

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50047/2015
(22) Anmeldetag: 27.01.2015
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2016

(51) Int. Cl.: **G01B 7/00** (2006.01)
F16L 9/18 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102007004104 A1
JP H08233512 A
US 2008116599 A1

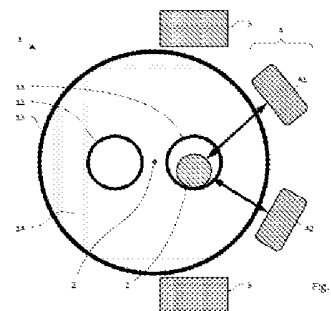
(73) Patentinhaber:
Wurmitzer Maximilian Ing.
8854 Krakaudorf (AT)

(72) Erfinder:
Wurmitzer Maximilian Ing.
8854 Krakaudorf (AT)
Wurmitzer Maximilian Johannes
9321 Muschk (AT)

(74) Vertreter:
Patentanwaltskanzlei Matschnig & Forsthuber
OG
1010 Wien (AT)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR MESSUNG DER POSITION EINES INNENROHRES IN EINER ROHRLEITUNG**

(57) Das Messen der Position eines Innenrohres (11) innerhalb eines Mantelrohres (13), in dem das Innenrohr (11) verläuft, erfolgt durch: Einbringen eines Prüfkörpers (2), welcher zumindest teilweise aus einem magnetisierbaren Material besteht, in das Innenrohr (11); Führen des Mantelrohres (13) entlang eines vorgegebenen Weges (Z), der eine Messeinrichtung (4) durchläuft, und Messen des Orts des Prüfkörpers (2) mithilfe zumindest eines magnetischen Sensors (41, 42) der Messeinrichtung (4) in Bezug auf den Weg (Z), wobei der zumindest eine magnetische Sensor (41, 42) an einer vorbestimmten Position außerhalb des Mantelrohres (13) angeordnet ist.



Beschreibung

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR MESSUNG DER POSITION EINES INNENROHRES IN EINER ROHRLEITUNG

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Messen der Position eines Innenrohres innerhalb eines Mantelrohres, in dem das Innenrohr verläuft.

[0002] Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen einer Rohrleitung mit einem solchen Mantelrohr.

[0003] Rohrleitungen der hier betrachteten Art werden in Rohrsystemen zur Verteilung eines fluiden Mediums (Gas oder Flüssigkeit) verwendet, insbesondere bei Fernwärmesystemen. In einer Rohrleitung sind ein oder mehrere Rohre positioniert, in denen das transportierte Medium in einem ummantelnden äußeren Rohr eingebettet. Nachstehend wird das bzw. jedes innen liegende Rohr, in dem ein Medium transportiert wird, als Innenrohr oder „Medienrohr“ und das äußere Rohr als „Mantelrohr“ bezeichnet. Der Zwischenraum der Rohre ist in der Regel mit einem Isolierschaum ausgefüllt.

[0004] Die Fertigung der Rohrleitungen, die der Erfindung zugrunde liegen, erfolgt in einer Fertigungslinie. In einer Fertigungslinie bekannter Art erfolgt der Herstellungsvorgang wie folgt: Die Medienrohre sind auf Rohrtrommeln aufgerollt. Nun werden ein, zwei oder mehrere Medienrohre durch einen verstellbaren Apparat in eine definierte Position gebracht und in eine Vorrichtung geschoben bzw. gezogen, in welcher der Schaum eingebracht wird. Die Medienrohre und der Schaum werden hierbei von einer schalenförmigen Kontur umgeben. Der Schaum breitet sich aus und schließt die Medienrohre fest in den Grenzen der schalenförmigen Kontur ein. Falls erforderlich, wird der Schaum über die schalenförmige Kontur gekühlt, da durch die chemische Aktivierung Wärme entsteht. In einem folgenden Prozessschritt wird mittels Kunststoff-Extruder das Mantelrohr als äußere Kunststoffhülle aufgebracht. Dieses wird beispielsweise mittels Vakuum an die Kontur des ausgehärteten Schaumes angepresst. Hierbei können durch Ungleichmäßigkeiten des Aufschäumens und/oder ungenaues Einbringen der Medienrohre Abweichungen der Positionierung entstehen.

[0005] Es ist erwünscht, dass das bzw. die Medienrohre im Mantelrohr definierte Positionen einnehmen, um möglichst günstige Eigenschaften zu erlangen, insbesondere hinsichtlich thermische Isolation und Flexibilität. Bekannte Lösungsansätze bestehen beispielsweise darin, mechanische Distanzhalter und/oder mechanische Fixierungen um die Medienrohre anzubringen, welche den Abstand eines Medienrohres zu dem Mantelrohr und gegebenenfalls die Lage der Medienrohre zueinander definieren. Dies erzeugt beachtliche laufende Kosten der Herstellung.

[0006] Prüfverfahren, mit welchen die Position der Medienrohre im Mantelrohr definiert wird, sind mittels Röntgenapparaten gegeben. Diese sind sehr teuer und führen zu gesteigertem Aufwand hinsichtlich der Sicherheit, insbesondere Strahlenschutz. Andere Verfahren zum Prüfen der Position sehen vor, den Schaummantel mit einem Prüfkörper (z.B. einer Nadel) zu durchbrechen und die (härtere) Innenwand der Medienrohre zu sondieren, was zu undichten Stellen in der Isolierung führt.

[0007] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein System zu schaffen, mit welchem eine hochgenaue Messung der Position von Medienrohren in einem Mantelrohr zerstörungsfrei möglich ist. Zusätzlich kann durch den Prüfkörper gleichzeitig das Innenrohr auf grobe Fehler (Toleranzen) bzw. mechanische Beschädigungen geprüft werden.

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Messen der Position eines Innenrohres innerhalb eines Mantelrohres, in dem das Innenrohr verläuft, erfindungsgemäß mit folgenden Schritten gelöst:

- [0009]** - Einbringen eines Prüfkörpers, welcher zumindest teilweise aus einem magnetisierbaren Material - wie z.B. magnetisierbarem Eisen und/oder einem Permanentmagneten - besteht, in das Innenrohr,
- [0010]** - Führen des Mantelrohres entlang eines vorgegebenen, eine Messeinrichtung passierenden Weges, und
- [0011]** - Messen des Ortes des Prüfkörpers mithilfe zumindest eines magnetischen Sensors der Messeinrichtung in Bezug auf den Weg, wobei der magnetische Sensor (bzw. die magnetischen Sensoren) an einer vorbestimmten Position außerhalb des Mantelrohres angeordnet ist (sind).

[0012] Diese Lösung ermöglicht eine genaue Messung der Position eines Innenrohres auf einfache, effiziente und zerstörungsfreie Art.

[0013] In entsprechender Weise wird die genannte Aufgabe durch eine Vorrichtung zum Messen der Position eines Innenrohres innerhalb eines Mantelrohres gelöst, umfassend eine Führungseinrichtung, mit der das Mantelrohr entlang eines vorgegebenen Weges geführt wird, und eine den Weg umgebend oder diesem benachbart angeordnete Messeinrichtung mit zumindest einem magnetischen Sensor, der dazu eingerichtet ist, den Ort eines in das Innenrohr eingebrachten Prüfkörpers, welcher zumindest teilweise aus einem magnetisierbaren Material besteht, zu messen. Für eine absolute Positionsbestimmung des Prüfkörpers kann die Außenrohrposition erfasst werden, was z.B. mit Sensoren bekannter Art erfolgen kann, und in die Positionsbestimmung einkalkuliert werden.

[0014] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird der Prüfkörper in dem Innenrohr mithilfe einer Positionierungsvorrichtung in einer vorgegebenen Sollposition gehalten, welche einer Detektion durch den zumindest einen magnetischen Sensor zugänglich ist. Unter Berücksichtigung von Toleranzen kann der Prüfkörper in einem bestimmten Sollbereich gehalten werden. Hierbei ist es besonders günstig, wenn die Positionierungsvorrichtung ein örtlich veränderliches, bevorzugt ortsfestes, noch bevorzugter stationäres, Magnetfeld erzeugt, durch das der Prüfkörper in der Sollposition gehalten wird. Alternativ kann der Prüfkörper durch andere Mittel zur Positionsregelung gehalten werden, wie z.B. durch ein Positioniermittel mechanischer Art, das entlang des Rohres verläuft.

[0015] Um eine genauere Bestimmung der Position zu erzielen, können zumindest zwei magnetische Sensoren verwendet werden. Die Sensoren können nebeneinander auf gleicher Höhe des Weges des Mantelrohres, um einen Winkel versetzt, angeordnet sein; alternativ oder in Kombination dazu können Sensoren entlang des Weges des Mantelrohres hintereinander angeordnet sein.

