



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.01.2022 Patentblatt 2022/04

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01P 5/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21185769.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01P 5/12

(22) Anmeldetag: **15.07.2021**

(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

(72) Erfinder:
• **Hansen, Steffen**
53343 Wachtberg (DE)
• **Pohl, Nils**
53343 Wachtberg (DE)

(74) Vertreter: **Gagel, Roland**
Patentanwalt Dr. Roland Gagel
Landsberger Strasse 480a
81241 München (DE)

(30) Priorität: **23.07.2020 DE 102020119495**

(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**
80686 München (DE)

(54) **HOCHFREQUENZ-STRUKTUR MIT SUBSTRATINTEGRIERTEM WELLENLEITER UND RECHTECK-HOHLLEITER**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hochfrequenz-Struktur, bei der ein Rechteck-Hohlleiter (2) vertikal an einen substratintegrierten Wellenleiter (1) gekoppelt ist. Der substratintegrierte Wellenleiter (1) weist im Ankoppelbereich einen zum Rechteck-Hohlleiter (2) hin offenen Hohlraum auf, der auf einer dem Rechteck-Hohlleiter (2) gegenüberliegenden Seite durch eine metallische Abdeckung (8) abgeschlossen ist. Der Ankoppelbereich zum Rechteck-Hohlleiter (2) ist so angeordnet, dass er den substratintegrierten Wellenleiter (1) in zwei Wellenleiterzweige auftrennt, die eine Einkopplung eines differentiellen Signals über ihre Enden ermöglichen, das

in dem zum Rechteck-Hohlleiter (2) hin offenen Hohlraum eine Phasendifferenz im Bereich von 180° aufweist. Der Hohlraum ist in Richtung der beiden Wellenleiterzweige mit einer beidseitig gestuften Struktur zur Impedanzanpassung versehen, die durch Stufen (9) in der dem Rechteck-Hohlleiter (2) zugewandten elektrisch leitfähigen Beschichtung (4) gebildet wird. Die vorgeschlagene Hochfrequenz-Struktur ermöglicht eine Übertragung eines von einem MMIC erzeugten differentiellen Signals mit geringen Bandbreite- und Leistungsverlusten zu einer mit dem Rechteck-Hohlleiter verbundenen Antenne.

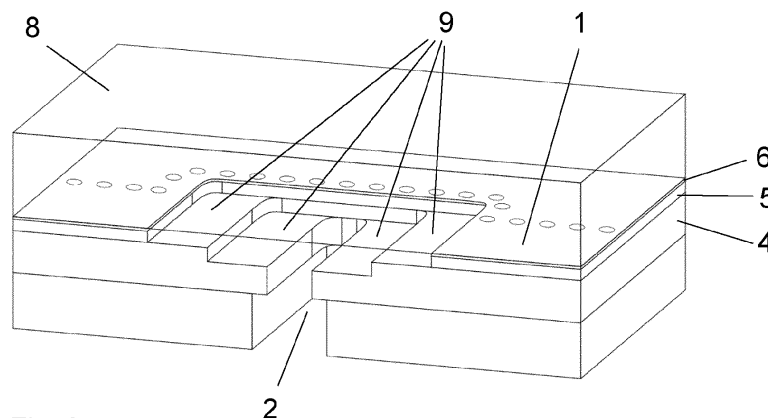


Fig. 3

Beschreibung

Technisches Anwendungsgebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hochfrequenz-Struktur mit einem substratintegrierten Wellenleiter und einem Rechteck-Hohlleiter, der vertikal an den substratintegrierten Wellenleiter gekoppelt ist.

[0002] Substratintegrierte Wellenleiter ermöglichen die Realisierung kompakter Radarsensoren im Millimeter-Wellenbereich. Sie werden durch ein beidseitig mit einer Metallisierung beschichtetes Dielektrikum mit elektrisch leitender Verbindung zwischen den beiden Metallisierungen zur seitlichen Begrenzung des Wellenleiters gebildet und lassen sich damit sehr kostengünstig in einer Leiterplatte realisieren. Der substratintegrierte Wellenleiter, auch unter dem Begriff SIW (Substrate Integrated Waveguide) bekannt, ist auch in Leiterplatten realisierbar, bei denen wenigstens eine der beiden Metallisierungen eine Stärke dicker als üblich (Thick Metal Cladding) aufweist. Dies ermöglicht die Einbettung eines Chips mit einer integrierten Schaltung, insbesondere eines MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit) zur Erzeugung von Mikrowellensignalen, für den die Metallisierung gleichzeitig den Wärmeabtransport übernimmt. Für die Abstrahlung der erzeugten Signale über eine Antenne ist eine Verbindung zwischen dem SIW und der Antenne erforderlich, die vorzugsweise über einen Rechteck-Hohlleiter erfolgt, der an den SIW angekoppelt werden muss.

