(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
12. Februar 2004 (12.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/013585 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: G01F 23/296, 23/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/007844

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Juli 2003 (18.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 34 303.9 26. Juli 2002 (26.07.2002) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **ENDRESS + HAUSER GMBH + CO. KG** [DE/DE]; Hauptstrasse 1, 79689 Maulburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **MÜLLER, Alexander** [DE/DE]; Am Weiheracker 18, 79585 Steinen (DE). **ROMPF, Christoph** [DE/DE]; Hammerstrasse 7, 79540 Lörrach (DE).

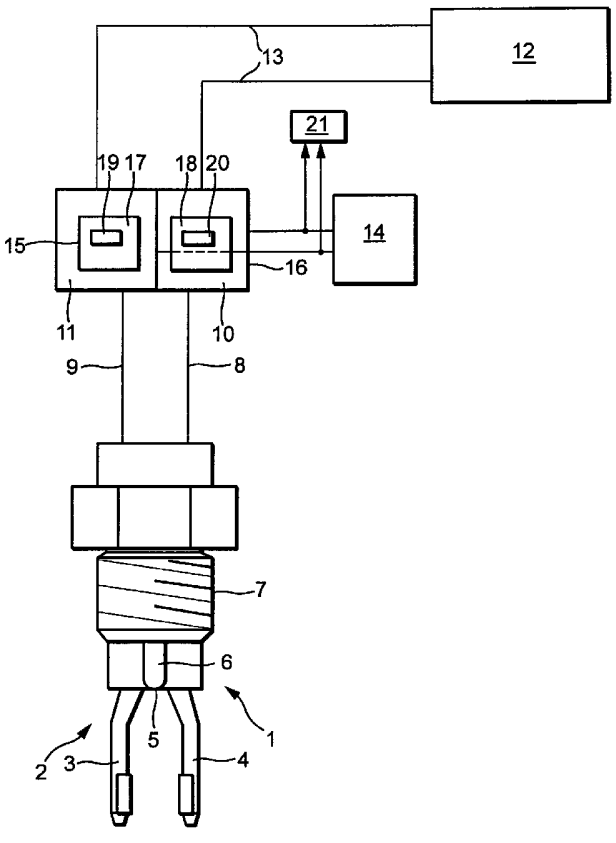
(74) Anwalt: **ANDRES, Angelika**; c/o Endress + Hauser Deutschland Holding GmbH, PatServe, Colmarer Strasse 6, 79576 Weil am Rhein (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR THE DETERMINATION OR MONITORING OF A PHYSICAL OR CHEMICAL PROCESS PARAMETER

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG UND/ODER ÜBERWACHUNG EINER PHYSIKALISCHEN ODER CHEMISCHEN PROZESSGRÖSSE



(57) Abstract: The invention relates to a device for the determination or monitoring of a physical or chemical process parameter of a medium with a sensor, a first regulation/analytical unit and a second regulation/analytical unit, whereby each regulation/analytical unit comprises several components. According to the invention, at least one component of each of the first regulation/analytical unit (10) and the second regulation/analytical unit (11) has a redundant and diverse embodiment.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung einer physikalischen oder chemischen Prozeßgröße eines Mediums mit einem Sensor, mit einer ersten Regel-/Auswerteeinheit und mit einer zweiten Regel-/Auswerteeinheit, wobei jede Regel-/Auswerteeinheit mehrere Komponenten aufweist. Erfindungsgemäß ist jeweils zumindest eine Komponente der ersten Regel-/Auswerteeinheit (10) und der zweiten Regel-/Auswerteeinheit (11) redundant und diversitär ausgelegt ist.

WO 2004/013585 A1

RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung einer physikalischen oder chemischen Prozeßgröße

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung einer physikalischen oder chemischen Prozeßgröße eines Mediums mit einem Sensor, mit einer ersten Regel-/Auswerteeinheit und mit einer zweiten Regel-/Auswerteeinheit, wobei jede Regel-/Auswerteeinheit mehrere Komponenten aufweist. Unter den Komponenten der Regel-/Auswerteeinheit sind sowohl Hardware-Komponenten als auch Software-Komponenten zu verstehen.

Bei den zu bestimmenden und zu überwachenden Prozeßgrößen handelt es sich beispielsweise um den Füllstand, den Durchfluß, die Dichte, die Viskosität, den Druck, die Temperatur, die Leitfähigkeit oder die chemische Zusammensetzung des Mediums. Die Prozeßgrößen werden über die unterschiedlichsten Typen von Sensoren ermittelt. Meßgeräte für die Bestimmung und Überwachung der beispielhaft zuvor genannten Prozeßgrößen werden von der Endress+Hauser-Gruppe angeboten und vertrieben.

