

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1
Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) **DD** (11) **234 300 B 1**

4(51) **G 01 N 29/02**

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP G 01 N / 268 838 4

(22) 30.10.84

(45) 02.08.89

(44) 26.03.86

(71) Akademie der Wissenschaften der DDR, Otto-Nuschke-Straße 22/23, Berlin, 1080, DD

(72) Pieloth, Manfred, Dipl.-Ing.; Senf, Bernhard, Dr.-Ing.; Schwarz, Arnulf, Dr.-Ing.; Streubel, Siegfried; Schumann, Reinhard, Dr.-Ing., DD

(54) **Fluidischer Gasanalysator**

ISSN 0433-6461

5 Seiten

Patentanspruch:

1. Fluidischer Gasanalysator für binäre Gasgemische, bestehend aus zwei symmetrisch gestalteten fluidisch-akustischen Oszillatoren, dem Meßoszillator und dem Vergleichsoszillator mit je einem rohrförmigen Resonanzraum, von denen jeder über temperaturangleichende Elemente mit Meßgas bzw. Vergleichsgas gespeist wird, und mit je einem Schneidentonerreger, wobei beide Schneidentonerreger symmetrisch zu einer Saugpumpe angeordnet und ablaufseitig mit ihr verbunden sind, **gekennzeichnet dadurch**, daß die rohrförmigen Resonanzräume (4.1; 4.2) in einem Grundkörper (1) aus Material guter Wärmeleitfähigkeit eingebettet sind, daß etwa in der Mitte der Resonanzraumlänge senkrecht zur Resonanzraumlängsachse die Schneidentonerreger (3.1; 3.2) vorgesehen sind, daß die Stirnseiten der Resonanzräume (4.1; 4.2) eine hohe Steifigkeit aufweisen, daß die Schneidentonerreger (3.1; 3.2) aus Rohren mit je zwei Schneiden (24) bildenden trichterförmigen Ausnehmungen (23) bestehen, die sich in Richtung der Resonanzraumlängsachse erweitern, und daß der Schneidentonerreger (3.1) des Meßoszillators einlaufseitig in ein mit dem Grundkörper (1) verbundenes Gefäß (13.1) mit Einlauftrichter (17) hineinragt, während der Schneidentonerreger (3.2) des Vergleichsoszillators einlaufseitig in ein mit dem Grundkörper (1) verbundenes Gefäß (13.2) mit Bohrung (14) nach außen hineinragt.
2. Fluidischer Gasanalysator nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die trichterförmigen Ausnehmungen (23) in den rohrförmigen Schneidentonerregern (3.1, 3.2) Einfürungen mit einem Öffnungswinkel von 40° bis 60° und mit nahezu elliptischer Schnittkontur sind, wobei die Achsen der Ellipse ein Verhältnis von 2 bis 4 zueinander besitzen und die Schneiden (24) als Konturen der Durchdringung von Rohrrinnenwand und trichterförmiger Ausnehmung (23) im Bereich der größeren Achse der nahezu elliptischen Schnittkontur gebildet sind.
3. Fluidischer Gasanalysator nach Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Gefäße (13.1) und (13.2) aus gleichem Werkstoff bestehen und die gleichen Abmessungen mit einem Verhältnis von Länge zu Weite von etwa 1 und von Länge zu Freiraum von Schneidentonerregern und Gefäßwand von etwa 2 besitzen.
4. Fluidischer Gasanalysator nach Punkt 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Bohrung (14) im Gefäß (13.2) und der Einlauftrichter (17) am Gefäß (13.1) mit einem engmaschigen Drahtnetz (16.1, 16.2) abgedeckt sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen fluidischen Gasanalysator für Zweistoffgemische, der insbesondere für die Messung des Feuchtegehaltes der Abluft in industriellen Trocknungsanlagen geeignet ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannt sind Meßeinrichtungen und -verfahren, bei denen die Änderung der Schallgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des übertragenden Mediums ausgenutzt wird (DRP 390752, Wöhle, W.: Ein akustischer Sauerstoffmesser, Die Technik (1953), S.701-705).

