

(19)



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 2 506 363 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
03.10.2012 Patentblatt 2012/40

(51) Int Cl.:  
H01P 5/107 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 12001275.2

(22) Anmeldetag: 27.02.2012

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

(30) Priorität: 01.04.2011 DE 102011015894

(71) Anmelder: KROHNE Messtechnik GmbH  
47058 Duisburg (DE)

(72) Erfinder:

- Schulz, Christian  
44791 Bochum (DE)
- Gerding, Michael, Dr.-Ing.  
44805 Bochum (DE)
- Deilmann, Michael, Dr.-Ing.  
45257 Essen (DE)

(74) Vertreter: Gesthuysen, von Rohr & Eggert  
Patentanwälte  
Postfach 10 13 54  
45013 Essen (DE)

### (54) Hohlleitereinkopplung

(57) Beschrieben und dargestellt ist Hohlleitereinkopplung (1), insbesondere für ein Radar-Füllstandmessgerät, mit einem Hohlleiter (2), einer Trägerplatte (3) und wenigstens einer Speiseleitung (4), wobei der Hohlleiter (2) auf der ersten Seite (5) der Trägerplatte (3) auf die Trägerplatte (3) aufgesetzt ist, die Speiseleitung (4) auf und/oder in der Trägerplatte (3) in den Innenbereich (6) des Hohlleiters (2) geführt ist und mit einem Ende (7) der Speiseleitung (4) im Innenbereich (6) des Hohlleiters (2) endet. Eine besondere Stabilität und einfache Fertigbarkeit der Hohlleitereinkopplung wird dadurch erreicht, dass die Trägerplatte (3) durchgehend auch in den Innenbereich (6) des Hohlleiters (2) und damit über das Ende (7) der Speiseleitung (4) hinaus erstreckt ist, dass in Nähe des Endes (7) der Speiseleitung (4) auf und/oder in der Trägerplatte (3) ein elektrisch leitfähiges Einkoppelement (9) angeordnet ist, so dass das Einkoppelement (9) kapazitiv mit der Speiseleitung (4) gekoppelt ist und das Einkoppelement (9) der Einkopplung von über die Speiseleitung (4) in den Hohlleiter (6) geführten elektromagnetischen Wellen in den Hohlleiter (6) dient.

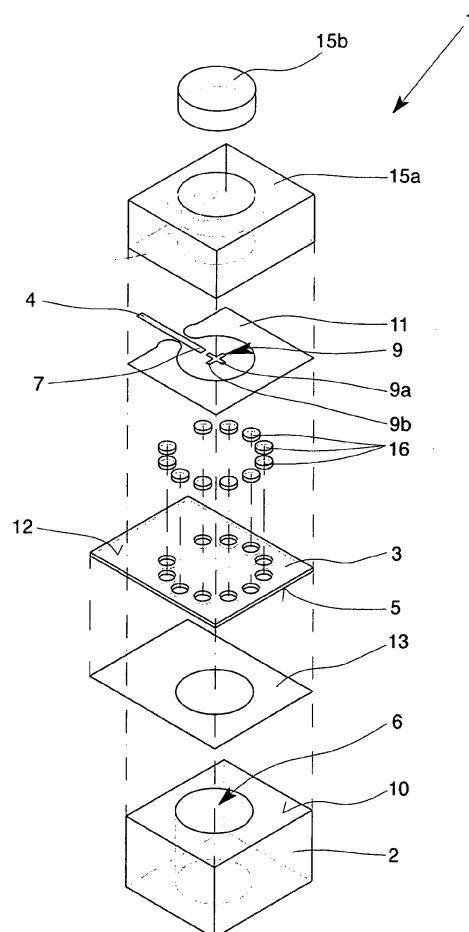


Fig. 5

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hohlleitereinkopplung, insbesondere für ein Radar-Füllstandmessgerät, mit einem Hohlleiter, einer Trägerplatte und wenigstens einer Speiseleitung, wobei der Hohlleiter auf der ersten Seite der Trägerplatte auf die Trägerplatte aufgesetzt ist, die Speiseleitung auf und/oder in der Trägerplatte in den Innenbereich des Hohlleiters geführt ist und die Speiseleitung mit einem Ende im Innenbereich des Hohlleiters endet.

**[0002]** Derartige Hohlleitereinkopplungen sind in der Hochfrequenztechnik seit langem bekannt und sie werden als Schnittstelle zwischen einer ein elektromagnetisches Signal erzeugenden Elektronikeinrichtung und der Einspeisung des leitungsgeführten Signals in den Innenraum des Hohlleiters verwendet. Bei aus dem Stand der Technik bekannten Hohlleitereinkopplungen besteht die Trägerplatte üblicherweise aus einer aus der Schaltungstechnik bekannten Platine, wobei die Speiseleitung häufig als Mikrostreifenleitung ausgeführt ist und durch eine Ausnehmung in dem Hohlleiter in den Innenraum des Hohlleiters geführt wird, wo sich die leitungsgeführte elektromagnetische Welle von der Speiseleitung trennt und sich als geführte elektromagnetische Welle in dem Hohlleiter ausbreitet. Bei der beispielhaft angeführten Anwendung im Rahmen eines Radar-Füllstandmessgeräts kann die geführte elektromagnetische Welle den Hohlleiter letztlich auch als Freiraumwelle verlassen, entweder unmittelbar nach Austritt aus dem Hohlleiter oder nach Durchlaufen einer sich an den Hohlleiter anschließenden Abstrahleinrichtung, die häufig zur Erzielung einer bestimmten Abstrahlcharakteristik vorgesehen ist; im letzteren Fall dient der Hohlleiter quasi nur als Übergangselement. Die Form des Hohlleiters wie auch das eingespeiste elektromagnetische Signal entscheiden darüber, welche Moden einer elektromagnetischen Welle sich letztlich in dem Hohlleiter ausbreiten. Üblicherweise werden elektromagnetische Wellen mit Frequenzen im GHz-Bereich für Radaranwendungen verwendet.

**[0003]** Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass das die Speiseleitung im Innenbereich des Hohlleiters umgebende Material der Trägerplatte entfernt wird - beispielsweise durch Fräsen -, so dass das Ende der Speiseleitung praktisch freigelegt ist. Dieser Vorgang ist vergleichsweise aufwendig, da insbesondere bei hochfrequenten elektromagnetischen Wellen die resultierenden Strukturen klein und damit mechanisch empfindlich sind, so dass hohe Anforderungen an die Präzision der auszuführenden Fräsarbeiten gestellt werden müssen. Derartige Konstruktionen sind beispielsweise bekannt aus Brumbi, D.: "Grundlagen der Radartechnik zur Füllstandmessung", 3. überarbeitete Auflage, 1999.

