(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 700 534 B1

(51) Int. Cl.: G01L 23/28 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00367/09

(22) Anmeldedatum: 11.03.2009

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.09.2010

(24) Patent erteilt: 28.03.2013

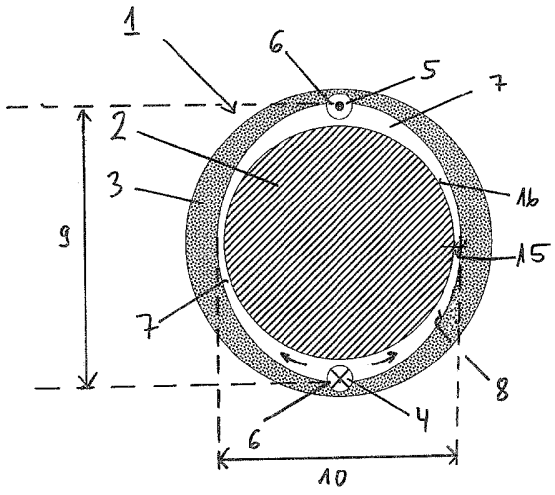
(45) Patentschrift veröffentlicht: 28.03.2013

(73) Inhaber:
Kistler Holding AG, Eulachstrasse 22
8408 Winterthur (CH)

(72) Erfinder:
Andreas Fürholz, 8405 Winterthur (CH)
Marco Osterwalder, 8624 Grüt (CH)

(54) Gekühlter Sensor.

(57) Die Erfindung betrifft einen mit Kühlflüssigkeit gekühlten Sensor (1), insbesondere einen Drucksensor, umfassend einen rotationssymmetrischen Sensorkörper (2) mit einem Messmodul sowie ein Gehäuse (3), welches den Sensorkörper (2) umgibt. Das Gehäuse (3) verfügt über eine Zuleitung (4) und eine Ableitung (5) der Kühlflüssigkeit. Zwischen Sensorkörper (2) und Gehäuse (3) ist ein mit Öffnungen (6) von Zuleitung (4) und Ableitung (5) verbundener Hohlraum (7) definiert, in welchem die Kühlflüssigkeit von der Zuleitung (4) zur Ableitung (5) zirkulieren kann. Erfindungsgemäss ist die Innenkontur (8) des Gehäuses (3) zum Hohlraum (7) hin oval ausgestaltet mit einem langen (9) und einem kurzen Durchmesser (10), wobei die Öffnungen (6) von Zuleitung (4) und Ableitung (5) gegenüber voneinander im Bereich des langen Durchmessers (9) angeordnet sind.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen mit Kühlflüssigkeit gekühlten Sensor, umfassend einen Sensorkörper mit einem Messmodul sowie ein Gehäuse, welches den Sensorkörper umgibt, wobei das Gehäuse über eine Zuleitung und eine Ableitung der Kühlflüssigkeit verfügt und wobei zwischen Sensorkörper und Gehäuse ein mit Öffnungen von Zuleitung und Ableitung verbundener Hohlraum definiert ist, in welchem die Kühlflüssigkeit von der Zuleitung zur Ableitung zirkulieren kann.

Stand der Technik

[0002] Solche Sensoren sind bekannt und werden vorwiegend als Drucksensoren eingesetzt. Typische Einsatzgebiete sind Gasdrucksensoren, beispielsweise in Turbinenanlagen oder in Abgasanlagen von Fahrzeugen. Im Bereich des Abgaskrümmers eines Verbrennungsmotorfahrzeuges können Temperaturen bis über 1000 °C vorherrschen. Die dort verwendeten Sensoren müssen gekühlt werden, um ihre Funktion zu gewährleisten. Untersuchungen haben ergeben, dass etwa je die Hälfte der Wärme über Stirnseite und das Gewinde des Sensors aufgenommen wird. Andere Anwendungen sind Einsätze in gekühlten Komponenten wie in Zylinderköpfen. Bei diesen Anwendungen ist die Stirnseite des Sensors den Verbrennungsgasen von über 1600 °C ausgesetzt, das Gewinde aber nur den gekühlten Zylinderköpfen von etwa 150–200 °C. Solche Sensoren sollen demnach vornehmlich an der Stirn gekühlt werden.

[0003] Diese Erfindung betrifft insbesondere Sensoren der Grössen M14 und kleiner. Lösungen für grössere Sensoren sind viel einfacher zu erreichen, weil die engen Platzverhältnisse dann nicht relevant sind.

