



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

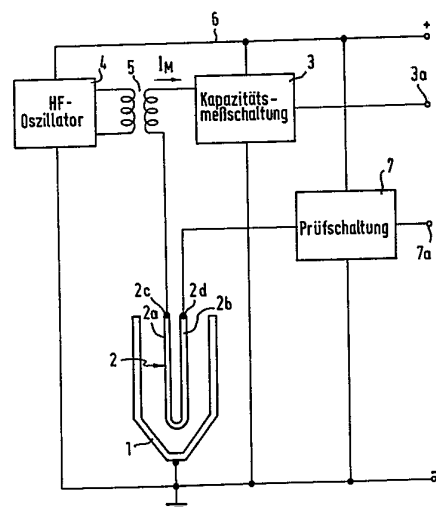
- | | | | | |
|----|----------------------------------|-----------------------|----|---|
| 21 | Gesuchsnummer: | 4762/81 | 73 | Inhaber:
Endress u. Hauser GmbH & Co., Maulburg (DE) |
| 22 | Anmeldungsdatum: | 21.07.1981 | | |
| 30 | Priorität(en): | 01.08.1980 DE 3029352 | 72 | Erfinder:
Franz, Hans-Jürgen, Schopfheim (DE)
Dreyer, Volker, Lörrach-Haagen (DE) |
| 24 | Patent erteilt: | 13.12.1985 | | |
| 45 | Patentschrift
veröffentlicht: | 13.12.1985 | 74 | Vertreter:
Scheidegger, Zwicky & Co., Zürich |

54) Stabförmige Sonde für die kapazitive Messung des Füllstandes in einem Behälter.

- 57) Diese stabförmige Sonde (2) für kapazitive Füllstandsmessungen in einem Behälter (1) weist zwei voneinander elektrisch isolierte und zueinander parallele Leiter (2a, 2b) auf, die an einem Ende miteinander leitend verbunden sind und am anderen Ende Anschlüsse (2c, 2d) tragen.

Der eine Sondenanschluss (2c) ist mit einer herkömmlichen Kapazitätsmessschaltung (3, 4, 5) zur Messung der Kapazität zwischen Sonde (2) und Behälter (1) verbunden. Zusätzlich ist eine Prüfschaltung (7) vorhanden, mit welcher der galvanische Stromkreis zwischen den beiden Sondenanschlüssen (2c, 2d) kontrolliert wird.

Die Prüfschaltung (7) lässt jede Leitungsunterbrechung in der Sonde (2) erkennen und verhindert so Fehlanzeigen. Die Sonde kann aus einem haarnadelförmig gebogenen Draht, aus einem Metallrohr mit darin angeordnetem zentralen Leiter, oder aus einem Metallstab mit in einer Längsnut desselben eingebettetem Leiter gebildet sein und ist zweckmäßig mit einer isolierenden Hülle aus Teflon überzogen. Für geschlossene Behälter ist die stabförmige Sonde an einem Einschraubstück befestigt. Die Prüf- und Messschaltung (7 bzw. 3, 4, 5) können in einem auf der Sonde bzw. dem Einschraubstück angeordneten Gehäuse untergebracht sein.



PATENTANSPRÜCHE

1. Stabförmige Sonde für die kapazitive Messung des Füllstandes in einem Behälter, wobei die Sonde die eine Elektrode und der Behälter die andere Elektrode eines Kondensators bilden, dessen Kapazität vom Füllstand im Behälter abhängt, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (2; 30; 130) zwei voneinander isolierte elektrische Leiter (2a, 2b; 11a, 11b; 15, 17; 22, 24; 42, 44; 142, 144) enthält, die an den dem Behälterinneren zugewandten Enden (bei 11c; 18; 23; 43; 143) elektrisch leitend miteinander verbunden sind und deren dem Behälterinneren abgewandten Enden mit voneinander getrennten elektrischen Anschlüssen (2c, 2d; 12, 13; 20, 21; 26, 27; 60, 61; 160, 161) versehen sind.
2. Sonde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Leiter (11a, 11b) durch einen haarnadelförmig gebogenen Draht (11) gebildet sind.
3. Sonde nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der haarnadelförmige gebogene Draht (11) in einen stabförmigen Körper (10) aus Isoliermaterial eingebettet ist.
4. Sonde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der eine Leiter ein massiver Metallstab (15) ist, der mit einer über seine ganze Länge verlaufenden Nut (16) versehen ist, und dass der andere Leiter ein isoliert in die Nut (16) eingelegter Draht (17) ist.
5. Sonde nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Metallstab (15) mit einer Isolierhülle (19) überzogen ist.
6. Sonde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der eine Leiter durch ein Metallrohr (22; 42; 142) gebildet ist, und dass der andere Leiter ein isoliert durch das Innere des Metallrohres (22; 42; 142) geführter Draht oder Metallstab (24; 44; 144) ist.
7. Sonde nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das dem Behälterinneren zugewandte Ende des Metallrohres (22; 42; 142) gasdicht verschlossen ist (bei 23; 51; 151).
8. Sonde nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Metallrohr (22; 42; 142) mit einer Isolierhülle (25; 50; 150) überzogen ist.
9. Sonde nach einem der Ansprüche 6 bis 8, die in einer Öffnung (33) des Behälters mittels eines in die Öffnung einschraubbaren Einschraubstücks (35; 135) aus Metall befestigt ist, das eine sich konisch erweiternde Mittelöffnung (41; 141) hat, in die ein mit dem Metallrohr (42; 142) verbundenes Teil (45) mit konischer Aussenfläche (46; 146) unter Einfügung einer Isolierschicht (50; 150, 171) eingesetzt ist, wobei an der dem Behälter abgewandten Seite des Einschraubstücks (35; 135) eine Schraubverbindung (52, 68; 172, 174) angebracht ist, die die konischen Flächen (41, 46; 141, 146) gegeneinanderpresst, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittelöffnung des dem Behälterinneren abgewandten Endabschnitts des Metallrohres (42; 142) oder einer das Metallrohr (42; 142) verlängernden Fortsatzhülse (52; 152) eine sich nach aussen konisch verjüngende Querschnittsverengung (54; 154) aufweist, dass das dem Behälterinneren abgewandte Ende des Drahtes bzw. Metallstabs (44; 144) mit einem Abschlussbolzen (56; 156) verbunden ist, der elektrisch isoliert durch die Mittelöffnung des Endabschnitts des Metallrohres (42; 142) bzw. der Fortsatzhülse (52; 152) hindurch nach aussen geführt ist und an der Aussenseite einen an die Querschnittsverengung angepassten konischen Abschnitt (57; 157) aufweist, der unter Einfügung einer Isolierschicht (62; 162) in die Querschnittsverengung (54; 154) eingepasst ist, und dass an dem nach aussen herausragenden Teil des Abschlussbolzens (56; 156) eine zweite Schraubverbindung (58; 158) angebracht ist, die die konischen Flächen (54, 57; 154, 157) gegeneinanderpresst.
10. Sonde nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass an der Verbindungsstelle zwischen dem Abschlussbolzen (56; 156) und dem Draht bzw. Metallstab (44; 144) eine Sollbruchstelle angebracht ist.

