



(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 116 679.8**

(22) Anmeldetag: **01.10.2015**

(43) Offenlegungstag: **14.07.2016**

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

(66) Innere Priorität:

**10 2015 000 110.8 14.01.2015**

(71) Anmelder:

**Krohne AG, Basel, CH**

(74) Vertreter:

**Gesthuysen Patent- und Rechtsanwälte, 45128  
Essen, DE**

(72) Erfinder:

**Beerling, Freek, Breda, NL; Heijnsdijk, Alexander  
Marnix, Papendrecht, NL; Neven, Josef, Mours  
St. Eusèbe, FR; Nicolas, Christian, Chatuzange le  
Goubet, FR**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

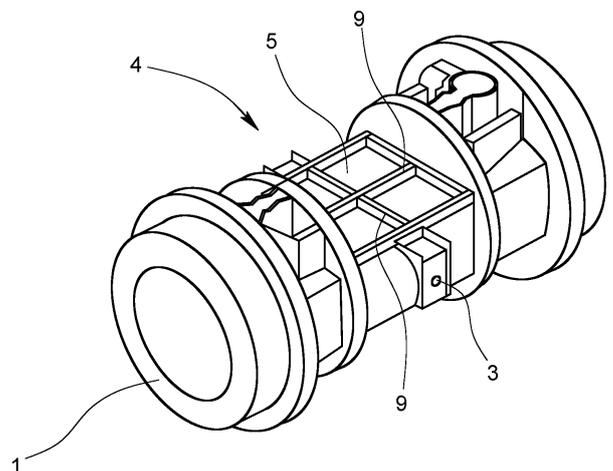
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein magnetisch-induktives Durchflussmessgerät mit einer Messleitung (1), einer Magnetfelderzeugungseinrichtung (2) und einer Messelektrode (3). Dabei weist die Messleitung (1) einen einseitig abgeflachten Messabschnitt (4) mit einer ebenen Messleitungsteilfläche, nachfolgend immer Teilfläche (5), und die Magnetfelderzeugungseinrichtung (2) einen Polschuh (7) auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Durchflussmessgerät anzugeben, das eine hohe Messgenauigkeit auch unter einer hohen Druckbelastung ermöglicht.

Die Erfindung löst die Aufgabe dadurch, dass auf der Teilfläche (5) eine Abstützrippe (9) realisiert ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein magnetisch-induktives Durchflussmessgerät zur Durchflussmessung eines strömenden Mediums, mit einer Messleitung, mit einer Magnetfelderzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines die Messleitung wenigstens teilweise durchsetzenden Magnetfeldes, mit mindestens einer Messelektrode zum Abgreifen einer in dem strömenden Medium induzierten Messspannung, wobei die Messleitung einen mittleren, die Messelektrode aufweisenden, zumindest einseitig abgeflachten Messabschnitt mit einer ebenen Messleitungsteilfläche, nachfolgend immer Teilfläche, aufweist und wobei zu der Magnetfelderzeugungseinrichtung mindestens ein Spulenkern und ein Polschuh gehören.

**[0002]** 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 Durchflussmessgeräten dadurch ausgenutzt, dass mittels einer Magnetfelderzeugungseinrichtung, die meistens mindestens eine Magnetfeldspule, einen Spulenkern sowie einen Polschuh aufweist, meistens ein während des Messvorgangs sich zeitlich veränderndes Magnetfeld erzeugt wird und das Magnetfeld wenigstens teilweise das durch die Messleitung strömende elektrisch leitfähige Medium durchsetzt. Dabei weist das Magnetfeld wenigstens eine Komponente senkrecht zur Längsachse der Messleitung bzw. senkrecht zur Strömungsrichtung des Mediums auf.

**[0003]** Zu dem in Rede stehenden magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät gehört mindestens eine die in dem elektrisch leitenden Medium induzierte Messspannung abgreifende Messelektrode. Oft sind zwei Messelektroden vorhanden. Vorzugsweise berühren diese Messelektroden das Medium und verläuft die virtuelle Verbindungslinie der beiden Messelektroden zumindest im Wesentlichen senkrecht zur Richtung des die Messleitung senkrecht zur Längsachse der Messleitung durchsetzenden Magnetfeldes.

