

(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
15. März 2007 (15.03.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/028775 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01F 23/284 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/065935

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. September 2006 (01.09.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 042 646.8
7. September 2005 (07.09.2005) 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): **REIMELT, Ralf**

[DE/DE]; Kaiserstuhlstrasse 20a, 79106 Freiburg (DE).
OSSWALD, Dirk [DE/DE]; Landstrasse 13a, 79650
Schopfheim (DE).

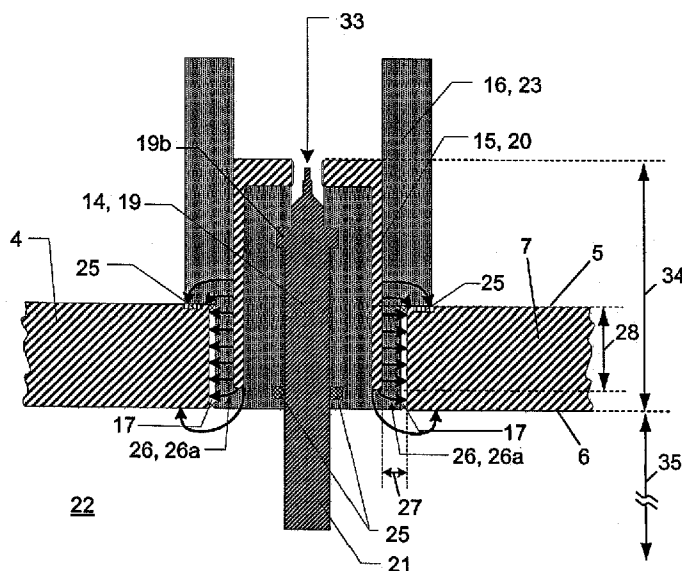
(74) Anwalt: **ANDRES, Angelika**; c/o Endress+Hauser
(Deutschland) AG+Co. KG, PatServe, Colmarer Strasse
6, 79576 Weil Am Rhein (DE).

(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.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: APPARATUS FOR DETERMINING AND MONITORING THE FILL LEVEL OF A MEDIUM IN A TANK

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR ERMITTLUNG UND ÜBERWACHUNG DES FÜLLSTANDES EINES MEDIUMS
IN EINEM BEHÄLTER



(57) Abstract: The invention relates to an apparatus for determining and monitoring the fill level of a medium in a tank by means of a propagation time measurement method having a coupling-in unit for coupling-in/coupling-out measurement signals to at least one conductive first element which extends into the tank, having a first fixing element provided in the region of the coupling-in unit for the purpose of fixing the apparatus to the tank, and having a regulation/evaluation unit for determining a fill level measurement signal. The object of the invention is to provide coupling in which is cost-effective, efficient, and has a high transmission quality that also at the same time is mechanically and chemically stable. This object is achieved by virtue of the fact that the coupling-in unit has a basic body consisting of a dielectric material and that the first and the second element are embedded in the basic body so that the conductive first element and the conductive second element are DC-isolated from one another and from the tank in the region of the basic body and therefore a multi-conductor system is formed.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ermittlung und Überwachung des Füllstandes eines Mediums in einem Behälter mittels einer Laufzeitmessmethode mit einer Einkoppeleinheit zur Ein-/Auskopplung von Messsignalen auf zumindest ein sich in den Behälter hinein erstreckendes leitfähiges erstes Element, mit einem im Bereich der Einkoppeleinheit vorgesehenen ersten Befestigungselement zur Befestigung der Vorrichtung am Behälter, und mit einer Regel-/Auswerteeinheit zur Ermittlung eines Füllstands-Messsignals. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einkopplung zu schaffen, die kostengünstig, effizient, mit hoher Übertragungsgüte aber auch gleichzeitig mechanisch und chemisch stabil ist. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Einkoppeleinheit einen Grundkörper aus einem dielektrischen Material aufweist und dass in den Grundkörper das erste und das zweite Element eingebettet sind, so dass das leitfähige erste Element und das leitfähige zweite Element im Bereich des Grundkörpers zueinander und zum Behälter galvanisch getrennt sind und somit ein Mehrleitersystem gebildet wird.

WO 2007/028775 A1



(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:

— mit internationalem Recherchenbericht

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.

Beschreibung

Vorrichtung zur Ermittlung und Überwachung des Füllstandes eines Mediums in einem Behälter

- [0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ermittlung und Überwachung des Füllstandes eines Mediums in einem Behälter mit einer Einkoppeleinheit zur Ein-/Auskopplung von Messsignalen auf zumindest ein sich in den Behälter hineinstreckendes leitfähiges erstes Element, mit einem im Bereich der Einkoppeleinheit vorgesehenen ersten Befestigungselement zur Befestigung der Vorrichtung am Behälter und mit einer Regel-/Auswerteeinheit zur Ermittlung eines Füllstands-Messsignals.
- [0002] Derartige Vorrichtungen sind beispielsweise in Messgeräten der Prozessmesstechnik zu finden. Diese Messgeräte werden häufig in der Automations- und Prozesssteuerungstechnik eingesetzt, um eine Prozessvariable wie z.B. Grenzsicht, Füllstand, Dielektrizitätskonstante oder eine andersartige physikalische und/oder chemische Prozessgröße in einem Prozessablauf zu ermitteln. Von der Anmelderin werden beispielsweise Messgeräte unter dem Namen Levelflex und Multicap produziert und vertrieben, die vorwiegend dazu bestimmt sind, den Füllstand eines Mediums in einem Behälter zu bestimmen und/oder zu überwachen. In einer der Vielzahl von Laufzeit-Messmethode wird beispielsweise nach der Methode der geführten Mikrowelle, Zeitbereichreflektometrie bzw. der TDR-Messmethode (Time Domain Reflection) ein Hochfrequenzimpuls entlang eines Sommerfeldschen oder Goubauschen Wellenleiters oder Koaxialwellenleiters ausgesendet, welcher bei einer Diskontinuität des DK-Wertes (Dielektrizitätskonstanten) des den Wellenleiter umgebenden Mediums teilweise zurückreflektiert wird. Aus der Zeitdifferenz zwischen dem Aussenden des Hochfrequenzimpulses und dem Empfang des reflektierten Echsignals des Mediums lässt sich der Füllstand ermitteln. Das FMCW-Verfahren (Frequency Modulated Continuous Waves), bei dem der Frequenzbereich eines kontinuierlichen Messsignal verändert und die Distanz durch die Frequenzdifferenz des ausgesendeten zum reflektierten Messsignal gemessen wird, ist in dem Zusammenhang mit dem obigen Messprinzip ebenfalls ausführbar.
- [0003] Ein weiteres Messprinzip aus einer Vielzahl von Messmethoden den Füllstand in einem Behälter zu ermitteln, ist die Ermittlung der Kapazitätsänderung eines kapazitiven Messaufbaus mit einer das Medium berührenden Messsonde und der korrespondierenden Behälterwand oder Bezugssonde, wenn sich der Bedeckungsgrad der Sonde mit dem Medium bzw. Füllstand des Mediums im Behälter ändert.
- [0004] Bei beiden oben beschriebenen Verfahren handelt es sich um berührende Füllstandsmessverfahren, bei denen eine Messsonde mit dem zu messenden Medium direkt

in Berührung kommt. Diese Messsonde wird üblicherweise, über einen Prozessanschluss, Öffnung oder Stutzen, in einem Behälter befestigt, so dass die Messelektronik sich außerhalb des Prozesses, d.h. nicht mit dem Medium in Kontakt stehend, befindet und die Messsonde in dem Prozess integriert ist. In den folgenden Referenzen werden der Aufbau solcher Messsonden bzw. Wellenleiter und die Einkopplung der Messsignale in diese Messsonden diskutiert.