[0004] Von der Firma Kistler Instrumente AG sind eingangs erwähnte Sensoren bekannt, beispielsweise die Typen 6061, 6041, 7061. Bei Sensortypen nach dem Stand der Technik ist das Sensormodul im Bereich des Hohlraums rotationssymmetrisch ausgestaltet. Im Bereich der Zuleitung und Ableitung des Kühlwassers ist die Querschnittsfläche des Hohlraums vergrössert. Dadurch kann das Kühlwasser ohne zu grosse Drosselwirkung ein- resp. ausströmen. Da die Innenkontur des Gehäuses, ausser in den Bereichen von Zu- und Abfluss, ebenfalls rotationssymmetrisch ausgestaltet ist, ist der Sensorkörper zum Gehäuse, abgesehen von den Bereichen von Zu- und Abfluss, gleichmässig beabstandet.

[0005] Das Kühlwasser strömt demnach innerhalb des dünn ausgestalteten Hohlraums vom Zufluss zum Abfluss. Im Bereich der Membrane ist der Hohlraum allerdings gleichmässig dick ausgestaltet. Dies führt einerseits zu einer besseren Kühlung im Frontbereich des Sensors, andererseits aber zu einer verminderten Kühlung im Seitenbereich des Sensors, weil dort der hohe Strömungswiderstand, bedingt durch die dünne Spaltbreite, wenig Zirkulation zulässt. In dieser Drosselstelle erwärmt sich das das Kühlwasser teilweise so stark, dass es zum Sieden gebracht wird. Die dadurch entstandenen Luftblasen können schliesslich die Zirkulation weiter behindern, was zur Überhitzung des Sensors führen kann.

[0006] In einer weiteren bekannten Anordnung ist die Spaltbreite sehr viel dicker ausgestaltet. Mittig zwischen Zu- und Abfluss verhindert allerdings eine Drosselstelle den freien Durchfluss. Nachteilig an dieser Anordnung ist, dass durch starke Verwirblungen die Drosselung oft stärker ist als erwünscht und dass durch die lokalen Wirbel keine gleichmässige Kühlung zustande kommt. Zudem ist die Herstellung eines solchen Sensorgehäuses sehr aufwändig.

Darstellung der Erfindung

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es demnach, einen Sensor oben beschriebener Art anzugeben, bei dem die Herstellung einfach ist und bei dem die Zirkulation definiert und einstellbar ist und eine gleichmässige Kühlung des Sensors im gesamten definierten Bereich des Hohlraums gewährleistet.

[0008] Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass ein rotationssymmetrischer Sensorkörper verwendet wird und dass die Innenkontur des Gehäuses zum Hohlraum hin oval ausgestaltet ist mit einem langen und einem kurzen Durchmesser, wobei die Öffnungen von Zuleitung und Ableitung gegenüber voneinander im Bereich des langen Durchmessers angeordnet sind.

[0009] Weitere erfindungsgemässe Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0010] Durch die erfindungsgemässe Ausgestaltung der Innenkontur des Gehäuses zum Hohlraum hin entstehen entlang des kurzen Durchmessers zwei Drosselstellen, die einen Stau verursachen. Dieser Stau gewährleistet, dass sich die Strömung gleichmässig entlang des gesamten Bereichs der Drosselstellen verteilt, wodurch eine Verwirbelung verhindert wird. Durch eine einstellbare Drosselung lässt sich auch vorbestimmen, wie viel Kühlwasser durch die Drosselstellen fliesst, um das Sensormodul im Bereich des Gewindes zu kühlen, und wie viel in einen erweiterten Hohlraum bei der Stirnseite des Sensors fliesst, um ebendiese Stirn zu kühlen. Mit dieser erfindungsgemässen Kühlflüssigkeitsführung ist die Kühlung im gesamten Hohlraum um das Sensormodul gemäss den Anforderungen verteilt.

