

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Oktober 2011 (06.10.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/120499 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01Q 1/32 (2006.01) H01Q 13/28 (2006.01)
H01Q 1/40 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2011/000304

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. März 2011 (24.03.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 013 588.7 31. März 2010 (31.03.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **CONTI TEMIC MICROELECTRONIC
GMBH** [DE/DE]; Sieboldstr. 19, 90411 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MÖBIUS, Arnold**
[DE/DE]; Leuchtenbergweg 3, 88131 Lindau (DE). **FEY,
Wolfgang** [DE/DE]; Hoyerbergweg 15b, 88131 Bodolz
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderun-
gen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: WAVEGUIDE ANTENNA FOR A RADAR ANTENNA ARRAY

(54) Bezeichnung : WELLENLEITERANTENNE FÜR EINE RADARANTENNENANORDNUNG

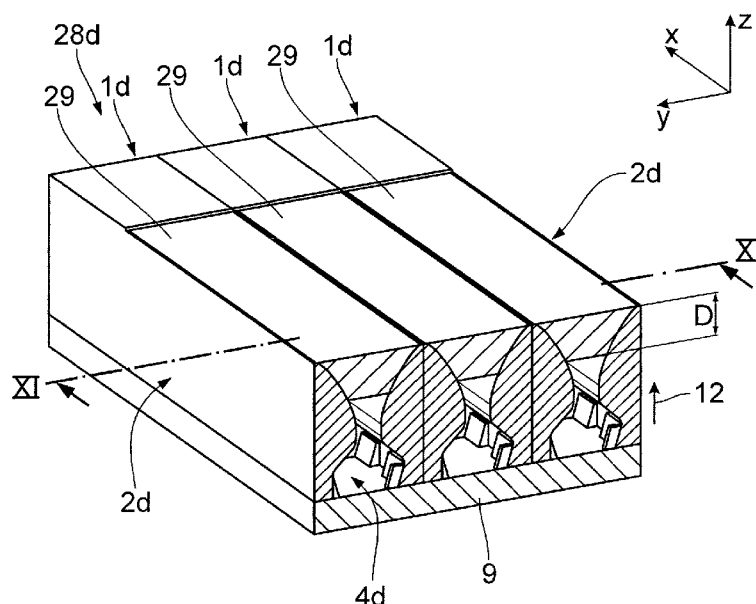


Fig. 10

8b; 8d; 8e) aufweist, der sich in einer x-Richtung erstreckt

(57) Abstract: A waveguide antenna for a radar antenna array, especially for use in motor vehicles, comprises a waveguide (2; 2b; 2c; 2d; 2f) having two sidewalls (5; 5b; 5c; 5d; 5e) and an upper opening (8; 8b; 8d; 8e) arranged between the sidewalls (5; 5b; 5c; 5d; 5e), and extending in an x direction, and, for the propagation of a radar wave of a first mode in the x direction, at least partially enclosing an inner space (4; 4b; 4c; 4d; 4f), and at least one cover (29; 29e; 29f) to be placed on the upper opening (8; 8b; 8d; 8e), the at least one cover (29; 29e; 29f) having a thickness D with $D = n \cdot (\lambda_m/2) \pm 1/5 \cdot \lambda_m$, wherein λ_m is the wavelength of the emitted radar wave in the medium of the cover (29; 29e; 29f), n is an integer factor with $n = 0, 1, 2, \dots$ and $D > 0$.

(57) Zusammenfassung: Eine Wellenleiter-
antenne für eine Radarantennenanordnung,
insbesondere zum Einsatz in Kraftfahrzeu-
gen, umfasst einen Hohlleiter (2; 2b; 2c; 2d;
2f), der zwei Seitenwände (5; 5b; 5c; 5d; 5e)
und eine zwischen den Seitenwänden (5; 5b;
5c; 5d; 5e) angeordnete obere Öffnung (8;

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



und der zur Ausbreitung einer Radarwelle einer ersten Mode in der x-Richtung einen Innenraum (4; 4b; 4c; 4d; 4f) zumindest teilweise umgibt, sowie mindestens eine Abdeckung (29; 29e; 29f) zum Aufsetzen auf die obere Öffnung (8; 8b; 8d; 8e; 8f), wobei die mindestens eine Abdeckung (29; 29e; 29f) eine Dicke D aufweist, für die gilt: $D = n \cdot (\lambda_m/2) \pm 1/5 \cdot \lambda_m$, λ_m die Wellenlänge der abgestrahlten Radarwelle im Medium der Abdeckung (29; 29e; 29f), n ein ganzzahliger Faktor ist, für den gilt: $n = 0, 1, 2, \dots$ und $D > 0$ gilt.

Wellenleiterantenne für eine Radarantennenanordnung

Die Erfindung betrifft eine Wellenleiterantenne für eine Radarantennenanordnung, insbesondere zum Einsatz in Kraftfahrzeugen.

5

Derartige Antennen sind beispielsweise aus der US 5 572 228 bekannt, die mechanisch schwenkend realisiert sind, in dem sie eine oberflächenstrukturierte Trommel in unmittelbarer Nähe eines dielektrischen Wellenleiters rotieren lassen. Die Oberflächenstrukturierung der Trommel ist durch einzelne Metallstreifen ausgeführt, deren Abstand sich bei Rotation der Trommel im Bereich des dielektrischen Wellenleiters verändert. Dadurch wird eine rotationswinkelabhängige Leistungsauskopplung über eine sogenannte Leckwelle aus dem dielektrischen Wellenleiter bewirkt. Die ausgekoppelte Leistung verteilt sich im Raum jeweils in Form einer durch eine gerichtete Antennencharakteristik beschreibbaren Abstrahlung. Die Polarisierung der abgestrahlten Welle ist dabei parallel zu den auf der Trommel vorhandenen Metallstreifen orientiert.

10

15

Gemäß der WO 2006/039 896 A1 wird ein alternativer Wellenleitertyp eingesetzt, der in der Nähe einer Störstruktur wie beispielsweise einer oberflächenstrukturierten Trommel angeordnet ist. Der Wellenleiter weist beabstandete metallische Flächen auf, zwischen welchen ein dielektrisches Medium angeordnet ist. Die elektromagnetische Welle wird zwischen die metallischen Flächen in Längsrichtung eingekoppelt. Die metallischen Flächen verlaufen in Längsrichtung, sind einer ersten Querrichtung zur Störstruktur und der dazu gegenüberliegenden Seite hin offen und zueinander in einer zweiten Querrichtung beabstandet, wobei die zweite Querrichtung sowohl senkrecht zur ersten Querrichtung als auch zur Längsrichtung des Wellenleiters steht. Ein derartiger Wellenleiter weist große ohmsche Ver-

20

25

luste auf. Eine erhöhte Bauteileanzahl führt zu einer Steigerung der Herstellkosten und bewirkt aufgrund der rotierenden Walze eine störanfällige Anwendung der Antenne. Weiterhin macht die rotierende Walze eine Reduzierung von Fertigungstoleranzen und mechanischen Belastungen erforderlich, so dass der Fertigungsaufwand zusätzlich steigt und ein derartiger Wellenleiter kostenintensiv ist.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Wellenleiterantenne für eine Radarantennenanordnung zu gestalten, bei der geringe Verluste während ihrer Anwendung auftreten und die gleichzeitig robust und kostengünstig herstellbar ist.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch eine Wellenleiterantenne mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass eine Störanfälligkeit einer Wellenleiterantenne dadurch reduziert werden kann, dass eine Abdeckung zum Aufsetzen auf eine obere Öffnung eines von einem Hohlleiter teilweise umgebenen Innenraums vorgesehen ist. Dadurch ist der Innenraum, in welchem die Radarwelle in einer ersten Mode geführt ist, vor äußeren Einflüssen, insbesondere vor Verschmutzung und/oder Feuchtigkeit geschützt. Um gleichzeitig eine Abstrahlung der Radarwelle in einer von der ersten Mode abweichenden zweiten Mode zu ermöglichen, weist die Abdeckung eine Dicke in Abhängigkeit eines ganzzahligen Vielfachen einer halben Wellenlänge der Radarwelle im Medium der Abdeckung auf, die sich aus einer Freiraum-Wellenlänge, mit der sich die Radarwelle außerhalb des Hohlleiters ausbreitet, und der relativen Dielektrizitätskonstante bestimmen lässt. Zusätzlich ist es möglich, eine Abweichung von dem Nullfachen der hal-

ben Wellenlänge im Medium von maximal 20 % der ganzen Wellenlänge im Medium der Radarwelle zuzulassen.

Bei einer Wellenleiterantenne nach den Ansprüchen 2 oder 3 ist eine durch
5 die Abdeckung hervorgerufene Rückreflexion in einer transversalen Richtung auf die abgestrahlte zweite Mode reduziert und insbesondere unterdrückt.

Eine Wellenleiterantenne nach Anspruch 4 ermöglicht ein einfaches und
10 direktes Aufsetzen der Abdeckung auf Seitenwände des Hohlleiters. Eine derartige Abdeckung weist eine unkomplizierte Geometrie auf und ist somit besonders kostengünstig herstellbar. Es ist auch möglich, die Abdeckung direkt auf den Hohlleiter aufzukleben. In diesem Fall ist keine Dichtung notwendig.

15 Bei einer Gestaltung des Hohlleiters bei einer Wellenleiterantenne nach Anspruch 5 ist die Führung der Radarwelle in dem Hohlleiter, insbesondere eine TE₁₀-Mode, verbessert. In einem derartigen Hohlleiter ist die in x-Richtung eingespeiste Radarwelle in dem Hohlleiter gefangen und strahlt –
20 außer über die Strukturelemente – keine Leistung ab.

Bei einer gewölbten Gestaltung der Seitenwände des Hohlleiters gemäß einer Wellenleiterantenne nach Anspruch 6 wird die Formung der Radarwelle in dem Hohlleiter entlang der y-Richtung erzielt. Gleichzeitig ist die
25 Formung in der z-Richtung der abgestrahlten Radarwelle zusätzlich verbessert. Die Führung der Radarwelle ist dadurch nicht beeinträchtigt.

Bei einer Gestaltung der Abdeckung in einer Wellenleiterantenne nach Anspruch 7 ist ein sicheres Aufliegen der Abdeckung auf dem Hohlleiter

gewährleistet. Bei einer derartigen Wellenleiterantenne ist eine unerwünschte Abstrahlung von einer Wellenleiterantenne in eine dazu benachbarte Wellenleiterantenne reduziert. Insbesondere kann auf eine Dichtung zwischen der Abdeckung und dem Hohlleiter verzichtet werden.

5

Eine Anordnung gemäß Anspruch 8 ermöglicht eine Herstellung mehrerer Wellenleiterantennen gleichzeitig in einem Fertigungsprozess. Dadurch werden die Herstellkosten bezogen auf eine einzelne Wellenleiterantenne reduziert.

10

Eine Abdeckung gemäß Anspruch 9 ist kostengünstig herstellbar und dient zudem einer verbesserten Verbindung der einzelnen Wellenleiterantennen miteinander.