[0016] Vorteilhafterweise kann der Abstandswert zwischen einem magnetischen Sensor und dem Prüfkörper bestimmt werden; vorzugsweise kann der Ort des Prüfkörpers aus mehreren derartigen Abstandswerten in Bezug auf die Orte mehrerer Sensoren berechnet werden.

[0017] Die Erfindung eignet sich besonders in einem Verfahren zum Herstellen einer Rohrleitung mit einem Mantelrohr und zumindest einem darin verlaufenden Innenrohr, bei welchem die Position eines Innenrohres gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren gemessen wird, eine Abweichung der so gemessenen Position von einer Sollposition des Innenrohres bestimmt wird und aufgrund der so bestimmten Abweichung die Position des Innenrohres neu eingestellt wird. Eine Vorrichtung zum Herstellen einer solchen Rohrleitung umfasst dem entsprechend eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Messen der Position eines Innenrohres, eine Einrichtung zum Bestimmen einer Abweichung der Position des Innenrohres von einer Sollposition, sowie eine Einrichtung zum Einstellen der Position des Innenrohres zum Ausgleich der Abweichung von der Sollposition des Innenrohres.

[0018] Die Erfindung samt weiterer Vorzüge und Weiterbildungen wird im Folgenden anhand einiger Ausführungsbeispiele erläutert, die in den beigegeführten Zeichnungen gezeigt sind. Die Zeichnungen zeigen:

- [0019]** Fig. 1 eine Illustration des Messprinzips gemäß der Erfindung anhand einer Querschnittsansicht einer Rohrleitung;
- [0020]** Fig. 2a-c Positionierungsvorrichtungen für einen Prüfkörper, jeweils in Längsschnittansichten;
- [0021]** Fig. 3 eine Längsschnittansicht einer Messanordnung gemäß einer ersten Ausführungsform;
- [0022]** Fig. 4 die gleichzeitige Positionierung zweier Prüfkörper;
- [0023]** Fig. 5 eine schematische Übersicht einer Fertigungsanlage mit einer erfindungsgemäßen Messvorrichtung gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel in Seitenansicht im Längsschnitt;
- [0024]** Fig. 6 ein Schaltdiagramm der elektrischen Versorgung der Messvorrichtung der Fig. 5, wobei Fig. 6a ein Signaldiagramm der erzeugten Messspannung ist;
- [0025]** Fig. 7 die Messspulenordnung der Messvorrichtung, und
- [0026]** Fig. 8 die Messvorrichtung in einer Längsschnittansicht;
- [0027]** Fig. 9 und 10 je eine Ausführungsvariante des Prüfkörpers;
- [0028]** Fig. 11 Formgebung des Schaummaterials der Rohrleitung durch Halbschalen;
- [0029]** Fig. 12 eine vereinfachte elektrische Versorgung der Messvorrichtung, wobei Fig. 12a ein Signaldiagramm der erzeugten Messspannung ist; und
- [0030]** Fig. 13 eine weitere Ausführungsform der Fertigungsanlage mit mechanischer Halterung des Prüfkörpers.

[0031] Es sei festgehalten, dass die hier beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung lediglich beispielhaft gegeben sind und nicht einschränkend für die Erfindung auszulegen sind.

[0032] Fig. 1 zeigt eine Übersicht des Messprinzips anhand eines Querschnitts einer zu vermessenden Rohrleitung 1 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Ein Mantelrohr 13 umgibt zwei parallel zueinander angeordnete Medienrohre 11, 12, wobei der Raum 14 zwischen den Medienrohren 11, 12 und dem Mantelrohr 13 mit einem Isolierschaum verfüllt ist. Gemäß der Erfindung wird die Position eines Medienrohres, in der Zeichnung am Beispiel des Rohres 11 gezeigt, mithilfe eines Prüfkörpers 2 gemessen, der in das zu vermessende Medienrohr 11 eingebracht wird. Die Sollposition der Medienrohre 11, 12 im Mantelrohr 13 ist (ebenso wie deren anderen Maße, wie Durchmesser, Dicke etc.) vorgegeben und hängt von der jeweiligen Anwendung der Rohrleitung ab.

[0033] Das Mantelrohr 13 besteht z.B. aus einer Innenschicht aus einer flexiblen Kunststoffolie, die den Isolierschaum umgibt, und einer von einem steifen Kunststoffrohr (z.B. aus PVC) gebildeten Außenschicht. In anderen Ausführungsformen kann das Mantelrohr eine oder mehrere Schichten umfassen. Das Mantelrohr wird entlang der Produktionslinie durch verschiedene Apparate und Anlagenteile an sich bekannter Art durchgeführt, welche eine definierte Position des Mantelrohres einstellen.

[0034] Die Medienrohre 11, 12 bestehen beispielsweise aus einem gasdichten Kunststoff.

[0035] Der Prüfkörper 2 besteht zur Gänze oder zumindest zum Teil aus einem magnetisierbaren Material. Unter magnetisierbarem Material wird hier ein Material mit hoher magnetischer Suszeptibilität verstanden, das sich hinsichtlich der magnetischen Eigenschaften von den Materialien der Rohrleitung 1 unterscheidet, sodass eine magnetische Detektion und Positionierung des Prüfkörpers innerhalb der Rohrleitung ermöglicht wird. Der Prüfkörper 2 ist beispielsweise als Rundling oder Kugel gestaltet. Im Allgemeinen können Prüfkörper als Zylinder, Kugeln oder ähnliche Körper ausgeführt sein, die gelagert oder nicht gelagert, geschmiert oder bevorzugt

nicht geschmiert sein können. Die Lagerung eines Prüfkörpers in dem Innenrohr kann z.B. durch an dem Prüfkörper angebrachte kleine Rollen erreicht werden (vgl. Fig. 10).

[0036] Der Prüfkörper kann auch als aktiver Körper ausgeführt sein, beispielsweise mit Sensoren und einer über eine Kabelverbindung versorgten oder kabellosen Sende- und Empfangseinrichtung ausgestattet.

[0037] Der Prüfkörper 2 wird in dem betreffenden Medienrohr 11 mithilfe eines von außen angelegten Magnetfeldes, in Bezug auf die Messanlage, an einer Stelle oder in einem begrenzten Bereich gehalten. Die Erzeugung des Magnetfeldes erfolgt durch eine Positionierungsvorrichtung 3. Mit dieser Positionierungsvorrichtung wird das Magnetfeld erzeugt, beispielsweise durch eine oder mehrere Spulen, die von einem Gleich- und/oder Wechselstrom durchflossen werden, und/oder einer Anordnung von einem oder mehreren Permanentmagneten. Die Rohrleitung 1 wird durch die Positionierungsvorrichtung 3 hindurch entlang eines vorgegebenen Weges (Symbol Z) gemäß einer als hier z-Achse bezeichneten axialen Richtung geführt, die in Fig. 1 senkrecht zur Papierebene verläuft. Diese z-Achse gibt somit die Soll-Längsachse der Rohrleitung am Ort der Positionierungsvorrichtung vor. In Fig. 1 ist die Lage der Positionierungsvorrichtung 3 exzentrisch zur Mittellinie der Rohrleitung 1, entsprechend dem (Soll-)Maß, um welches das Medienrohr 11 von der Mittellinie (hier die z-Achse) ausgerückt ist.

[0038] Die Anbringung der Spule(n) bzw. Magneten in der Positionierungsvorrichtung kann parallel oder radial zur z-Achse ausgelegt sein. Der Prüfkörper 2 sucht im Allgemeinen das lokale Maximum des Magnetfeldes entlang der Bahn des betreffenden Medienrohres 11 auf. Fig. 2a-c zeigen beispielhafte Auslegungen der Positionierungsvorrichtung.

[0039] Fig. 2a zeigt eine erste Anordnung einer Positionierungsvorrichtung 31. Ein Spulenkörper 32 ist als Solenoid ausgeführt, dessen Achse parallel zur z-Achse orientiert ist; die Stromversorgung V ist angedeutet.

[0040] Fig. 2b zeigt eine zweite Anordnung einer Positionierungsvorrichtung 33. Ein Spulenpaar, gebildet aus Spulen 34a und 34b, ist radial zur z-Achse angeordnet. Zusätzlich können ferromagnetische Kerne (z.B. Eisenkerne) vorgesehen sein.

