

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
29. März 2007 (29.03.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2007/033911 A2**

(51) **Internationale Patentklassifikation:**  
**GOIF 13/00** (2006 01)

(21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2006/0661 15

(22) **Internationales Anmeldedatum:**  
7 September 2006 (07 09 2006)

(25) **Einreichungssprache:** Deutsch

(26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch

(30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2005 045 485 2  
22 September 2005 (22 09 2005) DE

(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): ENDRESS+HAUSER FLOWTEC AG [CWCH],**  
Kagenstrasse 7, CH-4153 Reinach (CH)

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): BERGER, Andreas**  
[CWCH], Parkstrasse 53, CH-4106 Therwil (CH)  
**BUSSINGER, Klaus** [CH/CH], Heihholzstrasse 28,  
CH-4142 Munchenstein (CH) **FRÖHLICH, Thomas**  
[CH/CH], Wasserhaus 88, CH-4142 Munchenstein (CH)

(74) **Anwalt: ANDRES, Angelika,** c/o Endress+Hauser  
(Deutschland) AG+Co KG, PatServe, Colmarer Strasse  
6, 79576 Weil Am Rhein (DE)

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP,  
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): **ARIPO** (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,  
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), **OAPI** (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver  
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben Codes und der anderen Ab  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT Gazette verwiesen

(54) **Title:** METHOD FOR MONITORING AN ULTRASOUND FLOWMETER SYSTEM AND/OR PROCESS

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR SYSTEM- UND/ODER PROZESSUBERWACHUNG BEI EINEM ULTRASCHALL-  
DURCHFLUSSMESSGERAT

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for monitoring the System and/or process of an ultrasound flowmeter (6) provided with a plurality of measuring Channels (4a, 4b, 4c, 4d) consisting in flowing a medium (7) through a conduit (2) in the direction of a longitudinal axis of the conduit (2) or a measuring tube, in injecting ultrasound measuring Signals into said conduit (2) or the measuring tube or extracted therefrom in such a way that they circulate in the medium (7) along different sound paths, in detecting said ultrasound measuring Signals in the individual measuring Channels after the flow thereof through the conduit (2) or the measuring tube, in determining at least one real quantity (IG1, IG2, IG3, IG4) describing the ultrasound measuring Signal of each measuring Channel (4a, 4b, 4c, 4d), respectively, in comparing said real quantity (IG1, IG2, IG3, IG4) with a required quantity (SG1, SG2, SG3, SG4) recorded under conditions of a specific System or process and in transmitting a message in the case of a difference between the determined real quantity (IG1, IG2, IG3, IG4) and recorded required quantity (IG1, IG2, IG3, IG4)

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur System- und/oder Prozessüberwachung bei einem Ultraschall-Durchflussmessgerät (6) mit mehreren Messkanälen (4a, 4b, 4c, 4d), wobei eine Rohrleitung (2) bzw ein Messrohr von einem Medium (7) in Richtung der Längsachse der Rohrleitung (2) bzw des Messrohres durchströmt wird, wobei Ultraschall-Messsignale derart in die Rohrleitung (2) bzw in das Messrohr ein- bzw aus der Rohrleitung (2) bzw dem Messrohr ausgekoppelt werden, dass sie das Medium (7) auf unterschiedlichen Schallpfaden (SP1, SP4) durchlaufen, wobei die Ultraschall-Messsignale nach dem Durchgang durch die Rohrleitung (2) bzw durch das Messrohr in den einzelnen Messkanälen (4a, 4b, 4c, 4d) detektiert werden, wobei jeweils zumindest eine das Ultraschall-Messsignal eines jeden Messkanals (4a, 4b, 4c, 4d) beschreibende Ist-Große (IG1, IG2, IG3, IG4) ermittelt wird, wobei die Ist-Große (IG1, IG2, IG3, IG4) mit einer unter vorgegebenen System- oder Prozessbedingungen abgespeicherten Sollgröße (SG1, SG2, SG3, SG4) verglichen wird und wobei im Falle einer Abweichung zwischen der ermittelten Ist-Große (IG1, IG2, IG3, IG4) und der abgespeicherten Sollgröße (SG1, SG2, SG3, SG4) eine Meldung ausgegeben wird

