



(10) **DE 10 2014 113 543 A1** 2016.03.24

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 113 543.1**

(22) Anmeldetag: **19.09.2014**

(43) Offenlegungstag: **24.03.2016**

(51) Int Cl.: **G01D 11/24 (2006.01)**

**G01F 23/14 (2006.01)**

**G01L 19/06 (2006.01)**

**C23C 14/06 (2006.01)**

**C23C 16/06 (2006.01)**

**C23C 16/22 (2006.01)**

**C23C 18/42 (2006.01)**

**C23C 28/00 (2006.01)**

**C25D 9/00 (2006.01)**

**B01J 19/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Endress + Hauser GmbH + Co. KG, 79689  
Maulburg, DE**

(74) Vertreter:

**Andres, Angelika, Dipl.-Phys., 79576 Weil am  
Rhein, DE**

(72) Erfinder:

**Sulzer, Thomas, Basel, CH; Seefeld, Peter, 87459  
Pfronten, DE; Lopatin, Sergey, Dr., 79540 Lörrach,  
DE; Touzin, Mike, 79585 Steinen, DE; Getman,  
Igor, Prof. Dr., 79539 Lörrach, DE; Funken, Dieter,  
79539 Lörrach, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

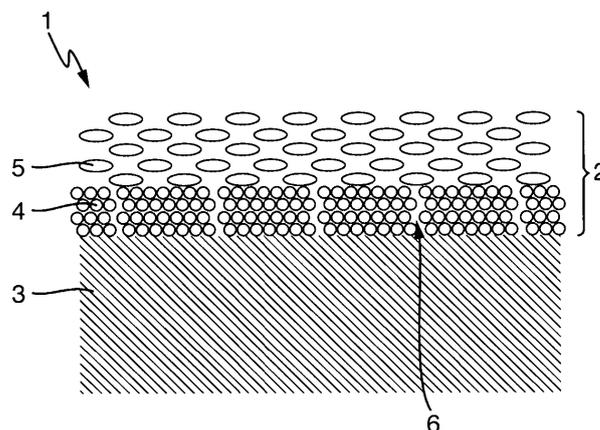
**siehe Folgeseiten**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Medienbeständige Multilagenbeschichtung für ein Messgerät der Prozesstechnik**

(57) Zusammenfassung: Feldgerät (7, 12) für die Prozess- und/oder Automatisierungstechnik zur Überwachung mindestens einer chemischen oder physikalischen Prozessgröße eines Mediums (16) in einem zumindest teilweise und zeitweise medienführenden Bauteil (17) umfassend zumindest eine Elektronikeinheit (14) und eine Sensoreinheit (15), wobei zumindest eine Komponente (3) der Sensoreinheit zumindest in einem Teilbereich und zumindest zeitweise medienberührend ist, wobei zumindest der medienberührende Teilbereich der Komponente (3) mit einer medienbeständigen Multilagenbeschichtung (2) aus zumindest zwei Schichten versehen ist, wobei eine erste Schicht (4) aus einem Material besteht, welche aus einer dicht gepackten Atomanordnung aufgebaut ist, und welche eine Korrosionsschutz für das Medium bewirkt, wobei um die erste Schicht (4) eine zweite Schicht (5) angeordnet ist, welche aus einem chemisch beständigen Kunststoff besteht, und welche einen Schutz der ersten Schicht vor äußeren Beschädigungen und Korrosion bietet.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 26 43 758 A1  
DE 100 16 215 A1  
DE 101 62 044 A1  
DE 103 42 138 A1  
DE 10 2008 020 037 A1  
US 2004 / 0 099 120 A1  
EP 1 630 251 A2  
WO 2004/ 024 985 A1

**ACS-CONTROL-SYSTEM Precont S70**  
Drucksensor 22.01.2014 11:22:07 [http://www.acs-controlsystem.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/produkte/3\\_druck/precont\\_s\\_d/2\\_datenblatt/db\\_precont\\_s70\\_de.pdf](http://www.acs-controlsystem.de/fileadmin/user_upload/dateien/produkte/3_druck/precont_s_d/2_datenblatt/db_precont_s70_de.pdf) [rech. 23.6.2015]

**ACS-CONTROL-SYSTEM Precont TN70**  
Drucksensor 17.10.2013 17:16:37 [http://www.acs-controlsystem.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/produkte/3\\_druck/precont\\_tn/2\\_datenblatt/db\\_precont\\_tn70\\_de.pdf](http://www.acs-controlsystem.de/fileadmin/user_upload/dateien/produkte/3_druck/precont_tn/2_datenblatt/db_precont_tn70_de.pdf) [rech. 23.6.2015]

**Endress+Hauser Deltabar M PMD55 TI00434P/00/DE/18.14 71241481** 11.06.2014 13:41:57 [https://portal.endress.com/wa001/dla/5000557/8045/000/10/TI00434PDE\\_1814.pdf](https://portal.endress.com/wa001/dla/5000557/8045/000/10/TI00434PDE_1814.pdf) [rech. 23.6.2015]

**Endress+Hauser Füllstandmesstechnik - Produktübersicht für Anwendungen in Flüssigkeiten und Schüttgütern** 22.02.2011 09:19:05 <http://biogas-infoboard.de/pdf/Messtechnik.pdf> [rech.23.6.2015]

**Hochleistungsschichten im Werkstoffprogramm des BMBF** 21.12.2006 [https://www.ptj.de/lw\\_resource/datapool/\\_items/item\\_2311/broschuere-hochleistungsschichten.pdf](https://www.ptj.de/lw_resource/datapool/_items/item_2311/broschuere-hochleistungsschichten.pdf) [rech. [24.6.2015]

JP4294589B transl..pdf

**KSR KÜBLER Schwinggabel-Grenzschalter KSR-TF 611/633** 13.3.2007 <http://www.s521095793.online.de/website/dyndata/ZWAG433D.pdf> [rech. 22.6.2015]

**NETINFORM Auswahlhilfen Druck** 12.10.2004 10:25:40 [https://www.netinform.de/GW/files/pdf/Auswahlhilfen\\_Druck.pdf](https://www.netinform.de/GW/files/pdf/Auswahlhilfen_Druck.pdf) [rech. 23.6.2015]

**NIVELCO Nivoswitch R-400 6/2004** 7.6.2005 [http://www.nivelco.com/download/pdf/rfm4000n0600h\\_03.pdf](http://www.nivelco.com/download/pdf/rfm4000n0600h_03.pdf) [rech. 22.6.2015]