[0011] Da die Öffnungen von Zuleitung und Ableitung im Bereich des langen Durchmessers angeordnet sind, ist der erforderliche grössere Raum gegeben, der eine Drosselwirkung von Zu- und Abstrom verhindert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Im Folgenden wird die Erfindung unter Beizug der Zeichnungen näher erklärt. Es zeigen

Fig. 1a einen Längsschnitt eines gekühlten Sensors im Bereich von Zu- und Ableitung nach dem Stand der Technik und in der erfindungsgemässen Ausführung;

Fig. 1b einen Querschnitt der Fig. 1a;

Fig. 1c einen Längsschnitt des Sensors nach 1a, um 90° gedreht;

Fig. 1d einen Querschnitt der Fig. 1c;

Fig. 2 einen Querschnitt eines weiteren gekühlten Sensors im Bereich von Zu- und Ableitung nach dem Stand der Technik;

Fig. 3 einen Querschnitt eines erfindungsgemässen gekühlten Sensors im Bereich von Zu- und Ableitung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0013] Fig. 1a zeigt einen Längsschnitt eines gekühlten Sensors 1 im Bereich von Zuleitung 4 und Ableitung 5. Fig. 1b zeigt den Querschnitt dieses Sensors 1 nach dem Stand der Technik. Fig. 1c zeigt denselben Längsschnitt wie Fig. 1a, wobei der Sensor 190° um seine Längsachse gedreht ausgerichtet ist. Fig. 1d stellt die entsprechende Ausrichtung des Querschnitts dar zur Verdeutlichung.

[0014] Der Sensor 1 umfasst im Wesentlichen ein Gehäuse 3, welches einen Sensorkörper 2 umschliesst. Zwischen Gehäuse 3 und Sensorkörper 2 ist ein Hohlraum 7 vorgesehen, in dem Kühlflüssigkeit, welche von der Zuleitung 4 her kommt, zur Ableitung 5 zirkulieren kann.

[0015] Wie in Fig. 1b ersichtlich ist das Gehäuse 3 im Bereich von Zu- und Ableitung 4, 5 mit Bohrungen versehen, wodurch der Hohlraum 7 vergrössert wird. Ausströmende Flüssigkeit von der Zuleitung 4 wird dadurch nicht gedrosselt und kann sich im lang ausgestalteten Bereich der Bohrung verteilen, bevor sie in den beiden verengten Gebieten um den Sensorkörper 2, in den Drosselgebieten 14, zur Ableitung 5 strömt. Es hat sich allerdings gezeigt, dass durch das hier gleichmässig ausgestaltete Drosselgebiet 14, das sich um den grössten Teil des Sensorkörpers 2 herum erstreckt, die Strömung in der Regel sehr beschwerlich von der Zuleitung 4 zur Ableitung 5 fliesst und sich dadurch sehr stark erwärmt. Dies ist vor allem darum problematisch, weil der Hohlraum 7 eine Erweiterung 12 im stirnseitigen, vorderen Bereich 11 des Sensors 1 umfasst. In dieser Erweiterung 12 kann die Flüssigkeit ohne grössere Behinderung zirkulieren. Daher nimmt ein entsprechend kleiner Teil der Kühlflüssigkeit den beschwerlichen Weg über sie Drosselstellen 14 des Hohlraums 7, was zu einer verminderten Kühlung dort führt. Zusätzlich erhitzt sich die Flüssigkeit dort derart, dass sich Gase bilden. Diese stören einerseits die Messung, andererseits können die durch die Gase gebildeten Blasen den Durchfluss verhindern.

[0016] Fig. 2 zeigt eine alternative Ausgestaltung nach dem Stand der Technik im Querschnitt. Diese Ausgestaltung würde sich in den hier dargestellten Längsschnitten der Fig. 1a und 1c nicht unterscheiden. Sie unterscheidet sich im Bereich der Drosselstellen 14 von der ersten Ausführung. Die Drosselstellen 14 befinden sich nur in einem kleinen Bereich des ansonsten viel breiter ausgestalteten Hohlraums 7. Dies führt zu Wirbelbildungen und somit zu Störungen der Strömung, welche Druckgefälle verursachen und den Wasserkreislauf stören. Zudem ist diese Ausführung mit hohen Produktionskosten verbunden.

[0017] Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemässe Ausgestaltung eines Kühlwasser-gekühlten Sensors 1 im Querschnitt. Auch diese Ausgestaltung unterscheidet sich in den hier dargestellten Längsschnitten der Fig. 1a und 1c nicht. Daher werden diese Figuren auch hier zur Hilfe genommen. Als Kühlflüssigkeit ist hier insbesondere Kühlwasser gemeint. Insbesondere kann der Sensor ein Drucksensor, vorzugsweise ein Gasdrucksensor sein, wobei diese Erfindung auch für Beschleunigungs- und Kraftsensoren geeignet ist. Piezoelektrische und piezoresistive Sensoren sind geeignet, wie auch optische und pyroelektrische Sensoren. Beispielsweise eignen sich piezoresistive Drucksensoren für Messungen von heissen Gasen für Auslass-, Brennraum-, Brennkammer- und Turbinendrücke. Da diese Sensoren in der Regel nicht 200 °C aushalten, ist oft eine Kühlung erforderlich. Ein weiteres Beispiel ist ein piezoelektrischer Drucksensor für Verbrennungsdruckmessungen.

