

(19)



(11)

**EP 4 485 686 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**01.01.2025 Patentblatt 2025/01**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**H01Q 1/14** <sup>(2006.01)</sup> **H01Q 1/22** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01P 3/16** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **23181523.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**H01Q 1/225; H01Q 1/14; H01P 3/16**

(22) Anmeldetag: **26.06.2023**

(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 ME MK MT NL  
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

• **WÄLDE, Steffen**  
**78078 Niedereschach (DE)**  
• **BADER, Tobias**  
**77716 Haslach (DE)**

(74) Vertreter: **Maiwald GmbH**  
**Engineering**  
**Elisenhof**  
**Elisenstrasse 3**  
**80335 München (DE)**

(71) Anmelder: **VEGA Grieshaber KG**  
**77709 Wolfach (DE)**

### Bemerkungen:

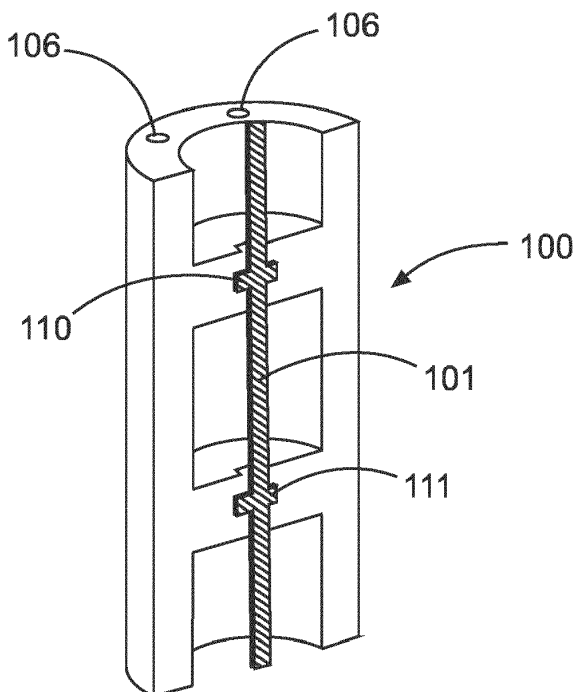
(72) Erfinder:  
• **WEINZIERLE, Christian**  
**77709 Wolfach (DE)**

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)  
EPÜ.

## (54) DIELEKTRISCHE WELLENLEITERANORDNUNG

(57) Dielektrische Wellenleiteranordnung für ein Radargerät, aufweisend einen dielektrischen Wellenleiter und eine Halterung, welche den dielektrischen Wellen-

leiter zumindest teilweise umfasst, wobei die Halterung an ihrer Stirnfläche zumindest eine Ausnehmung oder Ausstülpung aufweist.



**Fig. 4**

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft Messgeräte zur Prozessautomatisierung im industriellen oder privaten Umfeld. Insbesondere betrifft die vorliegende Offenbarung eine dielektrische Wellenleiteranordnung für ein Radargerät, ein Radargerät mit einer solchen dielektrischen Wellenleiteranordnung und eine Verwendung.

### Technischer Hintergrund

**[0002]** Wellenleiter sind geeignet, Hochfrequenzwellen (HF-Wellen) zu übertragen, z.B. von einem HF-Generator zu einer Antenne. Für zumindest einige Wellenleiter - z.B. ab einer bestimmten Länge des Wellenleiters - kann es erforderlich sein, eine oder mehrere Halterungen und/oder andere Stützvorrichtung an dem Wellenleiter anzuordnen, z.B. um den Wellenleiter zu stützen. Bei zumindest einigen Wellenleitern, z.B. bei einigen Typen von dielektrischen Wellenleitern, können diese Halterungen jedoch zu einem Austreten der HF-Wellen aus dem Wellenleiter und/oder zu Störreflexionen im HF-Signal führen.

### Zusammenfassung

**[0003]** Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine dielektrische Wellenleiteranordnung für ein Radargerät bereitzustellen, welche eine gute Signalqualität ermöglicht.

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der folgenden Beschreibung von Ausführungsformen.

**[0005]** Ein erster Aspekt der vorliegenden Offenbarung betrifft eine dielektrische, insbesondere unsymmetrische, Wellenleiteranordnung, und insbesondere eine dielektrische Wellenleiteranordnung, die zur Verwendung in einem Radargerät eingerichtet ist. Bei dem Radargerät kann es sich insbesondere um ein Radargerät zur Prozessautomatisierung im industriellen oder privaten Umfeld handeln, insbesondere um ein Füllstandradargerät. Die dielektrische Wellenleiteranordnung weist einen dielektrischen Wellenleiter auf, der zum Propagieren von Hochfrequenzwellen (Radarwellen) eingerichtet ist. Es ist eine Halterung vorgesehen, welche den dielektrischen Wellenleiter zumindest teilweise umfasst, um ihn zu halten. Die Halterung ist eingerichtet, mit ihrer Stirnfläche in einer Aufnahme eines Bodens eines Elektronikbeckers eingeschoben zu werden, der ein Radarmodul des Radargeräts enthält. Beispielsweise weist die Halterung eine im Wesentlichen zylindrische Form auf. An ihrer Stirnfläche weist die Halterung zumindest eine Ausnehmung oder Ausstülpung auf, um eine Drehausrich-

tung der Halterung, und somit des Wellenleiters, beim Einschieben der Halterung in die Aufnahme des Bodens zu bewirken.

**[0006]** Unter dem Begriff Ausnehmung oder Ausstülpung sind nicht ausschließlich Bohrungen und Stifte zu verstehen. Vielmehr kann es sich dabei auch um andere in die Halterung angebrachte Orientierungselemente handeln, wie beispielsweise eine gefräste Kante.

**[0007]** Die dielektrische Wellenleiteranordnung kann somit mit definierter Orientierung in Bezug auf die Elektronik des Radargeräts und insbesondere zur Radarsignalquelle eingesetzt werden, um das HF-Signal mit definierter Orientierung einzukoppeln.

**[0008]** Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn es sich bei dem dielektrischen Wellenleiter nicht um einen Rundwellenleiter handelt, der einen kreisförmigen Querschnitt aufweist.

**[0009]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung weist die Ausstülpung die Form eines Zylinderstiftes auf.

**[0010]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Ausnehmung in Form einer Bohrung ausgeführt.

**[0011]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Halterung aus einer ersten Halbschale und einer zweiten Halbschale aufgebaut, wobei die erste Halbschale eine zur zweiten Halbschale korrespondierende Gestaltung aufweist.

**[0012]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die erste Halbschale und/oder die zweite Halbschale eine Aufnahme für den dielektrischen Wellenleiter auf. Dies kann ein Zentrieren des dielektrischen Wellenleiters in der Halterung ermöglichen.

**[0013]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung besteht die Halterung aus Edelstahl, insbesondere aus 316L Edelstahl, oder Aluminium, und/oder aus einem metallisch beschichteten Kunststoff, insbesondere HDPE, aus einem Schaumstoff, insbesondere aus einem Hart-Schaumstoff, beispielsweise Rohacell, oder weist ein solches Material auf.

**[0014]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Material der Halterung einen niedrigeren DK-Wert auf als der dielektrische Wellenleiter.