- 15 Die Verwendung von Materialien gemäß den Ansprüchen 10 und 11 zur Herstellung der Abdeckung ermöglicht eine Verringerung eines Überkopplens von abzustrahlender Leistung einer Wellenleiterantenne in eine dazu benachbarte. Eine auf Seitenwände eines Hohlleiters aufgesetzte Abdeckung kann auf einen Teil der abzustrahlenden Leistung aus der TE01-
- 20 Mode wie ein Wellenleiter wirken. Das bedeutet, dass Leistung der abzustrahlenden TE01-Mode über die aufgesetzte Abdeckung in eine TE01-Mode einer in y-Richtung benachbarten Wellenleiterantenne gekoppelt und an dessen Rippenstrukturen in die in diesem Wellenleiter geführte TE10-Mode gewandelt wird. Dies wird als Überkopplung bezeichnet. Wegen der
- 25 geringen Dicke der Abdeckung in z-Richtung und damit einer geringen Weglänge der abgestrahlten Radarwelle im Material wird die aus der TE01-Mode in z-Richtung abgestrahlte Leistung nur geringfügig gedämpft. Dagegen wird die in den benachbarten Wellenleiter überkoppelte Leistung

wegen der größeren Weglänge der überkoppelten Radarwelle im Material sehr viel stärker gedämpft.

5 Eine Anordnung nach Anspruch 12 ermöglicht eine zusätzliche Abschirmung benachbarter Wellenleiterantennen zueinander.

Bei einer Anordnung gemäß Anspruch 13 ist eine Montage weiter vereinfacht, indem die Abdeckung unkompliziert und direkt auf die Hohlleiter aufgesteckt und dort kraftschlüssig gehalten ist.

10

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

15 Fig. 1 eine Wellenleiterantenne mit einer Bodenplatte gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 eine Schnittdarstellung in einer zu einer x-z-Ebene parallelen Schnittebene entlang der Schnittlinie II-II in Fig. 1,

20 Fig. 3 eine perspektivische Darstellung einer Bodenplatte gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel für eine Wellenleiterantenne gemäß Fig. 1,

25 Fig. 4 eine Fig. 1 entsprechende perspektivische Darstellung einer Wellenleiterantenne gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung einer Wellenleiterantenne gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel mit einem auf eine Bodenplatte aufzusetzenden Hohlleiter in einem nicht verbundenen Zustand,

Fig. 6 eine Schnittdarstellung in einer zu einer y-z-Ebene parallelen
Schnittebene entlang der Schnittlinie VI-VI in Fig. 5,

- 5 Fig. 7 eine Fig. 5 entsprechende Darstellung der Wellenleiterantenne in
einem verbundenen Zustand von Hohlleiter und Bodenplatte,

Fig. 8 eine Schnittdarstellung in einer zu einer y-z-Ebene parallelen
Schnittebene entlang der Schnittlinie VIII-VIII in Fig. 7,

10

Fig. 9 eine vergrößerte Ansicht einer Anbindung des Hohlleiters an die
Bodenplatte Detail IX in gemäß Fig. 8,

- Fig. 10 eine schematische Darstellung mehrerer Wellenleiterantennen ge-
15 mäß einem weiteren Ausführungsbeispiel mit einem Hohlleiter, ei-
ner Bodenplatte und einer Abdeckung,

Fig. 11 eine Schnittdarstellung in einer zu einer y-z-Ebene parallelen
Schnittebene entlang der Schnittlinie XI-XI in Fig. 10,

20

Fig. 12 eine Fig. 11 entsprechende Schnittdarstellung eines weiteren Aus-
führungsbeispiels mit einer auf mehrere Wellenleiterantennen auf-
gesetzten Abdeckung,

- 25 Fig. 13 eine vergrößerte Detailansicht gemäß Fig. 12 zur Darstellung der
Verbindung der Abdeckung an den Wellenleiterantennen und

Fig. 14 eine Fig. 11 entsprechende Schnittdarstellung eines weiteren Aus-
führungsbeispiels einer Wellenleiterantenne.

Die Fig. 1 und 2 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel einer Wellenleiterantenne 1 für eine Radarantennenanordnung, die insbesondere in Kraftfahrzeugen für eine Abstandsermittlung und/oder Abstandsüberwachung eingesetzt werden kann. Dabei ist die Wellenleiterantenne 1 in an sich bekannter Weise in die Radarantennenanordnung integriert. Die Wellenleiterantenne 1 weist einen metallischen Hohlleiter 2 auf, der sich in einer x-Richtung erstreckt und eine zu der x-Richtung parallel verlaufende Längsachse 3 aufweist. Der Hohlleiter 2 begrenzt zur Ausbreitung einer Radarwelle einer ersten Mode in der x-Richtung einen Innenraum 4. Die Radarwelle in der ersten Mode breitet sich in dem Innenraum 4 mit einer Hohlleiter-Wellenlänge λ_1 aus.

Die Wellenleiterantenne 1 gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist besonders geeignet, um die Grundmode TE₁₀ in dem Hohlleiter 2 zu führen. Dazu weist der Hohlleiter 2 einen in einer zur x-Richtung senkrechten z-Richtung orientierten, im Wesentlichen U-förmigen Querschnitt auf, der zwei symmetrisch gegenüberliegend angeordnete Seitenwände 5 aufweist, die identisch ausgebildet sind. Die Seitenwände 5 weisen bezogen auf die vertikale z-Richtung jeweils einen unteren Seitenwandabschnitt 6 und einen einstückig daran angeformten oberen Seitenwandabschnitt 7 auf, der eine größere Wandstärke s_2 entlang einer sowohl zu der x-Richtung als auch z-Richtung senkrecht orientierten y-Richtung aufweist als eine Wandstärke s_1 des unteren Seitenwandabschnitts 6. Damit ist der Innenraum 4 entlang der z-Richtung nach oben verjüngt. Obwohl der Hohlleiter 2 mit einer im Wesentlichen rechteckigen Außenkontur an einem oberen Ende eine Öffnung 8 aufweist, kann die sich entlang der x-Richtung in dem Hohlleiter 2 ausbreitende TE₁₀-Mode der Radarwelle nicht aus dem Hohl-

leiter 2 über die Öffnung 8 austreten. Durch die Öffnung 8 wird somit keine Leistung der Radarwelle abgestrahlt.

5 Infolge der identischen Gestaltung der Seitenwände 5 ist die Wellenleiter-
antenne 1 mit dem Hohlleiter 2 im Wesentlichen symmetrisch zu einer zur
x-z-Ebene parallelen Symmetrieebene S ausgebildet.

Der Hohlleiter 2 ist an einer der Öffnung 8 gegenüberliegend angeordneten
Unterseite mit einer Bodenplatte 9 beispielsweise durch Verkleben oder
10 Angalvanisieren fest verbunden, so dass der Hohlleiter 2 nach unten dicht
abgeschlossen ist. Die Bodenplatte weist einen rechteckigen Querschnitt
auf und ist in ihrer Form dem Hohlleiter 2 angepasst.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist der Hohlleiter 2 mehrere in
15 der x-Richtung angeordnete, sich in den Innenraum 4 erstreckende Struk-
turelemente in Form von Rippen 10 auf. Die Rippen 10 weisen jeweils eine
Querachse 11 auf, die mit der Längsachse 3 einen spitzen Winkel ein-
schließt. Die Rippen 10 verbinden die beiden gegenüberliegenden Seiten-
wände 5 und sind gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel in den Fig. 1
20 und 2 einstückig an die Seitenwände 5 angeformt. Es ist auch möglich,
dass die Rippen 10 unabhängig von den Seitenwänden 5 hergestellt und
anschließend mit diesen verbunden werden.

Die Rippen 10 dienen dazu, die in dem Hohlleiter 2 entlang der x-Richtung
25 geführte TE₁₀-Mode gezielt aus dem Hohlleiter 2 auszukoppeln durch
Umwandlung in eine andere Mode, bevorzugt in die TE₀₁-Mode. Die Ra-
darwelle breitet sich in der zweiten Mode mit einer Hohlleiter-Wellenlänge
 λ_2 aus, die von der Hohlleiter-Wellenlänge λ_1 der Radarwelle in der ersten

Mode im Allgemeinen verschieden ist. Bei der Umwandlung von der TE₁₀-Mode in die TE₀₁-Mode wird eine Symmetrieebene der TE₁₀-Mode um 90° gedreht, was gleichbedeutend damit ist, dass eine entlang einer zur z-Richtung parallelen transversalen Richtung 12 symmetrische Feldverteilung der TE₁₀-Mode in eine unsymmetrische Feldverteilung entlang der transversalen Richtung 12 der TE₀₁-Mode umgewandelt wird. Dazu sind die Rippen 10 bezüglich einer zur x-Richtung parallelen Ausbreitungsrichtung 13 der Radarwelle der TE₁₀-Mode unsymmetrisch, d. h. schräg angeordnet, indem die Querachse 11 mit der Längachse 3 einen spitzen Winkel einschließt. Die TE₀₁-Mode wird in der x-z-Ebene aus dem Hohlleiter 2 abgestrahlt. Die Abstrahlrichtung der TE₀₁-Mode liegt dabei in einem Winkelbereich von $\pm 20^\circ$ um die z-Achse. Wird die TE₀₁-Mode aus dem Hohlleiter 2 abgestrahlt, weist die Radarwelle wieder die Freiraum-Wellenlänge λ_0 auf. Bei geeigneter Wahl der Länge des Hohlleiters kann die Hohlleiter-Wellenlänge λ_2 derart beeinflusst werden, dass sie in etwa der Freiraum-Wellenlänge λ_0 entspricht.

Die Rippen 10 sind zur gezielten Umwandlung der ersten Mode, beispielsweise der TE₁₀-Mode, in eine davon verschiedene zweite Mode, beispielsweise der TE₀₁-Mode, der Radarwelle und zur Auskopplung der zweiten Mode aus dem Hohlleiter 2 in der x-Richtung beabstandet zueinander angeordnet. Dabei können zumindest einige benachbarte Rippen 10 in der x-Richtung mit einem periodischen Abstand d_p zueinander abgeordnet sein. Weiterhin ist es möglich, dass benachbarte Rippen 10 einen nicht-periodischen Abstand d_{ap} in der x-Richtung aufweisen, der gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel um weniger als 5 % von dem periodischen Abstand d_p abweicht. Infolge der periodischen Anordnung der Rippen 10 wird erreicht, dass sich die abgestrahlte Radarwelle in der TE₀₁-Mode in

- nur wenigen und insbesondere in nur einer Richtung konstruktiv überlagert. Für den Fall, dass alle Rippen 10 in einem identischen, periodischen Abstand d_p angeordnet sind, der einem ganzzahligen Vielfachen der halben Hohlleiter-Wellenlänge $\lambda_1/2$ der Radarwelle in der ersten Mode entspricht, können konstruktive Überlagerungen auftreten, die entgegen der Ausbreitungsrichtung 13 der Radarwelle der TE₁₀-Mode entgegenwirken. Um diesen negativen Effekt zu vermeiden, sind die Rippen 10 zumindest teilweise entlang der x-Richtung mit leicht variierenden Abständen d_{ap} zueinander und damit nicht-periodisch angeordnet. Um einerseits die Anzahl der Abstrahlungsrichtungen, in welchen sich die TE₀₁-Mode konstruktiv überlagert, so gering wie möglich zu halten und gleichzeitig die konstruktive Überlagerung entgegen der Ausbreitungsrichtung der TE₁₀-Mode in dem Hohlleiter 2 zu minimieren, weicht der nicht-periodische Abstand d_{ap} insbesondere um weniger als 2 % und insbesondere um weniger als 1 % von dem periodischen Abstand d_p ab. In jedem Fall sind die Abstände d_p und d_{ap} größer als halbe Freiraumwellenlänge $\lambda_0/2$. Für den Fall, dass ein Dielektrikum im Hohlleiter angeordnet ist, kann die Hohlleiter-Wellenlänge kleiner als die Freiraumwellenlänge werden und der Abstand der benachbarter Strukturelemente muss in diesem Fall größer sein als eine halbe Hohlleiter-Wellenlänge $\lambda_1/2$ der Radarwelle der ersten Mode, also der TE₁₀-Mode. Die Rippen 10 weisen einen senkrecht zur Querachse 11 orientierten rechteckigen Querschnitt auf, wobei eine Strukturhöhe H entlang der Querachse 11 der Rippen 10 konstant ist.
- Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Konstruktiv identische Teile erhalten dieselben Bezugszeichen wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel, auf dessen Beschreibung hiermit verwiesen wird. Konstruktiv unterschied-

