragseinrichtung bevorzugt als Stoffeintragsrohr ausgebildet, das in den Strömungskanal eingeführt ist. Dabei endet das Stoffeintragsrohr vorzugsweise im Bereich der größten Strömungsgeschwindigkeit des strömenden Mediums im Strömungskanal. Insbesondere bei gekrümmten Rohrabschnitten befindet sich dieser Bereich in der Nähe des inneren Krümmungsradius des Strömungskanals. Von Vorteil ist es auch, daß der im Strömungskanal endende Abschnitt des Stoffeintragsrohres senkrecht zum Strömungskanal ausgerichtet ist.

Mit der Erfindung werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung gestellt, mit denen insbesondere Gase und Flüssigkeiten zuverlässig in Strömungskanäle eingebracht und in dem strömenden Medium dispergiert und mit diesem vermischt werden können. Dabei bietet die Erfindung eine ganze Reihe von Vorteilen:

Im Gegensatz zu üblichen Vorrichtungen, die bei der Begasung von Lebensmitteln verwendet werden, weist die erfindungsgemäße Vorrichtung keine Einbauten im Strömungskanal, wie z. B. Sintermetallkerzen, auf. Die Gefahr einer Verschmutzung und Verstopfung des Strömungskanals wird dadurch erheblich verringert. Außerdem ist die Vorrichtung einfacher zu reinigen. Da im Gegensatz zu herkömmlichen

Venturimischern keine Querschnittsverengung des Strömungskanals vorgesehen ist, können empfindliche Produkte, insbesondere Lebensmittel, schonender behandelt werden. Beispielsweise besteht bei der Begasung von Milch nicht mehr die Gefahr der Fettku-
gelzerstörung.

Da keine Einbauteile im Strömungskanal erforderlich sind, ist die Vorrichtung auch einfach aufzubauen. Außerdem erfordert der Betrieb der erfindungsgemä-
ßen Vorrichtung nur einen geringen Energieaufwand, da im Strömungskanal kein zusätzlicher Strömungswi-
derstand vorliegt. Durch einen Verzicht auf Einbauten und bewegte Teile wird auch die Betriebssicherheit erhöht. Da die Vorrichtung aus Standardrohren bzw.
Standardrohrbögen aufgebaut werden kann, ergeben sich günstige Herstellungskosten. Darüber hinaus sind keine aufwendigen Dreh- oder Sinterteile erforderlich. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß auch bestehende
Rohrleitungen nachträglich erfindungsgemäß umgerü-
stet werden können. Schließlich wird mit der Erfindung auf technisch einfache und elegante Weise eine beson-
ders effektive Vermischung eines Stoffes, insbesondere einer Flüssigkeit oder eines Gases, mit einem strömen-
den Medium erreicht.

Selbstverständlich kann die Erfindung dadurch wei-
ter ausgestaltet werden, daß mehrere gekrümmte Strö-
mungskanalabschnitte hintereinander geschaltet sind. Dadurch kann die Vermischung zwischen dem einzutra-
genden Stoff und dem strömenden Medium weiter ver-
bessert werden. Bei der Mischung von Gasen und
Flüssigkeiten empfiehlt es sich außerdem einen Pha-
senabscheider nachzuschalten.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann auch als
Flüssig-Flüssigextractor eingesetzt werden, wobei eine
intensive Dispergierung zwischen den beiden Flüssig-
keiten stattfindet. In diesem Fall ist dem gekrümmten
Strömungskanalabschnitt vorteilhafterweise eine Nach-
laufstrecke zur Strömungsberuhigung sowie eine Trenn-
einrichtung zur Auftrennung der beiden Flüssigkeiten
nachgeschaltet.

Die Erfindung kann bei allen denkbaren Anwen-
dungsfällen eingesetzt werden, bei denen ein Stoff mit
einem strömenden Medium vermischt werden soll. Ins-
besondere eignet sich die Erfindung zur Begasung von
in Rohrleitungen strömendem Trinkwasser oder Abwas-
ser sowie zur Begasung von Lebensmitteln. Beispiel-
haft sei hier der Kohlendioxideintrag in Kesselmilch bei
Käseereien und Molkereien genannt.

Im folgenden soll die Erfindung anhand eines in
den Figuren schematisch dargestellten Ausführungs-
beispiels näher erläutert werden. Es zeigen

Figur 1 eine Darstellung der Strömungsverhältnisse
in gekrümmten Rohrleitungen,

Figur 2 ein gekrümmtes Strömungsrohr mit ange-
brachtem Stoffeintragsrohr.