**Pepperl-Fuchs Vibrations-Grenzwertschalter Vibracon LVL-M2C** 26.9.2003 [http://files.pepperl-fuchs.com/selector\\_files/navi/productInfo/edb/tmdoc0679\\_\\_ger.pdf](http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/tmdoc0679__ger.pdf) [rech. 22.6.2015]

**Rosemount 2130 Vibrationsgrenzschalter für Flüssigkeiten mit erweiterten Funktionen, Produktdatenblatt** November 2012 00813-0105-4130, Rev DA <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/pm%20rosemount%20documents/00813-0105-4130.pdf> [rech. 22.6.2015]

**Rosemount Füllstandsmessungen**  
21.3.2012 <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/pm%20rosemount%20documents/00803-0105-4161.pdf> [rech. 22.6.2015]

T. Casserly, K. Boinapally, M. Oppus, D. Upadhyaya, B. Boardman, and A. Tudhope; Investigation of DLC-Si Film Deposited Inside a 304SS Pipe Using a Novel Hollow Cathode Plasma Immersion Ion Processing Method Sub-One Technology, Inc., Pleasanton, CA 31.03.2008 [http://www.sub-one.com/reference\\_pdfs/technical\\_pub/investigationdlc-si.pdf](http://www.sub-one.com/reference_pdfs/technical_pub/investigationdlc-si.pdf) [rech. 24.6.2015] 2007 Society of Vacuum Coaters 505/856-7188 59 50th Annual Technical Conference Proceedings (2007) ISSN 0737-5921 [http://www.svc.org/DigitalLibrary/documents/2008\\_Spring\\_TCasserly\\_KBoinapally\\_MOppus\\_DUpadhyaya\\_BBoardman\\_ATudhope.pdf](http://www.svc.org/DigitalLibrary/documents/2008_Spring_TCasserly_KBoinapally_MOppus_DUpadhyaya_BBoardman_ATudhope.pdf)

**VEGA: VEGASWING für Flüssigkeiten.** Produktinformation. 20244-DE-000501. Schiltach, 2003. 36 S. - Firmenschrift

**Vibronik Grenzstanddetektion Liquiphant FTL51 Grenzscharter mit Rohrverlängerung für Flüssigkeiten in allen Industrien** [https://portal.endress.com/wa001/dla/5000501/7124/000/05/TI00328FDE\\_1412.pdf](https://portal.endress.com/wa001/dla/5000501/7124/000/05/TI00328FDE_1412.pdf) 4.4.2012 [rech. 12.5.2015]

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine medienbeständige Multilagenbeschichtung für zumindest eine Komponente eines Feldgerätes der Prozess- und/oder Automatisierungstechnik, welches zur Überwachung zumindest einer physikalischen oder chemischen Prozessgröße eines Mediums eingesetzt wird.

**[0002]** Die zu überwachende Prozessgröße kann beispielsweise gegeben sein durch den Füllstand eines Mediums in einem Behälter oder den Durchfluss eines Mediums durch ein Rohr, aber auch durch die Dichte, die Viskosität, den pH-Wert, den Druck, die Leitfähigkeit, die Kapazität oder die Temperatur. Auch optische Sensoren, wie Trübungs- oder Absorptionssensoren sind bekannt. Die verschiedenen zugrundeliegenden Messprinzipien sowie die grundsätzlichen Aufbauten und/oder Anordnungen sind aus einer Vielzahl von Veröffentlichungen bekannt. Entsprechende Feldgeräte werden von der Anmelderin in großer Vielfalt hergestellt und vertrieben.

**[0003]** Ein Feldgerät umfasst zumindest eine Sensoreinheit und eine Elektronikeinheit. Oftmals ist zumindest eine Komponente der Sensoreinheit zumindest zeitweise und teilweise medienberührend. Je nach Medium und/oder vorherrschenden Prozessbedingungen stellt dies unterschiedliche Anforderungen an die verwendeten Materialien, aus welchen die zumindest eine medienberührende Komponente gefertigt ist. Dies betrifft von den Prozessbedingungen her insbesondere hohe Prozessdrücke und/oder Prozesstemperaturen. In Bezug auf das jeweilige Medium stellt insbesondere Korrosion oftmals ein großes Problem dar. Aggressive Medien, insbesondere Säuren, greifen die jeweiligen medienberührenden Komponenten einer Sensoreinheit fortwährend an. Das bekannteste Beispiel ist diesbezüglich vermutlich das Auftreten von Rost. Durch das stetige Betreiben eines Feldgerätes in Berührung mit einem korrosionsanfälligen Medium, wie einer wässrigen Lösung, insbesondere eine Säure, verkürzt die Lebensdauer des Feldgerätes deutlich. Dies betrifft insbesondere die Chemie-, Pharma- und Lebensmittelindustrie.

**[0004]** Eine gängige Schutzmaßnahme gegen Korrosion ist gegeben durch das Aufbringen einer Beschichtung auf zumindest einen medienberührenden Teilbereich mindestens einer zumindest zeitweise medienberührenden Komponente mit einem geeigneten, medienbeständigen Material. Hierfür gibt es im Stand der Technik unterschiedliche Möglichkeiten mit spezifischen Vor- und Nachteilen. Es versteht sich von selbst, dass die folgende Auflistung der verschiedenen Beschichtungsmaterialien und Beschichtungsmethoden und/oder Herstellungsverfahren nicht abschließend ist, sondern nur einige für die vorliegende Anmeldung relevante Beispiele aufzeigt.

**[0005]** Beispielsweise kann eine Metallbeschichtung verwendet werden, insbesondere aus einem Edelmetall wie Gold oder Platin. Die Aufbringung kann mittels eines galvanischen Abscheidungsprozesses, aber auch über das PVD (physical vapour deposition) Verfahren, insbesondere durch Sputtern, erfolgen. Die so erhaltenen jeweiligen Schichten bieten einen sehr guten Schutz gegen Korrosion. Allerdings gibt es auch einen erheblichen Nachteil: Edelmetallbeschichtungen führen nämlich leicht zu schwerer und schneller Korrosion anderer medien- oder prozessberührender Bauteile, wie beispielsweise einem Behälter für das Medium, sowie Rohrleitungen oder Armaturen. Letztere sind üblicherweise aus einem unedleren Metall oder eine Metalllegierung gefertigt, wie beispielsweise nichtrostender Stahl. Durch unterschiedliche Redoxpotentiale der unterschiedlichen Materialien kommt es zu einer Redoxreaktion, bei welcher der Behälter, die Rohrleitung oder eine Armatur korrodieren kann.