- liche, jedoch funktionell gleichartige Teile erhalten dieselben Bezugszeichen mit einem nachgestellten a. Wesentlicher Unterschied der in Fig. 3 dargestellten Bodenplatte 9a, die mit einem nicht dargestellten Hohlleiter zu einer Wellenleiterantenne verbindbar ist, ist die Tatsache, dass die
- 5 Strukturelemente in Form von Rillen 10a in die Bodenplatte 9 integriert sind. Jede Rille 10a weist einen entlang der Querachse 11a rechteckigen Querschnitt mit einer konstanten Strukturhöhe H auf, wobei die Querachsen 11a und die Längsachse 3 jeweils einen spitzen Winkel α einschließen. Die Rillen 10a sind entlang der x-Richtung ebenfalls in periodischen Ab-
- 10 ständen d_p und nicht-periodischen Abständen d_{ap} angeordnet. Es ist auch möglich, dass die Strukturelemente in Form von nicht dargestellten Rippen auf der Bodenplatte 9a vorgesehen sind, wobei diese Rippen in den Innenraum des Hohlleiters hineinragen.
- 15 Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Konstruktiv identische Teile erhalten dieselben Bezugszeichen wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel, auf dessen Beschreibung hiermit verwiesen wird. Konstruktiv unterschiedliche, jedoch funktionell gleichartige Teile erhalten dieselben Bezugszeichen mit nachgestellten b. Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel sind
- 20 die Strukturelemente als Rippen 10b an dem Hohlleiter 2b vorgesehen. Gemäß der gezeigten Ausführungsform in Fig. 4 sind die Rippen 10b bezüglich der Querachse 11b als zweistufige Rippe ausgebildet. Die Rippen 10b sind derart zweistufig gestaltet, dass die Rippen 10b entlang der x-
- 25 Richtung und bezogen auf die Querachse 11b eine maximale Strukturhöhe H_{max} aufweisen, die ausgehend von der Querachse 11b in beiden Richtungen symmetrisch stufenförmig auf eine gegenüber der maximalen Strukturhöhe H_{max} reduzierte Strukturhöhe H_2 abnimmt. Der von den Struktur-

höhen H_2 und $H_{\max}$ gebildete T-förmige Querschnitt der Rippe 10b weist entlang der Querachse 11b ebenfalls konstante Strukturhöhen H_2 , $H_{\max}$ auf. Die Rippen 10b sind einstückig an den Hohlleiter 2 angeformt, der beispielsweise aus einem metallischen Block gefräst wird.

5

Die Rippen 10b sind gegenüber der transversalen Richtung 12 geneigt angeordnet, so dass die Querachsen 11b und die Längsachse 3 des Hohlleiters 2b einen spitzen Winkel einschließen. Durch die zweistufige Gestaltung der Rippen 10b ist es einerseits möglich, die Radarwelle mit der zweiten

10 Mode aus dem Hohlleiter 2b der Wellenleiterantenne 1b auszukoppeln und gleichzeitig die sogenannten Grating Lobes zu unterdrücken.

Die Rippen 10b sind an Innenseiten 14 der gegenüberliegend angeordneten Seitenwände 5b vorgesehen. Entlang der x-Richtung sind die Rippen 10b an den gegenüberliegenden Seitenwänden 5b versetzt angeordnet, so dass dadurch die zur Umwandlung und Auskopplung der TE₁₀-Mode in die TE₀₁-Mode notwendige unsymmetrische Anordnung der Strukturelemente gewährleistet ist.

15

20 Der Querschnitt des Hohlleiters 2b und damit der Innenraum 4b sind im Wesentlichen sanduhrförmig gestaltet, in dem die Seitenwände 5b jeweils eine zum Innenraum 4b hin gerichtete Wölbung 15 aufweisen. Eine derartige Gestaltung des Hohlleiters 2b mit dem entsprechenden Innenraum 4b dient einerseits einer verbesserten Führung der in der x-Richtung eingespeisten TE₁₀-Mode und andererseits einer Einstellung einer definierten Charakteristik der abgestrahlten TE₀₁-Mode, sowohl in deren Ausbreitungsrichtung als auch in deren azimuthaler Richtung. Insbesondere die Formung der Charakteristik der abgestrahlten TE₀₁-Mode in azimuthaler Richtung kann durch Gestaltung des Querschnitts des Hohlleiters 2b mit

25

dem Innenraum 4b verbessert werden. Für die Strahlformung der in dem Hohlleiter 2b geführten Radarwelle in der TE₁₀-Mode in der transversalen Richtung 12 weist der Hohlleiter 2b einen zur Öffnung 8b hin sich vergrößernden Querschnitt auf. Dieser Abschnitt des Hohlleiters 2b wird aufgrund seiner gekrümmten Kontur als nicht linearer Ausgangstaper 16 bezeichnet.

Die beiden Seitenwände 5b sind über eine Rückwand 17 einstückig und fest miteinander verbunden. Es ist auch möglich, dass an mit der Rückwand 17 verbundenen Enden gegenüberliegenden Enden der Seitenwände 5b ein so genanntes Übergangssegment an den Hohlleiter 2b anschließt. In diesem Fall sind die Seitenwände 5b zusätzlich durch eine nicht dargestellte, eine Öffnung zur Einspeisung der Radarwelle aufweisende Frontwand verbunden.

Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Fig. 5 bis 9 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Konstruktiv identische Teile erhalten dieselben Bezugszeichen wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel, auf dessen Beschreibung hiermit verwiesen wird. Konstruktiv unterschiedliche, jedoch funktionell gleichartige Teile erhalten dieselben Bezugszeichen mit einem nachgestellten c. Das hier gezeigte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich im Wesentlichen von den zuvor dargestellten Ausführungsbeispielen dadurch, dass der Hohlleiter 2c mit der Bodenplatte 9c kraftschlüssig und formschlüssig verbindbar ist. Es ist auch möglich, dass der Hohlleiter 2c mit der Bodenplatte 9c entweder kraftschlüssig oder formschlüssig verbindbar ist. Dazu weist die Bodenplatte 9c ein sich von einer Oberseite 18 der Bodenplatte 9c wegerstreckende Bodenplattenprofil 19 auf, das mit einem korrespondierenden Hohlleiterprofil 20 zur kraftschlüssigen und/oder formschlüssigen Verbindung des Hohlleiters 2c mit

der Bodenplatte 9c zusammenwirkt. In einem den Fig. 5 und 6 entsprechenden nicht verbundenen Zustand des Hohlleiters 2c mit der Bodenplatte 9c sind sowohl das Bodenplattenprofil 19 als auch das Hohlleiterprofil 20 erkennbar.

5

Das Bodenplattenprofil 19 umfasst die in der x-Richtung angeordneten sich in den Innenraum 4c erstreckenden Strukturelemente in Form von Rippen 10c, die als bezüglich ihrer Querachse 11c symmetrische zweistufige Rippen ausgebildet sind. Die Rippen 10c sind an den gegenüberliegenden Seitenwänden 5c entlang der x-Richtung versetzt angeordnet und wie vorstehend bereits beschrieben in periodischen Abständen d_p und/oder nicht-periodischen Abständen d_{ap} zueinander beabstandet angeordnet.

Das Hohlleiterprofil 20 ist an unteren, der Bodenplatte 9c zugewandten Enden der Seitenwände 5c angeordnet. Das Hohlleiterprofil 20 umfasst zwei parallel zu der x-Richtung und beabstandet zueinander angeordnete Befestigungsreihen 21, die zu den Rippen 10c und zwischen beabstandeten Rippen 10c angeordneten Durchbrüchen 22 korrespondierende Ausnehmungen 23 bzw. Befestigungsstege 24 aufweisen. In einem verbundenen Zustand von Hohlleiter 2c mit Bodenplatte 9c, der in den Fig. 7 bis 9 dargestellt ist, liegt das Hohlleiterprofil 20 mit einer dem Innenraum 4c zugewandten Innenseite 25 an einer dem Innenraum 4c abgewandten Außenseite 26 des Bodenplattenprofils flächig an. Dabei greifen die Befestigungsstege 24 des Hohlleiterprofils 20 in die Durchbrüche 22 zwischen benachbarten Rippen 10c ein. Dadurch, dass die Befestigungsstege 24 den Durchbrüchen 22 korrespondierend geformt sind, ist der Hohlleiter 2c mit der Bodenplatte 9c in der x-Richtung formschlüssig verbunden. Die Durchbrüche 22 sind in der z-Richtung nach oben geöffnet, so dass der Hohlleiter 2c

mit den Befestigungsstegen 24 von oben entgegen der z-Richtung in die Durchbrüche 22 eingesetzt werden kann.

5 Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel in den Fig. 5 bis 9 ist die Wellenleiterantenne 1c aus Kunststoff hergestellt. Durch eine Metallisierung des Kunststoffs wird die Strahlführung in der Wellenleiterantennen 1c erreicht. Dadurch, dass die Wellenleiterantenne 1c aus Kunststoff hergestellt ist, weisen die Seitenwände 5c eine für den Montagevorgang des Hohlleiters 2c an der Bodenplatte 9c erforderliche Elastizität auf.

10

Die Elastizität der Seitenwände 5c ist erforderlich, da ein Abstand y_H der Befestigungsreihen 21 an den gegenüberliegend angeordneten Seitenwänden 5c kleiner ist als eine Erstreckung y_B des Bodenplattenprofils 19 in der y-Richtung. Das bedeutet, dass durch ein Aufstecken von oben entgegen
15 der z-Richtung des Hohlleiters 2c auf die Bodenplatte 9c die Seitenwände 5c durch die Rippen 10c des Bodenplattenprofils 19 elastisch voneinander weggebogen werden und damit der Innenraum 4c aufgeweitet wird. Infolge der elastischen Reaktionskräfte in den Seitenwänden 5c, die jeweils auf die gegenüberliegend angeordnete Seitenwand 5c gerichtet sind, ist der Hohl-
20 leiter 2c an der Bodenplatte 9c kraftschlüssig vor allem in der z-Richtung gehalten. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Außenseiten 26 gegenüber der Oberseite 18 der Bodenplatte 9c zumindest teilweise geneigt und schließen einen spitzen Winkel β ein. Dadurch wird zwischen der Außenseite 26 der Rippen 10c eine Hinterschneidung 27 gebildet, in die die
25 Seitenwand 5c mit ihrem unteren Ende einrasten kann. Dadurch ist es möglich, dass der Hohlleiter 2c auf die Bodenplatte 9c aufgeclipst werden kann und damit lösbar mit der Bodenplatte 9c verbunden ist.