11. Sonde nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Schraubverbindung durch ein am Abschlussbolzen (56; 156) angebrachtes Aussengewinde und eine auf das Aussengewinde aufgeschraubte, sich über ein Isolierteil (59; 159) an der Stirnfläche des Metallrohres (42; 142) bzw. der Fortsatzhülse (52; 152) abstützendes Mutter (58; 158) gebildet ist.
12. Sonde nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der eine elektrische Anschluss (61; 161) an dem Endabschnitt des Metallrohres (42; 142) bzw. der Fortsatzhülse (52, 152) und der andere elektrische Anschluss (60; 160) an dem nach aussen ragenden Teil des Abschlussbolzens (56; 156) angebracht ist.
13. Sonde nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass sich die konische Mittelöffnung (141) des Einschraubstücks (135) zur Aussenseite des Behälters hin erweitert, und dass die erste Schraubverbindung (172, 174) ein mit dem Einschraubstück (135) verschraubtes Schraubteil (174) aufweist, das eine zum Behälterinneren gerichtete Anpresskraft auf das Metallrohr (142) ausübt.
14. Sonde nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass an der Aussenseite des Metallrohres (142) ein sich zum Behälterinneren hin erweiternder konischer Abschnitt (149) angebracht ist, dass auf den konischen Abschnitt eine Anpresshülse (170) mit konischer Mittelöffnung aufgesetzt ist, und dass das Schraubteil (174) auf die Anpresshülse (170) einwirkt.
15. Sonde nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen das Schraubteil (174) und die Anpresshülse (170) eine Feder (166) eingesetzt ist.
16. Kapazitive Füllstandsmessanordnung mit einer Sonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche und mit einer Kapazitätsmessschaltung zur Messung der Kapazität zwischen der Sonde und dem Behälter, gekennzeichnet durch eine Prüfschaltung (7) zur Prüfung der elektrischen Kontinuität des galvanischen Stromkreises zwischen den beiden elektrischen Anschlüssen (2c, 2d; 12, 13; 20, 21; 26, 27; 60, 61; 160, 161) der Sonde (2; 30; 130).

Die Erfindung betrifft eine stabförmige Sonde für die kapazitive Messung des Füllstandes in einem Behälter, wobei die Sonde die eine Elektrode und der Behälter die andere Elektrode eines Kondensators bilden, dessen Kapazität vom Füllstand im Behälter abhängt.

Stabförmige Sonden dieser Art dienen entweder zur kontinuierlichen Füllstandsmessung, wobei sie sich im wesentlichen über die ganze Höhe des Behälters erstrecken und demzufolge eine grosse Länge haben, oder zur Feststellung des Erreichens bestimmter Grenzstände, wobei sie dann kürzer sein können. In beiden Fällen besteht das Problem, dass ein Abriss der Sonde nur schwer zu erkennen ist und zu einer falschen Anzeige des Füllstandes führt.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer stabförmigen Sonde der eingangs angegebenen Art, die das sichere Erkennen eines Sondenabrisses ermöglicht.

Nach der Erfindung wird dies dadurch erreicht, dass die Sonde zwei voneinander isolierte elektrische Leiter enthält, die an den dem Behälterinneren zugewandten Enden elektrisch leitend miteinander verbunden sind und deren dem Behälterinneren abgewandte Enden mit voneinander getrennten elektrischen Anschlüssen versehen sind.

Bei der stabförmigen Sonde nach der Erfindung liegen die beiden Anschlüsse der Sondenleiter für die Kapazitätsmessung, die vorzugsweise mit Hochfrequenz-Wechselstrom erfolgt, auf demselben Potential, so dass die Induktivität der Schleife keine Rolle spielt. Die Sonde verhält sich wie ein einfacher Stab. Die zwischen den beiden Anschlüssen bestehende Schleife bietet jedoch die Möglichkeit, während des Betriebs die einwandfreie galvanische Verbindung zwischen den beiden Anschlüssen zu

überprüfen. Bei einem Abriss der Sonde ist diese galvanische Verbindung unterbrochen, so dass die Überprüfung den Fehler mit Sicherheit erkennen lässt.