**[0006]** Eine alternative und gleichzeitig kostengünstige Beschichtung ist gegeben durch die Verwendung eines Kunststoffes, zum Beispiel PEEK, PTFE, PFA oder ECTFE. Hergestellt werden Kunststoffbeschichtungen beispielsweise durch Temper- und/oder Sinterprozesse und weisen eine exzellente chemische Beständigkeit, gute Antihafteigenschaften sowie eine hohe Temperaturbeständigkeit (bis zu 250°C) auf. Ferner sind viele Kunststoffbeschichtungen elastisch und bieten eine elektrische Isolation zwischen dem Medium und den medienberührenden Komponenten der Sensoreinheit. In der Lebensmittelindustrie sind beispielsweise modifizierte PFA Materialien weit verbreitet, wie zum Beispiel PFA Edlon SC-7005. Bei der Verwendung derartiger Beschichtungsmaterialien für Feldgeräte sind allerdings je nach Feldgerät und Messprinzip verschiedene Anforderungen zu erfüllen, welche die Anwendbarkeit und Effizienz teilweise stark beschränken. Diese Einschränkungen sind größtenteils durch die Beschaffenheit der Kunststoffbeschichtungen gegeben, welche sich aus größeren Molekülen zusammensetzen, und welche grundsätzlich in ihrer Struktur weniger dicht gepackt sind als andere Beschichtungsmaterialien, wie z. B. die bereits genannten Metalle. Kleinere Partikel oder Moleküle, insbesondere Wasser oder Säuremoleküle wie HF und HCl, können durch Kunststoffbeschichtungen entsprechend hindurch diffundieren. Die Diffusionsrate wird allerdings mit wachsender Schichtdicke deutlich reduziert, so dass ausreichend dicke Schichten einen ausreichend guten Korrosionsschutz bewirken. Allerdings gibt es für verschiedene Feldgeräte, wie beispielsweise Druckmesszellen, Druckmittler, Temperaturfühler usw., bedingt durch das jeweilige Messprinzip Grenzen für die Schichtdicke.

**[0007]** Im Falle einer Druckmesszelle werden eine Messzelle und ein hermetisches, hydraulisches System mit einer Membran abgeschlossen. Die Mem-

bran, welche in diesem Falle die zumindest zeitweise und teilweise medienberührende Komponente der Sensoreinheit darstellt, gibt dann jeweils den aktuellen Prozessdruck an die Messzelle weiter. Aufgrund dieser Funktionalität muss die Membran sehr flexibel und dünn sein (von 25 µm bis 150 µm). Entsprechend schnell kann im Betrieb eine solche Membran korrodieren, weshalb ihre Lebensdauer der Druckmesszelle insbesondere in einem aggressiven Medium begrenzt ist. Eine erhöhte Lebensdauer wird üblicherweise durch das Aufbringen einer Beschichtung erreicht. Wie die Membran muss in diesem Fall jedoch die Beschichtung der Membran ebenfalls sehr dünn und flexibel sein, etwa 100–300 µm. Nun ist es aber so, dass der Diffusionswiderstand für das Medium bei einer Kunststoffbeschichtung mit der Dicke der Schicht skaliert und die optimale Schichtdicke für eine ausreichend korrosionsbeständige Kunststoffbeschichtung im Prinzip um den Faktor 10 höher ist als die zulässige Dicke für die Beschichtung der Membranen von Druckmesszellen.

**[0008]** Eine weitere Alternative für Beschichtungen stellen sogenannte Hartstoffbeschichtungen dar. Hier sind insbesondere Siliziumcarbid (SiC), Diamant Like Carbon (DLC), oder auch Bornitrid (BN) zu nennen. Diese Materialien lassen sich zum Beispiel mittels des CVD (Chemical Vapour Deposition) Verfahrens abscheiden, insbesondere mittels des CVD-Verfahrens in Plasma unter Niederdruckbedingungen, welches auch unter der Bezeichnung plasmagestütztes CVD bekannt ist. Neben den Hartstoffen werden üblicherweise auch Tantal Beschichtungen mittels eines CVD-Prozesses gewachsen.

**[0009]** Beim CVD Verfahren werden die jeweiligen Materialien aus der Gasphase mittels einer chemischen Reaktion auf ein Substrat abgeschieden. Im einfachsten Falle werden bestimmte Substanzen, in welchen jene Elemente, aus welchen die erwünschte Beschichtung aufgebaut werden soll, vorhanden sind, in der Gasphase auf ein Substratmaterial geleitet. Dort reagieren sie dann chemisch zum Zielmaterial sowie gasförmigen Nebenprodukten. Die Energie, welche für die Reaktion auf dem Substratmaterial benötigt wird, wird dabei durch die Temperatur des Substrates, oder im Fall eines plasmagestützten CVD Prozesses zum Teil auch durch die Einkopplung des Plasmas zur Verfügung gestellt.

**[0010]** Eine SiC Schicht lässt sich beispielsweise aus einer Gasmischung aus Methan und Silan im Plasma gemäß folgendem Reaktionsschema wachsen:



Ähnlich kann eine DLC Schicht im Plasma abgeschieden werden:



**[0011]** In beiden Produkten gilt  $x \ll 1$ .

**[0012]** Das CVD Verfahren bietet eine hohe Flexibilität für die Eigenschaften der hergestellten Beschichtung. Beispielsweise kann während des Beschichtungsprozesses die Zusammensetzung des Gasgemisches kontinuierlich geändert werden. Eine SiC Schicht kann mit einer deutlich härteren DLC Schicht versiegelt werden, oder der oberste Bereich der Schicht oxidiert werden. Beide Maßnahmen führen zu einer größeren Oberflächenenergie der Beschichtung. Dies kann für verschiedene Anwendungen von Vorteil sein.