Da die Wellenleiterantenne 1c, also sowohl der Hohlleiter 2c als auch die Bodenplatte 9c, aus Kunststoff hergestellt sind, ist es möglich, den Hohlleiter 2c und die Bodenplatte 9c durch Spritzgießen herzustellen. Es ist auch möglich, eine der beiden Komponenten, also Hohlleiter 2c und Bodenplatte 5 9c, insbesondere die Bodenplatte 9c, durch die Metalldruckgussverfahren wie beispielsweise Zinkdruckguss herzustellen. Wichtig ist, dass mindestens eine der beiden Komponenten derart elastisch verformbar ist, dass ein Verbinden durch Aufclipsen der Komponenten möglich ist. Aufgrund der Gestaltung des Hohlleiters 2c mit der Rückwand 17 und den daran ange- 10 formten Seitenwänden 2c sowie der Bodenplatte 9c mit dem Bodenplattenprofil 19 können diese Teile durch mehrstufige Entformungsschritte, beispielsweise zunächst ein vertikales Entformen entlang der z-Richtung und anschließend ein axiales Entformen entlang der x-Richtung, entformt werden. Dadurch ist eine unkomplizierte und insbesondere kostengünstige 15 Herstellung der Wellenleiterantenne 1c vor allem bei hohen Stückzahlen möglich. Auch die Montage der Wellenleiterantenne 1c ist dadurch vereinfacht und kostengünstig.

Es hat sich gezeigt, dass auftretende Wandströme im Bereich der Rippen 20 10c in etwa in der gleichen Größenordnung liegen wie bei einem Hohlleiter ohne Strukturelemente. In den Durchbrüchen 22 wird die Leistung abgeschirmt, so dass in diesem Bereich die Wandströme vergleichbar gering sind. In diesen Bereichen ist die Trennstelle zwischen dem zu verbindenden Hohlleiter 2c und Bodenplatte 9c gewählt. An den Rippen 10c ist die 25 Stromdichte dagegen hoch, so dass dort die kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Hohlleiter 2c und der Bodenplatte 9c herrscht.

Gemäß den Darstellungen in den Fig. 5 bis 9 ist eine Anordnung 28 mit drei Wellenleiterantennen 1c dargestellt, wobei die Bodenplatte 9c und der

Hohlleiter 2c derart ausgebildet sind, dass mehrere Wellenleiterantennen 1c in der y-Richtung nebeneinander angeordnet sind.

- Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Fig. 10 und 11 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Konstruktiv identische Teile erhalten dieselben Bezugszeichen wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel, auf dessen Beschreibung hiermit verwiesen wird. Konstruktiv unterschiedliche, jedoch funktionell gleichartige Teile erhalten dieselben Bezugszeichen mit einem nachgestellten d. Das in den Fig. 10 und 11 dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht einer Anordnung mehrerer Wellenleiterantennen 1d, die in der y-Richtung nebeneinander angeordnet sind. Dazu sind mehrere Hohlleiter 2d auf der Bodenplatte 9 in der y-Richtung nebeneinander angeordnet. Weiterhin ist jeweils in einer Öffnung 8d des Hohlleiters 2d eine Abdeckung 29 auf den Hohlleiter 2d aufgesetzt. Dadurch ist gewährleistet, dass der Innenraum 4d der Wellenleiterantenne 1d nicht nur nach unten durch die Bodenplatte 9, sondern auch nach oben durch die Abdeckung 29 abgeschlossen und damit vor Umwelteinflüssen, insbesondere vor Verschmutzung und Feuchtigkeit geschützt ist.
- Andererseits muss die Abdeckung 29 gewährleisten, dass eine Abstrahlung der Radarwelle in der zweiten Mode in der transversalen Richtung 12 möglich ist. Um eine Transparenz der Abdeckung 29 bezüglich der Radarwelle in der zweiten, der TE₀₁-Mode zu ermöglichen, hängt die Dicke D der Abdeckung 29 in transversaler Richtung 12 von einer Wellenlänge der Radarwelle im Medium λ_m der Abdeckung 29ab, die sich aus der Freiraum-Wellenlänge λ_0 bestimmen lässt. Insbesondere beträgt die Dicke D ein ganzzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge im Medium λ_m , also:
- $$D = n \cdot (\lambda_m/2).$$

Die Abdeckung 29 ist aus Polytetrafluorethylen, das auch unter dem Handelsnamen Teflon bekannt ist, hergestellt und weist als Dämpfungsmaterial SiC auf. Um die in transversaler Richtung 12 abgestrahlte zweite Mode der Radarwelle so gering wie möglich zu dämpfen, wird bevorzugter Weise angestrebt, die Abdeckung 29 mit einer möglichst geringen Dicke D auszustatten, beispielsweise durch die Wahl $n = 0$ oder $n = 1$. Da die Dicke der Abdeckung 29 größer 0 sein muss, ist eine Abweichung der Dicke D von dem Nullfachen der halben Wellenlänge im Medium λ_m erforderlich. Diese Abweichung beträgt weniger als 20 % der ganzen Wellenlänge im Medium λ_m und insbesondere weniger als 10 % der ganzen Wellenlänge im Medium λ_m . Der Hohlleiter 2d weist einen sanduhrförmig gestalteten Querschnitt auf, wobei die Seitenwände 5d jeweils eine in den Innenraum 4d gerichtete Wölbung 15 aufweisen. Der Querschnitt des Hohlleiters 2d verändert sich somit in der z-Richtung. Die Abdeckung 29 liegt flächig an dem zur Öffnung 8d hin sich aufweitenden Ausgangstaper 16 an, d. h. die Abdeckung 29 liegt zumindest teilweise flächig an den Wölbungen 15 der Seitenwände 5d an. Ein Überkoppeln der in dem Hohlleiter 2d geführten Radarwelle in der ersten Mode in einen benachbarten Hohlleiter 2d wird davon nicht beeinflusst.

Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Fig. 12 und 13 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Konstruktiv identische Teile erhalten dieselben Bezugszeichen wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel, auf dessen Beschreibung hiermit verwiesen wird. Konstruktiv unterschiedliche, jedoch funktionell gleichartige Teile erhalten dieselben Bezugszeichen mit einem nachgestellten e. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel weist die Anordnung 28e eine gemeinsame, einstückig ausgebildete

Abdeckung 29e auf, die sich zumindest teilweise in die oberen Öffnungen 8e der Wellenleiterantennen 1e erstreckt. Die Wellenleiterantennen 1e sind entsprechend der Anordnung 28d gemäß dem Ausführungsbeispiel in den Fig. 10 und 11 in der y-Richtung nebeneinander und parallel zur x-
5 Richtung angeordnet.

Die Seitenwände 5e benachbarter Wellenleiterantennen 1e sind einstückig miteinander ausgebildet und schließen einen Seitenwand-Hohlraum 36 ein. Es ist auch möglich, die Seitenwände 5e einstückig derart miteinander zu
10 verbinden, dass kein Hohlraum sondern ein gemeinsamer, massiver Steg gebildet wird. Die Seitenwände 5e weisen an einem oberen, der Abdeckung 29e zugewandten Ende eine sich entlang der x-Richtung erstreckende Rille 30 auf. Die Rille 30 weist einen senkrecht zur x-Richtung rechteckigen Querschnitt auf und dient zur Aufnahme mindestens eines Rastvorsprungs 31 der Abdeckung 29e zur rastenden Verbindung der Abdeckung
15 29e mit den Wellenleiterantennen 1e der Anordnung 28e. Dadurch kann die Abdeckung 29e besonders schnell und unkompliziert auf die Anordnung 28e durch Aufclipsen aufgesetzt werden, sodass die Wellenleiterantennen 1e besonders schnell, unkompliziert und kostengünstig hergestellt
20 werden können.

Der Rastvorsprung 31 erstreckt sich ebenfalls in der x-Richtung und kann insbesondere eine gleiche Länge in der x-Richtung aufweisen wie die Rille 30. Es ist auch möglich, dass mehrere Rastvorsprünge 31 entlang der x-
25 Richtung hintereinander angeordnet sind.

Der Rastvorsprung 31 weist einen zentral angeordneten, nach unten zu den Seitenwänden 5e hin geöffneten Deformationsschlitz 32 auf. Weiterhin weist der Rastvorsprung 31 eine Breite y_R in der y-Richtung auf, die im

- unmontierten Zustand der Abdeckung 29e auf der Anordnung 28e größer ist als eine Breite b_R der Rille 30 in y-Richtung. Da die Abdeckung 29e aus Polytetrafluethylen, also aus Kunststoff, hergestellt ist, ist diese elastisch deformierbar, sodass die Abdeckung 29e mit den Rastvorsprüngen 31 in
- 5 den Rillen 30 verrastbar ist. Dabei wird die Breite y_R des Rastvorsprungs reduziert, indem der Rastvorsprung 31 in der y-Richtung zusammengedrückt wird. Diese Kompression wird durch den Deformationsschlitz 32 ermöglicht. In dem montierten Zustand der Abdeckung 29e auf der Anordnung 28e gemäß der Darstellung in Fig. 13 sind die Breiten b_R der Rille 30
- 10 und y_R des Rastvorsprungs 31 identisch. Die Rille 30 und der Rastvorsprung 31 sind derart gestaltet, dass die Abdeckung 29e in der Anordnung 28e sicher, kraftschlüssig und gleichzeitig wieder lösbar gehalten ist. Weiterhin weist der Rastvorsprung 31 Einführschrägen 33 und Ausführschrägen 34 zum leichteren Montieren und Demontieren der Anordnung 28e auf.
- 15 Weiterhin dient die Rille 30 der Verhinderung einer Überkopplung von in einer Wellenleiterantenne 1e geführten Radarwelle in eine benachbarte Wellenleiterantenne 1e.
- 20 Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf Fig. 14 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Konstruktiv identische Teile erhalten dieselben Bezugszeichen wie beim ersten Ausführungsbeispiel, auf dessen Beschreibung hiermit verwiesen wird. Konstruktiv unterschiedliche, jedoch funktionell gleichartige Teile erhalten dieselben Bezugszeichen mit
- 25 einem nachgestellten f. Die Wellenleiterantenne 1f weist ebenfalls eine Abdeckung 29f auf, die jedoch nicht in den Innenraum 4f des Hohlleiters 2f hineinragt. Die Abdeckung 29f ist damit ähnlich wie die Bodenplatte 9 flächig mit einem rechteckigen Querschnitt ausgebildet. Die Bodenplatte 9 und die Abdeckung 29f sind jeweils an einem unteren bzw. oberen Ende

des Hohlleiters 2f in der z-Richtung angebracht. Die Befestigung von Bodenplatte 9 und Abdeckung 29f an dem Hohlleiter 2f kann beispielsweise durch Kleben oder Angalvanisieren erfolgen.