- [0005] In der EP 1 069 649 A1 wird der Wellenleiter für ein Füllstandsmessgerät mit einem einfachen Aufbau gezeigt, der die Vorteile des Eindraht- und bekannter Mehrdraht-Wellenleiter vereint, indem er keine Wechselwirkung mit Behältereinbauten zeigt und der auf einfache Weise von An- bzw. Ablagerungen zu reinigen ist. Dies wurde erreicht, indem die Mehrdraht-Wellenleiter im Prozess zumindest teilweise von einem dielektrischen Medium umgeben sind und somit sich kein Ansatz zwischen den einzelnen Wellenleitern bilden kann.
- [0006] In der DE 100 27 228 A1 ist eine Ausführungsform der Einkopplung von Hochfrequenzsignalen in einen Oberflächenwellenleiter aufgezeigt. In dieser Schrift ist die Einkopplung derart ausgestaltet, dass Störspannungen wirkungsvoll abgeleitet werden, da der Oberflächenwellenleiter über eine Kopplung auf Massepotential gelegt ist.
- [0007] In der DE 100 19 129 A1 sind mehrere Arten von Einkoppeleinheiten aufgezeigt, die so verlängert sind, dass die Konstruktionsteile außerhalb des Bereichs liegen, in dem elektromagnetische Energie abgestrahlt wird. Dadurch kann der Einfluss, den ein Konstruktionsteil oder Ansatzbildung am Sensor auf die Messgenauigkeit und die Messempfindlichkeit hat, weitgehend eliminiert werden.
- [0008] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einkopplung zu schaffen, die kostengünstig, effizient, mit hoher Übertragungsgüte aber auch gleichzeitig mechanisch und chemisch stabil ist.
- [0009] Diese Aufgabe wird nach einer Ausgestaltung der Erfindung dadurch gelöst, dass die Einkoppeleinheit einen Grundkörper aus einem dielektrischen Material aufweist und dass in den Grundkörper zumindest ein leitfähiges zweites Element eingebettet ist, so dass das leitfähige erstes Element und das leitfähige zweite Element im Bereich des Grundkörpers zueinander und zum Behälter galvanisch getrennt sind. Das leitfähige zweite Element ist beispielsweise als ein rohrförmiger Schirmleiter ausgebildet, der im Einkoppelbereich im Grundkörper coaxial und galvanisch getrennt um das leitfähige erste Element positioniert ist und somit ein Mehrleitersystem gebildet wird. Das leitfähige zweite Element ist prozessseitig vollständig von dem Material des Grundkörpers umschlossen und ist somit nicht Prozess berührend, wodurch keine Dichtungselemente zwischen dem Grundkörper und dem leitfähigen zweiten Element eingebracht werden müssen und kein hoch resistentes Material, als z.B. VA - Stahl, verwendet werden kann. Das leitfähige zweite Element ist beispielsweise als ein

einfaches Blechbiegeteil oder als ein Drahtgeflecht ausgebildet. Ist der Grundkörper modular aufgebaut, ist es auch denkbar, ein dem leitfähigen zweiten Element entsprechenden Formteil über einen Beschichtungsprozess mit einer leitfähigen Beschichtung, z. B. Metall, zu versehen.

[0010] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Behälter aus einem leitfähigen Material gefertigt ist oder dass im Falle, dass der Behälter aus einem nicht-leitfähigen Material gefertigt ist, der Behälter zumindest im weiteren Bereich des Befestigungselements eine leitfähige Beschichtung aufweist. Damit eine optimierte Einkopplung des Messsignals von einem Mehrleitersystem mit einer beispielsweise TEM-Moden-Ausbildung auf die Messsonde mit einer beispielsweise TM01-Moden-Ausbildung erreicht werden kann ist es vorteilhaft, dass der Behälter aus einem elektrisch leitfähigen Material besteht. Der Dachbereich um den Prozessanschluss der Messvorrichtung des leitfähigen Behälters herum wirkt als ein Reflektor, demzufolge wird mehr Signalintensität des Messsignals beim Übergang von dem Mehrleitersystem auf die Messsonde eingekoppelt bzw. es geht weniger Signalenergie verloren. Durch diese Maßnahme wird das Verhältnis zwischen Transmission und Reflexion des eingekoppelten Messsignals beim Übergang von dem Mehrleitersystem auf die Messsonde stark erhöht bzw. verbessert. Aus diesem Grund werden die Messgenauigkeit und die Messempfindlichkeit der Messvorrichtung bedeutend erhöht. Ist der Behälter nicht aus einem leitfähigen Material, so ist es möglich, durch ein Beschichtungsverfahren, z. B. das Aufbringen eines leitfähigen Lackes auf die Außenfläche oder Innenfläche des Behälters, den oben beschriebenen Effekt zu erreichen. Diese Ausgestaltung mit einem leitfähig beschichteten Behälter aus einem dielektrischen Grundmaterial ist auch vorteilhaft bei einer Messsonde mit einer gewöhnlichen Einkoppeleinheit nach dem Stand der Technik, die aus einem metallischen Grundkörper besteht.

[0011] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung wird vorgeschlagen, dass ein erster Koppelbereich, der sich im Bereich des Befestigungselements zwischen der Außenfläche des leitfähigen zweiten Elements und dem Behälter befindet, so dimensioniert ist, dass eine optimierte elektromagnetische Kopplung des Messsignals bei hinreichender mechanischer Stabilität des Grundkörpers gegeben ist. Eine elektromagnetische Kopplung zwischen dem leitfähigen zweiten Element und dem leitfähigen Behälter kann dadurch optimiert werden, dass die Kopplungsfläche möglichst groß ist und der Abstand der Koppellemente möglichst klein ist, jedoch muss der Nutzen dieser Bedingung gegen die Bedingung der mechanischen Stabilität des Grundkörpers abgewogen werden.

[0012] Eine zweckmäßige Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, dass der erste Koppelbereich zur elektromagnetischen Kopplung in Struktur,

Form, Kopplungsfläche und/oder Spaltbreite so ausgestaltet ist, dass sich im wesentlichen eine definierte Mode des Messsignals in einem Einkoppelbereich zwischen dem leitfähigen ersten Elements und dem leitfähigen zweiten Element ausbildet und/oder in einem Messbereichs des leitfähigen ersten Elements ausgestaltet.