**[0013]** Die im Zusammenhang mit dem CVD-Verfahren genannten Beschichtungsmaterialien zeichnen sich durch hervorragende Korrosionsbeständigkeit aus, und aufgrund ihrer kompakten Struktur verhindern sie die Diffusion von Wasser- und/oder Säuremolekülen. Allerdings weisen auch diese Beschichtungen entscheidende Nachteile auf: Zum einen sind die entsprechenden Beschichtungen empfindlich und können schnell und leicht durch Schläge oder Kratzer beschädigt werden. Zum anderen sind aufgrund der Herstellung mittels des CVD Verfahrens typischerweise mikroskopische Defekte, sogenannte Mikroperforation oder Pin Holes, vorhanden. Im Falle von SiC liegt die Anzahl der Defekte beispielsweise in der Größenordnung von 10 pro cm<sup>2</sup>. Obwohl diese Defekte normalerweise also keine hohe Dichte aufweisen, können durch die Defekte aggressive Moleküle zur Metalllegierung hin korrodieren, was die entsprechenden Beschichtungen wenig interessant für Daueranwendungen in aggressiven Medien macht.

**[0014]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Feldgerät bereitzustellen, welches für einen dauerhaften Einsatz in aggressiven und/oder korrosionsauffälligen Medien, insbesondere auch bei hohen Temperaturen und/oder Drücken geeignet ist.

**[0015]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Feldgerät für die Prozessund/oder Automatisierungstechnik zur Überwachung mindestens einer chemischen oder physikalischen Prozessgröße eines Mediums in einem zumindest teilweise und zeitweise medienführenden Bauteil umfassend zumindest eine Elektronikeinheit und eine Sensoreinheit, wobei zumindest eine Komponente der Sensoreinheit zumindest in einem Teilbereich und zumindest zeitweise medienberührend ist, wobei zumindest der medienberührende Teilbereich der Komponente mit einer medienbeständigen Multilagenbeschichtung aus zumindest zwei Schichten versehen ist, wobei eine erste Schicht aus einem Material besteht, welche aus einer dicht gepackten Atomanordnung aufgebaut ist, und welche einen Korrosionsschutz für das Medium bewirkt, und wobei um die erste Schicht eine zwei-

te Schicht angeordnet ist, welche aus einem chemisch beständigen Kunststoff besteht, und welche einen Schutz der ersten Schicht vor äußeren Beschädigungen und Korrosion bietet.

**[0016]** Eine erfindungsgemäße Multilagenbeschichtung ermöglicht es, die jeweiligen Nachteile der verschiedenen in der Einleitung beschriebenen bekannten Beschichtungsmaterialien und -methoden zu kompensieren und zeichnet sich insbesondere durch einen sehr guten Korrosionsschutz bereits bei vergleichsweise geringen Schichtdicken aus.

**[0017]** Die erste Schicht sorgt dabei für einen ausgezeichneten Korrosionsschutz bereits bei sehr geringen Schichtdicken, und entsprechend für eine sehr gute Diffusionssperre. Allerdings ist diese erste Schicht sehr empfindlich, insbesondere in Bezug auf mechanische Einwirkungen. Die zweite robustere Kunststoffschicht wirkt dann ebenfalls als effektiver Diffusionswiderstand und Korrosionsschutz, insbesondere in Bezug auf die in der ersten Schicht herstellungsbedingten Mikroperforationen oder Pin Holes. Vielmehr sorgt sie jedoch für einen Schutz der ersten Schicht vor äußeren Beschädigungen. Im Vergleich zu einer reinen Kunststoffbeschichtung kann die zweite Schicht im Verbindung mit einer erfindungsgemäßen Multilagenbeschichtung ebenfalls vergleichsweise dünn sein, da die erste Schicht bereits für einen ausreichenden Korrosionsschutz sorgt.

**[0018]** Zusammengenommen bewirken die beiden Schichten einen sehr guten Korrosionsschutz für die zumindest ein medienberührende Komponente der Sensoreinheit, der auch unter extremen Prozessbedingungen wie hohen Prozesstemperaturen und/oder Prozessdrücken zuverlässig ist. Das ist insbesondere bei solchen Feldgeräten von Vorteil, bei welchen die Beschichtung aufgrund der jeweiligen Konstruktion und dem jeweils angewendeten Messprinzip sehr dünn sein muss, wie zum Beispiel bei den bereits genannten Druckmesszellen.

**[0019]** Es ist von Vorteil, wenn die zweite Schicht aus PFA, PTFE, FEP, ECTFE, PEEK oder Gummi besteht.

**[0020]** Ebenso ist es von Vorteil, wenn die erste Schicht aus einem Metall, insbesondere Gold, Platin, Silber oder Tantal, oder aber aus einem Hartstoff, wie SiC, DLC, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> oder BN besteht.

**[0021]** Es versteht sich jedoch von selbst, dass sowohl für die erste Schicht als auch für die zweite Schicht oder auch für weitere Schichten, auch andere Materialien verwendet werden können, welche ebenfalls unter die Erfindung fallen.

**[0022]** In einer bevorzugten Ausführung wird für die erste Schicht ein elastisches Material, insbesondere

SiC oder DLC oder ein zweischichtiges System aus SiC und DLC verwendet. Diese Materialien lassen sich mittels des CVD Verfahrens in Plasma herstellen. Insbesondere für Druckmesszellen bietet dies Vorteile, da die Membran selbst elastisch ist, und eine elastische Beschichtung weniger Einfluss auf ihre Eigenschaften während der Messung des Prozessdrucks hat. Aber auch bei anderen Feldgeräten kann aus ähnlichen Gründen die Verwendung elastischer Materialien vorteilhaft sein.

**[0023]** In einer weiteren Ausführung ist die erste Schicht mittels eines galvanischen Abscheidungsprozesses hergestellt. Alternativ kann die erste Schicht aber auch mittels eines CVD Verfahrens, insbesondere mittels eines CVD Verfahrens im Plasma unter Niedertemperaturbedingungen hergestellt sein. Eine weitere Variante besteht darin, die erste Schicht mittels des Sol-Gel Verfahrens herzustellen, einem naß-chemischen Verfahren, mit welchem dünne keramische Schichten abgeschieden werden können.

**[0024]** Auch in Bezug auf die Herstellungsverfahren der einzelnen Schichten versteht es sich von selbst, dass auch andere als die genannten Herstellungsverfahren möglich sind, welche ebenfalls unter die Erfindung fallen.

