



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 019 182.3**

(22) Anmeldetag: **18.11.2013**

(43) Offenlegungstag: **07.05.2015**

(51) Int Cl.: **G01F 1/58 (2006.01)**

(66) Innere Priorität:  
**10 2013 017 286.1 17.10.2013**

(71) Anmelder:  
**Krohne AG, Basel, CH**

(74) Vertreter:  
**Gesthuysen Patent- und Rechtsanwälte, 45128  
Essen, DE**

(72) Erfinder:  
**Perfetti, Christine, Bourg de Péage, FR; Neven,  
Josef, Mours St. Eusèbe, FR**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

|           |                         |           |
|-----------|-------------------------|-----------|
| <b>DE</b> | <b>10 2012 002 013</b>  | <b>A1</b> |
| <b>US</b> | <b>2007 / 0 220 992</b> | <b>A1</b> |
| <b>US</b> | <b>5 220 841</b>        | <b>A</b>  |
| <b>US</b> | <b>4 881 413</b>        | <b>A</b>  |
| <b>US</b> | <b>4 195 515</b>        | <b>A</b>  |
| <b>JP</b> | <b>H05- 23 394</b>      | <b>A</b>  |
| <b>JP</b> | <b>2007- 071 695</b>    | <b>A</b>  |

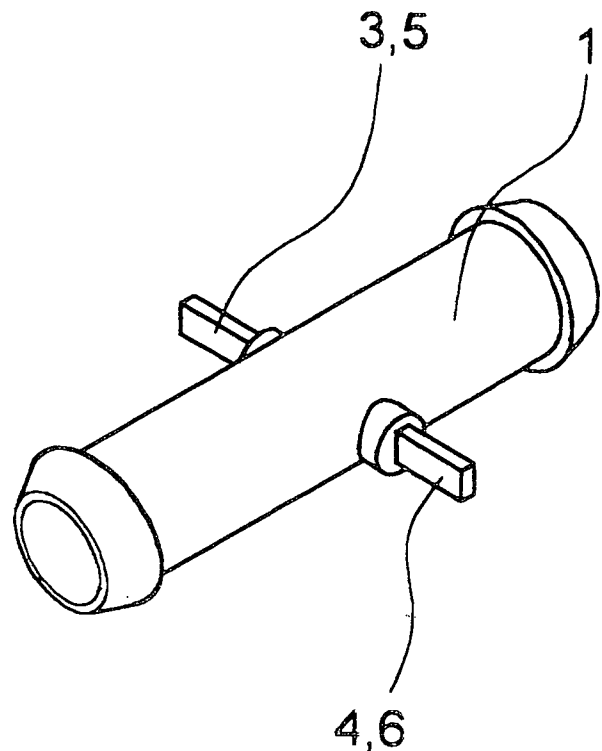
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Messrohr für magnetisch-induktive Durchflussmesssysteme**

(57) Zusammenfassung: Beschrieben und dargestellt ist ein Messrohr (1) für magnetisch-induktive Durchflussmesssysteme, wobei die Durchflussmesssysteme das Messrohr (1) für den Durchfluss eines elektrisch leitenden Mediums und eine Magnetfelderzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines zumindest auch senkrecht zur Längsachse des Messrohres (1) verlaufenden Magnetfeldes, mindestens zwei die in dem elektrisch leitenden Medium induzierte Messspannung abgreifende Messelektroden (3, 4) und vorzugsweise eine Auswerteeinheit aufweisen, wobei die Messelektroden (3, 4) außen am Messrohr (1) zugängliche Messkontakte (5, 6) aufweisen, wobei das Messrohr (1) mit den Messelektroden (3, 4) eine erste Funktionseinheit und zu den Messkontakten (5, 6) der Messelektroden (3, 4) korrespondierende Gegenkontakte, die Magnetfelderzeugungseinrichtung und die Auswerteeinheit, soweit eine solche vorhanden ist, eine zweite Funktionseinheit bilden und wobei die Gegenkontakte (5, 6), die Magnetfelderzeugungseinrichtung und die Auswerteeinheit, soweit eine solche vorhanden ist, in einem Messsystemgehäuse vorgesehen sind.

Erfindungsgemäß sind die Messkontakte (5, 6) der Messelektroden (3, 4) so ausgeführt und am Messrohr (1) vorgesehen, dass sie durch eine im Wesentlichen senkrecht zur Magnetfeldrichtung verlaufende, im Wesentlichen nur translatorische Bewegung mit den Gegenkontakten in elektrisch leitendem Kontakt bringbar sind.,



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Messrohr für magnetisch-induktive Durchflussmesssysteme, wobei die Durchflussmesssysteme das Messrohr für den Durchfluss eines elektrisch leitenden Mediums und eine Magnetfelderzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines zumindest auch senkrecht zur Längsachse des Messrohres verlaufenden, vorzugsweise wechselnden Magnetfeldes, mindestens zwei die in dem elektrisch leitenden Medium induzierte Messspannung abgreifende, vorzugsweise das Medium berührende Messelektroden und vorzugsweise eine Auswerteeinheit aufweisen, wobei die Messelektroden außen am Messrohr zugängliche Messkontakte aufweisen, wobei das Messrohr mit den Messelektroden eine erste Funktionseinheit und zu den Messkontakten der Messelektroden korrespondierende Gegenkontakte, die Magnetfelderzeugungseinrichtung und die Auswerteeinheit (soweit eine solche vorhanden ist) eine zweite Funktionseinheit bilden und wobei die Gegenkontakte, die Magnetfelderzeugungseinrichtung und die Auswerteeinheit (soweit eine solche vorhanden ist) in einem Messsystemgehäuse vorgesehen sind.

**[0002]** Magnetisch-induktive Durchflussmesssysteme sind seit Jahrzehnten umfangreich im Stand der Technik bekannt. Dazu wird exemplarisch auf die Literaturstelle "Technische Durchflussmessung" von Prof. Dr.-Ing. K. W. Bonfig, 3. Auflage, Vulkan-Verlag Essen, 2002, Seiten 123 bis 167, und auch auf die Literaturstelle "Grundlagen Magnetisch-Induktive Durchflussmessung" von Dipl.-Ing. Friedrich Hoffmann, 3. Auflage, 2003, Druckschrift der Firma KROHNE Messtechnik GmbH & Co. KG, verwiesen.