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, die in der Zeichnung dargestellt sind. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Anordnung zur kapazitiven Füllstandsmessung mit einer stabförmigen Sonde nach der Erfindung;

Fig. 2, 3 und 4 schematische Längs- und Querschnittsansichten verschiedener Ausführungsformen der stabförmigen Sonde nach der Erfindung;

Fig. 5 eine Schnittansicht einer praktischen Ausführungsform der stabförmigen Sonde und

Fig. 6 eine Schnittansicht einer anderen praktischen Ausführungsform der stabförmigen Sonde.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Anordnung zur kapazitiven Messung des Füllstands in einem Behälter 1, der eine Flüssigkeit oder ein Schüttgut enthält. Im Behälter 1 ist eine stabförmige Sonde 2 angeordnet, welche die eine Elektrode eines Kondensators bildet, dessen andere Elektrode durch den Behälter 1 gebildet ist, während das Dielektrikum zwischen den beiden Elektroden teilweise durch Luft und teilweise durch das Füllgut gebildet ist. Die Kapazität zwischen dem Behälter 1 und der Sonde 2 ändert sich somit in Abhängigkeit vom Füllstand im Behälter. Wenn sich die stabförmige Sonde 2 über die ganze Höhe des Behälters erstreckt, ist eine kontinuierliche Messung des Füllstands möglich. Wenn die Anordnung als Grenzschalte dient, der nur das Erreichen eines vorbestimmten Minimal- oder Maximal-Füllstands feststellen soll, ist die stabförmige Sonde 2 verhältnismässig kurz, und sie wird auf der Höhe des festzustellenden Füllstands angebracht.

Mit der Sonde 2 ist eine Kapazitätsmessschaltung 3 verbunden, die ein Ausgangssignal liefert, das von der Kapazität zwischen der Sonde 2 und dem Behälter 1 abhängt. Es sind zahlreiche geeignete Kapazitätsmessanordnungen bekannt, die im vorliegenden Fall anwendbar sind. Als Beispiel ist angenommen, dass ein HF-Oszillator 4 vorgesehen ist, der eine HF-Schwingung fester Frequenz erzeugt, die über einen Übertrager 5 an die stabförmige Sonde 2 und die Kapazitätsmessschaltung 3 angelegt wird. Die Stromversorgung des Oszillators 4 und der Kapazitätsmessschaltung 3 erfolgt zwischen einem Leiter 6, der mit dem positiven Pol einer Gleichspannungsquelle verbunden ist, und der Schaltungsmasse, die am negativen Pol der Gleichspannungsquelle liegt und an die auch der Behälter 1 angeschlossen ist. Der vom Behälter 1 und der Sonde 2 gebildete Kondensator liegt somit wechselstrommässig in Reihe mit der Sekundärwicklung des Transformators 5. Der über diesen Stromkreis fliessende Wechselstrom I_M hängt bei fester Oszillatorfrequenz und konstanter Ausgangsspannung des Oszillators nur von der Kapazität zwischen der Sonde 2 und dem Behälter 1 ab. Die Kapazitätsmessschaltung 3 kann so ausgebildet sein, dass sie diesen Wechselstrom in eine dazu proportional Gleichspannung verwandelt, die sie am Ausgang 3a als Messsignal abgibt. Dieses Messsignal kann auf irgendeine geeignete Weise zu einem Auswertegerät übertragen werden.

Die Besonderheit der dargestellten Anordnung besteht darin, dass die Sonde 2 nicht als einfacher Stab ausgebildet ist, sondern «haarnadelförmig» mit zwei parallelen Leitern 2a, 2b, die an dem dem Behälterinneren zugewandten Ende elektrisch leitend miteinander verbunden sind und an den aus dem Behälter herausragenden Enden jeweils einen eigenen elektrischen Anschluss 2c bzw. 2d aufweisen. Der Anschluss 2c ist mit der Sekundärwicklung des Transformators 5 verbunden, während an den Anschluss 2d eine Prüfschaltung 7 angeschlossen ist, die so ausgebildet ist, dass sie die elektrische Kontinuität des zwischen den Anschlüssen

2c und 2d verlaufenden Stromkreises überprüfen kann. Beispielsweise kann die Anordnung so getroffen sein, dass die Kapazitätsmessschaltung 3 über die Sekundärwicklung 2 und die Sonderleiter 2a, 2b einen Gleichstrom zu der Prüfschaltung 7 fliessen lässt. Die Prüfschaltung 7 kann feststellen, ob dieser Gleichstrom unterbrochen ist oder unter einen vorbestimmten Mindestwert abgefallen ist. Sie liefert in jedem dieser Fälle an ihrem Ausgang 7a ein Signal.

Durch die beschriebene Anordnung ist es möglich, zu überprüfen, ob die Sonde abgebrochen ist oder eine Beschädigung aufweist, die das einwandfreie Funktionieren in Frage stellt. Im Fall eines Sonderabrisses ist der zuvor geschilderte Gleichstromweg vollkommen unterbrochen. Das gleiche tritt ein, wenn die Sonde nicht vollständig abgerissen ist, wenn aber beispielsweise ein feiner Riss besteht, der die elektrische Kontinuität des Sondenleiters unterbricht. In allen diesen Fällen gibt die Prüfschaltung 7 an ihrem 7a ein Signal an, das das Bestehen eines Fehlers anzeigt und gegebenenfalls zur Auslösung von Sicherheitsmassnahmen dienen kann.