WO 2007/033911 A2

## Beschreibung

### Verfahren zur System- und/oder Prozessüberwachung bei einem Ultraschall-Durchflussmessgerät

- [0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur System- und/oder Prozessüberwachung bei einem Ultraschall-Durchflussmessgerät mit einem oder mehreren Messkanälen, wobei eine Rohrleitung bzw. ein Messrohr von einem Medium in Richtung der Längsachse der Rohrleitung bzw. des Messrohres durchströmt wird, wobei Ultraschall-Messsignale derart in die Rohrleitung bzw. in das Messrohr ein- bzw. aus der Rohrleitung bzw. dem Messrohr ausgekoppelt werden, dass sie das Medium auf unterschiedlichen Schallpfaden durchlaufen und wobei die Ultraschall-Messsignale nach dem Durchgang durch die Rohrleitung bzw. durch das Messrohr in den einzelnen Messkanälen detektiert werden. Bei dem Ultraschall-Durchflussmessgerät kann es sich um ein Inline-Durchflussmessgerät oder um ein Clamp-On-Durchflussmessgerät handeln.
- [0002] Im Zusammenhang mit der Bestimmung und/oder Überwachung von Prozessgrößen in der Prozessautomation geht die Tendenz zunehmend in die Richtung, dem Anwender neben dem eigentlichen Messwert, der beispielsweise den Durchfluss, den Druck, den Füllstand, die Temperatur, die Leitfähigkeit oder die Ionenkonzentration repräsentiert, auch Information über die aktuelle oder künftige Funktionalität oder die Lebensdauer des Messgeräts unter den jeweils vorherrschenden System- und/oder Prozessbedingungen zur Verfügung zu stellen. Gängige Schlagworte sind in diesem Zusammenhang: 'Predictive Maintenance', 'Advanced Diagnostics' und 'Meantime Before Failure'. Ziel dieser Bemühungen ist es letztendlich, Stand- und Ausfallzeiten eines Messgeräts auszuschließen oder auf ein Minimum zu reduzieren und die Qualität der gelieferten Messwerte zu erhöhen.
- [0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzuschlagen, das es ermöglicht, aktuelle und vorausschauende Aussagen hinsichtlich der Funktionalität eines Ultraschall-Durchflussmessgeräts bereitzustellen.
- [0004] Die Aufgabe wird gemäß einer ersten Ausgestaltung dadurch gelöst, dass jeweils zumindest eine das Ultraschall-Messsignal eines jeden Messkanals beschreibende Ist-Größe ermittelt wird, dass die Ist-Größe mit einer unter vorgegebenen System- oder Prozessbedingungen abgespeicherten Sollgröße verglichen wird und dass im Falle einer Abweichung zwischen der ermittelten Ist-Größe und der abgespeicherten Sollgröße eine Meldung ausgegeben wird. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die Meldung ausgegeben wird, wenn die Ist-Größe außerhalb einer vorgegebenen Toleranz zur Sollgröße liegt. Ins-

besondere ist diese Lösung dazu geeignet, Aussagen hinsichtlich der Funktionalität des Durchflussmessgeräts zu liefern. Die Sollgröße wird beispielsweise bei Inbetriebnahme des Durchflussmessgeräts bestimmt, oder sie wird nach Erreichen eines stationären Zustands ermittelt und abgespeichert. Bei der ausgegebenen Fehlermeldung handelt es sich beispielsweise um einen Bodysound, die Ausgabe der Meldung 'Signal Low', oder es wird das jeweilige Signal/Rauschverhältnis ausgegeben.