Je nach Anwendungsfall müssen die Meßgeräte höchsten Sicherheitsanforderungen genügen. Als Beispiel sei die Füllstandsüberwachung in einem Tank mittels eines Grenzstanddetektors genannt. Ist in dem Tank eine brennbare oder auch eine nicht brennbare, dafür aber wassergefährdene Flüssigkeit gelagert, so muß in hohem Maße sichergestellt sein, daß die Zufuhr von Flüssigkeit zu dem Tank sofort unterbrochen wird, sobald der vorbestimmte maximale Füllstand erreicht ist. Dies wiederum setzt voraus, daß das Meßgerät zuverlässig fehlerfrei arbeitet. Um dies gewährleisten zu können, sehen bekannte Lösungen zwei parallel arbeitende Sensoren vor. Durch die zweifache Auslegung der Überwachungseinrichtung wird zwar das Versagens-Risiko halbiert; andererseits fallen bei dieser Lösung doppelte Kosten an.

Weiterhin ist ein Failsafe-Grenzschalter bekannt geworden, der von der Anmelderin unter der Bezeichnung 'FDL60/FTL670' angeboten und vertrieben wird. Dieser Failsafe-Grenzschalter ist als Überlaufsicherung Für Anwendungen mit hohen und extrem hohen Sicherheitsanforderungen zugelassen, d.h. bei dem Bekannten Grenzschalter ist gewährleistet, daß er bei jeder Art von Ausfall und Fehlfunktion in dem sicheren Zustand verbleibt oder augenblicklich in den sicheren Zustand übergeht. Dieser Zustand entspricht z.B. dem Schließen des Zulaufventils.

Eine regelmäßige Inspektion und Überprüfung des korrekten Arbeitens erfolgt bei dem bekannten Failsafe-Meßgerät automatisch. Durch den redundanten Aufbau der Sende-/Empfangseinheit, der Elektronik und der Auswerteeinheit sowie durch die Nutzung von zwei kodierten Meßkanälen, zwischen denen eine Regel-/Auswerteschaltung in einem vorgegebenen Rhythmus hin- und herschaltet, lassen sich Fehler in dem Meßgerät mit der geforderten hohen Sicherheit erkennen. Nachteil der bekannten Lösung ist, daß systematische Fehler, die beiden Meßgeräten eigen sind, nicht erkannt werden. Desweiteren ist die Entwicklung der bekannten Lösung technisch sehr anspruchsvoll, langwierig und teuer, da während des Entwicklungsprozesses das Auftreten von systematischen Fehlern vermieden bzw. minimiert werden muß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Verwendung in der Automations- und Prozeßmeßtechnik vorzuschlagen, die sich durch ein hohes Maß an Zuverlässigkeit auszeichnet.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß jeweils zumindest eine Komponente der ersten Regel-/Auswerteeinheit und der zweiten Regel-/Auswerteeinheit redundant und diversitär ausgelegt ist. Hierdurch wird eine einfache Möglichkeit geboten, systematische Fehler bereits durch eine geeignete Auswahl der Grundkonzeption auszuschließen bzw. zu minimieren.

Wie bereits gesagt, handelt es sich bei den Komponenten der Regel-/Auswerteeinheit um Hardware-Komponenten oder um Software-Komponenten. Gemäß einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, daß der ersten Regel-/Auswerteeinheit ein erster Mikroprozessor zugeordnet ist und daß der zweiten Regel-/Auswerteeinheit ein zweiter Mikro-

prozessor zugeordnet ist. Um die erfindungswesentlichen Merkmale: Redundanz und Diversität zu erfüllten, sind - im Hinblick auf die Hardware-Komponenten - die beiden Mikroprozessoren von unterschiedlichem Typ. Eine alternative Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß die beiden Mikroprozessoren von unterschiedlichen Herstellern stammen. Zusätzlich oder alternativ ist vorgesehen, daß die Relais und/oder die Aktoren (z. B. Venile) redundant und diversitär ausgelegt sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung stammt die in den Mikroprozessoren gespeicherte Software aus unterschiedlichen Quellen (Hersteller, Programmierer). Hierdurch wird - ebenso wie bei den zuvor geschilderten hardwaremäßigen Varianten – neben einem Komplett-Ausfall des Meßgeräts das Auftreten von gemeinsamen systematischen Fehlern bei der Meßwert-bereitstellung ausgeschlossen. Die Software-Variante hat den Vorteil, daß hier lediglich die Kosten für die doppelte Erstellung der Software anfallen; Folgekosten – wie sie sich bei der Verwendung von redundaten Hardware-Komponenten zeigen - treten nicht auf.

