(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 64 738 B4** 2004.02.12

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 64 738.3**
(22) Anmeldetag: **22.12.2000**
(43) Offenlegungstag: **04.07.2002**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **12.02.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G01D 21/00**
G01D 1/14, G01F 1/58

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Krohne Meßtechnik GmbH & Co KG, 47058 Duisburg, DE

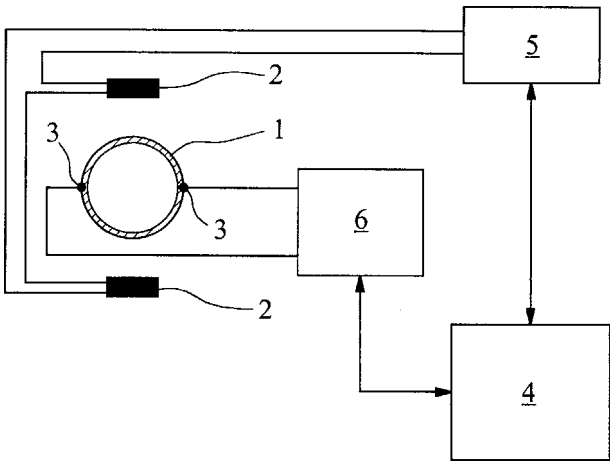
(74) Vertreter:
Patentanwälte Gesthuysen, von Rohr & Eggert, 45128 Essen

(72) Erfinder:
Brockhaus, Helmut, Dr.-Ing., 46535 Dinslaken, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 199 17 261 A1
DE 196 06 826 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Prüfung eines magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Prüfung eines magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts, mit dem der Durchfluß eines leitfähigen Mediums durch eine Leitung (1) hindurch gemessen wird, wozu das magnetisch-induktive Durchflußmeßgerät Feldspulen (2), denen ein Feldstrom zugeführt wird, und Meßelektroden (3) aufweist, an denen eine in dem leitfähigen Medium induzierte Spannung abgegriffen und gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, daß der den Feldspulen (2) des magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts zugeführte Feldstrom zeitlich bezüglich seiner Amplitude variiert wird und eine Fehlfunktion des Meßbetriebs des magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts festgestellt wird, wenn die Abweichung der bei unterschiedlichen Feldströmen gemessenen induzierten Spannung von einem linearen Spannungsverlauf mehr als einen Schwellwert beträgt.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung eines magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts, mit dem der Durchfluß eines leitfähigen Mediums durch eine Leitung hindurch gemessen wird, wozu das magnetisch-induktive Durchflußmeßgerät Feldspulen, denen ein Feldstrom zugeführt wird, und Meßelektroden aufweist, an denen eine in dem leitfähigen Medium induzierte Spannung abgegriffen und gemessen wird. Ein solches Verfahren ist z. B. aus der DE 199 17 261 A1 bekannt.

[0002] Im folgenden bedeutet der Begriff Eingangsgröße eine Größe, die im allgemeinen in einem Meßgerät, wie dem magnetisch-induktiven Durchflußmeßgerät, erzeugt wird und mit zur Bestimmung einer Meßgröße verwendet wird, indem die Eingangsgröße mit der Meßgröße in Wechselwirkung tritt. Aufgrund dieser Wechselwirkung wird – als Meßwert – die Ausgangsgröße generiert. Ein Beispiel, das den zuvor erläuterten Zusammenhang zwischen Meßgröße, Eingangsgröße und Ausgangsgröße illustrieren soll, ist die Bestimmung des Durchflusses eines strömenden Mediums durch eine Leitung mit Hilfe eines magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts. Bei einem solchen magnetisch-induktiven Durchflußmeßgerät wird – als Eingangsgröße – ein Magnetfeld erzeugt. Dies tritt mit der Meßgröße, also dem Durchfluß des fließenden Mediums, in Wechselwirkung, so daß – als Ausgangsgröße – in dem fließenden Medium eine Spannung induziert wird.