- 5 Es ist möglich, dass die Abdeckung 29f bei der Wellenleiterantenne 1f für einen Teil der abzustrahlenden Leistung aus der TE01-Mode wie ein Wellenleiter wirkt. Das bedeutet, dass Leistung aus der abzustrahlenden TE01-Mode über die Abdeckung 29f in die TE01-Mode einer in y-Richtung benachbarten Wellenleiterantenne gekoppelt und an den Rippenstrukturen in
- 10 die in dem benachbarten Wellenleiter geführte TE10-Mode gewandelt wird. Diese so genannte Überkopplung von abzustrahlender Leistung von einer Wellenleiterantenne in eine dazu benachbarte Wellenleiterantenne wird durch die Verwendung einer Abdeckung aus Material mit dämpfenden Eigenschaften verringert. Wegen der geringen Dicke D der Abdeckung
- 15 29, 29e (vgl. Fig. 10 bis 13) wird die aus der TE01-Mode in z-Richtung abgestrahlte Leistung nur geringfügig gedämpft. Jedoch wird die in den benachbarten Wellenleiter überkoppelte Leistung wegen der größeren Weglänge in der dämpfenden Abdeckung 29, 29e sehr viel stärker gedämpft. Eine weitere Reduzierung der Überkopplung wird durch die Rille
- 20 30 gemäß der in den Fig. 12 und 13 dargestellten Wellenleiterantenne 1e erreicht.

- In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird ein kompakter Aufbau eines Radarsystems basierend auf der erfindungsgemäßen Wellenleiterantenne
- 25 angegeben. Das Radarsystem umfasst zusätzlich zur Antenne eine Vorrichtung zur Verarbeitung von Hochfrequenzsignalen insbesondere zur Ansteuerung der Antenne bzw. der Erzeugung des abzustrahlenden Signals. Weiterhin ist zur Steuerung des Radarsystems und i.d.R. zur Datenauswertung eine Vorrichtung zur Verarbeitung von Niederfrequenzsignalen

vorgesehen. Insbesondere die Bauteile einer Vorrichtung zur Verarbeitung von Niederfrequenzsignalen sind i.d.R. räumlich stark ausgedehnt. Einige Bauteile z.B. Kondensatoren sind in einer flachen Ausführung nicht ohne weiteres erhältlich. In Fig. 12 ist ein Beispiel für eine Antennenanordnung
5 angegeben, bei der sich ein Raum (36) zwischen den Antennen befindet. Um einen kompakten Aufbau zu erlangen, werden nun Bauteile (37) in den Zwischenräumen (36) angeordnet wie in Fig. 15 dargestellt. Alternativ oder zusätzlich werden Bauteile (Kondensatoren, Platinen etc.) in die Bodenplatte (9) integriert, um den Bauraum effizient zu nutzen.

Patentansprüche

1. Wellenleiterantenne für eine Radarantennenanordnung, insbesondere zum Einsatz in Kraftfahrzeugen, umfassend
 - 5 a. einen Hohlleiter (2; 2b; 2c; 2d; 2f), der
 - i. zwei Seitenwände (5; 5b; 5c; 5d; 5e) und eine zwischen den Seitenwänden (5; 5b; 5c; 5d; 5e) angeordnete obere Öffnung (8; 8b; 8d; 8e) aufweist,
 - ii. sich in einer x-Richtung erstreckt, und
 - 10 iii. zur Ausbreitung einer Radarwelle einer ersten Mode in der x-Richtung einen Innenraum (4; 4b; 4c; 4d; 4f) zumindest teilweise umgibt, und
 - b. mindestens eine Abdeckung (29; 29e; 29f) zum Aufsetzen auf die obere Öffnung (8; 8b; 8d; 8e; 8f),
 - 15 wobei
 - c. die mindestens eine Abdeckung (29; 29e; 29f) eine Dicke D aufweist, für die gilt: $D = n \cdot (\lambda_m/2) \pm 1/5 \cdot \lambda_m$,
 - d. λ_m die Wellenlänge der abgestrahlten Radarwelle im Medium der Abdeckung (29; 29e; 29f),
 - 20 e. n ein ganzzahliger Faktor ist, für den gilt: $n = 0, 1, 2, \dots$ und
 - f. $D > 0$ gilt.
2. Wellenleiterantenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke D der Abdeckung (29; 29e; 29f) um weniger als 10% der ganzen Wellenlänge im Medium λ_m von einem ganzzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge im Medium λ_m der Radarwelle abweicht.
- 25

3. Wellenleiterantenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Dicke D gilt: $D = n \cdot (\lambda_m/2)$.
4. Wellenleiterantenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Dichtung zwischen der Abdeckung (29f) und den
5 Seitenwänden (5) des Hohlleiters (2f).
5. Wellenleiterantenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein senkrecht zur x-Richtung orientierter
10 Querschnitt des Hohlleiters (2; 2b; 2c; 2d; 2f) in einer vertikalen z-Richtung veränderlich ist.
6. Wellenleiterantenne nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querschnitt des Hohlleiters (2b; 2c; 2d; 2f) sanduhrförmig gestaltet
15 ist, wobei die Seitenwände (5b; 5c; 5d; 5e) jeweils eine zum Innenraum (4b; 4c; 4d; 4f) gerichtete Wölbung (15) aufweisen.
7. Wellenleiterantenne nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Abdeckung (29; 29e) zumindest teilweise flächig
20 an den Wölbungen (15) der Seitenwände (5d; 5e) angeordnet ist.
8. Anordnung mehrerer Wellenleiterantennen nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei benachbarte Wellenleiterantennen (1c; 1d; 1e)
25 parallel zu der x-Richtung und in einer zur x-Richtung senkrechten y-Richtung nebeneinander angeordnet sind.

9. Anordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdeckung (29e) einstückig ausgebildet ist und sich in die oberen Öffnungen (8e) der Wellenleiterantennen (1e) erstreckt.
- 5 10. Anordnung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdeckung (29e; 29f) aus Polytetrafluorethylen hergestellt ist.
11. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdeckung (29e; 29f) ein Dämpfungsmaterial, insbesondere SiC, aufweist.
- 10
12. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **gekennzeichnet durch** eine in den Seitenwänden (5e) benachbarter Wellenleiterantennen (1e) ausgebildete Rille (30), die der Abdeckung (29e) zugewandt und in der x-Richtung orientiert ist.
- 15
13. Anordnung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdeckung (29e) mit mindestens einem Rastvorsprung (31) in die Rillen (30) eingerastet ist.
- 20
- 14) Radarsensor umfassend
- zumindest zwei Wellenleiterantennen nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Antennen auf einer Bodenplatte (9) derart angeordnet sind, dass ein Raum (36) zwischen den Seitenwänden der Antennen gebildet wird
- 25
- eine Vorrichtung zur Verarbeitung von Hochfrequenzsignalen
- eine Vorrichtung zur Verarbeitung von Niederfrequenzsignalen
- wobei** Bauteile (37) der Vorrichtung zur Verarbeitung von Hochfrequenzsignalen und bzw. oder Vorrichtung zur Verarbeitung von Niederfrequenz-

signalen in die Bodenplatte (9) integriert und bzw. oder in einem Raum (36) zwischen den Seitenwänden der Antennen angeordnet sind.

15) Radarsensor nach Anspruch 14, wobei die Vorrichtung zur Verarbeitung von Niederfrequenzsignalen eine Platine umfasst und diese in die Bodenplatte integriert angeordnet ist

16) Radarsensor nach Anspruch X, wobei zumindest ein Kondensator als Bauteil der Vorrichtung zur Verarbeitung von Niederfrequenzsignalen in einem Raum (36) zwischen den Seitenwänden der Antennen angeordnet ist.

