



(11) **EP 4 297 181 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.12.2023 Patentblatt 2023/52**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**H01P 3/16 (2006.01) H01P 5/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **22179967.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**H01P 3/16; H01P 5/02**

(22) Anmeldetag: **20.06.2022**

(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**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

• **WÄLDE, Steffen**  
**78078 Niedereschach (DE)**

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

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

Bemerkungen:  
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

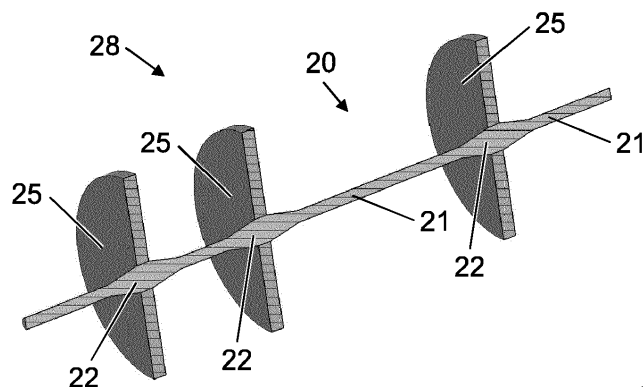
(72) Erfinder:  
• **WEINZIERLE, Christian**  
**77709 Wolfach (DE)**

(54) **DIELEKTRISCHER WELLENLEITER ZUM PROPAGIEREN VON HOCHFREQUENZWELLEN**

(57) Die Erfindung betrifft einen Wellenleiter, insbesondere einen dielektrischen Wellenleiter (20), zum Propagieren von Hochfrequenzwellen, und eine dielektrische Wellenleiteranordnung (28). Der dielektrische Wellenleiter (20) weist einen ersten Abschnitt (21) mit einem im Wesentlichen gleichförmigen Querschnitt auf, und ei-

nen zweiten Abschnitt (22), aufweisend einen größeren Querschnitt als der erste Abschnitt (21).

Die dielektrische Wellenleiteranordnung (28) weist einen Wellenleiter (20) auf und eine Halterung (25), welche den dielektrischen Wellenleiter (20) zumindest teilweise umfasst.



**Fig. 5b**

**EP 4 297 181 A1**

## Beschreibung

### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wellenleiter, insbesondere einen dielektrischen Wellenleiter, zum Propagieren von Hochfrequenzwellen, z.B. von Radarwellen, eine Wellenleiteranordnung, ein Herstellungsverfahren und eine Verwendung.

### Hintergrund

**[0002]** Wellenleiter sind geeignet und/oder dazu eingerichtet, 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]** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, welche dazu beitragen kann, Störreflexionen im HF-Signal zu reduzieren. Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der folgenden Beschreibung.

**[0004]** Ein Aspekt betrifft einen dielektrischen Wellenleiter zum Propagieren von Hochfrequenzwellen, wobei der Wellenleiter aufweist:

einen ersten Abschnitt mit einem im Wesentlichen gleichförmigen Querschnitt, und  
einen zweiten Abschnitt, aufweisend einen größeren Querschnitt als der erste Abschnitt.

**[0005]** 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  $0,25 \text{ mm}^2$  und  $8 \text{ mm}^2$  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 Wel-

lenleiter 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.

**[0006]** 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.

**[0007]** 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.

**[0008]** In einigen Ausführungsformen ist die Querschnittsfläche des zweiten Abschnitts um einen Faktor 5 bis 80, insbesondere um einen Faktor 10 bis 50, beispielsweise um einen Faktor 15 bis 30, 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.) Halterungen erwiesen.

**[0009]** 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.

**[0010]** In einigen Ausführungsformen weist der dielektrische Wellenleiter eine Querschnittsfläche zwischen  $0,25 \text{ mm}$  und  $8 \text{ mm}$ , insbesondere zwischen  $0,3 \text{ mm}$  und  $3 \text{ mm}$ , 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.

**[0011]** In einigen Ausführungsformen weist der dielektrische Wellenleiter eine Vielzahl von zweiten Abschnit-

ten 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.

**[0012]** 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.

**[0013]** 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.

**[0014]** 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.

**[0015]** Ein Aspekt betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines dielektrischen Wellenleiters wie oben und/oder nachfolgend beschrieben mittels Spritzguss, insbesondere mittels Kunststoffspritzguss. Dies hat sich als sehr effizient und/oder kostengünstig erwiesen.

**[0016]** Ein Aspekt betrifft eine dielektrische Wellenleiteranordnung, die einen dielektrischen Wellenleiter wie oben und/oder nachfolgend beschrieben aufweist, und eine Halterung, welche den dielektrischen Wellenleiter zumindest teilweise umfasst und/oder anderweitig an dem Wellenleiter angeordnet ist. Alternativ ist eine Kombination aus einer Aneinanderreihung von dielektrischen Wellenleitern und Hohlleitern möglich.

**[0017]** In einigen Ausführungsformen besteht die Halterung aus Edelstahl, insbesondere 316L Edelstahl, und/oder aus einem Kunststoff, insbesondere Hart-Polyethylen, HDPE, oder weist dieses Material auf. Dabei kann das Material der Halterung vorteilhafterweise einen niedrigeren DK-Wert aufweisen als der dielektrische Wellenleiter. Vorteilhafterweise wird dadurch weniger Signal an den Halterungen ausgekoppelt und die Signaldämpfung nicht wesentlich verschlechtert. Dies kann zudem zu einer geringen Störempfindlichkeit der Wellen-

leiteranordnung beitragen.

**[0018]** In einigen Ausführungsformen ist die Halterung mittels einer form-, kraftschlüssigen und/oder stoffschlüssigen Verbindung mit dem dielektrischen Wellenleiter verbunden. Dabei kann die Halterung lösbar mit dem dielektrischen Wellenleiter verbunden sein.