- [0005] Die Aufgabe wird gemäß einer alternativen Ausgestaltung dadurch gelöst, dass zumindest eine das Ultraschall-Messsignal beschreibende Ist-Größe eines ersten Messkanals und eines zweiten Messkanals ermittelt werden, dass die Ist-Größe des ersten Messkanals mit der entsprechenden Ist-Größe des zweiten Messkanals verglichen wird und dass im Falle einer Abweichung zwischen der Ist-Größe des ersten Messkanals und der Ist-Größe des zweiten Messkanals eine Meldung ausgegeben wird. Auch bei dieser Ausgestaltung ist vorgesehen, dass eine Meldung erst dann ausgegeben wird, wenn die Ist-Größe des ersten Messkanals außerhalb einer vorgegebenen Toleranz zur Ist-Größe des zweiten Messkanals liegt. Bei dieser Lösung wird der Umstand ausgenutzt, dass bei einer Vielzahl von Messkanälen die bereitgestellten Informationen redundant vorliegen, was dazu nutzbar ist, die aus den einzelnen Messkanälen gelieferten Informationen untereinander zu vergleichen und Schlussfolgerungen hinsichtlich von System- oder Prozessänderungen zu ziehen.
- [0006] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein zyklisches Abspeichern der gemessenen Ist-Größen vorgeschlagen. Insbesondere werden anhand der gemessenen und abgespeicherten Ist-Größen Historiendaten, die tendenzielle System- oder Prozessänderungen wiedergeben, zur Verfügung gestellt.
- [0007] Bevorzugt wird im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Signalstärke der Ultraschall-Messsignale oder die Schallgeschwindigkeit des Mediums als Ist-Größe herangezogen. So ist insbesondere vorgesehen, dass im Falle einer Änderung der Ist-Größe 'Signalstärke' gegenüber der abgespeicherten Sollgröße 'Signalstärke' die Meldung ausgegeben wird, dass ein stärker absorbierendes bzw. schwächer absorbierendes Medium die Rohrleitung bzw. das Messrohr durchströmt. Darüber hinaus wird vorgeschlagen, dass im Falle einer Abweichung der Ist-Größe 'Signalstärke' im ersten Messkanal gegenüber der Ist-Größe 'Signalstärke' im zweiten Messkanal die Meldung ausgegeben wird, dass im Bereich des Messkanals ein Systemfehler aufgetreten ist oder dass in dem Messkanal eine Verschmutzung aufgetreten ist. Im Falle eines Clamp-On-Durchflussmessgeräts kann es sich um ein Koppelproblem zwischen Ultraschallsensor und Rohrwand handeln. Ändert sich hingegen die Signalstärke in allen Messkanälen gleichzeitig, so kann daraus der Schluss gezogen werden, dass ein Applikationsfehler aufgetreten ist. Durch die vergleichende Methode kann das Durchflussmessgerät eine Selbstdiagnose durchführen

und dem Anwender entsprechende Vorschläge zur Behebung des Problems machen oder Anleitungen zur Fehleranalyse geben. Aus den gemessenen Prozessgrößen und den Signalveränderungen auf einzelnen oder allen Messkanälen kann darüber hinaus ein Trend dargestellt werden. So ist es insbesondere auch möglich, dem Anwender einen Termin für die nächste Inspektion des Durchflussmessgeräts vorzuschlagen.

[0008] Wie bereits gesagt, lässt sich auch die Schallgeschwindigkeit zu Analyse-zwecken heranziehen: Ändert sich die Schallgeschwindigkeit in allen Messkanälen bei gleich bleibendem Medium simultan, so wird dies als Hinweis auf eine Temperaturänderung des Mediums gewertet, und es erfolgt eine entsprechende Ausgabe. Tritt hingegen eine Abweichung der in den einzelnen Messkanälen gemessenen Schallgeschwindigkeiten auf, so wird die Meldung ausgegeben, dass das Medium aus mehreren Phasen besteht.

[0009] Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigt:

[0010] Fig. 1: eine schematische Darstellung eines Ultraschall-Durchflussmessgeräts zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

[0011] Fig. 2: ein Flussdiagramm, das eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens verdeutlicht.

[0012] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflussmessgeräts 6. Bei dem Ultraschall-Durchflussmessgerät 6 handelt es sich entweder um ein Inline-Durchflussmessgerät, bei dem die Ultraschallsensoren 1 in die Rohrwand eines Messrohres 2 integriert sind, oder um ein Clamp-On Durchflussmessgerät, bei dem die Ultraschallsensoren 1 von außen über einen Befestigungsmechanismus an der Rohrleitung 2 fixiert sind. Beide Typen von Ultraschall-Durchflussmessgeräten 6 werden von der Anmelderin angeboten und vertrieben.