In den Fig. 2, 3 und 4 sind schematisch verschiedene Ausführungsformen von stabförmigen Sonden dargestellt, die bei der Anordnung von Fig. 1 an der Stelle der Sonde 2 verwendbar sind.

Die Sonde von Fig. 2 besteht aus einem stabförmigen Körper 10 aus Isoliermaterial, in den ein haarnadelförmig gebogener Draht 11 eingebettet ist, der zwei sich praktisch über die ganze Länge des Körpers 10 erstreckende parallele Abschnitte 11a, 11b aufweist, die an dem dem Behälterinneren zugewandten unteren Ende durch einen kurzen Querschnitt 11c miteinander verbunden sind. An den nach oben aus dem Körper 10 herausragenden Enden der beiden Drahtabschnitte 11a, 11b sind zwei voneinander getrennte elektrische Anschlüsse 12, 13 angebracht. Diese Ausführungsform der Sonde ermöglicht eine besonders einfache und billige Herstellung; ferner ist der Draht 11 durch das Isoliermaterial gegenüber dem im Behälter befindlichen Füllgut elektrisch vollkommen isoliert und gegen chemische Einwirkungen geschützt. Die mechanische Festigkeit dieser Sonde ist im wesentlichen durch das Isoliermaterial des Körpers 10 bedingt, so dass sich diese Form der Sonde vor allem für Anwendungszwecke eignet, die nur geringen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind.

In Fig. 3 ist eine stabförmige Sonde dargestellt, die eine grössere mechanische Festigkeit ergibt. Sie enthält einen massiven Metallstab 15, der den grössten Teil des Sondenquerschnitts einnimmt. Über die ganze Länge des Metallstabs 15 ist eine Längsnut 16 eingefräst, in die ein isolierter elektrischer Draht 17 eingelegt ist, der am unteren, dem Behälterinneren zugewandten Ende bei 18 elektrisch leitend mit dem Metallstab 15 verbunden ist. Eine Isolierhülle 19 umgibt die ganze Umfangsfläche und die untere Stirnfläche des Metallstabs 15 sowie die Nut 16 und den darin angebrachten Draht 17. An der oberen, freien Stirnfläche des Metallstabs 15 ist ein elektrischer Anschluss 20 angebracht; ein zweiter Anschluss 21 ist an dem nach oben aus der Längsnut 16 herausragenden Ende des Drahts 17 angebracht.

Die in Fig. 4 dargestellte Sonde enthält ein Metallrohr 22, das am unteren, dem Behälterinneren zugewandten Ende durch eine metallische Stirnwand 23 verschlossen ist, während das obere Ende offen ist. Im Innern des Metallrohrs erstreckt sich entlang der Achse ein Metalldraht oder Metallstab 24, der am unteren Ende elektrisch leitend mit der Stirnwand 23 verbunden ist, während das obere Ende aus dem offenen Ende des Metallrohrs 22 herausragt. Abgesehen von der Verbindung des unteren Endes mit der Stirnwand 23 ist der Metalldraht oder Metallstab 24 über seine ganze Länge von dem Metallrohr 22 isoliert. Wenn, wie in Fig. 4 dargestellt ist, der Metalldraht oder Metallstab 24 einen Aussendurchmesser hat, der wesentlich kleiner als der Innendurchmesser des Metallrohrs 22 ist, und wenn der Metalldraht oder Metallstab 22 eine ausreichende Steifigkeit hat, genügt für die Isolation bereits der im Innern des Metallrohrs 24

bestehende Luftzwischenraum. Andernfalls kann der Metalldraht oder Metallstab 24 mit einer Isolierschicht überzogen sein, oder es kann der ganze verbleibende Hohlraum des Metallrohrs 22 mit Isoliermaterial ausgefüllt sein. Eine Isolierhülle 25 umgibt die ganze Umfangsfläche des Metallrohrs 22 und die Aussenfläche der Stirnwand 23. Am oberen Ende des Metallrohrs 22 ist ein elektrischer Anschluss 26 angebracht, und ein zweiter elektrischer Anschluss 27 ist an dem nach oben aus dem Metallrohr herausragenden Ende des Metalldrahts oder Metallstabs 24 angebracht.

Fig. 5 zeigt ein praktisches Ausführungsbeispiel einer Stabsonde 30, die nach dem in Fig. 4 dargestellten Prinzip aufgebaut ist und zur Messung des Füllstands in einem Behälter dient, von dem nur ein Abschnitt der den oberen Abschluss bildenden Behälterwand 31 dargestellt ist. Die Stabsonde 30 ist mittels einer Befestigungs- und Durchführungsanordnung 32 in einer Öffnung 33 der Behälterwand 31 befestigt. Die Bestandteile der elektronischen Mess- und Prüfschaltung, also beispielsweise die Kapazitätsmessschaltung 3, der Oszillator 4 und die Prüfschaltung 7 von Fig. 1, sind in einem ausserhalb des Behälters angeordneten Gehäuse 34 untergebracht.

Die Befestigungs- und Durchführungsanordnung 32 enthält ein Einschraubstück 35, dessen unterer Teil zylindrisch ist und ein Aussengewinde aufweist, während der obere Teil als Sechskantkopf ausgebildet ist. Das Einschraubstück 35 ist unter Einfügung eines Dichtungsrings 36 in die mit einem Innengewinde versehene Öffnung 33 der Behälterwand 31 eingeschraubt.