- [0013] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Lösung schlägt vor, dass das leitfähige Element zumindest aus zwei Teilkomponenten, einem Innenleiter und einer Messsonde, besteht. Aufgrund der zweiteiligen Ausgestaltung des leitfähigen ersten Elements ist es leicht möglich, die Messsonde an der Vorrichtung auszuwechseln.
- [0014] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird angeregt, dass im Bereich zwischen der ersten Teilkomponente und der zweiten Teilkomponente ein zweiter Koppelbereich zur elektromagnetischen Kopplung der Messsignale ausgebildet ist. Der Innenleiter des ersten leitfähigen ersten Elements und der Außenleiter des leitfähigen zweiten Elements ist vollständig von dem Material des Grundkörpers umschlossen und somit vollständig vom Prozess getrennt ausgestaltet. Hierdurch muss kein Dichtungselement zwischen dem leitfähigen ersten Element, dem leitfähigen zweiten Element und dem Gehäusegrundkörper zur Abdichtung der Einkoppeleinheit gegen Prozessmedien eingebracht werden; somit wird eine Dichtungsfreiheit der Einkoppeleinheit erreicht.
- [0015] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, dass die zwei Teilkomponenten mittels eines Befestigungs- und Positionierungselement miteinander mechanisch verbindbar sind und dass das Befestigungs- und Positionierungselement in den Grundkörper der Einkoppeleinheit eingebettet ist.
- [0016] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Lösung ist es, dass der Grundkörper der Einkoppeleinheit modular oder mehrteilig ausgebildet ist.
- [0017] Eine sehr vorteilhafte Variante der erfindungsgemäßen Lösung ist darin zu sehen, dass der Grundkörper der Einkoppeleinheit einteilig ausgestaltet ist.
- [0018] Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung schlägt vor, dass das leitfähige erste Element und das leitfähige zweite Element aus einem Metall, aus einem elektrisch leitfähigen Kunststoff und/oder aus metallisch oder leitfähig beschichteten Teilen eines dielektrischen Materials ausgestaltet sind/ist.
- [0019] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Vorrichtung der Erfindung ist darin zu sehen, dass es sich bei dem dielektrischen Material um einen Kunststoff, der sich bevorzugt im Spritzgussverfahren verarbeiten lässt, und/oder um eine Keramik handelt.
- [0020] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird vorgeschlagen, dass das leitfähige zweite Element Öffnungen aufweist, wobei die entsprechenden Öffnungen von dem dielektrischen Material des Grundkörpers zumindest

teilweise ausgefüllt sind. Durch die Ausfüllungen der Öffnungen können mechanisch Kräfte, z.B. Zugkräfte, die im Bereich zwischen dem leitfähigen ersten Element und dem leitfähigen zweiten Element aufgrund von beispielsweise Zugkräften an der Messsonde auftreten können nach außen bzw. zum Prozessanschluss hin abgeleitet werden. Somit wird vermieden, dass an den Stellen an denen der Grundkörper das eingebettete leitfähige zweite Element prozessseitig umschließt, aufgrund mechanischer Krafteinwirkung starke Kerb- und Scherkräfte auftreten, die zu einem Ermüdungsbruch oder Bersten des Grundkörpers an diesen Stellen führen können.

[0021] In den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen der Erfindung sind zur besseren Übersicht und zur Vereinfachung Bauteile oder Bauteilgruppen, die sich in ihrem Aufbau und/oder in ihrer Funktion entsprechen, mit gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigt:

[0022] Fig. 1 : eine schematische Gesamtdarstellung eines Zeitbereichsreflektometer nach dem Stand der Technik mit einem Sommerfeldschen Wellenleiter,

[0023] Fig. 2 : einen Längsschnittansicht der Einkoppeleinheit nach dem Stand der Technik,

[0024] Fig. 3 : einen Längsschnittansicht der Einkoppeleinheit nach einer ersten Ausführungsform,

[0025] Fig. 4 : eine Längsschnittansicht der Einkoppeleinheit nach einer zweiten Ausführungsform,

[0026] Fig. 5 : eine Längsschnittansicht der Einkoppeleinheit nach einer dritten Ausführungsform,

[0027] Fig. 6 : eine Explosionsansicht der Einkoppeleinheit nach der dritten Ausführungsform, und

[0028] Fig. 7 : eine dreidimensionale Explosionsansicht mit Teilanschnitt der Einkoppeleinheit nach einer dritten Ausführungsform.

[0029] Fig. 1 zeigt ein Anwendungsmöglichkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 als ein Zeitbereichreflektometer 32 -Messsystem bzw. TDR-Messsystem (Time Domain Reflectometry) zur Ermittlung des kontinuierlichen Füllstandes 2 eines Mediums 3 in einem Behälter 4. Eine solche Vorrichtung 1 bzw. ein solches Messgerät zur Bestimmung des Füllstandes 2 wird in der Automatisierungs- und Prozesstechnik auch als ein Feldgerät bezeichnet. Dieses Messgerät ist auf einem Prozessanschluss 8, wie z. B. einen Stutzen, auf dem Behälter 4 angebracht, und die Messsonde mit dem stab- und seilförmigen Messsonde 21 wird über eine als koaxialer Leiter 18a ausgebildete Einkoppeleinheit 13 durch den Bereich des Prozessanschlusses 8 in den Messraum des Behälters 5 eingeführt.

[0030] Die TDR-Messmethode arbeitet nach folgenden Messprinzip: Über die Messsonde 21 werden elektromagnetische Wellen 9, die durch den Skin-Effekt im Umfeld und an

der Oberfläche der Messsonde 21 entlang geführt werden, in Richtung des Mediums 3 bzw. den Prozessraum 22 ausgesendet. Diese elektromagnetischen Wellen 9 werden bei einem DK-Wert-Sprung bzw. einer Diskontinuität des dielektrischen Faktors ϵ_r des umgebenden Mediums 3 und einer damit zusammenhängenden Änderung des Wellenwiderstands teilweise zurückreflektiert. Diese Diskontinuität liegt beispielsweise vor, wenn die Dielektrizitätskonstante ϵ_{r1} der dem Medium 3 überlagerten Gasphase, insbesondere der Luft ($\epsilon_{r1} \approx 1$), kleiner ist als die Dielektrizitätskonstante ϵ_{r2} des Mediums 3. Über die gemessene Laufzeit der elektromagnetischen Wellen 9 wird durch eine Umrechnung über die Formel der Wellengeschwindigkeit die zurückgelegte Strecke ermittelt. Diese Differenzstrecke entspricht der Höhe des Behälters 4 minus den Füllstand 2 des Mediums 3 im Behälter 4. Da die Höhe des Behälters 4 bzw. die Position der Einkopplung der elektromagnetischen Wellen 9 bekannt ist, lässt sich somit den Füllstand 2 im Behälter 4 bestimmen.