[0003] Es ist bekannt, Meßgeräte vor bzw. während des Meßbetriebs einem sogenannten Selbsttest zu unterziehen. Bei einem solchen Selbsttest kann zum einen eine Prüfung dahingehend erfolgen, ob alle Komponenten des Meßgeräts voll funktionsfähig sind, und zum anderen dahingehend, ob der Meßbetrieb vorschriftsmäßig abläuft. Ist das Ergebnis eines solchen Selbsttests positiv, liegen also keine Fehlfunktionen, des Meßgeräts bzw. des Meßbetriebs vor, so ist gewährleistet, daß das von dem Meßgerät ausgegebene Meßergebnis – natürlich innerhalb vorgegebener Fehlertoleranzen – dem aktuell tatsächlich vorliegenden Wert entspricht.

[0004] Im Rahmen eines solchen Selbsttests werden z. B. die Einstelldaten bei der Eingabe auf Plausibilität überprüft. Dabei werden z. B. Eingaben, die außerhalb des zulässigen Bereichs liegen, abgelehnt und nicht übernommen. Unabhängig von der Prüfung der Einstelldaten bei der Eingabe werden die aus den Einstelldaten berechneten Daten, die direkt den Meßbetrieb des Meßgeräts steuern, noch einmal auf ihre erlaubten Grenzen hin überprüft. Diese Überprüfung erfolgt vor Aufnahme des Meßbetriebs, so daß bei Auftreten eines Fehlers bezüglich der Einstelldaten eine Meldung, wie "Fatal Error", ausgegeben und die Messung nicht durchgeführt wird. Einzelne Komponenten und Bauteile des Meßgeräts können z. B. mittels Impedanzmessungen oder Messungen des ohmschen Widerstands bzw. der Leitfähigkeit auf ihre Funktionsfähigkeit hin überprüft werden.

[0005] Im übrigen ist aus der DE 196 06 826 A1 ein Verfahren zur Überprüfung eines Sensors bekannt, der aufgrund einer nichtelektrischen physikalischen Größe ein elektrisches Meßsignal erzeugt. Zur Überprüfung des Sensors wird ein Testwertgeber verwendet, der bei Anlegen eines elektrischen Prüfsignals eine nichtelektrische physikalische Größe erzeugt, die vom gleichen Typ ist, wie die vom Sensor zu messende physikalische Größe. Dazu sind der Testwertgeber und der Sensor bezüglich der physikalischen Größe miteinander gekoppelt. Durch Vergleich des elektrischen Prüfsignals mit dem elektrischen Testsignal kann die Funktion des Sensors überprüft werden.

[0006] Trotz dieser aus dem Stand der Technik schon bekannten Verfahren für Selbsttests von Meßgeräten besteht ein Bedarf dahingehend, weitere Verfahren für Selbsttests bereitzustellen, mit denen noch genauer festgestellt werden kann, ob eine Fehlfunktion des Meßbetriebs oder des Meßgeräts selbst vorliegt. Insbesondere kann nämlich der Fall auftreten, daß einzelne Komponenten des Meßgeräts nur gering von ihren Sollwerten abweichen, so daß jede einzelne Komponente im Rahmen eines Selbsttests als voll funktionsfähig eingestuft wird, jedoch im Zusammenspiel der Komponenten ein solcher Meßbetrieb generiert wird, der fehlerhaft ist und bei dem die angegebene Genauigkeit der Meßwerte nicht gewährleistet werden kann.

Aufgabenstellung

[0007] Es ist es die Aufgabe der Erfindung, ein zum Stand der Technik alternatives Verfahren zur Prüfung des Meßbetriebs eines magnetische-induktiven Durchflußmeßgeräts anzugeben.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren, mit dem die zuvor hergeleitete und aufgezeigte Aufgabe gelöst ist, ist – ausgehend von dem eingangs beschriebenen Verfahren – dadurch gekennzeichnet, daß der den Feldspulen des magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts zugeführte Feldstrom zeitlich bezüglich seiner Amplitude variiert wird und eine Fehlfunktion des Meßbetriebs des magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts festgestellt wird, wenn die Abweichung der bei unterschiedlichen Feldströmen gemessenen induzierten Spannung von einem linearen Spannungsverlauf mehr als einen Schwellwert beträgt.

