



(10) **DE 10 2015 113 224 A1** 2017.02.16

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 113 224.9**

(22) Anmeldetag: **11.08.2015**

(43) Offenlegungstag: **16.02.2017**

(51) Int Cl.: **G01F 23/284** (2006.01)

G01S 13/08 (2006.01)

G01S 13/88 (2006.01)

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

(72) Erfinder:
**Seiler, Christian, 79424 Auggen, DE; Blödt,
Thomas, Basel, CH; Füglistaller, Jörg, Widen, CH**

(74) Vertreter:
**Koslowski, Christine, Dipl.-Chem. Dr. rer. nat.,
79576 Weil am Rhein, DE**

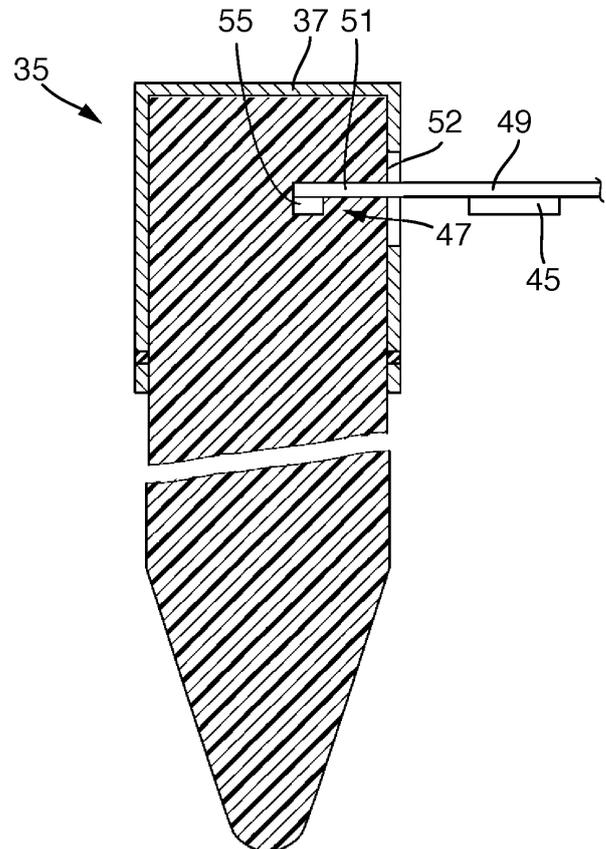
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2005 054 233 A1
DE 10 2011 015 894 A1
DE 10 2014 207 148 A1
JP H06- 140 801 A

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

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Radar-Füllstandsmessgerät**



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Radar-Füllstandsmessgerät zur Messung eines Füllstands eines Füllgutes in einem Behälter nach dem Laufzeitprinzip, umfassend eine Leiterplatte (1) mit einer Sende-/Empfangseinrichtung (2) zum Senden und Empfangen von hochfrequenten Radarwellen, wobei die Leiterplatte (1) mindestens zwei Öffnungen (3, 4) aufweist, ein Hohlleiter (7) mit mindestens zwei randseitigen Vorsprüngen (8, 9), wobei die Längen der mindestens zwei Vorsprünge (8, 9) größer sind als die Dicke der Leiterplatte (1), wobei die mindestens zwei Vorsprünge (8, 9) durch die mindestens zwei Öffnungen (3, 4) durchgeführt sind, so dass die mindestens zwei Vorsprünge (8, 9) zum Teil aus einer zweiten Seite der Leiterplatte (1) herausragen, ein Abschlussdeckel (11), der an den Teilen der mindestens zwei Vorsprünge (8, 9), die aus der zweiten Seite der Leiterplatte (1) herausragen, befestigt ist, so dass der Hohlleiter (7) mittels des Abschlussdeckels (11) an die Leiterplatte (1) befestigt ist.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Radar-Füllstandsmessgerät zur Messung eines Füllstands eines Füllgutes in einem Behälter nach dem Laufzeitprinzip.