**[0025]** Es ist von Vorteil, wenn die Oberflächenenergie der ersten Schicht in dem Medium zugewandten Bereich insbesondere durch eine Oxidation oder eine Dopierung geeignet eingestellt, insbesondere maximiert ist. Auf diese Weise kann die Haftung der zweiten Schicht auf der ersten Schicht erhöht werden. Im Falle von SiC führt entweder eine Oxidation oder eine Versiegelung mit einer dünnen DLC Schicht zu einer Erhöhung der Oberflächenenergie.

**[0026]** Es ist ebenfalls von Vorteil, wenn die erste Schicht eine Hybridstruktur ist. Auf diese Weise kann die Schicht im der Sensoreinheit zugewandten Bereich und im der zweiten Schicht zugewandten Bereich jeweils optimal an die jeweiligen Materialien angepasst werden. Das betrifft sowohl eine Anpassung der Haftungseigenschaften, als auch der Oberflächenenergie im Speziellen.

**[0027]** In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Feldgerät eine Druckmesszelle, wobei die zumindest in einem Teilbereich und zumindest teilweise medienberührende Komponente eine Membran ist. Dabei ist es von Vorteil, wenn die erste Schicht eine

**[0028]** Dicke von etwa 10µm aufweist und elastisch ist, und wenn die zweite Schicht eine Dicke von etwa 300 µm aufweist.

**[0029]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist das Feldgerät ein Füllstandsmessgerät, wobei die Sensoreinheit eine schwingfähige Einheit aufweist,

welche die zumindest in einem Teilbereich und zumindest teilweise medienberührende Komponente ist, und welche im dem Medium zugewandten Bereich mit einer Multilagenbeschichtung versehen ist.

**[0030]** Die Erfindung sowie ihre Vorteile werden anhand der nachfolgenden Figuren **Fig. 1** bis **Fig. 5** näher erläutert. Es zeigen

**[0031]** **Fig. 1** eine schematische Zeichnung einer mit einer erfindungsgemäßen Multilagenbeschichtung beschichteten Oberfläche einer Komponente einer medienberührenden Sensoreinheit,

**[0032]** **Fig. 2** eine schematische Zeichnung einer erfindungsgemäß beschichteten Druckmesszelle in dreidimensionaler (a) und zweidimensionaler (b) Ansicht, und

**[0033]** **Fig. 3** eine schematische Zeichnung eines erfindungsgemäß beschichteten Füllstandsmessgeräts (a) sowie einer detaillierten schematischen Zeichnung einer mit einer Multilagenbeschichtung beschichteten schwingfähigen Einheit (b).

**[0034]** In **Fig. 1** ist eine schematische Zeichnung einer mit einer erfindungsgemäßen Multilagenbeschichtung **2** beschichteten Oberfläche einer Komponente einer medienberührenden Sensoreinheit **1** gezeigt. Die Komponente **3** der medienberührenden Sensoreinheit ist der Einfachheit halber als Rechteck dargestellt. Die Multilagenbeschichtung **2** setzt sich aus einer ersten Schicht **4** und aus einer darüber angeordneten zweiten Schicht **5** zusammen.

**[0035]** Die erste Schicht kann, wie bereits erwähnt, entweder aus einem Metall, wie beispielsweise Gold, Platin, Silber oder Tantal, oder aber aus einem sogenannten Hartstoff, wie z. B. SiC, DLC, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> oder BN, bestehen. Je nach Anwendung sind unterschiedliche Materialien und entsprechend auch unterschiedliche Beschichtungsmethoden vorteilhaft, wie z. B. die galvanische Gasphasenabscheidung, die physikalische Gasphasenabscheidungsprozesse (PVD), oder auch das CVD-Verfahren. Die zugrundeliegenden Prinzipien sind aus einer Vielzahl von Veröffentlichungen bekannt und werden deshalb hier nicht weiter ausgeführt.

**[0036]** Insbesondere das CVD-Verfahren, bei welchem an einer üblicherweise erhitzten Oberfläche mittels einer chemischen Reaktion aus der Gasphase eine Feststoffkomponente abgeschieden wird, bietet den Vorteil einer konformen Schichtabscheidung. Somit ist das CVD Verfahren insbesondere bei komplexen dreidimensional geformten Oberflächen geeignet.

**[0037]** Einschränkungen für das Verfahren sind auf der anderen Seite dadurch gegeben, dass es nicht für

jedes gewünschte Material eine gasförmige Verbindung gibt, aus der die entsprechende Schicht mittels des CVD Verfahrens hergestellt werden kann. Darüber hinaus muss das Substrat, also hier die mindestens eine medienberührende Komponente der Sensoreinheit, je nach angewandeter Methode dazu ausgelegt sein, hohe Temperaturen auszuhalten. Eine hohe Temperaturbelastung kann jedoch unter Umständen zu Verzug an der Sensorkomponente oder auch zu Diffusionsprozessen innerhalb der Sensoreinheit kommen.

**[0038]** Es gibt verschiedene Varianten des PVC Verfahrens, bei welchem die Temperaturbelastung des Substrats deutlich reduziert werden kann. Eine Möglichkeit besteht im plasmaunterstützten CVD, oder in der Niederdruck - plasmaunterstützten CVD. Dabei wird oberhalb des Substrats ein induktives oder kapazitives Plasma gezündet, welches das für die Beschichtung verwendete Gas anregt, zersetzt, und darüber hinaus für eine Erhöhung der Abscheiderate sorgen kann. Typische Substrattemperaturen für dieses Verfahren liegen im Bereich von ca. 200–500°C, während ohne ein unterstützendes Plasma teilweise Substrattemperaturen bis zu 1000°C erforderlich sind.

**[0039]** Ein weiterer Vorteil des CVD Verfahrens liegt darin, dass heterogene Beschichtungen hergestellt werden können. Verändert man beispielsweise während eines Abscheidvorgangs kontinuierlich das verwendete Gasgemisch, so ändert sich mit der Zeit auch kontinuierlich die Zusammensetzung der abgeschiedenen Schicht, wenn eine geeignete Zusammensetzung des Gasgemischs verwendet wird. So können hergestellte Schichten beispielsweise im Bereich ihrer Oberfläche oxidiert und/oder versiegelt werden. Insbesondere kann dadurch die Oberflächenenergie gezielt eingestellt werden.