**[0004]** Es ist damit Aufgabe der Erfindung, eine solche Hohlleitereinkopplung anzugeben, die eine größere Stabilität aufweist und einfach zu fertigen ist.

**[0005]** Die zuvor hergeleitete Aufgabe ist bei der eingangs beschriebenen Hohlleitereinkopplung dadurch

gelöst, dass die Trägerplatte durchgehend auch in den Innenbereich des Hohlleiters und damit über das Ende der Speiseleitung hinaus erstreckt ist, dass in Nähe des Endes der Speiseleitung auf und/oder in der Trägerplatte ein elektrisch leitfähiges Einkoppelement angeordnet ist, so dass das Einkoppelement kapazitiv mit der Speiseleitung gekoppelt ist und das Einkoppelement der Einkopplung von über die Speiseleitung in den Hohlleiter geführten elektromagnetischen Wellen in den Hohlleiter dient. Dadurch, dass die Trägerplatte durchgehend auch in den Innenbereich des Hohlleiters erstreckt ist, also praktisch eine durchgehende Platte darstellt, entfällt der Arbeitsgang der Freistellung desjenigen Endes der Speiseleitung, das im Innenbereich des Hohlleiters endet, ferner werden mechanisch empfindliche Strukturen vermieden. Durch das elektrisch leitfähige Einkoppelement in der Nähe des Endes der Speiseleitung ist es möglich, die Hohlleitereinkopplung elektromagnetisch anzupassen und beispielsweise die Bandbreite um die gewünschte Mittenfrequenz der zu führenden elektromagnetischen Wellen zu beeinflussen.

**[0006]** Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn das Einkoppelement im Wesentlichen im Zentrum des Hohlleiters auf und/oder in der Trägerplatte angeordnet ist. Wenn zuvor davon die Rede ist, dass die Speiseleitung auf und/oder in der Trägerplatte geführt ist, oder dass das Einkoppelement auf und/oder in der Trägerplatte angeordnet ist, dann ist damit gemeint, dass die elektrisch leitenden Elemente nicht zwingend auf einer Oberfläche der Trägerplatte realisiert sein müssen, sondern vielmehr auch als leitfähige Strukturen in einer Leiterplatte realisiert sein können, wie dies beispielsweise von Multilayer-Platinen bekannt ist.

**[0007]** Als besonders geeignete Struktur für das Einkoppelement hat sich eine Kreuzform herausgestellt, so dass das Einkoppelement also einen Längssteg und einen Quersteg aufweist, wobei der Längssteg und der Quersteg kreuzförmig angeordnet sind. Der Längssteg und der Quersteg müssen selbstverständlich nicht als einzelne, sich überlappende Strukturen unterscheidbar sein, können vielmehr auch als eine einzige Struktur vorhanden sein, bei der lediglich geometrisch zwischen einem Längssteg und einem Quersteg unterschieden werden kann. Die Kreuzform des Einkoppelements bringt einen unerwarteten positiven Effekt hinsichtlich der erzielbaren und erzielten Bandbreite mit sich. Während mit herkömmlichen Konstruktionen Bandbreiten bei einer Anpassung von besser als 15 dB von meist nicht mehr als etwa 10 % der Trägerfrequenz erzielt werden, sind mit dem beschriebenen kreuzförmigen Einkoppelement Bandbreiten von etwa 20 % der Trägerfrequenz erzielbar, was einen erheblichen Vorteil mit sich bringt.

**[0008]** Durch Variation der Länge des Längssteges und der Länge des Quersteges kann beispielsweise die Bandbreite variiert werden, mit der eine Anpassung oberhalb einer vorgegebenen Dämpfung um eine gewünschte Mittenfrequenz erreicht wird.

**[0009]** Das Einkoppelement ist vorzugsweise so ausgestaltet, dass die charakteristischen Abmessungen des Einkoppelements im Bereich von einem Viertel der Wellenlänge der zu emittierenden elektromagnetischen Wellen liegen. Unter "charakteristischen Abmessungen" ist beispielsweise die Längs- und Quererstreckung des Einkoppelements gemeint, im Falle der kreuzförmigen Ausgestaltung des Einkoppelements also die Erstreckung des Längssteges und des Quersteges des Einkoppelements. In jedem Fall ist hier jedoch die effektive relative Permittivität der Konstruktion zu berücksichtigen - beispielweise sich ergebend aus den relativen Permittivitäten von Trägerplatte und umgebender Luft -, da diese als Skalierungsfaktor eingeht, wobei der Skalierungsfaktor genauer der Kehrwert der Wurzel aus der effektiven relativen Permittivität ist.

**[0010]** Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Trägerplatte auf ihrer ersten Seite, auf die der Hohlleiter aufgesetzt ist, oder auf ihrer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite oder in einer Zwischenschicht die Speiseleitung, das Einkoppelement und eine elektrisch leitfähige Schirmfläche aufweist. Selbstverständlich sind die elektrisch leitfähige Schirmfläche und die Speiseleitung getrennt voneinander realisiert, wobei die Speiseleitung, das Einkoppelement und die Schirmfläche insbesondere als Metallisierung der Trägerplatte realisiert sind. Es bietet sich an, die Herstellung dieser elektrisch leitfähigen Strukturen in bekannter Weise fotolithografisch vorzunehmen, da es hier ohne Weiteres möglich ist, die erforderliche Präzision bei der Ausführung der Strukturen auch im Bereich von Millimeter-Bruchteilen sauber auszuführen.

**[0011]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung kontaktiert die elektrisch leitfähige Schirmfläche den Hohlleiter an seiner Stirnfläche, wobei die Schirmfläche den Hohlleiter insbesondere großflächig umgibt. Da der elektrisch leitfähige Hohlleiter an seiner Stirnfläche mit der ebenfalls elektrisch leitfähigen Schirmfläche verbunden ist, ist es auf sehr einfache Weise möglich, Schirmfläche und Hohlleiter auf ein gemeinsames elektrisches Potential zu legen, beispielsweise auf Masse-Potential.