**[0015]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Halterung mittels einer formschlüssigen, einer kraftschlüssigen und/oder einer stoffschlüssigen Verbindung mit dem dielektrischen Wellenleiter verbunden.

**[0016]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung weist der dielektrische Wellenleiter einen nicht-rotationssymmetrischen, insbesondere einen rechteckigen, Querschnitt auf.

**[0017]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der dielektrische Wellenleiter einen ersten Abschnitt mit einem im Wesentlichen gleichförmigen Querschnitt und einen zweiten Abschnitt mit einem größeren Querschnitt als der erste Abschnitt auf.

**[0018]** Der zweite Abschnitt kann dazu dienen, die Positionierung des dielektrischen Wellenleiters in Längs-

richtung zu ermöglichen.

**[0019]** Der dielektrische Wellenleiter kann als ein Kunststofffilament ausgeführt sein, mit einer Querschnittsfläche von prinzipiell beliebiger Form, die in zumindest einigen Ausführungsformen rechteckig oder rund ausgeführt sein kann. Der dielektrische Wellenleiter kann dafür geeignet oder dazu eingerichtet sein, ein Hochfrequenzsignal zu übertragen, insbesondere verlustarm zu übertragen. Ein dielektrischer Wellenleiter kann beispielsweise eine Querschnittsfläche zwischen 0,25 mm<sup>2</sup> und 8 mm<sup>2</sup> aufweisen. Die Querschnittsfläche kann von der zu übertragenden Frequenz des Wellenleiters abhängig sein. Generell kann ein dielektrischer Wellenleiter mit einer relativ kleinen Querschnittsfläche - welche dem ersten Abschnitt entsprechen kann - eine relativ geringere Signaldämpfung aufweisen als ein Wellenleiter mit einer relativ größeren Querschnittsfläche. Allerdings kann ein Wellenleiter mit einer größeren Querschnittsfläche - welche dem zweiten Abschnitt entsprechen kann - unempfindlicher gegenüber äußeren Einflüssen und Gegenständen (wie z.B. Halterungen) sein, die sich in unmittelbarer Nähe des Wellenleiters befinden.

**[0020]** Daher kann der hier beschriebene dielektrische Wellenleiter auf einem überwiegenden Teil seiner Strecke als erster Abschnitt mit einem im Wesentlichen gleichförmigen Querschnitt ausgeführt sein, und auf zumindest einigen Teilen seiner Strecke als zweiter Abschnitt oder Aufweitung, wobei der zweite Abschnitt einen größeren Querschnitt aufweist als der erste Abschnitt. Der zweite Abschnitt oder die Aufweitung kann insbesondere dafür geeignet sein, um an diesem z.B. Befestigungselemente (wie z.B. Halterungen) anzuordnen. Dadurch kann vorteilhafterweise ein Kompromiss erzielt werden zwischen geringer Signaldämpfung, die insbesondere den ersten Abschnitt bzw. die ersten Abschnitte auszeichnet, und geringer Störempfindlichkeit, welche typisch ist für den zweiten Abschnitt. Weiterhin können dadurch Störeinflüsse von den Wellenleiterhalterungen minimiert und das Radarsystem kann hinsichtlich seines Klingelverhaltens (Störreflexionen im Antennenbereich und/oder Nahbereich der Antenne) verbessert werden. Ferner kann die Messsicherheit im Nahbereich erhöht werden.

**[0021]** Die Herstellung derartiger dielektrischer Wellenleiter mit Aufweitung kann mittels verschiedener Herstellungsverfahren realisiert werden. Beispielsweise hat sich eine Herstellung mittels Spritzguss, insbesondere Kunststoffspritzguss, als sehr effizient und/oder kostengünstig erwiesen.

**[0022]** In einigen Ausführungsformen ist die Querschnittsfläche des zweiten Abschnitts um einen Faktor 3 bis 80, insbesondere um einen Faktor 10 bis 50, beispielsweise um einen Faktor 15 bis 30, insbesondere um einen Faktor 3, größer als die Querschnittsfläche des ersten Abschnitts. Dies hat sich als besonders effizienter Kompromiss zwischen geringer Signaldämpfung und geringen Störungen bei der Anordnung mit (z.B.) Halte-

rungen erwiesen.

**[0023]** In einigen Ausführungsformen ist ein Übergang zwischen dem ersten Abschnitt und dem zweiten Abschnitt stufenförmig, schräg und/oder abgerundet ausgestaltet. Der Übergang an der linken und rechten Seite des zweiten Abschnitts kann gleich gestaltet sein. Die Gestaltung des Übergangs kann von dem gewählten Herstellungsverfahren abhängig sein.

**[0024]** In einigen Ausführungsformen weist der dielektrische Wellenleiter eine Querschnittsfläche zwischen 0,25 mm<sup>2</sup> und 8 mm<sup>2</sup>, insbesondere zwischen 0,3 mm<sup>2</sup> und 3 mm<sup>2</sup>, auf. Der Durchmesser des Querschnitts kann z.B. von der Frequenz und/oder von der Form des Querschnitts (z.B. rechteckig) sowie von dem verwendeten Kunststoff abhängig sein.

**[0025]** In einigen Ausführungsformen weist der dielektrische Wellenleiter eine Vielzahl von zweiten Abschnitten auf, und die zweiten Abschnitte weisen einen Abstand von zwischen 10 mm und 300 mm auf. Die Abstände zwischen den Aufweitungen des dielektrischen Wellenleiters können äquidistant zueinander sein, es sind aber auch ungleichmäßige Abstände möglich. Die Abstände zwischen den Aufweitungen können wesentlich größer sein als die Länge der Aufweitungen. Dies kann vorteilhafterweise die geringe Signaldämpfung betonen.

**[0026]** In einigen Ausführungsformen ist der Querschnitt des ersten Abschnitts und/oder des zweiten Abschnitts elliptisch, insbesondere rund, rechteckig, insbesondere quadratisch, und/oder vieleckig, insbesondere als gleichseitiges Vieleck, ausgeführt. Die Gestaltung des Querschnitts kann von der gewählten Messfrequenz, dem verwendeten Kunststoff, dem gewählten Herstellungsverfahren und/oder von den daran angeordneten Gegenständen (z.B. Befestigungselementen oder Halterungen) abhängig sein.

**[0027]** In einigen Ausführungsformen weist der dielektrische Wellenleiter einen DK-Wert (relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$ ) zwischen 2 und 5 und/oder Verlustfaktoren  $\tan(\delta)$  zwischen 0,00001 und 0,1 auf.

**[0028]** In einigen Ausführungsformen besteht der dielektrische Wellenleiter aus einem Kunststoff oder weist dieses Material auf, insbesondere ein Material aus einer Gruppe, welche Polyetheretherketon, PEEK, Polytetrafluorethylen, PTFE, Perfluoralkoxy, PFA, Polyvinylidenfluorid, PVDF, und/oder Hart-Polyethylen (High Density Polyethylen), HDPE, umfasst. Die genannten Kunststoffe können insbesondere hohe Prozesstemperaturen tolerieren und/oder gegen eine Vielzahl von Chemikalien beständig sein. Darüber hinaus können diese Kunststoffe aus hochfrequenztechnischer Sicht kleine DK-Werte ( $2 \leq \epsilon_r \leq 3,5$ ) und Verlustfaktoren ( $0,00001 \leq \tan(\delta) \leq 0,1$ ) aufweisen.