Speziell zur Gasanalyse sind fluidische Meßeinrichtungen bekannt, die aus einem Rohr bestehen, an dessen Enden sich elektroakustische Wandler befinden. Das Rohr wird mit dem zu analysierenden Gas (Meßgas) gefüllt oder von ihm durchströmt. Aus der Messung von Laufzeit oder Phasenwinkel des akustischen Signales bzw. der Frequenz der stehenden Welle wird die Zusammensetzung des Meßgases bestimmt (DE-OS 1064255, DE-OS 3009566, DE-OS 3125078).

Bekannt sind auch Gasanalysatoren, die mit nur einem Wandler und Schallreflexion an einem festen Rohrende arbeiten (DE-OS 3112003). Diese Gasanalysatoren erfordern einen relativ hohen gerätetechnischen Aufwand zur Signalverarbeitung.

Andere fluidische Gasanalysatoren besitzen als funktionsbestimmende Elemente fluidische Oszillatoren mit äußeren Rückführungen. Sie werden vom Meßgas gespeist, wobei die erzeugte Frequenz ein Maß für die Gaszusammensetzung ist.

Bekannt sind Ausführungen, bei denen alle strömungsführenden Kanäle in einer Ebene liegen (US-PS 3273377, US-PS 3373600).

Als Oszillatoren wurden auch solche mit innerer Rückführung (free-running) (US-PS 3500849) verwendet. Fluidische Gasanalysatoren mit derartigen Oszillatoren wurden durch US-PS 3756068 und DD-WP 207463 bekannt. Außerdem sind fluidische Gasanalysatoren mit planaren fluidischen Schneidentonoszillatoren bekannt, bei denen ein Strahl des Meßgases auf eine Schneide prallt und offene Resonanzräume zu Schwingungen anregt, die durch einen Wandler aufgenommen werden (US-PS 3392571).

Bei allen diesen fluidischen Gasanalysatoren hängt das Ausgangssignal nicht nur von der Gaszusammensetzung, sondern auch von der Betriebstemperatur des Meßgases am Meßort ab. Zur Verminderung dieses Einflusses werden z. B. nach DE-OS 2433764 an ausgewählten Stellen der Meßanordnung Temperaturen ermittelt und daraus über Rechenelemente die erforderlichen Korrekturen abgeleitet.

Diese fluidischen Gasanalysatoren erfordern einen relativ hohen gerätetechnischen Aufwand zur Signalverarbeitung.

Bei fluidischen Gasanalysatoren kann der Temperatureinfluß auch mit Hilfe einer Doppelanordnung von Meßelementen (Rohre, Oszillatoren) verringert werden, wobei eine thermische Kopplung der Meßelemente vorhanden ist und das eine Meßelement mit dem Meßgas und das andere mit dem Vergleichsgas betrieben wird (DRP 390752, DD-WP 207643).

Hierbei müssen Meß- und Vergleichsgas unter nahezu gleichem Druck stehen (DRP 390752, DE-OS 3009566). Lösungen hierzu sind auch aus DE-OS 3125078 bekannt.

Bei diesen bekannten fluidischen Gasanalysatoren, die in einem Änderungsbereich der Betriebstemperatur von ca. 150°C arbeiten, ist die Beseitigung des Temperatureinflusses auf das Meßergebnis durch eine kompakte gerätetechnische Lösung geringer Baugröße bisher nicht möglich. Insbesondere bei Anwendung planarer fluidischer Oszillatoren einer solchen Baugröße,