**[0003]** Das Prinzip eines magnetisch-induktiven Durchflussmesssystems zur Durchflussmessung eines strömenden Mediums geht auf Michael Faraday zurück, der im Jahre 1832 vorgeschlagen hat, das Prinzip der elektromagnetischen Induktion zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit eines elektrisch leitfähigen Mediums anzuwenden.

**[0004]** Nach dem faradayschen Induktionsgesetz entsteht in einem von einem Magnetfeld durchsetzten strömenden, elektrisch leitfähigen Medium eine elektrische Feldstärke senkrecht zur Strömungsrichtung des Mediums und senkrecht zum Magnetfeld. Das faradaysche Induktionsgesetz wird bei magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen dadurch ausgenutzt, dass mittels einer Magnetfelderzeugungseinrichtung, die meistens mindestens eine Magnetfeldspule aufweist, meistens ein während des Messvorgangs sich zeitlich veränderndes Magnetfeld erzeugt wird und das Magnetfeld wenigstens teilweise das durch ein Messrohr strömende elektrisch leitfähige Medium durchsetzt. Dabei weist das erzeugte Magnetfeld wenigstens eine Komponente senkrecht

zur Längsachse des Messrohres bzw. senkrecht zur Strömungsrichtung des Mediums auf.

**[0005]** Wenn es einleitend heißt, dass zu dem magnetisch-induktiven Durchflussmesssystem mindestens eine Magnetfelderzeugungseinrichtung "zur Erzeugung eines zumindest auch senkrecht zur Längsachse des Messrohres verlaufenden Magnetfeldes" gehört, dann sei hier noch einmal darauf hingewiesen, dass das Magnetfeld zwar vorzugsweise senkrecht zur Längsachse des Messrohres bzw. senkrecht zur Strömungsrichtung des Mediums verläuft, ausreichend jedoch ist, dass eine Komponente des Magnetfeldes senkrecht zur Längsachse des Messrohres bzw. senkrecht zur Strömungsrichtung des Mediums verläuft.

**[0006]** Einleitend heißt es auch, dass die Magnetfelderzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines vorzugsweise wechselnden Magnetfeldes bestimmt ist. Dadurch wird zum Ausdruck gebracht, dass es für die Lehre der Erfindung – nach ihrem Ausgangspunkt, nach den zugrundeliegenden Aufgaben und nach den Lösungen dieser Aufgaben – nicht darauf ankommt, dass es sich um ein wechselndes Magnetfeld handelt, wenn auch ganz überwiegend magnetisch-induktive Durchflussmesssysteme Magnetfelderzeugungseinrichtungen haben, die ein wechselndes Magnetfeld erzeugen.

**[0007]** Eingangs ist auch ausgeführt, dass zu dem in Rede stehenden magnetisch-induktiven Durchflussmesssystem mindestens zwei die in dem elektrisch leitenden Medium induzierte Messspannung abgreifende, vorzugsweise das Medium berührende Messelektroden gehören. Vorzugsweise verläuft die virtuelle Verbindungslinie der beiden Messelektroden zumindest im Wesentlichen senkrecht zur Richtung des das Messrohr senkrecht zur Längsachse des Messrohres durchsetzenden Magnetfeldes. Insbesondere können die Messelektroden so vorgesehen sein, dass deren virtuelle Verbindungslinie tatsächlich – mehr oder weniger – senkrecht zur Längsachse des Messrohres durchsetzenden Magnetfeldes verläuft.

**[0008]** Schließlich ist eingangs ausgeführt, dass es sich bei den Messelektroden insbesondere um solche handeln kann, die das Medium berühren. Tatsächlich kann selbstverständlich die durch Induktion im strömenden, elektrisch leitfähigen Medium erzeugte elektrische Feldstärke durch direkt, also galvanisch mit dem Medium in Kontakt stehende Messelektroden als Messspannung abgegriffen werden. Es gibt aber auch magnetisch-induktive Durchflussmesssysteme, bei denen die Messspannung nicht durch direkt, also nicht durch galvanisch mit dem Medium in Kontakt stehende Messelektroden abgegriffen wird, vielmehr die Messspannung kapazitiv erfasst wird.

**[0009]** Denkbar sind zwei unterschiedliche Ausführungsformen von magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen, nämlich eine erste Ausführungsform, bei der die beiden Funktionseinheiten, also das Messrohr einerseits und die Magnetfelderzeugungseinrichtung andererseits, getrennte Bauteile sind, die erst miteinander in Funktion gebracht ein funktionsfähiges magnetisch-induktives Durchflussmesssystem ergeben, und eine zweite Ausführungsform, bei der die beiden Funktionseinheiten, also das Messrohr und die Magnetfelderzeugungseinrichtung werkseitig bereits miteinander in Funktion gebracht sind, also werkseitig miteinander in Funktion gebrachte Bauteile eines bereits werkseitig funktionsfähigen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerätes sind.

**[0010]** Nachfolgend wird immer nur die erste Ausführungsform eines magnetisch-induktiven Durchflussmesssystems beschrieben, also die Ausführungsform, bei der das Messrohr einerseits und die Magnetfelderzeugungseinrichtung andererseits zunächst getrennte Bauteile sind, die erst miteinander in Funktion gebracht ein funktionsfähiges magnetisch-induktives Durchflussmesssystem ergeben. Das, was nachfolgend beschrieben wird, ist jedoch auch ohne Weiteres anwendbar auf die zweite Ausführungsform von magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen, bei denen also die beiden Funktionseinheiten, das Messrohr und die Magnetfelderzeugungseinrichtung, werkseitig bereits miteinander in Funktion gebracht sind, also Bauteile eines bereits werkseitig funktionsfähigen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerätes.

**[0011]** Zu im Stand der Technik bekannten magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräten wird beispielhaft verwiesen auf die DE 692 32 633 C2, die DE 199 07 864 A1, die DE 100 64 738 B4, die DE 102 43 748 A1, die DE 10 2008 005 258 A1 und DE 10 2011 112 703 A1 sowie die EP 0 704 682 A1 und die EP 0 834 057 A1.