**[0019]** 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.

**[0020]** 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 Füllstandmessung, zur Topologiebestimmung und/oder zur Grenzstandbestimmung.

**[0021]** Es sei noch angemerkt, dass die verschiedenen oben und/oder nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können.

**[0022]** Zur weiteren Verdeutlichung wird die Erfindung anhand von in den Figuren abgebildeten Ausführungsformen beschrieben. Diese Ausführungsformen sind nur als Beispiel, nicht aber als Einschränkung zu verstehen.

#### Kurze Beschreibung der Figuren

**[0023]** Dabei zeigt:

- Fig. 1** schematisch ein Radargerät gemäß einer Ausführungsform;
- Fig. 2a - 2e** einen Zusammenhang zwischen Leiterquerschnitten eines Wellenleiters und einer elektrischen Feldverteilung;
- Fig. 3a - 3c** schematisch einen Wellenleiter und eine Wellenleiteranordnung gemäß einer Ausführungsform;
- Fig. 4a - 4b** schematisch eine Wellenleiteranordnung gemäß einer weiteren Ausführungsform;
- Fig. 5a - 5b** schematisch eine Wellenleiteranordnung gemäß einer weiteren Ausführungsform.

#### Detaillierte Beschreibung von Ausführungsformen

**[0024]** **Fig. 1** zeigt schematisch ein Radargerät 10, z.B. für die Füllstandmesstechnik in der Prozess- oder Fabrikautomation, gemäß einer Ausführungsform. Das Radargerät 10 weist eine Sensorelektronik 14 auf, die in einem Gehäuse 12 angeordnet ist. Die Sensorelektronik 14 kann beispielsweise einen Generator oder Sender und/oder einen Empfänger von Hochfrequenzwellen (HF-Wellen) aufweisen. Eine Verbindung zwischen der Sensorelektronik 14 und einem Antennensystem 18, zur Übertragung der HF-Wellen, kann z.B. mittels eines di-

elektrischen Wellenleiters 20 realisiert sein. Dies kann insbesondere für Anwendungen bei hohen Prozesstemperaturen vorteilhaft sein, bei denen ein gewisser räumlicher Abstand zwischen Sensorelektronik 14 und Antennensystem 18 erforderlich sein kann, damit z.B. die Elektronikbauteile der Sensorelektronik 14 in ihrem spezifizierten Temperaturbereich betrieben werden können. Der dielektrische Wellenleiter 20 kann mittels einer oder mehrerer Halterungen 25 gestützt sein. Die Halterung 25 kann den dielektrischen Wellenleiter 20 zumindest teilweise umfassen. Die Halterung 25 kann mittels einer form-, kraft- und/oder stoffschlüssigen Verbindung mit dem dielektrischen Wellenleiter 20 verbunden ist. Die Halterung 25 kann lösbar mit dem dielektrischen Wellenleiter 20 verbunden sein. Der dielektrische Wellenleiter 20 kann mit der Halterung 25 und, optional, mit weiteren Komponenten - z.B. einem Gehäuse 27 - eine dielektrische Wellenleiteranordnung 28 bilden. Die Wellenleiteranordnung 28 kann z.B. eine Länge zwischen 1 cm und 50 cm aufweisen. Eine derartige dielektrische Wellenleiteranordnung 28 kann vorteilhafterweise z.B. bei Frequenzen > 100 GHz eine geringe Signaldämpfung gegenüber einem Hohlleiter aufweisen. Weiterhin kann eine dielektrische Wellenleiteranordnung 28 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.

**[0025]** Der dielektrische Wellenleiter 20 kann einen oder mehrere erste Abschnitte 21 mit einem im Wesentlichen gleichförmigen Querschnitt aufweisen. Weiterhin kann der dielektrische Wellenleiter 20 einen oder mehrere zweite Abschnitte 22 aufweisen. Der oder die zweiten Abschnitte 22 weisen einen größeren Querschnitt (oder eine Aufweitung) auf als der erste Abschnitt 21. Zwischen dem ersten Abschnitt 21 und dem zweiten Abschnitt 22 ist ein Übergang 23 angeordnet, der z.B. stufenförmig, schräg und/oder abgerundet ausgeführt sein kann. Der oder die Halterungen 25 sind vorzugsweise an dem zweiten Abschnitt 22 angeordnet. Dies kann vorteilhaft sein, weil damit eine optimierte elektrische Feldverteilung in und/oder an dem dielektrischen Wellenleiter 20 erzielt werden kann. Dabei können insbesondere Störreflexionen im HF-Signal bei einer Übertragung der HF-Wellen mittels des dielektrischen Wellenleiters 20 reduziert werden. Dadurch kann vorteilhafterweise ein Kompromiss erzielt werden zwischen geringer Signaldämpfung, die insbesondere den ersten Abschnitt bzw. die ersten Abschnitte 21 auszeichnet, und geringer Störimpfindlichkeit, welche typisch ist für den zweiten Abschnitt 22.

**[0026]** Fig. 2a und 2b zeigen einen Zusammenhang zwischen Leiterquerschnitten eines Wellenleiters 20 (siehe z.B. Fig. 1) und einer elektrischen Feldverteilung in und an dem Wellenleiter 20. Die Skala von Fig. 2c stellt eine Dämpfung der elektrischen Feldstärke dar. Je heller, desto geringer ist die Dämpfung. Die Wellenleiter

20 von Fig. 2a und 2b weisen - ohne Einschränkung der Allgemeinheit - einen rechteckigen Querschnitt auf (schwarz dargestellt). Dabei weist der Wellenleiter 20 von Fig. 2b einen größeren Querschnitt auf als der Wellenleiter 20 von Fig. 2a.