**[0040]** Obwohl die so hergestellten Schichten sich durch eine dicht gepackte Struktur auszeichnen und eine außerordentliche Korrosionsbeständigkeit bereits bei sehr geringen Schichtdicken aufweisen, sind sie dennoch ungeeignet für den dauerhaften Einsatz in aggressiven Medien. Der Grund liegt in den bereits erwähnten mikroskopischen Defekten der Schichten **6**, welche typisch für das CVD Verfahren sind. Beispiele sind in **Fig. 1** eingezeichnet. Obwohl die Dichte der Defekte gering ist, können aggressive Moleküle die Schichten an entsprechenden Stellen durchdringen und die Metalllegierung korrodieren. Ein anderes bereits erwähntes Problem dieser Schichten besteht darin, dass sie sehr empfindlich sind und durch Kratzer und/oder Schläge leicht beschädigt werden können.

**[0041]** Deshalb ist erfindungsgemäß die erste Schicht **4** in **Fig. 1** von einer zweiten Schicht **5** umgeben, welche aus einem chemisch beständigen Kunst-

stoff besteht und welche die erste Schicht **4** vor äußeren Beschädigungen schützt. Für diese zweite Schicht **5** kann beispielsweise aus PFA, PTFE, FEP, ECTFE, PEEK oder Gummi verwendet werden. Auch hier ist die Aufzählung nicht abschließend und es versteht sich von selbst, dass auch andere Materialien unter die Erfindung fallen. Wie eingangs erwähnt, ist bei üblichen Schichtdicken der Diffusionswiderstand einer Kunststoffbeschichtung in der Regel geringer als bei einem Metall und/oder Hartstoff. Dennoch bietet die zweite Schicht **5** ebenfalls effektiv einen Widerstand für diffundierende Moleküle. Vielmehr aber ist sie wesentlich robuster als die erste Schicht **3** und sorgt entsprechend für einen Schutz der ersten Schicht **4** vor äußeren Beschädigungen.

**[0042]** In Fig. 2a ist eine erfindungsgemäße Druckmesszelle **7** gezeigt. Entsprechende Feldgeräte werden ebenfalls von der Anmelderin in großer Vielfalt hergestellt und vertrieben und sind beispielsweise unter der Bezeichnung CERABAR und DELTABAR erhältlich. Eine Messzelle und ein hermetisches, hydraulisches System **8** werden mit einer Membran **9** abgeschlossen. Die Membran **9** ist im vorliegenden Beispiel aus einer Edelstahlfolie gefertigt. Es versteht sich jedoch von selbst, dass auch andere Materialien unter die vorliegende Erfindung fallen, wie zum Beispiel Monel. Die Membran ist üblicherweise über eine Schweißnaht **11** (s. Fig. 2b) mit einem Flansch **10** verbunden, in welchem die Kammer mit einer Transmissionsflüssigkeit **8** integriert ist. Während des Betriebs der Druckmesszelle **7** gibt die Membran **9** jeweils den aktuellen Prozessdruck an die Messzelle über die Transmissionsflüssigkeit in der Kammer **8** weiter. Aufgrund dieser Funktionalität muss die Membran **9** sehr flexibel und dünn sein (typischerweise von 25 µm bis 150 µm).

**[0043]** Grundsätzlich hat Korrosion für Druckmesszellen zwei Konsequenzen. Zum einen kann die Membran **9** abkorrodieren, so dass Medium von der Transmissionsflüssigkeit der Druckmesszelle **7** unreinigt wird und Medium ins Innere der Druckmesszelle **7** eindringt. Auf der anderen Seite können die Membran **9** und der Behälter für das jeweilige Medium ein galvanisches Element bilden. Deswegen ist die Membran **9** zum Schutz vor aggressiven Medien oftmals mit einer Beschichtung **2** versehen.

**[0044]** Wie die Membran **9** selbst, muss auch eine Beschichtung der Membran **2** dünn und flexibel sein, da sonst die Messperformance der Druckmesszelle eingeschränkt werden kann. Deshalb ist eine erfindungsgemäße Multilagenbeschichtung **2** vorteilhaft. Diese wird besser sichtbar in der zweidimensionalen Ansicht der Druckmesszelle in Fig. 2b. Dort ist schematisch eine erste Schicht **4** und eine zweite Schicht **5** dargestellt.

**[0045]** Für die erste Schicht **4** ist je nach Material eine Schichtdicke von ca. 10 µm bereits ausreichend. Die zweite Schicht **5** aus Kunststoff kann beispielsweise mit einer Schichtdicke von ca. 300 µm aufgetragen werden. Die Gesamtdicke ist so gegenüber einer reinen elastischen Kunststoffbeschichtung mit ausreichendem Korrosionsschutz deutlich reduziert. Es ist, insbesondere bei einer Druckmesszelle **7**, von Vorteil, wenn auch für die erste Schicht ein elastisches Material, insbesondere SiC oder auch DLC, gewählt wird. Somit wird die Flexibilität und Elastizität der Membran **7** so wenig wie möglich eingeschränkt.

**[0046]** Ein zweites Beispiel eines Feldgerätes mit einer erfindungsgemäßen Multilagenbeschichtung ist das in Fig. 3a gezeigte Füllstandsmessgerät **12**. Es handelt sich hier um einen sogenannten vibronischen Sensor mit einer Sensoreinheit **15** und einer Elektronikeinheit **14**. Entsprechende Feldgeräte werden von der Anmelderin in großer Vielfalt hergestellt und vertrieben und sind beispielsweise unter den Bezeichnungen LIQUIPHANT und SOLIPHANT erhältlich. Mit dieser Art von Feldgerät **12** lassen sich neben dem Füllstand auch noch die Dicke und/oder die Viskosität eines Mediums **16** in einem medienführenden Bauteil, hier ein Behälter **17**, bestimmen. Die zugrundeliegenden Messprinzipien sind aus einer Vielzahl von Veröffentlichungen bekannt und werden deswegen hier nicht weiter ausgeführt. Die Sensoreinheit weist eine zumindest zeitweise und teilweise medienberührende, schwingfähige Einheit **13** auf. Im Messbetrieb wird die schwingfähige Einheit **13** mittels einer elektromechanischen Wandlereinheit über ein elektrisches Anregesignal zu mechanischen Schwingungen angeregt wird, welche Schwingungen in ein elektrisches Antwortsignal umgewandelt werden und in der Elektronikeinheit **14** verarbeitet werden. Um den Füllstand, die Dichte und/oder die Viskosität bestimmen zu können, wird dann beispielsweise die Amplitude und/oder Phase der Schwingungen ausgewertet. Auch bei einem solchen Füllstandsmessgerät **12** ist es beim Betreiben in aggressiven Medien von Vorteil, zumindest die medienberührende schwingfähige Einheit mit einer Beschichtung zu versehen.