Selbstverständlich können sowohl einzelne wesentliche Hardware-Komponenten als auch einzelne Software-Komponenten voneinander verschieden sein. Durch die redundante und diversitäre Auslegung von Hardware- und Software-Komponenten läßt der Grad der Sicherheit noch einmal erhöhen.

Insbesondere handelt es sich im Zusammenhang mit der Erfindung um einen Vibrationsdetektor zur Feststellung und/oder Überwachung des Füllstandes eines Mediums in einem Behälter. Diese Art von Detektoren kann mit einem geänderten Auswerte-Algorithmus auch für Dichtemessungen eingesetzt werden. Generell ist zu sagen, daß die Erfindung nicht auf diese explizit genannten Anwendungsfälle beschränkt ist: Prinzipiell kann die erfindungsgemäße Lösung bei den unterschiedlichsten Feldgeräten zwecks Messung der verschiedenen Prozeßgrößen eingesetzt werden.

Als Grenzschalter ausgebildete Vibrationsdetektoren nutzen den Effekt aus, daß die Schwingungsfrequenz und die Schwingungsamplitude eines Schwingelements abhängig sind von dem jeweiligen Bedeckungsgrad des

Schwingelements: Während das Schwingelement in Luft frei und ungedämpft seine Schwingungen ausführen kann, erfährt es eine Frequenz- und Amplitudenänderung, sobald es teilweise oder vollständig in das Medium eintaucht. Anhand einer vorbestimmten Frequenzänderung (üblicherweise wird die Frequenz gemessen) läßt sich folglich ein eindeutiger Rückschluß auf das Erreichen des vorbestimmten Füllstandes des Mediums in dem Behälter ziehen.

Darüber hinaus wird die Dämpfung der Schwingung des Schwingelements auch von der jeweiligen Dichte des Mediums beeinflußt. Daher besteht bei konstantem Bedeckungsgrad eine funktionale Beziehung zur Dichte des Mediums, so daß Vibrationsdetektoren sowohl für die Füllstands- als auch für die Dichtebestimmung bestens geeignet sind. In der Praxis werden zwecks Überwachung und Erkennung des Füllstandes bzw. der Dichte des Mediums in dem Behälter die Schwingungen der Membran aufgenommen und mittels zumindest eines Piezoelements in elektrische Empfangssignale umgewandelt.

Die elektrischen Empfangssignale werden anschließend von einer Auswerte-Elektronik ausgewertet. Im Falle der Füllstandsbestimmung überwacht die Auswerte-Elektronik die Schwingungsfrequenz und/oder die Schwingungsamplitude des Schwingelements und signalisiert den Zustand 'Sensor bedeckt' bzw. 'Sensor unbedeckt', sobald die Meßwerte einen vorgegebenen Referenzwert unter- oder überschreiten. Eine entsprechende Meldung an das Bedienpersonal kann auf optischem und/oder auf akustischem Weg erfolgen. Alternativ bzw. zusätzlich wird ein Schaltvorgang ausgelöst; so wird etwa ein Zu- oder Ablaufventil an dem Behälter geöffnet oder geschlossen.

Im Anwendungsfall 'Füllstandsüberwachung bzw. Füllstandserkennung' ermitteln erfindungsgemäß die beiden Regel-/Auswerteeinheiten, die aus mehreren redundant und diversitär ausgelegten Teilkomponenten bestehen, das Erreichen des vorbestimmten Füllstandes.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Grenzschalters handelt es sich bei der Sende-/Empfangseinheit um ein scheibenförmiges piezoelektrisches Element, auf dessen der schwingfähigen Einheit abgewandten Seite eine Elektrodenstruktur vorgesehen ist, die