**[0027]** In der Darstellung von Fig. 2a wird deutlich, dass der Wellenleiter 20 ein (elliptisches) Maximum der elektrischen Feldstärke (hell dargestellt, entsprechend der Skala von Fig. 2c) innerhalb des Wellenleiters 20 aufweist. Weiterhin ist ein Maximum der elektrischen Feldstärke oberhalb und unterhalb des Wellenleiters 20, d.h. außerhalb des Wellenleiters 20, festzustellen. Dies bedeutet, dass der Wellenleiter 20 elektrische Energie an die Umgebung abgeben kann, wenn einer der Bereiche hoher Feldstärke (z.B. oberhalb und unterhalb des Wellenleiters 20) mit einem Gegenstand berührt wird oder dem Wellenleiter 20 nahekommt. Ein derartiger Gegenstand kann z.B. eine Halterung des Wellenleiters 20 sein. Das Abgeben der elektrischen Energie an die Umgebung kann beispielsweise zu einer erhöhten Dämpfung und/oder zu Störreflexionen im HF-Signal führen. Solange aber kein Gegenstand den Wellenleiter 20 berührt oder nahekommt, weist ein Wellenleiter 20 mit einem kleinen Querschnitt eine geringere Signaldämpfung auf als ein Wellenleiter 20 mit einem größeren Querschnitt (wie z.B. in Fig. 2b dargestellt). Dies gilt insbesondere bei höheren Frequenzen, z.B. über 70 GHz oder über 100 GHz.

**[0028]** Die Darstellung von Fig. 2a zeigt, dass bei einem größeren Querschnitt eines Wellenleiters 20 kleinere Bereiche hoher Feldstärke außerhalb des Wellenleiters 20 auftreten. Daher ist eine Störung durch einen externen Gegenstand geringer als bei einem Wellenleiter 20 mit kleinerem Querschnitt. Allerdings ist die Signaldämpfung höher als bei einem Wellenleiter 20 mit einem kleineren Querschnitt (wie z.B. in Fig. 2a dargestellt).

**[0029]** Es ist also besonders vorteilhaft, einen Wellenleiter 20 zur Verfügung zu stellen, der längere Bereiche mit einem relativ kleineren Querschnitt (erste Abschnitte 21) aufweist, für eine Übertragung mit geringer Signaldämpfung, und dedizierte Bereiche mit einem relativ größeren Querschnitt (zweite Abschnitte 22) aufweist, die besonders geeignet sind, um daran z.B. Halterungen anzuordnen, mit einer relativ geringeren Signalstörung durch diese Gegenstände. Dadurch kann vorteilhafterweise ein Kompromiss erzielt werden zwischen geringer Signaldämpfung, die insbesondere den ersten Abschnitt bzw. die ersten Abschnitte 21 auszeichnet, und geringer Störimpfindlichkeit, welche typisch ist für den zweiten Abschnitt 22. Die weiteren Figuren zeigen Realisierungsbeispiele für einen derartigen Wellenleiter 20 und/oder eine Wellenleiteranordnung 28.

**[0030]** Die Beispiele von Fig. 2d und 2e zeigen einen Zusammenhang zwischen Leiterquerschnitten eines Wellenleiters 20 (siehe z.B. Fig. 1) und der elektrischen Feldstärke entlang des Wellenleiterzentrums in horizontaler Richtung in einer anderen Darstellung. Dabei ist an der Abszisse der Diagramme 51 und 52 ein Abstand vom

einem Zentrum des Wellenleiters 20 in y-Richtung angetragen, und an der Ordinate ist eine relative Intensität der elektrischen Feldstärke entlang des Zentrums des Wellenleiters angetragen. Der Wellenleiter weist dabei eine Breite (oder Querschnitt) b auf. Die Bereiche zwischen den gestrichelten Linien beschreiben dabei die elektrische Feldstärke innerhalb des Wellenleiters 20. Auch in dieser Darstellung wird deutlich, dass die elektrische Feldstärke außerhalb des dielektrischen Wellenleiters mit einem kleineren Querschnitt b (siehe **Fig. 2d**) deutlich höher ist als bei einem Wellenleiter mit größerem Querschnitt b (siehe **Fig. 2e**). Dies bedeutet - wie oben ausgeführt -, dass der Wellenleiter 20 elektrische Energie an die Umgebung abgeben kann, wenn einer der Bereiche hoher Feldstärke (z.B. links und rechts des Wellenleiters 20) mit einem Gegenstand berührt wird oder dem Wellenleiter 20 nahekommt.

**[0031]** **Fig. 3a - 3c** zeigen schematisch einen Wellenleiter 20 und eine Wellenleiteranordnung 28 gemäß einer Ausführungsform. Der Wellenleiter 20 von **Fig. 3a** weist eine Vielzahl von ersten Abschnitten 21 auf und zwei Aufweitungen oder zweite Abschnitte 22. Die zweiten Abschnitte 22 weisen auf beiden Seiten einen stufenförmigen Übergang 23 auf. In **Fig. 3a** ist dabei nur der reine dielektrische Wellenleiter 20 mit zwei Querschnittsaufweitungen 22 dargestellt. Diese Aufweitungen oder zweite Abschnitte 22 können in einem bestimmten Abstand zueinander positioniert sein. Je länger der Wellenleiter, desto mehr Aufweitungen 22 können vorgesehen sein.