**[0047]** In Fig. 3b ist eine detaillierte schematische Zeichnung einer schwingfähigen Einheit **13** mit einer Multilagenbeschichtung **2** gezeigt, welche wieder aus einer ersten Schicht **4** und einer zweiten Schicht **5** besteht. Auch in diesem Fall sorgt die erfindungsgemäße Beschichtung für einen sehr guten Korrosionsschutz der schwingfähigen Einheit und erhöht entsprechend die Lebensdauer des Messgeräts.

**[0048]** Zusammenfassend bewirkt eine erfindungsgemäße Multilagenbeschichtung für zumindest eine medienberührende Komponente einer Sensoreinheit eine deutliche Verlängerung der Standzeit eines entsprechenden Feldgeräts in aggressiven Medien. Durch die Integration eines Kunststoffes als zweite

Schicht **5** wird zusätzlich eine elektrische Isolation zwischen der zumindest einen Komponente und dem Medium erzielt. Damit ist die Sensoreinheit gegebenenfalls ebenfalls vor Wasserstoffdiffusion in galvanischen Prozessen geschützt.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Multilagenbeschichtete Oberfläche einer medienberührenden Komponente einer Sensoreinheit
<b>2</b>	Multilagenbeschichtung
<b>3</b>	medienberührende Komponente der Sensoreinheit
<b>4</b>	erste Schicht
<b>5</b>	zweite Schicht
<b>6</b>	mikroskopischer Defekt innerhalb der ersten Schicht
<b>7</b>	Druckmesszelle
<b>8</b>	Kammer mit Transmissionsflüssigkeit
<b>9</b>	Membran
<b>10</b>	Flansch
<b>11</b>	Schweißnaht zwischen Membran und Flansch
<b>12</b>	Füllstandsmessgerät
<b>13</b>	schwingfähige Einheit
<b>14</b>	Elektronikeinheit
<b>15</b>	Sensoreinheit
<b>16</b>	Medium
<b>17</b>	medienführendes Bauteil, hier Behälter

#### Patentansprüche

1. Feldgerät (**7**, **12**) für die Prozess- und/oder Automatisierungstechnik zur Überwachung mindestens einer chemischen oder physikalischen Prozessgröße eines Mediums (**16**) in einem zumindest teilweise und zeitweise medienführenden Bauteil (**17**) umfassend zumindest eine Elektronikeinheit (**14**) und eine Sensoreinheit (**15**), wobei zumindest eine Komponente (**3**) der Sensoreinheit zumindest in einem Teilbereich und zumindest zeitweise medienberührend ist, wobei zumindest der medienberührende Teilbereich der Komponente (**3**) mit einer medienbeständigen Multilagenbeschichtung (**2**) aus zumindest zwei Schichten versehen ist, wobei eine erste Schicht (**4**) aus einem Material besteht, welches aus einer dicht gepackten Atomanordnung aufgebaut ist, und welche erste Schicht einen Korrosionsschutz für das Medium bewirkt, wobei um die erste Schicht (**4**) eine zweite Schicht (**5**) angeordnet ist, welche aus einem chemisch beständigen Kunststoff besteht, und welche einen Schutz der ersten Schicht vor äußeren Beschädigungen und Korrosion bietet.

2. Feldgerät nach Anspruch 1, wobei die zweite Schicht (**5**) aus PFA, PTFE, FEP, ECTFE, PEEK oder Gummi besteht.

3. Feldgerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste Schicht (**4**) aus einem Metall, insbesondere Gold, Platin, Silber oder Tantal, SiC, DLC, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> oder BN besteht.

4. Feldgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei für die erste Schicht (**4**) ein elastisches Material, insbesondere SiC oder DLC oder ein zweischichtiges System aus SiC und DLC verwendet wird.

5. Feldgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Schicht (**4**) mittels eines galvanischen Abscheidungsprozesses hergestellt ist.

6. Feldgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Schicht (**4**) mittels eines CVD Verfahrens, insbesondere mittels eines CVD Verfahrens im Plasma unter Niedertemperaturbedingungen hergestellt ist.

7. Feldgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Schicht (**4**) mittels eines Sol-Gel Verfahrens hergestellt ist.

8. Feldgerät nach Anspruch 7, wobei die Oberflächenenergie der ersten Schicht (**4**) in dem Medium zugewandten Bereich insbesondere durch eine Oxidation oder eine Dopierung geeignet eingestellt, insbesondere maximiert ist.

9. Feldgerät nach Anspruch 8, wobei die erste Schicht (**4**) eine Hybridstruktur ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Feldgerät eine Druckmesszelle (**7**) ist, und wobei die zumindest in einem Teilbereich und zumindest teilweise medienberührende Komponente (**3**) eine Membran (**9**) ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei die erste Schicht (**4**) eine Dicke von etwa 10 µm aufweist und elastisch ist, und wobei die zweite Schicht (**5**) eine Dicke von etwa 300 µm aufweist.

12. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Feldgerät ein Füllstandsmessgerät (**12**) ist und die Sensoreinheit (**15**) eine schwingfähige Einheit (**13**) aufweist, welche die zumindest in einem Teilbereich und zumindest teilweise medienberührende Komponente (**3**) ist, und welche im dem Medium zugewandten Bereich mit einer Multilagenbeschichtung (**2**) versehen ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