wie sie für den Betrieb mit verschmutzten Gasen nötig ist, ergibt sich eine ungleichmäßige Temperaturverteilung über den Gasanalysator. Diese führt zu geometrischen und strömungstechnischen Unsymmetrien, wodurch Verwerfungen der Bauteile, Undichtheiten der strömungsführenden Kanäle und starkes Jittern der Ausgangssignale entstehen. Dadurch kann auch die in DD-WP 207 643 vorgeschlagene Justageeinrichtung die notwendige Symmetrie nicht zuverlässig gewährleisten.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, einen einfach herstellbaren fluidischen Gasanalysator für binäre Gemische zu schaffen, der vorzugsweise als Feuchtemeßgerät in industriellen Trocknungsanlagen bei Temperaturen über 100°C eingesetzt werden kann und eine wirtschaftliche Betriebsweise von energieintensiven Trocknungsprozessen ermöglicht.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, fluidische Gasanalysatoren für binäre Gemische mit zwei fluidischen Oszillatoren zu schaffen, die gegenüber bekannten Gasanalysatoren einen sehr geringen konstruktionsbedingten statischen und dynamischen Temperaturfehler besitzen und auch in verschmutzten Gasen zuverlässig arbeiten.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß sich der Gasanalysator vollständig im Strömungsfeld des Meßgases befindet und zwei gleich aufgebaute fluidisch-akustische Oszillatoren besitzt, wobei der eine als Meßoszillator mit dem Meßgas betrieben, der andere als Vergleichsoszillator mit dem Vergleichsgas gespeist wird. Die Oszillatoren bestehen aus rohrförmigen Resonanzräumen und Schneidentonerregern, die in der Mitte der Resonanzraumlänge senkrecht zur Längsachse der Resonanzräume angebracht sind und ablaufseitig an eine Saugpumpe angeschlossen sind.

Die rohrförmigen Resonanzräume sind die Saugpumpe in symmetrischer Anordnung mit dem Grundkörper, der aus gut wärmeleitendem Werkstoff besteht und eine möglichst geringe Oberfläche besitzt, verbunden. Die rohrförmigen Resonanzräume werden auf der einen Stirnseite durch die Membranen von Druckwandlern, die elektrische Ausgangssignale erzeugen, und auf der anderen Stirnseite durch arretierbare Justierbolzen zur Einstellung der Resonanzfrequenzen abgeschlossen.

Die beiden Schneidentonerreger bestehen aus Rohren, in die trichterförmige Ausnehmungen mit Öffnungswinkeln von 40° bis 60° gefräßt sind, so daß die Schneiden als Konturen der Durchdringung von Rohrrinnenwand und trichterförmiger Ausnehmungen entstehen. Die dabei entstehende Schnittkontur ist nahezu ellipsenförmig, wobei die Achsen ein Verhältnis $l_1/l_2 \approx 2$ bis 4 besitzen. Die Schneiden entstehen in dem Bereich der größeren Achse der Schnittkontur.

Die Schneidentonerreger ragen einlaufseitig in je ein mit dem Grundkörper verbundenes Gefäß hinein, wobei die Gefäße vorzugsweise aus dem gleichen Werkstoff bestehen und die gleichen Abmessungen haben. Dabei soll das Verhältnis von Länge und Weite ungefähr 1 betragen. Die Schneidentonerreger ragen bis zur halben Länge der Gefäße in diese hinein.

Das vom Meßgas durchströmte Gefäß ist mit einem Temperaturangleicher und einem Einlauftrichter, der mit einem engmaschigen Drahtnetz abgedeckt ist, verbunden.

Das vom Vergleichsgas durchströmte Gefäß enthält eine Bohrung zum Druckausgleich, die mit einem engmaschigen Drahtnetz abgedeckt ist. Dieses Gefäß ist über einen Kanal mit dem Temperaturangleicher und über eine Rohrleitung, die eine Vordrossel enthält, mit der Zuleitung für das Vergleichsgas verbunden. Ein Abschnitt der Rohrleitung befindet sich als Vorwärmer im Abgasstrom der Saugpumpe, wobei der Abgasstrom durch ein Mischrohr mit Diffusor geleitet wird.

Ausführungsbeispiel

Die Erläuterung der Erfindung erfolgt an Hand eines Ausführungsbeispiels. Dabei zeigen:

Fig. 1: den Aufbau des fluidischen Gasanalysators

Fig. 2: die Einzelheit aus Fig. 1.

Nach Fig. 1 befindet sich in der Symmetrieebene des Grundkörpers 1 aus gut wärmeleitendem Werkstoff ein Ejektor als Saugpumpe 2, der vorteilhafterweise über die Zuleitung 8 vom Vergleichsgas gespeist wird.