zumindest eine Sende-/Empfangselektrode, eine Empfangs-/Sendeelektrode und eine Masseelektrode aufweist. Weiterhin ist vorgesehen, daß die Sende-/Empfangselektrode und die Empfangs-/Sendeelektrode halbkreisförmig ausgebildet sind, daß die Masselektrode balkenförmig ausgebildet ist und daß die Sende-/Empfangselektrode und die Empfangs-/Sendeelektrode klappsymmetrisch bezüglich der balkenförmigen, mittig angeordnete Masseelektrode angeordnet sind. Eine entsprechende Ausgestaltung eines Piezo-Antriebs für einen Grenzschalter ist bereits aus der EP 0 985 916 A1 bekannt geworden. Es versteht sich von selbst, daß auch anderweitige Ausgestaltungen der Sende-/Empfangseinheit in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Einsatz kommen können. Weiterhin kann die Erfindung auch auf dem bekannten und zuvor bereits erwähnten Failsafe-Grenzstanddetektor der Firma Endress+Hauser aufbauen.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnung Fg. 1 näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Bestimmung und/oder Überwachung des Füllstandes eines Mediums in einem Behälter. Behälter und Medium sind übrigens in der Fig. 1 nicht gesondert dargestellt. Die in der Fig. 1 gezeigte Vorrichtung 1 ist – wie bereits an vorhergehender Stelle erläutert – sowohl zur Füllstandserkennung als auch zur Bestimmung der Dichte des in dem Behälter befindlichen Mediums geeignet. Während im Fall der Füllstandserkennung die schwingfähige Einheit 2 nur bei Erreichen des detektierten Grenzfüllstandes in das Medium bzw. nicht in das Medium eintaucht, muß sie zwecks Überwachung bzw. zwecks Bestimmung der Dichte ρ kontinuierlich bis zu einer vorbestimmten Eintauchtiefe h in das Medium eintauchen. Bei dem Behälter kann es sich beispielsweise um einen Tank aber auch um ein Rohr handeln, das von dem Medium durchflossen wird.

Die Vorrichtung 1 weist ein im wesentlichen zylindrisches Gehäuse auf. An der Mantelfläche des Gehäuses ist ein Gewinde 7 vorgesehen. Das Gewinde 7 dient zur Befestigung der Vorrichtung 1 auf der Höhe eines vorbestimmten Füllstandes und ist in einer entsprechenden Öffnung des Behälters ange-

ordnet. Es versteht sich von selbst, daß andere Arten der Befestigung, z.B. mittels eines Flansches, das Verschrauben ersetzen können.

Das Gehäuse des Vibrationsdetektors 1 ist an seinem in den Behälter 3 hineinragenden Endbereich von der Membran 5 abgeschlossen, wobei die Membran 5 in ihrem Randbereich in das Gehäuse eingespannt ist. An der Membran 5 ist die in den Behälter ragende schwingfähige Einheit 2 befestigt. Im dargestellten Fall hat die schwingfähige Einheit 2 die Ausgestaltung einer Stimmgabel, umfaßt also zwei voneinander beabstandete, auf der Membran 5 befestigte und in den Behälter hineinragende Schwingstäbe 3, 4.

Die Membran 5 wird von einem Antriebs-/Empfangseinheit 6 in Schwingungen versetzt, wobei das Antriebselement die Membran 5 mit einer vorgegebenen Erregerfrequenz zu Schwingungen anregt. Bei dem Antriebselement handelt es sich z. B. um einen Stapelantrieb. Selbstverständlich kann es sich auch um den bereits zuvor beschriebenen scheibenförmigen Piezoantrieb handeln. Dieser sog. Bimorphantrieb ist symmetrisch aufgebaut: In einem Halbkreis ist die Sendeeinheit angeordnet, in dem anderen Halbkreis findet sich die Empfangseinheit. Beide Einheiten werden abwechselnd als Sende- und Empfangseinheit betrieben.
Aufgrund der Schwingungen der Membran 5 führt auch die schwingfähige Einheit 2 Schwingungen aus, wobei die Schwingfrequenzen unterschiedlich sind, wenn die schwingfähige Einheit 2 mit dem Medium in Kontakt ist und eine Ankopplung an die Masse des Mediums besteht, oder wenn die schwingfähige Einheit 2 frei und ohne Kontakt mit dem Medium schwingen kann.

Aufgrund dieses Schwingungsverhaltens des piezoelektrischen Elements bewirkt die Spannungsdifferenz ein Durchbiegen der in das Gehäuse eingespannten Membran 5. Die auf der Membran 5 angeordneten Schwingstäbe 3, 4 der schwingfähigen Einheit 2 führen aufgrund der Schwingungen der Membran 5 gegensinnige Schwingungen um ihre Längsachse aus. Moden mit gegensinnigen Schwingungen haben den Vorteil, daß sich die von jedem Schwingstab 3, 4 auf die Membran 5 ausgeübten Wechselkräfte gegenseitig aufheben. Hierdurch wird die mechanische Beanspruchung der Einspannung minimiert, so daß näherungsweise keine Schwingungsenergie auf das

Gehäuse oder auf die Befestigung des Vibrationsdetektors übertragen wird. Hierdurch läßt sich effektiv verhindern, daß die Befestigungsmittel des Vibrationsdetektors 1 zu Resonanzschwingungen angeregt werden, die wiederum mit den Schwingungen der schwingfähigen Einheit interferieren und die Meßdaten verfälschen könnten.