**[0029]** Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Offenbarung betrifft ein Radargerät, das einen oben und im Folgenden beschriebenen dielektrischen Wellenleiter beziehungsweise eine dielektrische Wellenleiteranordnung aufweist.

**[0030]** Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Offenbarung betrifft die Verwendung eines Radargeräts zur Füllstandmessung, zur Topologiebestimmung und/oder zur Grenzstandbestimmung.

**[0031]** Ein Aspekt betrifft eine Verwendung eines dielektrischen Wellenleiters wie oben und/oder nachfolgend beschrieben oder einer dielektrischen Wellenleiteranordnung wie oben und/oder nachfolgend beschrieben zur Propagierung von Radarwellen, insbesondere für Frequenzen zwischen 70 GHz und 500 GHz, beispielsweise zwischen 100 GHz und 300 GHz.

**[0032]** Unter dem Begriff "Prozessautomatisierung im industriellen Umfeld" kann ein Teilgebiet der Technik verstanden werden, welches Maßnahmen zum Betrieb von Maschinen und Anlagen ohne Mitwirkung des Menschen beinhaltet. Ein Ziel der Prozessautomatisierung ist es, das Zusammenspiel einzelner Komponenten einer Werksanlage in den Bereichen Chemie, Lebensmittel, Pharma, Erdöl, Papier, Zement, Schifffahrt oder Bergbau zu automatisieren. Hierzu können eine Vielzahl an Sensoren eingesetzt werden, welche insbesondere an die spezifischen Anforderungen der Prozessindustrie, wie bspw. mechanische Stabilität, Unempfindlichkeit gegenüber Verschmutzung, extremen Temperaturen und extremen Drücken, angepasst sind. Messwerte dieser Sensoren werden üblicherweise an eine Leitwarte übermittelt, in welcher Prozessparameter wie Füllstand, Grenzstand, Durchfluss, Druck oder Dichte überwacht und Einstellungen für die gesamte Werksanlage manuell oder automatisiert verändert werden können.

**[0033]** Ein Teilgebiet der Prozessautomatisierung im industriellen Umfeld betrifft die Logistikautomation von Anlagen und die Logistikautomation von Lieferketten. Mit Hilfe von Distanz- und Winkelsensoren werden im Bereich der Logistikautomation Abläufe innerhalb oder außerhalb eines Gebäudes oder innerhalb einer einzelnen Logistikanlage automatisiert. Typische Anwendungen finden z.B. Systeme zur Logistikautomation im Bereich der Gepäck- und Frachtabfertigung an Flughäfen, im Bereich der Verkehrsüberwachung (Mautsysteme), im Handel, der Paketdistribution oder aber auch im Bereich der Gebäudesicherung (Zutrittskontrolle). Gemein ist den zuvor aufgezählten Beispielen, dass eine Präsenzerkennung in Kombination mit einer genauen Vermessung der Größe und der Lage eines Objektes von der jeweiligen Anwendungsseite gefordert wird. Hierfür können Sensoren auf Basis optischer Messverfahren mittels Laser, LED, 2D-Kameras oder 3D-Kameras, die nach dem Laufzeitprinzip (time of flight, ToF) Abstände erfassen, verwendet werden.

**[0034]** Ein weiteres Teilgebiet der Prozessautomatisierung im industriellen Umfeld betrifft die Fabrik-/Fertigungsautomation. Anwendungsfälle hierzu finden sich in den unterschiedlichsten Branchen wie Automobilherstellung, Nahrungsmittelherstellung, Pharmaindustrie oder allgemein im Bereich der Verpackung. Ziel der Fabrikautomation ist, die Herstellung von Gütern durch Maschinen, Fertigungslinien und/oder Roboter zu auto-

omatisieren, d. h. ohne Mitwirkung des Menschen ablaufen zu lassen. Die hierbei verwendeten Sensoren und spezifischen Anforderungen im Hinblick auf die Messgenauigkeit bei der Erfassung der Lage und Größe eines Objektes sind mit denen der im vorigen Beispiel der Logistikautomation vergleichbar.

**[0035]** Die in den Ansprüchen verwendeten Begriffe sollten so ausgelegt werden, dass sie die weitestmögliche vernünftige Interpretation in Übereinstimmung mit der vorstehenden Beschreibung erhalten. Zum Beispiel sollte die Verwendung des Artikels "ein" oder "der" bei der Einführung eines Elements nicht so ausgelegt werden, dass sie eine Vielzahl von Elementen ausschließt. Ebenso sollte die Erwähnung von "oder" so ausgelegt werden, dass sie eine Vielzahl von Elementen einschließt, so dass die Erwähnung von "A oder B" nicht "A und B" ausschließt, es sei denn, aus dem Kontext oder der vorangehenden Beschreibung geht klar hervor, dass nur eines von A und B gemeint ist. Ferner ist die Formulierung "mindestens eines von A, B und C" als eines oder mehrere Elemente aus einer Gruppe von Elementen zu verstehen, die aus A, B und C besteht, und nicht so auszulegen, dass mindestens eines von jedem der aufgeführten Elemente A, B und C erforderlich ist, unabhängig davon, ob A, B und C als Kategorien oder auf andere Weise miteinander verbunden sind. Darüber hinaus sollte die Erwähnung von "A, B und/oder C" oder "mindestens eines von A, B oder C" so ausgelegt werden, dass sie jede einzelne Einheit der aufgeführten Elemente, z. B. A, jede Teilmenge der aufgeführten Elemente, z. B. A und B, oder die gesamte Liste der Elemente A, B und C umfasst.

**[0036]** Im Folgenden werden mit Verweis auf die Figuren Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung beschrieben. Werden in der folgenden Figurenbeschreibung die gleichen Bezugszeichen verwendet, so bezeichnen diese gleiche oder ähnliche Elemente. Die Darstellungen in den Figuren sind schematisch und nicht maßstäblich.

Kurze Beschreibung der Figuren

**[0037]**

Fig. 1 zeigt ein Füllstandradargerät mit einer dielektrischen Wellenleiteranordnung.

Fig. 2 zeigt die Orientierung des E- und H-Feldes des HF-Messsignals zum Querschnitt des dielektrischen Wellenleiters.

Fig. 3 zeigt eine Querschnittsansicht eines Teilbereichs eines Radargeräts mit einer dielektrischen Wellenleiteranordnung.

Fig. 4 zeigt eine Halbschale bzw. eine Querschnittsansicht einer dielektrischen Wellenleiteranordnung zur Halterung des dielektrischen Wellenleiters.

Fig. 5 zeigt eine dielektrische Wellenleiteranordnung mit zwei Halbschalen.

Fig. 6 zeigt eine weitere dielektrische Wellenleiteranordnung.

Fig. 7 zeigt eine weitere dielektrische Wellenleiteranordnung.

Fig. 8 zeigt eine Draufsicht auf eine dielektrische Wellenleiteranordnung.