Das Gehäuse 34 ist auf der Oberseite des Einschraubstücks 35 mittels Schrauben 37 befestigt.

Im oberen, als Sechskantkopf ausgebildeten Teil des Einschraubstücks 35 ist eine zentrale Ausnehmung 40 angebracht. Der untere, zylindrische Abschnitt des Einschraubstücks 35 weist eine Mittelöffnung 41 auf, die im oberen Teil zylindrisch ist, während sich nach unten ein konischer Abschnitt anschliesst, der sich zum Behälterinneren hin erweitert.

Die Stabsonde 30 ist in die Mittelöffnung 41 des Einschraubstücks 35 eingesetzt.

Die eigentliche Stabsonde besteht, wie im Fall von Fig. 4, aus einem Metallrohr 42, das am unteren Ende durch ein angeschweisstes metallisches Abschlussstück 43 verschlossen ist. Durch das hohle Innere des Metallrohrs 42 verläuft axial ein Metallstab 44, dessen unteres Ende mechanisch und elektrisch mit dem Abschlussstück 43 verbunden ist, während das obere Ende aus dem Metallrohr 42 herausragt.

Der obere Endabschnitt des Metallrohrs 42 weist einen verringerten Durchmesser auf und ist in der axialen Bohrung eines Zwischenstücks 45 befestigt. Der untere Teil des Zwischenstücks weist eine sich nach oben verjüngende konische Aussenfläche 46 auf, die an die konische Innenfläche der Mittelöffnung 41 des Einschraubstücks 35 angepasst ist. Der konische Abschnitt 46 geht in einen kurzen zylindrischen Abschnitt 47 über, an den sich ein zylindrischer Abschnitt 48 von etwas grösserem Durchmesser anschliesst, so dass zwischen den beiden zylindrischen Abschnitten 47 und 48 eine Schulter besteht.

Ein Isolierschlauch 50 umgibt den unteren Teil des Zwischenstücks 45, insbesondere den konischen Abschnitt 46 und den sich anschliessenden zylindrischen Abschnitt 47 bis zu der Schulter sowie die ganze Aussenfläche des Metallrohrs 42 und des metallischen Abschlussstücks 43. Der Isolierschlauch 50 ragt nach unten etwas über das Abschlussstück 43 hinaus, und in diesen herausragenden Abschnitt ist ein Stopfen 51 aus Isoliermaterial eingesetzt. Der Isolierschlauch 50 und der Stopfen 51 bestehen vorzugsweise aus Polytetrafluoräthylen.

Die Oberseite des Zwischenstücks 45 schliesst mit der oberen Stirnfläche des Metallrohrs 42 ab und ist mit dieser verschweisst. Auf der gemeinsamen Oberseite des Zwischenstücks 45 und des Metallrohrs 42 ist koaxial eine rohrförmige metallische Fortsatzhülse 52 durch Anschweissen befestigt. Der obere Teil der

Mittelöffnung 53 der Fortsatzhülse 52 ist zylindrisch. An diesen zylindrischen Abschnitt schliesst sich nach unten ein sich zum Behälterinneren hin erweiternder konischer Abschnitt 54 an, der schliesslich in einen zylindrischen Abschnitt 55 von grösserem Durchmesser übergeht.

Das obere Ende des Metallstabs 44 ist mit einem Gewinde versehen und in eine entsprechende Gewindebohrung am unteren Ende eines Abschlussbolzens 56 eingeschraubt. Der untere Endabschnitt 57 des Abschlussbolzens 56 hat eine an den konischen Abschnitt 54 der Mittelöffnung 53 angepasste konische Form. Am oberen, aus der Fortsatzhülse 52 herausragenden Teil des Abschlussbolzens 56 ist ein Aussengewinde angebracht, auf das eine Mutter 58 aufgeschraubt ist, die an der Oberseite einer Keramikbuchse 59 angreift, die auf der Fortsatzhülse 52 aufliegt.

An dem nach oben in das Gehäuse 34 ragenden Ende des Abschlussbolzens 56 ist eine elektrische Anschlussklemme 60 angebracht, die einen der beiden Anschlüsse der Stabsonde bildet. Der zweite Anschluss der Stabsonde ist durch eine Anschlussklemme 61 gebildet, die an der Aussenseite der Fortsatzhülse 52 angebracht ist und über diese in leitender Verbindung mit dem Metallrohr 42 steht.

Ein Isolierschlauch 62 umgibt den ganzen Metallstab 44 und den innerhalb der Fortsatzhülse 52 und der Keramikbuchse 59 liegenden Teil des Abschlussbolzens 56. Dieser Isolierschlauch ist vorzugsweise durch einen Schrumpfschlauch aus Polytetrafluoräthylen gebildet.

Eine in der Ausnehmung 40 angeordnete Isolierbuchse 65 umgibt den aus der Mittelöffnung 41 herausragenden oberen Endabschnitt des Zwischenstücks 45 und den unteren Teil der Fortsatzhülse 52. Zwischen den Boden der Ausnehmung 40 und eine an der Isolierbuchse 65 gebildete Schulter ist eine Schraubendruckfeder 66 eingesetzt. Im oberen Teil der Isolierbuchse 65 ist eine erweiterte Ausnehmung 67 gebildet, die eine Mutter 68 umgibt, die auf ein Aussengewinde aufgeschraubt ist, das an der Aussenseite der Fortsatzhülse 52 etwa auf der Höhe des konischen Abschnitts 54 angebracht ist.