[0041] Fig. 2c zeigt eine dritte Anordnung einer Positionierungsvorrichtung 35. Durch einen geeignet geformten Kern 36, der z.B. drehsymmetrisch um die z-Achse mit einer im Querschnitt doppelt-Hufeisen-artige Formgebung mit z.B. axial orientierten Spulwicklungen, kann das Magnetfeld zur Sollposition des Prüfkörpers gerichtet und zugleich an der Sollposition gestaltet werden, beispielsweise mit einem gewünschten Intensitätsverlauf.

[0042] Die Anordnungen der Positionierungsvorrichtungen können auch miteinander kombiniert werden, um eine zuverlässige Positionierung am gewünschten Ort zu erreichen. Außerdem können die einzelnen magnetischen Komponenten zueinander in axialer Richtung versetzt angeordnet sein.

[0043] In einer Variante wird ausgenutzt, dass der Prüfkörper durch das Anlegen eines hinreichend starken Magnetfeldes von seiner ursprünglichen Position - in der Regel auf dem Boden des Medienrohres 11 - ausgelenkt werden kann. Beispielsweise kann ein radial angeordnetes Spulenpaar nach Art der Anordnung der Fig. 2b auf einer um eine Drehachse parallel zur z-Achse drehbaren Vorrichtung angebracht sein. Alternativ kann eine Anzahl von radialen Spulenpaaren kreisförmig angeordnet sein, in Umfangsrichtung zueinander versetzt. Diese Anordnungen können ein Magnetfeld mit rotierender Orientierung erzeugen, das eine Bewegung des Prüfkörpers bewirkt, die wiederum gemessen und zur Auswertung der Lage des Medienrohres 11 verwendet werden kann.

[0044] Die Positionierung kann, alternativ oder ergänzend zu der vorangehend beschriebenen magnetischen Positionierung, auch durch mechanische Mittel erfolgen. So kann eine Positionierung in axialer Richtung mittels einer an dem Prüfkörper befestigten Leine, z.B. eines Seils oder Drahts aus nicht-magnetischem Material, erfolgen. Außerdem kann der Prüfkörper mithilfe der Einwirkung eines Fluidstroms und/oder einer zugehörenden Druckdifferenz zu einer gewünsch-

ten Position gelenkt und an dieser gehalten werden, beispielsweise mittels in das Medienrohr eingebrachter Druckluft oder eines anderen geeigneten Fluids.

[0045] Wieder bezugnehmend auf Fig. 1 wird die Position des Prüfkörpers 2 durch eine Messeinrichtung 4 bestimmt. Die Bestimmung der Position des Prüfkörpers 2 gibt Aufschluss darüber, welche Position das Medienrohr 11 hat. Vorzugsweise wird die Position des Prüfkörpers über ein Messverfahren bestimmt, bei welchem die Änderung des magnetischen Feldes gemessen wird. Als Sensoren können dezidierte Messspulen 41, 42 zum Einsatz kommen. Beispielsweise werden zwei Messspulen 41, 42 verwendet, die an zwei verschiedenen bekannten Positionen radial neben der Sollposition des Prüfkörpers 2 knapp außerhalb der Rohrleitung 1 angeordnet sind. Die Messspulen sind um einen Winkel um die z-Achse gegeneinander versetzt, vorzugsweise um einen Winkel von 90° , oder einen anderen, spitzen Winkel; insbesondere $360^\circ / n$ (wobei n eine ganze Zahl ist) bei Verwendung von mehreren (bis zu n) Messspulen. Für jede Messspule 41, 42 kann der Abstand zu dem Prüfkörper 2 bestimmt werden, und aufgrund der spezifischen Geometrie kann der aktuelle Ort des Prüfkörpers errechnet und, beispielsweise in kartesischen Koordinaten, ausgegeben werden.

[0046] Die Messspulen können als passive oder bevorzugt aktive Komponenten ausgeführt sein. Bei einer aktiven Spule kann Gleich- und/oder Wechselspannung anliegen. Es kann eine Spule zum Erzeugen des Mess-Magnetfeldes und eine Spule zum Messen des Feldes als getrennte Spulen vorgesehen sein, oder beide Funktionen können von derselben Spule realisiert sein.

[0047] Beispielsweise wird ein Messverfahren durchgeführt, bei welchem ein Magnetfeld durch die eine Spule 41 als Messspule erzeugt wird, welches nach einer vordefinierten Dauer abgeschaltet wird. Unmittelbar darauf wird durch dieselbe Spule 41 und/oder die andere Spule 42 die magnetische Antwort (Neukurve) gemessen. Aufgrund des so gewonnen Signals kann der Abstand zwischen der Messspule und dem Prüfkörper bestimmt werden. Dieser Vorgang wird sodann für die andere Spule 42 wiederholt.

[0048] Bei diesem Messverfahren muss natürlich der Einfluss des magnetischen Feldes der Positionierungsvorrichtung 3 auf die Messspulen 41, 42 berücksichtigt werden. Eine solche Beeinflussung kann beispielsweise dadurch unterdrückt werden, dass die Positionierungsvorrichtung ein Gleichfeld (statisches Magnetfeld) einsetzt, während für die Messspulen Wechselfelder verwendet werden kann. Durch die Verwendung von Wechselfeldern können nach bekannter Art Pick-up-Systeme eingerichtet werden, bei denen mithilfe eines Schwingkreises ein Wechselfeld erzeugt und mittels eines kompensierten Paares von Pick-up- Spulen auch geringfügige Abweichungen des Magnetfeldes gemessen werden können.

[0049] Jede der Messspulen 41 und 42 besitzt spezielle Charakteristiken, welche z.B. mit zu- bzw. abnehmenden Abstand des Prüfkörpers zur Messspule andere Spannungswerte ausgeben. Mit der Anordnung von zwei Sensoren in einem gegebenen Winkel, wobei von jeder Spule die Messcharakteristika bekannt sind, werden zwei Spannungswerte ausgegeben. Durch eine Auswerteinheit kann durch diese zwei Spannungswerte die Position des Prüfkörpers ermittelt werden.

[0050] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform, in der die Messspulen 38a, 38b in axialer Richtung versetzt zueinander angeordnet sind, beispielsweise eine vor und eine nach der Positionierungsvorrichtung 37, betrachtet entlang des Weges Z des Mantelrohres. In dieser Anordnung können die Messspulen 38a, 38b beispielsweise passiv ausgelegt sein. Jede Messspule wird durch einen Teil des magnetischen Hauptfelds, das von der Positionierungsvorrichtung erzeugt wird, durchflossen. Die Achsen der Messspulen 38a, 38b sind bevorzugt normal zur axialen Richtung und parallel zur Richtung des Hauptmagnetfeldes der Positionierungsvorrichtung ausgerichtet. Abhängig von der Position des Prüfkörpers 2 wird das Magnetfeld geändert. Dadurch wird eine elektrische Spannung in den Spulen induziert, und die so erzeugten Signale werden ausgewertet und zur Berechnung der Position des Prüfkörpers und somit des Medienrohres 11 genutzt.

[0051] Selbstverständlich können mit mehreren Sensoren, die an verschiedenen Stellen entlang des Rohres bzw. an verschiedenen Stellen der Fertigungslinie vorgesehen sind, mehrere Messungen durchgeführt werden. Die Sensoren können hierbei je nach gewünschter Anwendung entlang der z-Achse versetzt und/oder um die Achse herum winkelmäßig versetzt angeordnet sein.

[0052] In einer weiteren Variante wird das DC-Magnetfeld zur Positionsbestimmung bzw. -regelung des Prüfkörpers und mit einem AC-Magnetfeld überlagert. Das AC-Feld dient für das Messen der Position des Prüfkörpers.

[0053] Wenn die Position zweier oder mehrerer Medienrohre 11, 12 gleichzeitig gemessen werden soll, wird für jedes Medienrohr ein eigener Prüfkörper eingesetzt, und jeder Prüfkörper wird in einer zugeordneten Positionierungsvorrichtung gehalten.

[0054] Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform mit zwei Positionierungsvorrichtungen 39, 40. Diese können z.B. in axialer Richtung gegeneinander versetzt angeordnet sein, oder in einer Variante auf gleicher axialer Höhe, jedoch einander gegenüber liegend. Jede Positionierungsvorrichtung erzeugt ein von außen angelegtes Magnetfeld, dass die axiale Position des jeweils zugehörigen Prüfkörpers 39, 40 bestimmt und beeinflusst. Infolge der versetzten Anordnung der Positionierungsvorrichtung 39, 40, werden die jeweils zugeordneten Prüfkörper 11, 12 auf verschiedenen Stellen entlang der z-Achse gehalten. Durch geeignete Anordnung der Sensoren (nicht gezeigt) kann die Position jedes Medienrohres 11, 12 erkannt werden. Dadurch gelingt die gleichzeitige Messung zweier Prüfkörper in einem Rohrsystem durch jeweils zugeordnete induktive Sensoren.