**[0004]** Es ist bereits ausgeführt, dass es sich bei den Messelektroden insbesondere um solche handeln kann, die das Medium berühren, also galvanisch mit dem Medium in Kontakt stehend die Messspannung abgreifen. Es gibt aber auch magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte, bei denen die Messspannung kapazitiv abgegriffen wird.

**[0005]** Zu den 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 auch auf die EP 0 704 682 A1 und die EP 0 834 057 A1. Insbesondere wird verwiesen auf die DE 10 2008 057 756 A1, aus der das eingangs beschriebene magnetisch-induktive Durchflussmessgerät bekannt ist. Bei diesem bekannten magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät weist die Messleitung über die Länge einen veränderlichen Querschnitt auf und ist der Querschnitt im mittleren Bereich der Messleitung, einleitend mit Messabschnitt bezeichnet, geringer als am Anfang der Messleitung und am Ende der Messleitung. Dabei ist der Querschnitt der Messleitung in ihrem mittleren Bereich, also im Messabschnitt, rechteckig, gegebenenfalls auch quadratisch. Demgegenüber geht die Erfindung von einem magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät aus, bei dem der Messabschnitt der Messleitung funktionsnotwendig mindestens eine ebene Messleitungsteilfläche, einleitend mit Teilfläche bezeichnet, aufweist. Der Messabschnitt kann auch zwei oder mehr ebene Messleitungsteilflächen aufweisen.

**[0006]** Bekannte magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte sind häufig dadurch insgesamt "stabile Konstruktionen", dass die Messleitung aus Metall besteht. Bei den Messleitungen handelt es sich in aller Regel um Messrohre, also um zylindrische Hohlkörper mit einem kreisringförmigen Querschnitt. Außerdem gilt für die meisten magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräte, dass die Messgerätgehäuse beidseitig aus Metall bestehende Abschluss- und Anschlussflansche aufweisen. Einerseits schließen diese Abschluss- und Anschlussflansche, mit denen die beiden Enden der Messleitung – direkt oder indirekt – verbunden sind, das Durchflussmessgerät ab, darum der Ausdruck "Abschlussflansch". Andererseits dienen die Abschluss- und Anschlussflansche dem beiderseitigen Anschluss des Durchflussmessgeräts an entsprechende Rohrleitungsflansche, darum der Ausdruck "Anschlussflansch".

**[0007]** Magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte müssen erheblichen Anforderungen an die Messgenauigkeit genügen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die in dem strömenden, elektrisch leitfähigen Medium induzierte Messspannung relativ niedrig ist. Das gilt schon für "normale Verhältnisse", worunter eine nicht besonders geringe Strömungsgeschwindigkeit und eine nicht besonders geringe elektrische Leitfähigkeit des strömenden Mediums verstanden werden soll. Bei messtechnisch "erschweren Voraussetzungen", das heißt bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten oder bei geringer elektrischer Leitfähigkeit des strömenden Mediums werden besonders niedrige Messspannungen induziert, – mit der Konsequenz, dass auch – absolut gesehen – relativ niedrige Störspannungen die Messgenauigkeit signifikant beeinflussen.

**[0008]** Daher soll die Magnetfelderzeugungseinrichtung in der Messleitung ein relativ starkes und weitgehend homogenes Magnetfeld erzeugen. Dies geschieht insbesondere dadurch, dass die Messleitung im Messabschnitt nur eine relativ geringe Dicke haben soll.

**[0009]** Bei einer Ausführungsform des aus der DE 10 2008 057 756 A1 bekannten magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräts ist die Wandstärke der Messleitung im Messabschnitt geringer als am Anfang und am Ende der Messleitung. Um eine bestimmte Druckbeanspruchbarkeit der Messleitung, auch im Messabschnitt, zu gewährleisten, ist im mittleren Bereich der Messleitung, also im Bereich des Messabschnitts, mindestens eine die Messleitung mit dem Messgerätgehäuse verbindende Verstärkung vorgesehen.