[0013] Um das Strömungsprofil des in der Rohrleitung 2 bzw. in dem Messrohr strömenden Messmediums 10 mit hoher Messgenauigkeit bestimmen zu können, sind vier Paare von Ultraschallsensoren 1 über den Umfang verteilt an der Rohrleitung 2 bzw. an dem Messrohr angeordnet. Die Strömungsgeschwindigkeit bzw. der Volumen- oder Massedurchfluss des Mediums 7 durch die Rohrleitung 2 bzw. durch das Messrohr wird im gezeigten Fall über die Laufzeitdifferenz von Ultraschall-Messsignalen bestimmt, die das Medium 7 in Strömungsrichtung und entgegen der Strömungsrichtung durchlaufen.

[0014] Die Messwerte aus den einzelnen Messkanälen 4a, 4b, 4c, 4d werden von den Ultraschallsensoren 1 an die Regel-/Auswerteeinheit 5 weitergeleitet. Darüber hinaus initiiert die Regel-/Auswerteeinheit 5 die Aussendung der Ultraschall-Messsignale in den einzelnen Messkanälen SP1, ..., SP4 und berechnet anhand der Laufzeitdifferenz der Ultraschall-Messsignale in entgegen gesetzten Richtungen den Volumen- bzw. den Massedurchfluss des Mediums 7 in der Rohrleitung 2. Aufgrund der radiusabhängigen

Verteilung der vier Paare von Ultraschallsensoren 1 an der Rohrleitung 2 ist es möglich, den Durchfluss in der Rohrleitung 2 ortsaufgelöst zu bestimmen. Hierdurch wird es ermöglicht, eine hohe Messgenauigkeit selbst bei unterschiedlichsten Strömungsverhältnissen in der Rohrleitung 2 zu erreichen.

- [0015] Die Regel-/Auswerteeinheit 5 liefert neben den Durchflussmesswerten erfindungsgemäß Information über aktuelle und/oder vorausschauende Aussagen, die die Funktionalität des Ultraschall-Durchflussmessgeräts 6 betreffen. Weiterhin ist es mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, Information über Prozess- und/oder Systemänderungen zur Verfügung zu stellen.
- [0016] In Fig. 2 ist ein Flussdiagramm dargestellt, welches eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wiedergibt. Zulässige Toleranzwerte  $d_n$  für die  $n$  Messkanäle  $4n$ , mit  $n = 1, 2, \dots, m$  sind vorgegeben. Das Programm wird bei Programmpunkt 10 gestartet. Nach Inbetriebnahme des Durchflussmessgeräts 1 werden die Sollgrößen  $SG_n$  in den einzelnen Messkanälen  $4n$  erfasst (Programmpunkt 11). Im dargestellten Fall handelt es sich bei den Sollgrößen  $SG_n$  jeweils um die Signalstärke der Ultraschall-Messsignale. Anschließend werden die unter vorgegebenen System- und oder Prozessbedingungen ermittelten Sollgrößen  $SG_n$  bei Punkt 12 abgespeichert.
- [0017] Im nachfolgenden Messbetrieb werden jeweils die aktuellen Signalstärken in den einzelnen  $n$  Messkanälen  $4n$  zyklisch bestimmt (Punkt 13) und unter Programmpunkt 14 als Ist-Größen  $IG_n$  abgespeichert. Bei Programmpunkt 15 werden die aktuell gemessenen Ist-Größen  $IG_n$  mit den entsprechenden abgespeicherten Sollgrößen  $SG_n$  verglichen. Ist die Betrag der Differenz der Sollgrößen  $SG_n$  und der Ist-Größen  $IG_n$  größer als oder gleich der vorgegebenen Toleranz  $d_n$ , so erfolgt eine Meldung. Im gezeigten Fall liegt die Differenz von Ist-Größe  $IG_l$  und Sollgröße  $SG_l$  außerhalb der Toleranz  $d_l$ , während die Abweichungen in den weiteren Messkanälen innerhalb der vorgegebenen Toleranzen liegen. Dies ist ein eindeutiger Hinweis darauf, dass in dem Messkanal mit  $n=l$  ein Fehler aufgetreten ist. Ursache für den Fehler kann eine Verschmutzung in dem entsprechenden Messkanal sein. Weiterhin ist es möglich, dass einer der beiden Ultraschallsensoren 1 im Messkanal mit  $n=l$  defekt ist. Um eine differenziertere Aussage zu erhalten, ist es möglich, sich die abgespeicherten Historiendaten aus dem Messkanal mit  $n=l$  anzuschauen. Hieraus lässt sich beispielsweise ablesen, ob der Fehler schleichend aufgetreten ist - was den Schluss auf eine Verschmutzung zulässt - oder ob der Fehler abrupt aufgetreten ist, was auf einen Defekt eines der beiden Ultraschallsensoren in dem entsprechenden mit  $n=l$  gekennzeichneten Messkanal hindeutet.
- [0018] Durch den Vergleich von aktuell gemessenen Ist-Größen  $IG_n$  mit entsprechend abgespeicherten Sollgrößen  $SG_n$  und/oder durch den Vergleich der aktuell gemessenen