In Figur 1 ist ein gekrümmter Rohrabschnitt 1 mit

einem Rohrrinnendurchmesser D gezeigt. Der Rohrab-
schnitt 1 weist im Krümmungsbereich einen äußeren
Krümmungsradius r_a und einen inneren Krümmungsradi-
us r_i auf. Mit R_m ist der mittlere Krümmungsradius
bezeichnet. An der Schnittstelle A-A sind mit Pfeilen die
Strömungsgeschwindigkeiten dargestellt. Die Strö-
mungsgeschwindigkeit ist in der Nähe des inneren
Krümmungsradius r_i am größten und nimmt zum äuße-
ren Krümmungsradius r_a hin ab. In der Nähe des äuße-
ren Krümmungsradius r_a ist die Strömung sogar
entgegengesetzt zur Hauptströmungsrichtung gerichtet.
In diesem Bereich entstehen Turbulenzen 2 an der
Rohrwand. Darüber hinaus entstehen größere Turbu-
lenzen 3 in Strömungsrichtung gesehen am Ende des
Krümmungsbereichs an der inneren Rohrwand.

Der Schnitt A-A zeigt die Strömungsverteilung im
Querschnitt. Es ergeben sich zwei Kreisströmungen 4
die im Zentrum des Rohres aneinander grenzen. In die-
sem Bereich ist die Strömung von der Rohrinnenwand
zur Rohraußenwand gerichtet.

Die Erfindung nutzt diese Strömungsverhältnisse in
gekrümmten Strömungskanälen gezielt für eine effek-
tive Einmischung eines Stoffes in ein strömendes
Medium aus. Der einzutragende Stoff, insbesondere
eine Flüssigkeit oder ein Gas, wird im Krümmungsbe-
reich des Rohrabchnitts 1 in das strömende Medium
eingebracht. Vorzugsweise wird der Stoff im Bereich
des Schnittes A-A in der Nähe des inneren Krüm-
mungsradius r_i , insbesondere an der Stelle mit der
größten Strömungsgeschwindigkeit, senkrecht zu der
Ebene, in der die Krümmung verläuft, d.h. in der darge-
stellten Zeichnung senkrecht zur Blattebene, in das
strömende Medium eingespeist. Aufgrund der an der
Einspeisestelle herrschenden Strömungsverhältnisse
ist eine besonders effektive Vermischung des Stoffs mit
dem strömenden Medium gewährleistet.

In Figur 2 ist ein gekrümmter Rohrabschnitt mit
angebrachtem Stoffeintragsrohr aus zwei zueinander
senkrechten Perspektiven gezeigt. Das Stoffeintrags-
rohr 5 ist an der Stelle am gekrümmten Rohrabschnitt 1,
indem das Medium strömt, angebracht, an der gemäß
Figur 1 die günstigsten Strömungsverhältnisse für eine
möglichst effektive Einmischung des Stoffes in das strö-
mende Medium herrschen. Demnach ist das Stoffein-
tragsrohr senkrecht zu der Ebene, in der die Krümmung
des gekrümmten Strömungsrohres 1 verläuft, in das
Rohr eingeführt. Das Stoffeintragsrohr 5 endet in der
Nähe des inneren Krümmungsradius des Strömungs-
rohres 1 im mittleren Krümmungsabschnitt.

Die gezeigte Vorrichtung eignet sich insbesondere
zum Eintragen einer Flüssigkeit oder eines Gases in
eine strömende Flüssigkeit. Beispielsweise kann die
Vorrichtung mit Vorteil zur Begasung von Wasser- oder
Abwasserströmen sowie zur Begasung flüssiger
Lebensmittel eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Eintragen eines Stoffes in ein strö-

mendes Medium, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem strömenden Medium eine Querschleunigung aufgezwungen wird und der Stoff im Bereich der Querschleunigung in das strömende Medium eingebracht wird.