[0018] Der erfindungsgemässe Sensor 1 umfasst einen Sensorkörper 2, der rotationssymmetrisch ausgestaltet ist. Dieser Sensorkörper 2 umfasst wiederum ein Messmodul, das hier nicht genauer dargestellt ist. Zudem umfasst der Sensor 1 ein Gehäuse 3, welches den Sensorkörper 2 umgibt. Das Gehäuse 3 verfügt über eine Zuleitung 4 und eine Ableitung 5 des Kühlwassers.

[0019] Zwischen Sensorkörper 2 und Gehäuse 3 ist ein mit Öffnungen 6 von Zuleitung 4 und Ableitung 5 verbundener Hohlraum 7 definiert, in welchem das Kühlwasser von der Zuleitung 4 zur Ableitung 5 zirkulieren kann. Der Hohlraum 7 ist zwischen Innenkontur 8 des Gehäuses 3 und Aussenkontur 16 des Sensormoduls 2 definiert. Erfindungsgemäss ist, im Querschnitt betrachtet, die Innenkontur 8 des Gehäuses 3 zum Hohlraum 7 hin oval ausgestaltet mit einem langen Durchmesser 9 und einem kurzen Durchmesser 10, wobei die Öffnungen 6 von Zuleitung 4 und Ableitung 5 gegenüber voneinander im Bereich des langen Durchmessers 9 angeordnet sind.

[0020] Durch die ovale Ausgestaltung der Innenkontur 8 des Gehäuses 3 entstehen zwei Drosselstellen 14, die sich über einen langen Bereich entlang dem kurzen Durchmesser 10 erstrecken. Diese Drosselstellen 14 verursachen eine Verteilung der Strömung auf ihren gesamten Bereich.

[0021] Ein besonderer Vorteil dieser erfindungsgemässen Ausgestaltung liegt darin, dass die Kühlung durch das oval gestaltete Gehäuse über einen grossen Wassermantel verfügt, dass also viel Wasser Wärmeenergie aufnehmen kann, wobei aber dennoch Drosselstellen vorhanden sind. Dadurch wärmt sich das Wasser nicht zu sehr auf. Die Gefahr, dass das Kühlwasser den Siedepunkt erreicht, ist viel geringer.

[0022] Fig. 1a zeigt den Zufluss 4 und den Abfluss 5 mit den beiden Öffnungen 6 zum Hohlraum 7, der an dieser Stelle weit ausgestaltet ist. Die Pfeile zeigen die Strömungsrichtung der Kühlflüssigkeit.

[0023] Fig. 1c zeigt die Drosselstellen 14 des Hohlraums, die eine Verteilung der Strömung verursachen.

[0024] In beiden Fig. 1a und 1c ist stirnseitig, in einem vorderen Bereich des Sensors 11 eine Erweiterung 12 des Hohlraums dargestellt, in der die Kühlflüssigkeit zirkulieren kann. Erfindungsgemäss sind dort sowohl die Innenkontur 13 des Gehäuses zum erweiterten Hohlraum hin sowie die Aussenkontur des Sensormoduls 16 rotationssymmetrisch ausgestaltet. In diesem vorderen Hohlraum 12 befinden sich keine Drosselstellen. Die Kühlflüssigkeit wird daher bevorzugt in diesem Bereich zirkulieren, da sie in den Kanälen im Bereich der grossen Durchmesser ungehindert zu diesem Bereich zu- und abfliessen kann, wie in Fig. 3a ersichtlich.