**[0032]** **Fig. 3b** zeigt einen Querschnitt durch eine Wellenleiteranordnung 28, die einen Wellenleiter 20 aufweist, wie er z.B. in **Fig. 3a** dargestellt ist. Der Wellenleiter 20 kann z.B. aus Hart-Polyethylen (HDPE) hergestellt sein. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen dabei gleiche oder ähnliche Komponenten wie in **Fig. 3a**. Weiterhin weist die Wellenleiteranordnung 28 der **Fig. 3b** zwei Halterungen 25 auf, die im Bereich der zweiten Abschnitte 22 angeordnet sind. Diese können z.B. dafür genutzt werden, den Wellenleiter in ihrem Gehäuse richtig zu positionieren und entsprechend zu halten. Die Halterungen 25 können z.B. vorteilhafterweise aus einem metallischen Material hergestellt sein, wie beispielsweise Edelstahl 316L, und/oder aus beispielsweise aus Kunststoffen. Dabei kann das Material der Halterung vorteilhafterweise einen niedrigeren DK-Wert aufweisen als der dielektrische Wellenleiter. Dies kann zu einer geringen Störempfindlichkeit der Wellenleiteranordnung beitragen.

**[0033]** In einer Ausführungsform kann die Halterung des Wellenleiters mittels (Hart-)Schaumstoff, z.B. Rohacell, realisiert sein. Die kann für Anwendungen mit geringeren Anforderungen an die Temperaturfestigkeit und/oder die mechanische Stabilität vorteilhaft sein.

**[0034]** **Fig. 3c** zeigt eine perspektivische Darstellung einer Wellenleiteranordnung 28 wie in **Fig. 3b**. Die Wellenleiteranordnung 28 weist einen Wellenleiter 20 und Halterungen 25 auf, die im Bereich der zweiten Abschnitte 22 angeordnet sind.

**[0035]** **Fig. 4a** und **4b** zeigen schematisch eine Wellenleiteranordnung 28 gemäß einer weiteren Ausführungsform, jeweils in perspektivischer Darstellung (**Fig. 4a**) und im Querschnitt (**Fig. 4b**). Die Wellenleiteranordnung 28 weist einen Wellenleiter 20 und drei Halterungen 25 auf, die im Bereich der zweiten Abschnitte 22 angeordnet sind. Die zweiten Abschnitte 22 und die Halterungen 25 sind äquidistant angeordnet; es sind aber auch andere Abstände möglich. Wie insbesondere in **Fig. 4b** deutlich wird, sind die Übergänge 23 schräg ausgeführt. Es sind aber auch z.B. stufenförmig und/oder abgerundete Ausführungen möglich. Die Übergänge 23 von den ersten Abschnitten 21 des Wellenleiters 20 zu den Aufweitungen 22 an den Haltepunkten sind in diesem Beispiel mit passenden Tapern (Verjüngungen, oder ein Übergang, z.B. eine Aufweitung, von dem kleinen Leiterquerschnitt in den großen Leiterquerschnitt) realisiert. Die Störreflexionen bzw. der Einfluss der Halterungen können dadurch vorteilhafterweise nochmals verringert werden.

**[0036]** **Fig. 5a - 5b** zeigen schematisch eine Wellenleiteranordnung 28 gemäß einer weiteren Ausführungsform, jeweils in perspektivischer Darstellung (**Fig. 5a**) und im Querschnitt (**Fig. 5b**). Gleiche Bezugszeichen bezeichnen dabei gleiche oder ähnliche Komponenten wie in den vorherigen Figuren. Die Wellenleiteranordnung 28 weist einen Wellenleiter 20 und drei Halterungen 25 auf, die im Bereich der zweiten Abschnitte 22 angeordnet sind. Die zweiten Abschnitte 22 und die Halterungen 25 sind dabei nicht äquidistant angeordnet.

#### Liste der Bezugszeichen

#### [0037]

10	Radargerät
12	Gehäuse
14	Sensorelektronik
18	Antennensystem
20	dielektrischer Wellenleiter
21	erster Abschnitt des Wellenleiters
22	zweiter Abschnitt des Wellenleiters
23	Übergang
25	Halterung
27	Gehäuse
28	dielektrische Wellenleiteranordnung
51, 52	Diagramme

#### 50 Patentansprüche

1. Dielektrischer Wellenleiter (20) zum Propagieren von Hochfrequenzwellen, der Wellenleiter (20) aufweisend:

einen ersten Abschnitt (21) mit einem im Wesentlichen gleichförmigen Querschnitt, und einen zweiten Abschnitt (22), aufweisend einen