Die elektrischen Empfangssignale werden über Datenleitungen 8, 9 an die erste Regel-/Auswerteeinheit 10 und an die zweite Regel-/Auswerteeinheit 11 weitergeleitet. Eine Fehlermeldung wird dem Bedienpersonal im gezeigten Fall über die Ausgabeeinheit 14 übermittelt. Parallel wird bei Verwendung des Grenzschalters als Überlaufsicherung das Zulaufventil 21 geschlossen. Bei Verwendung des Grenzschalters als Leerlaufschutz wird die Pumpe abgeschaltet. Weiterhin ist in Fig. 1 die von dem Vibrationsdetektor 1 entfernt angeordnete Kontroll- oder Leitstelle 12 zu sehen. Die Regel-/Auswerte-einheiten 10, 11 und die Kontrollstelle 12 kommunizieren miteinander über die Datenleitung 13. Bevorzugt erfolgt die Kommunikation wegen der erhöhten Störsicherheit der Übertragung auf digitaler Basis entpsrechend einem der bekannten Übertragungsprotokolle.
Die Regel-/Auswerteeinheiten 10, 11 können entweder im Vibrationsdetektor 1 untergebracht sein (→ Kompaktgerät); sie können aber auch getrennt von dem eigentlichen Sensor angeordnet sein.

Im gezeigten Fall umfaßt jede der Regel-/Auswerteeinheiten 10, 11 einen Mikroprozessor 15, 16. In den zugeordneten Speichereinheiten 17, 18 sind u.a. die Softwareprogramme 19, 20 zur Auswertung der Meßdaten und/oder zur Steuerung/Regelung der Sende-/Empfangseinheit 6 untergebracht. Entweder sind die Mikroprozessoren 15, 16 von unterschiedlichem Typ und/oder sie stammen von unterschiedlichen Herstellern. Alternativ oder zusätzlich ist die in den Mikroprozessoren 15, 16 eingesetzte Software zumindest in den wesentlichen Teilen von unterschiedlichen Programmierern erstellt. Durch den redundanten und diversitären Aufbau der Regel-/Auswerte-einhnheiten 10, 11 wird das Auftreten von parallelen und systematischen Fehlern weitgehend ausgeschlossen. Erfindungsgemäß aufgebaute Meßgeräte sind daher gegen Fehlfunktionen oder Ausfall in hohem Maße geschützt, so daß sie selbst für die kritischsten Einsätze tauglich sind.

Bezugszeichenliste

1	Vibrationsdetektor bzw. Dichtesensor
2	Schwingfähige Einheit / Schwingelement
3	Schwingstab
4	Schwingstab
5	Membran
6	Erreger-/Empfangseinheit
7	Gewinde
8	Datenleitung
9	Datenleitung
10	Erste Regel-/Auswerteeinheit
11	Zweite Regel-/Auswerteeinheit
12	Kontrollstelle
13	Datenleitung
14	Ausgabeeinheit
15	Erster Mikroprozessor
16	Zweiter Mikroprozessor
17	Erste Speichereinheit
18	Zweite Speichereinheit
19	Erste Software
20	Zweite Software
21	Ventil

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung einer physikalischen oder chemischen Prozeßgröße eines Meßmediums mit einem Sensor, mit einer ersten Regel-/Auswerteeinheit und mit einer zweiten Regel-/Auswerteeinheit, wobei jede Regel-/Auswerteeinheit mehrere Komponenten aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
daß jeweils zumindest eine Komponente der ersten Regel-/Auswerteeinheit (10) und der zweiten Regel-/Auswerteeinheit (11) redundant und diversitär ausgelegt ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß der ersten Regel-/Auswerteeinheit (10) ein erster Mikroprozessor (15) zugeordnet ist,
daß der zweiten Regel-/Auswerteeinheit (11) ein zweiter Mikroprozessor (16) zugeordnet ist und
daß die beiden Mikroprozessoren (15, 16) von unterschiedlichem Typ sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der ersten Regel-/Auswerteeinheit (10) ein erster Mikroprozessor (15) zugeordnet,
daß der zweiten Regel-/Auswerteeinheit (11) ein zweiter Mikroprozessor (16) zugeordnet ist und
daß die beiden Mikroprozessoren (15, 16) von unterschiedlichen Quellen stammen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine in den Mikroprozessoren (15, 16) gespeicherte Software (19, 20) von unterschiedlichen Herstellern stammt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß es sich bei der Prozeßgröße um den Füllstand, die Schaumbildung, den Durchfluß, die Dichte, die Viskosität, den Druck, die Leitfähigkeit oder die chemische Zusammensetzung des Meßmediums handelt.