**[0012]** Es hat sich ebenfalls als vorteilhaft herausgestellt, wenn die Trägerplatte auf ihrer ersten Seite, auf der der Hohlleiter aufgesetzt ist, oder auf ihrer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite oder in einer Zwischenschicht eine großflächige weitere elektrisch leitfähige Schirmfläche aufweist und zwar bevorzugt außerhalb des Bereiches, der der inneren Querschnittsfläche des Hohlleiters gegenüberliegt, wobei die weitere Schirmfläche wiederum insbesondere als Metallisierung der Trägerplatte realisiert ist oder als metallische Zwischenschicht. Auf diese Weise lässt sich die gesamte Oberfläche der Trägerplatte auf einfache Weise mit einem definierten Potential versehen und lassen sich Störremissionen unterdrücken.

**[0013]** Im Rahmen der Erfindung ist erkannt worden, dass es auf überraschend einfache Weise möglich ist, unerwünschte Moden in dem Hohlleiter zu unterdrücken.

Dies kann dadurch erreicht werden, dass die Schirmfläche und/oder die weitere Schirmfläche mit einem Beeinflussungsfortsatz in die innere Querschnittsfläche des Hohlleiters hineinragt, wobei der Beeinflussungsfortsatz insbesondere auf das Zentrum der inneren Querschnittsfläche des Hohlleiters zulaufend ausgerichtet ist, bevorzugt in einer Flucht mit der Speiseleitung angeordnet ist. Dabei bleibt der Beeinflussungsfortsatz trotz seiner Orientierung in Richtung auf das Zentrum der inneren Querschnittsfläche des Hohlleiters in der Nähe des Umgangs der inneren Querschnittsfläche des Hohlleiters, ragt also vorzugsweise nicht in den Bereich des Einkoppelements.

**[0014]** Um einen Abschluss des Hohlleiters in der der Abstrahlrichtung entgegengesetzten Richtung zu erzielen, kann entweder eine leitfähige Kappe auf der zweiten Seite der Trägerplatte in geometrischer Fortsetzung des Hohlleiters aufgesetzt sein, wobei die elektrisch leitfähige Kappe dann mit ihrer Stirnfläche insbesondere die auf der zweiten Seite der Trägerplatte angeordnete großflächige Schirmfläche oder die weitere Schirmfläche kontaktiert. Alternativ kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Trägerplatte auf ihrer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite - oder wiederum in einer Zwischenschicht - in Fortsetzung des Hohlleiters eine elektrisch leitfähige Schicht als Abschluss des Hohlleiters aufweist. In beiden Varianten wird bevorzugt ein Abstand vom Abschluss des Hohlleiters zu dem Einkoppelement realisiert, der ebenfalls ein Viertel der Wellenlänge der geführten elektromagnetischen Wellen beträgt.

**[0015]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Hohlleiter und/oder die Kappe mit einer Vergussmasse ausgefüllt sind, wobei die Permittivität des als Vergussmasse verwendeten Dielektrikums bei der Dimensionierung derjenigen Strukturen zu berücksichtigen ist, die bei der Erzeugung und Führung der gewünschten elektromagnetischen Wellen beteiligt sind. Bei einer mit einer Vergussmasse gefüllten Hohlleitereinkopplung ist es besonders vorteilhaft, wenn die Trägerplatte im Bereich der inneren Querschnittsfläche des Hohlleiters wenigstens eine Ausnehmung aufweist - beispielsweise in Form einer Bohrung - da sich über diese Ausnehmungen eine zunächst noch flüssige Vergussmasse in alle Bereiche der Hohlleitereinkopplung ausbreiten kann.

**[0016]** Im Einzelnen gibt es nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, die erfindungsgemäße Hohlleitereinkopplung auszustalten und weiterzubilden. Dazu wird verwiesen einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche, andererseits auf die folgende Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigt

**55** Fig. 1 eine aus dem Stand der Technik bekannte Hohlleitereinkopplung in Seitenansicht und in Draufsicht,

- Fig. 2 eine Trägerplatte einer erfindungsgemäßen Hohlleitereinkopplung von der ersten Seite und von der zweiten Seite in Draufsicht,
- Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Trägerplatte für eine erfindungsgemäße Hohlleitereinkopplung,
- Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Trägerplatte für eine erfindungsgemäße Hohlleitereinkopplung und
- Fig. 5 eine Explosionsdarstellung einer erfindungsgemäßen Hohlleitereinkopplung.

**[0017]** In Fig. 1 ist eine aus dem Stand der Technik bekannte Hohlleitereinkopplung 1 dargestellt, wobei Fig. 1a einen Hohlleiter 2, eine Trägerplatte 3 und eine Speiseleitung 4 aufweist. Der Hohlleiter 2 ist im Montagezustand auf der ersten Seite 5 der Trägerplatte 3 auf die Trägerplatte 3 aufgesetzt, was in Fig. 1a durch eine strichpunktisierte Linie angedeutet ist.

**[0018]** Die Speiseleitung 4 ist auf der Trägerplatte 3 in den Innenbereich 5 des Hohlleiters geführt, jedenfalls trifft das auf den Montagezustand zu. Die Speiseleitung 4 endet demnach mit einem Ende 7 im Innenbereich 6 des Hohlleiters 2, wobei das Ende 7 der Speiseleitung 4 in axialer Richtung des Hohlleiters 2 betrachtet in den Innenbereich 6 des Hohlleiters 2 hineinragt, tatsächlich also an einem äußeren Ende im Einstrahlungsbereich des Hohlleiters 2 vorgesehen ist. In Fig. 1b ist gut zu erkennen, dass das eine Ende 7 der Speiseleitung 4 in dem Innenbereich 6 des in Fig. 1b selbst nicht dargestellten Hohlleiters endet und dort freigestellt ist, nämlich in eine gefräste Ausnehmung 8 hineinragt. Es ist ohne weiteres vorstellbar, dass das Ende 7 der Speiseleitung 4 umständlich herzustellen ist und darüber hinaus mechanisch sehr empfindlich ist.