- größeren Querschnitt als der erste Abschnitt (21).
2. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach Anspruch 1, wobei die Querschnittsfläche des zweiten Abschnitts (22) um einen Faktor 5 bis 80, insbesondere um einen Faktor 10 bis 50, beispielsweise um einen Faktor 15 bis 30, größer ist als der Querschnitt des ersten Abschnitts (21).
3. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein Übergang (23) zwischen dem ersten Abschnitt (21) und dem zweiten Abschnitt (22) stufenförmig, schräg und/oder abgerundet ist.
4. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Querschnitt des ersten Abschnitts (21) eine Querschnittsfläche zwischen 0,25 mm und 8 mm, insbesondere zwischen 0,3 mm und 3 mm, aufweist.
5. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der dielektrische Wellenleiter (20) eine Vielzahl von zweiten Abschnitten (22) aufweist, und die zweiten Abschnitte (22) einen Abstand von zwischen 10 mm und 300 mm aufweisen.
6. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Querschnitt des ersten Abschnitts (21) und/oder des zweiten Abschnitts (22) elliptisch, insbesondere rund, rechteckig, insbesondere quadratisch, und/oder vieleckig, insbesondere als gleichseitiges Vieleck, ausgeführt ist.
7. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der dielektrische Wellenleiter (20) einen DK-Wert zwischen 2 und 5, insbesondere zwischen 2,5 und 3,5, aufweist, und/oder Verlustfaktoren zwischen 0,00001 und 0,1 aufweist.
8. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der dielektrische Wellenleiter (20) 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.
9. Verfahren zur Herstellung eines dielektrischen Wellenleiters (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mittels Spritzguss.
10. Dielektrische Wellenleiteranordnung (28), aufwei-
- send:
- einen dielektrischen Wellenleiter (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, und eine Halterung (25), welche den dielektrischen Wellenleiter (20) zumindest teilweise umfasst.
11. Dielektrische Wellenleiteranordnung (28) nach Anspruch 10,
- wobei die Halterung (25) aus Edelstahl, insbesondere 316L Edelstahl, und/oder aus einem Kunststoff, insbesondere HDPE, aus einem Schaumstoff, insbesondere Rohacell, besteht oder dieses Material aufweist, wobei das Material der Halterung (25) einen niedrigeren DK-Wert aufweist als der dielektrische Wellenleiter (20).
12. Dielektrische Wellenleiteranordnung (28) nach Anspruch 10 oder 11,
- wobei die Halterung (25) mittels einer formschlüssigen, kraftschlüssigen und/oder stoffschlüssigen Verbindung mit dem dielektrischen Wellenleiter (20) verbunden ist, und/oder wobei die Halterung (25) lösbar mit dem dielektrischen Wellenleiter (20) verbunden ist.
13. Dielektrische Wellenleiteranordnung (28) nach Anspruch 10, 11 oder 12, wobei die Halterung (25) und der dielektrische Wellenleiter (20) in einem Gehäuse (27) angeordnet sind.
14. Radargerät (10), insbesondere Radarfüllstandmessgerät, mit einem dielektrischen Wellenleiter (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder einer dielektrischen Wellenleiteranordnung (28) nach einem der Ansprüche 10 bis 13.
15. Verwendung eines Radargeräts (10) nach Anspruch 14 zur Füllstandmessung, zur Topologiebestimmung und/oder zur Grenzstandbestimmung.
16. Verwendung eines dielektrischen Wellenleiters (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder einer dielektrischen Wellenleiteranordnung (28) nach einem der Ansprüche 10 bis 13 zur Propagierung von Radarwellen, insbesondere für Frequenzen zwischen 70 GHz und 500 GHz, beispielsweise zwischen 100 GHz und 300 GHz.
- Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.**
1. Dielektrischer Wellenleiter (20) zum Propagieren

- von Hochfrequenzwellen, der Wellenleiter (20) aufweisend:
- einen ersten Abschnitt (21) mit einem im Wesentlichen gleichförmigen Querschnitt, und einen zweiten Abschnitt (22), aufweisend einen größeren Querschnitt als der erste Abschnitt (21).
2. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach Anspruch 1, wobei die Querschnittsfläche des zweiten Abschnitts (22) um einen Faktor 5 bis 80, insbesondere um einen Faktor 10 bis 50, beispielsweise um einen Faktor 15 bis 30, größer ist als die Querschnittsfläche des ersten Abschnitts (21).
  3. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein Übergang (23) zwischen dem ersten Abschnitt (21) und dem zweiten Abschnitt (22) stufenförmig, schräg und/oder abgerundet ist.
  4. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Querschnitt des ersten Abschnitts (21) eine Querschnittsfläche zwischen  $0,25 \text{ mm}^2$  und  $8 \text{ mm}^2$ , insbesondere zwischen  $0,3 \text{ mm}^2$  und  $3 \text{ mm}^2$ , aufweist.
  5. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der dielektrische Wellenleiter (20) eine Vielzahl von zweiten Abschnitten (22) aufweist, und die zweiten Abschnitte (22) einen Abstand von zwischen 10 mm und 300 mm aufweisen.
  6. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Querschnitt des ersten Abschnitts (21) und/oder des zweiten Abschnitts (22) elliptisch, insbesondere rund, rechteckig, insbesondere quadratisch, und/oder vieleckig, insbesondere als gleichseitiges Vieleck, ausgeführt ist.
  7. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der dielektrische Wellenleiter (20) einen DK-Wert zwischen 2 und 5, insbesondere zwischen 2,5 und 3,5, aufweist, und/oder Verlustfaktoren zwischen 0,00001 und 0,1 aufweist.
  8. Dielektrischer Wellenleiter (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der dielektrische Wellenleiter (20) 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.
  9. Verfahren zur Herstellung eines dielektrischen Wellenleiters (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mittels Spritzguss.
  10. Dielektrische Wellenleiteranordnung (28), aufweisend:
    - einen dielektrischen Wellenleiter (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, und eine Halterung (25), welche den dielektrischen Wellenleiter (20) zumindest teilweise umfasst.
  11. Dielektrische Wellenleiteranordnung (28) nach Anspruch 10,
    - wobei die Halterung (25) aus Edelstahl, insbesondere 316L Edelstahl, und/oder aus einem Kunststoff, insbesondere HDPE, aus einem Schaumstoff, insbesondere aus einem Hart-Schaumstoff, besteht oder dieses Material aufweist, wobei das Material der Halterung (25) einen niedrigeren DK-Wert aufweist als der dielektrische Wellenleiter (20).
  12. Dielektrische Wellenleiteranordnung (28) nach Anspruch 10 oder 11,
    - wobei die Halterung (25) mittels einer formschlüssigen, kraftschlüssigen und/oder stoffschlüssigen Verbindung mit dem dielektrischen Wellenleiter (20) verbunden ist, und/oder wobei die Halterung (25) lösbar mit dem dielektrischen Wellenleiter (20) verbunden ist.
  13. Dielektrische Wellenleiteranordnung (28) nach Anspruch 10, 11 oder 12, wobei die Halterung (25) und der dielektrische Wellenleiter (20) in einem Gehäuse (27) angeordnet sind.
  14. Radargerät (10), insbesondere Radarfüllstandmessgerät, mit einem dielektrischen Wellenleiter (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder einer dielektrischen Wellenleiteranordnung (28) nach einem der Ansprüche 10 bis 13.
  15. Verwendung eines Radargeräts (10) nach Anspruch 14 zur Füllstandmessung, zur Topologiebestimmung und/oder zur Grenzstandbestimmung.
  16. Verwendung eines dielektrischen Wellenleiters (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder einer dielektrischen Wellenleiteranordnung (28) nach einem der Ansprüche 10 bis 13 zur Propagierung von Radarwellen, insbesondere für Frequenzen zwischen 70

GHz und 500 GHz, beispielsweise zwischen 100 GHz und 300 GHz.