Stand der Technik

[0003] Für die Ankopplung des SIW an einen Rechteck-Hohlleiter sind bereits unterschiedliche Kopplungsstrukturen bekannt. So zeigen beispielsweise S. Hansen et al., "A W-Band Stepped Impedance Transformer Transition from SIW to RWG for Thin Single Layer Substrates with Thick Metal Cladding", Proceedings of the 49th European Microwave Conference, 2019, Seiten 352 bis 355, eine Hochfrequenz-Struktur, bei der ein Rechteck-Hohlleiter vertikal an den substratintegrierten Wellenleiter gekoppelt ist. Der substratintegrierte Wellenleiter weist hierzu im Ankoppelbereich zum Rechteck-Hohlleiter eine zum Rechteck-Hohlleiter hin offenen Hohlraum im Dielektrikum und den beiden metallischen Beschichtungen auf, der auf der dem Rechteck-Hohlleiter gegenüberliegenden Seite durch eine metallische Abdeckung abgeschlossen ist. In Richtung des substratintegrierten Wellenleiters ist eine gestufte Struktur zur Impedanzanpassung ausgebildet, die durch Stufen in der dem Rechteck-Hohlleiter zugewandten Metallisierung gebildet wird. Das von einem MMIC in der Regel erzeugte differentielle Signal muss hierzu über zwei Mikrostreifenleitungen durch einen Koppler zunächst in eine single-ended Mikrostreifenleitung eingekoppelt werden, die mit einem Ende des SIW verbunden ist. Eine derartige Verbindung des MMIC mit dem SIW ist beispielsweise

der Veröffentlichung von B. Welp et al., "Versatile Dual-Receiver 94-GHz FMCW Radarsystem with High Output-Power and 26-GHz Tuning Range for High Distance Applications", IEEE Transactions on Microwave Theory and Technics, Vol. 68, No. 3, 2020, Seiten 1195 bis 1211 zu entnehmen. Das vom MMIC erzeugte Mikrowellensignal erfährt bei einer derartigen Struktur allerdings eine deutliche Reduzierung der Bandbreite und Leistung auf dem Weg zur Antenne.

[0004] C. Schulz et al., "A broadband circular waveguide-microstrip transition for an 80 GHz FMCW radar system", Proceedings of the Asia-Pacific Microwave Conference 2011, Seiten 391 bis 394, zeigen eine Hochfrequenz-Struktur mit einem direkten Übergang von einer Mikrostreifen-Leitung zu einem Rechteck-Hohlleiter, der senkrecht zur Mikrostreifen-Leitung angekoppelt ist. Hierfür werden jedoch präzise gefertigte Hohlleiter-Kappen benötigt, die zu erhöhten Produktionskosten führen. Auch bei dieser Struktur wird ein Koppler von der differentiellen Mikrostreifenleitung zur single-ended Mikrostreifenleitung benötigt.

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Hochfrequenz-Struktur anzugeben, die die Einkopplung eines von einer Mikrowellen-Quelle, insbesondere einem MMIC, erzeugten differentiellen Signals in einen Rechteck-Hohlleiter kostengünstig und unter Beibehaltung einer hohen Bandbreite und Leistung ermöglicht.

Darstellung der Erfindung

[0006] Die Aufgabe wird mit der Hochfrequenz-Struktur gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen dieser Hochfrequenz-Struktur sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche oder lassen sich der nachfolgenden Beschreibung sowie dem Ausführungsbeispiel entnehmen.