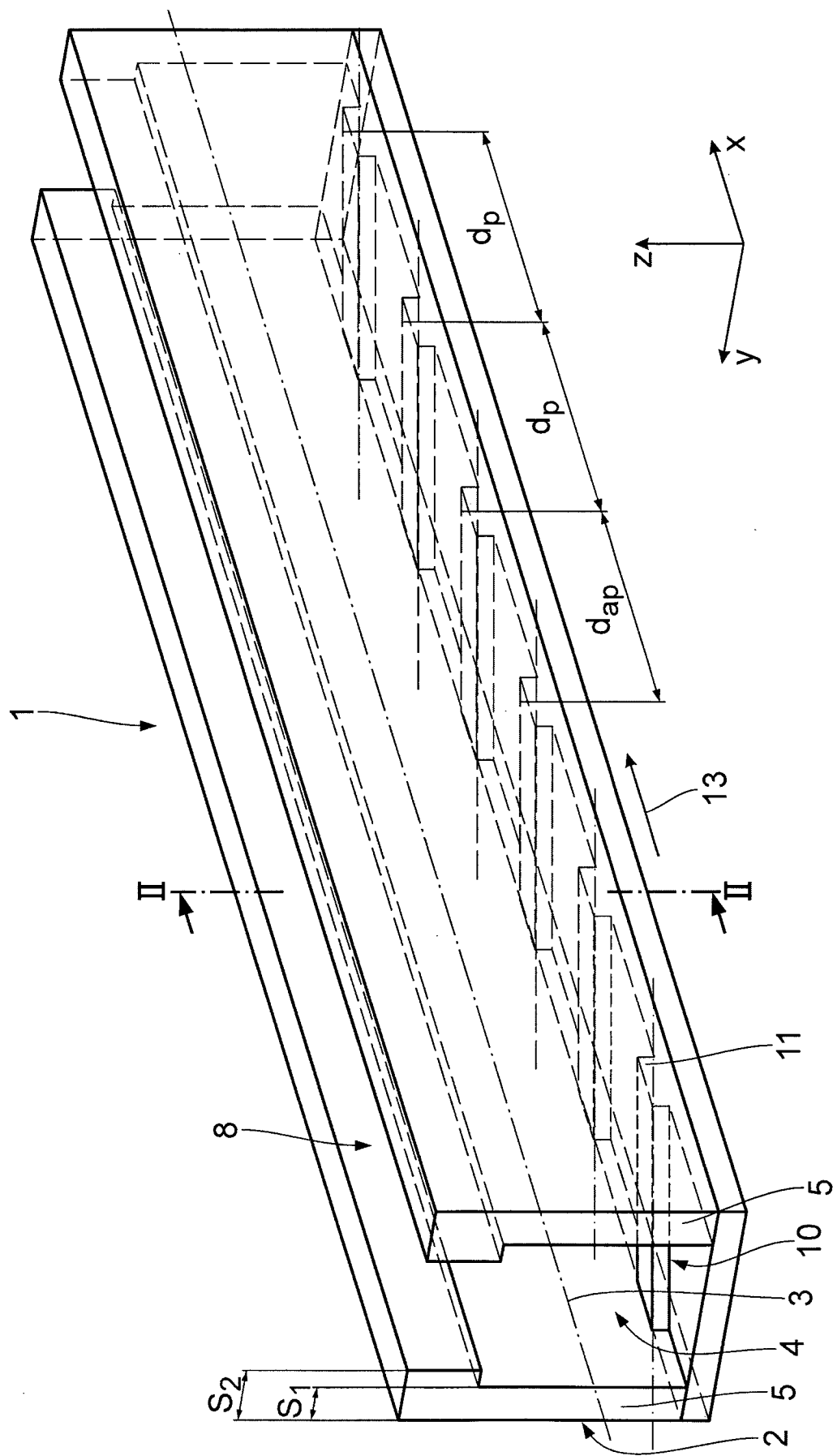


Fig. 1

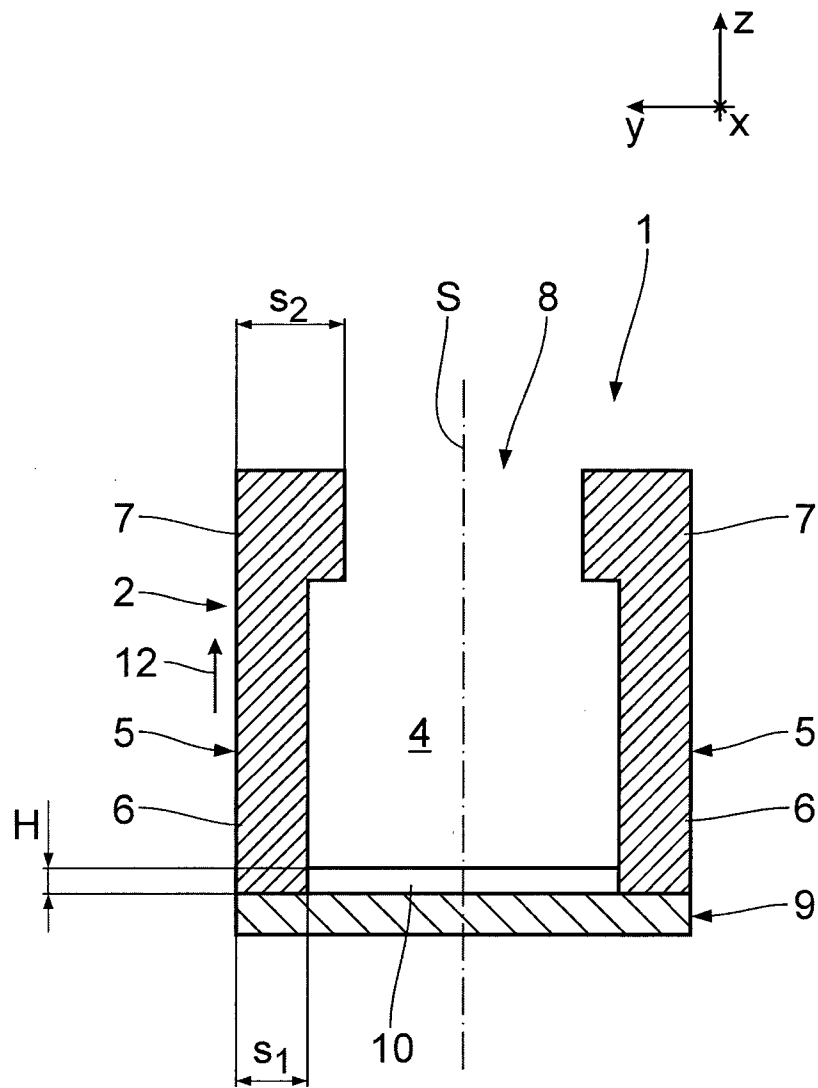


Fig. 2

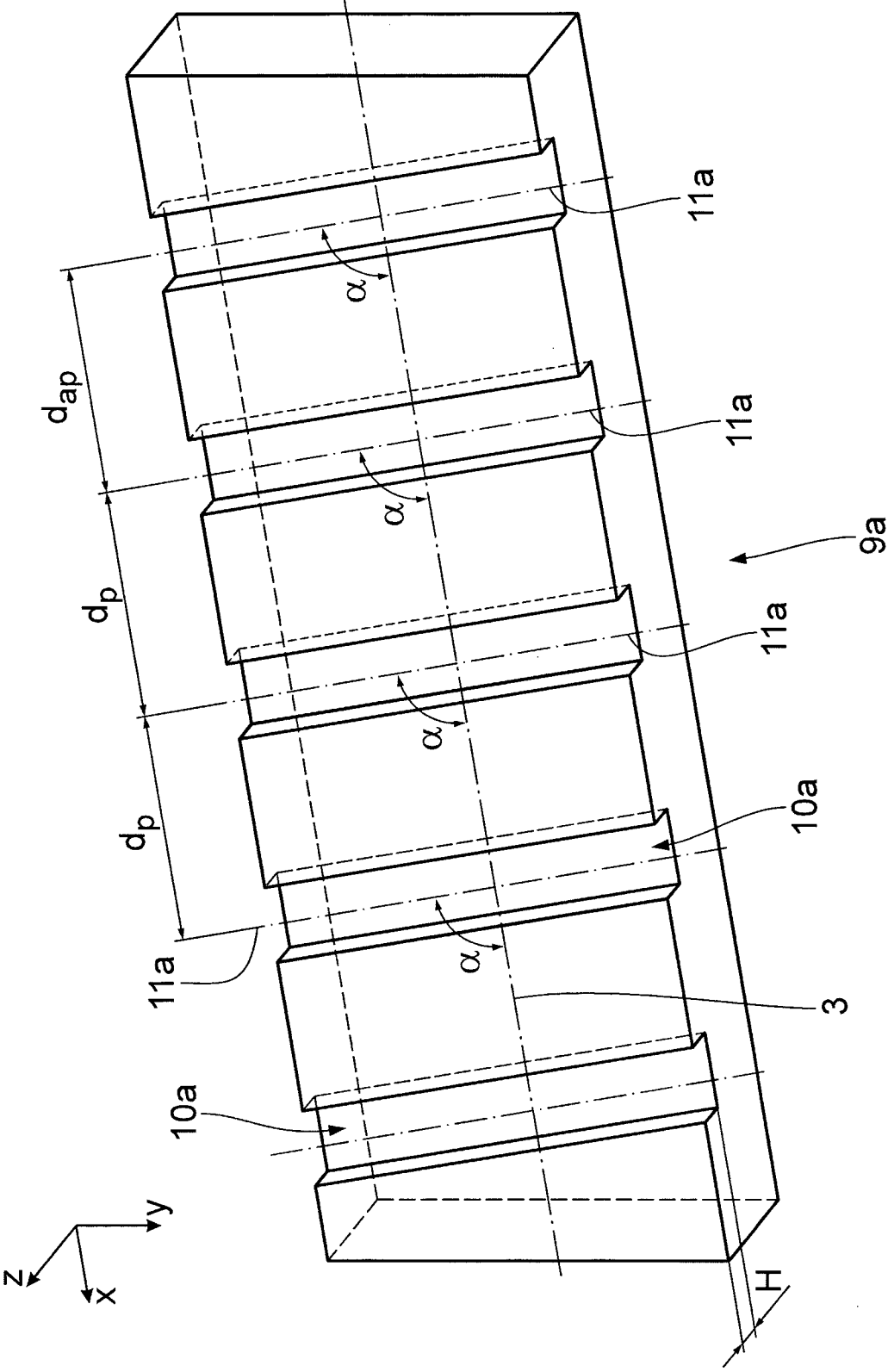


Fig. 3

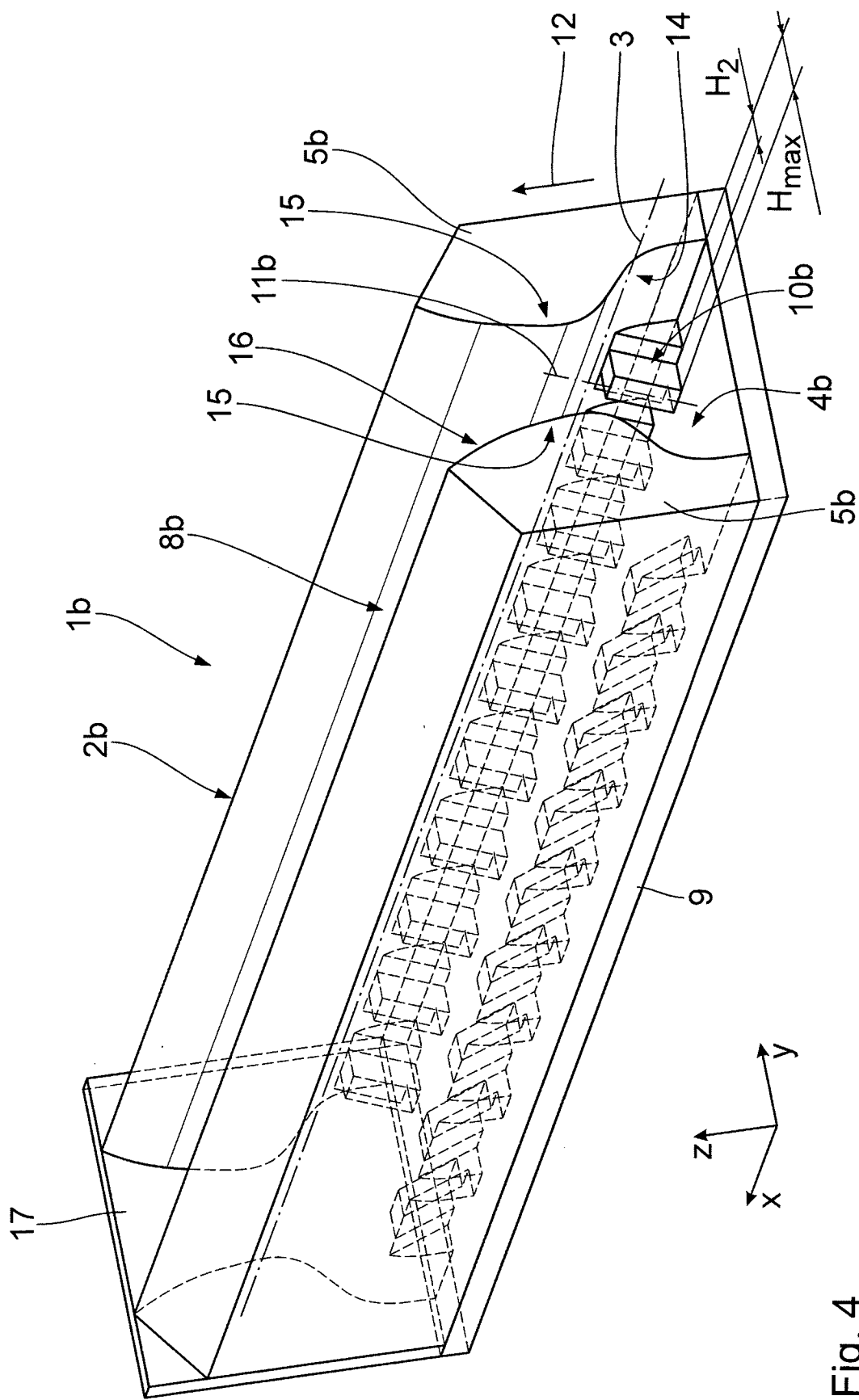


Fig. 4

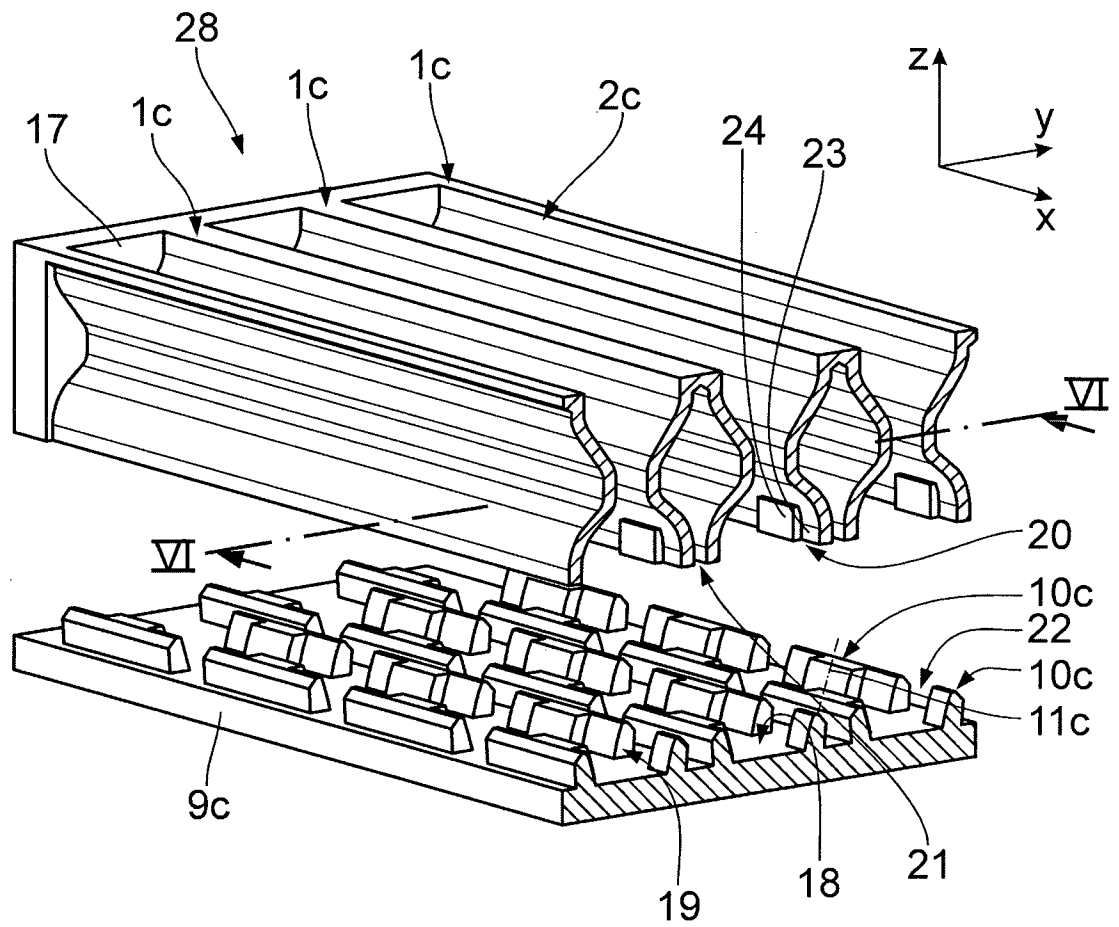


Fig. 5

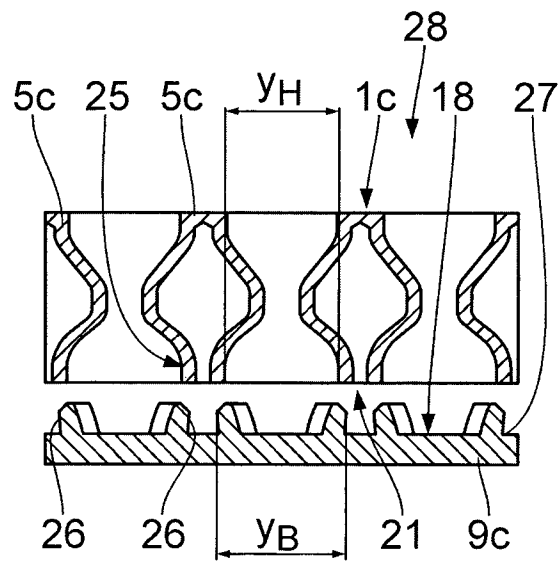


Fig. 6

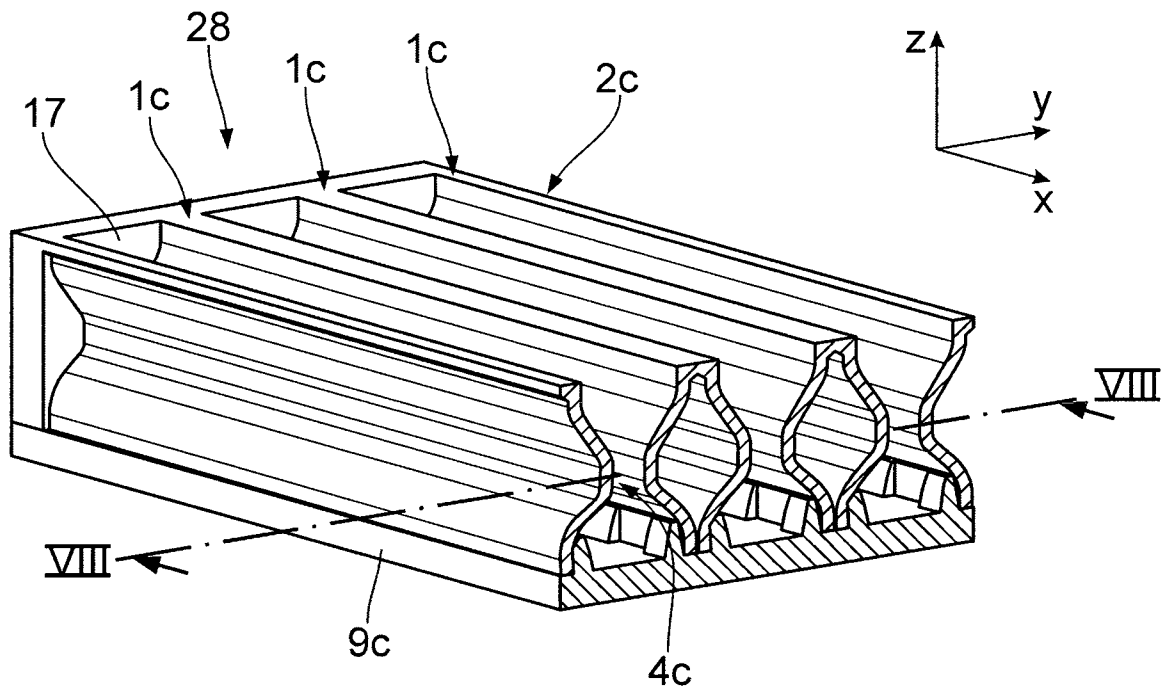


Fig. 7

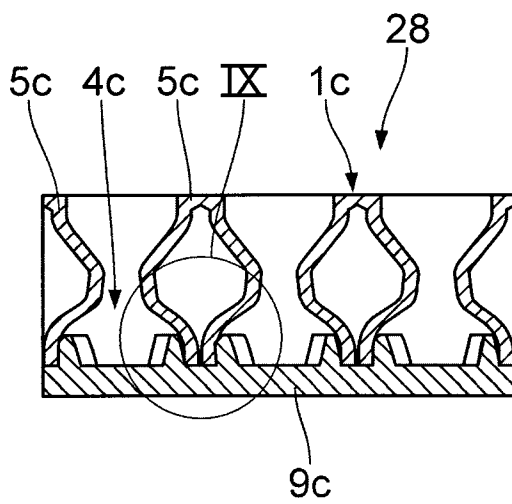


Fig. 8

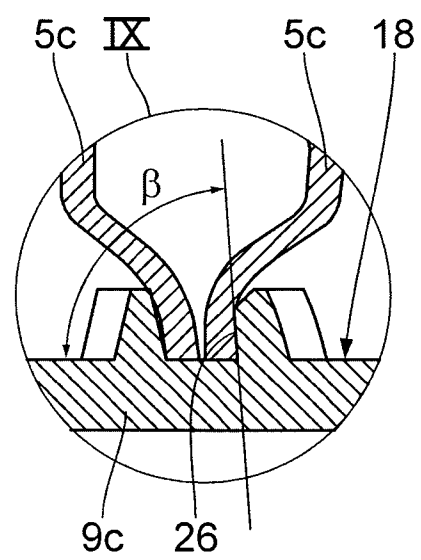


Fig. 9

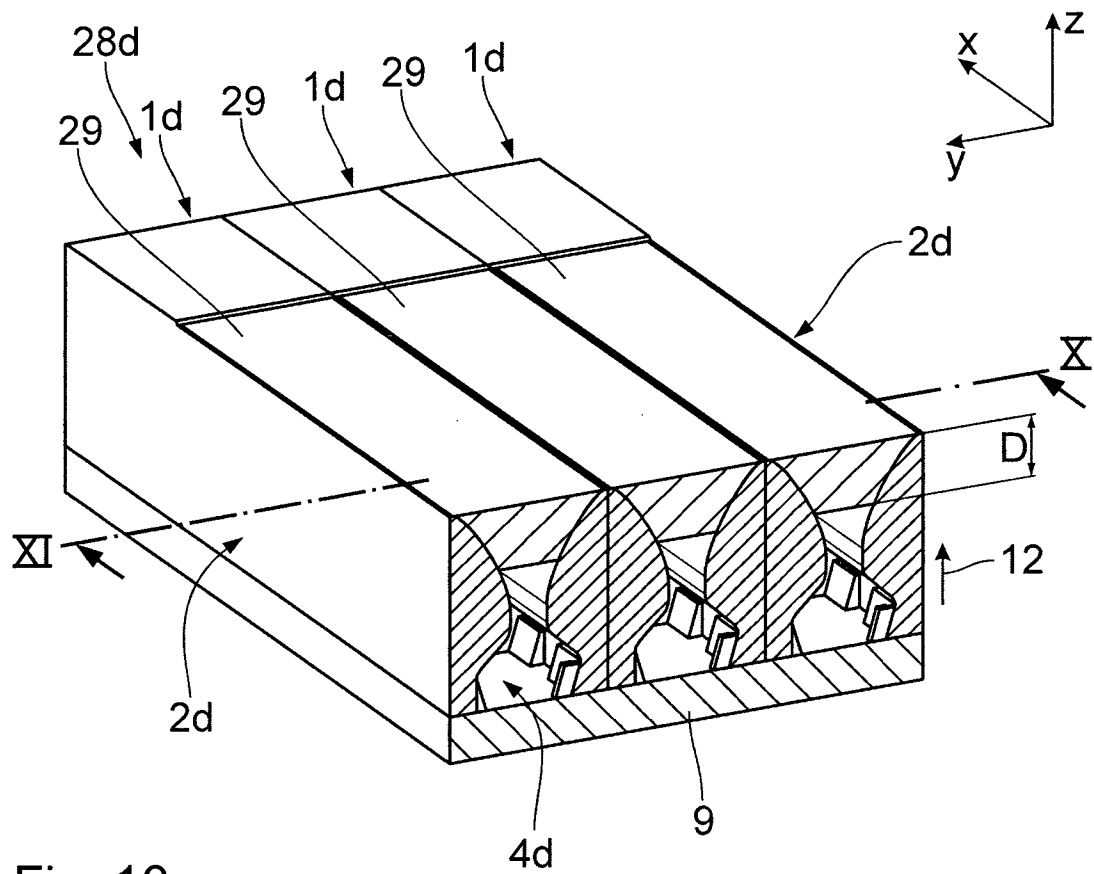


Fig. 10

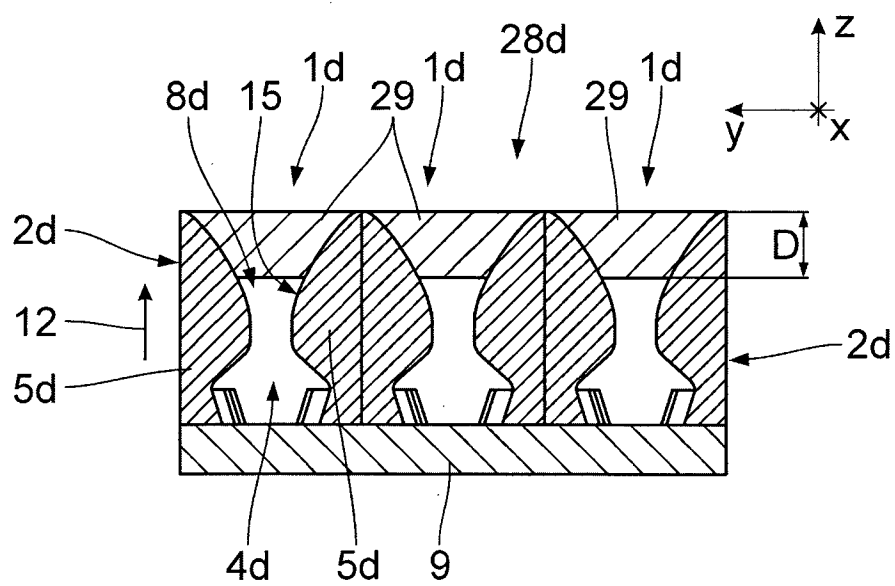


Fig. 11

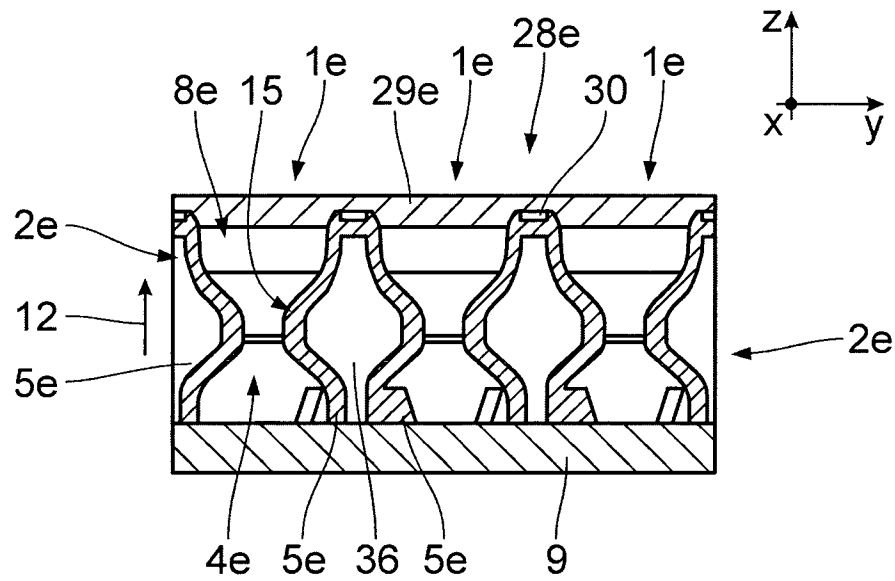


Fig. 12

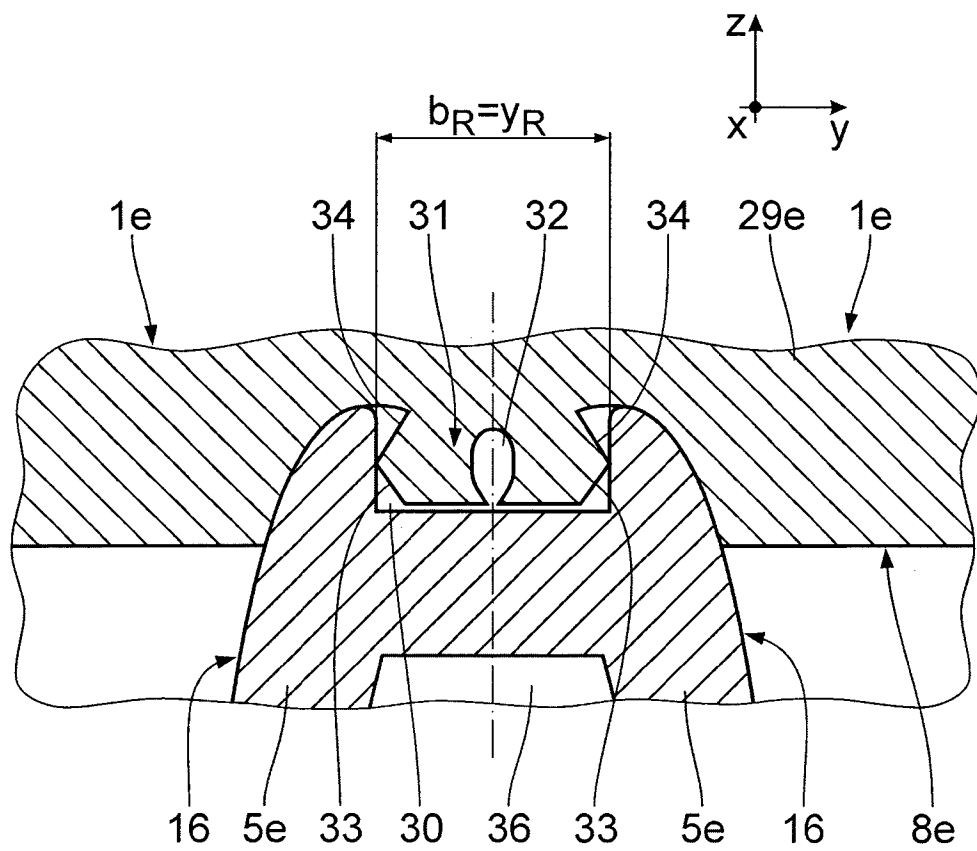


Fig. 13

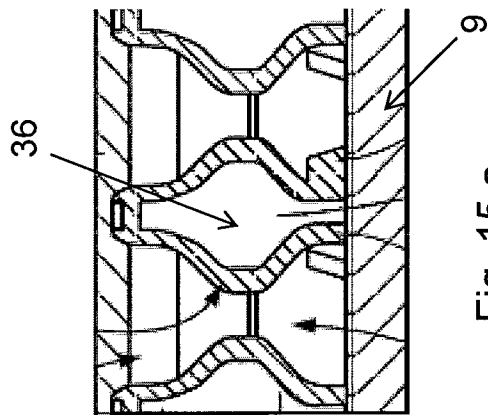


Fig. 15 a

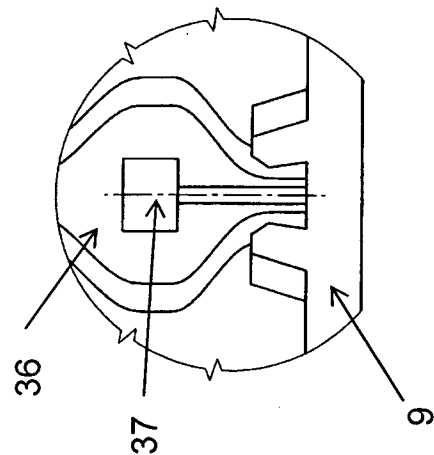


Fig. 15 b

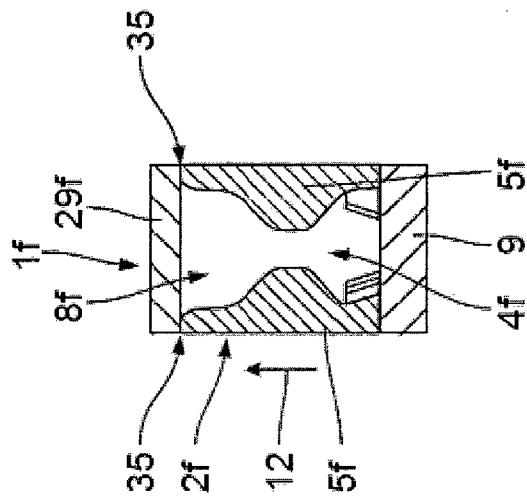
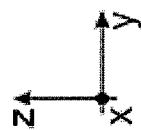


Fig. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2011/000304

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01Q1/32 H01Q1/40 H01Q13/28
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01Q H01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	John L. Volakis (Editor): "Antenna engineering handbook - 4th ed.", 2007, MC GRAW HILL, New York, XP002651722, ISBN: 0-07-147574-5 Kapitel 11	1-5, 8-11,14, 15