[0031] Die elektromagnetischen Wellen werden beispielsweise als Impulse mit einer Bandbreite von 0 - 1,5 GHz in der Sende-/Empfangseinheit 11 erzeugt und mittels einer Einkoppeleinheit 13 als ein Sendesignal S in einen Sommerfeldschen Wellenleiter 21 eingekoppelt. Es sind auch Goubau – Wellenleiter 21; koaxial Leitern 18a, Mikrostreifenleitern oder koaxiale und parallele Anordnungen von mehreren Wellenleitern bzw. Messsonden 21 einsetzbar, die jedoch in der Zeichnung nicht explizit gezeigt sind. Die aufgrund der Diskontinuität der Dielektrizitätskonstanten ϵ_r des umgebenden Mediums 3 zurücklaufenden Reflexionssignale R auf dem Wellenleiter 21 werden wiederum in der Sende-/Empfangseinheit 11 empfangen und vorverarbeitet. Diese vorverarbeiteten Messsignale 10 werden andererseits in der Regel-/Auswerteeinheit 12 messtechnisch und signaltechnisch ausgewertet und so aufbereitet, dass der Messwert des Füllstands 2 oder ein Echokurvensignal, das die aufbereitete Einhüllende des Messsignals 10 darstellt, über eine Busschnittstelle 29 auf den Feldbus 30 an eine Kontrollstation weitergeleitet wird.

[0032] Der Messwert des Füllstands 2 oder das Echokurvensignal können auch an einem integrierten Display oder einer Ausgabe-/Eingabeeinheit der Vorrichtung 1, welche hier nicht explizit gezeigt ist, dargestellt werden. Die Energieversorgung 31 der Vorrichtung 1 bzw. des Messgeräts wird beispielsweise mittels einer Zweidraht-Leitung realisiert. Die Leitung zur Energieversorgung 31 entfällt, wenn es sich bei dem Messgerät bzw. Vorrichtung 1 um ein so genanntes Zweileiter-Messgerät handelt, dessen Kommunikation über den Feldbus 30 und Energieversorgung 31 ausschließlich und gleichzeitig über eine Zweidrahtleitung erfolgt. Die Datenübertragung bzw. Kommunikation über den Feldbus 30 geschieht beispielsweise nach dem CAN-, HART-, PROFIBUS DP-, PROFIBUS FMS-PROFIBUS PA-, oder FOUNDATION FIELDBUS- Standard.

- [0033] In der Fig. 1 ist ein Zeitbereichsreflektometer 32 zur Bestimmung des Füllstandes 2 eines Mediums 3 in einem Behälter 4 aufgezeigt mit einer Messsonde 21, die als ein stab- oder seilförmiger Oberflächenwellenleiter 21 ausgebildet ist, die die elektromagnetischen Wellen leitet.
- [0034] Diese Ausführungsform der Vorrichtung 1 kann auch als kapazitives Messsystem zur Bestimmung des Füllstandes 2 eines Mediums 3 in einem Behälter 4 eingesetzt werden, wobei die zwischen der Messsonde 21 und einer Bezugselektrode oder der Innenwand 6 des Behälters 4 durch ein Messsignal 10 ermittelte Kapazität vom Füllstand 2 und der Dielektrizitätszahl ϵ_r des Mediums 3 abhängig ist.
- [0035] Die Fig. 2 zeigt eine Längsschnittdarstellung einer Einkoppeleinheit 13 nach dem Stand der Technik. Der Grundkörper 16 besteht aus einem metallischen oder elektrisch leitfähigen Material 24, der als Außenleiter 20 zusammen mit dem leitfähigen ersten Element 14 bzw. dem Wellenleiter 21 als Innenleiter 19 im Einkoppelbereich 34 einen koaxialen Leiter 18a bildet. Über ein Befestigungselement 17, z.B. eine Gewindeverschraubung, ist der Grundkörper 16 fest mit dem Behälter 4 verbunden. Wird ein leitfähiger oder metallischer Behälter 4a zur Aufbewahrung des Medium 3 eingesetzt, besteht des Weiteren zwischen dem Grundkörper 16 und dem leitfähigen oder metallischen Behälter 4a ein elektrisch leitender Kontakt über Befestigungselement 17. Über einen Koaxialstecker-Anschluss 33 wird das Messsignal 10 in den Innenleiter 19 bzw. das leitfähige erste Element 14 aus- und eingekoppelt. Der Innenleiter 19 wird insbesondere durch einen Innenleiterverdickung 19b in dem Grundkörper 16 mechanisch gehalten und fixiert. Durch die koaxiale Ausgestaltung des Einkoppelbereichs 34 bildet sich dort eine TEM-Mode des eingekoppelten Messsignals 10, welche eine bevorzugte Ausgestaltung zum nahezu verlustlosen und störungsfreien Weiterleiten des eingekoppelten Messsignals 10 darstellt. Im Messbereich 35 des Wellenleiters 21 wird zur optimalen Messung des Füllstands 2 eines Mediums 3 in einem Behälter 4 eine Ausbildung einer als TM_{01} -Mode im Nahbereich des Wellenleiters 21 dadurch erzielt, dass der Übergang von dem leitfähigen Grundkörper 16 auf den leitfähigen oder metallischen Behälter 4a eine Aufweitung um 180° des Außenleiters 20 bzw. leitfähigen zweiten Elements 15 darstellt. Das Tankdach hat durch den elektrischen Kontakt zum Grundkörper 16 die Wirkung einer sich an den Einkoppelbereich 34 anschließenden Reflektors, wodurch im Übergang vom koaxialen Leiter 18a im Einkoppelbereich 34 auf einen einzelnen Wellenleiter 21 im Messbereich 35 weniger Energie verloren geht. Speziell bei niedrigen Frequenzen wirkt sich das Tankdach als starker Reflektor aus. Es kann somit zumindest zweimal mehr Messenergie auf den Wellenleiter 21 ein- und ausgekoppelt werden, wodurch die Messgenauigkeit und die Messempfindlichkeit der Vorrichtung 1 erhöht wird.
- [0036] Aus Gründen der Prozessdichtigkeit muss zwischen jedem mit dem Prozessraum 22

berührenden direkten Materialübergang, d.h. z.B. vom Innenleiter 19 und/oder Außenleiter 20 auf das dielektrische Material 23 ein Dichtungselement 25 eingebracht werden, welches in Fig. 2 nicht explizit gezeigt ist, aber in Fig. 3, 5 und 6 aufgezeigt ist.