5

10

15

20

25

30

35

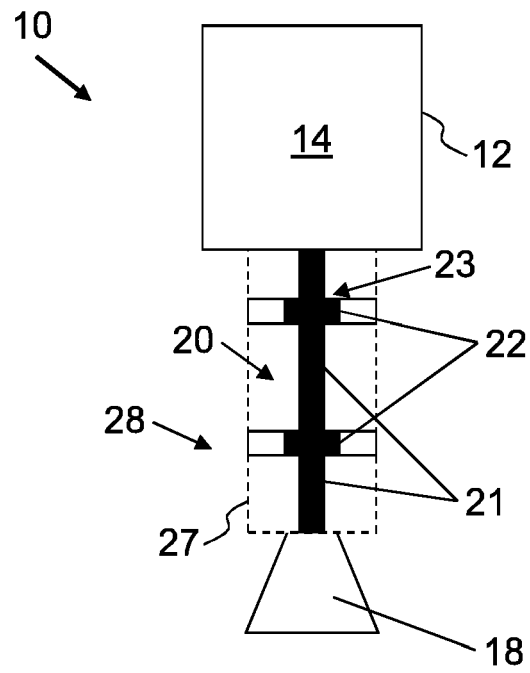
40

45

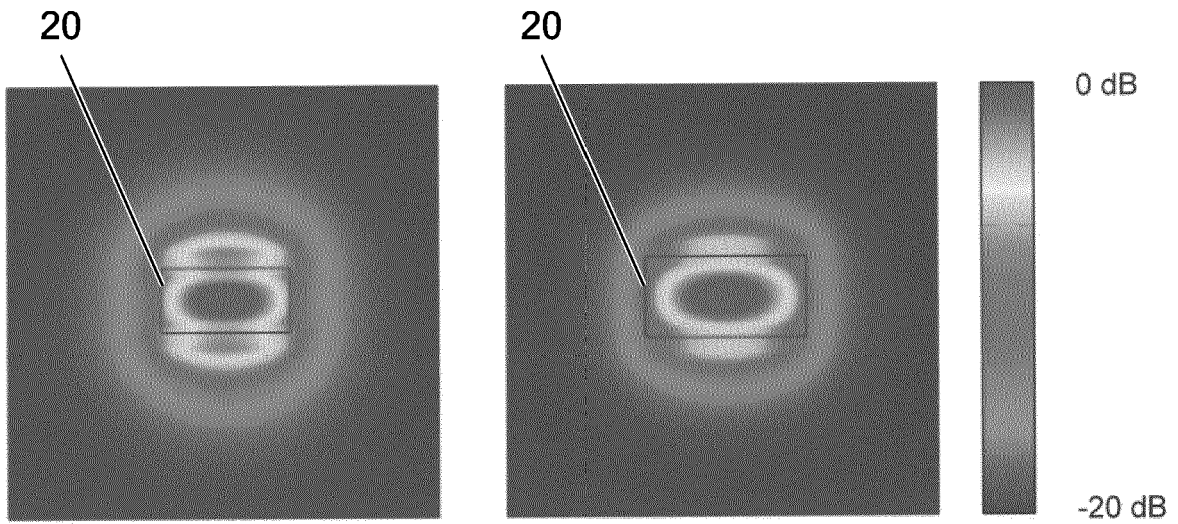
50

55

8



**Fig. 1**



**Fig. 2a**

**Fig. 2b**

**Fig. 2c**

51

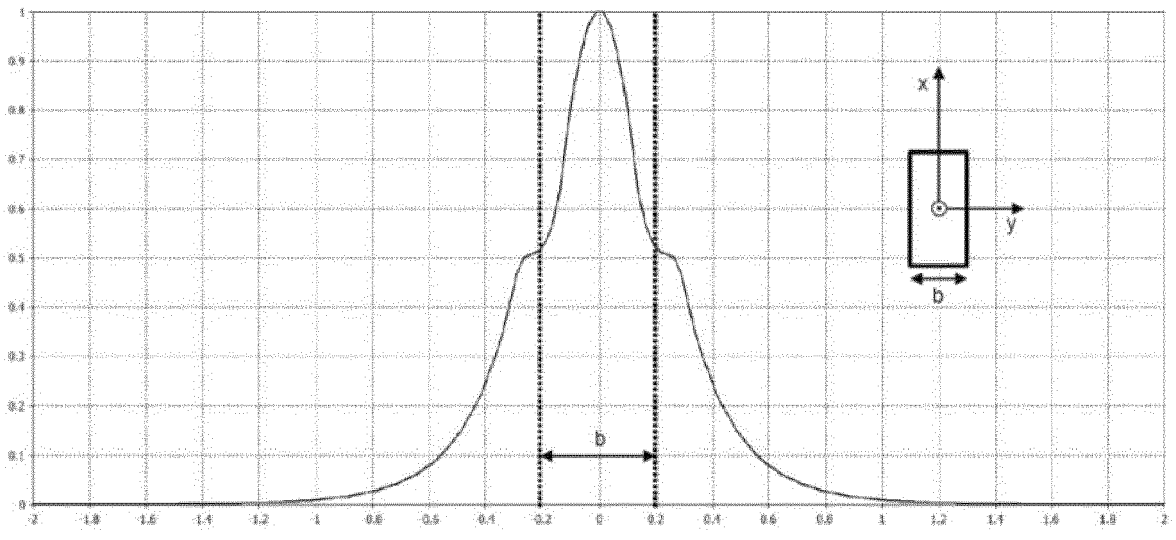


Fig. 2d

52

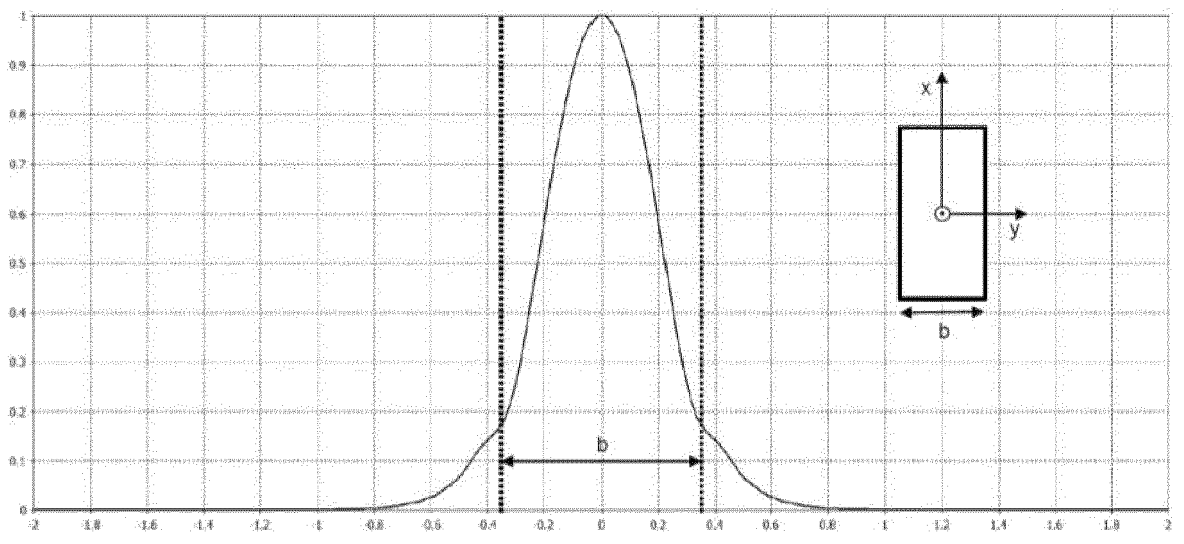


Fig. 2e

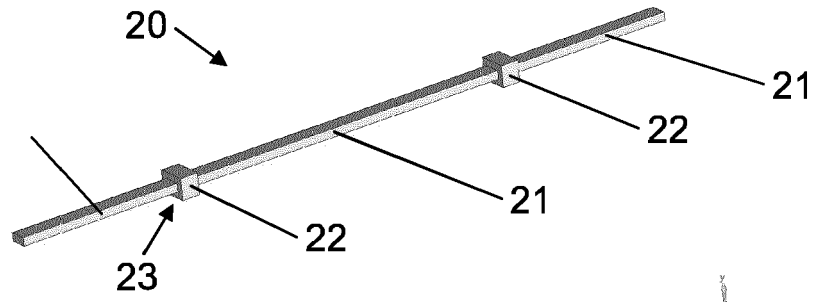


Fig. 3a

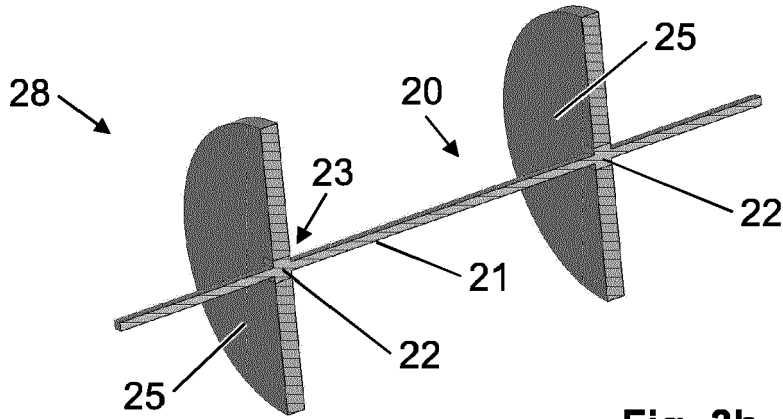


Fig. 3b

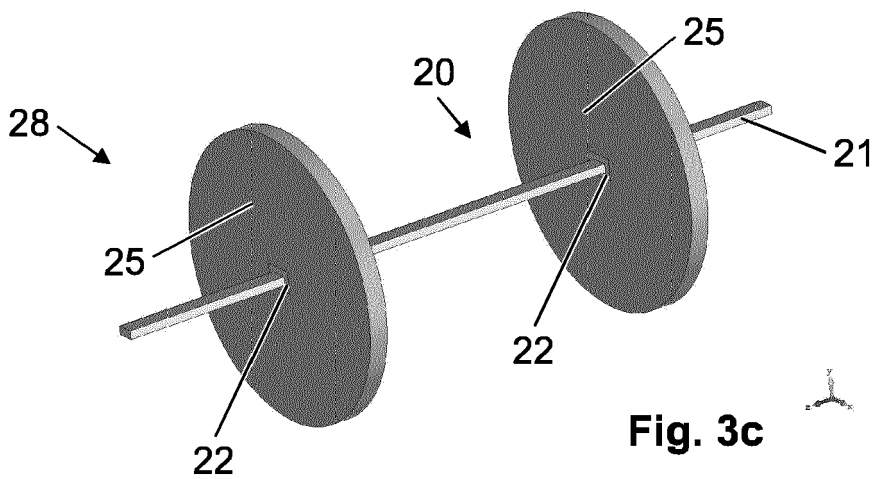


Fig. 3c



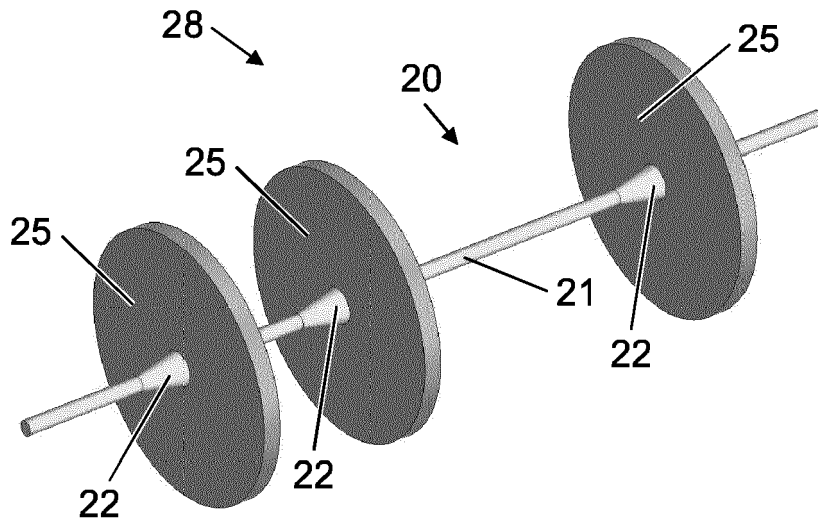


Fig. 5a

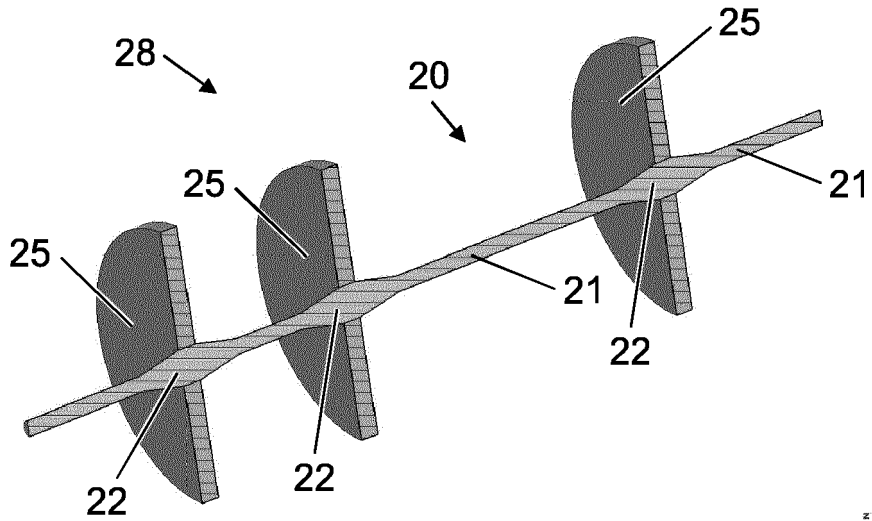


Fig. 5b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 22 17 9967

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 845 426 A (BARLOW H) 29. Oktober 1974 (1974-10-29) * Spalte 6, Zeilen 60-67 * * Spalte 8, Zeilen 20-30 * * Spalte 8, Zeilen 38-51 * * Abbildungen 2a, 3c, 5 * -----	1-16	INV. H01P3/16 H01P5/02