[0007] Die vorgeschlagene Hochfrequenz-Struktur weist einen Übergang von einem substratintegrierten Wellenleiter (SIW) zu einem Rechteck-Hohlleiter auf, der vertikal an den substratintegrierten Wellenleiter gekoppelt ist. Der substratintegrierte Wellenleiter ist in bekannter Weise durch ein beidseitig mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung, insbesondere einer metallischen Beschichtung, versehenes dielektrisches Substrat mit elektrisch leitender Verbindung, beispielsweise mit elektrischen Verbindungs-Vias, zwischen den beiden elektrisch leitfähigen Beschichtungen zur seitlichen Begrenzung des Wellenleiters gebildet. Der substratintegrierte Wellenleiter weist im Ankoppelbereich zum Rechteck-Hohlleiter einen zum Rechteck-Hohlleiter hin offenen Hohlraum im Dielektrikum und den elektrisch leitfähigen Beschichtungen auf, der auf einer dem Rechteck-Hohlleiter gegenüberliegenden Seite durch eine metallische Abdeckung, beispielsweise eine metallische Schicht oder metallische Platte, abgeschlossen ist. Die vorgeschlagene Hochfrequenz-Struktur zeichnet sich dadurch aus, dass der Ankoppelbereich zum Rechteck-Hohlleiter

so am substratintegrierten Wellenleiter angeordnet ist, dass er den substratintegrierten Wellenleiter in zwei Wellenleiterzweige auftrennt, die eine Einkopplung eines differentiellen Signals über ihre vom Ankoppelbereich entfernten Enden ermöglichen, das in dem zum Rechteck-Hohlleiter hin offenen Hohlraum eine Phasendifferenz im Bereich von 180° aufweist, also bspw. von $180^\circ \pm 45^\circ$. Der zum Rechteck-Hohlleiter hin offene Hohlraum weist in Richtung der beiden Wellenleiterzweige eine beidseitig gestufte Struktur zur Impedanzanpassung auf, die durch Stufen in der dem Rechteck-Hohlleiter zugewandten elektrisch leitfähigen Beschichtung gebildet wird. Diese elektrisch leitfähige Beschichtung, beispielsweise aus Kupfer, ist für die Bildung derartiger Stufen ausreichend dick ausgebildet und weist vorzugsweise eine Dicke von $\geq 200 \mu\text{m}$, besonders bevorzugt $\geq 1 \text{ mm}$ auf.

[0008] Durch diesen Aufbau der vorgeschlagenen Struktur kann ein differentielles Signal direkt über die beiden Wellenleiterzweige in den substratintegrierten Wellenleiter eingekoppelt werden, so dass auf dem Weg von einem MMIC zum Rechteck-Hohlleiter auf einen zusätzlichen Koppler verzichtet werden kann, wie er im Stand der Technik für die Kopplung von zwei parallel verlaufenden Mikrostreifenleitungen in eine single-ended Mikrostreifenleitung erforderlich ist. Im Millimeter-Wellenbereich wird vom MMIC in der Regel ein differentielles Signal erzeugt. Dieses kann im vorliegenden Fall über zwei Mikrostreifenleitungen direkt in die Enden der beiden Wellenleiterzweige des substratintegrierten Wellenleiters eingekoppelt werden. Dadurch werden Bandbreite- und Leistungsverluste, wie sie durch einen zusätzlichen Koppler entstehen, vermieden. Durch die gestufte Ausbildung des Übergangs vom substratintegrierten Wellenleiter zum Rechteck-Hohlleiter wird eine breitbandige Impedanzanpassung bei diesem Übergang ermöglicht. Die geeignete Anzahl und Dimensionierung der Stufen in der elektrisch leitfähigen Beschichtung kann für die jeweiligen Frequenzbereiche und Dimensionen des Rechteck-Hohlleiters durch Simulationsrechnungen ermittelt werden. Die Stufen selbst können in einfacher Weise von der dem Rechteck-Hohlleiter gegenüber liegenden Seite in das Substrat bzw. die elektrisch leitfähige Beschichtung gefräst werden. Wie dies beispielsweise in der eingangs bereits genannten Veröffentlichung von S. Hansen et al. beschrieben ist.