[0055] Versuche mit einem Rohrsystem mit zwei Medienrohren haben ergeben, dass sich die Streuwirkung der magnetischen Felder, die durch einen Sensor erzeugt werden, stark begrenzt hält. Deshalb ist eine dedizierte Messung jedes Medienrohres möglich. Die Messung der Prüfkörper in den Medienrohren erfolgt wie weiter oben diskutiert.

[0056] Grundsätzlich kann die erfindungsgemäße Prüfung an bereits fertigen Rohrleitungen erfolgen (z.B. beim Ablängen) oder in jedem beliebigen Fertigungsschritt der Produktion der Rohrleitungen.

[0057] Bei der Herstellung kann vor Beginn der Messungen bei der laufenden Produktion eine Kalibrierung mit einer als „Referenzrohr“ verwendeten Rohrleitung durchgeführt werden, wobei der bzw. die Prüfkörper in die Rohrleitung eingebracht werden und die Messapparatur die Messung durchführt, die dann als Referenzwerte gespeichert werden. Bei der nachfolgenden Messung in der laufenden Produktion werden dann die gemessenen Ist-Werte mit den Referenzwerten verglichen, unter Berücksichtigung einer vorgegebenen bzw. einstellbaren Toleranz. Falls die Abweichung über die Toleranz hinausgeht, wird eine Warnung ausgegeben.

[0058] Alternativ kann ein Korrekturwert errechnet werden, der über eine Schnittstelle an die Fertigungslinie zurückgeführt wird und der dazu verwendet wird, die Zufuhr der Medienrohre hinsichtlich ihrer lateralen Position zu adjustieren, um die Abweichung auszugleichen.

[0059] Die Übergabe kartesischer Koordinaten der Position der Medienrohre ist hierbei ebenfalls möglich, wodurch es möglich ist, die durch das Messsystem bestimmten Positionen der Medienrohre in für die Fertigungsanlage gültige Koordinaten auszugeben und bei der Positionierung zu verwenden.

[0060] Fig. 5 bis 8 illustrieren ein weiteres bevorzugtes Ausführungsform für die Fertigung einer Rohrleitung 1 gemäß der Erfindung.

[0061] Fig. 5 zeigt eine schematische Übersicht einer Fertigungsanlage 5 für eine Rohrleitung 1 mit zwei Medienrohren, in der eine Positionskorrektur gemäß der Erfindung eingerichtet ist. Die beiden Medienrohre 11, 12 werden in Fig. 5 von rechts zugeführt (die Zuführeinrichtungen für die Medienrohre sind in Fig. 5 der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt). Mithilfe von Einstellvorrichtungen 50, 51, 52 kann nach an sich bekannter Art die Position der Medienrohre in x- und y-Richtung (mittels 51 und 52) und deren Abstand zueinander (mittels 50) eingestellt wer-

den; diese Positionierung wird durch die Erfindung kontrolliert bzw. überwacht, wie nachstehend erläutert wird. Die so eingerichteten Medienrohre durchlaufen dann eine Formungsanlage 57, an deren Eingangsöffnung 53 über (nicht gezeigte) Düsen ein Schaummaterial eingebracht wird, das durch Halbschalen 54 (Fig. 11) um die Medienrohre geformt wird. (Das Schaummaterial ist durch ein Punktschraffur dargestellt.) Die Halbschalen 54 bewegen sich für die Zeitdauer, die zum Verfestigen des Schaummaterials benötigt wird, mit dem Schaum und den Medienrohren mit, somit bis zur Ausgangsöffnung 55, und werden dann zurück zur Eingangsöffnung 53 transportiert. Sodann durchläuft die Rohrleitung eine Messvorrichtung 6 nach der Erfindung, in der mithilfe zweier Prüfkörper die Position der Medienrohre innerhalb der Rohrleitung bestimmt wird. Die Rohrleitung wird anschließend - in der Figur nicht gezeigt - nach links weitergeführt und dort aufgerollt oder in gewünschte Längen zugeschnitten. Die Messvorrichtung 6 gibt das Ergebnis der Positionsbestimmung an einen Steuerrechner 7 weiter, der daraus unter Vergleich mit den vorgegeben Sollpositionen Steuersignale 56 der Positionskorrektur für die Einstellrichtungen erzeugt und an letztere leitet. Auf diese Weise ergibt sich ein Regelkreis, der eine zuverlässige Einstellung der gewünschten Position der Medienrohre 11, 12 in der Rohrleitung 1 liefert.

[0062] Die elektrische Versorgung der erfindungsgemäßen Messvorrichtung ist in dem Schaltungsdiagramm der Fig. 6 gezeigt. Die Spulen der Messvorrichtung sind durch eine Induktivität L symbolisiert. Eine Wechselspannung aus einer Spannungsquelle V_S , beispielsweise 230 V Netzspannung, wird einem Transformator T_S und diesem nachgeschaltetem Gleichrichter G zugeführt. Mithilfe nachfolgender Glättungsglieder, z.B. mit Kondensatoren C_G und Induktivitäten L_G , wird eine Gleichspannung U_1 (Fig. 6a) erzeugt, die der Erzeugung des magnetischen Gleichfeldes als Haltefeld für die Prüfkörper dient. Die Induktivität L_G dient zugleich der Entkopplung der Gleichspannungsspeisung von der Wechselspannungsspeisung, die über einen Entkoppelkondensator C_F eine Wechselspannung U_F zuführt. Die Wechselspannung U_F wird über einen zweiten Transformator T_F erzeugt und dient als Messspannung zur Erzeugung eines magnetischen Wechselfelds. Der Messspannungstransformator T_F wird entweder von der Netzspannung oder einem Frequenzgenerator V_F gespeist; beispielsweise kann mithilfe eines Schalters s_1 zwischen diesen beiden Spannungsquellen gewählt werden. Auf diese Weise wird eine Spannung U_M erzeugt, die der Lastinduktivität L zugeführt wird. Die Spannung U_M ist wie in Fig. 6a gezeigt eine von einer Wechselspannung U_F überlagerte Gleichspannung U_1 .

[0063] Fig. 7 zeigt die Anordnung der Messspulen 61-68 in der erfindungsgemäßen Messvorrichtung 6. Beispielsweise acht Messspulen 61-68 sind in gleichen Winkelabständen (hier $45^\circ = 360^\circ/8$) um die z-Achse Z angeordnet. Beispielsweise werden die Messspule 61 und 62 als Sensoren eingesetzt. Die Linien K_1 und K_2 beschreiben die den Messspulen 61, 62 jeweils zugehörigen Kennlinien einer beispielhaften Messung; der Schnittpunkt K der beiden Linien ergibt die berechnete Position des Prüfkörpers und somit des vermessenen Medienrohres in Bezug auf die dargestellte Querschnittsebene.

[0064] Fig. 8 zeigt die Messvorrichtung 6 in einer Längsschnittansicht. Eine vorteilhafte Ausführungsform eines Prüfkörpers 23 als zylindrischer „Molch“ ist darin ebenfalls gezeigt. Der Prüfkörper 23 ist als zylindrischer Körper mit einem Kopf 231 aus einem permanentmagnetischen Material und eine daran anschließenden Weicheisenkern 232 ausgebildet. Mithilfe des permanentmagnetischen Kopfes 231 wird der Prüfkörper zuverlässig durch die Erregerspule 60 gehalten, während der Weicheisenkern 232 von der Anordnung der Messspulen 61- 68 detektiert wird. Die Erregerspule 60 erzeugt sowohl das Haltefeld für den Prüfkörper 23 als auch das Messfeld (Wechselfeld) für die eigentliche Positionsmessung. Die Messspulen können wie in dieser Figur gezeigt von den Haltefeldspulen 60 beabstandet, beispielsweise in Axialrichtung versetzt, angeordnet sein.