6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß es sich bei dem Sensor um einen Sensor (1) zur Feststellung und/oder Überwachung des Füllstandes eines Mediums in einem Behälter bzw. zur Ermittlung der Dichte eines Mediums in dem Behälter handelt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Sensor eine schwingfähige Einheit (2) und eine Sende-/Empfangseinheit (6) aufweist, wobei die schwingfähige Einheit (2) auf der Höhe des vorbestimmten Füllstandes angebracht ist bzw. wobei die schwingfähige Einheit (2) so angebracht ist, daß sie bis zu einer definierten Eintauchtiefe in das Medium eintaucht, und wobei die Sende-/Empfangseinheit (6) die schwingfähige Einheit (2) mit einer vorgegebenen Erregerfrequenz zu Schwingungen anregt und die Antwort-Schwingungen der schwingfähigen Einheit (2) empfängt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die beiden Regel-/Auswerteeinheiten (10, 11) das Erreichen des vorbestimmten Füllstandes erkennen, sobald eine vorgegebene Frequenzänderung auftritt, bzw. daß die beiden Regel-/Auswerteeinheiten (10, 11) anhand der Schwingfrequenz der schwingfähigen Einheit (2) die Dichte des Mediums ermitteln.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß es sich bei der Sende-/Empfangseinheit (6) um ein scheibenförmiges piezoelektrisches Element handelt, auf dessen der schwingfähigen Einheit (2)

abgewandten Seite eine Elektrodenstruktur vorgesehen ist, die zumindest eine Sende-/Empfangselektrode, eine Empfangs-/Sendeelektrode und eine Masseelektrode aufweist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Sende-/Empfangselektrode und die Empfangs-/Sendeelektrode halbkreisförmig ausgebildet ist,
daß die Masselektrode balkenförmig ausgebildet ist und
daß die Sende-/Empfangselektrode und die Empfangs-/Sendeelektrode klappsymmetrisch bezüglich der balkenförmigen, mittig angeordnete Masseelektrode angeordnet sind.