[0037] Fig. 3 zeigt eine Längsschnittdarstellung einer ersten erfindungsgemäßen Einkoppeleinheit 13. Der Grundkörper 16 besteht aus einem dielektrischen Material 23. Über ein Befestigungselement 17, z.B. eine Gewindeverschraubung, ist der Grundkörper 16 im Bereich eines Prozessanschlusses 8 mechanisch fest und durch die Dichtelemente 25 auch für Medien 3 hermetisch dicht mit dem Behälter 4 verbunden. Im Einkoppelbereich 34 der Einkoppeleinheit 13 ist die Messsonde bzw. der Wellenleiter 21 als Mehrleitersystem 19 mit einem Außenleiter 20 und einem Innenleiter 19, insbesondere als koaxialer Leiter 19a, ausgeführt. Der Innenleiter 19 wird insbesondere durch eine Innenleiterverdickung 19b in dem Grundkörper 16 mechanisch gehalten und fixiert. Über einen Koaxialstecker-Anschluss 33 wird das Messsignal 10 in den Innenleiter 19 bzw. das leitfähige erste Element 14 aus- und eingekoppelt. Der Innenleiter 19 aus einem metallischen oder leitfähigen Material 24 ist in dem Grundkörper 16 aus einem dielektrischen Material 23 eingebettet und durch ein Dichtungselement 25, z.B. O-Ring, zwischen den beiden Materialien 23, 24 hermetisch abgedichtet. Die Ausgestaltung des Grundkörpers 16 der Einkoppeleinheit 13 aus einem dielektrischen Material 23 hat den Vorteil, dass der recht aufwändig herzustellende und kostenintensive metallische Grundkörper 16, wie aus Fig. 1 und Fig. 2 ersichtlich, durch ein einfaches und kostengünstiges Herstellungsverfahren, z.B. Spritzguss, Heißprägen, Gießen, Pressen oder Rapid-Proto-Typing, mit kostengünstigen Materialien, z.B. aus Kunststoffen oder Keramiken, hergestellt werden kann. Durch diesen oben beschriebenen Aufbau der Einkoppeleinheit 13 würde viel Energie des Messsignals 10, das in das leitfähige erste Element 14 eingekoppelt wird, im Bereich des Befestigungselementes 17 verloren gehen, da dort bei Verwendung eines leitfähigen oder metallischen Behälters 4a das Messsignal 10 eine starke Rückreflexion erfährt. Des Weiteren ließe sich aufgrund dessen im Messbereich 35 des leitfähigen ersten Elements 14 keine gewünschte Mode, z.B. ein TM_{01} -Mode, ausbilden.

[0038] Um im Einkoppelbereich 34 eine gewünschte TEM-Mode des eingekoppelten Messsignals 10 ausbilden zu können, muss ein Außenleiter 20 in oder auf den dielektrischen Grundkörper 16 ein- oder aufgebracht sein. Bringt man durch ein Verfahren, z.B. Bedampfung, ein metallisches oder leitfähiges Material 4a auf die äußere Oberfläche des Grundkörpers 16 auf, so ist zwar ein Außenleiter 20 geschaffen worden, jedoch ist diese Schichtaufbringung mechanisch oder chemisch nicht besonders stabil. Diese Ausführungsform ist nicht explizit in den Figuren gezeigt worden.

- [0039] Eine andere Möglichkeit ist, ein leitfähiges zweites Element 15 galvanisch getrennt zu dem leitfähigen ersten Element 14 angeordnet in den Grundkörper 16 einzubetten, so dass sich zwischen einem metallischen oder einem leitfähigen Behälter 4a und dem leitfähigen zweiten Element 15 über eine Kopplungsfläche 28 ein erster Koppelbereich 26a ausbildet. Die Spaltbreite 27 und die Kopplungsfläche 28 dieses ersten Koppelbereiches 26a sind so ausgewählt, dass bei hinreichender mechanischer Stabilität des Grundkörpers 16 aufgrund von Zug- und Scherkräften durch die mechanische Belastung des leitfähigen ersten Elements 14 eine optimale elektromagnetische Kopplung 26 gegeben ist. Somit wird ein optimaler Übergang des eingekoppelten Messsignals 10 in das leitfähige erste Element 14 von dem koaxialen Leiter 18a mit einem ausgebildeten TEM-Mode des Messsignals 10 im Einkoppelbereich 34 auf einen Sommerfeldschen oder Goubau - Wellenleiter 21 mit einem ausgebildeten TM₀₁-Mode des Messsignals 10 im Messbereich 35 erreicht, wie schon in Fig. 2 beschrieben. Das leitfähige zweite Element 15 ist vollständig im dielektrischen Material 23 des Grundkörpers 16 eingebettet, so dass kein zusätzliches Dichtungselement 25 zwischen diesen Teilen 23,25 zur Einhaltung der hermetischen Prozessabdichtung eingebracht werden muss.
- [0040] Die Einkoppeleinheit 13 sollte möglichst viel Intensität des Messsignals 10 bzw. Intensität der elektromagnetischen Welle 9 in die Messsonde 21 einkoppeln, indem durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Einkoppeleinheit das Messsignal 10 beim Übergang vom koaxialen Leiter 18a oder Mehrleiter 18 auf einen Einzelleiter oder eine Messsonde 21 kaum zurückreflektiert wird. Das Verhältnis von Transmission zu Reflektion des Messsignals 10
- [0041] Ist der Behälter 4b aus einem nicht leitfähigen Material, so kann durch Aufbringung einer leitfähigen Beschichtung auf die Außenwand 5, Innenwand 6 oder in den Zwischenbereich der Wand 7 im Bereich des Prozessanschlusses 8 oder des Daches des Behälters 4b ein erster Koppelbereich 26a erzeugt werden. Hierdurch wird, wie schon zuvor beschrieben, ein verbesserter Übergang des Messsignals 10 von dem Mehrleitersystem 18 auf die Messsonde 21 aufgrund der Reflektionseigenschaften des leitfähigen oder leitfähig beschichteten Daches des Behälters 4 erreicht.
- [0042] Fig. 4 zeigt eine Längsschnittdarstellung einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Einkoppeleinheit 13. Die Einkoppeleinheit 13 ist nahezu gleich wie in Fig. 3 ausgestaltet. Der Unterschied liegt darin, dass auch der Innenleiter 19 bzw. das leitfähige erste Element 14 zweiteilig mit einem zweiten Koppelbereich 26b ausgeführt ist. Durch die Ausgestaltung eines zweiteiligen galvanisch getrennten Innenleiters 19 wird die Dichtungsfreiheit der Einkoppeleinheit 13 erreicht, d.h. es muss kein zusätzliches Dichtungselement 25 zur Einhaltung der hermetischen Prozessabdichtung verwendet werden. Der Wellenleiter 21 oder die Messsonde 21 wird über ein Be-

festigungs- und Positionierungselement 17c, z.B. eine Gewindeverschraubung oder ein Bajonett-Verschluss, welche nicht explizit gezeigt sind, in dem Grundkörper 16 in koaxialer Anordnung zum in das dielektrische Material 23 eingebetteten Innenleiter 19 arretiert und positioniert. Das Befestigungs- und Positionierungselement 17c an der Messsonde 21 und das Gegenstück in dem Grundkörper 16 sind so ausgestaltet, dass die Messsonde 21 einerseits lösbar von der Einkoppeleinheit 13 ausgestaltet ist und somit die Messsonde 21 ausgetauscht werden kann, und dass andererseits die mechanische Stabilität des Befestigungs- und Positionierungselement 17c gegeben ist, so dass Kräfte, die auf die Messsonde 21 einwirken, aufgenommen bzw. kompensiert werden.