**[0012]** Bei magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen der in Rede stehenden Art gehört zu der Magnetfelderzeugungseinrichtung üblicherweise eine Magnetfeldspule. Diese Magnetfeldspule hat in der Regel einen Spulenkern, und an den Spulenkern schließen sich beidseitig Polschuhe an. Der Spulenkern und die Polschuhe bestehen normalerweise aus magnetisch gut leitendem Material, also aus Material mit einer großen Permeabilität, und die Polschuhe übergreifen beidseitig das Messrohr. Zu dem für das Funktionieren der in Rede stehenden magnetisch-induktiven Durchflussmesssysteme funktionsnotwendigen und funktionswichtigen magnetischen Kreis gehören also der Spulenkern, die beidseitig an den Spulenkern anschließenden Polschuhe und der zwischen den Polschuhen gebildete Luftspalt, in dem sich – im funktionsfähigen Zustand – das Messrohr befindet.

**[0013]** Wie im Einzelnen erläutert, bilden die Längsachse des Messrohres, die Magnetfeldrichtung und die virtuelle Verbindungslinie der beiden Messelektroden ein rechtwinkliges Dreieck. Bezeichnet man die Längsachse des Messrohres als X-Achse, die Magnetfeldrichtung als Y-Achse, dann ist die virtuelle Verbindungslinie der beiden Messelektroden die Z-Achse des rechtwinkligen Dreiecks; die virtuelle Verbindungslinie der beiden Messelektroden verläuft also sowohl senkrecht zur Längsachse des Messrohres als auch senkrecht zur Magnetfeldrichtung.

**[0014]** Aus dem, was zuvor erläutert worden ist, resultiert das Problem, dass sich eine Messelektrode mit ihrem Messkontakt (und der entsprechende Gegenkontakt) auf einer Seite des Messrohres befindet und sich die andere Messelektrode mit ihrem Messkontakt (und der zugeordnete Gegenkontakt) auf der anderen Seite des Messrohres befindet. Das hat sowohl konstruktive als auch anschlusstechnische Nachteile, und diese Nachteile zumindest teilweise zu eliminieren, ist eine der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgaben.

**[0015]** Das erfindungsgemäße Messrohr, bei dem die zuvor hergeleitete und aufgezeigte Aufgabe gelöst ist, ist zunächst und im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass die Messkontakte der Messelektroden so ausgeführt und am Messrohr vorgesehen sind, dass sie durch eine im Wesentlichen senkrecht zur Magnetfeldrichtung verlaufende, im Wesentlichen nur translatorische Bewegung mit den Gegenkontakten in elektrisch leitenden Kontakt bringbar sind. Diese erfindungsgemäße Lehre ist sowohl vorteilhaft für die weiter oben erläuterte erste Ausführungsform von magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen, bei denen das Messrohr einerseits und die Magnetfelderzeugungseinrichtung andererseits zunächst getrennte Bauteile sind, die erst dann, wenn sie miteinander in Funktion gebracht sind, ein funktionsfähiges magnetisch-induktives Durchflussmesssystem ergeben, als auch vorteilhaft für die zweite Ausführungsform, bei der das Messrohr einerseits und die Magnetfelderzeugungseinrichtung andererseits Bauteile eines bereits werkseitig funktionsfähigen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerätes sind. In beiden Fällen ist insbesondere realisiert, dass jeder der beiden Messkontakte des Messrohres, die funktionsnotwendig zunächst einerseits auf der einen Seite des Messrohres und andererseits auf der anderen Seite des Messrohres vorgesehen sein müssen, ohne Weiteres von einer Seite von dem entsprechenden Gegenkontakt erreichbar sind beziehungsweise mit dem entsprechenden Gegenkontakt in elektrisch leitenden Kontakt bringbar sind.

**[0016]** Im Einzelnen gibt es verschiedene Möglichkeiten, die zuvor erläuterte erste erfindungsgemäße Lehre auszugestalten und weiterzubilden.

**[0017]** Eine erste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Messrohres ist dadurch gekennzeichnet, dass der Messkontakt der an der der Magnetfeldspule abgewandten Seite des Messrohres vorgesehenen Messelektrode zumindest einseitig senkrecht zur virtuellen Verbindungslinie der beiden Messelektroden verlängert ist. Diese Ausführungsform ist bestimmt für eine zweite Funktionseinheit von magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen der in Rede stehenden Art, bei der dem zuvor beschriebene Messkontakt zugeordnete Gegenkontakt bis zur Kontaktierung mit dem korrespondierenden Messkontakt verlängert ist. Bei dieser Ausführungsform muss also der Gegenkontakt, der zweiten Funktionseinheit, der mit dem Messkontakt in elektrisch leitendem Kontakt kommen muss, der an der der Magnetfeldspule abgewandten Seite des Messrohres vorgesehen ist, das Messrohr praktisch über dessen gesamten Durchmesser untergreifen oder übergreifen.

**[0018]** Eine andere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Messrohres ist dadurch gekennzeichnet, dass der Messkontakt der an einer Seite des Messrohres vorgesehenen Messelektrode zumindest einseitig in Umfangsrichtung des Messrohres verlängert ist. Diese Ausführungsform erfordert eine zweite Funktionseinheit von magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen der in Rede stehenden Art, bei der der dem zuvor beschriebenen Messkontakt zugeordnete Gegenkontakt bis zur Kontaktierung mit dem korrespondierenden Messkontakt verlängert ist. Bei dieser Ausführungsform ist also ein Messkontakt kreisbogenförmig ausgeführt. Dabei kann der kreisbogenförmige Messkontakt etwas weniger als  $180^\circ$  umfassen, nämlich so viel weniger, dass er nicht mit dem Messkontakt der anderen Messelektrode in Berührung kommt.

**[0019]** Das, was zuvor gleichsam in Bezug auf den Messkontakt der an der der Magnetfeldspule abgewandten Seite des Messrohres vorgesehenen Messelektrode ausgeführt ist, betrifft natürlich den außerhalb des Messrohres vorgesehenen Messkontakt der Messelektrode. Innerhalb des Messrohres kann die Messelektrode, deren äußerer Messkontakt in besonderer Weise ausgestaltet ist, wie im Übrigen auch die andere Messelektrode, so ausgeführt sein, wie das umfangreich zum Stand der Technik gehört.

**[0020]** Bei magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen weist das Messrohr häufig mindestens eine vorzugsweise kreisringförmige Messelektrode auf. Ist eine solche Messelektrode vorgesehen, kann die Lehre der Erfindung auch dadurch realisiert sein, dass die Messelektrode eine der beiden Messelektroden darstellt und so ausgeführt ist, wie dies zuvor im Einzelnen erläutert worden ist.