[0065] Weitere Varianten der Gestaltung des Prüfkörpers mit länglich-zylindrischer Formgebung sind in den Fig. 9 und 10 dargestellt. Der Prüfkörper 24 der Fig. 9 weist zusätzlich zum permanentmagnetischen Kopf 241 und daran anschließenden Weicheisenkern 242 einen oder mehrere, bevorzugt zwei, Kunststoffkörper 243 auf, die das Gleitverhalten innerhalb des Medienrohres verbessern; beispielsweise je ein solcher Körper am vorderen und hinteren Ende. Die Kunst-

stoffkörper sind bevorzugt abgeschrägt, nach Art eines Zylinderstumpfes, um eventuell vorhandene Unebenheiten in der Innenwand des Medienrohres leichter überwinden zu können. Zusätzlich kann der Außenrand des Kunststoffkörpers mit einer Anzahl von radialen Aussparungen oder einer Zähnung versehen werden; dies gestattet, dass gegebenenfalls vorhandener Schmutz im Medienrohr durch die Aussparungen hindurchtreten kann, und verhindert so ein Aufsammeln/Anstauen von Verschmutzungen an der Vorderseite des Prüfkörpers.

[0066] Ein zylindrischer Prüfkörper 25 mit Rollen ist in Fig. 10 gezeigt. An dem Vorderende mit dem permanentmagnetischen Kopf 251 und dem hinteren Ende des Weicheisenkerns 252 ist jeweils ein Kranz aus mehreren Rollen 253 vorgesehen. Die Anzahl der Rollen je Kranz ist mindestens drei, bevorzugt vier oder sechs, gegebenenfalls auch mehr.

[0067] Fig. 11 illustriert die Formgebung der Rohrleitung in der Formungsanlage 57 (Fig. 5) durch ein Paar Halbschalen 15, die das Schaummaterial 14 bis zu dessen Verfestigung umgeben und einschließen.

[0068] Eine vereinfachte Variante der elektrischen Versorgung der Messvorrichtung, worin nur ein Transformator T_2 benötigt wird, ist in Fig. 12 gezeigt. Die elektrische Netzspannung V_S wird durch den Transformator T_2 und eine Gleichrichterdiode D_G in eine Messspannung U_M umgeformt, die der Lastinduktivität L der Messvorrichtung zugeführt werden kann. Eine Freilaufdiode D_F ist nach bekannter Art um Schutz der Gleichrichterdiode D_G vorgesehen. Fig. 12a zeigt die erzeugte Messspannung U_M , die einer einweggleichgerichteten Spannung U_{F2} entspricht.

[0069] Die Positionierung des Prüfkörpers kann im Rahmen der Erfindung auch auf nichtmagnetischem Wege erfolgen. Beispielsweise kann der Prüfkörper gravitativ in einer Durchbiegung geführt werden, die durch eine Umlenkrolle erzeugt wird, die von oben auf das Leitungsrohr drückt und dieses U-förmig durchbiegt; in der so befindlichen Tiefstelle wird der Prüfkörper durch die Schwerkraft gehalten.

[0070] Fig. 13 zeigt eine Variante einer erfindungsgemäßen Fertigungsanlage 5', worin die Positionierung des Prüfkörpers über eine Positionierungsvorrichtung 3' mit mechanische Verankerung erfolgt. Der Prüfkörper 26 wird mithilfe einer verdrehungssicheren Verbindung 27, beispielsweise einer nichtmagnetischen Stange, durch eine Verankerung 28 gehalten. Die Verankerung 28 kann mechanisch gehalten werden; bevorzugt jedoch wird sie durch ein Magnetfeld, das von einer äußeren Haltemagneten 29 erzeugt wird, gehalten (somit kombiniert mechanisch-magnetisches Halten des Prüfkörpers) und kann hierfür mit einem permanentmagnetischen Material ausgestattet sein.

[0071] Die Messung der Position erfolgt auf magnetischem Wege am Ort des Prüfkörpers 26 mit einer Messvorrichtung 6' wie oben beschrieben und kann vorteilhafterweise in der Formungsanlage 57 erfolgen, was den Regelkreis verkürzt. Dadurch kann, speziell beim Anfahren der Produktionsanlage, deutlich weniger Ausschuss produziert werden. Zusätzlich kann der Prüfkörper aktiv sein, d.h. er erregt ein Wechselfeld selbst, das durch Messspulen (in Fig. 13 nicht gezeigt) detektiert wird. Die Energieversorgung des Prüfkörpers 26 erfolgt mithilfe eines Pickupteils 58, der auf induktivem Wege über eine Induktionsspule 59 erregt wird. Auf diese Weise kann nicht nur die Energieversorgung, sondern auch die Übermittlung von Steuerbefehlen berührungslos und drahtlos erfolgen.