[0043] Der zweite Koppelbereich 26b vom Innenleiter 19 auf den Wellenleiter bzw. die Messsonde 21 mit dem Befestigungs- und Positionierungselement 17c ist so ausgestaltet, das für die verwendete Sendefrequenz des Messsignals 10 eine optimierte elektromagnetische Kopplung 26 erreicht und eine gute mechanische Stabilität der Befestigungsvorrichtung bewirkt wird.

[0044] Fig. 5, 6 und 7 zeigen eine dritte erfindungsgemäße Ausführung der Einkoppeleinheit 13 als eine Längsschnittdarstellung, einen Längsschnitt in Explosionsdarstellung und ein leicht angeschnittene Explosionszeichnung. In dieser Ausführungsform sind der Grundkörper 16 und/oder der Innenleiter 19 modular, aus einzelnen Teilstücken aufgebaut, ausgeführt. Der Grundkörper 16 aus einem dielektrischen Material 23 besteht beispielsweise aus einem Stützkörper 16a, einem Füllkörper 16b und einem Abstandshülsekörper 16d. Der Stützkörper 16a gibt die äußere Form der Einkoppeleinheit 13 vor und dient zur Befestigung der Einkoppeleinheit 13 über ein Befestigungselement 17, z.B. eine Gewindeverschraubung 17a in einem Prozessanschluss 8 des Behälters 4. Der Stützkörper 16a ist vorteilhafterweise modular, bestehend aus einem Prozessadapter und aus einem Messelektronikgehäuseadapter ausgeführt, die über ein Verbindungselement miteinander mechanisch vereinigbar sind. Dies ist in den Figuren nicht explizit gezeigt, jedoch hat diese Ausgestaltung den Vorteil, dass je nach Prozessanschluss 8 und Messelektronikgehäuse 36 der Stützkörper 16a des Grundkörpers 16 aufgrund des modularen Aufbaus ein Vielzahl von Kombinationen an entsprechenden Prozessadaptern und Messelektronikgehäuseadaptern möglich ist.

[0045] Die Messsonde bzw. der Wellenleiter 21 sind mittig und abgedichtet über ein Dichtungselement 25 in diesen Stützkörper 16a eingebettet. Über eine Innenleiterverschraubung 19a wird der Innenleiter 19 mit dem Wellenleiter bzw. die Messsonde 21 elektrisch und mechanisch verbunden. Der Abstandshülsekörper 16d wird über den oberen Teil des Innenleiters 19 geschoben und hält den Füllkörper 16b mit den Ausnehmungen 16c zentriert. Die Ausnehmungen 16c im Füllkörper 16b sind derartig aus-

gestaltet, so dass dieser und das ihn umschließende leitfähige zweite Element 15 mit entsprechenden Öffnungen 15a sich formschlüssig in den mit Stegen 16e ausgebildeten Stützkörper 16a einfügen lässt. Über einen Sicherungsring 17b wird der modulare Aufbau des Grundkörpers 16 und des das Messsignal 10 führenden Leiters aus Innenleiter 19, Wellenleiter 21, Abstandshülsekörper 16d, Füllkörper 16b und Außenleiter 20 fest in dem Stützkörper 16a fixiert.

[0046] Die Stege 16e geben dem Stützkörper 16a und somit der gesamten Einkoppeleinheit 13 eine größere mechanische Stabilität und Steifigkeit, indem Zug- und Scherkräfte, die auf den Innenleiter 19 und den Wellenleiter 21 einwirken und von diesen auf den Grundkörper 16 übertragen werden, durch die Stege 16e abgefangen werden. Die dadurch notwendigen Öffnungen 15a, wie z. B. Schlitz, im beispielsweise rohrförmigen, leitfähigen zweiten Element 15 haben nur eine geringe Auswirkung auf die elektromagnetische Kopplung 26 mittels des ersten Koppelbereichs 26a zwischen dem Außenleiter 20 und dem leitfähigen oder metallischen Behälter 4b. Aufgrund dieser Öffnungen 15a im rohrförmigen, leitfähigen zweiten Element 15 oder bei Verwendung eines Außenleiters 20 in Form von zwei parallel zum Innenleiter 19 angeordneten Schirmleitern ist es möglich, dass der Außenleiter 20 in den Messbereich 35 weitergeführt ist und somit eine koaxiale oder eine parallele Anordnung von mehreren Messsonden bzw. Wellenleitern 21 bildet, so dass die mechanische Stabilität der Vorrichtung 1 weiterhin gegeben ist.

[0047] **Bezugszeichenliste**

1. Vorrichtung
2. Füllstand
3. Medium
4. Behälter

[0048] 4a. leitfähiger oder metallischer Behälter

[0049] 4b. nicht leitfähiger Behälter

1. Außenwand
2. Innenwand
3. Zwischenbereich der Wand
4. Prozessanschluss
5. elektromagnetische Wellen
6. Messsignal
7. Sende-/Empfangseinheit
8. Regel-/Auswerteeinheit
9. Einkoppeleinheit
10. leitfähiges erstes Element
11. leitfähiges zweites Element

- [0050] 15a. Öffnungen
 - 1. Grundkörper
- [0051] 16a. Stützkörper
- [0052] 16b. Füllkörper
- [0053] 16c. Ausnehmungen
- [0054] 16d. Abstandshülsenkörper
- [0055] 16e. Stege
 - 1. Befestigungselement
- [0056] 17a. Gewindeverschraubung
- [0057] 17b. Sicherungsring
- [0058] 17c. Befestigungs- und Positionierungselement
 - 1. Mehrleiter, Mehrleitersystem
- [0059] 18a. koaxialer Leiter
 - 1. Innenleiter
- [0060] 19a. Innenleiterverschraubung
- [0061] 19b. Innenleiterverdickung
 - 1. Außenleiter
 - 2. Messsonde, Wellenleiter
 - 3. Prozessraum
 - 4. dielektrisches Material, isolierendes Material
 - 5. metallisches oder leitfähiges Material
 - 6. Dichtungselemente
 - 7. elektromagnetische Kopplung
- [0062] 26a erster Koppelbereich
- [0063] 26b zweiter Koppelbereich
 - 1. Spaltbreite
 - 2. Kopplungsfläche
 - 3. Busschnittstelle
 - 4. Feldbus
 - 5. Energieversorgung
 - 6. Zeitbereichsreflektometer
 - 7. Koaxialstecker-Anschluss
 - 8. Durchführbereich; Einkoppelbereich
 - 9. Messbereich
 - 10. Messelektronikgehäuse
- [0064] S Sendesignal
- [0065] R Reflexionssignal
- [0066] ϵ_r dielektrischen Faktors, Dielektrizitätskonstante