**[0010]** Anstelle einer Messleitung aus Metall kann es angebracht sein, die Messleitung aus einem relativ gering beanspruchbaren – und damit kostengünstigen – Material herzustellen, insbesondere aus relativ preisgünstigem Kunststoff. Ein solcher Werkstoff führt dazu, dass dessen relativ geringe Beanspruchbarkeit entsprechend ausgeglichen werden muss. Andererseits können jedoch auch bei metallischen Messleitungen so hohe Drücke auftreten, dass für die erforderliche Stabilität gesorgt werden muss.

**[0011]** Um das oben angesprochene starke und homogene Magnetfeld zu erzeugen, ist weiterhin vorgesehen, in dem Messabschnitt wenigstens eine abgeflachte und ebene Messleitungsteilfläche, nachfolgend immer Teilfläche, zu erzeugen und den Polschuh der Magnetfelderzeugungseinrichtung unmittelbar und flächig auf der ebenen Teilfläche und damit nahe dem Inneren der Messleitung anzuordnen.

**[0012]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein magnetisch-induktives Durchflussmessgerät anzugeben, das eine hohe Messgenauigkeit auch unter einer hohen Druckbelastung ermöglicht.

**[0013]** Das erfindungsgemäße magnetisch-induktive Durchflussmessgerät, bei dem die zuvor hergeleitete und aufgezeigte Aufgabe gelöst ist, ist zunächst und im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass auf der Messleitungsteilfläche, nachfolgend immer Teilfläche, mindestens eine Abstützrippe vorhanden ist.

**[0014]** Insbesondere sind mehrere Abstützrippen, die ggf. auch einstückig als eine Abstützstruktur ausgeführt sind, vorhanden.

**[0015]** Ist bei magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräten die Teilfläche relativ dünn ausgeführt, so kann ohne weitere Maßnahmen nicht verhindert werden, dass die Teilfläche – bei einem entsprechend

hohen Druck in der Messleitung – nach außen ausbeult. Das würde die Lage und die Ausrichtung des auf der Teilfläche aufsitzenden Polschuhs ungewollt und unerwünscht verändern. Die erfindungsgemäß vorhandenen Abstützrippen führen zu einer dem Ausbeulen entgegenwirkenden Stabilisierung oder Verstärkung der Teilfläche.

**[0016]** Die Abstützrippen sind dabei insbesondere nur auf bzw. mit der Teilfläche fixiert.

**[0017]** Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräts besteht der Polschuh aus mehreren Polschuhteilen. Das gibt bei Ausführungsformen die Möglichkeit, die Polschuhteile zwischen den Abstützrippen anzuordnen, indem sich zwischen den Polschuhteilen Aussparungen für die Abstützrippen befinden. Bei dieser besonders bevorzugten Ausführungsform verhindern also die auf der Teilfläche vorgesehenen Abstützrippen nicht das bündige Anliegen der Polschuhteile auf der übrigen Teilfläche. Gleichzeitig stützen sich die Polschuhteile an den Abstützrippen ab.

**[0018]** Besteht bei den bevorzugten Ausführungsformen erfindungsgemäßer magnetisch-induktiver Durchflussmessgeräte der Polschuh aus mehreren Polschuhteilen, dann ist eine dabei besonders bevorzugte Ausführungsform weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Polschuhteile über magnetisch gut leitende Polschuhstege mit dem Spulenkern verbunden sind. Vorzugsweise ist diese Ausführungsform ergänzend dadurch gekennzeichnet, dass die Polschuhteile, die Polschuhstege und der Spulenkern einstückig ausgeführt sind. Das hat dann den Vorteil, dass die von der Magnetspule erzeugte magnetische Durchflutung mit minimalem magnetischen Widerstand die Polschuhteile magnetisch beeinflusst, so dass bei durch die Magnetspule und durch die Bestromung der Magnetspule vorgegebener magnetischer Durchflutung ein relativ starkes Magnetfeld die Messleitung durchsetzen kann. Alternativ sind die Polschuhteile, die Polschuhstege und der Spulenkern zu Untergruppen gruppiert, die einstückig ausgeführt sind. So sind beispielsweise die Polschuhteile und die Polschuhstege einstückig ausgeführt und der Spulenkern ist ein separates Bauteil. Dies gilt entsprechend auch für andere Untergruppierungen.

