



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 705 731 A2

(51) Int. Cl.: G01F 23/26 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01774/11

(22) Anmeldedatum: 04.11.2011

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.05.2013

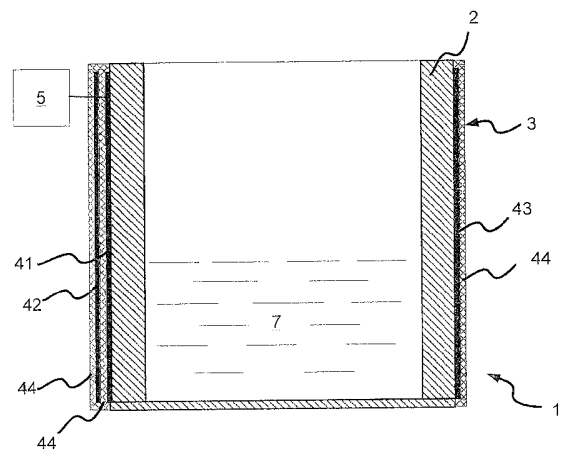
(71) Anmelder:
Endress+Hauser GmbH+Co. KG, Hauptstrasse 1
79689 Maulburg (DE)

(72) Erfinder:
Volker Dreyer, 79541 Lörrach (DE)
Klaus Köhler, 79379 Niederweiler (DE)
Ralf Leisinger, 79699 Wieslet (DE)

(74) Vertreter:
Keller & Partner Patentanwälte AG, Schmiedenplatz 5
Postfach
3000 Bern 7 (CH)

(54) Vorrichtung und Verfahren zur kapazitiven Bestimmung eines Füllstandes eines Fluids in einem Behälter.

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur kapazitiven Bestimmung eines Füllstandes eines Fluids (7) in einem aus einem elektrisch isolierenden Material gefertigten Behälter (1), mit einer Sensorelektrode (41), mit mindestens einer Schutzelektrode (42), und mit einer Elektronikeinheit (5), welche die Sensorelektrode mit einem Steuersignal beaufschlagt, und welche von der Sensorelektrode ein Antwortsignal empfängt und aus dem Antwortsignal den Füllstand bestimmt. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Sensorelektrode und die Schutzelektrode in eine Wandung des Behälters eingebracht und/oder auf einer dem Fluid abgewandten Aussenfläche der Wandung des Behälters derart aufgebracht sind, dass sich die Sensorelektrode und die Schutzelektrode zumindest von einer Höhe eines minimalen Füllstandes bis zu einer Höhe eines maximalen Füllstandes erstrecken, oder dass die Sensorelektrode im Wesentlichen auf einer Höhe eines zu bestimmenden Grenzfüllstandes angeordnet ist und dass die Schutzelektrode derart angeordnet ist, dass die Schutzelektrode die Sensorelektrode zumindest teilweise bedeckt. Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf ein entsprechendes Verfahren.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur kapazitiven Bestimmung eines Füllstandes eines Fluids in einem Behälter, mit einem im Wesentlichen aus einem isolierenden Werkstoff gefertigten Behälter, mit einer Sensorelektrode, mit mindestens einer Schutzelektrode, mit einer Elektronikeinheit, welche die Sensorelektrode mit einem Steuersignal beaufschlagt und welche von der Sensorelektrode ein Antwortsignal empfängt und aus dem Antwortsignal den Füllstand bestimmt. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur kapazitiven Füllstandsmessung. Bei dem Fluid handelt es sich beispielsweise um eine Flüssigkeit oder um einen Schaum.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind kapazitive Sonden zur Bestimmung eines Füllstandes eines Fluids in einem Behälter bekannt. Das Messprinzip ist das folgende: die Elektroden einer Sonde oder die Elektrode einer Sonde und die Wandung eines elektrisch leitfähigen Behälters bilden die Elektroden eines Kondensators, das Fluid im Behälter ein Dielektrikum. Die Kapazität des Kondensators ist von der Menge des zwischen den Elektroden eingeschlossenen Fluids und daher vom Füllstand des Fluids abhängig. Aus der Kapazität kann somit der Füllstand bestimmt werden. Hierzu wird die Sonde üblicherweise mit einem Steuersignal beaufschlagt, meist in Form einer Wechselspannung. Das Empfangssignal ist meist ein Stromsignal, welches in eine Wechselspannung umgewandelt wird. Um die Sonde unanfälliger für Störsignale oder Ansatzbildung zu gestalten, ist sie häufig mit einer zusätzlichen Guardelektrode ausgestattet. Diese ermöglicht eine Messung auch bei an der Sonde anhaftendem Ansatz, jedoch nur bis zu einer bestimmten Ansatzmenge. Eine häufige Reinigung bei stark Ansatz bildenden Medien ist daher dennoch notwendig. Dies ist jedoch aufwendig und kostenintensiv.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, kapazitive Füllstandsmessung kostengünstig zu gestalten.