Durch den von der Saugpumpe 2 erzeugten Unterdruck wird das Meßgas durch den rohrförmigen Schneidentonerreger 3.1 und das Vergleichsgas durch den rohrförmigen Schneidentonerreger 3.2 angesaugt. Die Schneidentonerreger 3.1, 3.2 durchdringen die rohrförmigen Resonanzräume 4.1, 4.2 auf der Mitte ihrer Länge. Diese Resonanzräume 4.1, 4.2 sind auf der einen Seite durch die Membranen 5.1, 5.2 der Druckaufnehmer 6.1, 6.2, auf der anderen Seite durch die arretierbaren Justierbolzen 7.1, 7.2, mit deren Hilfe die Resonanzfrequenzen und deren Verhältnis justiert werden, abgeschlossen. Durch die Schneidentonerreger 3.1, 3.2 werden in den Resonanzräumen 4.1, 4.2 harmonische Schwingungen des jeweils vorhandenen Gases erzeugt. Die Druckschwingungen, die dabei an den Membranen 5.1, 5.2 entstehen, werden mit Hilfe der Druckwandler 6.1, 6.2 in die elektrischen Ausgangssignale 19.1, 19.2 umgewandelt. Aus diesen beiden elektrischen Wechselspannungen wird durch Bildung vorzugsweise des Frequenzquotienten die Meßgröße gebildet.

Der fluidische Gasanalysator befindet sich vollständig im Meßgas, dessen Strömungsrichtung in der Fig. 1 etwa senkrecht zur Darstellungsebene verläuft. Das Meßgas wird über die Einlauföffnung 18 des Einlauftrichters 17 angesaugt, der durch ein engmaschiges Drahtnetz 16.1 abgedeckt wird und in Fig. 1 auch ein Filter 22 enthält. Durch den Einlauftrichter 17 gelangt das Meßgas über den Temperaturangleicher 15 in das Gefäß 13.1 und von dort zum Schneidentonerreger 3.1. Das Meßgas wird im Abgasstrom 20 wieder ausgestoßen.

Das unter Überdruck stehende Vergleichsgas gelangt über eine Vordrossel 9, die Rohrleitungen 10 mit dem Vorwärmer 11, den Temperaturangleicher 15, den Kanal 21 und das Gefäß 13.2 zum Schneidentonerreger 3.2 und wird durch den Abgasstrom 20 wieder ausgestoßen.

Der Vorwärmer 11 liegt im Mischrohr mit Diffusor 12 und damit im Abgasstrom 20 der Saugpumpe 2. Das Gefäß 13.2 enthält eine Bohrung 14, durch die sich ein geringer Überdruck des Vergleichsgases entspannt. Sie ist durch ein engmaschiges Drahtnetz 16.2 abgedeckt.

Nach Fig. 2 werden die Schneiden 24 der Schneidentonerreger 3.1, 3.2 durch die Kontur der Durchdringung der trichterförmigen Ausnehmungen 23 und der Bohrungen in den Schneidentonerregern 3.1, 3.2 gebildet. Die trichterförmigen Ausnehmungen 23 werden vorzugsweise mit einem Öffnungswinkel $\alpha \approx 40^\circ$ bis 60° durch Fräsen hergestellt. Die mit dem Grundkörper 1 verbundenen Gefäße 13.1, 13.2 sollen zur Erzielung eines geringen Temperaturfehlers aus gleichem Werkstoff bestehen und die gleichen Abmessungen besitzen.

Die Anwendung der Erfindung ist sehr vorteilhaft, weil die Oszillatoren jitterarme frequenzanaloge Ausgangssignale erzeugen, die sich leicht weiterverarbeiten lassen. Die erfindungsgemäßen fluidischen Gasanalysatoren sind als kompakte, für sich allein justier- und prüfbar temperaturkompensierte Einheiten mit einfachen Technologien bei kleiner Bauweise herstellbar.