Y	John D. Kraus, Ronald J Marhefka: "Antennas for all applications - 3rd ed.", 2002, Mc Graw Hill, New York, XP002651723, ISBN: 0-07-112240-0 Kapitel 18-2	1-5, 8-11,14, 15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 July 2011

Date of mailing of the international search report

08/08/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hüschelrath, Jens

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2011/000304

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IWASAKI T ET AL: "A Novel Composite Right/Left-Handed Rectangular Waveguide with Tilted Corrugations and Its Application to Millimeter-Wave Frequency-Scanning Antenna", IEICE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, COMMUNICATIONS SOCIETY, TOKYO, JP, vol. E92B, no. 12, 1 December 2009 (2009-12-01), pages 3843-3849, XP001552453, ISSN: 0916-8516, DOI: DOI:10.1587/TRANSCOM.E92.B.3843 the whole document	1-16
A	ALVAREZ-MELCON A ET AL: "Analysis and Design of Periodic Leaky-Wave Antennas for the Millimeter Waveband in Hybrid Waveguide-Planar Technology", IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 53, no. 9, 1 September 2005 (2005-09-01), pages 2834-2842, XP011138767, ISSN: 0018-926X, DOI: DOI:10.1109/TAP.2005.854562 the whole document	1-16

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01Q1/32 H01Q1/40 H01Q13/28 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01Q H01P		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	John L. Volakis (Editor): "Antenna engineering handbook - 4th ed.", 2007, MC GRAW HILL, New York, XP002651722, ISBN: 0-07-147574-5 Kapitel 11	1-5, 8-11, 14, 15