[0002] Bei der Füllstandsmessung werden Mikrowellen mittels einer Antenne zur Oberfläche eines Füllgutes gesendet und die an der Oberfläche reflektierten Echowellen empfangen. Es wird eine die Echoamplituden als Funktion der Entfernung darstellende Echofunktion gebildet, aus der das wahrscheinliche Nutzecho und dessen Laufzeit bestimmt werden. Aus der Laufzeit wird der Abstand zwischen der Füllgutoberfläche und der Antenne bestimmt.

[0003] In der industriellen Messtechnik werden regelmäßig dielektrische Stabantennen und Hornantennen zum Senden und/oder Empfangen eingesetzt. Typischerweise wird ein Gehäuse verwendet, das einen Gehäuseabschnitt aufweist, der die Geometrie eines kurzgeschlossenen Hohlleiters besitzt.

[0004] In dem Gehäuseabschnitt mit der Hohlleitergeometrie ist ein Koppелеlement eingeführt, über das Mikrowellen durch den Gehäuseabschnitt hindurch gesendet und/oder empfangen werden. Die Mikrowellen werden beim Senden von einem entfernt angeordneten Mikrowellengenerator erzeugt und über Koaxialleitungen zu einer Sende-/Empfangseinrichtung transportiert. In der Antenne erfolgt über die Sende-/Empfangseinrichtung eine Umwandlung von zugeführten leitungsgebundenen Mikrowellen in Mikrowellen, die sich im freien Raum ausbreiten, und umgekehrt.

[0005] Zur Bestimmung des Füllstandes können alle bekannten Verfahren angewendet werden, die es ermöglichen, verhältnismäßig kurze Entfernungen mittels reflektierter Mikrowellen zu messen. Die bekanntesten Beispiele sind das Pulsradar und das Frequenzmodulations-Dauerstrichradar (FMCW-Radar).

[0006] WO1/88488 A1 beschreibt (siehe **Fig. 1**) ein Füllstandsmessgerät mit einer Stabantenne **35**. Die Stabantenne **35** umfasst einen zylindrischen Hohlleiter **39**, der mittels einer Rückwand **37** an einem Ende kurzgeschlossen ist. Das Füllstandsmessgerät weist eine Platine **49** auf, auf der sich ein Mikrowellengenerator **45** befindet. Die Platine **49** weist einen Abschnitt **51** auf, der durch eine Ausnehmung **52** in dem Hohlleiter **39** seitlich in die Stabantenne **35** eingeführt ist. Der Abschnitt **51** ist parallel zu der Rückwand **37** und von dieser beabstandet angeordnet. Das Sende-/Empfangselement **47** ist auf dem in die Stabantenne **35** hineinragenden Abschnitt **51** angeordnet.

[0007] Der Abstand zwischen dem Sende-/Empfangselement und der Rückwand muss in einem bestimmten Wertebereich liegen. Dieser Wertebereich hängt entscheidend von der Wellenlänge der Mikrowellen ab. Nachteilig an einem aus dem Stand der Technik bekannten Füllstandsmessgerät (siehe **Fig. 1**) ist, dass im Laufe der Zeit oder beim Vergrößen des Gehäuses die Platine sich verschieben kann und das Sende-/Empfangselement seinen Abstand zur Rückwand ändern kann. Dies führt zu einer destruktiven Überlagerung und folglich zu intensitätsschwachen abgestrahlten Mikrowellen, wodurch die Messgenauigkeit des Füllstandsmessgeräts beeinträchtigt wird.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Füllstandsmessgerät bereitzustellen, das genaue Werte für den Füllstand ermittelt.