[0004] Die Aufgabe wird bezüglich einer Vorrichtung dadurch gelöst, dass die Sensorelektrode und die Schutzelektrode in eine Wandung des Behälters eingebracht und/oder auf einer dem Fluid abgewandten Aussenfläche der Wandung des Behälters aufgebracht sind, und dass sich die Sensorelektrode und die Schutzelektrode zumindest von einer Höhe eines minimalen Füllstandes bis zu einer Höhe eines maximalen Füllstandes erstrecken oder dass die Sensorelektrode im Wesentlichen auf einer Höhe eines zu bestimmenden Grenzfüllstands angeordnet ist und dass die Schutzelektrode derart angeordnet ist, dass die Schutzelektrode die Sensorelektrode zumindest teilweise bedeckt.

[0005] Unter einem maximalen/minimalen Füllstand ist hierbei in einer ersten Ausgestaltung ein maximaler/minimaler zu bestimmender Füllstand zu verstehen. Bei dem maximalen/minimalen Füllstand kann es sich somit um den einem vollständig gefüllten/entleerten Behälter entsprechenden Füllstand handeln; dies ist jedoch nicht zwingend der Fall. Die Sensorelektrode, welche sich zumindest zwischen diesen Füllständen erstreckt, ist bevorzugt länglich, d.h. vertikal ausgerichtet. In einer zweiten Ausgestaltung entsprechen der maximale und der minimale Füllstand zwei zur Kalibrierung der Messwerte notwendigen Füllständen, sodass ein dazwischen liegender Füllstand eindeutig einem Messwert zuordbar ist. Mit der erfindungsgemässen Vorrichtung sind sowohl kontinuierlicher Füllstand als auch ein Grenzfüllstand bestimmbar. In einer alternativen Ausführung, welche nur zur Bestimmung eines Grenzfüllstands dient, ist die Sensorelektrode nicht vertikal, sondern horizontal ausgerichtet oder sie besitzt in vertikaler und horizontaler Richtung im Wesentlichen die gleichen Abmessungen.

[0006] Die Schutzelektrode liegt im Wesentlichen auf dem gleichen Potential wie die Sensorelektrode und schützt diese vor äusseren Einflüssen, welche die Kapazität und somit den ermittelten Füllstand beeinflussen würden. Bevorzugt ist die Schutzelektrode derart ausgestaltet und angeordnet, dass sie die Sensorelektrode vollständig bedeckt. Es versteht sich von selbst, dass die Schutzelektrode gegenüber der Sensorelektrode isoliert ist, beispielsweise über eine isolierende Zwischenschicht. Es sind auch Anordnungen mit mehreren Schutzelektroden denkbar, wobei beispielsweise eine zweite Schutzelektrode benachbart zu der Sensorelektrode oder um die Sensorelektrode herum in derselben Schicht angeordnet ist.

[0007] Bei dem Behälter handelt es sich bevorzugt um einen Kunststoffbehälter. Die Formgebung ist hierbei beliebig. Besonders bevorzugt handelt es sich um einen in der chemischen und pharmazeutischen Industrie häufig zur Anwendung kommenden Single Use oder Disposable Bioreaktor, wobei es sich um einen nach dem Ablauf einer bestimmten Reaktion und Entnahme des Produkts wegwerfbaren Bioreaktor handelt.

[0008] Durch die Anbringung der Elektroden auf der Aussenfläche der Wandung des Behälters oder in der Wandung selbst ist eine berührungslose Messung möglich. Das Fluid beeinträchtigt die Lebensdauer der Elektroden oder deren Messgenauigkeit daher nicht. Da beispielsweise mit Elektroden aus Kupferfolie beschichtete oder beklebte Kunststoffbehälter, sowie separate Behälter und aufklebbare Sensoren in Schichtaufbau sehr günstig herstellbar sind, können die Füllstand messenden Behälter nach Gebrauch entsorgt und ausgetauscht werden. Insbesondere im Bereich der Biowissenschaften oder Life Science, wo Behälter geringer Abmessungen zur Anwendung gelangen, wie beispielsweise Einwegbioreaktoren, ist eine derartige Vorrichtung vorteilhaft. Der Austausch bzw. die erforderliche gründliche Reinigung von standardmässig zum Einsatz kommenden kapazitiven Sonden zur Füllstandsmessung ist deutlich kosten- und arbeitsintensiver. Vorteilhaft wird nur die mit dem Behälter verbundene Elektrodenstruktur entsorgt, während die elektronischen Komponenten in einer fest installierten oder zumindest wieder verwendbaren Elektronikeinheit zusammengefasst sind.

[0009] In einer ersten Ausgestaltung der erfindungsgemässen Lösung ist eine Masseelektrode in die Wandung des Behälters ein- oder auf der Aussenfläche der Wandung des Behälters aufgebracht und mit dem Erdpotential verbunden. Die

Masseelektrode bildet mit der Sensorelektrode einen Kondensator, dessen Kapazität vom Füllstand des Fluids abhängt und bestimmt wird.

[0010] In einer alternativen Ausgestaltung, im Falle des Vorliegens eines elektrisch leitfähigen Mediums, ist das Medium mit dem Erdpotential leitend verbunden und die Bestimmung des Füllstands erfolgt durch Messung der Kapazität zwischen der Sensorelektrode und dem Medium. Das Medium ist beispielsweise über ein Zulaufrohr zum Behälter geerdet.