[0009] Erfindungsgemäß wird somit die als bekannt vorausgesetzte und für den Meßbetrieb grundlegende Funktion zwischen der Eingangsgröße und der Ausgangsgröße zur Prüfung des Meßbetriebs verwendet.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Abweichung über mehrere – vorzugsweise über wenigstens 100 – Wer-

te gemittelt wird. Auf diese Weise führen einzelne "Ausreißer" bei den Meßwerten für den Ausgangswert nicht gleich dazu, daß – fälschlicherweise – eine Fehlfunktion des Meßbetriebs festgestellt wird. Ferner ist gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß bei der Feststellung erschwerter Meßbedingungen, was z. B. aufgrund einer erhöhten Standardabweichung der gemessenen Abweichung erfaßt wird, die Anzahl der Werte, über die die Abweichung gemittelt wird, erhöht wird. Auch diese Maßnahme dient dazu, daß bei stark schwankenden Meßwerten ein fälschlicherweises Feststellen einer Fehlfunktion des Meßbetriebs vermieden wird.

[0011] Der Schwellwert, bei dessen Übersteigen eine Fehlfunktion des Meßbetriebs des Meßgeräts feststellbar ist, kann auf unterschiedliche Weisen festgelegt sein, z. B. als konstanter absoluter Wert. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, daß der Schwellwert als prozentualer Anteil vom Meßbereichsendwert für die Ausgangsgröße festgelegt ist. Auf diese Weise läßt es sich erreichen, durch einmaliges Festlegen des Schwellwerts – nämlich als prozentualen Anteil vom Meßbereichsendwert für die Ausgangsgröße – eine Einstellung des Meßgeräts zu erzielen, die für alle einstellbaren Meßbereiche des Meßgeräts verwendbar ist. In diesem Zusammenhang ist es gemäß einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß der prozentuale Anteil vom Meßbereichsendwert für die Ausgangsgröße, also die induzierte Spannung, 1 % oder weniger beträgt.

[0012] Bei der Feststellung einer Fehlfunktion des Meßbetriebs des Meßgeräts sind verschiedene Vorgänge möglich, insbesondere kann nämlich der Meßbetrieb des Meßgeräts beendet werden, da ja keine verläßlichen Meßergebnisse mehr erzielt werden. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, daß bei der Feststellung einer Fehlfunktion des Meßbetriebs eine optische und/oder akustische Warnmeldung ausgegeben wird.

[0013] Im einzelnen gibt es nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, das erfindungsgemäße Verfahren auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche und andererseits auf die nachfolgende detaillierte Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung verwiesen. In der Zeichnung zeigt

[0014] **Fig.** 1 schematisch den Aufbau eines magnetisch-induktiven Durchflußmeßgerät gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung und

[0015] **Fig.** 2 schematisch den Verlauf von Eingangsgröße, Ausgangsgröße und ermittelter Abweichung der gemessenen Ausgangsgröße von der erwarteten Ausgangsgröße.

Ausführungsbeispiel

[0016] Das im folgenden beschriebene bevorzugte Ausführungsbeispiel der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung des Meßbetriebs eines magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts. Aus **Fig.** 1 ist schematisch der Aufbau des magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ersichtlich. Das magnetisch-induktive Durchflußmeßgerät weist eine Leitung **1** auf, durch die ein nicht weiter dargestelltes leitfähiges Medium hindurch strömt. Mit zwei Feldspulen **2** wird ein Magnetfeld erzeugt, das die Leitung **1** und somit auch das durch die Leitung **1** strömende Medium durchsetzt. An der Leitung **1** sind in dem Bereich, in dem das Magnetfeld diese durchsetzt, zwei Meßelektroden **3** vorgesehen, mit denen eine in dem Medium induzierte Spannung abgegriffen werden kann.

[0017] Das grundlegende Prinzip eines magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts für strömende Medien geht bereits auf Faraday zurück, der im Jahre 1832 vorgeschlagen hat, das Prinzip der elektrodynamischen Induktion zur Strömungsgeschwindigkeitsmessung zu verwenden. Nach dem Faradayschen Induktionsgesetz entsteht in einem strömenden Medium, das Ladungsträger mit sich führt und durch ein Magnetfeld hindurch fließt, eine elektrische Feldstärke senkrecht zur Strömungsrichtung und senkrecht zum Magnetfeld. Dieses Gesetz wird bei dem magnetisch-induktiven Durchflußmeßgerät dadurch genutzt, daß der Magnet, bestehend aus den Feldspulen **2**, in der Leitung **1** ein Magnetfeld erzeugt, das senkrecht zur Strömungsrichtung verläuft. Innerhalb dieses Magnetfelds liefert jedes sich durch das Magnetfeld hindurch bewegende Volumenelement des strömenden Mediums mit der in diesem Volumenelement entstehenden Feldstärke einen Beitrag zu der über die Meßelektroden **3** abgegriffenen Meßspannung. Die Meßelektroden **3** sind bei den bekannten magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräten derart ausgeführt, daß sie entweder galvanisch oder kapazitiv mit dem strömenden Medium gekoppelt sind. Ein besonderes Merkmal der magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräte ist die Proportionalität zwischen der Meßspannung und der über den Querschnitt der Leitung **1** gemittelten Strömungsgeschwindigkeit des Medium. Außerdem besteht auch zwischen dem Feldstrom für die Feldspulen **2** bzw. dem mit den Feldspulen **2** erzeugten Magnetfeld einerseits und der in dem leitfähigen Medium induzierten Spannung andererseits eine im wesentlichen lineare Funktion.