**[0019]** In den Fig. 2 bis 5 sind erfindungsgemäße Hohlleitereinkopplungen 1 bzw. Bestandteile solcher Hohlleitereinkopplungen 1 dargestellt. Im Unterschied zu den aus dem Stand der Technik bekannten Hohlleitereinkopplungen ist in den Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 2 bis 5 die Trägerplatte 3 durchgehend auch in den Innenbereich 6 des Hohlleiters 2 erstreckt, so dass also das Ende 7 der Speiseleitung 4 nicht freigestellt ist, also keine an die Kontur des Endes 7 der Speiseleitung 4 angepasste Ausnehmung im Innenbereich des Hohlleiters in der Trägerplatte 3 vorgesehen ist. Es entfällt hier demnach der aufwändige Bearbeitungsschritt der Herstellung einer präzisen Durchbrechung der Trägerplatte 3. Ferner ist in den Fig. 2 bis 5 erkennbar, dass in der Nähe des Endes 7 der Speiseleitung 4 auf der Trägerplatte 3 ein elektrisch leitfähiges Einkoppelement 9 vorgesehen ist, wobei die Angabe "in der Nähe des Endes 7 der Speiseleitung 4" dahingehend zu verstehen ist, dass das Einkoppelement 9 kapazitiv mit der Speiseleitung 4 bzw. mit dem Ende 7 der Speiseleitung 4 ge-

koppelt ist und das Einkoppelement 9 der Einkopplung von über die Speiseleitung 4 in den Hohlleiter 6 geführten elektromagnetischen Wellen in den Hohlleiter 6 dient.

**[0020]** Die Formgebung des Einkoppelements 9 ist entscheidend für die Anpassung der Hohlleitereinkopplung, wobei es ungeachtet von der Form des Einkoppelements 9 vorteilhaft ist, wenn - wie in den Fig. 2 bis 5 dargestellt - das Einkoppelement 9 im Wesentlichen im Zentrum des Hohlleiters 2 auf der Trägerplatte 3 angeordnet ist; die von dem Einkoppelement 9 emittierten elektromagnetischen Wellen werden so praktisch symmetrisch in Bezug auf die Wandung des Hohlleiters 2 emittiert.

**[0021]** Bei den Ausführungsbeispielen ist vorgesehen, dass das Einkoppelement 9 einen Längssteg 9a und einen Quersteg 9b aufweist, wobei der Längssteg 9a und der Quersteg 9b insgesamt ein Kreuz bilden. Eine gute Anpassung der Hohlleitereinkopplung 1 wird in erster Linie durch den Längssteg 9a realisiert, wobei mit dem Quersteg 9b weitere, jedoch vom Umfang nicht so erhebliche Verbesserungen der Anpassung erzielt werden.

**[0022]** In den dargestellten Ausführungsbeispielen liegen die charakteristischen Abmessungen des Einkoppelements 9 im Bereich von einem Viertel der Wellenlänge der zu emittierenden elektromagnetischen Wellen, wobei die charakteristischen Abmessungen im vorliegenden Fall jeweils die Längserstreckung des Längssteges 9a und des Quersteges 9b sind.

**[0023]** In den Fig. 2a und 3 bis 5 ist zu erkennen, dass die Speiseleitung 4 im Wesentlichen gerade auf das Zentrum der inneren Querschnittsfläche des Hohlleiters 2 zulaufend ausgerichtet ist, im Falle des runden Hohlleiters 2 also radial erstreckt ist, wobei der Längssteg 9a des Einkoppelements 9 in Verlängerung der Speiseleitung 4 angeordnet ist.

**[0024]** Die in den Figuren 2 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiele zeichnen sich dadurch aus, dass die Trägerplatte 3 auf ihrer ersten Seite 5, auf die der Hohlleiter im Montagezustand aufgesetzt ist - nicht dargestellt in den Fig. 2 und 4 - die Speiseleitung 4, das Einkoppelement 9 und eine den - in den Fig. 2 und 4 nicht dargestellten - Hohlleiter an seiner Stirnfläche 10 kontaktierende, den Hohlleiter insbesondere großflächig umgebende elektrisch leitfähige Schirmfläche 11 aufweist, wobei die Speiseleitung 4, das Einkoppelement 9 und die Schirmfläche 11 als Metallisierung der Trägerplatte 3 realisiert sind. In der Fig. 2, insbesondere der Fig. 2b ist dargestellt, dass die Trägerplatte 3 auf ihrer der ersten Seite 5 gegenüberliegenden zweiten Seite 12 eine großflächige weitere elektrisch leitfähige Schirmfläche 13 aufweist und zwar außerhalb des Bereiches, der der inneren Querschnittsfläche des Hohlleiters gegenüberliegt, wobei die weitere Schirmfläche 13 ebenfalls als Metallisierung der Trägerplatte 3 realisiert ist.

**[0025]** Die Hohlleitereinkopplung 1 in Fig. 5 zeigt einen genau entgegengesetzten Aufbau der Belegung der ersten Seite 5 und der zweiten Seite 12 der Trägerplatte 3. In dem dort dargestellten Ausführungsbeispiel ist der

Hohlleiter 2 zwar ebenfalls auf der ersten Seite 5 der Trägerplatte 3 aufgesetzt, jedoch sind die Speiseleitung 4 und das Einkoppelement 9 auf der zweiten Seite 12 der Trägerplatte 3 als Metallisierung realisiert, was ebenso gut funktioniert; beide dargestellten Lösungen sind technisch gleichwertig und ebenso einfach herzustellen.

**[0026]** Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist keine ausgedehnte Schirmfläche vorgesehen, sondern nur eine elektrisch leitende Kontaktierungsfläche 14, auf die der Hohlleiter aufgesetzt werden kann. Bei der Trägerplatte 3 gemäß Fig. 4 ist vorgesehen, dass die elektrisch leitfähige Schirmfläche 11 mit einem Beeinflussungsfortsatz 14 in die innere Querschnittsfläche des Hohlleiters hineinragt, wobei der Beeinflussungsfortsatz 14 auf das Zentrum der inneren Querschnittsfläche des Hohlleiters, vorliegend nämlich in einer Flucht mit der Speiseleitung 4 angeordnet ist. Die Speiseleitung 4, der Längssteg 9a und der Beeinflussungsfortsatz 14 liegen quasi in einer Linie.

**[0027]** In Fig. 5 ist ferner dargestellt, dass auf der zweiten Seite 12 der Trägerplatte 3 in Fortsetzung des Hohlleiters 2 eine elektrisch leitfähige Kappe 15 als Abschluss des Hohlleiters 2 aufgesetzt ist, wobei die elektrisch leitfähige Kappe 15 aus einem elektrisch leitfähigen Basis- teil 15a und einem elektrisch leitfähigen Abschlusselement 15b besteht, wobei das Abschlusselement 15b in das Basisteil 15a einfügbar ist.