Ansprüche

- [0001] 1. Vorrichtung (1) zur Ermittlung und Überwachung des Füllstandes (2) eines Mediums (3) in einem Behälter (4) mit einer Einkoppeleinheit (13) zur Ein-/Auskopplung von Messsignalen (10) auf zumindest ein sich in den Behälter (4) hineinerstreckendes leitfähiges erstes Element (14), mit einem im Bereich der Einkoppeleinheit (13) vorgesehenen ersten Befestigungselement (17) zur Befestigung der Vorrichtung (1) am Behälter (4), und mit einer Regel-/Auswerteeinheit (12) zur Ermittlung des Füllstands (2) aus den Messsignalen (10), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einkoppeleinheit (13) einen Grundkörper (16) aus einem dielektrischen Material (23) aufweist und dass in den Grundkörper (16) zumindest ein leitfähiges zweites Element (15) eingebettet ist, so dass das leitfähige erste Element (14) und das leitfähige zweite Element (15) im Bereich des Grundkörpers (16) zueinander und zum Behälter (4) galvanisch getrennt sind.
- [0002] 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Behälter (4a) aus einem leitfähigen Material gefertigt ist oder dass im Falle, dass der Behälter (4b) aus einem nicht-leitfähigen Material gefertigt ist, und zumindest im weiteren Umgebungsbereich des Befestigungselements (17) eine leitfähige Beschichtung aufweist.
- [0003] 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erster Kopplbereich (26a), der sich im Bereich des Befestigungselements (17) zwischen der Außenfläche des leitfähigen zweiten Elements (15) und dem Behälter (4) befindet, so dimensioniert ist, dass eine optimierte elektromagnetische Kopplung (26) des Messsignals (10) bei hinreichender mechanischer Stabilität des Grundkörpers (16) gegeben ist.
- [0004] 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Kopplbereich (26a) zur elektromagnetischen Kopplung in Struktur, Form, Kopplungsfläche (28) und/oder Spaltbreite (27) so ausgestaltet ist, dass sich im wesentlichen eine definierte Mode des Messsignals (10) in einem Einkoppelbereich (34) zwischen dem leitfähigen ersten Elements (14) und dem leitfähigen zweiten Element (15) ausbildet und/oder in einem Messbereichs (35) des leitfähigen ersten Elements (14) ausgestaltet.
- [0005] 5. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das leitfähige erste Element (14) zumindest aus zwei Teilkomponenten, einem Innenleiter (19) und/oder einer Messsonde (21), besteht.
- [0006] 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich zwischen der ersten Teilkomponente (19) und der zweiten Teilkomponente (21)

ein zweiter Koppelbereich (26b) zur elektromagnetischen Kopplung der Messsignale (10) ausgebildet ist.

- [0007] 7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei Teilkomponenten (19, 20) mittels eines Befestigungs- und Positionierungselement (17c) miteinander mechanisch verbindbar sind und dass das Befestigungs- und Positionierungselement (17c) in den Grundkörper (16) der Einkoppeleinheit (13) eingebettet ist.
- [0008] 8. Vorrichtung nach Anspruch 1, 3 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (16) der Einkoppeleinheit (13) modular oder mehrteilig ausgebildet ist.
- [0009] 9. Vorrichtung nach Anspruch 1, 3 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (16) der Einkoppeleinheit (13) einteilig ausgestaltet ist.
- [0010] 10. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das leitfähige erste Element (14) und das leitfähige zweite Element (15) aus einem Metall, aus einem elektrisch leitfähigen Kunststoff und/oder aus metallisch oder leitfähig beschichteten Teilen eines dielektrischen Materials (23) ausgestaltet sind/ist.
- [0011] 11. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem dielektrischen Material (23) um einen Kunststoff, der sich bevorzugt im Spritzgussverfahren verarbeiten lässt, und/oder um eine Keramik handelt.
- [0012] 12. Vorrichtung nach Anspruch 1, 3, 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das leitfähige zweite Element (15) Öffnungen (15a) aufweist, wobei die entsprechenden Öffnungen (15a) von dem dielektrischen Material (23) des Grundkörpers (16) zumindest teilweise ausgefüllt sind.