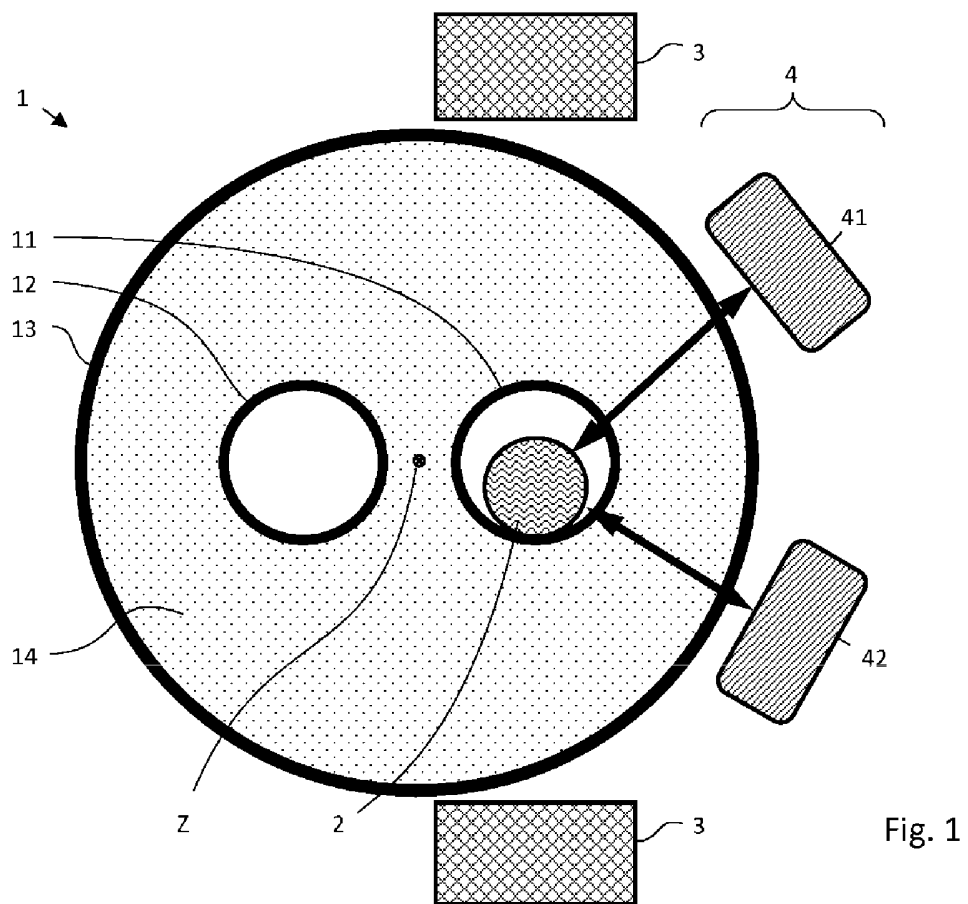
Patentansprüche

1. Verfahren zum Messen der Position eines Innenrohres (11) innerhalb eines Mantelrohres (13), in dem das Innenrohr (11) verläuft, **gekennzeichnet durch**
 - Einbringen eines Prüfkörpers (2), welcher zumindest teilweise aus einem magnetisierbaren Material besteht, in das Innenrohr (11),
 - Führen des Mantelrohres (13) entlang eines vorgegebenen, eine Messeinrichtung (4, 6) passierenden Weges (Z), und
 - Messen des Ortes des Prüfkörpers (2) mithilfe zumindest eines magnetischen Sensors (41, 42, 61 - 68) der Messeinrichtung (4, 6) in Bezug auf den Weg (Z), wobei der zumindest eine magnetische Sensor (41, 42, 61 - 68) an einer vorbestimmten Position außerhalb des Mantelrohres (13) angeordnet ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prüfkörper (2) in dem Innenrohr (11) mithilfe einer Positionierungsvorrichtung (3, 3') in einer vorgegebenen Sollposition gehalten wird, welche einer Detektion durch den zumindest einen magnetischen Sensor (41, 42, 61 - 68) zugänglich ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Positionierungsvorrichtung (3) ein örtlich veränderliches, bevorzugt ortsfestes Magnetfeld erzeugt, das ein lokales Maximum der Magnetfeldstärke an der Sollposition aufweist und durch das der Prüfkörper (2) in der Sollposition gehalten wird.
4. Verfahren nach Anspruch (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Positionierungsvorrichtung (3') der Prüfkörper (2) über eine mechanische Verbindung (27) von einer außerhalb der Messeinrichtung (4, 6) angeordneten Verankerung (28) gehalten wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei magnetische Sensoren (41, 42, 61- 68) verwendet werden, die nebeneinander auf gleicher Höhe des Weges des Mantelrohres (13), um einen Winkel versetzt, angeordnet sind.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei magnetische Sensoren (41, 42, 61- 68) verwendet werden, die entlang des Weges des Mantelrohres (13) hintereinander angeordnet sind.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstandswert zwischen einem magnetischen Sensor (41, 42, 61 - 68) und dem Prüfkörper (2) bestimmt wird, und vorzugsweise aus mehreren derartigen Abstandswerten in Bezug auf die Orte mehrerer Sensoren der Ort des Prüfkörpers (2) berechnet wird.
8. Verfahren zum Herstellen einer Rohrleitung mit einem Mantelrohr (13) und zumindest einem darin verlaufenden Innenrohr (11, 12), bei welchem die Position eines Innenrohres (11) innerhalb des Mantelrohres (13) gemäß dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche gemessen wird, eine Abweichung der so gemessenen Position von einer Sollposition des Innenrohres (11) bestimmt wird und aufgrund der so bestimmten Abweichung die Position des Innenrohres (11) neu eingestellt wird.
9. Vorrichtung zum Messen der Position eines Innenrohres (11) innerhalb eines Mantelrohres (13), in dem das Innenrohr (11) verläuft, **gekennzeichnet durch** eine Führungseinrichtung, mit der das Mantelrohr (13) entlang eines vorgegebenen Weges geführt wird, und eine den Weg umgebend oder diesem benachbart angeordnete Messeinrichtung (4, 6) mit zumindest einem magnetischen Sensor (41, 42, 61 - 68), der dazu eingerichtet ist, den Ort eines in das Innenrohr (11) eingebrachten Prüfkörpers (2), welcher zumindest teilweise aus einem magnetisierbaren Material besteht, zu messen.

10. Vorrichtung zum Herstellen einer Rohrleitung mit einem Mantelrohr (13) und zumindest einem darin verlaufenden Innenrohr (11, 12), umfassend eine Vorrichtung zum Messen der Position eines Innenrohres (11) nach dem vorangehenden Anspruch 9, eine Einrichtung zum Bestimmen einer Abweichung der Position des Innenrohres (11) von einer Sollposition, sowie eine Einrichtung zum Einstellen der Position des Innenrohres (11) zum Ausgleich der Abweichung von der Sollposition des Innenrohres (11).