**[0021]** Bei den magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen, für die die erfindungsgemäßen Messrohre bestimmt sind, kann bei der zweiten Funktionseinheit jedem der beiden Gegenkontakte ein Überprüfungskontakt zugeordnet sein. Dabei sind die beiden Überprüfungskontakte einerseits und die beiden Messkontakte des Messrohres andererseits so ausgeführt und angeordnet, dass die Überprüfungskontakte dann und nur dann elektrisch leitenden Kontakt mit den zugeordneten Gegenkontakten haben, wenn auch die Gegenkontakte elektrisch leitenden Kontakt mit den zugeordneten Messkontakten haben. Für diese Ausführungsform von magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen ist das Messrohr so ausgeführt, dass jeder der Messkontakte einen galvanisch mit ihnen verbundener Überprüfungsgegenkontakt aufweist. Das kann in einfacher Weise dadurch realisiert sein, dass jeder der beiden Überprüfungsgegenkontakte und der zugeordnete Messkontakt einstückig ausgeführt sind.

**[0022]** Nicht selten werden magnetisch-induktive Durchflussmesssysteme der in Rede stehenden Art für Messrohre mit unterschiedlichen Durchflussquerschnitten, also mit unterschiedlichen Innendurchmessern benötigt. Dafür unterschiedliche magnetisch-induktive Durchflussmesssysteme verwenden zu müssen, ist zumindest anwendungstechnisch und kundenseitig unerwünscht. Folglich geht eine weitere Lehre der Erfindung, der in Verbindung mit den zuvor erläuterten Lehren der Erfindung, aber auch losgelöst davon, besondere Bedeutung zukommt, dahin, ein magnetisch-induktives Durchflussmesssystem insgesamt so zu realisieren, dass ohne Weiteres Messrohre mit unterschiedlichen Durchflussquerschnitten, also mit unterschiedlichen Innendurchmessern einsetzbar sind bzw. eingesetzt sein können.

**[0023]** Messrohre mit unterschiedlichen Durchflussquerschnitten, also mit unterschiedlichen Innendurchmessern, können dann ohne Weiteres verwendet werden, wenn die unterschiedlichen Messrohre jeweils den gleichen Außendurchmesser und die gleichen Messkontakte aufweisen, also nur in Bezug auf die Durchflussquerschnitte, das heißt in Bezug auf die Innendurchmesser, unterschiedlich sind.

**[0024]** Die zuvor beschriebene Realisierung von ohne Weiteres einsetzbaren Messrohren mit unterschiedlichen Durchflussquerschnitten, also mit unterschiedlichen Durchmessern, kann fertigungstechnisch problematisch sein. Folglich ist eine andere Realisierung von ohne Weiteres einsetzbaren Messrohren mit unterschiedlichen Durchflussquerschnitten, also mit unterschiedlichen Innendurchmessern, dadurch gekennzeichnet, dass die unterschiedlichen einsetzbaren bzw. eingesetzten Messrohre jeweils die gleichen oder entsprechende Messkontakte aufweisen. Es reicht also aus, wenn die Messrohre, unabhängig vom Durchflussquerschnitt, also unabhän-

gig vom Innendurchmesser, dort, wo vom Durchflussquerschnitt, also unabhängig vom Innendurchmesser, dort, wo sie mit ihren Messkontakten mit den korrespondierenden Gegenkontakten in der zweiten Funktionseinheit der in Rede stehenden magnetisch-induktiven Durchflussmesssysteme in elektrisch leitenden Kontakt gebracht werden, gleich, zumindest aber funktionsmäßig gleich sind.

**[0025]** Werden bei magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen Messrohre mit unterschiedlichen Durchflussquerschnitten, also mit unterschiedlichen Innendurchmessern, eingesetzt, so kann dies der Anwender berücksichtigen. Er kann also in die Auswerteeinheit, die Teil eines magnetisch-induktiven Durchflussmesssystems sein kann, aber auch getrennt von einem magnetisch-induktiven Durchflussmesssystem verwirklicht sein kann, den Durchflussquerschnitt, also den Innendurchmesser des einsetzbaren beziehungsweise eingesetzten Messrohres eingeben. Jedoch ist eine besondere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Messrohres dadurch gekennzeichnet, dass es mit einem Innendurchmesseroffenbarungselement versehen ist. Diese Ausführungsform macht natürlich nur dann Sinn, wenn bei der zweiten Funktionseinheit der in Rede stehenden magnetisch-induktiven Durchflussmesssysteme im Messsystemgehäuse ein dem Innendurchmesseroffenbarungselement der Messrohre zugeordnetes Innendurchmesserabfrageelement vorgesehen ist. Bei dieser Ausführungsform wird also mit dem Einsetzen des entsprechend ausgerüsteten Messrohres für die Durchflussmessung automatisch der wirksame Durchflussquerschnitt, also der wirksame Innendurchmesser, berücksichtigt.

**[0026]** Wie dargelegt, gibt es verschiedene Möglichkeiten, das erfindungsgemäße Messrohr für magnetisch-induktive Durchflussmesssysteme auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird verwiesen auf die nebengeordneten Patentansprüche 1 und 8, auf die diesen Patentansprüchen nachgeordneten Patentansprüche sowie auf die nachfolgende Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen

**[0027]** Fig. 1 relativ schematisch, den grundsätzlichen Aufbau eines magnetisch-induktiven Durchflussmesssystems,

**[0028]** Fig. 2 eine sehr schematische Darstellung zur Erläuterung einer für die Erfindung wesentlichen Lehre,

**[0029]** Fig. 3 wie die Fig. 2, eine sehr schematische Darstellung zur Erläuterung einer weiteren, für die Erfindung wesentlichen Lehre,

**[0030]** Fig. 4 sehr schematisch, ein mögliches Ausführungsbeispiel eines magnetisch-induktiven Durch-

flussmesssystems mit einem eingesetzten Messrohr und

**[0031]** Fig. 5 wiederum sehr schematisch, ein anderes Ausführungsbeispiel eines magnetisch-induktiven Durchflussmesssystems, bei dem ein erfindungsgemäßes Messrohr noch nicht eingesetzt ist.