[0011] Bei einer Ausgestaltung der Erfindung sind die Elektroden in die Wandung des Behälters eingespritzt oder in Form mindestens einer Folie eingebracht. Mindestens eine Schutzelektrode ist hierbei in radialer Richtung weiter aussen als die Sensorelektrode angeordnet und bedeckt die Sensorelektrode zumindest teilweise, sodass die Sensorelektrode beispielsweise von einer die Messung störenden Berührung geschützt ist.

[0012] Gemäss einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind die Elektroden auf eine Trägerfolie aufgebracht und die Trägerfolie ist auf die Aussenfläche der Wandung des Behälters aufgeklebt. Vorzugsweise ist die Sensorelektrode in Form einer Kupferschicht auf die isolierende Trägerfolie aufgebracht. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist der Sensor mehrschichtig und umfasst eine isolierende Trägerfolie, welche rückseitig mit einer klebefähigen Schicht beschichtet ist, eine oder mehrere Lagen aus einem leitfähigen Material, beispielsweise Kupferfolie, welche die Elektroden bilden, sowie eine isolierende Lage aus Kunststoff als Abdeckung und gegebenenfalls eine oder mehrere isolierende Lagen zur Trennung der die Elektroden bildenden Schichten. Eine Isolierung ist beispielsweise zwischen der Sensorelektrode und der Schutzelektrode notwendig. Die Elektrodenstruktur ist beispielsweise durch Ätzen aus einer metallischen Schicht erzeugt.

[0013] In einer Ausgestaltung erfasst die Elektronikeinheit Schaum. Eine erfindungsgemässe Vorrichtung eignet sich nicht nur zur Erkennung eines Füllstands einer Flüssigkeit, sondern ermöglicht auch die Erkennung von Schaumbildung. Dies ist insbesondere im Zusammenhang mit chemischen oder biologischen Prozessen von Vorteil, wo eine Reaktion mit Schaumbildung einhergeht. Das Ablaufen der Reaktion ist durch die Detektion des sich bildenden Schaums überwachbar und die Zugabe von Antischaummittel ist durch die Überwachung der Füllstandshöhe des Schaums regelbar.

[0014] Weiterhin wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur kapazitiven Bestimmung eines Füllstandes eines Fluids in einem Behälter. Die Lösung beinhaltet, dass der Behälter im Wesentlichen aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff gefertigt wird, oder dass ein aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff gefertigter Behälter bereit gestellt wird, dass mindestens eine Sensorelektrode und mindestens eine Schutzelektrode derart auf einer Aussenfläche einer Wandung des Behälters aufgebracht und/oder in die Wandung des Behälters eingebracht werden, dass sich die Sensorelektrode und die Schutzelektrode zumindest von einer Höhe eines minimalen Füllstands bis zu einer Höhe eines maximalen Füllstands erstrecken, oder dass die Sensorelektrode im Wesentlichen auf einer Höhe eines zu bestimmenden Grenzfüllstands angeordnet ist und die Schutzelektrode die Sensorelektrode zumindest teilweise bedeckt, dass die Sensorelektrode mit einem Steuersignal beaufschlagt wird, dass ein Antwortsignal der Sensorelektrode empfangen wird, und dass aus dem Antwortsignal der Füllstand des Fluids bestimmt wird. Werden die Elektroden auf die Aussenfläche der Wandung des Behälters aufgebracht, ist es möglich, einen beliebigen aus einem elektrisch isolierenden Material bestehenden Behälter nachträglich mit den Elektroden zur Füllstandsmessung auszustatten, beispielsweise durch Aufkleben einer erfindungsgemässen Vorrichtung.

[0015] Gemäss einer Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens wird eine Masseelektrode in die Wandung des Behälters eingebracht oder auf die Aussenfläche der Wandung des Behälters aufgebracht und mit dem Erdpotential verbunden. In Abhängigkeit davon, ob ein leitfähiges oder nicht leitfähiges Fluid vorliegt, wird die Kapazität zwischen der Sensorelektrode und dem Fluid oder zwischen der Sensorelektrode und der Masseelektrode bestimmt.

[0016] Gemäss einer weiteren Ausgestaltung wird zumindest die Sensorelektrode auf eine Trägerfolie aufgebracht und die Trägerfolie auf den Behälter aufgeklebt. Vorzugsweise wird auch die Masseelektrode auf die Trägerfolie aufgebracht. Die Schutzelektrode wird auf eine isolierende Zwischenschicht aufgebracht, welche zumindest die Sensorelektrode bedeckt.

[0017] In einer Weiterbildung der erfindungsgemässen Lösung werden ein dem maximalen Füllstand zugehöriger erster Messwert aus einem ersten Antwortsignal und ein dem minimalen Füllstand zugehöriger zweiter Messwert aus einem zweiten Antwortsignal aufgenommen und an Hand des ersten Messwertes und des zweiten Messwertes dazwischen liegende Messwerte einem entsprechenden Füllstand zugeordnet. Anhand dieses Abgleichs ist allen zwischen dem ersten und dem zweiten Messwert liegenden Messwerten ein Füllstand eindeutig zuordbar, sodass eine kontinuierliche Füllstandsmessung ermöglicht ist oder beliebige Grenzfüllstände überwachbar sind.