und ggf. zyklisch abgespeicherten Ist-Größen in den einzelnen Messkanälen 4n lässt sich erfindungsgemäß neben der orts aufgelösten Information über den Durchfluss durch die Rohrleitung bzw. durch das Messrohr auch Information über die Funktionalität des Durchflussmessgeräts 6 und/oder über Änderungen in den herrschenden Prozess- und/oder Systembedingungen generieren. Diese dient einerseits dazu, die Mess-Performance eines Durchflussmessgeräts 6 zu verbessern, und sie ist andererseits dazu geeignet, auftretende Fehlfunktionen frühzeitig zu erkennen und umgehend zu beheben.

## Ansprüche

- [0001] 1. Verfahren zur System- und/oder Prozessüberwachung bei einem Ultraschall-Durchflussmessgerät (6) mit mehreren Messkanälen (4a, 4b, 4c, 4d), wobei eine Rohrleitung (2) bzw. ein Messrohr von einem Medium (7) in Richtung der Längsachse der Rohrleitung (2) bzw. des Messrohres durchströmt wird, wobei Ultraschall-Messsignale derart in die Rohrleitung (2) bzw. in das Messrohr ein- bzw. aus der Rohrleitung (2) bzw. dem Messrohr ausgekoppelt werden, dass sie das Medium (7) auf unterschiedlichen Schallpfaden (SP1, ... SP4) durchlaufen, wobei die Ultraschall-Messsignale nach dem Durchgang durch die Rohrleitung (2) bzw. durch das Messrohr in den einzelnen Messkanälen (4a, 4b, 4c, 4d) detektiert werden, wobei jeweils zumindest eine das Ultraschall-Messsignal eines jeden Messkanals (4a; 4b; 4c; 4d) beschreibende Ist-Größe (IG1, IG2, IG3, IG4) ermittelt wird, wobei die Ist-Größe (IG1, IG2, IG3, IG4) mit einer unter vorgegebenen System- oder Prozessbedingungen abgespeicherten Sollgröße (SG1, SG2, SG3, SG4) verglichen wird und wobei im Falle einer Abweichung zwischen der ermittelten Ist-Größe (IG1, IG2, IG3, IG4) und der abgespeicherten Sollgröße (SG1, SG2, SG3, SG4) eine Meldung ausgegeben wird.
- [0002] 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Meldung ausgegeben wird, wenn die Ist-Größe (IG1, IG2, IG3, IG4) außerhalb einer vorgegebenen Toleranz zur Sollgröße (SG1, SG2, SG3, SG4) liegt.
- [0003] 3. Verfahren zur System- und/oder Prozessüberwachung bei einem Ultraschall-Durchflussmessgerät (6) mit mehreren Messkanälen (4a, 4b, 4c, 4d), wobei eine Rohrleitung (2) bzw. ein Messrohr von einem Medium (7) in Richtung der Längsachse der Rohrleitung (2) bzw. des Messrohres durchströmt wird, wobei Ultraschall-Messsignale derart in die Rohrleitung (2) bzw. in das Messrohr ein- bzw. aus der Rohrleitung (2) bzw. dem Messrohr ausgekoppelt werden, dass sie das Medium (7) auf unterschiedlichen Schallpfaden (SP1, SP2, SP3, SP4) durchlaufen, wobei die Ultraschall-Messsignale nach dem Durchgang durch die Rohrleitung (2) bzw. durch das Messrohr in den einzelnen Messkanälen (4a, 4b, 4c, 4d) detektiert werden, wobei zumindest eine das Ultraschall-Messsignal beschreibende Ist-Größe (IG1) eines ersten Messkanals (4a) und eine entsprechende Ist-Größe (IG2) eines zweiten Messkanals (4b) ermittelt wird, wobei die Ist-Größe (IG1) des ersten Messkanals (4a) mit der entsprechenden Ist-Größe (IG2) des zweiten Messkanals (4b) verglichen wird und wobei im Falle einer Abweichung zwischen der Ist-Größe (IG1) des ersten Messkanals (4a) und der Ist-Größe (IG2) des zweiten Messkanals (4b) eine