[0018] Somit stellen der Feldstrom mittelbar und das Magnetfeld unmittelbar die Eingangsgrößen des Meßbetriebs dar. Als Ausgangsgröße wird die in dem leitfähigen Medium induzierte Spannung gemessen, die über die beiden Meßelektroden **3** abgegriffen wird. Zwischen dem Magnetfeld und der induzierten Spannung besteht, wie schon ausgeführt, Proportio-

nalität, so daß die in dem leitfähigen Medium induzierte Spannung – als Ausgangswert – in Abhängigkeit von verschiedenen Magnetfeldern bzw. Feldströmen – als Eingangswerten – einem linearen Spannungsverlauf folgt.

[0019] Bei dem magnetisch-induktiven Durchflußmeßgerät gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind ein Mikrokontroller **4**, eine Feldspulenversorgung **5** und ein A/D-Wandler **6** vorgesehen. Der Mikrokontroller **4** ist für die gesamte Steuerung des magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts sowie dessen Meßbetriebs verantwortlich, und die Feldspulenversorgung **5** übernimmt die Versorgung der Feldspulen **2** mit dem Feldstrom. Der A/D-Wandler **6** ist zwischen den Meßelektroden **3** und dem Mikrokontroller **4** vorgesehen, erhält als Eingangssignal die in dem leitfähigen Medium induzierte und an den Meßelektroden **3** abgegriffene Spannung und gibt einen dieser Spannung entsprechenden digitalisierten Wert an den Mikrokontroller **4** aus. Die Feldspulenversorgung **5** ist ebenfalls mit dem Mikrokontroller **4** verbunden, nämlich zur Steuerung bzw. Regelung der Feldspulenversorgung **5**, d. h. des von der Feldspulenversorgung **5** an den Feldstrom **2** gelieferten Feldstroms, oder, wenn die Steuerung bzw. Regelung des Feldstroms in der Feldspulenversorgung **5** selbst erfolgt, zur Übermittlung des gegenwärtig fließenden Feldstroms.

[0020] Im Meßbetrieb wird nun so vorgegangen, daß, wie aus **Fig.** 2 schematisch ersichtlich, alternierender Gleichstrom als Feldstrom verwendet wird. Zwischen zwei Perioden des Feldstroms I_{Feld} mit voller Amplitude, vorliegend 100 mA und in **Fig.** 2 mit **1** bzw. **2** bezeichnet, wird regelmäßig, z. B. alle 5 s, eine in **Fig.** 2 mit **2** bezeichnete Periode eingeschoben, deren Amplitude nur die Hälfte beträgt, also 50 mA. Aufgrund dieses um die Hälfte verringerten Feldstroms wird in dieser Periode auch die in dem elektrisch leitfähigen Medium induzierten Spannung U_{ind} nur halb so groß. Da für den Durchfluß Q

$$Q = \frac{U_{ind}}{I_{Feld}} \cdot \text{Konstante}$$

gilt, die induzierte Spannung also in einem linearen Abhängigkeitsverhältnis zum Feldstrom steht, würde man theoretisch bei tatsächlich unverändertem Durchfluß Q in der Periode **2** einen gleichen Wert für den bestimmten Durchfluß, wie in den Perioden **1** bzw. **3**, erwarten. Jedoch wird man typischerweise eine Differenz ΔQ zwischen dem in der Periode **2** ermittelten Durchfluß und den in der Periode **1** bzw. **3** ermittelten Durchflüssen messen, wobei diese Differenz ΔQ im allgemeinen von Toleranzen bzw. Fehlfunktionen der einzelnen Komponenten des magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts herrührt.