[0009] Die vorgeschlagene Hochfrequenz-Struktur lässt sich vor allem im Bereich der Radartechnik für die Führung eines von einem MMIC erzeugten differentiellen Signals an eine Antenne einsetzen, ist aber nicht auf diese Anwendung beschränkt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0010] Die vorgeschlagene Hochfrequenz-Struktur wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen nochmals näher erläutert. Hierbei zeigen

Fig. 1 eine Darstellung einer beispielhaften Ausgestaltung der vorgeschlagenen Hochfrequenz-Struktur ohne Abdeckung des Hohlraums im Ankoppelbereich;

Fig. 2 einen Schnitt entlang einer Symmetrieebene der Darstellung der Figur 1;

Fig. 3 eine weitere Darstellung der beispielhaften Ausgestaltung der vorgeschlagenen Hochfrequenz-Struktur in einem Schnitt entlang einer Symmetrieebene;

Fig. 4 eine Draufsicht (oben) und eine Seitenansicht (unten) auf die gestufte Struktur des Hohlraums der Figur 3; und

Fig. 5 eine schematische Darstellung der Signalführung zwischen einem MMIC und dem Rechteck-Hohlleiter bei der Nutzung der vorgeschlagenen Hochfrequenz-Struktur.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0011] Die vorgeschlagene Hochfrequenz-Struktur stellt eine passive HF-Struktur zur vertikalen Einkopplung einer in einem substratintegrierten Hohlleiter (SIW) geführten Welle in einen senkrecht dazu stehenden Rechteck-Hohlleiter (RWG) dar. Es handelt sich dabei um eine differentielle Hohlleitereinkopplung. Eine breitbandige Anpassung wird bei dieser Einkopplung durch ein Stufenprofil erreicht, das in das dicke Metall des Substrates gefräst wird.

[0012] Figur 1 zeigt eine beispielhafte Ausgestaltung der vorgeschlagenen Hochfrequenz-Struktur, in der der substratintegrierte Wellenleiter 1 (SIW) und der angekoppelte Rechteck-Hohlleiter 2 (RWG) zu erkennen sind. Der substratintegrierte Wellenleiter 1 ist in einer beidseitig mit einer metallischen Beschichtung versehenen Leiterplatte 3 ausgebildet, bei der die untere Metallisierung eine Dicke von etwa 1 mm aufweist. In der Figur 1 sind die elektrischen Verbindungen, die hier durch Vias 7 realisiert sind, aber nicht auf solche beschränkt sind, zwischen den beiden metallischen Beschichtungen erkennbar, die den substratintegrierten Wellenleiter 1 seitlich begrenzen. Die Figur bietet eine Ansicht des Hohlraums im Ankoppelbereich zum Rechteck-Hohlleiter 2, in der das stufige Höhenprofil zur Impedanzanpassung erkennbar ist. Die erforderliche metallische Abdeckung dieses Hohlraums ist daher in dieser Figur weggelassen. Figur 2 zeigt hierzu noch einen Schnitt entlang einer Symmetrieebene der Struktur der Figur 1, aus der der Führungskanal des Rechteck-Hohlleiters 2 erkennbar ist. Der Ankoppelbereich zum Rechteck-Hohlleiter 2 ist so angeordnet, dass er den substratintegrierten Wellenleiter 1 in die beiden links und rechts des Hohlraums liegenden Wellenleiterzweige aufteilt. Von beiden Enden dieser Wellenleiterzweige kann ein differentielles Signal eingekop-

pelt werden. Die am Hohlraum über die beiden Wellenleiterzweige ankommenden Signale müssen hierbei eine Phasendifferenz im Bereich von 180° haben. Auf diese Weise lässt sich das differentielle Signal in den Hohlleiter 2 einkoppeln.

[0013] Figur 3 zeigt eine andere Darstellung der beispielhaften Ausgestaltung der vorgeschlagenen Hochfrequenz-Struktur, in der die einzelnen Schichten besser zu erkennen sind und auch die metallische Abdeckung 8 des Hohlraums dargestellt ist. Die Leiterplatte 3, in der der substratintegrierte Wellenleiter 1 ausgebildet ist, weist eine dielektrische Schicht 5 auf, die im vorliegenden Beispiel auf der oberen Seite von einer dünnen Metallisierung 6 und auf der unteren Seite von einer dicken metallischen Schicht 4 mit einer Dicke von bspw. 1 mm beschichtet ist. Diese Figur zeigt wie auch die Figuren 1 und 2 ein zweistufiges Profil mit den entsprechenden Stufen 9. Eine dritte Kontur wird durch den gesamten Schichtaufbau gefräst, damit von unten der Rechteck-Hohlleiter 2 angeflanscht werden kann. Da die Impedanz im Hohlleiter 2 proportional zur Höhe ist, kann durch eine Aneinanderreihung von Abschnitten unterschiedlicher Höhe H_i und einer Länge L_i , die ungefähr einem Viertel der Wellenlänge der geführten Welle entspricht, ein Anpassungsnetzwerk höherer Ordnung in die Leiterplatte 3 integriert werden.