Y	John D. Kraus, Ronald J Marhefka: "Antennas for all applications - 3rd ed.", 2002, Mc Graw Hill, New York, XP002651723, ISBN: 0-07-112240-0 Kapitel 18-2	1-5, 8-11, 14, 15
	----- -/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☐ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. Juli 2011		08/08/2011
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Hüschelrath, Jens

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	IWASAKI T ET AL: "A Novel Composite Right/Left-Handed Rectangular Waveguide with Tilted Corrugations and Its Application to Millimeter-Wave Frequency-Scanning Antenna", IEICE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, COMMUNICATIONS SOCIETY, TOKYO, JP, Bd. E92B, Nr. 12, 1. Dezember 2009 (2009-12-01), Seiten 3843-3849, XP001552453, ISSN: 0916-8516, DOI: DOI:10.1587/TRANSCOM.E92.B.3843 das ganze Dokument -----	1-16
A	ALVAREZ-MELCON A ET AL: "Analysis and Design of Periodic Leaky-Wave Antennas for the Millimeter Waveband in Hybrid Waveguide-Planar Technology", IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 53, Nr. 9, 1. September 2005 (2005-09-01), Seiten 2834-2842, XP011138767, ISSN: 0018-926X, DOI: DOI:10.1109/TAP.2005.854562 das ganze Dokument -----	1-16