Diese Eigenschaften beseitigen wesentliche Mängel der bekannten Lösungen und ermöglichen die Messung der Abluftfeuchte in industriellen Trocknungsanlagen bei Temperaturen über 100°C.

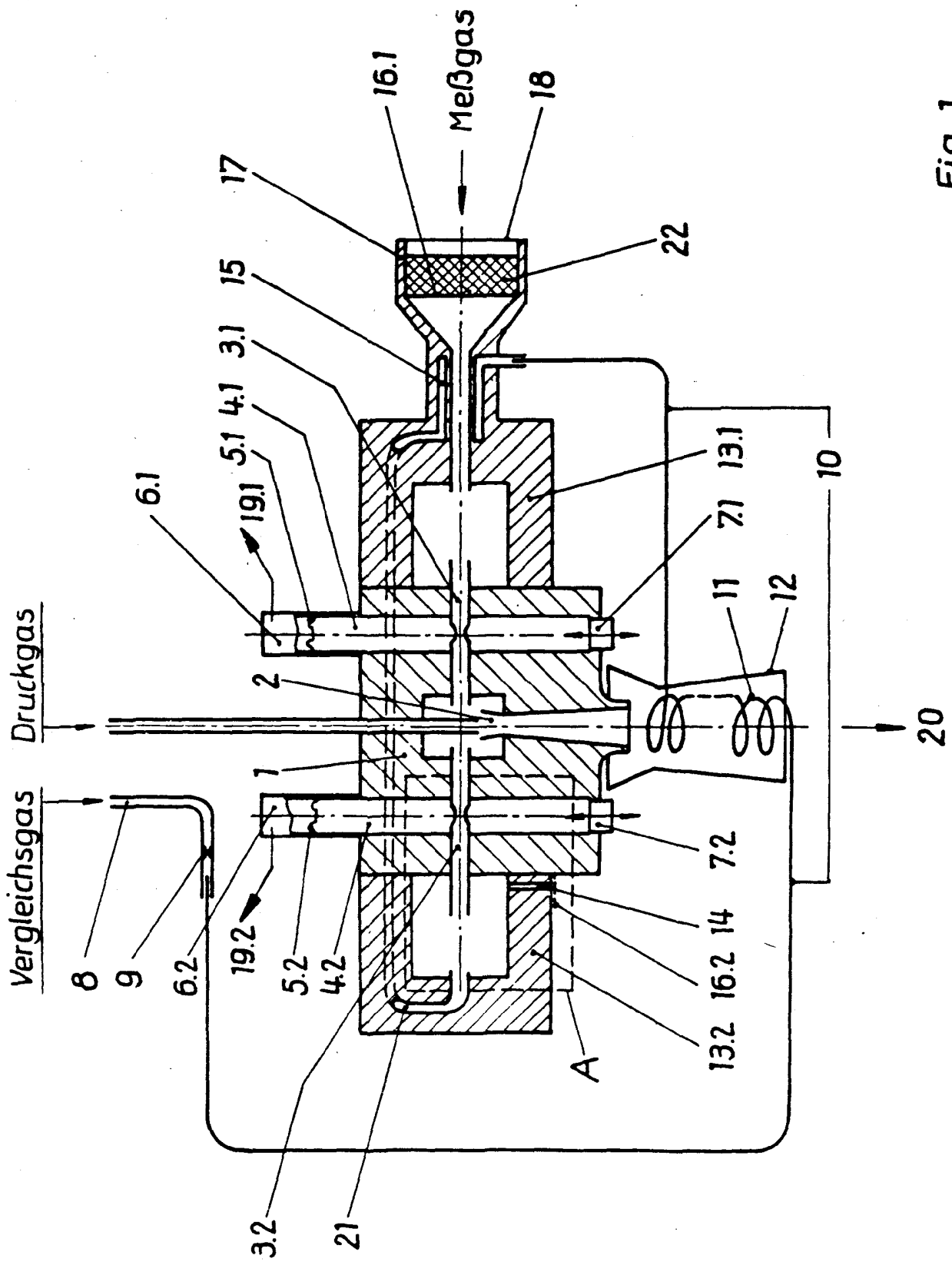


Fig. 1

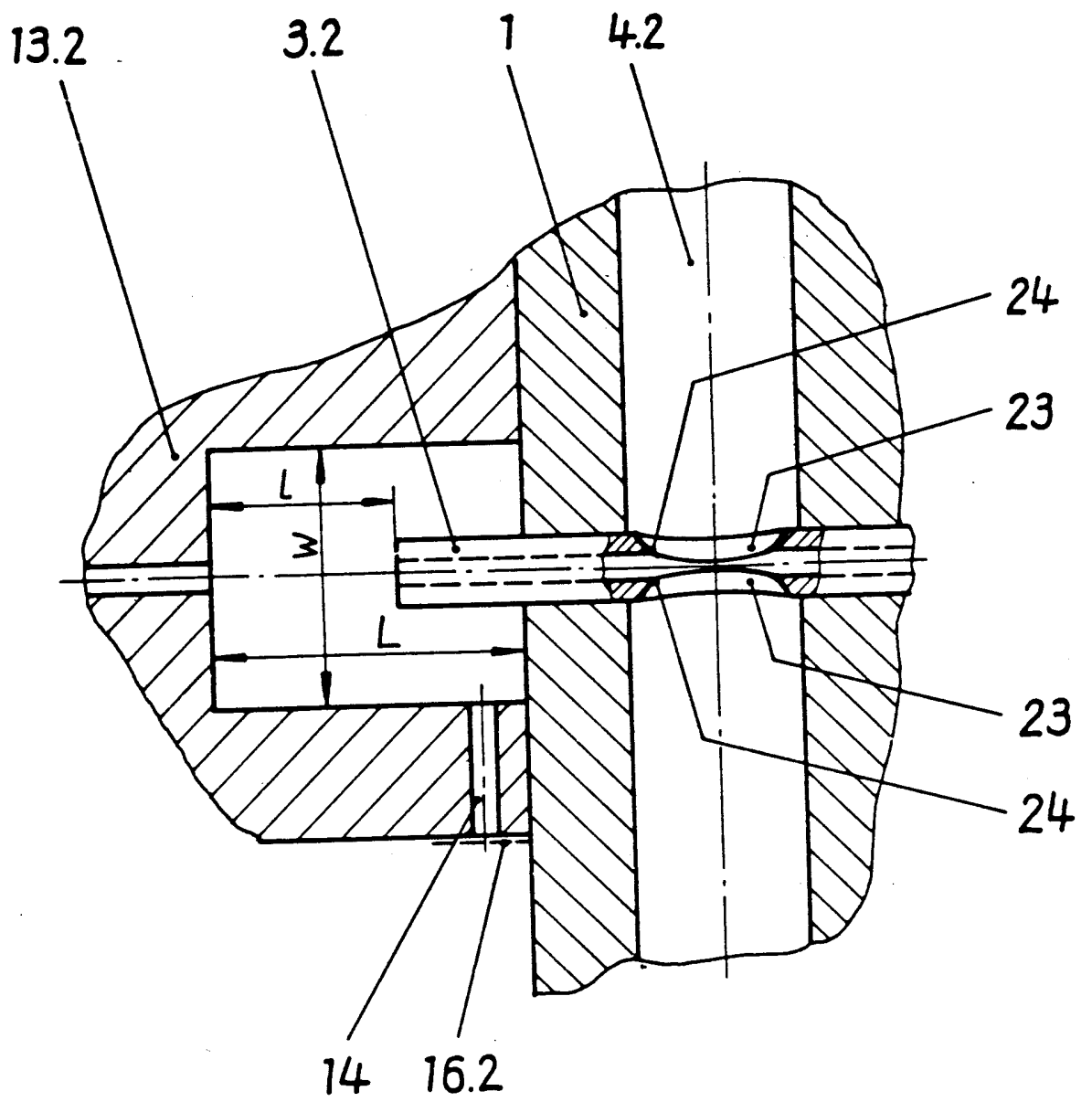


Fig. 2