[0014] Generell können die Anzahl, die Höhe und die Länge der Stufen 9 beliebig variiert werden, wodurch der Frequenzbereich und die Bandbreite hervorragend skalierbar sind und diese Struktur daher vielseitig einsetzbar ist. Die zur Verfügung stehenden Design-Parameter der Länge L_i und Höhe H_i der Stufen 9, wie auch die Breite W_1 des Hohlraums sowie des substratintegrierten Wellenleiters (W_0) sind exemplarisch für eine zweistufige Realisierung in Figur 4 in Draufsicht (oben) und im Querschnitt (unten) dargestellt. Mit moderner EM-Simulationssoftware ist ein Entwurf dieser Struktur mit geringem Aufwand möglich, indem die Längen L_i mit dem Startwert, der einem Viertel der Wellenlänge der geführten Welle entspricht, initialisiert werden und anschließend durch Optimierungs-Algorithmen inklusive der Höhen H_i für den beabsichtigten Frequenzbereich optimiert werden. Die Weiten W_1 und W_0 können so gewählt werden, dass die untere Grenzfrequenz mit der des angeflanschten Hohlleiters 2 übereinstimmt. Dies ist allerdings keine zwingende Notwendigkeit für die Funktionsfähigkeit dieser Hochfrequenz-Struktur. Der Abstand d zwischen den Verbindungs-Vias 7 und dem Hohlraum kann beispielsweise auf $100\text{ }\mu\text{m}$ festgelegt werden, um die Vias 7 bei der Erzeugung des Hohlraums nicht zu beschädigen.

[0015] Auf der gleichen Leiterplatte 3, auf der der substratintegrierte Wellenleiter 1 gebildet wird, kann beispielsweise ein MMIC für die Erzeugung von Wellen im Mikrometerwellenbereich integriert werden. Ein derartiger MMIC erzeugt in der Regel ein differentielles Signal, dass dann über die vorgeschlagene Struktur einer Antenne zugeführt wird, die mit dem Rechteck-Hohlleiter 2 verbunden ist. Figur 5 zeigt beispielhaft in schematisier-

ter Darstellung eine Signalführung zwischen einem MMIC 11 und der vorgeschlagenen Hochfrequenz-Struktur. Das vom MMIC 11 gelieferte differentielle Signal wird in zwei Mikrostreifenleitungen 10 eingekoppelt, von denen jede mit einem Ende der beiden Wellenleiterzweige des substratintegrierten Wellenleiters 1 der vorgeschlagenen Hochfrequenz-Struktur verbunden sind. Auf diese Weise wird das differentielle Signal über die beiden Enden des substratintegrierten Wellenleiters 1 eingekoppelt und anschließend über den Rechteck-Hohlleiter 2 zur Antenne geführt. Ein Koppler für die Umwandlung des differentiellen Signals aus den beiden Mikrostreifenleitungen 10 in eine einzelne Mikrostreifenleitung ist hierbei nicht mehr erforderlich, so dass eine dadurch verursachte Bandbreiten- und Leistungsverringerung vermieden wird.

Bezugszeichenliste

[0016]

- | | |
|----|---|
| 1 | Substratintegrierter Wellenleiter (SIW) |
| 2 | Rechteck-Hohlleiter (RWG) |
| 3 | Leiterplatte (PCB) |
| 4 | Dicke Metallschicht der Leiterplatte |
| 5 | Dielektrische Schicht der Leiterplatte |
| 6 | Dünne Metallisierung der Leiterplatte |
| 7 | Verbindungs-Vias |
| 8 | Metallische Abdeckung |
| 9 | Stufen |
| 10 | Mikrostreifenleitung |
| 11 | MMIC |