**[0019]** Bei der zuletzt beschriebenen Ausführungsform, bei der die Polschuhteile, die Polschuhstege und der Spulenkern einstückig ausgeführt sind, empfiehlt es sich, die Gesamtheit aus Spulenkern, Spulenstegen und Polschuhteilen durch das MIM-Verfahren (MIM = Metal Inspection Molding) herzustellen. Sind nicht alle Elemente (also Polschuhteile, Polschuhstege und Spulenkern) einstückig ausgeführt, so sind in einer Ausgestaltung der Spulenkern und/

oder die Polschuhstege und/oder die Polschuhteile durch das MIM-Verfahren hergestellt.

**[0020]** Eine Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass die Polschuhteile im Wesentlichen in einer Ebene parallel zur Teilfläche angeordnet sind. In einer Variante liegen die Polschuhteile direkt auf der Teilfläche auf. Weiterhin befindet sich in einer Ausgestaltung der Spulenkern im Wesentlichen mittig innerhalb der Teilfläche. Weiterhin ist ein der Teilfläche zugewandtes Ende des Spulenkerns oberhalb der Polschuhteile und dadurch auch oberhalb der Teilfläche angeordnet. Sind in dieser Ausgestaltung insbesondere auch die Spulenstege vorhanden, so erstrecken sich diese von der Ebene der Polschuhteile hinauf zum – durch die Nähe zur Teilfläche bedingt – unteren Ende des Spulenkerns.

**[0021]** In einer Ausführungsform sind vier Polschuhteile vorhanden. In einer alternativen oder ergänzenden Ausgestaltung weisen die Polschuhteile jeweils eine im Wesentlichen rechteckige Außenkontur auf. Die vier Polschuhteile sind in einer Variante insbesondere derartig relativ zur Teilfläche angeordnet, dass sie wiederum insgesamt eine rechteckige Fläche überdecken.

**[0022]** In einer Ausgestaltung bilden die Abstützrippen auf der Teilfläche eine Kreuzform, wobei insbesondere in einer Variante der Überschneidungsbereich der Abstützrippen im Wesentlichen in der Mitte der Teilfläche liegt. In einer alternativen Ausgestaltung sind mindestens zwei Abstützrippen parallel zueinander angeordnet. In einer weiteren Ausgestaltung sind die Abstützrippen rautenförmig angeordnet.

**[0023]** Wie zuvor im Einzelnen dargelegt, gibt es verschiedene Möglichkeiten, das erfindungsgemäße magnetisch-induktive Durchflussmessgerät auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird verwiesen auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche und auf die nachfolgende Beschreibung in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen

**[0024]** Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer zu einem magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät gehörenden Messleitung,

**[0025]** Fig. 2 eine erste Skizze zur Erläuterung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräts und

**[0026]** Fig. 3 eine zweite Skizze zur Erläuterung des Ausführungsbeispiels der Fig. 2.

**[0027]** Zu magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräten gehören eine Messleitung 1, durch die das Medium strömt, dessen Durchfluss gemessen werden soll, eine – hier in den Fig. 2 und Fig. 3 nur teil-

weise dargestellte – Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 zur Erzeugung eines die Messleitung 1 wenigstens teilweise durchsetzenden Magnetfeldes und mindestens eine Messelektrode 3 zum Abgreifen einer in dem strömenden Medium induzierten Messspannung. In der Regel sind – hier nicht dargestellt – eine Auswerteeinheit und ein Messgerätgehäuse vorhanden.