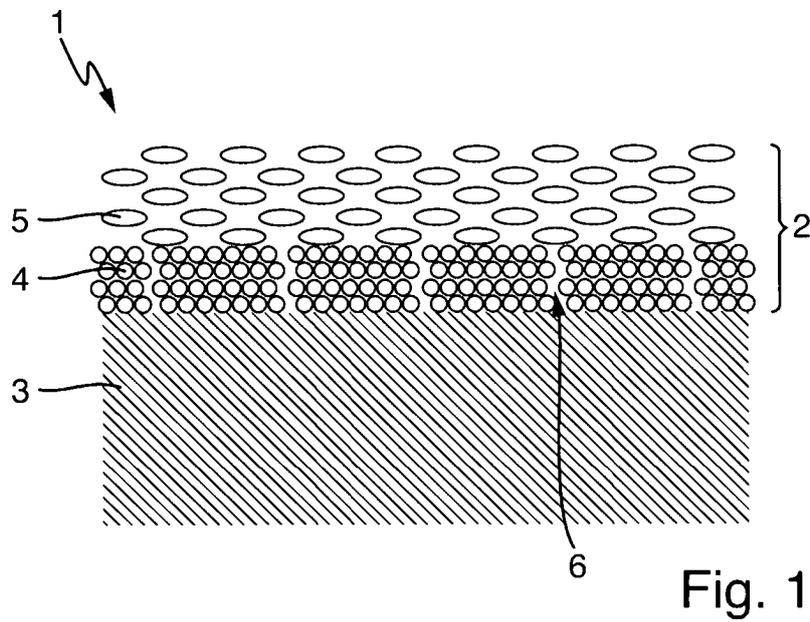


Fig. 1

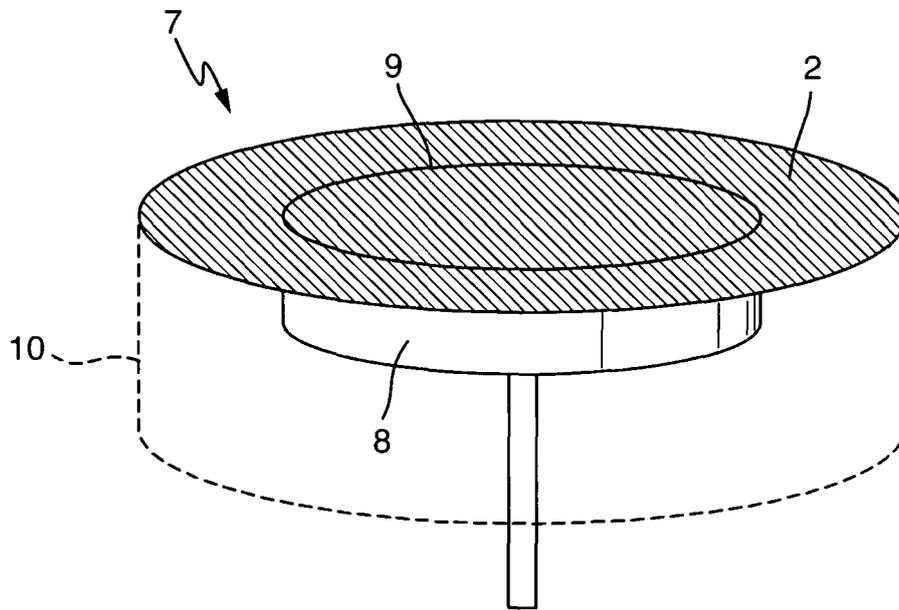


Fig. 2a

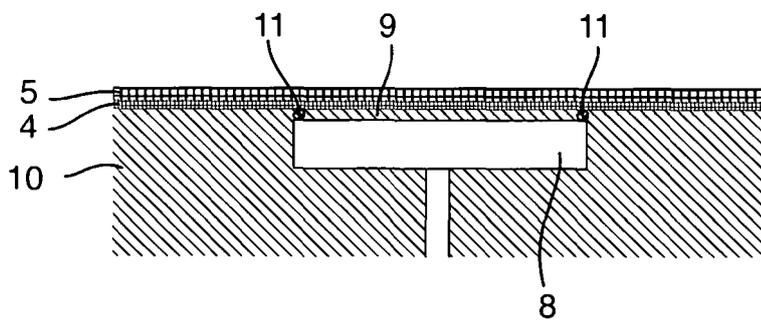


Fig. 2b

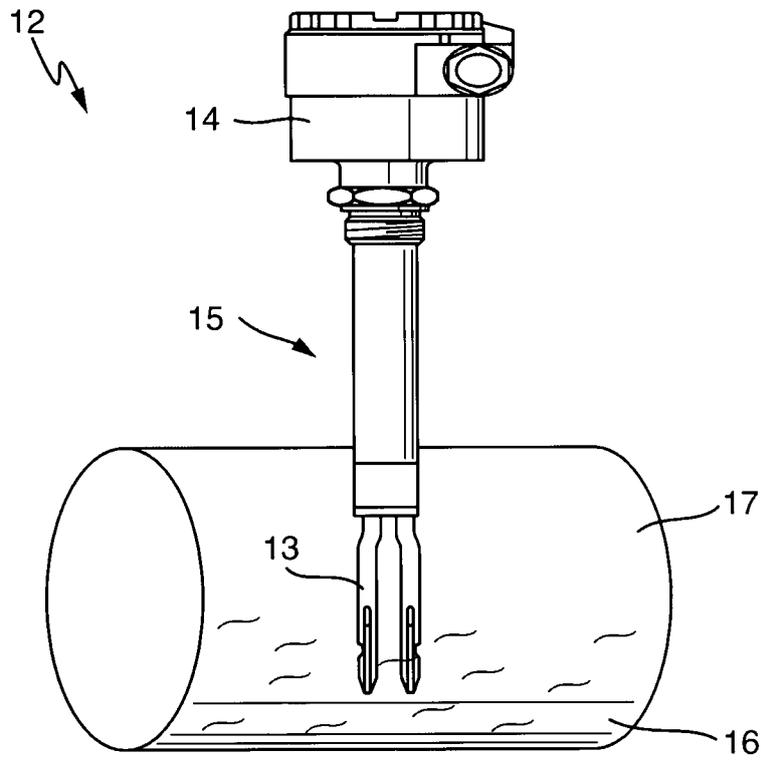


Fig. 3a

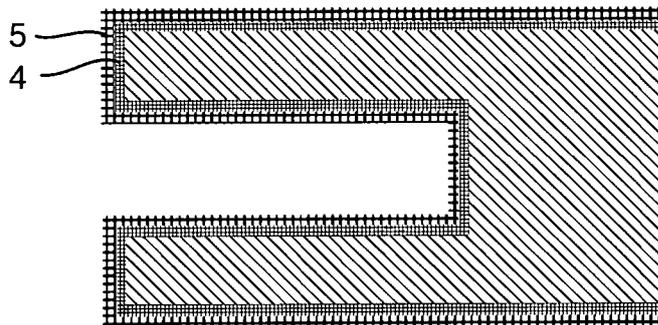


Fig. 3b