[0025] Die Stärke der Drosselung ist gegeben durch den Abstand 15 zwischen Gehäuse 3 und Sensormodul 2 im Bereich des kleinen Durchmessers 10. Dieser Abstand 15 bestimmt die Verteilung der Kühlung. Soll, im Falle eines Sensors für einen Verbrennungsmotor, vorwiegend der vordere Bereich 11 des Sensors 1 gekühlt werden, so muss der Abstand 15 sehr klein sein und sich im Extremfall nur auf das notwendige Spiel beschränken. Der Abstand 15 kann durch eine zentrale Bohrung einfach auf das gewünschte Mass vergrössert werden, wodurch sich die Drosselwirkung verringert. So kann der Abstand beispielsweise 0.1–0.3 mm betragen, um eine Zirkulation im hinteren Bereich des Sensors 1 zu ermöglichen. Im Bereich des grossen Durchmessers 9 ist der Abstand 15 beispielsweise etwa 1 mm. Eine Vergrösserung des Abstandes 15 an den Drosselstellen 14 verschiebt die Strömung und somit die Kühlung vom vorderen Bereich in den hinteren Bereich. Somit lässt sich die Verteilung der Kühlung mittels zentraler Bohrung genau einstellen.

[0026] Wichtig ist, dass der den Hohlraum 7 definierende Abstand 15 zwischen Sensorkörper 2 und Gehäuse 3 im Bereich zwischen der Zuleitung 4 und der Ableitung 5 graduell abnimmt bis zu den engsten Stellen bei den kurzen Durchmessern 10 und anschliessend wieder graduell zunimmt. Dadurch wird eine Wirbelbildung verhindert. Ein Wirbel würde eine weitere, unkontrollierbare Drosselung bedeuten, die verhindert, dass sich mittels Änderung des kleinsten Durchmessers 10 die Verteilung der Strömung auf den gedrosselten Bereich 14 und den vorderen erweiterten Hohlraum 12 im Sensor 1 einstellen lässt.

Bezugszeichenliste

[0027]

1	Sensor
2	Sensorkörper
3	Gehäuse
4	Zuleitung
5	Ableitung
6	Öffnung von Zuleitung oder Ableitung
7	Hohlraum
8	Innenkontur des Gehäuses
9	Langer Durchmesser
10	Kurzer Durchmesser
11	Vorderer Bereich des Sensors (stirnseitig)
12	Erweiterter Hohlraum (stirnseitig)
13	Innenkontur des Gehäuses im vorderen Hohlraum
14	Drosselstellen des Hohlraums

15 Abstand

16 Aussenkontur des Sensormoduls

Patentansprüche

1. Kühlflüssigkeit-gekühlter Sensor, insbesondere Drucksensor, umfassend einen rotationssymmetrischen Sensorkörper (2) mit einem Messmodul sowie ein Gehäuse (3), welches den Sensorkörper (2) umgibt, wobei das Gehäuse (3) über eine Zuleitung (4) und eine Ableitung (5) der Kühlflüssigkeit verfügt und wobei zwischen Sensorkörper (2) und Gehäuse (3) ein mit Öffnungen (6) von Zuleitung (4) und Ableitung (5) verbundener Hohlraum (7) definiert ist, in welchem die Kühlflüssigkeit von der Zuleitung (4) zur Ableitung (5) zirkulieren kann, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenkontur (8) des Gehäuses (3) zum Hohlraum (7) hin oval ausgestaltet ist mit einem langen (9) und einem kurzen Durchmesser (10), wobei die Öffnungen (6) von Zuleitung (4) und Ableitung (5) gegenüber voneinander im Bereich des langen Durchmessers (9) angeordnet sind.
2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor stirnseitig einen vorderen Bereich (11) umfasst, in welchem sich der Hohlraum (7) zu einem erweiterten Hohlraum (12) hin erstreckt, wobei die Innenkontur (13) des Gehäuses zum erweiterten Hohlraum hin rotationssymmetrisch ausgestaltet ist.
3. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der den Hohlraum (7) definierende Abstand (15) zwischen Sensorkörper (2) und Gehäuse (3) zwischen der Zuleitung (4) und der Ableitung (5) graduell abnimmt bis zu den engsten Stellen, den kurzen Durchmessern (10), und anschliessend wieder graduell zunimmt.
4. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor ein Drucksensor, vorzugsweise ein Gasdrucksensor, ist.