[0021] Wenn auch gemäß dem vorliegend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung eine Verringerung der Amplitude des Feldstroms und somit auch des Magnetfelds um 50 % erfolgt, so sind auch andere periodische Veränderungen des Feldstroms und somit des Magnetfelds möglich. Insbesondere kann der Feldstrom nicht nur periodisch verringert sondern auch periodisch erhöht werden, wobei vorzugsweise eine Verringerung bzw. eine Erhöhung um wenigstens 20 % erfolgen soll.

[0022] Für die Funktionsweise der Erfindung ist es auch nicht erforderlich, daß die Veränderungen des Feldstroms und somit des Magnetfelds periodisch erfolgen. Lediglich der einfachen Realisierbarkeit halber ist bei dem vorliegend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeipiel der Erfindung vorgesehen, daß die Veränderung des Feldstroms und somit des Magnetfelds periodisch erfolgt und für eine ganzzahliges Vielfaches einer Halbperiode des Feldstroms aufrechterhalten wird. Die Einstellungen des Selbsttestbetriebs werden dabei vorzugsweise so gewählt, daß die Veränderung für zwei oder drei Halbperioden des Feldstroms aufrechterhalten wird.

[0023] Die in Rede stehende Prüfung, also das Einschieben einer Periode mit einem Feldstrom mit verringerter Amplitude, vorliegend mit halber Amplitude, wird gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung alle 5 s durchgeführt. Die Differenz ΔQ der jeweils ermittelten Durchflüsse wird über 100 solche Prüfungen gemittelt. Ergibt sich nun, daß dieser gemittelte Wert größer als 1 % vom Meßbereichsendwert für den Durchfluß Q ist, so wird von dem magnetisch-induktiven Meßgerät eine Warnung "Linearität" ausgegeben. Gemäß dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, daß diese Warnung sowohl optisch als auch akustisch ausgegeben werden kann. Die Ausgabe dieser Warnung deutet auf folgende mögliche Fehler hin: eine Nichtlinearität im A/D-Wandler **6**, eine Nichtlinearität im Stromkreis der Feldspulen **2**, ein Defekt in den Feldspulen **2**, in der Auskleidung der Leitung **1** oder an den Meßelektroden **3**, eine falsche Einstellung der Kalibrierwerte und/oder ein Nullpunktfehler des A/D-Wandlers **6**. Gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird also der gesamte Meßkreis, umfassend die Meßelektroden **3**, die Feldspulenversorgung **5** und den A/D-Wandler **6**, einem Selbststest unterzogen.

[0024] Der Zusammenhang zwischen dem den Feldspulen **2** zugeführten Feldstrom und dem von den Feldspulen **2** erzeugten Mangetfeld ist im wesentlichen linear. Jedoch weist auch dieser Zusammenhang unter Umständen gewisse Nichtliniäritäten auf, so daß gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung vorgesehen ist, daß für den veränderten Feldstrom, vorliegend also für den um die Hälfte verringerten Feldstrom, eine Kalibrierung durchgeführt wird. Diese Kalibrierung des magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist bei der Herstellung des Geräts im Herstellungswerk durchgeführt worden.

[0025] Neben der weiter oben beschriebenen Mittelwertbildung über wenigstens 100 Prüfungen, die im