Meldung ausgegeben wird.

- [0004] 4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Meldung ausgegeben wird, wenn die Ist-Größe (IG1) des ersten Messkanals (4a) außerhalb einer vorgegebenen Toleranz ( $\Delta$ ) zur Ist-Größe (IG2) des zweiten Messkanals (4b) liegt.
- [0005] 5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, wobei die gemessenen Ist-Größen (IG1, IG2, IG3, IG4) zyklisch abgespeichert werden.
- [0006] 6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei anhand der zyklisch gemessenen und abgespeicherten Ist-Größen (IG1, IG2, IG3, IG4) Historiendaten, die tendenzielle System- oder Prozessänderungen wiedergeben, zur Verfügung gestellt werden.
- [0007] 7. Verfahren nach Anspruch 1, 3, 4, 5 oder 6, wobei als Ist-Größe (IG1, IG2, IG3, IG4) die Signalstärke der Ultraschall-Messsignale oder die Schallgeschwindigkeit des Mediums (7) herangezogen wird.
- [0008] 8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 7, wobei im Falle einer Änderung der Ist-Größe 'Signalstärke' gegenüber der abgespeicherten Sollgröße 'Signalstärke' die Meldung ausgegeben wird, dass ein stärker absorbierendes bzw. schwächer absorbierendes Medium (7) die Rohrleitung (2) bzw. das Messrohr durchströmt.
- [0009] 9. Verfahren nach Anspruch 3 oder 7, wobei im Falle einer Abweichung der Ist-Größe 'Signalstärke' im ersten Messkanal (4a) gegenüber der Ist-Größe 'Signalstärke' im zweiten Messkanal (4b) die Meldung ausgegeben wird, dass im Bereich eines der beiden Messkanäle (4a, 4b) ein Systemfehler aufgetreten ist oder dass in dem entsprechenden Messkanal (4a; 4b) eine Verschmutzung aufgetreten ist.
- [0010] 10. Verfahren nach Anspruch 3 oder 7, wobei im Falle einer simultanen Änderung der Schallgeschwindigkeit in allen Messkanälen (4a, 4b, 4c, 4d) bei gleich bleibendem Medium (7) ein Hinweis auf eine Temperaturänderung des Mediums (7) ausgegeben wird.
- [0011] 11. Verfahren nach Anspruch 7, wobei im Falle einer Abweichung der in den einzelnen Messkanälen (4a, 4b, 4c, 4d) gemessenen Schallgeschwindigkeiten die Meldung ausgegeben wird, dass das Medium (7) aus mehreren Phasen besteht.