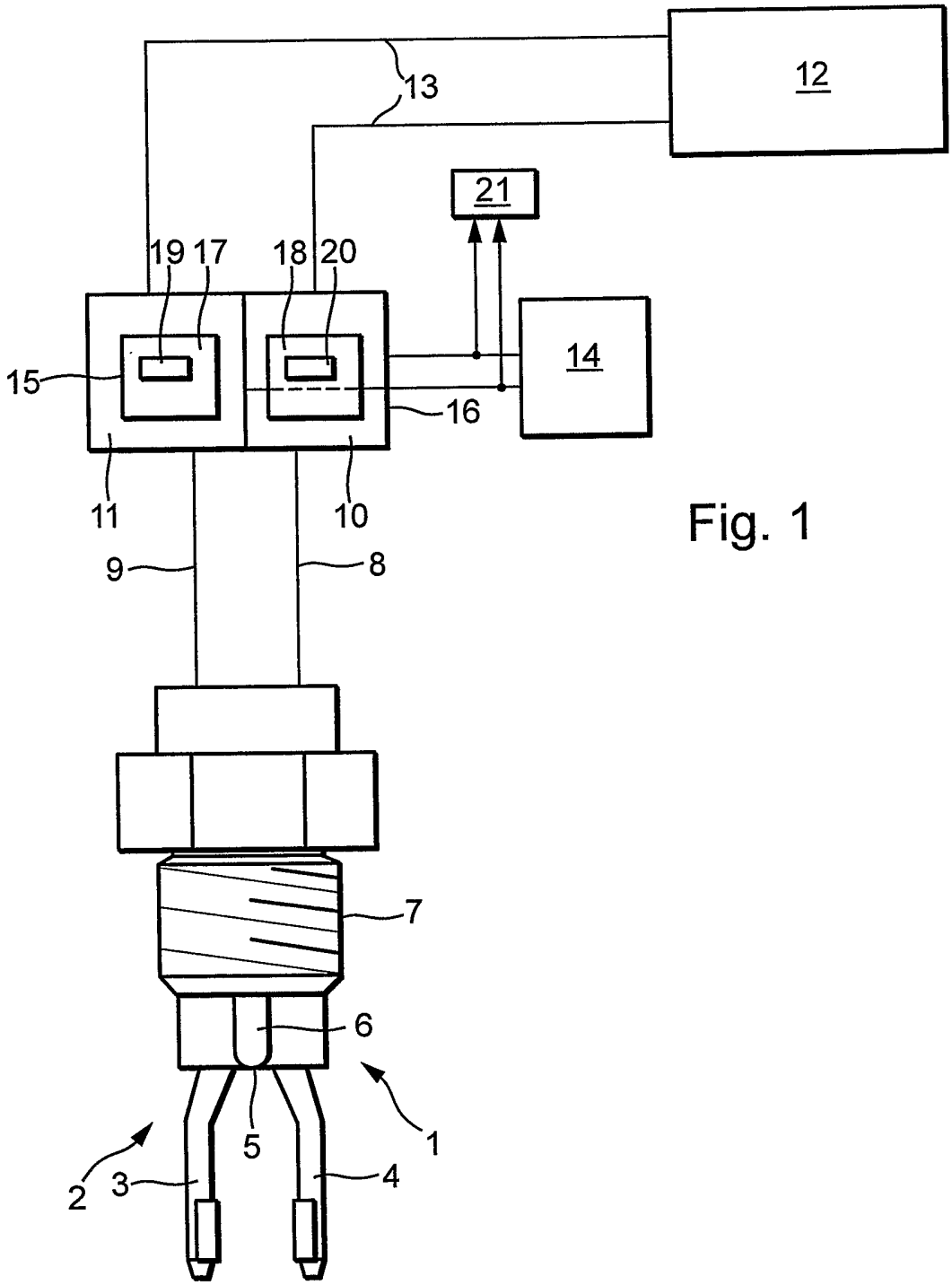


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/07844

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01F23/296 G01F23/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 35 22 220 A (LICENTIA GMBH) 2 January 1987 (1987-01-02)	1-4
Y	column 2, line 1 - line 12	1-10
X	DE 199 28 517 A (PILZ GMBH & CO) 11 January 2001 (2001-01-11)	1-4
Y	page 5, line 4-10	1-10
X	DE 44 41 070 A (LEUZE ELECTRONIC GMBH & CO) 30 May 1996 (1996-05-30)	1-4
Y	column 2 -column 3; claim 4	1-10
X	DE 100 33 608 A (PILZ GMBH & CO) 7 February 2002 (2002-02-07)	1-4
Y	column 5 -column 8	1-10

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 December 2003	07/01/2004

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Fenzl, B

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/07844

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 37 737 A (SIEMENS AG) 21 February 2002 (2002-02-21)	1-4
Y	page 1 -page 4; figure 2	1-10
X	DE 195 48 509 A (SIEMENS AG) 3 July 1997 (1997-07-03)	1-4
Y	column 1 -column 6	1-10
Y	DE 44 19 617 A (ENDRESS HAUSER GMBH CO) 7 December 1995 (1995-12-07) page 1 -page 7	1-10
Y	DE 100 22 891 A (ENDRESS HAUSER GMBH CO) 15 November 2001 (2001-11-15) page 1 -page 6	1-10
Y	US 4 918 619 A (HOROWITZ MARTIN ET AL) 17 April 1990 (1990-04-17) column 1-17	4,5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 03/07844

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3522220 A	02-01-1987	DE 3522220 A1	02-01-1987
DE 19928517 A	11-01-2001	DE 19928517 A1	11-01-2001
		AT 237150 T	15-04-2003
		AU 6428300 A	09-01-2001
		DE 50001721 D1	15-05-2003
		WO 0079353 A1	28-12-2000
		EP 1188096 A1	20-03-2002
		JP 2003502770 T	21-01-2003
		US 2002126620 A1	12-09-2002
DE 4441070 A	30-05-1996	DE 19508841 A1	12-09-1996
		DE 4441070 A1	30-05-1996
		AT 192859 T	15-05-2000
		DE 59605178 D1	15-06-2000
		WO 9628769 A1	19-09-1996
		EP 0775332 A1	28-05-1997
		US 5777834 A	07-07-1998
DE 10033608 A	07-02-2002	DE 10033608 A1	07-02-2002
DE 10037737 A	21-02-2002	DE 10037737 A1	21-02-2002
		US 2002050933 A1	02-05-2002
DE 19548509 A	03-07-1997	DE 19548509 A1	03-07-1997
		WO 9723880 A1	03-07-1997
DE 4419617 A	07-12-1995	DE 4419617 A1	07-12-1995
		CA 2150855 A1	04-12-1995
		DE 59505355 D1	22-04-1999
		EP 0686834 A1	13-12-1995
		ES 2128609 T3	16-05-1999
		JP 2716678 B2	18-02-1998
		JP 7333038 A	22-12-1995
		US 5631633 A	20-05-1997
DE 10022891 A	15-11-2001	DE 10022891 A1	15-11-2001
		AU 5634101 A	20-11-2001
		CN 1411551 T	16-04-2003
		WO 0186236 A1	15-11-2001
		EP 1281051 A1	05-02-2003
		JP 2003532886 T	05-11-2003
		US 2003159506 A1	28-08-2003
US 4918619 A	17-04-1990	US 4872120 A	03-10-1989