**[0028]** In Fig. 5 ist ferner dargestellt, dass eine elektrisch leitfähige Verbindung zwischen dem Hohlleiter 2 und der Kappe 15 hergestellt ist durch mehrere Durchkontaktierungen 16, die in die Trägerplatte 3 eingelassen sind. Die Durchkontaktierungen 16 stellen eine elektrisch leitende Verbindung her zwischen der elektrisch leitfähigen Schirmfläche 11 auf der einen Seite der Trägerplatte 3 und der weiteren elektrisch leitfähigen Schirmfläche 13 auf der anderen Seite des Trägerelements 3. Wie bereits schon erwähnt, ist es für die technische Funktion nicht entscheidend, ob die Speiseleitung 4, das Einkoppelement 9 und die Schirmfläche 11 auf der Seite des Hohlleiters 2 des Trägerelements 3 oder auf der Seite des Abschlusses 15 vorgesehen sind, genauso wenig wie es von entscheidender Bedeutung ist, ob die weitere Schirmfläche 13 auf der dem Hohlleiter 2 zugewandten Seite der Trägerplatte 3 vorgesehen ist oder auf der anderen, dem Abschluss 15 zugewandten Seite der Trägerplatte 3. Durchkontaktierungen 16 sind ferner auch in Fig. 3 dargestellt.

**[0029]** Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel ist für die Einkopplung von elektromagnetischen Wellen mit einer Mittenfrequenz von 80 GHz ausgelegt, vorliegend zur Einkopplung einer linear polarisierten elektromagnetischen Welle, wobei der Hohlleiter rund und mit einem Innendurchmesser von 2,6 mm ausgeführt ist, der Längssteg 9a und der Quersteg 9b des Einkoppelements 9 eine Länge von je 0,84 mm aufweisen, und die Trägerplatte 3 eine Kantenlänge von etwa 6 mm aufweist. Durch die geschickte Wahl der Formgebung und der Abmessungen des Einkoppelements 9 ist es mög-

lich, eine Anpassung besser als 15 dB für eine Bandbreite von ca. 17 GHz bzw. von 21% der Mittenfrequenz zu erzielen. Zu beachten ist hier, dass die Angaben für eine Konstruktion ohne Verguss gelten, bei einem Verguss ist bei der Dimensionierung zusätzlich die relative Permittivität der Vergussmasse zu berücksichtigen

**[0030]** Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist optimiert für eine Einkopplung einer linear polarisierten elektromagnetischen Welle mit einer Mittenfrequenz von 6 GHz, wobei der - nicht dargestellte Hohlleiter - rund und mit einem Innendurchmesser von 21,6 mm ausgeführt ist, der Längssteg 9a des Einkoppelements 9 eine Länge von 5,5 mm aufweist und der Quersteg 9b des Einkoppelements 9 eine Länge von 7,4 mm aufweist und wobei die Trägerplatte 3 eine Kantenlänge von etwa 32 mm hat. In diesem Ausführungsbeispiel wird eine Vergussmasse mit einer relativen Permittivität von etwa 4 verwendet, die auch bei der vorgenannten Auslegung berücksichtigt worden ist. Wird der Verguss weggelassen oder durch einen Verguss mit einer anderen relativen Permittivität ersetzt, sind die Abmessungen entsprechend anzupassen.

**[0031]** In Fig. 3 ist ferner gezeigt, dass die Trägerplatte im Bereich der inneren Querschnittsfläche des Hohlleiters Ausnehmungen 17a, 17b aufweist, die vor allem der besseren Verfüllbarkeit der Hohlleitereinkopplung 1 mit einer Vergussmasse dienen und als Bohrungen ausgeführt sind. Diese Bohrungen sind einfach herzustellen und schmälern den Vorteil der dargestellten Ausführungsform einer Hohlleitereinkopplung 1 mit einer sonst durchgehenden Trägerplatte 3 nicht, da Bohrungen im Vergleich zu einer gefrästen Freistellung der Speiseleitung 4 sehr einfach herzustellen sind.

## Patentansprüche

1. Hohlleitereinkopplung (1), insbesondere für ein Radar-Füllstandmessgerät, mit einem Hohlleiter (2), einer Trägerplatte (3) und wenigstens einer Speiseleitung (4), wobei der Hohlleiter (2) auf einer ersten Seite (5) der Trägerplatte (3) auf die Trägerplatte (3) aufgesetzt ist, die Speiseleitung (4) auf und/oder in der Trägerplatte (3) in den Innenbereich (6) des Hohlleiters (2) geführt ist und die Speiseleitung (4) mit einem Ende (7) im Innenbereich (6) des Hohlleiters (2) endet,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Trägerplatte (3) durchgehend auch in den Innenbereich (6) des Hohlleiters (2) und damit über das Ende (7) der Speiseleitung (4) hinaus erstreckt ist, dass in Nähe des Endes (7) der Speiseleitung (4) auf und/oder in der Trägerplatte (3) ein elektrisch leitfähiges Einkoppelement (9) angeordnet ist, so dass das Einkoppelement (9) kapazitiv mit der Speiseleitung (4) gekoppelt ist und das Einkoppelement (9) der Einkopplung von über die Speiseleitung (4) in den Hohlleiter (6) geführten elektromagnetischen Welle mit einer Mittenfrequenz von 80 GHz ausgelegt ist.