**[0032]** Zu dem in den Fig. 1, Fig. 4 und Fig. 5 nur schematisch dargestellten magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen gehören, zunächst und im Wesentlichen, ein erfindungsgemäßes Messrohr 1 für den Durchfluss eines elektrisch leitenden Mediums und eine Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 zur Erzeugung eines zumindest auch senkrecht zur Längsachse des Messrohres 1 verlaufenden, vorzugsweise wechselnden Magnetfeldes und zwei die in dem elektrisch leitenden Medium induzierte Messspannung abgreifende, vorzugsweise das Medium berührende Messelektroden 3, 4, wobei die Messelektroden 3, 4 außen am Messrohr 1 zugängliche Messkontakte 5, 6 aufweisen.

**[0033]** Grundsätzlich gehört zu magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen auch eine Auswerteeinheit und ein Messsystemgehäuse. Die nicht dargestellte Auswerteeinheit kann Teil des magnetisch-induktiven Durchflussmesssystems sein, die Auswerteeinheit kann aber auch als separates Bauteil verwirklicht sein.

**[0034]** Das erfindungsgemäße Messrohr 1 mit den Messelektroden 3, 4 und den Messkontakten 5 und 6 bildet eine erste Funktionseinheit, und zu den Messkontakten 5, 6 der Messelektroden 3, 4 korrespondierende Gegenkontakte 7, 8, die Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 und die Auswerteeinheit (soweit eine solche vorhanden ist) bilden eine zweite Funktionseinheit. Die Gegenkontakte 7, 8, die Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 und die Auswerteeinheit (soweit eine solche vorhanden ist) sind in dem nicht dargestellten Messsystemgehäuse vorgesehen.

**[0035]** Bei dem in der Fig. 1 schematisch dargestellten magnetisch-induktiven Durchflussmesssystem gehört zu der Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 eine Magnetfeldspule 9, die einen im Einzelnen nicht dargestellten Spulenkern hat. An den nicht dargestellten Spulenkern schließen sich beidseitig Polschuhe 10, 11 an. Der nicht dargestellte Spulenkern und die Polschuhe 10, 11 bestehen normalerweise aus magnetisch gut leitendem Material, und, wie in der Fig. 1 angedeutet, übergreifen die Polschuhe 10, 11 beidseitig das Messrohr 1.

**[0036]** Wie weiter oben erläutert, sind zwei unterschiedliche Ausführungsformen von magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen möglich, nämlich eine erste Ausführungsform, bei der die beiden zuvor erläuterten Funktionseinheiten getrennte Bautei-

le sind, die erst miteinander in Funktion gebracht, ein funktionsfähiges magnetisch-induktives Durchflusssystem ergeben, und eine zweite Ausführungsform, bei der die beiden zuvor erläuterten Funktionseinheiten bereits werkseitig miteinander in Funktion gebracht sind, also werkseitig miteinander in Funktion gebrachte Bauteile eines bereits werkseitig funktionsfähigen magnetisch-induktiven Durchflusssystemgerätes sind.

**[0037]** Für das dargestellte magnetisch-induktive Durchflusssystem gilt nun zunächst, dass die Messkontakte **5, 6** der Messelektroden **3, 4** so am Messrohr **1** vorgesehen und die zu den Messkontakten **5, 6** der Messelektroden **3, 4** korrespondierenden Gegenkontakte **7, 8** so im nicht dargestellten Messsystemgehäuse angeordnet sind, dass die Messkontakte **5, 6** durch eine im Wesentlichen senkrecht zur Magnetfeldrichtung verlaufende, im Wesentlichen nur translatorische Bewegung mit den Gegenkontakten **7, 8** in elektrisch leitendem Kontakt bringbar sind. Das kann im Einzelnen in unterschiedlicher Weise realisiert sein.

**[0038]** Eine erste Realisierungsmöglichkeit ist in den **Fig. 2** und **Fig. 3** angedeutet. Dabei ist der Messkontakt **6** der an der der Magnetfeldspule **9** abgewandten Seite des Messrohres **1** vorgesehenen Messelektrode **4** zumindest einseitig parallel zur Magnetfeldrichtung verlängert und ist der dem zuvor beschriebenen Messkontakt **6** zugeordnete Gegenkontakt **8** bis zur Kontaktierung mit dem korrespondierenden Messkontakt **6** verlängert. Eine andere, nicht dargestellte Realisierungsmöglichkeit ist dadurch gekennzeichnet, dass der Messkontakt der an der der Magnetfeldspule abgewandten Seite des Messrohres vorgesehenen Messelektrode zumindest einseitig in Umfangsrichtung des Messrohres verlängert und der dem zuvor beschriebenen Messkontakt zugeordnete Gegenkontakt bis zur Kontaktierung mit dem korrespondierenden Messkontakt verlängert ist.

**[0039]** Bei magnetisch-induktiven Durchflusssystemgeräten weist das Messrohr häufig mindestens eine vorzugsweise kreisringförmige Masselektrode auf. Bei einer solchen Ausführungsform kann die Masselektrode eine der beiden Messelektroden darstellen.

**[0040]** Die **Fig. 3** dient der Erläuterung einer Lehre der Erfindung, der in Verbindung mit dem, was zuvor erläutert ist, aber auch losgelöst davon, besonderer Bedeutung zukommt. Dabei ist nämlich vorgesehen, dass jedem der beiden in der zweiten Funktionseinheit vorgesehenen Gegenkontakte **7, 8** ein Überprüfungskontakt **12, 13** zugeordnet ist und dass die beiden Überprüfungskontakte **12, 13** einerseits und die beiden Messkontakte **5, 6** des Messrohres **1** andererseits so ausgeführt und angeordnet sind, dass die Überprüfungskontakte **12, 13** dann und nur dann elektrisch leitenden Kontakt mit den zugeordne-

ten Gegenkontakten **7, 8** haben, wenn auch die Gegenkontakte **7, 8** elektrisch leitenden Kontakt mit den zugeordneten Messkontakten **5, 6** des Messrohres **1** haben. Dabei ist den Überprüfungskontakten **12, 13** ein galvanisch mit den zugeordneten Messkontakten **5, 6** verbundener Überprüfungsgegenkontakt **14, 15** zugeordnet. Das ist in einfacher Weise dadurch realisiert, dass jeder der beiden Überprüfungsgegenkontakte **14, 15** und der jeweils zugeordnete Messkontakt **5, 6** einstückig ausgeführt sind.