Hierzu 8 Blatt Zeichnungen

1/8



2/8

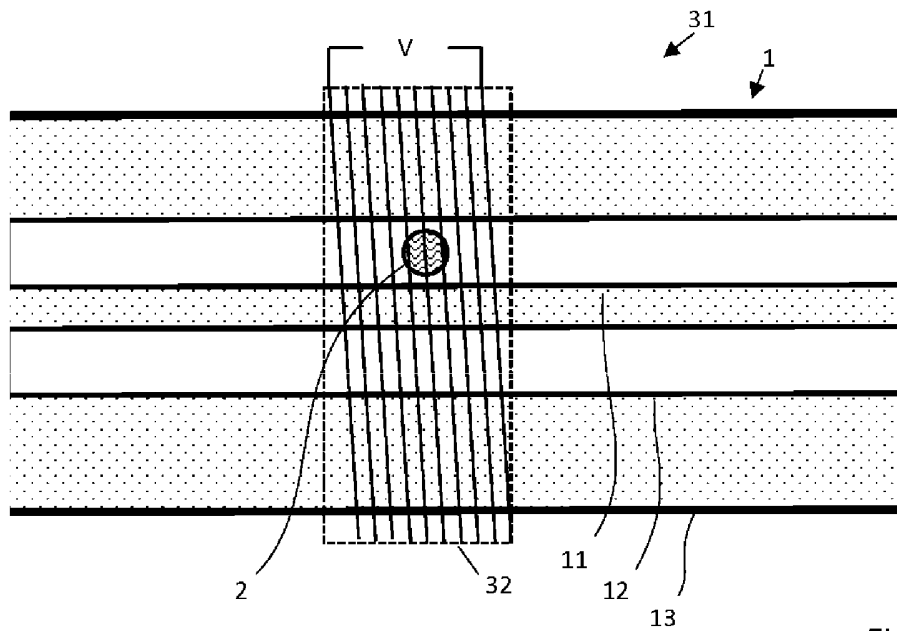


Fig. 2a

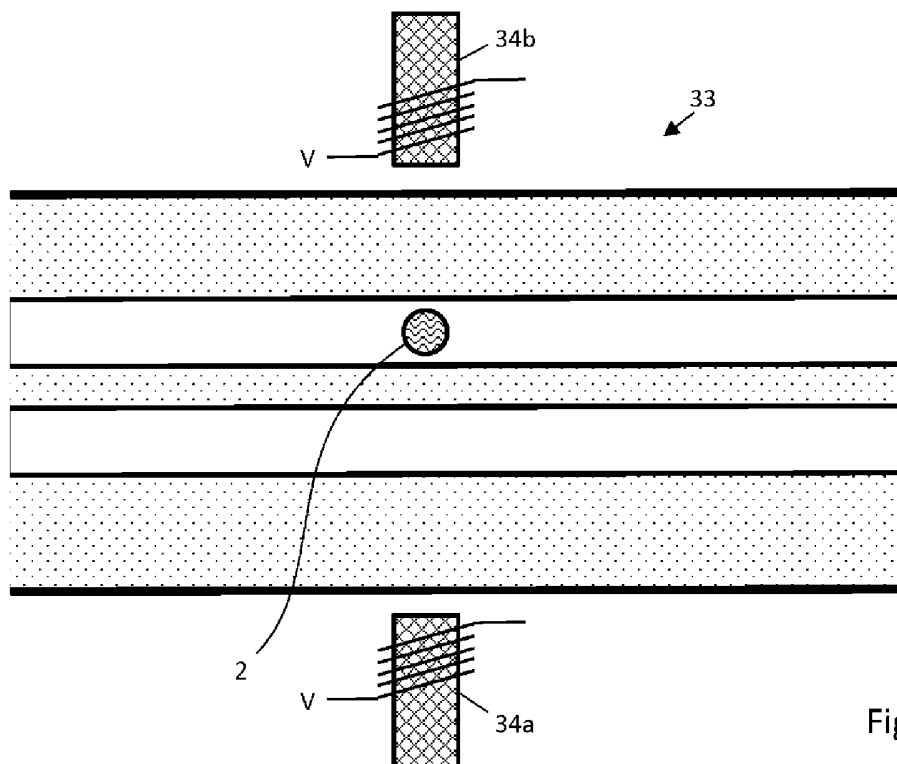


Fig. 2b

3/8

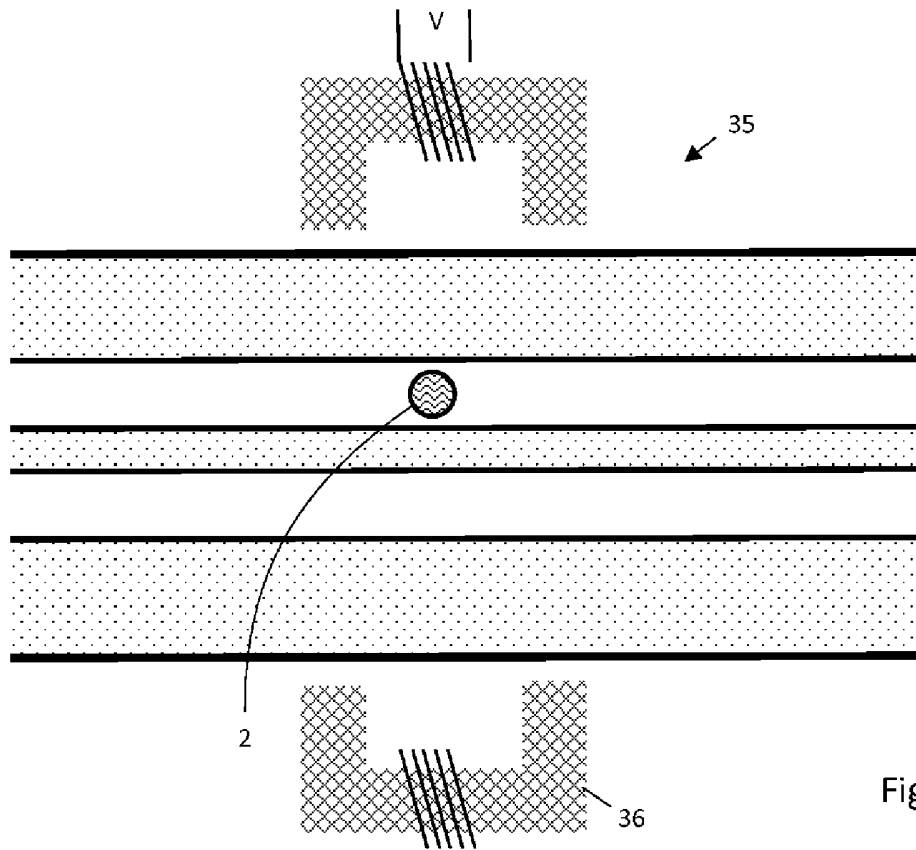
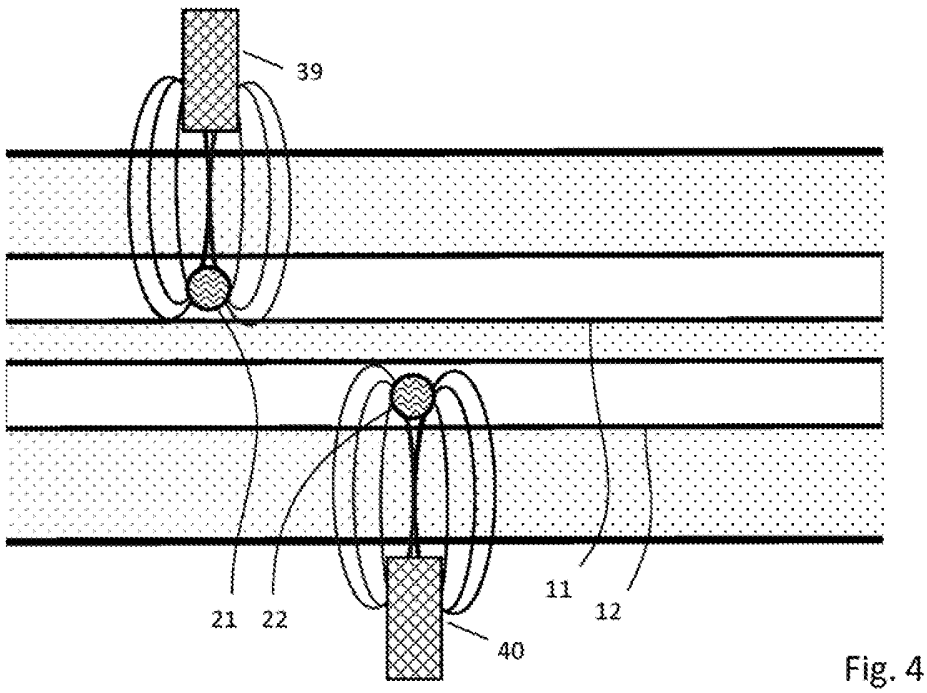
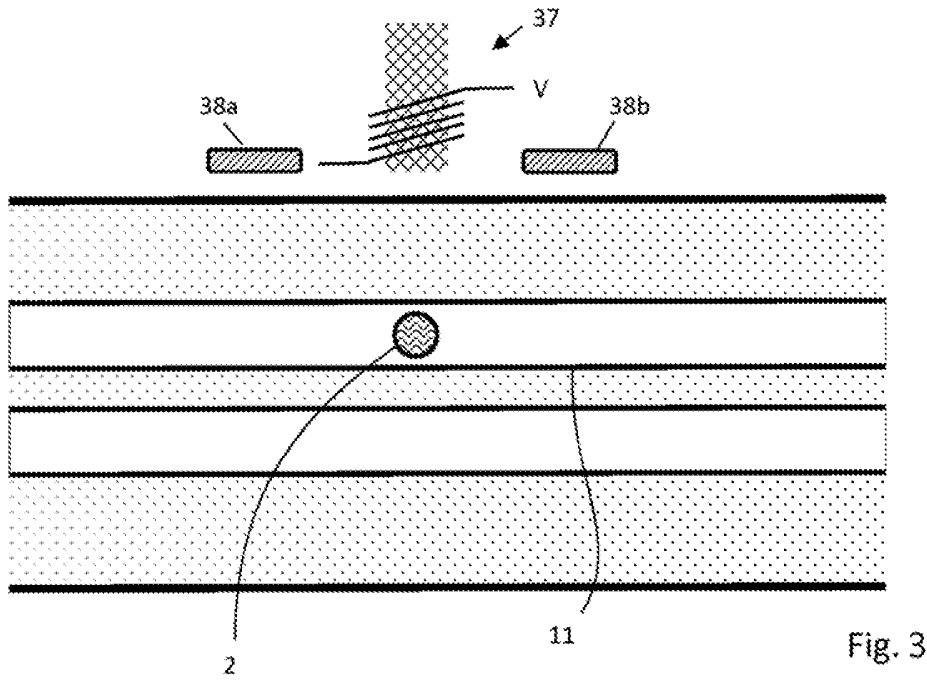