Die Schraubendruckfeder 66 wird durch Aufschrauben der Mutter 64 über die Isolierbuchse 65 zusammengepresst, wobei sie eine nach oben wirkende Kraft erzeugt, die das Zwischenstück 54 nach oben in die Mittelöffnung des Einschraubstücks 35 zu ziehen sucht. Dadurch werden die konischen Flächen 41 und 46 am Einschraubstück 35 bzw. am Zwischenstück 45 und der dazwischenliegende Isolierschlauch 50 zusammengepresst. Auf diese Weise wird die Stabsonde unter Erzeugung eines gas- und druckdichten Abschlusses im Einschraubstück 35 festgehalten.

Eine entsprechende Abdichtung wird zwischen den konischen Abschnitten 54 und 57 der Fortsatzhülse 52 bzw. des Abschlussbolzens 56 unter Einfügung des Isolierschlauchs 62 durch Festziehen der Mutter 58 erzeugt.

Die erzielten druckdichten Abdichtungen bleiben bestehen, wenn entweder der ganze Sondenstab 30 im Innern des Behälters abbricht oder wenn der Metallstab 44 im Innern des Metallrohrs 42 abbricht. Die Gewindegänge am oberen Ende des Metallstabs 44, mit denen dieser in das untere Ende des Abschlussbolzens 56 eingeschraubt ist, bilden eine Sollbruchstelle, so dass ein Abbrechen des Metallstabs praktisch nur unmittelbar unterhalb des konischen Abschnitts 57 erfolgt.

Jedes Abbrechen in der geschilderten Weise kann sofort durch die Unterbrechung des galvanischen Stromkreises zwischen den Anschlussklemmen 60 und 61 festgestellt werden. Durch die geschilderte Ausbildung wird vermieden, dass bis zur Behebung des Schadens aggressive Medien aus dem Behälterinneren in das Innere des Gehäuses 34 eindringen.

Die in Fig. 5 dargestellte Stabsonde kann eine beliebige Länge haben, wie durch eine Unterbrechung angedeutet ist. Wenn sie nur zur Feststellung des Erreichens eines vorbestimmten maximalen Füllstandes verwendet wird, kann ihre Länge verhältnismässig kurz sein; wenn sie dagegen zur kontinuierlichen Füll-

standsmessung verwendet werden soll, muss sie sich praktisch über die ganze Höhe des Behälters erstrecken.

In Fig. 6 ist eine andere Ausführungsform der Stabsonde dargestellt, die ebenfalls nach dem Prinzip von Fig. 4 ausgeführt ist und sich von der Ausführungsform von Fig. 5 hauptsächlich hinsichtlich der Befestigung im Einschraubstück unterscheidet. Einander entsprechende Teile sind mit den gleichen, jedoch um 100 erhöhten Bezugszeichen wie in Fig. 5 bezeichnet.

Die eigentliche Stabsonde 130 besteht wieder aus einem Metallrohr 142, dessen unteres Ende durch ein metallisches Abschlussstück 143 abgeschlossen ist, und einem im Innern des Metallrohrs 142 angeordneten Metallstab 144, der am unteren Ende elektrisch leitend mit dem Abschlussstück 143 verbunden ist. Ferner ist wieder ein die ganze Aussenfläche des Metallrohrs bedeckender Isolierschlauch 150 und ein das untere Ende des Isolierschlauchs verschliessender Stopfen 151 vorgesehen. Der Metallstab 144 ist am oberen Ende mit einem Abschlussbolzen 156 verschraubt, der durch die Mittelöffnung einer am oberen Ende des Metallrohrs 142 befestigten Fortsatzhülse 152 geführt ist. Der untere Endabschnitt 157 des Abschlussbolzens 156 ist wieder konisch ausgebildet und sitzt unter Einfügung des Isolierschlauchs 162 in einer entsprechend geformten konischen Erweiterung 154 der Mittelöffnung der Fortsatzhülse. Der nach aussen aus der Fortsatzhülse 152 herausragende Gewindeabschnitt des Abschlussbolzens 156 trägt die eine elektrische Anschlussklemme 160. Auf diesen Gewindeabschnitt ist eine Mutter 158 aufgeschraubt, die sich über eine Keramikbuchse 159 gegen die obere Stirnfläche der Fortsatzhülse 152 presst. Die zweite Anschlussklemme 161 ist an der Fortsatzhülse 152 angebracht.

Die bisher beschriebenen Teile haben somit im wesentlichen den gleichen Aufbau und die gleiche Funktion wie bei der Ausführungsform von Fig. 5.

Die Stabsonde 130 wird von einem Einschraubstück 135 getragen, dessen Mittelöffnung wieder einen konischen Abschnitt 141 aufweist, der sich jedoch in diesem Fall nach aussen hin erweitert. In dieser konischen Erweiterung sitzt ein konischer Abschnitt 146 des Sondenstabes, der entweder an der Aussenfläche des Metallrohrs 142 selbst oder, wie im Fall von Fig. 5, an einem geeigneten Zwischenstück angeformt ist. Oberhalb des konischen Abschnitts 146 ist ein zweiter, entgegengesetzt gerichteter konischer Abschnitt 149 ausgebildet, der in einer zylindrischen Ausnehmung 140 des Einschraubstücks liegt. Der Zwischenraum zwischen der konischen Aussenfläche des Abschnitts 149 und der zylindrischen Innenfläche der Ausnehmung 140 ist durch eine Anpresshülse 170 mit zylindrischer

Aussenfläche und konischer Innenfläche ausgefüllt. Der Isolierschlauch 150 bedeckt zusammenhängend auch die konischen Aussenflächen der Abschnitte 146, 149 und die sich anschliessende Aussenfläche des oberen Abschnitts des Metallrohrs 142 bis zu dessen oberem Ende. Die ganze Innenfläche der Mittelöffnung des Einschraubstücks 135 ist ebenfalls mit einer Isolierschicht 171 beschichtet, die auch teilweise die untere Stirnfläche des Einschraubstücks 135 bedeckt.