**[0028]** Bei den erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräten hat die Messleitung 1 einen mittleren, die Messelektroden 3 aufweisenden, einseitig abgeflachten Messabschnitt 4 mit einer ebenen Messleitungsfläche, nachfolgend immer Teilfläche 5 genannt. Zu der nur angedeuteten Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 gehören eine nicht dargestellte Magnetspule, ein Spulenkern 6 und mindestens ein Polschuh 7. Im montierten Zustand befindet sich der Polschuh 7 mittig auf der Teilfläche 5 und dabei insbesondere oberhalb des Bereichs, in dem sich die beiden Abstützrippen 9 als Balken eines Kreuzes treffen.

**[0029]** Besteht die Messleitung 1 aus Kunststoff oder treten sehr hohe Drücke in der Messleitung auf, so muss unter Berücksichtigung des Drucks, der in der Messleitung 1 vorliegen kann, die Messleitung 1, auch im Messabschnitt 4, eine bestimmte Druckbeanspruchbarkeit haben. Deshalb haben die verschiedenen Bereiche der Messleitung 1 eine relativ große Dicke. Das gilt jedoch nicht, aus den weiter oben erläuterten Gründen, für die Teilfläche 5. Diese hat eine relativ geringe Dicke.

**[0030]** Für die Stabilität sind auf der Teilfläche 5 Abstützrippen 9 verwirklicht, die der Abstützung des Polschuhs 7 und der Verstärkung der Teilfläche 5 des Messabschnitts 4 der Messleitung 1 dienen. Bei den Abstützrippen 9 handelt es sich also um Abstütz- und Verstärkungsrippen, die hier kreuzförmig auf der Teilfläche 5 angeordnet sind. Der Überschneidungsbereich der Abstützrippen 9 befindet sich dabei unterhalb des Spulenkerns 6.

**[0031]** In dem dargestellten Ausführungsbeispiel besteht der Polschuh 7, wie die Fig. 2 und Fig. 3 zeigen, aus mehreren und insbesondere vier Polschuhteilen 10, die jeweils rechteckig ausgestaltet sind und durch ihre Anordnung relativ zur Teilfläche 5 ebenfalls ein Rechteck bilden, passend zu den Auflageflächen zwischen den Abstützrippen 9.

**[0032]** Dabei erlauben die Abstützrippen 9 das bündige Anliegen der Polschuhteile 10 auf der übrigen Teilfläche 5 durch die Anordnung des Polschuhs 7 zwischen den Abstützrippen 9, indem die Aussparungen 12 zwischen den Polschuhteilen 10 und die Abstützrippen 9 passend aufeinander abgestimmt sind.

**[0033]** Weiterhin sind die Polschuhteile **10** über magnetisch gut leitende Polschuhstege **11** mit dem der Teilfläche **5** zugewandten Ende **8** des Spulenkerns **6** verbunden. Daraus resultiert der Vorteil eines minimal möglichen magnetischen Widerstands, so dass bei durch die nicht dargestellte Magnetspule und durch die Bestromung der Magnetspule vorgegebener magnetischer Durchflutung ein relativ starkes Magnetfeld die Messleitung **1** durchsetzen kann.

**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 [0005]
- DE 19907864 A1 [0005]
- DE 10064738 B4 [0005]
- DE 10243748 A1 [0005]
- DE 102008005258 A1 [0005]
- DE 102011112703 A1 [0005]
- EP 0704682 A1 [0005]
- EP 0834057 A1 [0005]
- DE 102008057756 A1 [0005, 0009]

**Patentansprüche**

1. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät zur Durchflussmessung eines strömenden Mediums, mit einer Messleitung (1), mit einer Magnetfelderzeugungseinrichtung (2) zur Erzeugung eines die Messleitung (1) wenigstens teilweise durchsetzenden Magnetfeldes, mit mindestens einer Messelektrode (3) zum Abgreifen einer in dem strömenden Medium induzierten Messspannung, wobei die Messleitung (1) einen mittleren, die Messelektrode (3) aufweisenden, zumindest einseitig abgeflachten Messabschnitt (4) mit einer ebenen Messleitungsteilfläche, nachfolgend immer Teilfläche (5), aufweist und wobei zu der Magnetfelderzeugungseinrichtung (2) mindestens ein Spulenkern (6) und ein Polschuh (7) gehören, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der Teilfläche (5) mindestens eine Abstützrippe (9) realisiert ist.

2. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Abstützrippen (9) vorhanden sind.

3. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Polschuh (7) aus mehreren Polschuhteilern (10) besteht.

4. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Polschuhteilern (10) Aussparungen (12) für die Abstützrippen (9) vorhanden sind.

5. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Polschuhteile (10) über magnetisch gut leitende Polschuhstege (11) mit dem Spulenkern (6) verbunden sind.

6. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spulenkern (6) und/oder die Polschuhstege (11) und/oder die Polschuhteile (10) durch das MIM-Verfahren (MIM = Metal Injection Molding) hergestellt sind.

7. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Polschuhteile (10) im Wesentlichen in einer Ebene parallel zur Teilfläche (5) angeordnet sind, dass sich der Spulenkern (6) im Wesentlichen mittig innerhalb der Teilfläche (5) befindet und dass ein der Teilfläche (5) zugewandtes Ende (8) des Spulenkerns (6) oberhalb der Polschuhteile (10) angeordnet ist.

8. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass vier Polschuhteile (10) vorhanden sind.

9. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Polschuhteile (10) eine im Wesentlichen rechteckige Außenkontur aufweisen.

10. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abstützrippen (9) kreuzförmig auf der Teilfläche (5) angeordnet sind.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

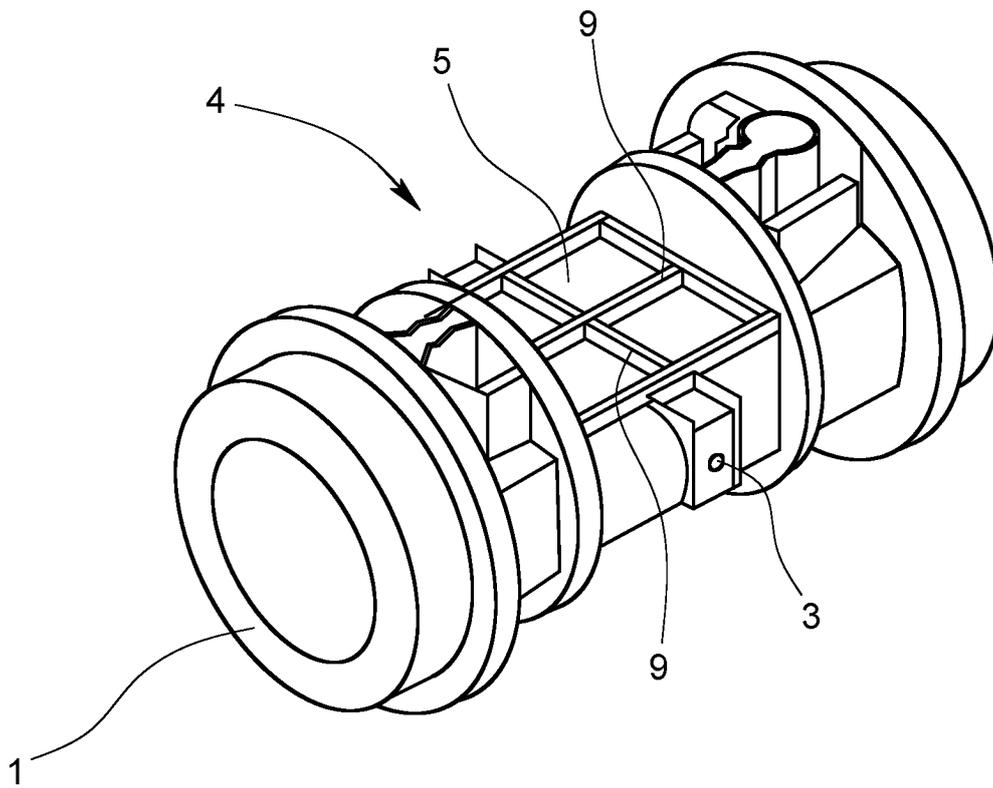


Fig.1