**[0041]** Wie oben ausgeführt, werden magnetisch-induktive Durchflusssysteme häufig für Messrohre **1** mit unterschiedlichen Durchflussquerschnitten, also mit unterschiedlichen Innendurchmessern benötigt. In Verbindung damit ist es von besonderer Bedeutung, ein magnetisch-induktives Durchflusssystem so zu realisieren, das ohne Weiteres Messrohre **1** mit unterschiedlichen Durchflussquerschnitten, also mit unterschiedlichen Innendurchmessern, einsetzbar sind beziehungsweise eingesetzt sein können. Wesentliche Lehre der Erfindung ist also auch die zur Verfügungsstellung von einer Mehrzahl von Messrohren mit unterschiedlichen Durchflussquerschnitten, also mit unterschiedlichen Innendurchmessern, die ohne weiteres mit zweiten Funktionseinheiten der in Rede stehenden magnetisch-induktiven Durchflusssysteme zu funktionsfähigen magnetisch-induktiven Durchflusssystem zusammengesetzt, zusammengebaut, vereinigt werden können.

**[0042]** Messrohre **1** einer Mehrzahl von Messrohren **1** mit unterschiedlichen Durchflussquerschnitten, also mit unterschiedlichen Innendurchmessern, können dann ohne Weiteres verwendet werden, wenn die unterschiedlichen Messrohre **1** jeweils den gleichen Außendurchmesser und die gleichen Messkontakte **5, 6** aufweisen, wenn sich also die Messrohre **1** nur in Bezug auf die Durchflussquerschnitte, also in Bezug auf die Innendurchmesser, unterscheiden.

**[0043]** Eine andere Realisierung von ohne Weiteres einsetzbaren Messrohren **1** einer Mehrzahl von Messrohren **1** mit unterschiedlichen Durchflussquerschnitten, also mit unterschiedlichen Innendurchmessern, ist dadurch gekennzeichnet, dass die unterschiedlichen einsetzbaren bzw. eingesetzten Messrohre **1** jeweils die gleichen oder entsprechende Messkontakte **5, 6** aufweisen. Es reicht nämlich aus, wenn die Messrohre **1** einer Mehrzahl von Messrohren **1**, unabhängig vom Durchflussquerschnitt, also unabhängig vom Innendurchmesser, dort, wo sie mit ihren Messkontakten **5, 6** mit den korrespondierenden Gegenkontakten **7, 8** in der zweiten Funktionseinheit der in Rede stehenden magnetisch-induktiven Durchflusssysteme in elektrisch leitenden Kontakt gebracht werden, gleich, zumindest aber funktionsmäßig gleich sind.

**[0044]** Bei magnetisch-induktiven Durchflussmesssystemen kann der Anwender die Verwendung von Messrohren mit unterschiedlichen Durchflussquerschnitten, also mit unterschiedlichen Innendurchmessern selbst berücksichtigen, nämlich dadurch, dass er in die Auswerteeinheit, die Teil eines magnetisch-induktiven Durchflussmesssystems sein kann, aber auch getrennt von einem solchen Durchflussmesssystem verwirklicht sein kann, den Durchflussquerschnitt, also den Innendurchmesser des jeweils eingesetzten Messrohres eingibt. Das ist jedoch aufwendig, kann insbesondere zu fehlerhaften Eingaben führen. Folglich geht eine weitere Lehre der Erfindung dahin, jedes Messrohr mit einem Innendurchmesseroffenbarungselement zu versehen. Bei dieser Ausführungsform muss dann im Messsystemgehäuse ein dem Innendurchmesseroffenbarungselement der Messrohre zugeordnetes Innendurchmesserabfrageelement vorgesehen sein, eine Ausführungsform, die nicht dargestellt ist, jedoch für sich ohne Weiteres verständlich ist.

**[0045]** Für die in den **Fig. 4** und **Fig. 5** nur sehr schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele magnetisch-induktiver Durchflussmesssysteme gilt, dass mit Hilfe eines nach oben schwenkbaren Deckels **16** (**Fig. 4**) beziehungsweise mit Hilfe einer nach vorne schwenkbaren Klappe **17** (**Fig. 5**) das magnetisch-induktive Durchflussmesssystem so geöffnet werden kann, dass die jeweils zu verwendenden Messrohre **1** mit ihren Messelektroden **3, 4** und den zugehörigen Messkontakten **5, 6** ohne Weiteres eingesetzt werden können.

**[0046]** Ausführungsformen magnetisch-induktiver Durchflussmesssysteme, die keine beweglichen Teile wie einen Deckel **16** bei der Ausführungsform nach **Fig. 4** beziehungsweise wie eine Klappe **17** bei der Ausführungsform nach **Fig. 5** aufweisen, sind den in den **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellten Ausführungsformen vorzuziehen.

## ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### Zitierte Patentliteratur

- DE 69232633 C2 [0011]
- DE 19907864 A1 [0011]
- DE 10064738 B4 [0011]
- DE 10243748 A1 [0011]
- DE 102008005258 A1 [0011]
- DE 102011112703 A1 [0011]
- EP 0704682 A1 [0011]
- EP 0834057 A1 [0011]

### Zitierte Nicht-Patentliteratur

- "Technische Durchflussmessung" von Prof. Dr.-Ing. K. W. Bonfig, 3. Auflage, Vulkan-Verlag Essen, 2002, Seiten 123 bis 167 [0002]
- "Grundlagen Magnetisch-Induktive Durchflussmessung" von Dipl.-Ing. Friedrich Hoffmann, 3. Auflage, 2003 [0002]



## Patentansprüche

1. Messrohr für magnetisch-induktive Durchflussmesssysteme, wobei die Durchflussmesssysteme das Messrohr für den Durchfluss eines elektrisch leitenden Mediums und eine Magnetfelderzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines zumindest auch senkrecht zur Längsachse des Messrohres verlaufenden, vorzugsweise wechselnden Magnetfeldes, mindestens zwei die in dem elektrisch leitenden Medium induzierte Messspannung abgreifende, vorzugsweise das Medium berührende Messelektroden und vorzugsweise eine Auswerteeinheit aufweisen, wobei die Messelektroden außen am Messrohr zugängliche Messkontakte aufweisen, wobei das Messrohr mit den Messelektroden eine erste Funktionseinheit und zu den Messkontakten der Messelektroden korrespondierende Gegenkontakte, die Magnetfelderzeugungseinrichtung und die Auswerteeinheit (soweit eine solche vorhanden ist) eine zweite Funktionseinheit bilden und wobei die Gegenkontakte, die Magnetfelderzeugungseinrichtung und die Auswerteeinheit (soweit eine solche vorhanden ist) in einem Messsystemgehäuse vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messkontakte (5, 6) der Messelektroden (3, 4) so ausgeführt und am Messrohr (1) vorgesehen sind, dass sie durch eine im Wesentlichen senkrecht zur Magnetfeldrichtung verlaufende, im Wesentlichen nur translatorische Bewegung mit den Gegenkontakten (7, 8) in elektrisch leitendem Kontakt bringbar sind.