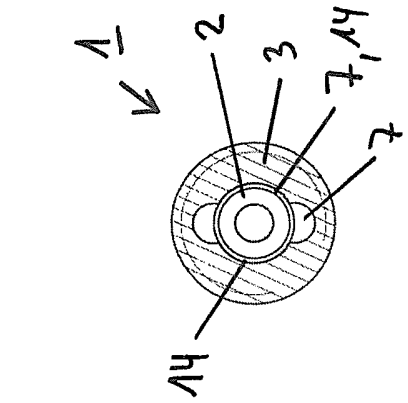


Fig. 1b

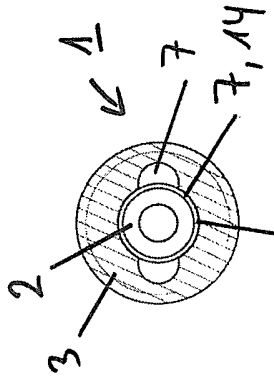


Fig. 1d

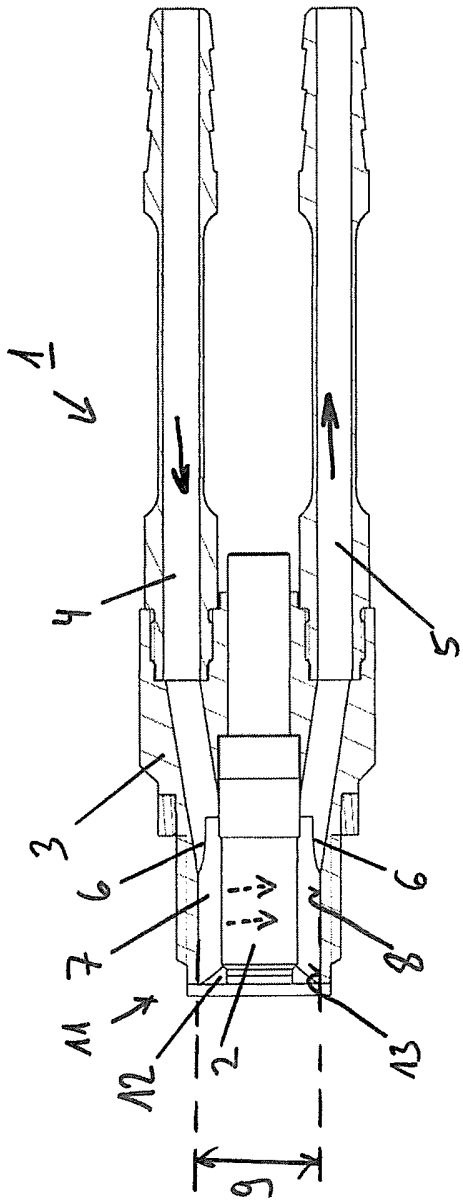


Fig. 1a