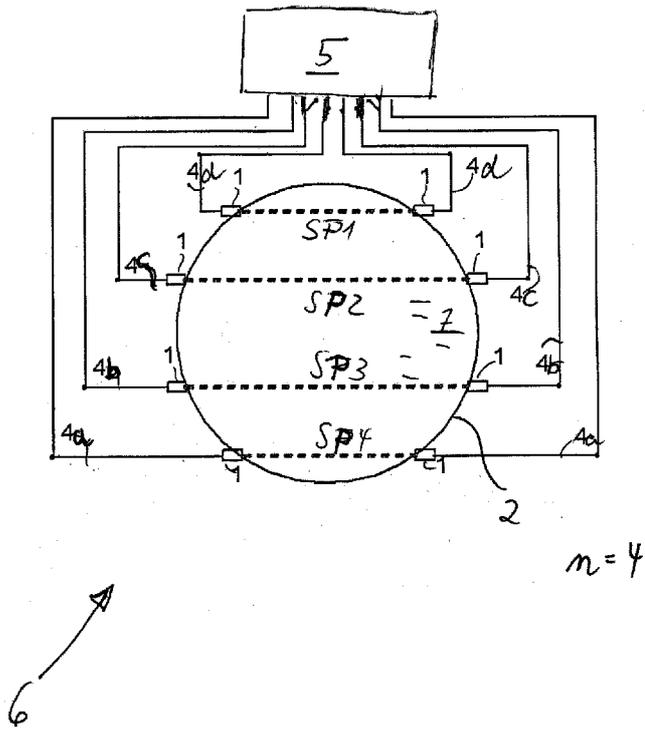


Fig. 1

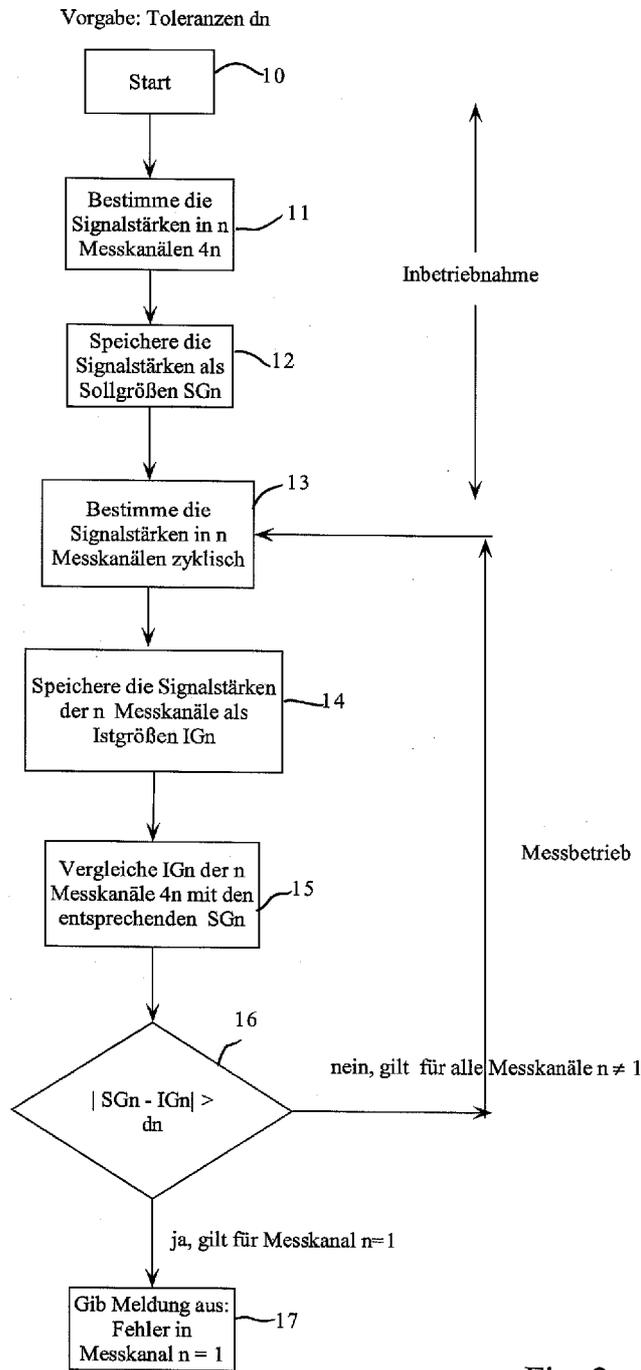


Fig. 2