[0009] Die Aufgabe wird durch den Gegenstand der Erfindung gelöst. Der Gegenstand der Erfindung ist ein Radar-Füllstandsmessgerät zur Messung eines Füllstands eines Füllgutes in einem Behälter nach dem Laufzeitprinzip, umfassend eine Leiterplatte mit einer Sende-/Empfangseinrichtung zum Senden und Empfangen von hochfrequenten Radarwellen und einer Auswerteeinheit zum Bestimmen der Laufzeit der von einer Oberfläche des Füllguts reflektierten Radarwellen, wobei die Leiterplatte mindestens zwei Öffnungen aufweist, wobei die Sende-/Empfangseinrichtung ein Koppелеlement zum Aus- und Einkoppeln der Radarwellen aufweist, wobei ein Ende des Koppелеlements an einer ersten Seite der Leiterplatte mittig zwischen den mindestens zwei Öffnungen angeordnet ist, ein Hohlleiter mit mindestens zwei randseitigen Vorsprüngen, die als Verlängerung an einem Ende des Hohlleiters parallel zur Längsachse des Hohlleiters ausgestaltet sind, wobei die Längen der mindestens zwei Vorsprünge größer sind als die Dicke der Leiterplatte, wobei die mindestens zwei Vorsprünge durch die mindestens zwei Öffnungen durchgeführt sind, so dass die mindestens zwei Vorsprünge zum Teil aus einer zweiten Seite der Leiterplatte herausragen, ein Abschlussdeckel, der an den Teilen der mindestens zwei Vorsprünge, die aus der zweiten Seite der Leiterplatte herausragen, befestigt ist, so dass der Hohlleiter mittels des Abschlussdeckels an die Leiterplatte befestigt ist.

[0010] Ein erfindungsgemäßes Radar-Füllstandsmessgerät ist einfacher zu montieren als das aus dem Stand der Technik bekannte. Darüber hinaus ist im montierten Zustand die Leiterplatte relativ zum Hohlleiter und relativ zum Abschlussdeckel unbeweglich und ändert Ihren Abstand zum Abschlussdeckel im Laufe der Zeit nicht. Beträgt der Abstand zwischen dem Koppелеlement auf der Leiterkarte und der Rückwand ein ganzzahliges Vielfaches der Hälfte der Wellenlänge der erzeugten Radarwellen, ist die

Intensität der Radarwellen und somit die Messgenauigkeit des Radar-Füllstandsmessgeräts maximal.

[0011] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist der Hohlleiter als ein Hornstrahler ausgestaltet.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Variante mündet der Hohlleiter an einem der Leiterplatte gegenüberliegenden Ende in einen Hornstrahler.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform weist der Abschlussdeckel mindestens zwei Aussparungen auf, wobei die mindestens zwei Aussparungen dermaßen ausgestaltet sind, dass die mindestens zwei Aussparungen eine formschlüssige Verbindung mit den Teilen der mindestens zwei Vorsprünge eingehen, die aus der zweiten Seite der Leiterplatte herausragen.

[0014] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Abschlussdeckel kongruent zu einer Oberfläche der Leiterplatte und zu den Teilen der mindestens zwei Vorsprünge, die aus der zweiten Seite der Leiterplatte herausragen, ausgestaltet, so dass Radarwellen nicht nach außerhalb des Hohlleiters oder des Abschlussdeckels gelangen.

[0015] Gemäß einer günstigen Weiterbildung weist der Hohlleiter einen kreisförmigen, elliptischen, rechteckigen oder quadratischen Querschnitt auf.

[0016] Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

[0017] Fig. 1: zeigt eine schematische Darstellung eines Radar-Füllstandsmessgeräts nach dem Stand der Technik, bei dem die Sende-/Empfangseinheit eine senkrecht zur Senderichtung verlaufende Mikrostreifenleitung aufweist,

[0018] Fig. 2: zeigt eine schematische Explosionsdarstellung eines erfindungsgemäßen Radar-Füllstandsmessgeräts, bei dem der Hohlleiter an einer Leiterplatte montiert wird, und

[0019] Fig. 3: zeigt eine schematische Seitenansicht eines montierten Radar-Füllstandsmessgeräts entsprechend **Fig. 2**.