5

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das strömende Medium zur Erzeugung der Querschleunigung durch einen gekrümmten Strömungskanal, insbesondere ein gekrümmtes Rohr, strömen gelassen wird. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff im Bereich der größten Strömungsgeschwindigkeit in das strömende Medium eingetragen wird. 15
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff im Bereich des inneren Krümmungsradius des Strömungskanals in das strömende Medium eingetragen wird. 20
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoff senkrecht zur Strömungsrichtung des Mediums in das Medium eingetragen wird. 25
6. Vorrichtung zum Eintragen eines Stoffes in ein strömendes Medium mit einem Strömungskanal und einer damit verbundenen Stoffeintragseinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungskanal an mindestens einer Stelle gekrümmt ausgebildet ist und die Stoffeintragseinrichtung im Bereich der Krümmung angeordnet ist. 30
35
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungskanal an mindestens einer Stelle als gekrümmtes Strömungsrohr ausgebildet ist. 40
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stoffeintragseinrichtung als ein in den Strömungskanal eingeführtes Stoffeintragsrohr ausgebildet ist. 45
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Stoffeintragsrohr im Bereich der größten Strömungsgeschwindigkeit des strömenden Mediums im Strömungskanal endet. 50
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Stoffeintragsrohr im Bereich des inneren Krümmungsradius des Strömungskanals im Strömungskanal endet. 55
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der im Strömungskanal endende Abschnitt des Stoffeintragsrohrs senkrecht zum Strömungskanal ausgerichtet ist.