#### Detaillierte Beschreibung von Ausführungsformen

**[0038]** Fig. 1 zeigt schematisch ein Radargerät 200, z.B. für die Füllstandmesstechnik in der Prozess- oder Fabrikautomation, gemäß einer Ausführungsform. Das Radargerät 200 weist eine Sensorelektronik auf, die in einem Gehäuse angeordnet ist. Die Sensorelektronik kann beispielsweise einen Generator oder Sender und/oder einen Empfänger von Hochfrequenzwellen (HF-Wellen) aufweisen.

**[0039]** Eine Verbindung zwischen der Sensorelektronik und einem Antennensystem, zur Übertragung der HF-Wellen, kann z.B. mittels eines dielektrischen Wellenleiters 101 realisiert sein. Dies kann insbesondere für Anwendungen bei hohen Prozesstemperaturen vorteilhaft sein, bei denen ein gewisser räumlicher Abstand zwischen Sensorelektronik und Antennensystem erforderlich sein kann, damit z.B. die Elektronikbauteile der Sensorelektronik in ihrem spezifizierten Temperaturbereich betrieben werden können.

**[0040]** Der dielektrische Wellenleiter 101 kann mittels einer oder mehrerer Halterungen 102 gestützt sein. Die Halterung 102 kann den dielektrischen Wellenleiter 101 zumindest teilweise umfassen. Die Halterung 102 kann mittels einer form-, kraft- und/oder stoffschlüssigen Verbindung mit dem dielektrischen Wellenleiter 101 verbunden sein. Die Halterung 102 kann lösbar mit dem dielektrischen Wellenleiter 101 verbunden sein. Der dielektrische Wellenleiter 101 kann mit der Halterung 102 und, optional, mit weiteren Komponenten - z.B. einem Gehäuse - eine dielektrische Wellenleiteranordnung 100 bilden. Die Wellenleiteranordnung 100 kann z.B. eine Länge zwischen 1 cm und 50 cm aufweisen. Eine derartige dielektrische Wellenleiteranordnung 100 kann vorteilhafterweise z.B. bei Frequenzen > 100 GHz eine geringe Signaldämpfung gegenüber einem Hohlleiter aufweisen. Weiterhin kann eine dielektrische Wellenleiteranordnung 100 relativ einfach und kostengünstig, z.B. als Kunststoffspritzgussteil, hergestellt werden. Die Herstellung von Hohlleitern hingegen kann für Frequenzen > 100 GHz technisch anspruchsvoll, aufwändig und entsprechend kostenintensiv sein.

**[0041]** Der dielektrische Wellenleiter 101 kann einen oder mehrere erste Abschnitte mit einem im Wesentlichen gleichförmigen Querschnitt aufweisen. Weiterhin kann der dielektrische Wellenleiter 101 einen oder meh-

rere zweite Abschnitte aufweisen. Der oder die zweiten Abschnitte weisen einen größeren Querschnitt (oder eine Aufweitung) auf als der erste Abschnitt. Zwischen dem ersten Abschnitt und dem zweiten Abschnitt ist ein Übergang angeordnet, der z.B. stufenförmig, schräg und/oder abgerundet ausgeführt sein kann.

**[0042]** Der oder die Halterungen 102 sind vorzugsweise an dem zweiten Abschnitt angeordnet. Dies kann vorteilhaft sein, weil damit eine optimierte elektrische Feldverteilung in und/oder an dem dielektrischen Wellenleiter 101 erzielt werden kann. Dabei können insbesondere Störreflexionen im HF-Signal bei einer Übertragung der HF-Wellen mittels des dielektrischen Wellenleiters 101 reduziert werden. Dadurch kann vorteilhafterweise ein Kompromiss erzielt werden zwischen geringer Signaldämpfung, die insbesondere den ersten Abschnitt bzw. die ersten Abschnitte auszeichnet, und geringer Störfeldempfindlichkeit, welche typisch ist für den zweiten Abschnitt.

**[0043]** Fig. 2 zeigt die Orientierung von E- und H-Feld zum Querschnitt des dielektrischen Wellenleiters. Hierbei sind die E-Feldlinien parallel zur schmälere Seite des dielektrischen Wellenleiters ausgerichtet und die H-Feldlinien parallel zur längeren Seite des dielektrischen Wellenleiters.

**[0044]** Die dielektrische Wellenleiteranordnung, die im Folgenden detaillierter beschrieben wird, ermöglicht eine definierte Ausrichtung und Orientierung der Elektronik-einheit, die das Radarmodul enthält, zu der dielektrischen Wellenleiteranordnung mit den beiden Halbschalen und damit darin eingespannten dielektrischen Wellenleiter, der einen nicht-rotationssymmetrischen oder gar rechteckigen Querschnitt aufweisen kann.

**[0045]** Dabei sind die Antenne, die die Einheit aus Halbschalen und Wellenleiter sowie eine Linse beinhaltet, und das Gehäuse, welches die Elektroneinheit beinhaltet, rotationssymmetrisch. Bei der Montage jedoch muss die Elektroneinheit zum rechteckigen Wellenleiter in der Antenne ausgerichtet werden. Durch die richtige Ausrichtung ergibt sich eine definierte Einkopplung des HF-Signals (E- und H-Feld) zum Querschnitt des Wellenleiters.

**[0046]** Das E- und das H-Feld muss sowohl senkrecht zum dielektrischen Wellenleiter ausgerichtet werden als auch zum längeren beziehungsweise kürzeren Schenkel des Rechteckquerschnitts des dielektrischen Wellenleiters.

**[0047]** Durch die an der Stirnfläche der Halterung vorgesehenen Ausnehmungen oder Ausstülpungen kann eine einfache Orientierung und somit Montage der Elektroneinheit zum Antennensystem erfolgen, welches den Wellenleiter inklusive der Halterung beinhaltet.

**[0048]** Fig. 3 zeigt eine Querschnittsansicht eines Teilbereichs eines Radargeräts mit der oben beschriebenen Halterung 102, die den dielektrischen Wellenleiter 101 hält. Mit der Stirnfläche 103 stößt die Halterung 102 gegen den Boden 105 des Elektronikbeckers 107. Zur besseren Zentrierung und Abstützung ist eine Aufnahme

104 im Boden 105 des Elektronikbeckers vorgesehen, beispielsweise in Form eines zylinderförmigen Abschnitts, dessen Innenkontur an die Außenkontur der Halterung 102 angepasst ist, so dass diese dort eingeschoben werden kann. Die Halterung 102 weist in der Ausführungsform der Fig. 3 zwei oder mehr zylinderförmige Stifte 106 auf, welche in entsprechende Bohrungen im Boden 105 des Elektronikbeckers 107 eingeschoben sind, um eine Drehausrichtung der Halterung 102 relativ zum Radarmodul 108 des Radargeräts zu bewirken.

[0049] Fig. 4 zeigt eine erste Halbschale beziehungsweise Querschnittsdarstellung einer dielektrischen Wellenleiteranordnung 100. Die Halbschale dient der Halterung des dielektrischen Wellenleiters 101. Der dielektrische Wellenleiter 101 weist einen ersten Abschnitt mit einem im Wesentlichen gleichförmigen Querschnitt auf und zwei zweite Abschnitte 110, 111, die einen größeren Querschnitt als der erste Abschnitt aufweisen. Diese befinden sich in korrespondierenden Aussparungen der Halbschale, so dass der dielektrische Wellenleiter 101 sowohl gegen eine Bewegung in Längsrichtung als auch eine rotatorische Bewegung gesichert ist.