[0020] Fig. 2 zeigt eine schematische Explosionsdarstellung eines erfindungsgemäßen Radar-Füllstandsmessgeräts (nicht dargestellt) zur Messung eines Füllstands eines Füllgutes in einem Behälter nach dem Laufzeitprinzip. Das Radar-Füllstandsmessgerät umfasst eine Leiterplatte **1**, auf dem eine Sende-/Empfangseinrichtung **2** zum Senden und Empfangen von hochfrequenten Radarwellen und eine Auswerteeinheit (nicht dargestellt) zum Bestimmen der Laufzeit der von einer Oberfläche des Füllguts reflektierten Radarwellen, angeordnet sind. Die

Leiterplatte **1** weist drei Öffnungen **3, 4, 5** auf, die länglich ausgestaltet sind und dermaßen gebogen auf der Leiterkarte **1** verlaufen, dass sie einen Kreis bilden. Die Sende-/Empfangseinrichtung **2** weist ein Koppелеlement **6** zum Aus- und Einkoppeln der Radarwellen auf, welches ebenfalls auf der Leiterplatte **1** angeordnet ist. Ein freies Ende des Koppелеlements **6** ist an einer ersten Seite der Leiterplatte **1** mittig zwischen den drei Öffnungen **3, 4, 5** angeordnet.

[0021] Ein Hohlleiter **7** des Radar-Füllstandsmessgeräts weist drei randseitige Vorsprünge **8, 9, 10** auf, die als Verlängerung eines Endes des Hohlleiters **7** parallel zur Längsachse des Hohlleiters **7** ausgestaltet sind. Die Längen der drei Vorsprünge **8, 9, 10** sind größer als die Dicke der Leiterplatte **1**. Die drei Vorsprünge **8, 9, 10** sind durch die drei Öffnungen **3, 4, 5** durchführbar, so dass die drei Vorsprünge **8, 9, 10** zum Teil aus einer zweiten Seite der Leiterplatte **1** herausragen.

[0022] Ein Abschlussdeckel **11** weist an einem Ende randseitig drei Aussparungen **12, 13** auf (die dritte Aussparung ist nicht dargestellt). Die drei Aussparungen **12, 13** des Abschlussdeckels **11** sind dermaßen ausgestaltet, dass sie eine formschlüssige Verbindung mit den drei Vorsprüngen **8, 9, 10** des Hohlleiters **7** eingehen können.

[0023] Das Montieren des Radar-Füllstandsmessgeräts läuft folgendermaßen ab. Zuerst werden die drei Vorsprünge **8, 9, 10** des Hohlleiters **7** durch die Öffnungen **3, 4, 5** der Leiterplatte **1** durchgeführt, bis ein Teil der Vorsprünge **8, 9, 10** auf einer gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte **1** herausragt. Anschließend wird der Abschlussdeckel **11** auf der zweiten Seite der Leiterplatte in die herausragenden Teile der Vorsprünge **8, 9, 10** geschoben, bis die drei Aussparungen **11, 12** des Abschlussdeckels **11** eine formschlüssige Verbindung mit den drei Vorsprüngen **8, 9, 10** des Hohlleiters **7** eingehen.

Bezugszeichenliste

1	Leiterplatte
2	Sende-/Empfangseinrichtung
3	Erste Öffnung
4	Zweite Öffnung
5	Dritte Öffnung
6	Koppелеlement
7	Hohlleiter
8	Erster Vorsprung
9	Zweiter Vorsprung
10	Dritter Vorsprung
11	Abschlussdeckel
12	Erste Aussparung
13	Zweite Aussparung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 01/88488 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Radar-Füllstandsmessgerät zur Messung eines Füllstands eines Füllgutes in einem Behälter nach dem Laufzeitprinzip, umfassend eine Leiterplatte (1) mit einer Sende-/Empfangseinrichtung (2) zum Senden und Empfangen von hochfrequenten Radarwellen und einer Auswerteeinheit zum Bestimmen der Laufzeit der von einer Oberfläche des Füllguts reflektierten Radarwellen, wobei die Leiterplatte (1) mindestens zwei Öffnungen (3, 4) aufweist, wobei die Sende-/Empfangseinrichtung (2) ein Koppellement (6) zum Aus- und Einkoppeln der Radarwellen aufweist, wobei ein Ende des Koppellements (6) an einer ersten Seite der Leiterplatte (1) mittig zwischen den mindestens zwei Öffnungen (3, 4) angeordnet ist, ein Hohlleiter (7) mit mindestens zwei randseitigen Vorsprüngen (8, 9), die als Verlängerung an einem Ende des Hohlleiters (7) parallel zur Längsachse des Hohlleiters (7) ausgestaltet sind, wobei die Längen der mindestens zwei Vorsprünge (8, 9) größer sind als die Dicke der Leiterplatte (1), wobei die mindestens zwei Vorsprünge (8, 9) durch die mindestens zwei Öffnungen (3, 4) durchgeführt sind, so dass die mindestens zwei Vorsprünge (8, 9) zum Teil aus einer zweiten Seite der Leiterplatte (1) herausragen, ein Abschlussdeckel (11), der an den Teilen der mindestens zwei Vorsprünge (8, 9), die aus der zweiten Seite der Leiterplatte (1) herausragen, befestigt ist, so dass der Hohlleiter (7) mittels des Abschlussdeckels (11) an die Leiterplatte (1) befestigt ist.