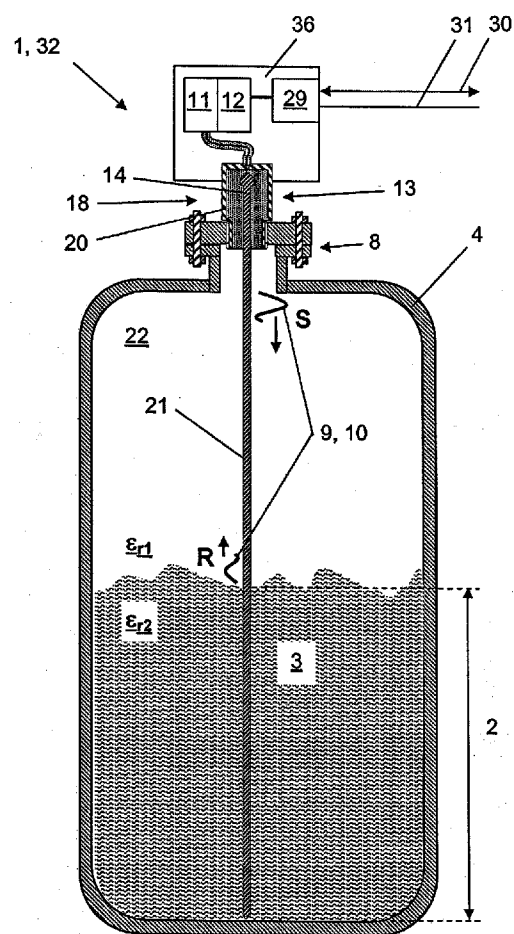


Fig. 1

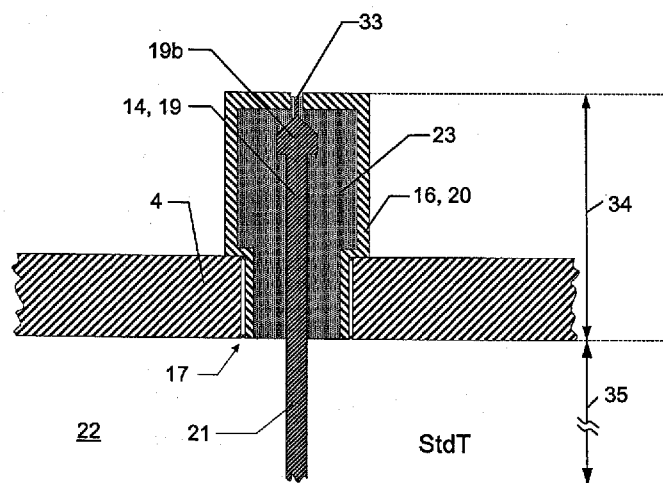


Fig. 2

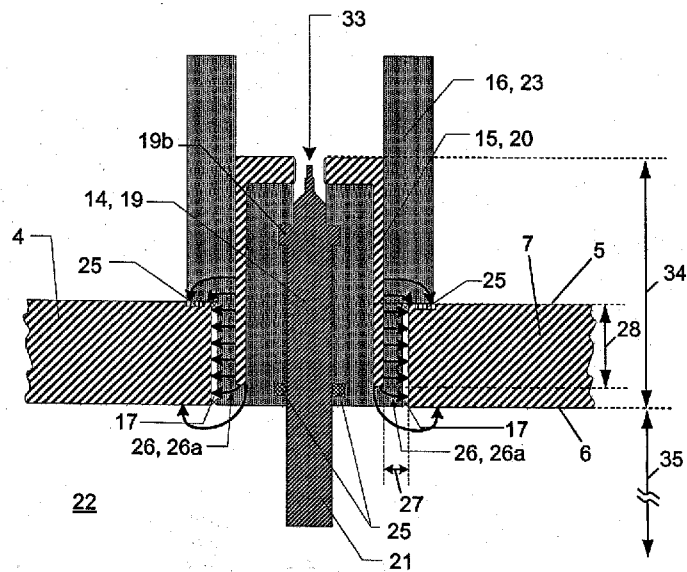


Fig. 3

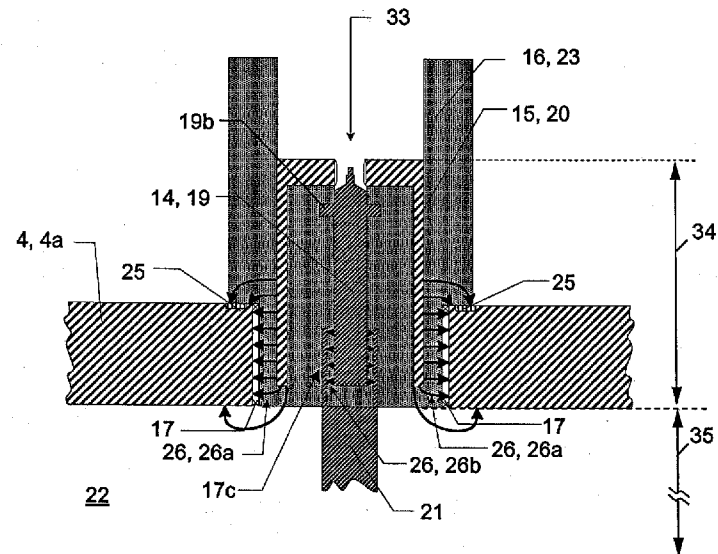


Fig. 4

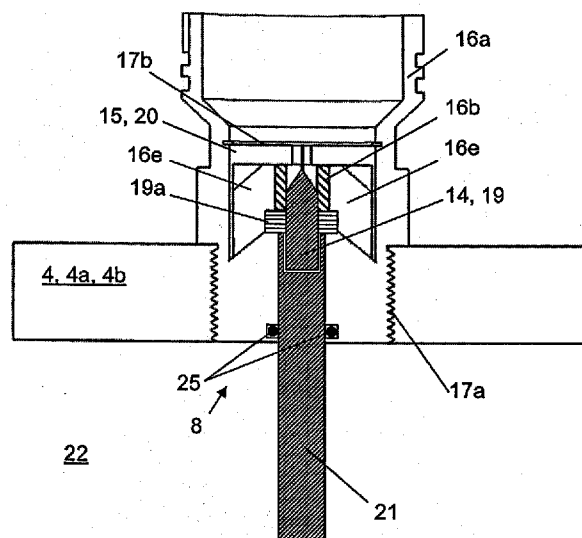


Fig. 5

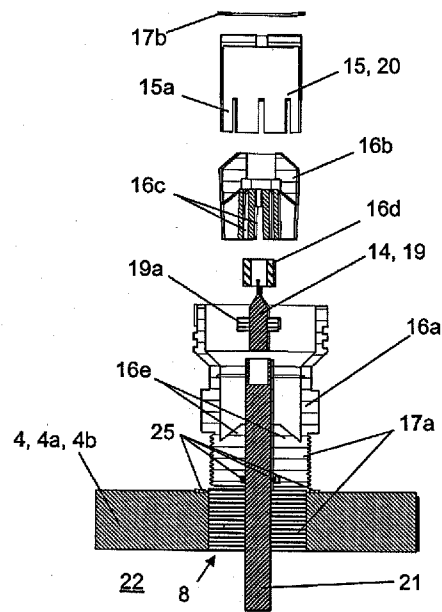


Fig. 6

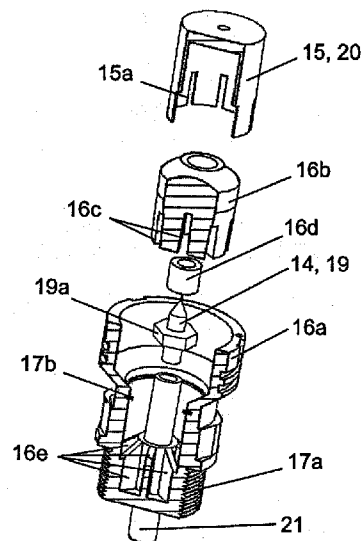


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/065935

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01F23/284

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)
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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98/25109 A (BERWIND CORP [US]) 11 June 1998 (1998-06-11) page 2, lines 4-21 page 11, lines 9-17 page 14, lines 4-11 page 15, line 4 - page 17, line 21 figures 1-4,6,8-15	1-10,12
X	EP 1 069 649 A (ENDRESS HAUSER GMBH CO [DE] ENDRESS & HAUSER GMBH & CO KG [DE]) 17 January 2001 (2001-01-17) cited in the application column 2, line 55 - column 4, line 26 column 11, line 41 - column 12, line 47 figures 6-8	1,5-8, 10,11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family 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

29 November 2006

Date of mailing of the international search report

05/12/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5318 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 551 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roetsch, Patrice

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/065935

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9825109	A	11-06-1998	AU 5510098 A EP 0943103 A2	29-06-1998 22-09-1999
EP 1069649	A	17-01-2001	CA 2314027 A1 DE 59912561 D1 JP 3423674 B2 JP 2001066177 A	15-01-2001 20-10-2005 07-07-2003 16-03-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/065935

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01F23/284

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 98/25109 A (BERWIND CORP [US]) 11. Juni 1998 (1998-06-11) Seite 2, Zeilen 4-21 Seite 11, Zeilen 9-17 Seite 14, Zeilen 4-11 Seite 15, Zeile 4 - Seite 17, Zeile 21 Abbildungen 1-4,6,8-15	1-10,12
X	EP 1 069 649 A (ENDRESS HAUSER GMBH CO [DE] ENDRESS & HAUSER GMBH & CO KG [DE]) 17. Januar 2001 (2001-01-17) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 4, Zeile 26 Spalte 11, Zeile 41 - Spalte 12, Zeile 47 Abbildungen 6-8	1,5-8, 10,11

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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
29. November 2006	05/12/2006
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde 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	Bevollmächtigter Bediensteter Roetsch, Patrice

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/065935

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9825109	A	11-06-1998	AU	5510098 A	29-06-1998
			EP	0943103 A2	22-09-1999
EP 1069649	A	17-01-2001	CA	2314027 A1	15-01-2001
			DE	59912561 D1	20-10-2005
			JP	3423674 B2	07-07-2003
			JP	2001066177 A	16-03-2001