[0050] An der Stirnfläche der Halterung sind zwei Bohrungen 106 vorgesehen, in welche entsprechende Stifte des Elektronikbeckers eingreifen können, wenn die Halterung in die Aufnahme des Elektronikbeckers eingeschoben wird.

[0051] Fig. 5 zeigt eine dielektrische Wellenleiteranordnung 100, die aus zwei in Fig. 4 gezeigten Halbschalen zusammengesetzt ist. Wie in Fig. 5 zu sehen, sind die vier Bohrungen 106 nicht in 90°-Winkeln zueinander angebracht, so dass die Halterung nur in zwei Positionen in die Aufnahme des Elektronikbeckers eingesetzt werden kann, wobei beide Positionen einen Winkel von 180° zueinander aufweisen.

[0052] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform einer dielektrischen Wellenleiteranordnung 100, bei der an der Stirnfläche Ausstülpungen 106 vorgesehen sind, in Form von zylindrischen Stiften. Im Elektronikbecher befinden sich entsprechende Bohrungen, in welche die Stifte eingreifen.

[0053] Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der zwei Stifte 106 und zwei Bohrungen vorgesehen sind, wobei sich entsprechend am Boden des Elektronikbeckers zwei Bohrungen und zwei Stifte befinden.

[0054] Fig. 8 zeigt eine Draufsicht auf eine dielektrische Wellenleiteranordnung mit den beiden Halbschalen 1011 und 1012. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass auch nur eine einzelne Ausstülpung oder Ausnehmung vorgesehen sein kann, die in einer der beiden Halbschalen 1011, 1012 vorgesehen ist.

[0055] Vorzugsweise besteht die Halterung 102 aus zwei Halbschalen 1011, 1012 (identische oder unterschiedliche Halbschalen). Die Halbschalen können zueinander verschraubt, verklebt, verstiftet werden, oder auch weitere Ausricht- beziehungsweise Befestigungsmöglichkeiten aufweisen. Die Befestigung des dielekt-

rischen Wellenleiters erfolgt mittig/zentrisch. Die Halterung kann metallisch sein, aus Kunststoff mit einer Metallisierung an den Haltepunkten bestehen beziehungsweise metallische Einsätze an den Haltepunkten aufweisen.

[0056] Der Querschnitt des dielektrischen Wellenleiters kann insbesondere rechteckig, nichtrotationssymmetrisch sein. Die Orientierung des Radarmoduls erfolgt senkrecht beziehungsweise parallel zum Rechteck-Querschnitt des Wellenleiters.

[0057] Die dielektrische Wellenleiteranordnung kann als Vorbaugruppe definiert werden und auch noch weitere Funktionen erfüllen, beispielsweise eine Temperaturskopplung, eine galvanische Trennung bei Kunststoff-Halbschalen, eine drucktragende Funktion (Funktion als Druckstück) oder eine Druckschraube bei Varianten mit zusätzlichem Gewinde beziehungsweise als Presspassverband.

[0058] Es ergibt sich eine einfache Montage der Elektronikeinheit inklusive des Radarmoduls zur Einheit bestehend aus dem Wellenleiter und der Haltevorrichtung.

[0059] Das Füllstandradarmessgerät kann eine Sendefrequenz von  $\geq 75$  GHz aufweisen und insbesondere zur Objekterkennung eingerichtet sein.

[0060] Der Wellenleiter wird mittels metallischer Einsätze in den beiden Kunststoff-Halbschalen gehalten. Die Platine mit dem Radarmodul wird auf den Becherboden der Elektronikeinheit geschraubt. Der Becherboden der Elektronikeinheit wird mittels einer Passung und Zylinderstiften (mindestens zwei Zylinderstifte) zu der Vorbaugruppe bestehend aus den Halbschalen und dem Wellenleiter ausgerichtet. Die Orientierung des Becherbodens/der Elektronikeinheit kann auch über ein versetztes Bohrbild von zum Beispiel Schrauben ermöglicht werden. Auch kann die Orientierung durch unterschiedliche Gestaltung der Stirnflächen der beiden Halbschalen ermöglicht werden, zum Beispiel durch Einkerbungen oder dergleichen. Dadurch ist eine senkrechte, genaue Ausrichtung des E- beziehungsweise H-Feldes zum Rechteck-Querschnitt des Wellenleiters ermöglicht.

## Patentansprüche

1. Dielektrische Wellenleiteranordnung (100) für ein Radargerät (200), aufweisend:

einen dielektrischen Wellenleiter (101) zum Propagieren von Hochfrequenzwellen;  
eine Halterung (102), welche den dielektrischen Wellenleiter (101) zumindest teilweise umfasst; wobei die Halterung (102) eingerichtet ist, mit ihrer Stirnfläche (103) in eine Aufnahme (104) eines Bodens (105) eines Elektronikbeckers (107) eingeschoben zu werden, der ein Radarmodul (106) enthält; wobei die Halterung (102) an ihrer Stirnfläche (103) zumindest eine Ausnehmung (106) oder

- Ausstülpung (106) aufweist, um eine Drehausrichtung der Halterung (102), und somit des Wellenleiters (101), beim Einschieben der Halterung (102) in die Aufnahme (104) des Bodens (105) zu bewirken.
2. Dielektrische Wellenleiteranordnung (100) nach Anspruch 1, wobei die Ausstülpung (106) in Form eines Zylinderstiftes ausgeführt ist.
  3. Dielektrische Wellenleiteranordnung (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Ausnehmung (106) in Form einer Bohrung ausgeführt ist.
  4. Dielektrische Wellenleiteranordnung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Halterung (102) aus einer ersten Halbschale (1021) und einer zweiten Halbschale (1022), die eine zu der ersten Halbschale (1021) korrespondierende Gestaltung aufweist, aufgebaut ist.
  5. Dielektrische Wellenleiteranordnung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Halbschale (1021) eine Aufnahme für den dielektrischen Wellenleiter (101) aufweist.
  6. Dielektrische Wellenleiteranordnung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Halterung (102) aus Edelstahl, insbesondere aus 316L Edelstahl, oder aus Aluminium, und/oder aus einem metallisch beschichteten Kunststoff, insbesondere HDPE, aus einem Schaumstoff, insbesondere aus einem Hart-Schaumstoff, beispielsweise Rohacell, besteht oder dieses Material aufweist.
  7. Dielektrische Wellenleiteranordnung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Material der Halterung (102) einen niedrigeren DK-Wert aufweist als der dielektrische Wellenleiter (101).
  8. Dielektrische Wellenleiteranordnung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Halterung (102) mittels einer formschlüssigen, kraftschlüssigen und/oder stoffschlüssigen Verbindung mit dem dielektrischen Wellenleiter (101) verbunden ist.
  9. Dielektrische Wellenleiteranordnung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der dielektrische Wellenleiter (101) einen nicht rotationssymmetrischen, insbesondere einen rechteckigen Querschnitt aufweist.
  10. Dielektrische Wellenleiteranordnung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der dielektrische Wellenleiter (101) einen ersten Abschnitt mit einem im Wesentlichen gleichförmigen Querschnitt, und einen zweiten Abschnitt (110, 111) mit einem größeren Querschnitt als der erste Abschnitt aufweist.
  11. Dielektrische Wellenleiteranordnung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der dielektrische Wellenleiter (101) aus einem Kunststoff besteht oder dieses Material aufweist, insbesondere ein Material aus einer Gruppe, welche Polyetheretherketon, PEEK, Polytetrafluorethylen, PTFE, Perfluoralkoxy, PFA, Polyvinylidenfluorid, PVDF, und/oder Hart-Polyethylen, HDPE, umfasst.
  12. Radargerät (200), aufweisend eine dielektrische Wellenleiteranordnung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 11.
  13. Verwendung eines Radargeräts (200) nach Anspruch 12 zur Füllstandmessung, zur Topologiebestimmung und/oder zur Grenzstandbestimmung.
- Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.**
1. Radargerät (200), aufweisend eine dielektrische Wellenleiteranordnung (100) für das Radargerät (200) und einen Elektronikbecher (107), die dielektrische Wellenleiteranordnung (100) aufweisend:
    - einen dielektrischen Wellenleiter (101) zum Propagieren von Hochfrequenzwellen;
    - eine Halterung (102), welche den dielektrischen Wellenleiter (101) zumindest teilweise umfasst; wobei die Halterung (102) eingerichtet ist, mit ihrer Stirnfläche (103) in eine Aufnahme (104) in Form eines zylinderförmigen Abschnitts eines Bodens (105) des Elektronikbeckers (107) eingeschoben zu werden, der ein Radarmodul (106) enthält;
    - wobei die Halterung (102) an ihrer Stirnfläche (103) zumindest eine Ausnehmung (106) oder Ausstülpung (106) aufweist, um eine Drehausrichtung der Halterung (102), und somit des Wellenleiters (101), beim Einschieben der Halterung (102) in die Aufnahme (104) des Bodens (105) zu bewirken;
    - wobei die Halterung (102) aus einer ersten Halbschale (1011) und einer zweiten Halbschale (1022), die eine zu der ersten Halbschale (1012) korrespondierende Gestaltung aufweist, aufgebaut ist;
    - wobei der dielektrische Wellenleiter (101) einen ersten Abschnitt mit einem im Wesentlichen