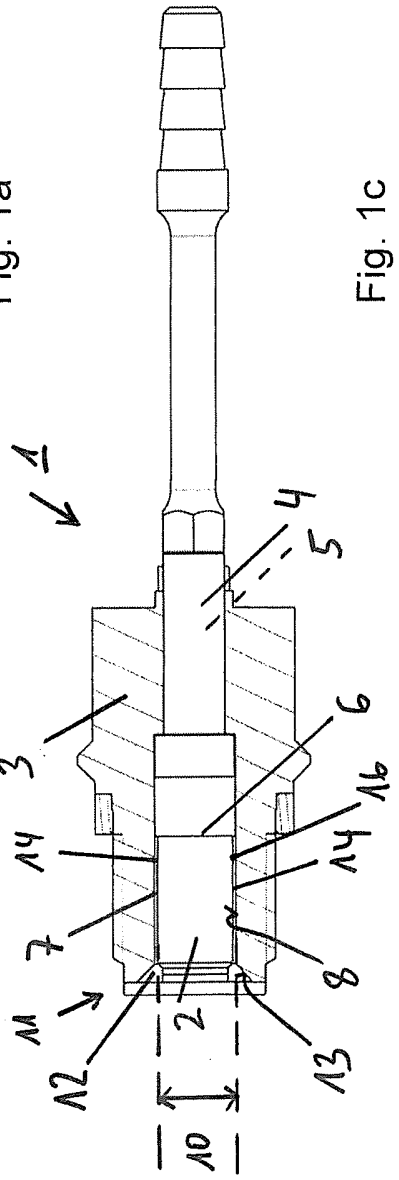


Fig. 1c

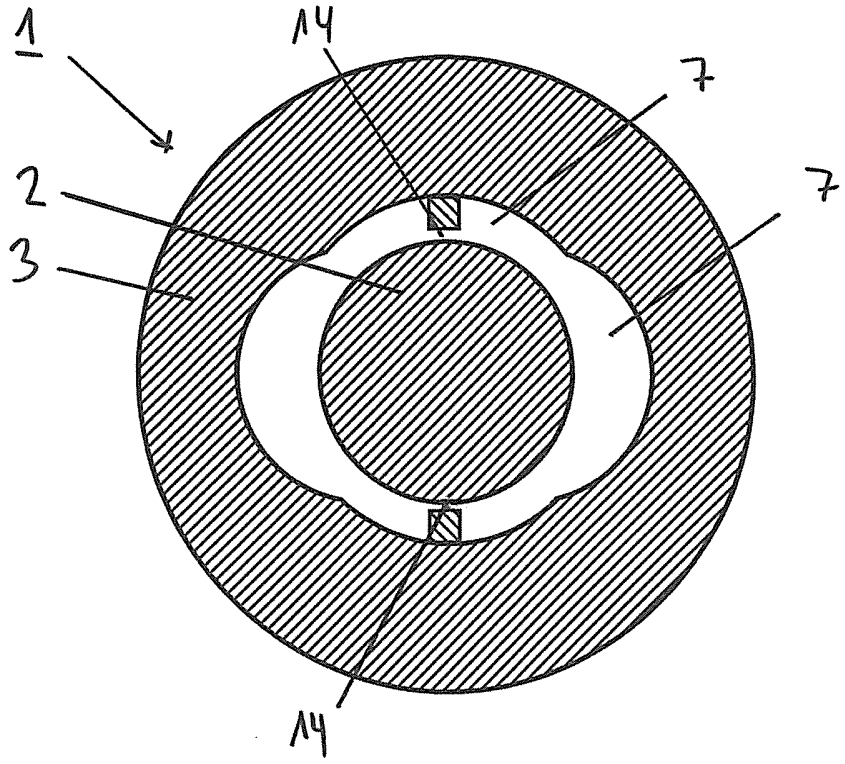


Fig. 2

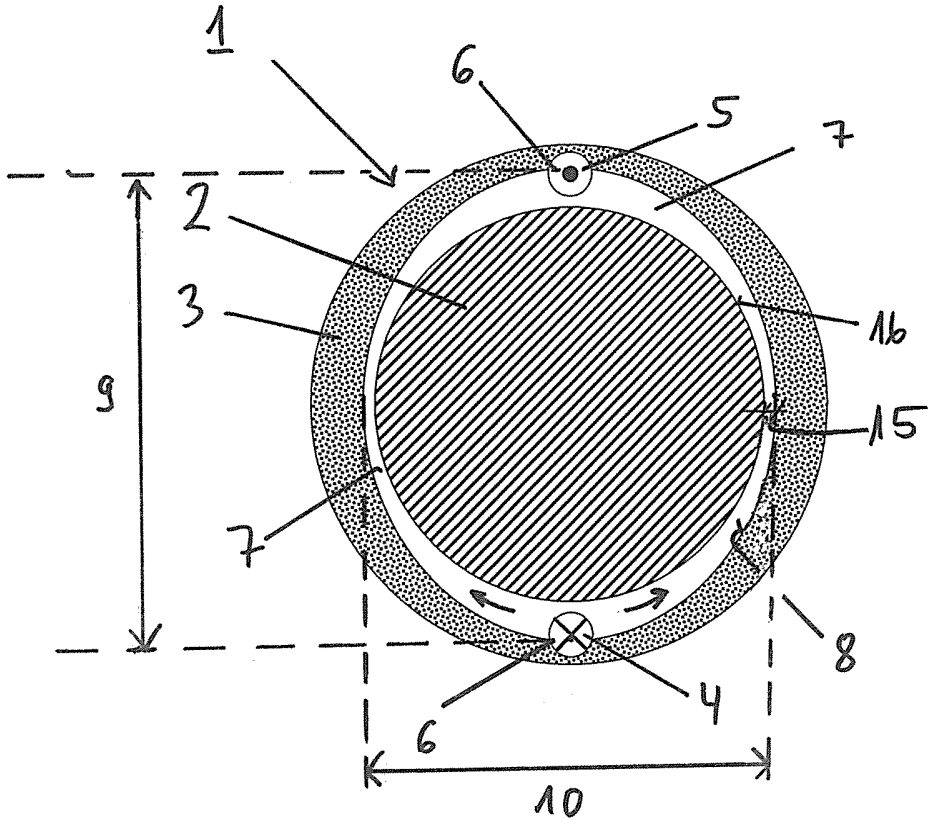


Fig. 3