[0018] Gemäss einer Ausgestaltung des Verfahrens wird mittels der Elektrodenanordnung Schaum detektiert, welcher sich in dem Behälter bildet. Vorteilhaft wird ein in Schichtaufbau hergestellter Sensor aus Sensorelektrode, Guardelektrode, Masseelektrode und Schutzelektrode auf einer zu überwachenden Höhe auf der Aussenwandung eines Behälter aufgebracht, insbesondere aufgeklebt. Bildet sich Schaum in dem Behälter, beispielsweise auf Grund einer ablaufenden chemischen Reaktion, wird dieser detektiert, sobald er die zu überwachenden Höhe erreicht. Mittels des Sensors wird dann ein Ausgangssignal erzeugt, welches beispielsweise die Zugabe eines Antischaummittels zum passenden Zeitpunkt ermöglicht. Eine optische Kontrolle des Prozesses ist durch die erfindungsgemässe Schaumdetektion nicht mehr erforderlich.

[0019] Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figur näher erläutert. Die dargestellten Merkmale beziehen sich hierbei gleichermassen auf die Vorrichtung und das Verfahren.

- Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zur kapazitiven Füllstandsmessung, bei welcher die Elektroden auf eine Aussenfläche einer Wandung eines Behälters aufgebracht sind,
- Fig. 2 zeigt schematisch einen Bioreaktor mit einer Vorrichtung zur Schaumdetektion,
- Fig. 3a zeigt schematisch eine Draufsicht auf eine zur Grenzstandmessung geeignete Elektrodenstruktur,
- Fig. 3b zeigt schematisch einen Schnitt durch eine mehrlagige Folie mit einer Elektrodenstruktur nach Fig. 3a.

[0020] In Fig. 1 ist in einer schematischen Schnittdarstellung ein Behälter 1 aus einem elektrisch isolierenden Material dargestellt, auf dessen Wandung 2 eine Sensorelektrode 41, eine Schutzelektrode 42 und eine Masseelektrode 43 aufgebracht sind. Bei den Elektroden 41, 42, 43 handelt es sich bevorzugt um flexible Streifen, beispielsweise in Form von Kupferfolie, welche auf die der Flüssigkeit 7 abgewandten Aussenfläche 3 der Wandung 2 aufgeklebt sind. Die Schutzelektrode 42 ist hierbei derart angeordnet, dass sie die Sensorelektrode 41 auf der dem Behälter abgewandten Seite bedeckt und ist von der Sensorelektrode 41 durch eine Isolierung 44 getrennt. Die Schutzelektrode 42 dient zur Abschirmung der Sensorelektrode 41 vor äusseren Einflüssen, welche eine Störung der kapazitiven Messung und somit eine fehlerhafte Füllstandsangabe zur Folge hätten. Beispielsweise ist die Sensorelektrode 41 auf diese Weise vor Berührung geschützt. Bevorzugt ist die Schutzelektrode 42 ebenfalls von einer Isolierung 44 bedeckt. Die Isolierung 44 stellt gleichzeitig einen Korrosionsschutz dar. Die Elektroden 41, 42 können bereits in eine mehrlagige Folienstruktur mit dem beschriebenen Schichtaufbau integriert sein, sodass nur eine Folie auf dem Behälter 1 aufgebracht werden muss. Ein derartiger Aufbau aus flexiblen Leiterplatten ist besonders einfach in der Handhabung und zudem kostengünstig.

[0021] Ein Aufbau aus einzelnen Schichten ist ebenfalls möglich. Die vertikale Abmessung der Sensorelektrode 41 entspricht der Höhe des Behälters 1 oder ist zumindest so gewählt, dass die Höhe eines maximalen und eines minimalen zu erfassenden Füllstandes von der Sensorelektrode 41 erreicht werden. Der maximale/minimale Füllstand muss hierbei nicht einem vollen/leeren Behälter 1 entsprechen, sondern kann beliebige Höhen in dem Behälter 1 bezeichnen.

[0022] Auf der der Sensorelektrode 41 gegenüberliegenden Seite des Behälters 1 ist die Masseelektrode 43 angeordnet. Zum Schutz vor Korrosion ist die Masseelektrode 43 mit einer Isolierung 44 beschichtet. Eine Schutzelektrode 42, wie sie für die Sensorelektrode 41 vorgesehen ist, ist für die Masseelektrode 43 nicht notwendig. Aus Fertigungstechnischen Gründen kann es jedoch vorteilhaft sein, den gleichen Schichtaufbau wie für die Sensorelektrode 41 aufzubringen, insbesondere wenn es sich um eine mehrlagige Folie handelt, welche in einem Schritt auf der Aussenfläche 3 der Wandung 2 aufbringbar ist. Die Schutzelektrode 42, welche die Masseelektrode 43 bedeckt, ist dann ebenfalls mit dem Erdpotential verbunden.

[0023] In einer alternativen Anordnung sind die Elektroden 41, 42, 43 in die Wandung 2 des Behälters 1 eingebracht. Eine Isolierung ist nicht notwendig, da der Behälter 1 aus einem isolierenden Material wie Kunststoff oder Glas besteht. Die Elektroden 41, 42, 43 werden bei der Herstellung des Behälters 1 in Hohlräume eingespritzt oder in Form von Metallfolien eingebracht.