Patentansprüche

1. Hochfrequenz-Struktur mit einem substratintegrierten Wellenleiter (1) und einem Rechteck-Hohlleiter (2), bei der
 - der substratintegrierte Wellenleiter (1) durch ein beidseitig mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung (4, 6) versehenes dielektrisches Substrat (5) mit elektrisch leitenden Verbindungen (7) zwischen den beiden elektrisch leitfähigen Beschichtungen (4, 6) zur seitlichen Begrenzung des Wellenleiters gebildet und
 - der Rechteck-Hohlleiter (2) vertikal an den substratintegrierten Wellenleiter (1) gekoppelt ist,
 - wobei der substratintegrierte Wellenleiter (1) in einem Ankoppelbereich zum Rechteck-Hohlleiter (2) einen zum Rechteck-Hohlleiter (2) hin offenen Hohlraum im dielektrischen Substrat (5) und den elektrisch leitfähigen Beschichtungen (4, 6) aufweist, der auf einer dem Rechteck-Hohlleiter (2) gegenüberliegenden Seite durch eine metallische Abdeckung (8) abgeschlossen ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Ankoppelbereich zum Rechteck-Hohlleiter (2) so am substratintegrierten Wellenleiter (1) angeordnet ist, dass er den substratintegrierten Wellenleiter (1) in zwei Wellenleiterzweige auftrennt, die eine Einkopplung eines differentiellen Signals über ihre vom Ankoppelbereich entfernt liegenden Enden ermöglichen, das in dem zum Rechteck-Hohlleiter (2) hin offenen Hohlraum eine Phasendifferenz im Bereich von 180° aufweist, wobei der zum Rechteck-Hohlleiter (2) hin offene Hohlraum in Richtung der beiden Wellenleiterzweige eine beidseitig gestufte Struktur zur Impedanzanpassung aufweist, die durch Stufen (9) in der dem Rechteck-Hohlleiter (2) zugewandten elektrisch leitfähigen Beschichtung (4) gebildet wird.

2. Hochfrequenz-Struktur nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die dem Rechteck-Hohlleiter (2) zugewandte elektrisch leitfähige Beschichtung (4) eine Dicke von mindestens 200 µm aufweist. 20
3. Hochfrequenz-Struktur nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der substratintegrierte Wellenleiter (1) in einer Leiterplatte (3) ausgebildet ist. 25
4. Hochfrequenz-Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass elektrisch leitfähigen Beschichtungen (4, 6) metallische Beschichtungen sind. 30
5. Hochfrequenz-Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die elektrisch leitenden Verbindungen (7) zwischen den beiden elektrisch leitfähigen Beschichtungen (4, 6) Verbindungs-Vias sind. 35 40
6. Hochfrequenz-Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die beidseitig gestufte Struktur wenigstens zwei Stufen (9) auf beiden Seiten aufweist. 45