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/07844

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01F23/296 G01F23/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 35 22 220 A (LICENTIA GMBH) 2. Januar 1987 (1987-01-02)	1-4
Y	Spalte 2, Zeile 1 - Zeile 12	1-10
X	DE 199 28 517 A (PILZ GMBH & CO) 11. Januar 2001 (2001-01-11)	1-4
Y	Seite 5, Zeile 4-10	1-10
X	DE 44 41 070 A (LEUZE ELECTRONIC GMBH & CO) 30. Mai 1996 (1996-05-30)	1-4
Y	Spalte 2 -Spalte 3; Anspruch 4	1-10
X	DE 100 33 608 A (PILZ GMBH & CO) 7. Februar 2002 (2002-02-07)	1-4
Y	Spalte 5 -Spalte 8	1-10

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
23. Dezember 2003	07/01/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Fenzl, B

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/07844

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	DE 100 37 737 A (SIEMENS AG) 21. Februar 2002 (2002-02-21) Seite 1 -Seite 4; Abbildung 2 ---	1-4 1-10
X Y	DE 195 48 509 A (SIEMENS AG) 3. Juli 1997 (1997-07-03) Spalte 1 -Spalte 6 ---	1-4 1-10
Y	DE 44 19 617 A (ENDRESS HAUSER GMBH CO) 7. Dezember 1995 (1995-12-07) Seite 1 -Seite 7 ---	1-10
Y	DE 100 22 891 A (ENDRESS HAUSER GMBH CO) 15. November 2001 (2001-11-15) Seite 1 -Seite 6 ---	1-10
Y	US 4 918 619 A (HOROWITZ MARTIN ET AL) 17. April 1990 (1990-04-17) Spalte 1-17 -----	4,5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/07844

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3522220	A	02-01-1987	DE 3522220	A1	02-01-1987
DE 19928517	A	11-01-2001	DE 19928517	A1	11-01-2001
			AT 237150	T	15-04-2003
			AU 6428300	A	09-01-2001
			DE 50001721	D1	15-05-2003
			WO 0079353	A1	28-12-2000
			EP 1188096	A1	20-03-2002
			JP 2003502770	T	21-01-2003
			US 2002126620	A1	12-09-2002
DE 4441070	A	30-05-1996	DE 19508841	A1	12-09-1996
			DE 4441070	A1	30-05-1996
			AT 192859	T	15-05-2000
			DE 59605178	D1	15-06-2000
			WO 9628769	A1	19-09-1996
			EP 0775332	A1	28-05-1997
			US 5777834	A	07-07-1998
DE 10033608	A	07-02-2002	DE 10033608	A1	07-02-2002
DE 10037737	A	21-02-2002	DE 10037737	A1	21-02-2002
			US 2002050933	A1	02-05-2002
DE 19548509	A	03-07-1997	DE 19548509	A1	03-07-1997
			WO 9723880	A1	03-07-1997
DE 4419617	A	07-12-1995	DE 4419617	A1	07-12-1995
			CA 2150855	A1	04-12-1995
			DE 59505355	D1	22-04-1999
			EP 0686834	A1	13-12-1995
			ES 2128609	T3	16-05-1999
			JP 2716678	B2	18-02-1998
			JP 7333038	A	22-12-1995
			US 5631633	A	20-05-1997
DE 10022891	A	15-11-2001	DE 10022891	A1	15-11-2001
			AU 5634101	A	20-11-2001
			CN 1411551	T	16-04-2003
			WO 0186236	A1	15-11-2001
			EP 1281051	A1	05-02-2003
			JP 2003532886	T	05-11-2003
			US 2003159506	A1	28-08-2003
US 4918619	A	17-04-1990	US 4872120	A	03-10-1989