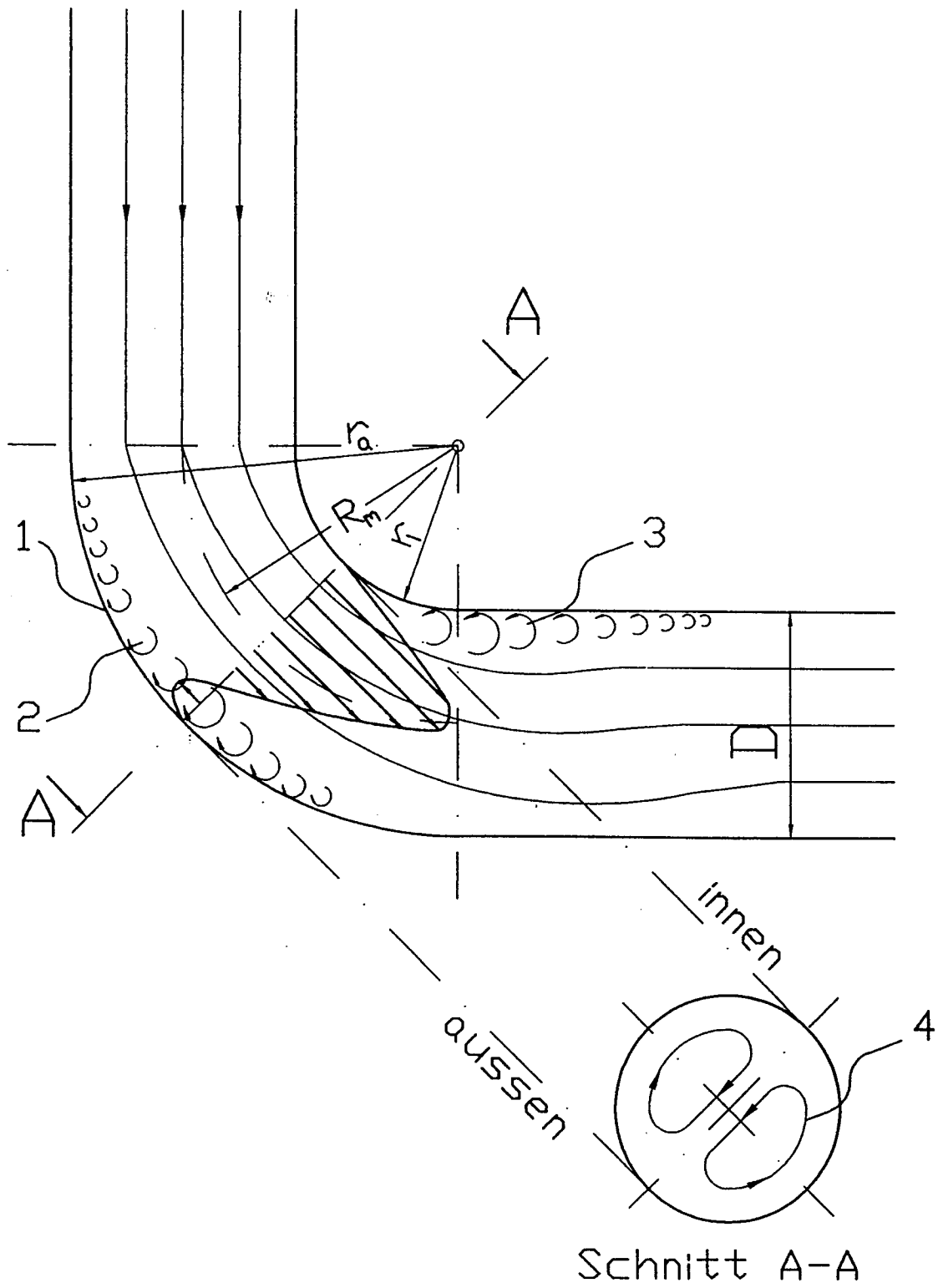


Fig. 1

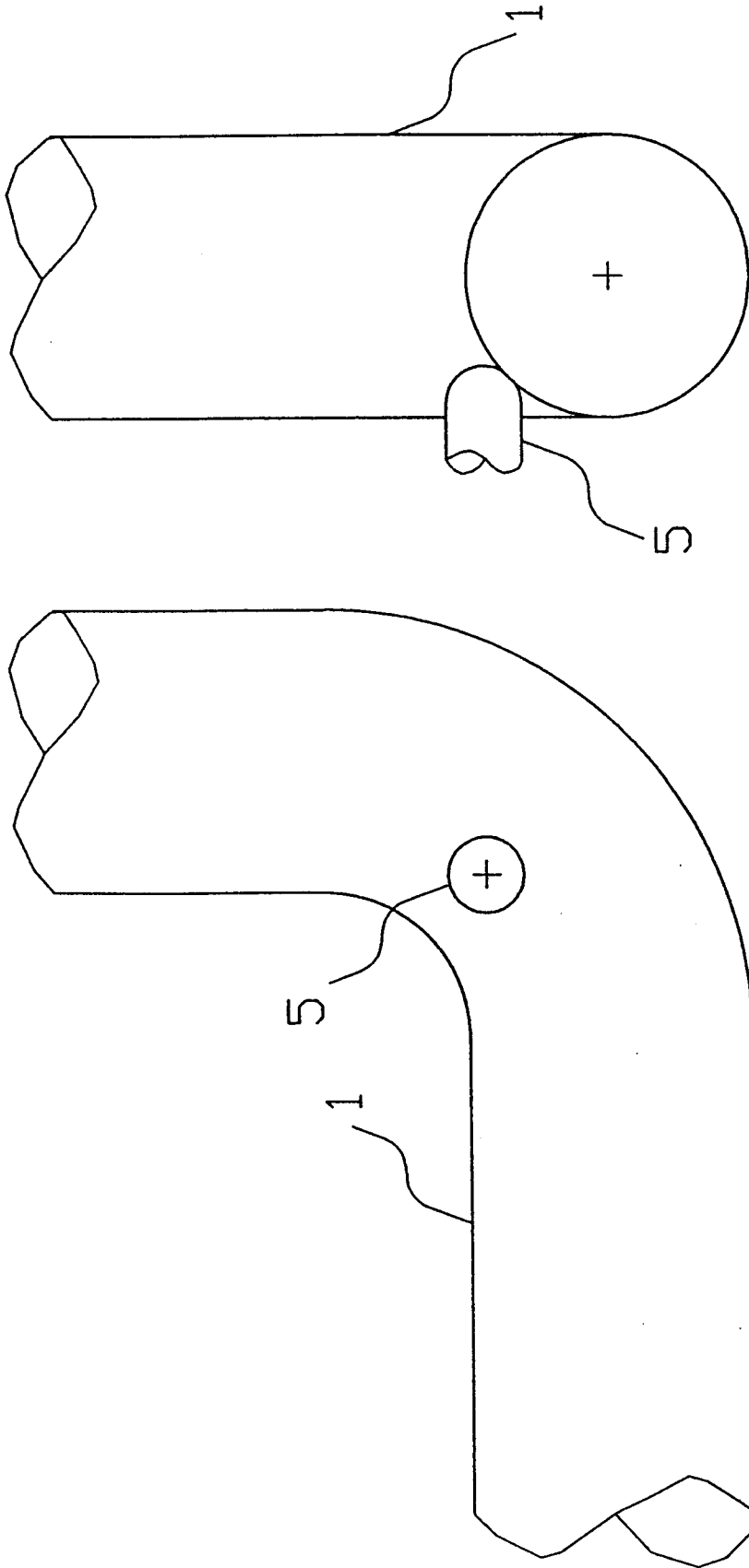


Fig. 2