[0024] Zur Bestimmung des Füllstandes der Flüssigkeit 7 mit der in der Fig. 1 gezeigten Vorrichtung wird die Kapazität des aus der Sensorelektrode 41 und der Masseelektrode 43 gebildeten Kondensators bestimmt. Die Flüssigkeit 7 ist hierbei ein dazwischen liegendes Dielektrikum, sodass deren Füllstand den Wert der Kapazität bestimmt. Durch eine Abgleichsmessung bei unbedeckter Sensorelektrode 41 und bei vollständig bedeckter Sensorelektrode 41 ist jeder Kapazitätswert eindeutig einem entsprechenden Füllstand zuordbar. Die dargestellte Anordnung kann sowohl zur kontinuierlichen Füllstandsmessung als auch zur Überwachung eines Grenzfüllstands verwendet werden.

[0025] Die Elektroneinheit 5 beaufschlagt die Sensorelektrode 41 mit einem Steuersignal, welches beispielsweise eine Wechselspannung ist. Weiterhin empfängt die Elektroneinheit 5 von der Sensorelektrode 41 ein Antwortsignal und bestimmt daraus die Kapazität. Die Elektroneinheit 5 weist vorzugsweise mindestens einen Mikroprozessor auf.

[0026] In einer alternativen -nicht dargestellten- Ausgestaltung der Vorrichtung ist keine Masseelektrode 43 in oder auf die Wandung 2 des Behälters 1 ein- oder aufgebracht. Stattdessen ist die Flüssigkeit 7 leitend mit dem Erdpotential verbunden, beispielsweise über eine Flüssigkeitszu- oder Ableitung. Die Voraussetzung dafür, dass auf die Masseelektrode 43 verzichtet werden kann, ist selbstverständlich, dass die Flüssigkeit 7 elektrisch leitfähig ist. Es wird dann die Kapazität des aus der Flüssigkeit 7 und der Sensorelektrode 41 gebildeten Kondensators bestimmt, wobei die Wandung 2 des Behälters 1 das Dielektrikum darstellt.

[0027] In Fig. 2 ist ein aus einem elektrisch isolierenden Material gefertigter Behälter 1 dargestellt, auf dessen Aussenwandung eine Sensoreinheit 4 zur Grenzstandmessung aufgebracht ist. Bei dem Behälter 1 handelt es sich beispielsweise um einen Single Use Bioreaktor zur Zellkultivierung. Der Sensoreinheit 4 ist die Elektroneinheit 5 zugeordnet, mit welcher die Sensoreinheit 4 über eine Steckverbindung verbindbar ist. Der Aufbau der Sensoreinheit 4 ist in den Fig. 3a und 3b näher beschrieben. Die Sensoreinheit 4 ist derart von aussen auf den Behälter 1 aufgebracht, dass die Sensorelektrode

41 auf derjenigen Höhe angeordnet ist, auf welcher das Medium in dem Behälter 1 zu detektieren ist. Bei dem Medium handelt es sich beispielsweise um eine Flüssigkeit 7 oder einen Schaum 71. Beispielsweise handelt es sich bei der zu erfassenden Höhe um eine zu überwachende maximale Füllstandshöhe. Die Vorrichtung fungiert dann als Grenzstandschalter und verhindert beispielsweise ein unbemerktes Austreten von Medium aus dem Behälter 1.

[0028] Zur Detektion des Mediums beaufschlagt die Elektronikeinheit 3 die Sensorelektrode 41 mit einer elektrischen Wechselspannung als Steuersignal. Die Masseelektrode 43 ist entsprechend mit Masse verbunden. Die Schutzelektrode 42 ist mit dem gleichen Potenzial wie die Sensorelektrode 41 oder mit Masse verbunden. Eine Auswerteeinheit in der Elektronikeinheit 3 empfängt von der Sensorelektrode 41 ein Antwortsignal und bestimmt daraus die Kapazität des aus der Sensorelektrode 41 und der Masseelektrode 43 gebildeten Kondensators. Steigt die Flüssigkeit 7 oder der Schaum 71 auf eine Höhe, welche mindestens zwischen Masseelektrode 43 und Sensorelektrode 41 liegt, wirkt die Flüssigkeit 7 bzw. der Schaum 71 als Dielektrikum und verändert hierdurch die Kapazität des Kondensators.

[0029] In Fig. 3a ist eine Elektrodenstruktur dargestellt, welche die Bestimmung bzw. Überwachung eines Grenzfüllstands erlaubt. Die Elektrodenstruktur befindet sich auf einer isolierenden Trägerfolie 40 und ist beispielsweise durch Ätzen aus einer metallischen Beschichtung hervorgegangen. Das die Sensoreinheit 4 bildende Foliensystem wird von aussen auf die Wandung 2 des Behälters 1 aufgebracht, wobei die Position der Sensorelektrode 41 entsprechend der zu überwachenden Füllstandshöhe im Behälter 1 gewählt wird. Durch die Erkennung von Schaum 71 auf einer bestimmten Höhe in dem Behälter 1 kann beispielsweise ein Überlaufen des Schaums aus dem Behälter 1 vermieden werden oder erkannt werden, wann die Zugabe eines schaumvermindernden Mittels erforderlich ist.