Das Einschraubstück 135 ist nach oben durch ein coaxial dazu angeordnetes Ansatzrohr 172 verlängert, das mit dem Einschraubstück 135 verschweisst ist. Im oberen Teil des Ansatzrohrs 172 ist ein Innengewinde angebracht. In das Innengewinde ist ein Anpressring 174 eingeschraubt, der am Umfang ein Aussengewinde trägt und dessen Mittelöffnung den oberen Abschnitt des Metallrohrs 142 umgibt. Eine Schraubendruckfeder 166 stützt sich einerseits über einen ringförmigen Teller 175 am Anpressring 174 und andererseits über eine Pressbuchse 176 an der Anpresshülse 170 ab.

Das Gehäuse 134, das die elektronische Schaltung enthält, ist am oberen Ende eines rohrförmigen Zwischenstücks 177 befestigt, das am unteren Ende einen Gewindeabschnitt hat, der in das Innengewinde des Ansatzrohrs 172 eingeschraubt ist.

Bei dieser Ausführungsform übt die Schraubendruckfeder 166, die durch das Einschrauben des Anpressrings 174 zusammengepresst ist, eine nach unten gerichtete Kraft auf die Anpresshülse 170 aus, wodurch einerseits die konische Aussenfläche des Abschnitts 146 in die entsprechende konische Innenfläche der Mittelöffnung des Einschraubstücks 135 gepresst wird und andererseits auch die Anpresshülse 170 mit der konischen Aussenfläche des Abschnitts 149 verkeilt wird. Auf diese Weise wird ein fester, vollkommen gas- und druckdichter Sitz der Stabsonde im Einschraubstück 135 erzielt, der auch im Fall eines Abbrechens des Sondenstabes erhalten bleibt.

Die Ausführungsform von Fig. 6 ergibt gegenüber derjenigen von Fig. 5 den Vorteil, dass die Stabsonde im Fall einer Beschädigung aus dem Einschraubstück 135 nach oben entnommen werden kann, ohne dass das Einschraubstück aus der Öffnung der Behälterwand entfernt werden muss. Nach dem Entfernen der Stabsonde kann ein konischer Verschlussstopfen, der die gleiche Form wie der konische Abschnitt 146 hat, in die Mittelöffnung des Einschraubstücks 135 eingesetzt und dann mittels des Anpressrings 174 verspannt werden. Dadurch ist der Behälter gasdicht verschlossen, und er kann weiter benutzt werden, bis der beschädigte Sondenstab ersetzt werden kann.