- gleichförmigen Querschnitt, und einen zweiten Abschnitt (110, 111) mit einem größeren Querschnitt als der erste Abschnitt aufweist, welche sich in korrespondierenden Aussparungen der ersten Halbschale (1011) befinden, so dass der dielektrische Wellenleiter (101) sowohl gegen eine Bewegung in Längsrichtung als auch eine rotatorische Bewegung gesichert ist. 5
2. Radargerät (200) nach Anspruch 1, wobei die Ausstülpung (106) in Form eines Zylinderstiftes ausgeführt ist. 10
3. Radargerät (200) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Ausnehmung (106) in Form einer Bohrung ausgeführt ist. 15
4. Radargerät (200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Halbschale (1021) eine Aufnahme für den dielektrischen Wellenleiter (101) aufweist. 20
5. Radargerät (200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Halterung (102) aus Edelstahl, insbesondere aus 316L Edelstahl, oder aus Aluminium, und/oder aus einem metallisch beschichteten Kunststoff, insbesondere HDPE, aus einem Schaumstoff, insbesondere aus einem Hart-Schaumstoff, beispielsweise Rohacell, besteht oder dieses Material aufweist. 25 30
6. Radargerät (200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Material der Halterung (102) einen niedrigeren DK-Wert aufweist als der dielektrische Wellenleiter (101). 35
7. Radargerät (200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Halterung (102) mittels einer formschlüssigen, kraftschlüssigen und/oder stoffschlüssigen Verbindung mit dem dielektrischen Wellenleiter (101) verbunden ist. 40 45
8. Radargerät (200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der dielektrische Wellenleiter (101) einen nicht rotationssymmetrischen, insbesondere einen rechteckigen Querschnitt aufweist. 50
9. Radargerät (200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der dielektrische Wellenleiter (101) aus einem Kunststoff besteht oder dieses Material aufweist, insbesondere ein Material aus einer Gruppe, welche Polyetheretherketon, PEEK, Polytetrafluorethylen, PTFE, Perfluoralkoxy, PFA, Polyvinylidenfluorid, PVDF, und/oder Hart-Polyethylen, HDPE, umfasst. 55
10. Verwendung eines Radargeräts (200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Füllstandmessung, zur Topologiebestimmung und/oder zur Grenzstandbestimmung.