[0030] Die Sensorelektrode 41 ist derart ausgebildet, dass sie bezogen auf ihre spätere Position am Behälter 1 eine beliebige horizontale Abmessung aufweist, vertikal aber nur schmal ist, sodass sie nur für einen bestimmten Füllstand mit einem von der vertikalen Abmessung der Sensorelektrode 41 abhängigen Toleranzbereich sensitiv ist. In einer alternativen Ausgestaltung ist die Sensorelektrode 41 nicht länglich, sondern ist in horizontaler und vertikaler Richtung im Wesentlichen gleich lang. Beispielsweise ist sie kreisrund oder quadratisch.

[0031] Die Guardelektrode 45 umgibt die Sensorelektrode 41 vollständig. Weitere Ausgestaltungen sind möglich, in denen die Guardelektrode 45 die Sensorelektrode 41 nur teilweise umgibt. Die Masseelektrode 43 umgibt die Guardelektrode 45 konzentrisch. In diesem Ausführungsbeispiel sind Guardelektrode 45 und Masseelektrode 43 als konzentrische Rechtecke ausgebildet, diese Form stellt aber lediglich ein Beispiel und keine Beschränkung dar. In einer anderen Ausführungsform weist die Guardelektrode 45 mindestens eine Unterbrechung auf, über welche die Sensorelektrode 41 z.B. über eine Leiterbahn, kontaktierbar ist. Gleichermassen kann die Masseelektrode 43 mindestens eine Unterbrechung aufweisen, über welche die Guardelektrode 45 kontaktierbar ist. Die Guardelektrode 45 wird vorzugsweise mit dem gleichen Signal wie die Sensorelektrode 41 beaufschlagt.

[0032] Fig. 3b stellt einen Schnitt durch eine Sensoreinheit 4 in Form einer mehrschichtigen Folie zum Aufbringen auf einen Behälter 1 dar, welche in einer Schicht die in der Fig. 3a beschriebene Elektrodenstruktur enthält. Die auf die Wandung 2 des Behälters 1 aufzubringende Schicht ist die Trägerfolie 40, welche für ein schnelles und einfaches Aufbringen vorzugsweise mit einem Klebstoff beschichtet ist. Auf der dem Klebstoff abgewandten Seitenfläche der Trägerfolie 40 ist die Elektrodenstruktur aufgebracht, welche aus der zentralen Sensorelektrode 41 und der in Form von konzentrischen Rechtecken um diese herum angeordneten Guardelektrode 45 und Masseelektrode 43 besteht. Diese Elektrodenstruktur ist durch eine Isolierung 44 von einer Schutzelektrode 42 getrennt, welche auf Masse oder auf dem Potential der Guardelektrode 45 liegen kann und als Abschirmung vor äusseren Störfeldern dient. Die Schutzelektrode 42 ist flächig ausgebildet und überdeckt die Sensorelektrode 41 zumindest teilweise. Bevorzugt überdeckt die Schutzelektrode 42 die gesamte darunter liegende Elektrodenstruktur. Den Abschluss nach aussen bildet eine weitere Isolierung 44, sodass bei Berührung der Sensoreinheit 4 kein elektrischer Kontakt hergestellt wird.

[0033] Die Elektronikeinheit 5, welche die Ansteuerung der Elektroden 41, 42, 43, 45 und die Auswertung der Signale vornimmt, ist vorzugsweise als separates Bauteil ausgestaltet, welches zur elektrischen Kontaktierung der Elektroden 41, 42, 43, 45 über eine Anschlussbuchse verfügt. Die Sensoreinheit 4 weist einen entsprechenden Anschlussstecker auf, welcher in die Anschlussbuchse einbringbar ist. Durch die Steckverbindung ist die Elektronikeinheit 5 mit austauschbaren Sensoreinheiten 4 verbindbar. Dies ist besonders vorteilhaft beim Einsatz der Vorrichtung bei Single Use Behältern. Der Einwegbehälter mit der aufgeklebten Sensoreinheit 4 kann nach dem Einsatz entsorgt werden, während die Elektronikeinheit 5 mit dem nächsten Behälter mit der nächsten Sensoreinheit 4 wieder verwendet wird.

Bezugszeichenliste

[0034]

- 1 Behälter
- 2 Wandung
- 3 Aussenfläche
- 41 Sensorelektrode

- 42 Schutzelektrode
- 43 Masseelektrode
- 44 Isolierung
- 45 Guardelektrode
- 5 Elektronikeinheit
- 7 Flüssigkeit
- 71 Schaum