2. Messrohr nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Messkontakt (6) der an einer Seite des Messrohres (1) vorgesehenen Messelektrode (4) zumindest einseitig senkrecht zur virtuellen Verbindungslinie der beiden Messelektroden (3, 4) verlängert ist.

3. Messrohr nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Messkontakt (6) der an einer Seite des Messrohres (1) vorgesehenen Messelektrode (4) zumindest einseitig in Umfangsrichtung des Messrohres (1) verlängert ist.

4. Messrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Messrohr mindestens eine vorzugsweise kreisringförmige Masselektrode aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Masselektrode eine der beiden Messelektroden (5, 6) darstellt und gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 ausgeführt ist.

5. Messrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder der beiden Messkontakte (5, 6) ein galvanisch mit ihnen verbundener Überprüfungsgegenkontakt (14, 15) aufweist.

6. Messrohr nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder der beiden Überprüfungsgegen-

kontakte (14, 15) und der zugeordnete Messkontakt (5, 6) einstückig ausgeführt sind.

7. Messrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass es mit einem Innendurchmesseroffenbarungselement versehen ist.

8. Mehrzahl von Messrohren für magnetisch-induktive Durchflussmesssysteme, wobei die Durchflussmesssysteme das Messrohr für den Durchfluss eines elektrisch leitenden Mediums und eine Magnetfelderzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines zumindest auch senkrecht zur Längsachse des Messrohres verlaufenden, vorzugsweise wechselnden Magnetfeldes, mindestens zwei die in dem elektrisch leitenden Medium induzierte Messspannung abgreifende, vorzugsweise das Medium berührende Messelektroden und vorzugsweise eine Auswerteeinheit aufweisen, wobei die Messelektroden außen am Messrohr zugängliche Messkontakte aufweisen, wobei das Messrohr mit den Messelektroden eine erste Funktionseinheit und zu den Messkontakten der Messelektroden korrespondierende Gegenkontakte, die Magnetfelderzeugungseinrichtung und die Auswerteeinheit (soweit eine solche vorhanden ist) eine zweite Funktionseinheit bilden und wobei die Gegenkontakte, die Magnetfelderzeugungseinrichtung und die Auswerteeinheit (soweit eine solche vorhanden ist) in einem Messsystemgehäuse vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass ohne Weiteres die Messrohre (1) mit unterschiedlichen Durchflussquerschnitten, also mit unterschiedlichen Innendurchmessern, in die zweite Funktionseinheit einsetzbar sind.

9. Mehrzahl von Messrohren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die unterschiedlichen, einsetzbaren Messrohre (1) jeweils die gleichen Außendurchmesser und die gleichen Messkontakte (5, 6) aufweisen.

10. Mehrzahl von Messrohren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die unterschiedlichen, einsetzbaren Messrohre (1) jeweils die gleichen oder entsprechende Messkontakte (5, 6) aufweisen.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