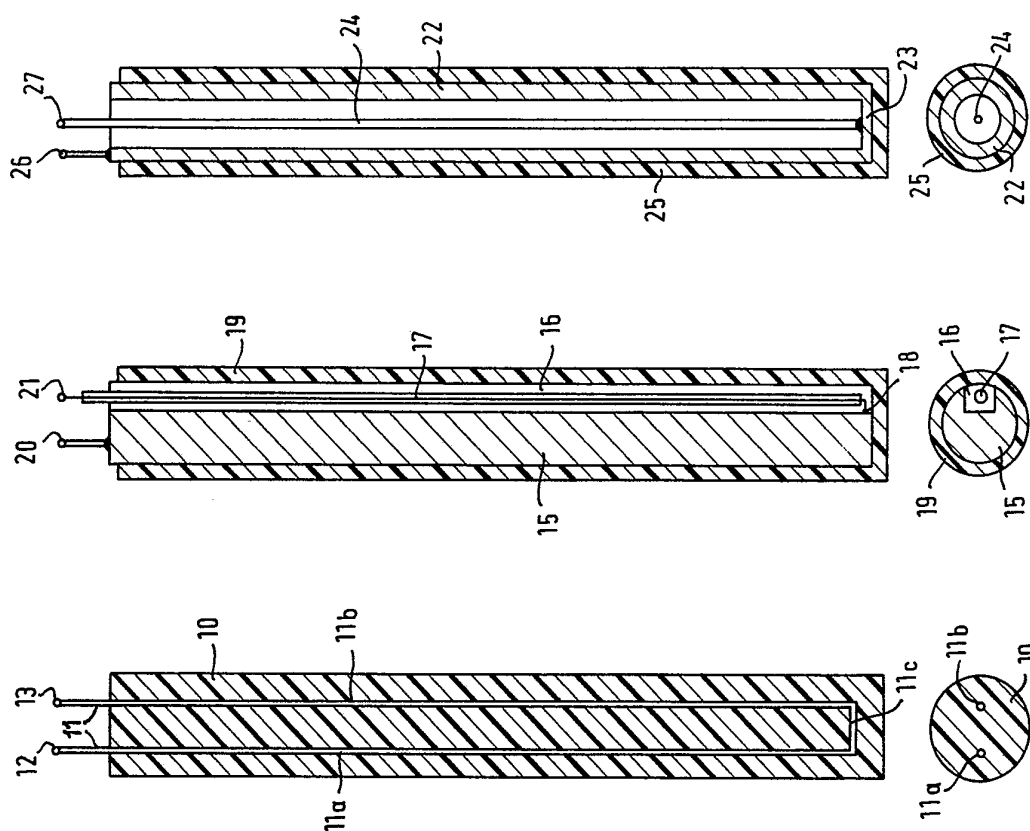


FIG. 2

FIG. 3

FIG. 4

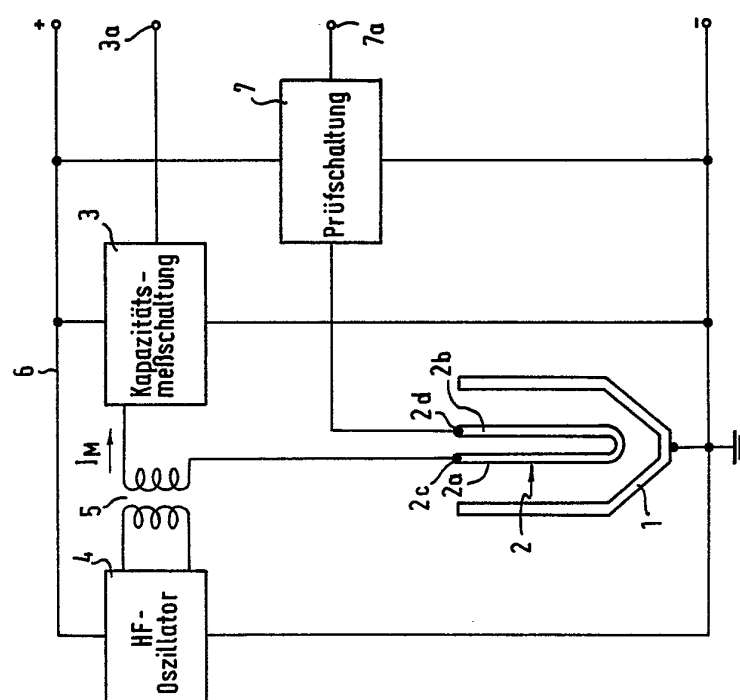


FIG. 1

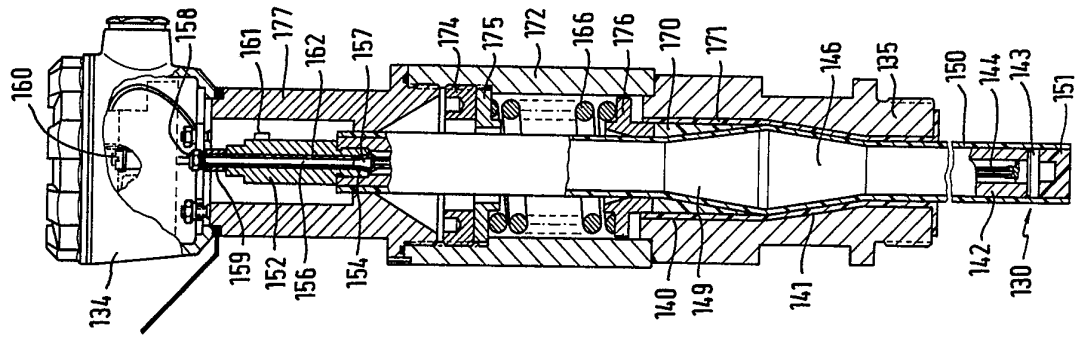


FIG. 6

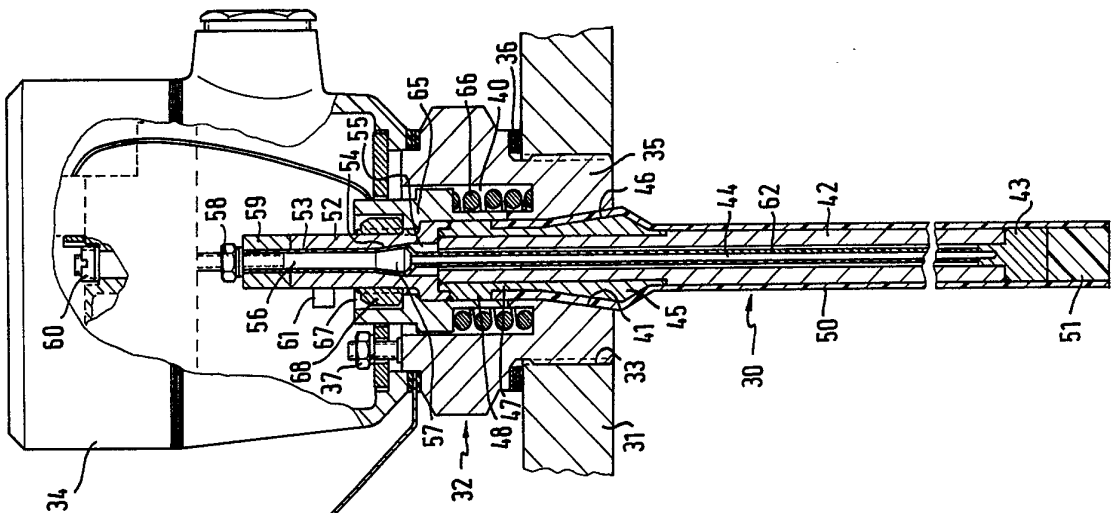


FIG. 5