übrigen vorzugsweise als gleitende Mittelwertbildung realisiert ist, ist zur Weiterverarbeitung der Prüfergebnisse auch eine Tiefpaßfilterung im Mikrokontroller **4** möglich. Im Mikrokontroller **4** wird ferner die Standardabweichung der Prüfungen bestimmt, so daß bei hoher Unsicherheit der Meßergebnisse, also bei einer großen Standardabweichung der Prüfungen, die Anzahl der Mittelungen der Prüfungen automatisch erhöht werden kann, um keine Fehlalarme auszulösen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Prüfung eines magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts, mit dem der Durchfluß eines leitfähigen Mediums durch eine Leitung (**1**) hindurch gemessen wird, wozu das magnetisch-induktive Durchflußmeßgerät Feldspulen (**2**), denen ein Feldstrom zugeführt wird, und Meßelektroden (**3**) aufweist, an denen eine in dem leitfähigen Medium induzierte Spannung abgegriffen und gemessen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der den Feldspulen (**2**) des magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts zugeführte Feldstrom zeitlich bezüglich seiner Amplitude variiert wird und eine Fehlfunktion des Meßbetriebs des magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräts festgestellt wird, wenn die Abweichung der bei unterschiedlichen Feldströmen gemessenen induzierten Spannung von einem linearen Spannungsverlauf mehr als einen Schwellwert beträgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Feldstrom periodisch variiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Feldstrom wenigstens um 20 % variiert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Abweichung über mehrere – vorzugsweise über wenigstens 100 – Werte gemittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Standardabweichung der gemessenen Abweichung bestimmt wird und, falls die Standardabweichung einen vorbestimmten Wert übersteigt, die Anzahl der Werte, über die die Abweichung gemittelt wird, erhöht wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwellwert als prozentualer Anteil vom Meßwert für die induzierte Spannung festgelegt ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der prozentuale Anteil vom Meßbereichsendwert für die induzierte Spannung 1 % oder weniger beträgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Feststellung einer Fehlfunktion des Meßbetriebs eine optische und/oder akustische Warnmeldung ausgegeben wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