2. Radar-Füllstandsmessgerät nach Anspruch 1, wobei der Hohlleiter (7) als ein Hornstrahler ausgestaltet ist.

3. Radar-Füllstandsmessgerät nach Anspruch 1, wobei der Hohlleiter (7) an einem der Leiterplatte (1) gegenüberliegenden Ende in einen Hornstrahler mündet.

4. Radar-Füllstandsmessgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Abschlussdeckel (11) mindestens zwei Aussparungen (12, 13) aufweist, wobei die mindestens zwei Aussparungen (12, 13) dermaßen ausgestaltet sind, dass die mindestens zwei Aussparungen (12, 13) eine formschlüssige Verbindung mit den Teilen der mindestens zwei Vorsprünge (8, 9) eingehen, die aus der zweiten Seite der Leiterplatte (1) herausragen.

5. Radar-Füllstandsmessgerät nach Anspruch 4, wobei der Abschlussdeckel (11) kongruent zu einer Oberfläche der Leiterplatte (1) und zu den Teilen der mindestens zwei Vorsprünge (8, 9), die aus der zweiten Seite der Leiterplatte (1) herausragen, ausgestaltet ist, so dass Radarwellen nicht nach außerhalb des Hohlleiters (7) oder des Abschlussdeckels (11) gelangen.

6. Radar-Füllstandsmessgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hohlleiter (7) einen kreisförmigen, elliptischen, rechteckigen oder quadratischen Querschnitt aufweist.

7. Radar-Füllstandsmessgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Leiterplatte (1) aus mindestens zwei Lagen aufgebaut ist, wobei mindestens einer der zwei Lagen einen für Hochfrequenzwellen verlustarmen Material, insbesondere PEEK, PFTE, PP, PE oder Teflonkeramik aufweist, die bevorzugt in die Richtung des Hohlleiters (7) zeigt.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