- gnetischen Wellen in den Hohlleiter (6) dient.
2. Hohlleitereinkopplung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einkoppelement (9) im Wesentlichen im Zentrum der inneren Querschnittsfläche des Hohlleiters (2) auf und/oder in der Trägerplatte (3) angeordnet ist. 5
3. Hohlleitereinkopplung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einkoppelement (9) einen Längssteg (9a) und einen Quersteg (9b) aufweist, wobei der Längssteg (9a) und der Quersteg (9b) kreuzförmig angeordnet sind. 10
4. Hohlleitereinkopplung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die charakteristischen Abmessungen des Einkoppelements (9) unter Berücksichtigung der effektiven relativen Permittivität der Hohlleitereinkopplung im Bereich von einem Viertel der Wellenlänge der zu emittierenden elektromagnetischen Wellen liegt, wobei sich die effektive relative Permittivität insbesondere ergibt aus den relativen Permittivitäten der Trägerplatte (3) und des die Trägerplatte (3) umgebenden Mediums. 15
5. Hohlleitereinkopplung (1) nach Anspruch einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Speiseleitung (4) im Wesentlichen gerade auf das Zentrum der inneren Querschnittsfläche des Hohlleiters (2) zulaufend ausgerichtet ist, insbesondere wobei der Längssteg (9a) des Einkoppelements (9) in Verlängerung der Speiseleitung (4) angeordnet ist. 20
6. Hohlleitereinkopplung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trägerplatte (3) auf ihrer ersten Seite (5), auf der der Hohlleiter (2) aufgesetzt ist, oder auf ihrer der ersten Seite (5) gegenüberliegenden zweiten Seite (12) oder in einer Zwischenschicht die Speiseleitung (4), das Einkoppelement (9) und eine elektrisch leitfähige Schirmfläche (11) aufweist, wobei die Speiseleitung (4), das Einkoppelement (9) und die Schirmfläche (11) insbesondere als Metallisierung der Trägerplatte (3) realisiert sind. 25
7. Hohlleitereinkopplung (1) nach einem der Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitfähige Schirmfläche (11) den Hohlleiter (2) an seiner Stirnfläche (10) kontaktiert und die Schirmfläche (11) den Hohlleiter (2) insbesondere großflächig umgibt. 30
8. Hohlleitereinkopplung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trägerplatte (3) auf ihrer ersten Seite (5), auf der der Hohlleiter (2) aufgesetzt ist, oder auf ihrer der ersten Seite (5) gegenüberliegenden zweiten Seite (12) oder in einer Zwischenschicht eine großflächige weitere elektrisch leitfähige Schirmfläche (13) aufweist und zwar außerhalb des Bereiches, der der inneren Querschnittsfläche des Hohlleiters (2) gegenüberliegt, wobei die weitere Schirmfläche (13) insbesondere als Metallisierung der Trägerplatte (3) realisiert ist. 35
9. Hohlleitereinkopplung (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schirmfläche (11) und/oder die weitere Schirmfläche (13) mit einem Beeinflussungsfortsatz (14) in die innere Querschnittsfläche des Hohlleiters (2) hineinragt, wobei der Beeinflussungsfortsatz (14) insbesondere auf das Zentrum der inneren Querschnittsfläche des Hohlleiters (2) zulaufend ausgerichtet ist, bevorzugt in einer Flucht mit der Speiseleitung (4) angeordnet ist. 40
10. Hohlleitereinkopplung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der zweiten Seite (12) der Trägerplatte (3) in geometrischer Fortsetzung des Hohlleiters (2) eine elektrisch leitfähige Kappe (15) als Abschluss des Hohlleiters (2) aufgesetzt ist, die elektrisch leitfähige Kappe (15) mit ihrer Stirnfläche (16) insbesondere die auf der zweiten Seite (12) der Trägerplatte (3) angeordnete Schirmfläche (12) oder die weitere Schirmfläche (13) kontaktiert. 45
11. Hohlleitereinkopplung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trägerplatte auf ihrer der ersten Seite (5) gegenüberliegenden zweiten Seite (12) oder in einer Zwischenschicht in Fortsetzung des Hohlleiters (2) eine elektrisch leitfähige Schicht als Abschluss des Hohlleiters aufweist. 50
12. Hohlleitereinkopplung (1) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine elektrisch leitfähige Verbindung zwischen dem Hohlleiter (2) und der Kappe (15) oder zwischen dem Hohlleiter (2) und der als Abschluss des Hohlleiters (2) dienen den leitfähigen Schicht hergestellt ist, insbesondere mittels wenigstens einer Durchkontaktierung (16) durch die Trägerplatte (3). 55
13. Hohlleitereinkopplung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Einkopplung einer linear polarisierten elektromagnetischen Welle mit einer Mittenfrequenz von 80 GHz, der Hohlleiter (2) rund und mit einem Innen durchmesser von etwa 2,6 mm ausgeführt ist, der Längssteg (9a) und der Quersteg (9b) des Einkoppelements (9) eine Länge von je etwa 0,84 mm aufweisen und die Trägerplatte (3) bevorzugt eine Kantenlänge von etwa 6 mm aufweist.

14. Hohlleitereinkopplung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Einkopplung einer linear polarisierten elektromagnetischen Welle mit einer Mittenfrequenz von 6 GHz der Hohlleiter (2) rund und mit einem Innen-durchmesser von etwa 21,6 mm ausgeführt ist, der Längssteg (9a) des Einkoppelements (9) eine Länge von etwa 5,5 mm aufweist und der Quersteg (9b) des Einkoppelements (9) etwa eine Länge von 7,4 mm aufweist und die Trägerplatte (3) bevorzugt eine Kantenlänge von etwa 32 mm aufweist, wobei eine Verguss der Hohlleitereinkopplung (1) mit einer Vergussmasse mit einer relativen Permittivität von etwa 4 vorliegt.

5

10

15

15. Hohlleitereinkopplung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlleiter (2) und/oder die Kappe (15) mit einer Vergussmasse ausgefüllt sind.

20

16. Hohlleitereinkopplung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trägerplatte im Bereich der innere Querschnittsfläche des Hohlleiters wenigstens eine Ausnehmung aufweist, insbesondere zur besseren Verfüllbarkeit mit einer Vergussmasse, insbesondere in Form wenigstens einer Bohrung (16).