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur kapazitiven Bestimmung eines Füllstandes eines Fluids (7) in einem aus einem elektrisch isolierenden Material gefertigten Behälter (1), mit einer Sensorelektrode (41), mit mindestens einer Schutzelektrode (42), und mit einer Elektronikeinheit (5), welche die Sensorelektrode (41) mit einem Steuersignal beaufschlagt, und welche von der Sensorelektrode (41) ein Antwortsignal empfängt und aus dem Antwortsignal den Füllstand bestimmt, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Sensorelektrode (41) und die Schutzelektrode (42) in eine Wandung (2) des Behälters (1) eingebracht und/oder auf einer dem Fluid (7) abgewandten Aussenfläche (3) der Wandung (2) des Behälters (1) derart aufgebracht sind,
 - dass sich die Sensorelektrode (41) und die Schutzelektrode (42) zumindest von einer Höhe eines minimalen Füllstandes bis zu einer Höhe eines maximalen Füllstandes erstrecken, oder
 - dass die Sensorelektrode (41) im Wesentlichen auf einer Höhe eines zu bestimmenden Grenzfüllstands angeordnet ist und dass die Schutzelektrode (42) derart angeordnet ist, dass die Schutzelektrode (42) die Sensorelektrode (41) zumindest teilweise bedeckt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Masseelektrode (43) in die Wandung (2) des Behälters (1) eingebracht oder auf der Aussenfläche (3) der Wandung (2) des Behälters (1) aufgebracht und mit dem Erdpotential verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle des Vorliegens eines elektrisch leitfähigen Fluids (7) das Fluid (7) mit dem Erdpotential leitend verbunden ist und die Bestimmung des Füllstands durch Messung der Kapazität zwischen der Sensorelektrode (41) und dem Fluid (7) erfolgt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (41, 42, 43) in die Wandung (2) des Behälters (1) eingespritzt oder in Form einer Folie eingebracht sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (41, 42, 43) auf eine Trägerfolie (44) aufgebracht sind und die Trägerfolie auf die Aussenfläche (3) der Wandung (2) des Behälters (1) aufgeklebt ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektronikeinheit (5) Schaum (71) erfasst.
7. Verfahren zur kapazitiven Bestimmung eines Füllstandes eines Fluids (7) in einem Behälter (1), dadurch gekennzeichnet,
 - dass der Behälter (1) im Wesentlichen aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff gefertigt wird,
 - oder dass ein aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff gefertigter Behälter (1) bereitgestellt wird,
 - dass mindestens eine Sensorelektrode (41) und mindestens eine Schutzelektrode (42) derart auf einer Aussenfläche (3) einer Wandung (2) des Behälters (1) aufgebracht und/oder in die Wandung (2) des Behälters (1) eingebracht werden,
 - dass sich die Sensorelektrode (41) und die Schutzelektrode (42) zumindest von einer Höhe eines minimalen Füllstands bis zu einer Höhe eines maximalen Füllstands erstrecken,
 - oder dass die Sensorelektrode (41) im Wesentlichen auf einer Höhe eines zu bestimmenden Grenzfüllstands angeordnet ist und die Schutzelektrode (42) die Sensorelektrode (41) zumindest teilweise bedeckt,
 - dass die Sensorelektrode (41) mit einem Steuersignal beaufschlagt wird,
 - dass ein Antwortsignal der Sensorelektrode (41) empfangen wird, und
 - dass aus dem Antwortsignal der Füllstand des Fluids (7) bestimmt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Masseelektrode (43) in die Wandung (2) des Behälters (1) eingebracht oder auf die Aussenfläche (3) der Wandung (2) des Behälters (1) aufgebracht und mit dem Erdpotential verbunden wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die Sensorelektrode (41) auf eine Trägerfolie (40) aufgebracht wird und die Trägerfolie (40) auf den Behälter (1) aufgeklebt wird.