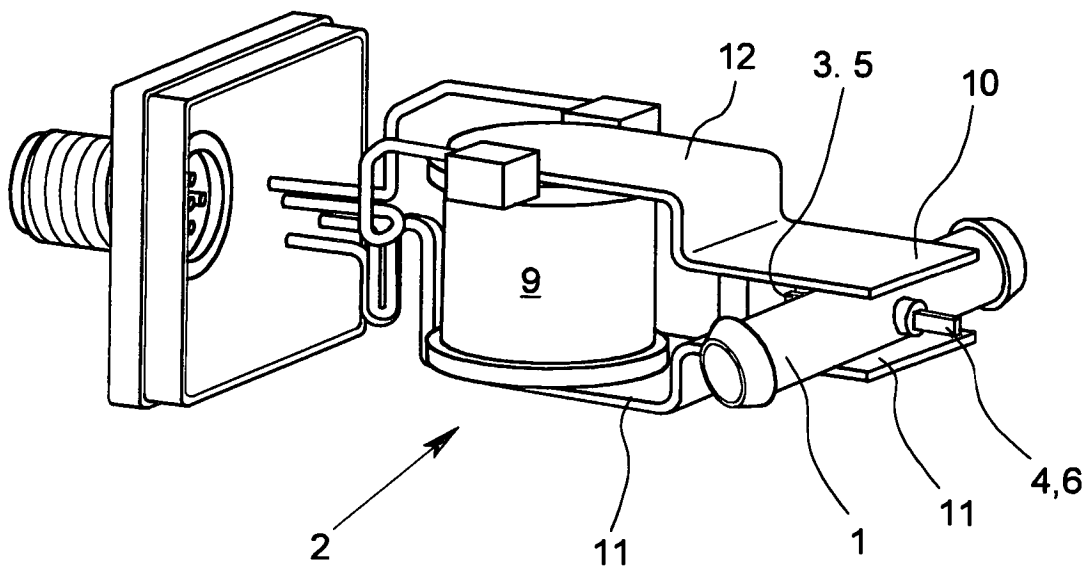


Fig. 1

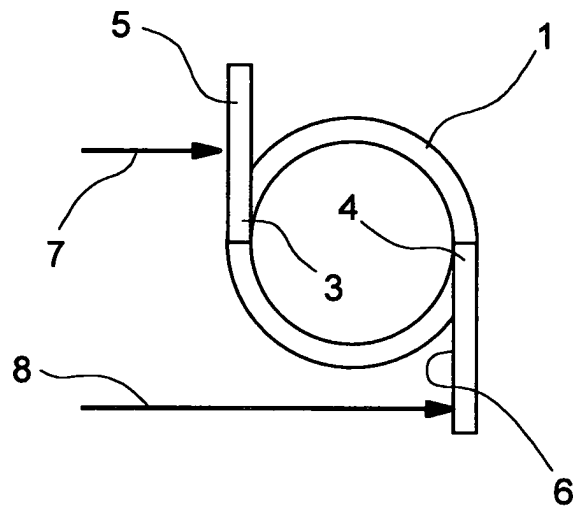


Fig. 2

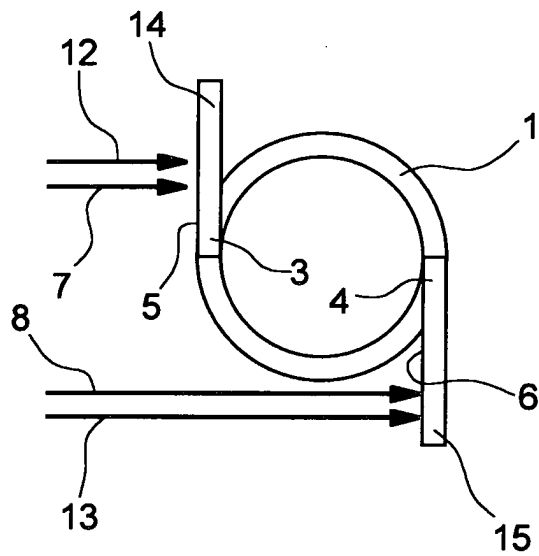


Fig. 3

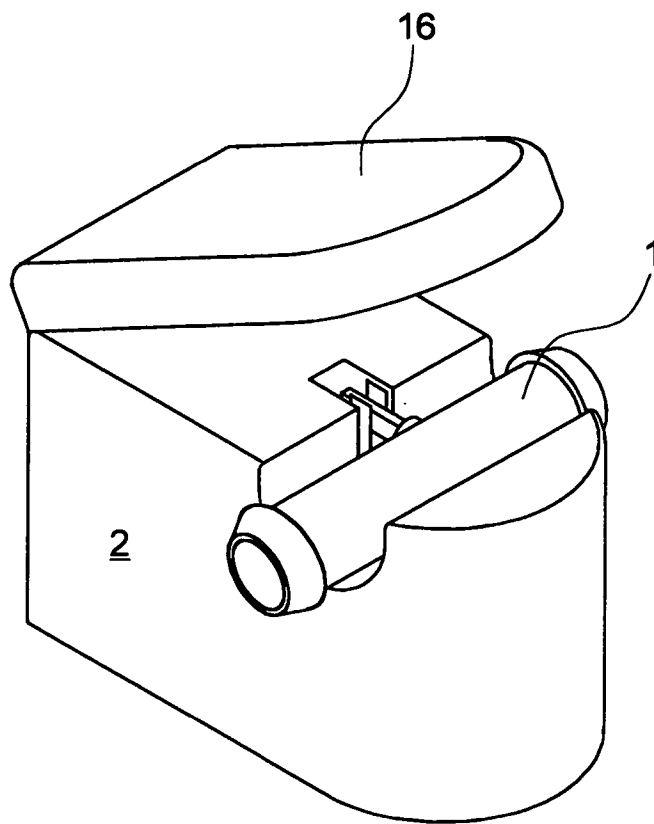


Fig. 4

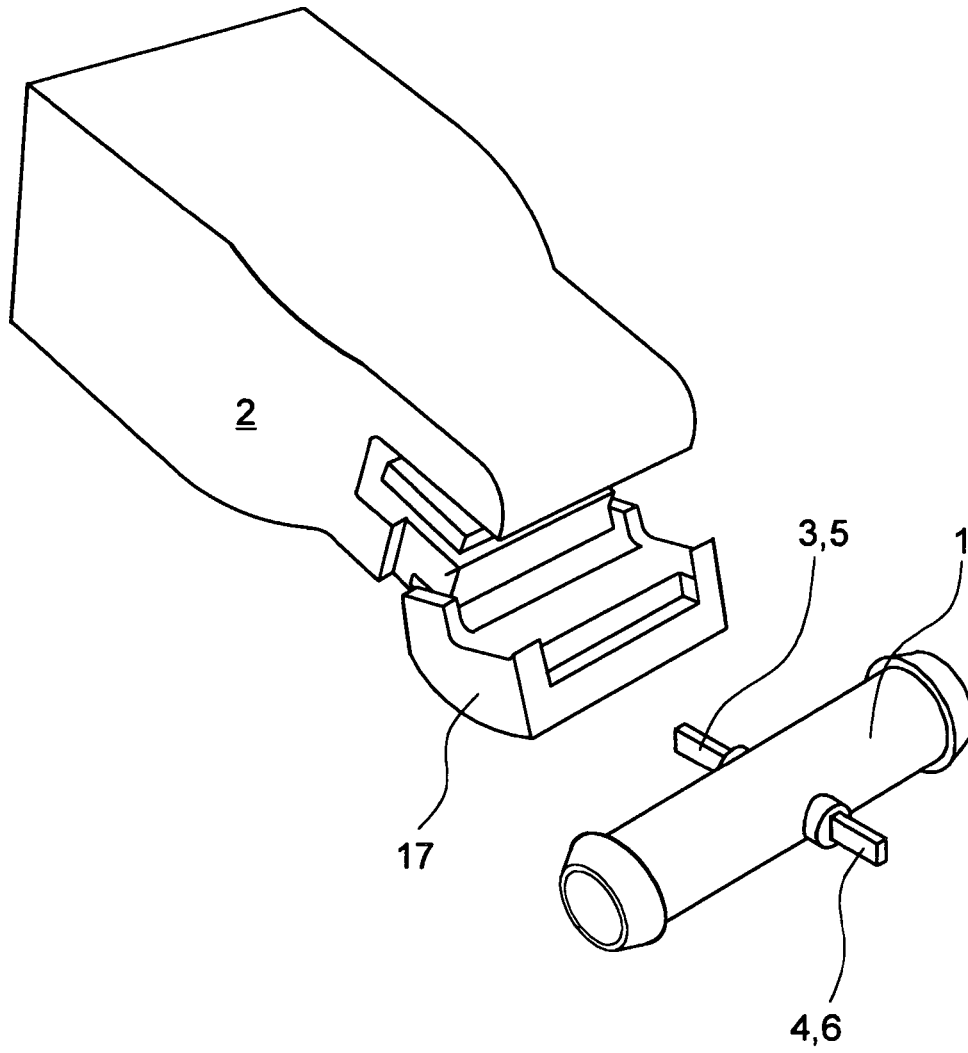


Fig. 5