25

30

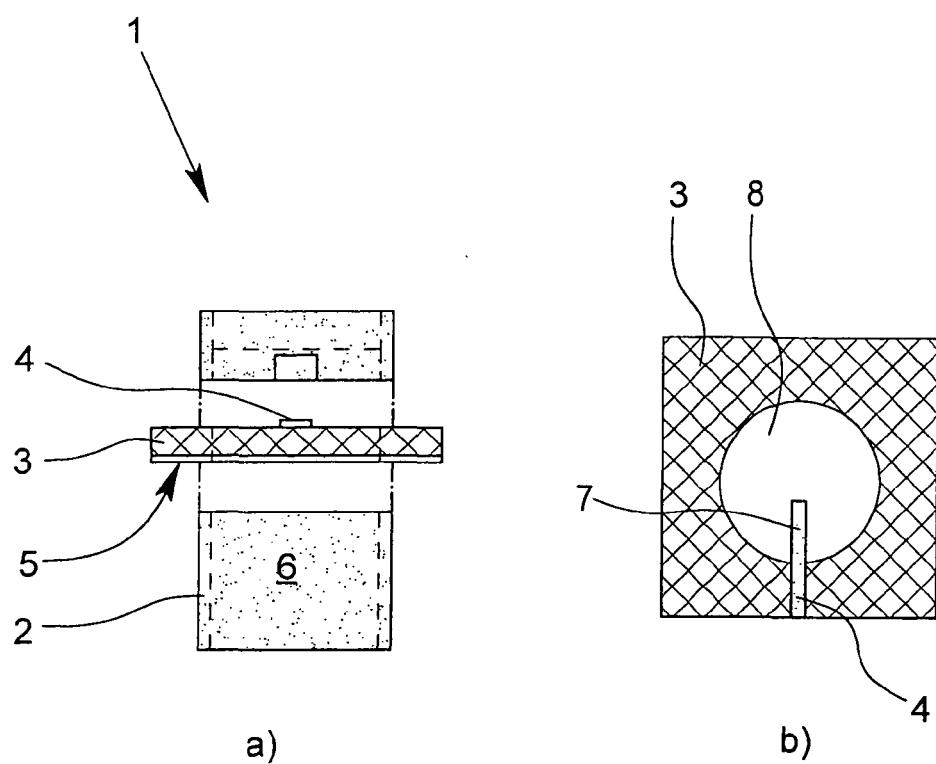
35

40

45

50

55



Stand der Technik

Fig. 1

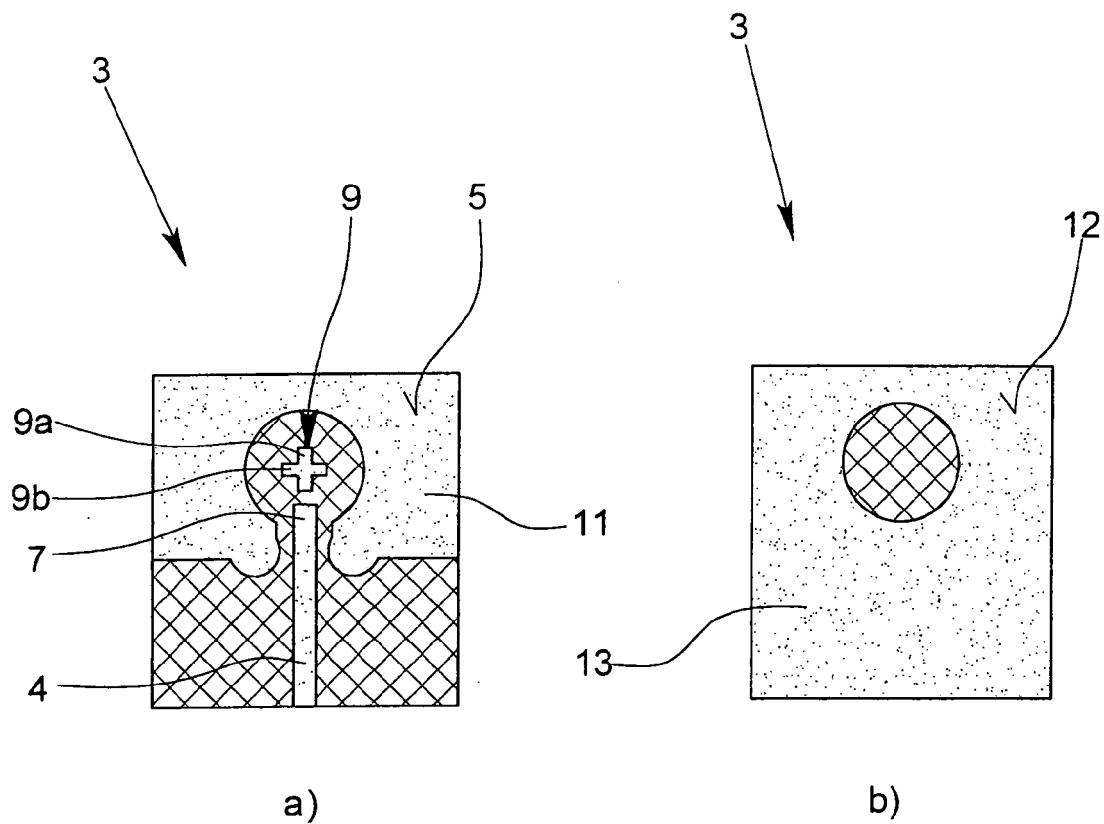
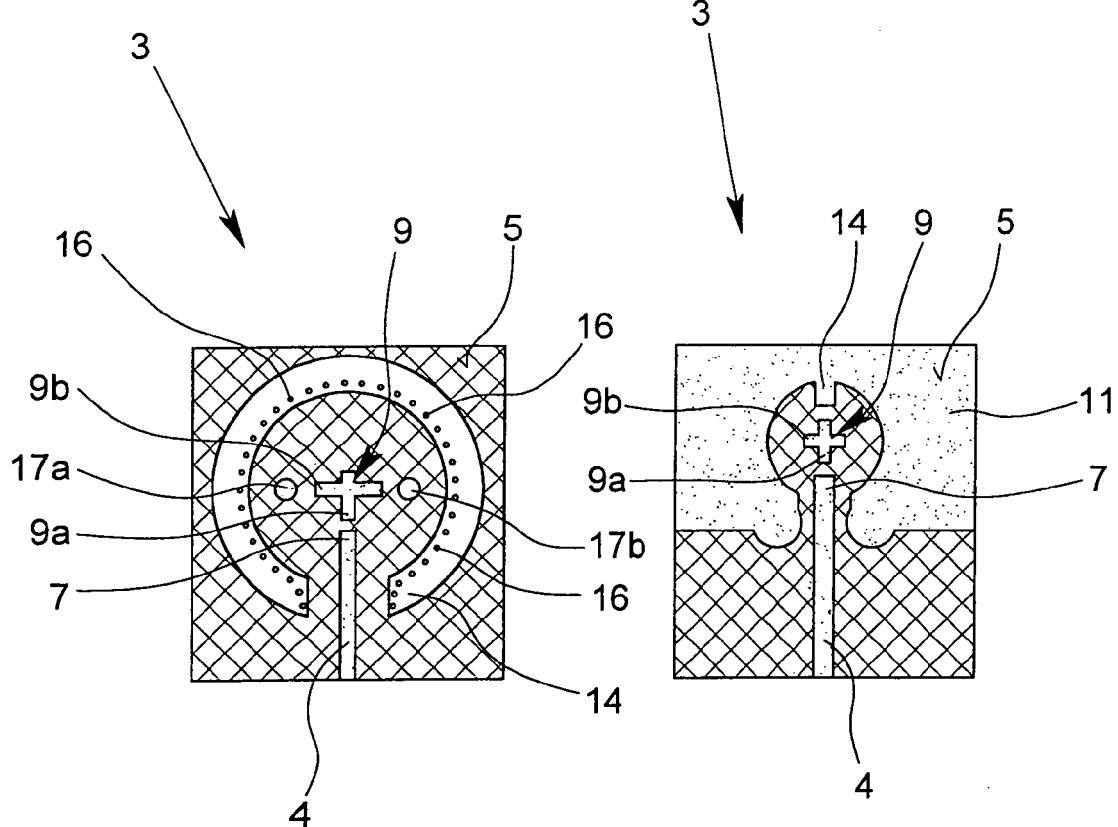