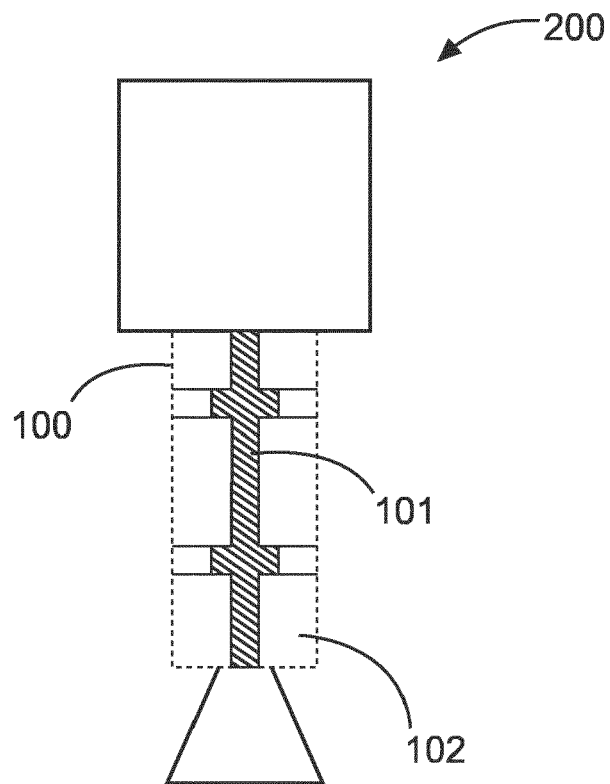


Fig. 1

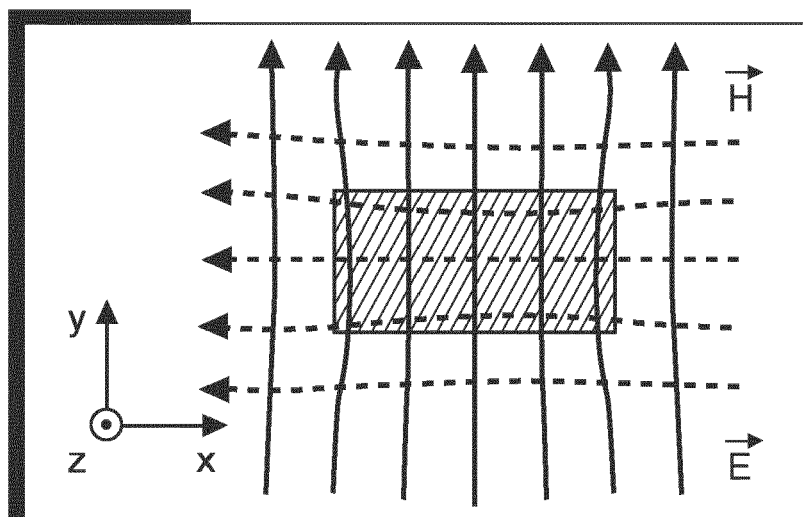


Fig. 2

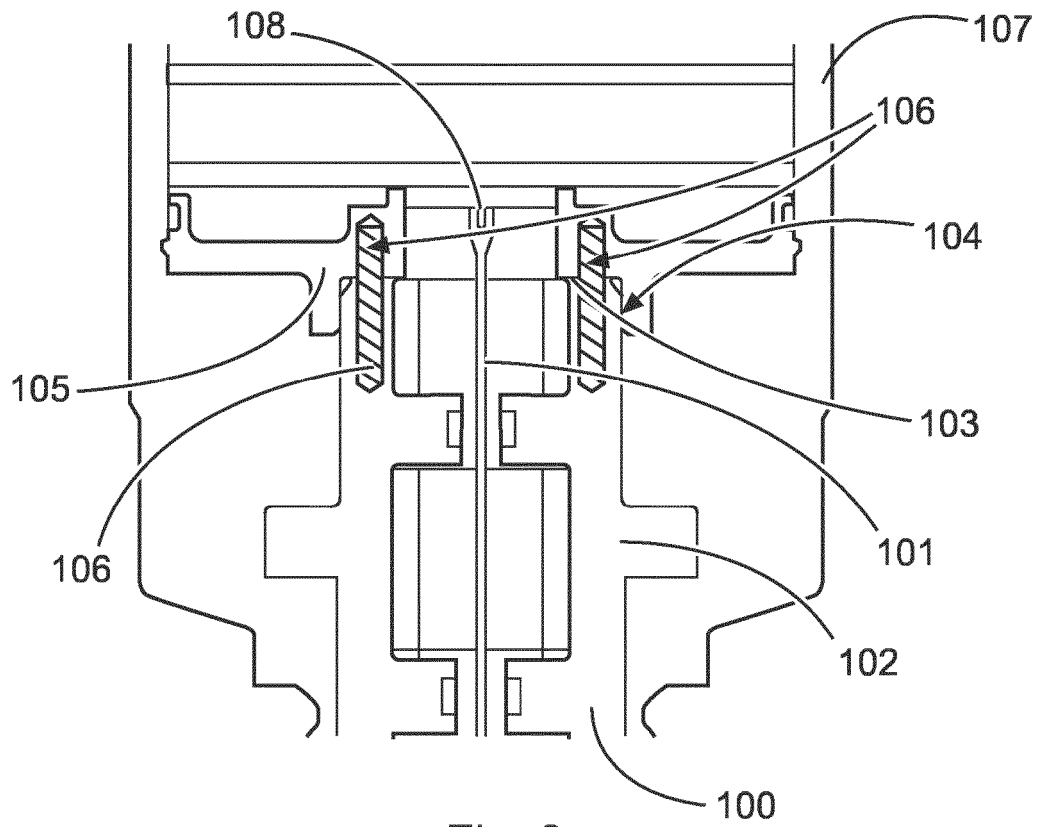


Fig. 3

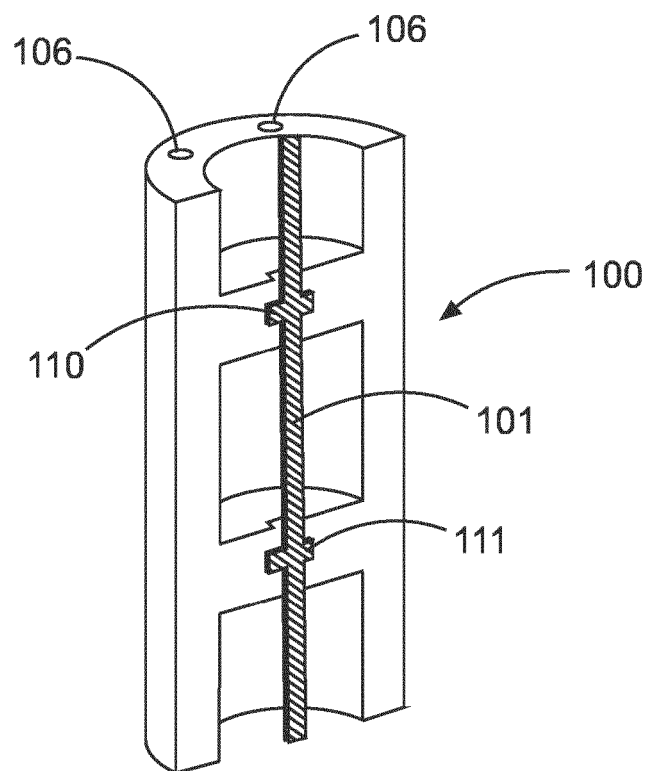


Fig. 4

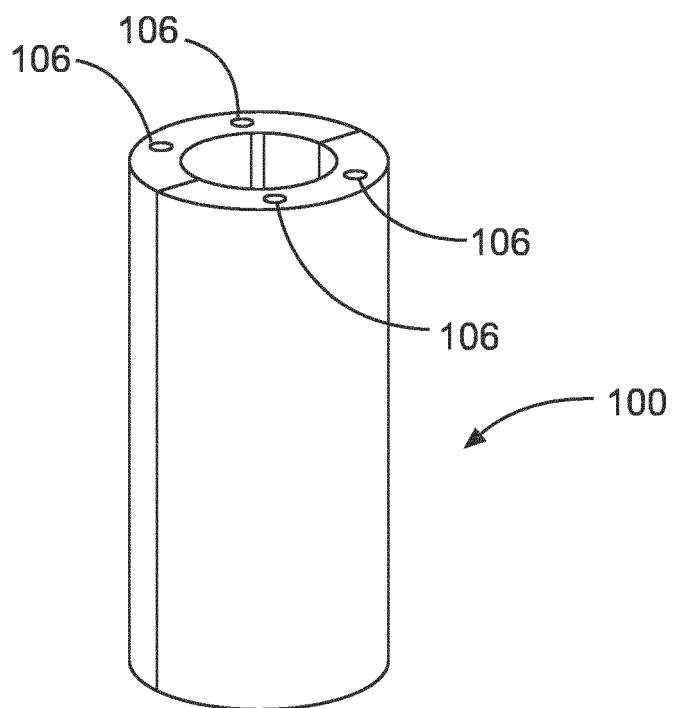


Fig. 5

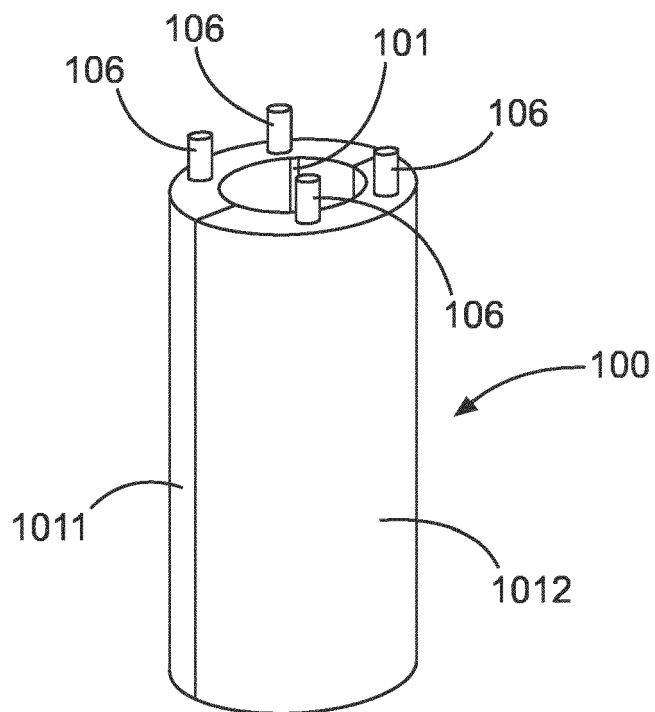


Fig. 6

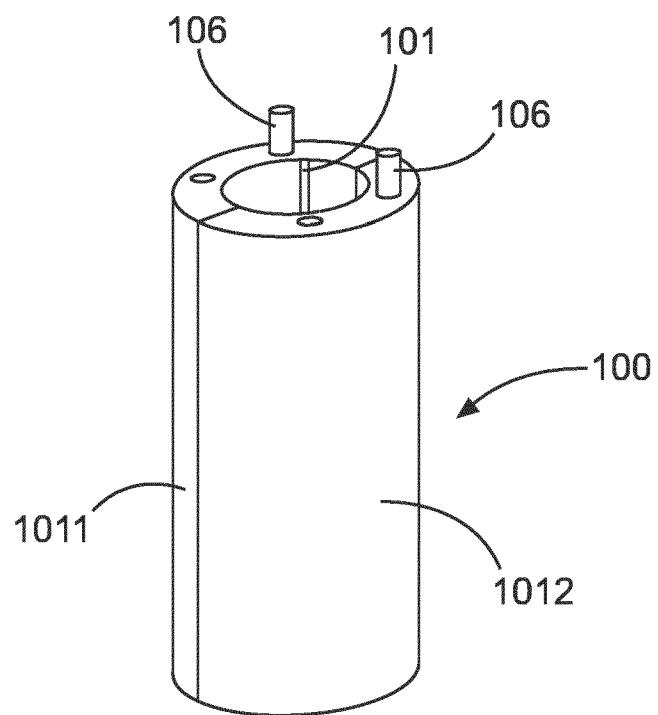


Fig. 7

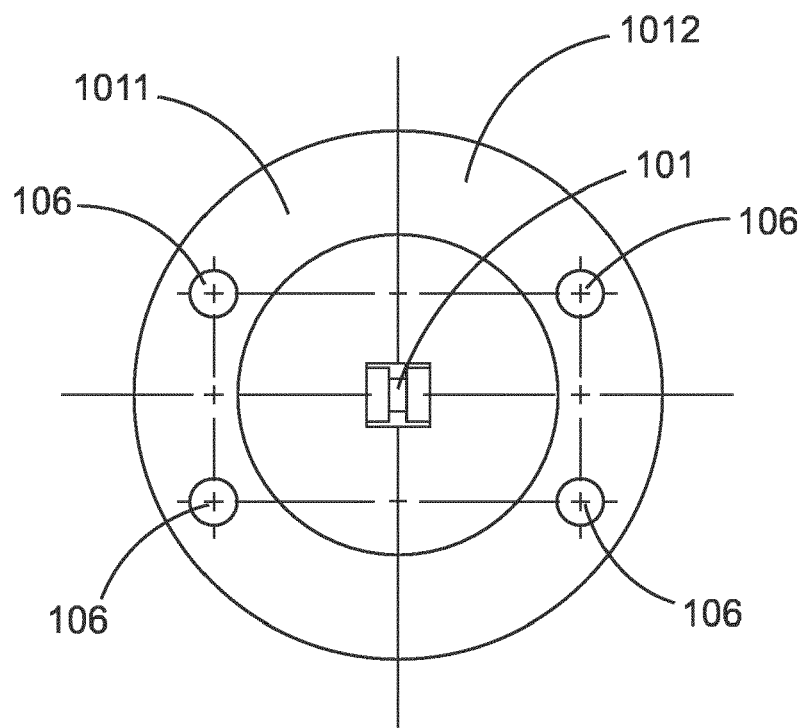


Fig. 8



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 18 1523

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                                                                                                                       | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 10 2021 118496 A1 (ENDRESS HAUSER SE CO KG [DE]) 19. Januar 2023 (2023-01-19)<br>* Absatz [0014] – Absatz [0023];<br>Abbildungen 1-3 *                                                                                                                                                                                 | 1-3, 6-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | INV.<br>H01Q1/14<br>H01Q1/22       |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2022/216581 A1 (EPITAUX MARC [CH] ET AL) 7. Juli 2022 (2022-07-07)<br>* Absatz [0122] – Absatz [0185];<br>Abbildungen 11A, 12B *                                                                                                                                                                                       | 1-3, 6-11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ADD.<br>H01P3/16                   |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | MARTIN GEIGER ET AL: "A Multimodal Dielectric Waveguide-Based Monopulse Radar at 160 GHz",<br>IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES,<br>15. Juli 2020 (2020-07-15), Seiten 1-1,<br>XP055719844,<br>USA<br>ISSN: 0018-9480, DOI:<br>10.1109/TMTT.2020.3006530<br>* Kapitel I-III;<br>Abbildungen 2, 13-15 * | 1, 2, 4-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2015/362354 A1 (SCHULTHEISS DANIEL [DE] ET AL) 17. Dezember 2015 (2015-12-17)<br>* Absatz [0053] – Absatz [0069]; Abbildung 2 *                                                                                                                                                                                        | 1, 3, 8,<br>10-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | H01Q<br>H01P<br>G01F               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Abschlußdatum der Recherche<br><b>22. November 2023</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Prüfer<br><b>Hueso González, J</b> |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