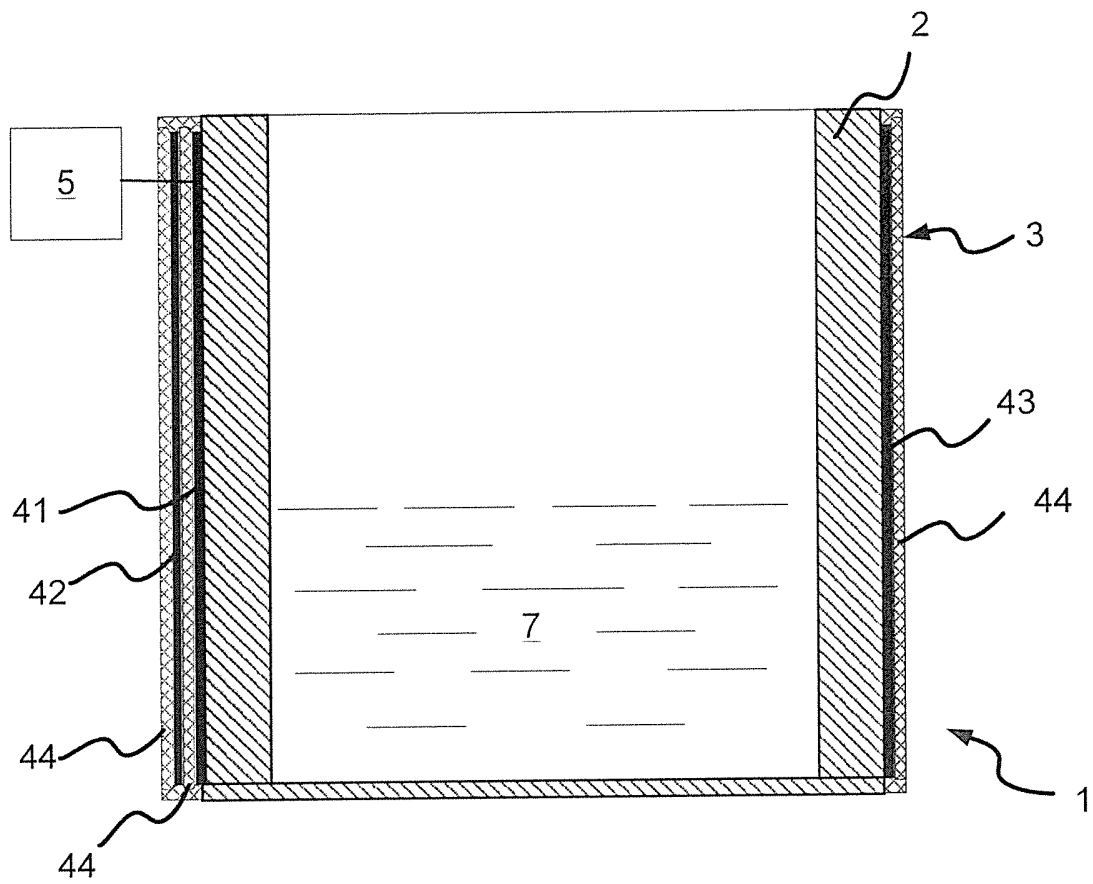


Fig. 1

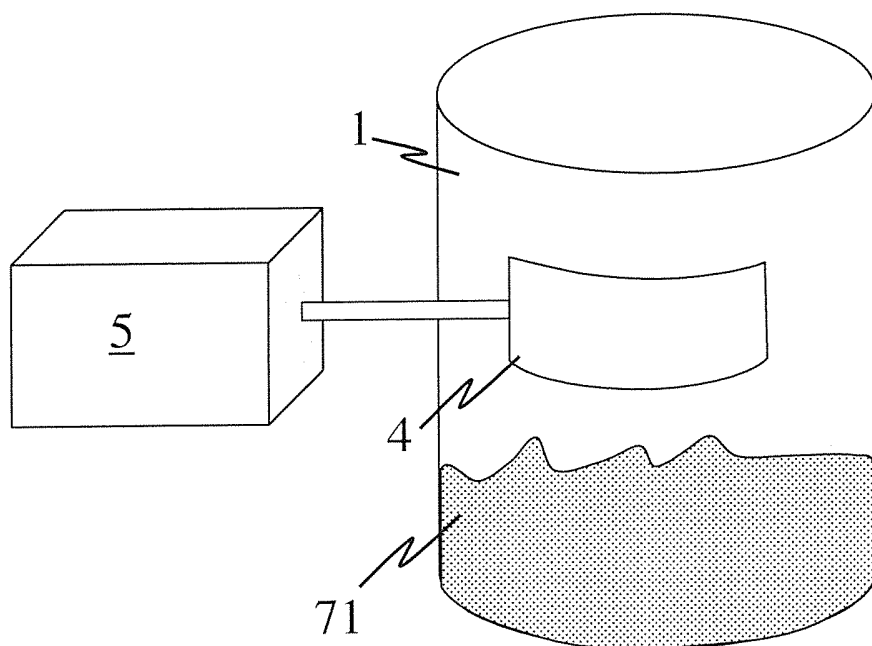


Fig. 2

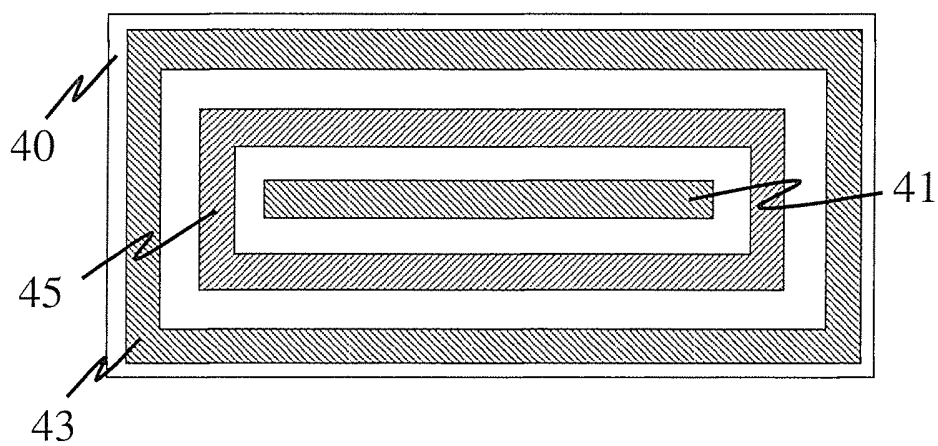


Fig. 3a

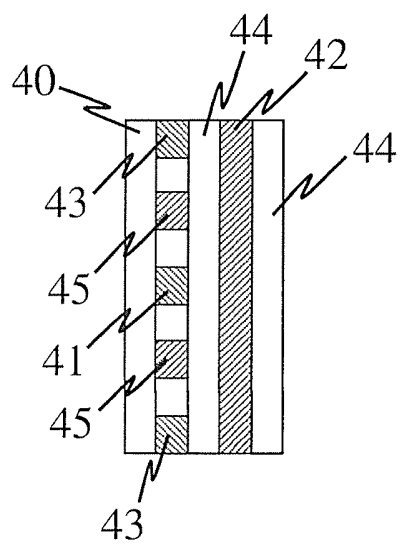


Fig. 3b