Fig. 2



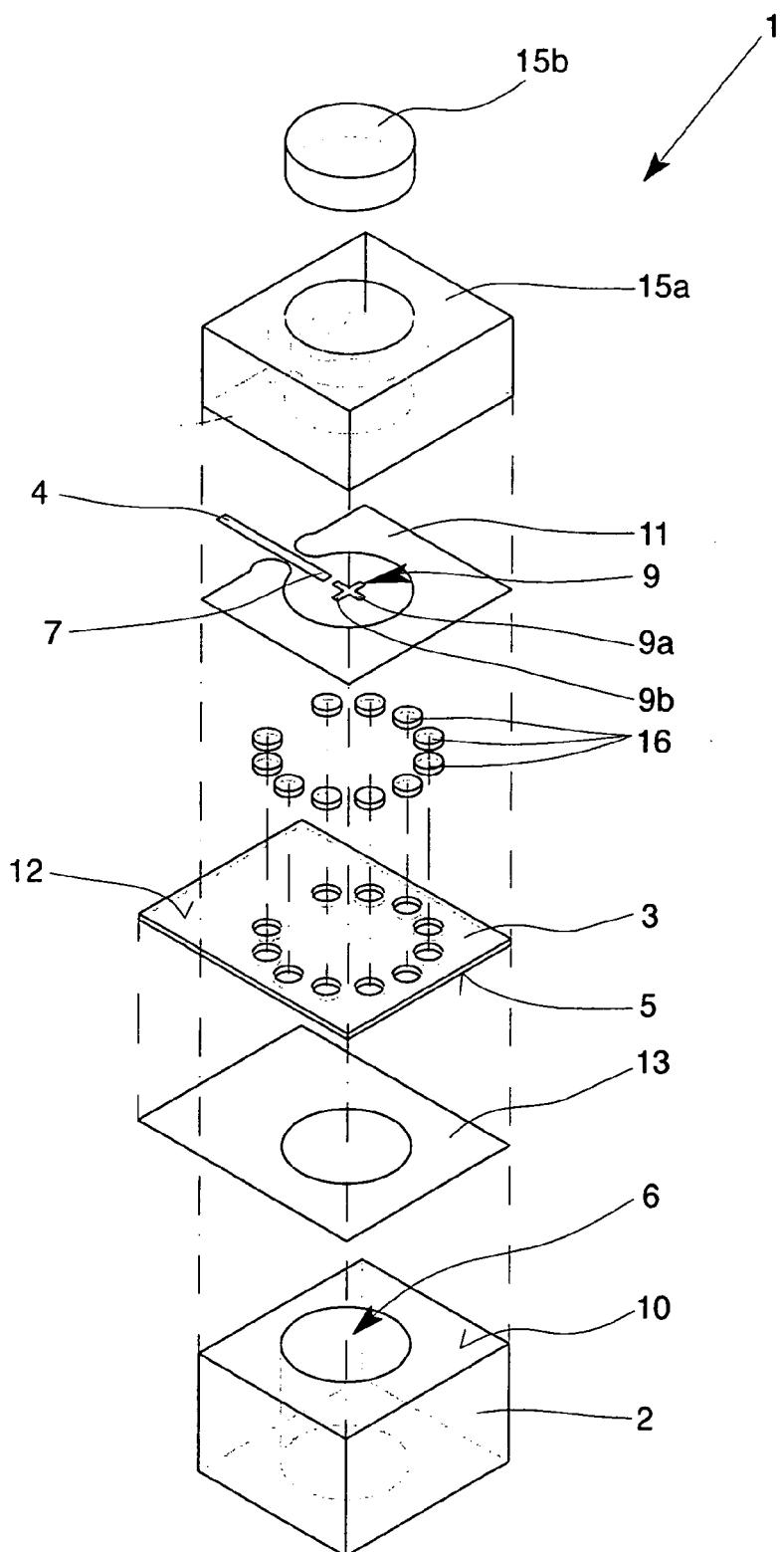


Fig. 5



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 12 00 1275

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	
X	US 2006/255875 A1 (IIO KENICHI [JP]) 16. November 2006 (2006-11-16)	1,2,4,5, 10,11, 13,14	INV. H01P5/107
Y	* Absatz [0035] - Absatz [0047] * * Absatz [0062] - Absatz [0067] * * Abbildungen 1, 7-10 *	6-9,12, 15,16	
X	US 2010/225410 A1 (MARGOMENOS ALEXANDROS [US] ET AL) 9. September 2010 (2010-09-09)	1,4, 6-10, 12-14	
Y	* das ganze Dokument *	11,15,16	
Y	JP 2007 013450 A (HITACHI INT ELECTRIC INC) 18. Januar 2007 (2007-01-18) * Absatz [0008] * * Absatz [0014] - Absatz [0018] * * Absatz [0029] - Absatz [0030] * * Absatz [0035] * * Abbildungen 1, 2, 3, 4, 9 *	1-16	
Y	EP 0 071 069 A2 (HIRSCHMANN RADIOTECHNIK [DE]) 9. Februar 1983 (1983-02-09) * Seite 3, Zeile 2 - Zeile 9 * * Seite 4, Zeile 10 - Zeile 14 * * Abbildung 3 *	9	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC) H01P
Y	US 2 829 348 A (KOSTRIZA JOHN A ET AL) 1. April 1958 (1958-04-01) * das ganze Dokument *	1-16	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 10. August 2012	Prüfer Köppe, Maro
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 00 1275

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-08-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2006255875	A1	16-11-2006		KEINE		
US 2010225410	A1	09-09-2010		KEINE		
JP 2007013450	A	18-01-2007	JP JP	4473182 B2 2007013450 A	02-06-2010 18-01-2007	
EP 0071069	A2	09-02-1983	DE EP FI	3129425 A1 0071069 A2 822598 A	10-02-1983 09-02-1983 26-01-1983	
US 2829348	A	01-04-1958		KEINE		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- **BRUMBI, D.** Grundlagen der Radartechnik zur Füllstandmessung. 1999 **[0003]**