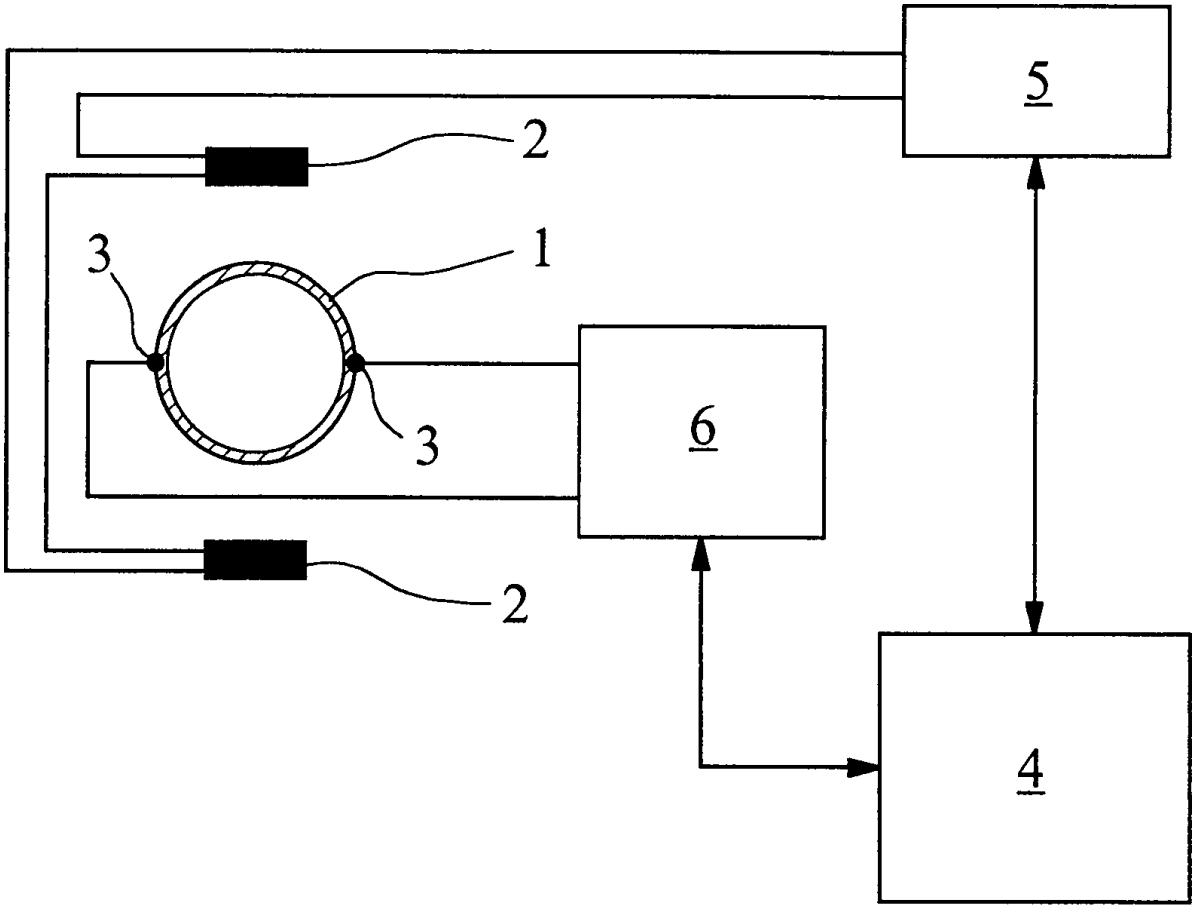


Fig. 1

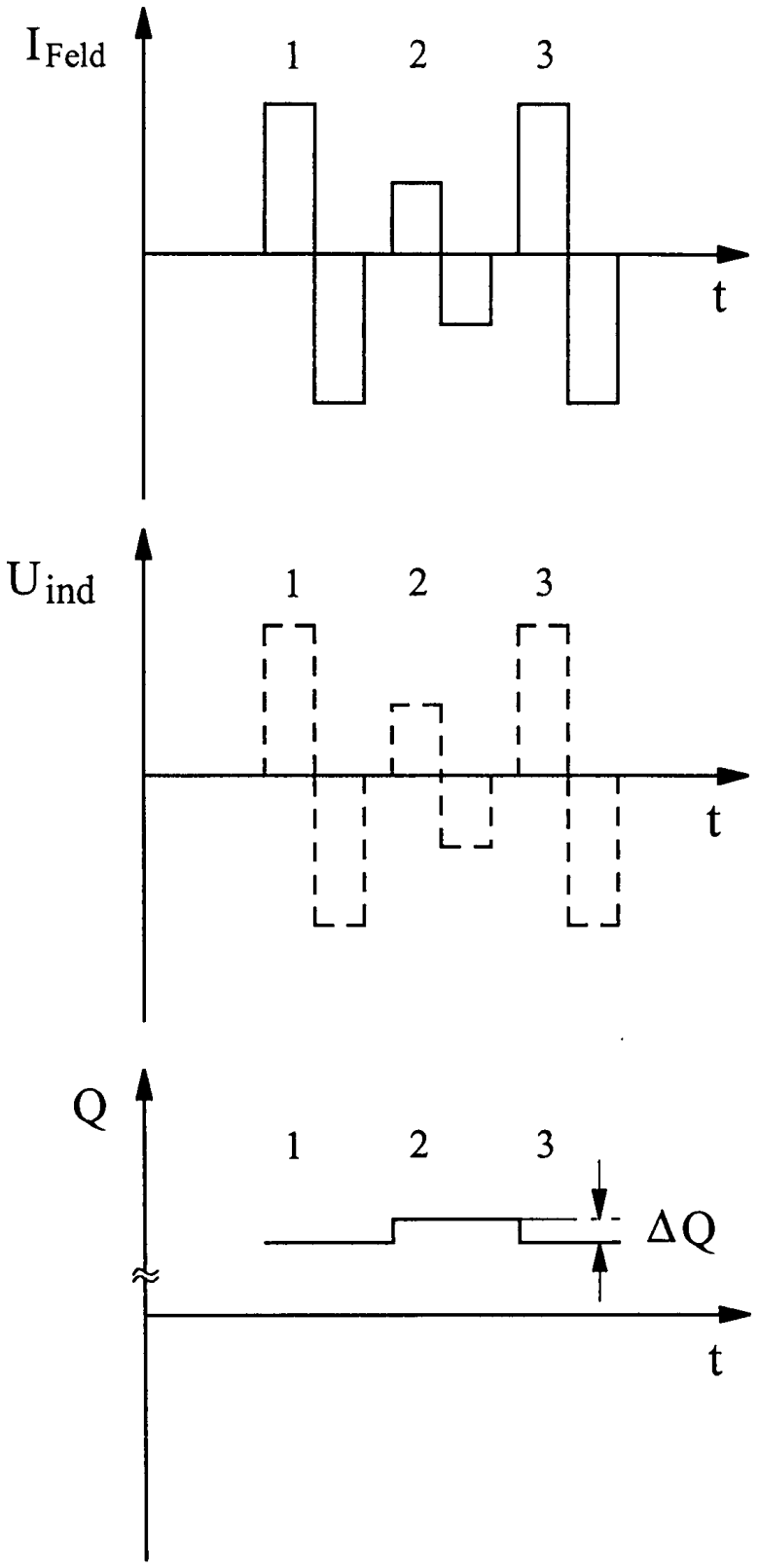


Fig. 2