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

EP 23 18 1523

22-11-2023

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

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>DE 102021118496 A1</b>                           | <b>19-01-2023</b>             | <b>DE 102021118496 A1</b>         | <b>19-01-2023</b>             |
|                                                     |                               | <b>WO 2023285300 A1</b>           | <b>19-01-2023</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>US 2022216581 A1</b>                             | <b>07-07-2022</b>             | <b>CN 114450849 A</b>             | <b>06-05-2022</b>             |
|                                                     |                               | <b>CN 116914395 A</b>             | <b>20-10-2023</b>             |
|                                                     |                               | <b>TW 202111994 A</b>             | <b>16-03-2021</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 2022216581 A1</b>           | <b>07-07-2022</b>             |
|                                                     |                               | <b>WO 2020232192 A1</b>           | <b>19-11-2020</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>US 2015362354 A1</b>                             | <b>17-12-2015</b>             | <b>CN 105229430 A</b>             | <b>06-01-2016</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 2796840 A1</b>              | <b>29-10-2014</b>             |
|                                                     |                               | <b>HU E039082 T2</b>              | <b>28-12-2018</b>             |
|                                                     |                               | <b>KR 20160002676 A</b>           | <b>08-01-2016</b>             |
|                                                     |                               | <b>TW 201510489 A</b>             | <b>16-03-2015</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 2015362354 A1</b>           | <b>17-12-2015</b>             |
|                                                     |                               | <b>WO 2014173951 A1</b>           | <b>30-10-2014</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |

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