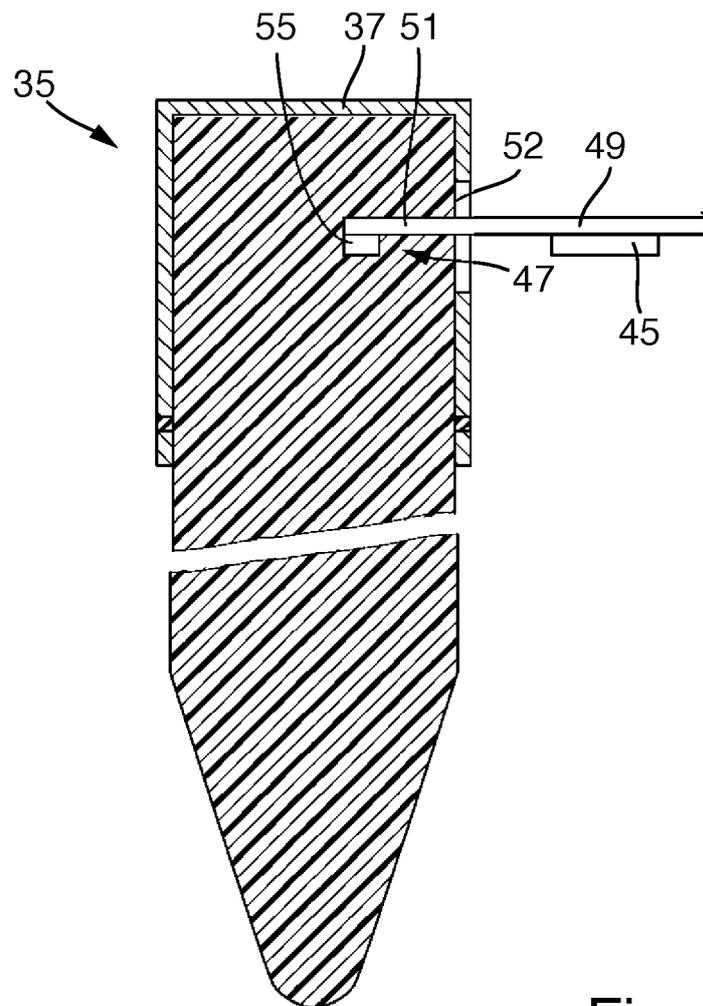


Fig. 1

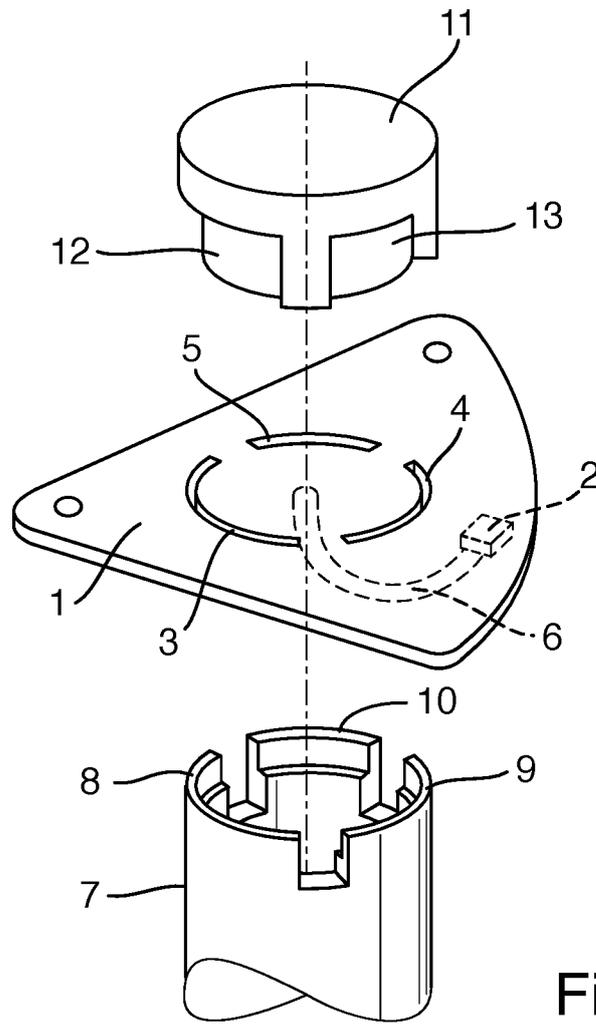


Fig. 2

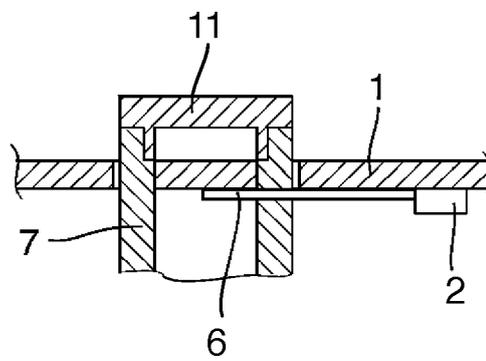


Fig. 3