Fig. 2c

4/8



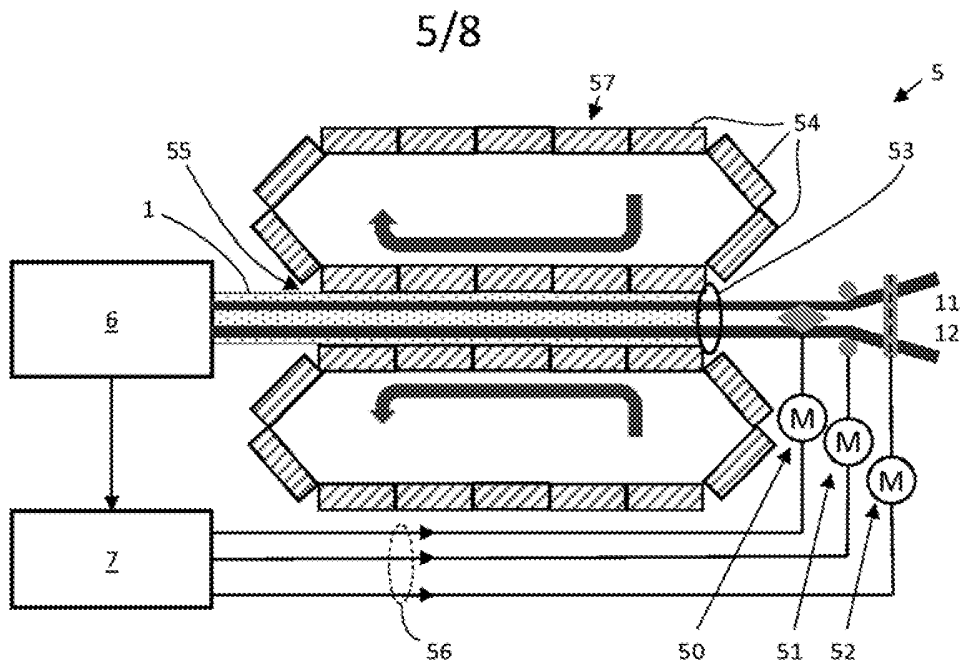


Fig. 5

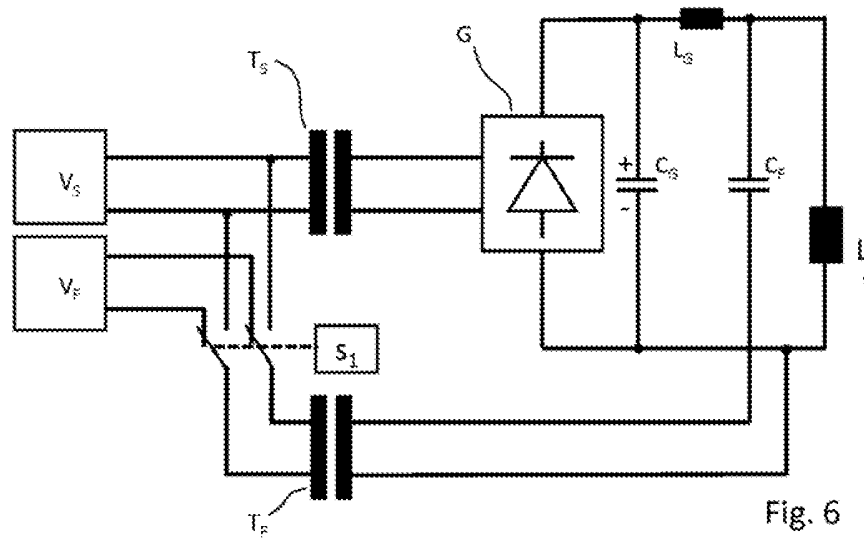


Fig. 6

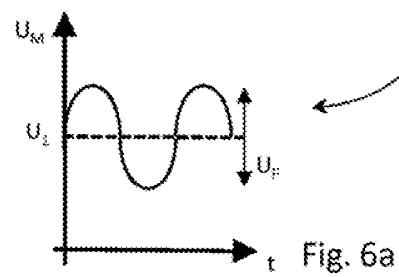
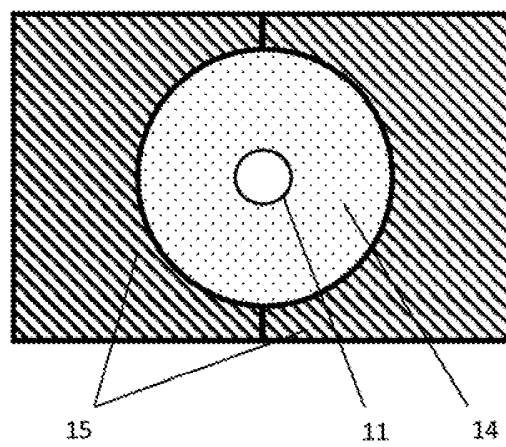
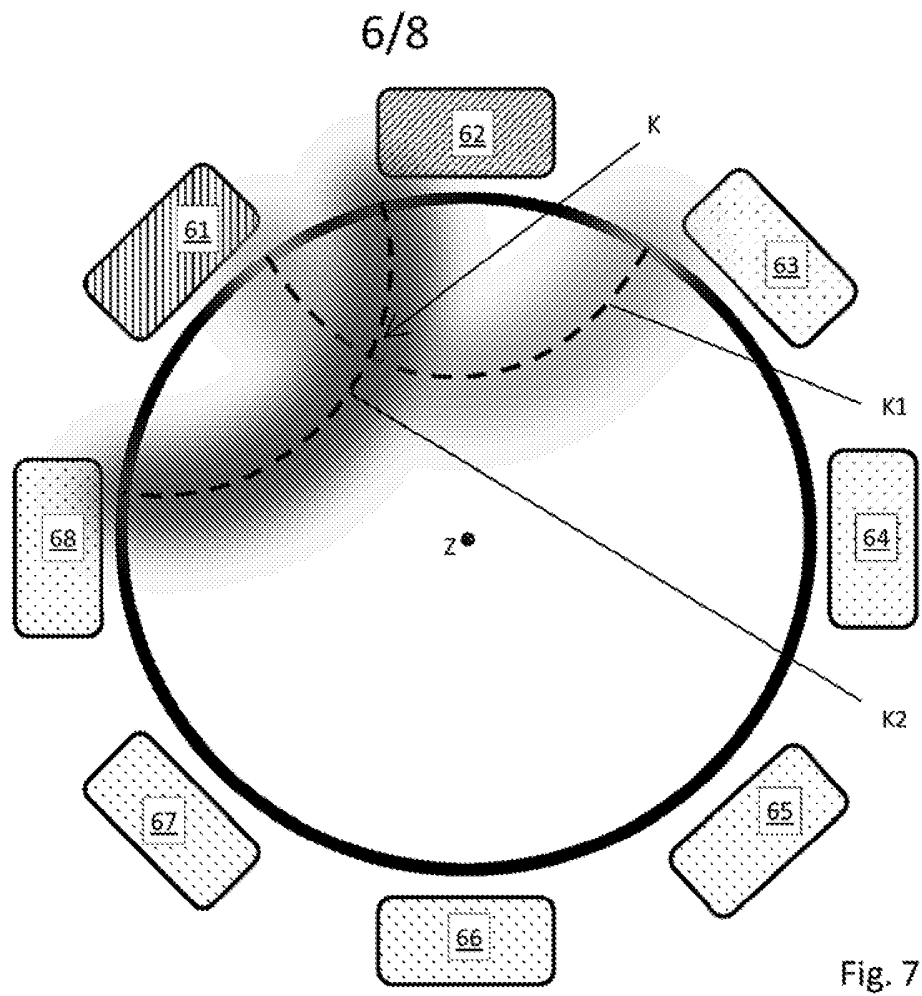
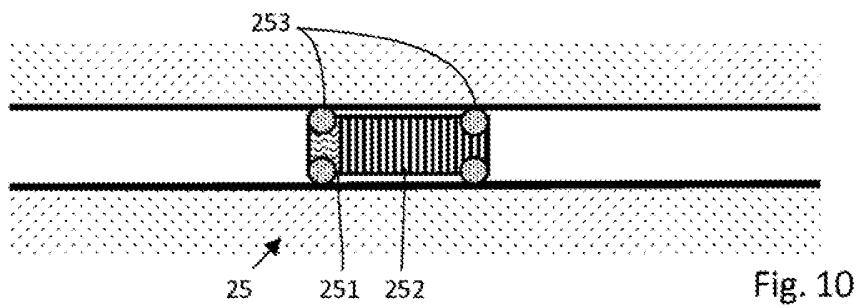
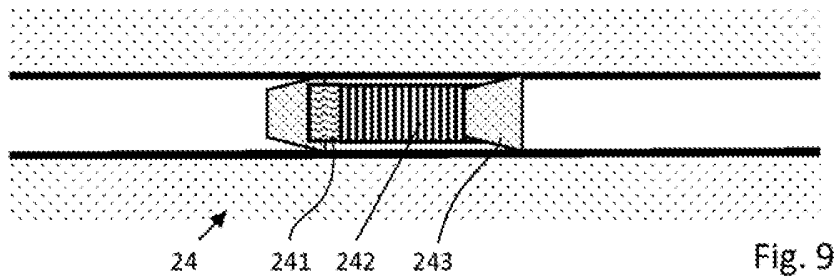
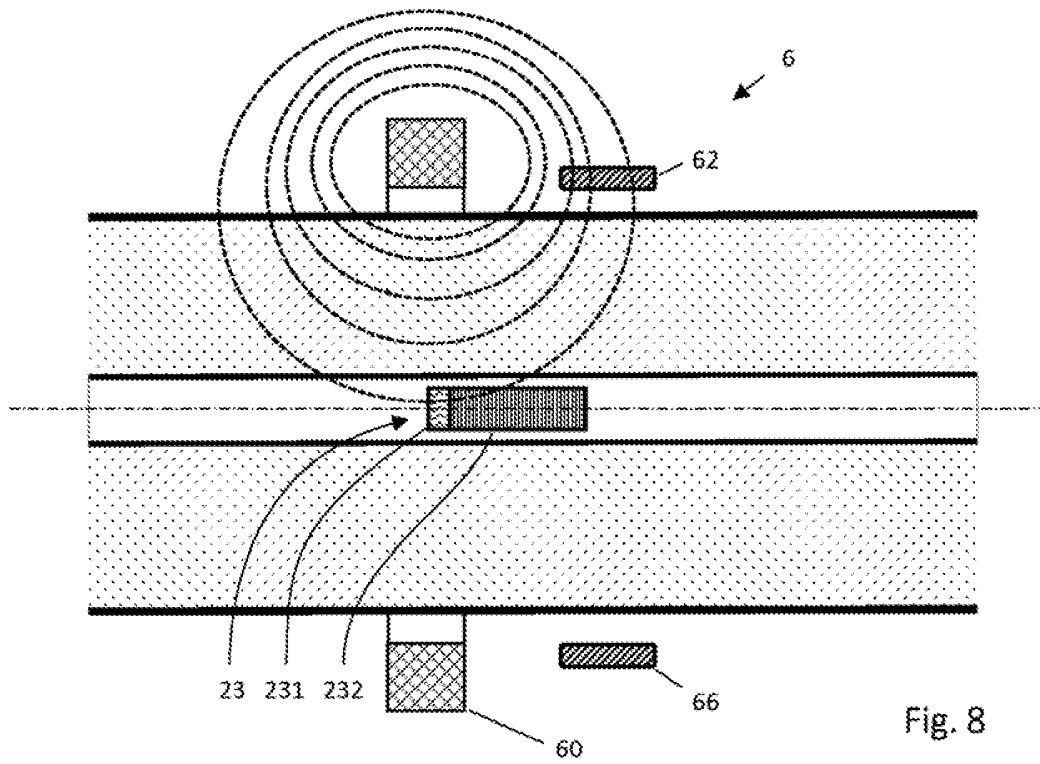


Fig. 6a



7/8



8/8