X	WO 2022/107499 A1 (AGC INC [JP]) 27. Mai 2022 (2022-05-27) * Absatz [0015] - Absatz [0028] * * Absatz [0084] - Absatz [0086] * * Abbildungen 1, 2, 18 * -----	1-12, 14-16	
X	JP S48 14595 B1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 8. Mai 1973 (1973-05-08) * Seite 123 - Seite 124 * * Abbildungen 2, 3 * -----	1, 3, 5-12, 14-16	
A	DE 10 2020 129765 A1 (ENDRESS HAUSER SE CO KG [DE]) 12. Mai 2022 (2022-05-12) * Absätze [0010], [0011], [0017], [0030] - [0032] * ----- -/--	1-16	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)  H01P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>9. November 2022</b>	Prüfer <b>Culhaoglu, Ali</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 22 17 9967

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	<p>C. BAER ET AL: "Dielectric waveguides for industrial radar applications", INTERNATIONAL JOURNAL OF MICROWAVE AND WIRELESS TECHNOLOGIES, Bd. 7, Nr. 3-4, 24. Februar 2015 (2015-02-24), Seiten 399-406, XP055602548, GB ISSN: 1759-0787, DOI: 10.1017/S1759078715000136 * Abschnitt I; Seite 1 - Seite 2 * * Abbildung 1 * * Abschnitt IV.B; Seite 7 * * Abbildung 5 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>9. November 2022</b>	Prüfer <b>Culhaoglu, Ali</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 22 17 9967

5 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.

09-11-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	<b>US 3845426 A</b>	<b>29-10-1974</b>	<b>GB 1392452 A</b> <b>JP S4825190 A</b> <b>JP S5529604 B2</b> <b>US 3845426 A</b>	<b>30-04-1975</b> <b>02-04-1973</b> <b>05-08-1980</b> <b>29-10-1974</b>
20	<b>WO 2022107499 A1</b>	<b>27-05-2022</b>	<b>KEINE</b>	
25	<b>JP S4814595 B1</b>	<b>08-05-1973</b>	<b>KEINE</b>	
30	<b>DE 102020129765 A1</b>	<b>12-05-2022</b>	<b>DE 102020129765 A1</b> <b>WO 2022100916 A1</b>	<b>12-05-2022</b> <b>19-05-2022</b>
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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