50

55

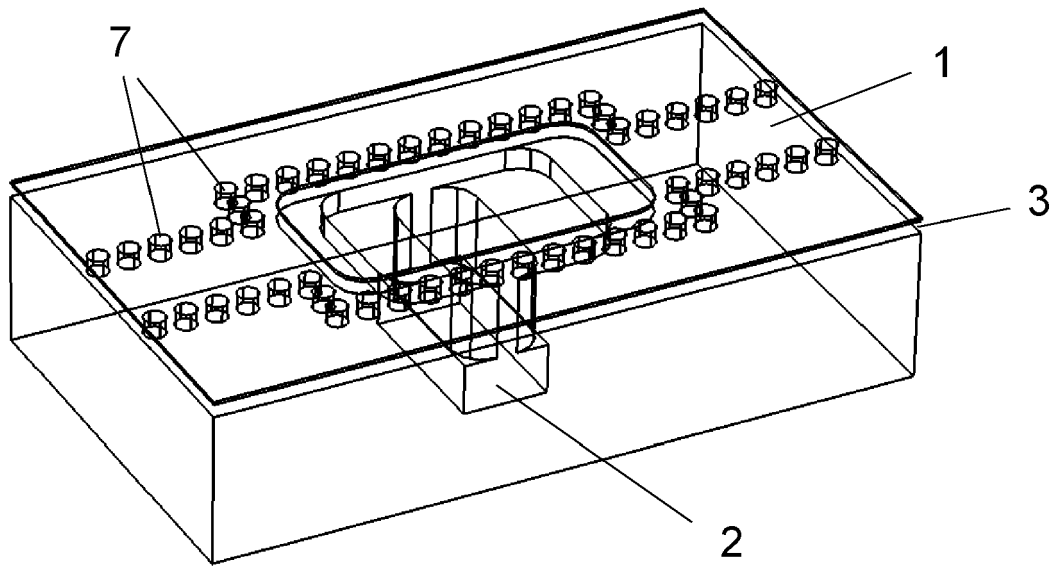


Fig. 1

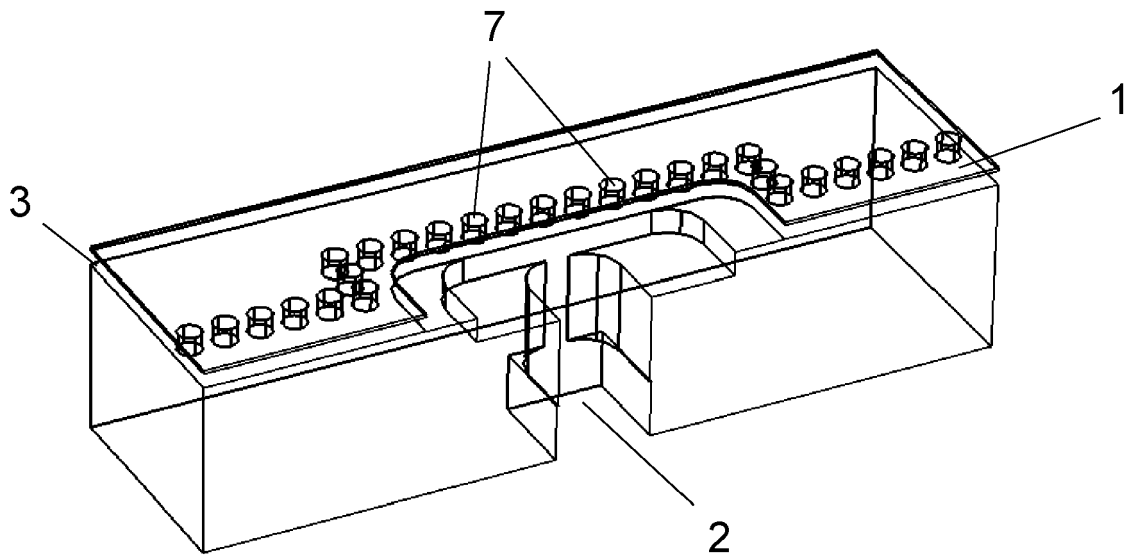


Fig. 2

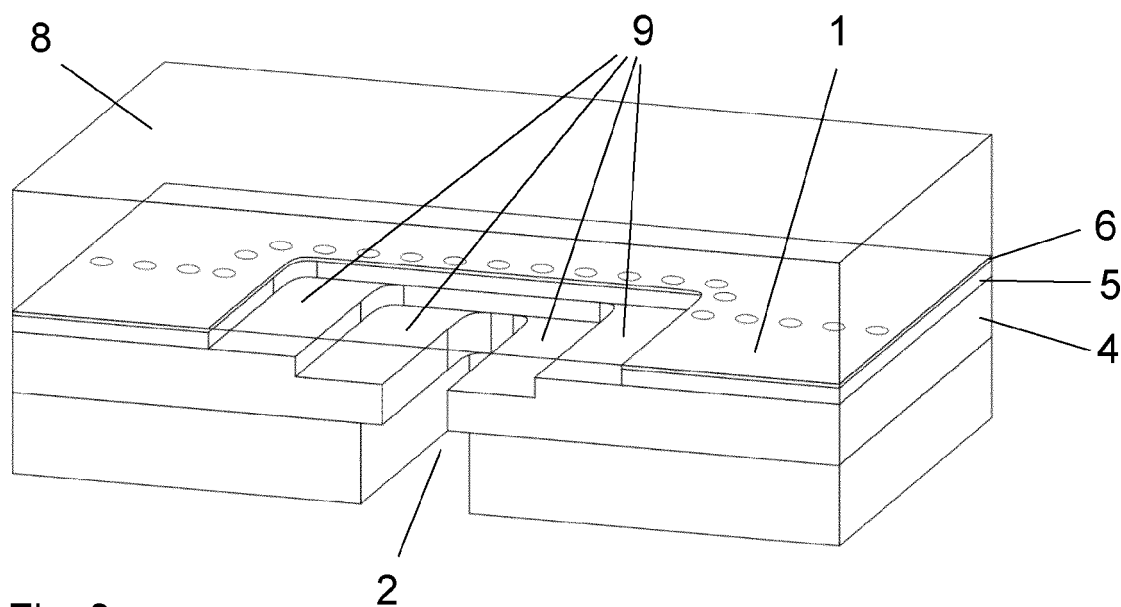
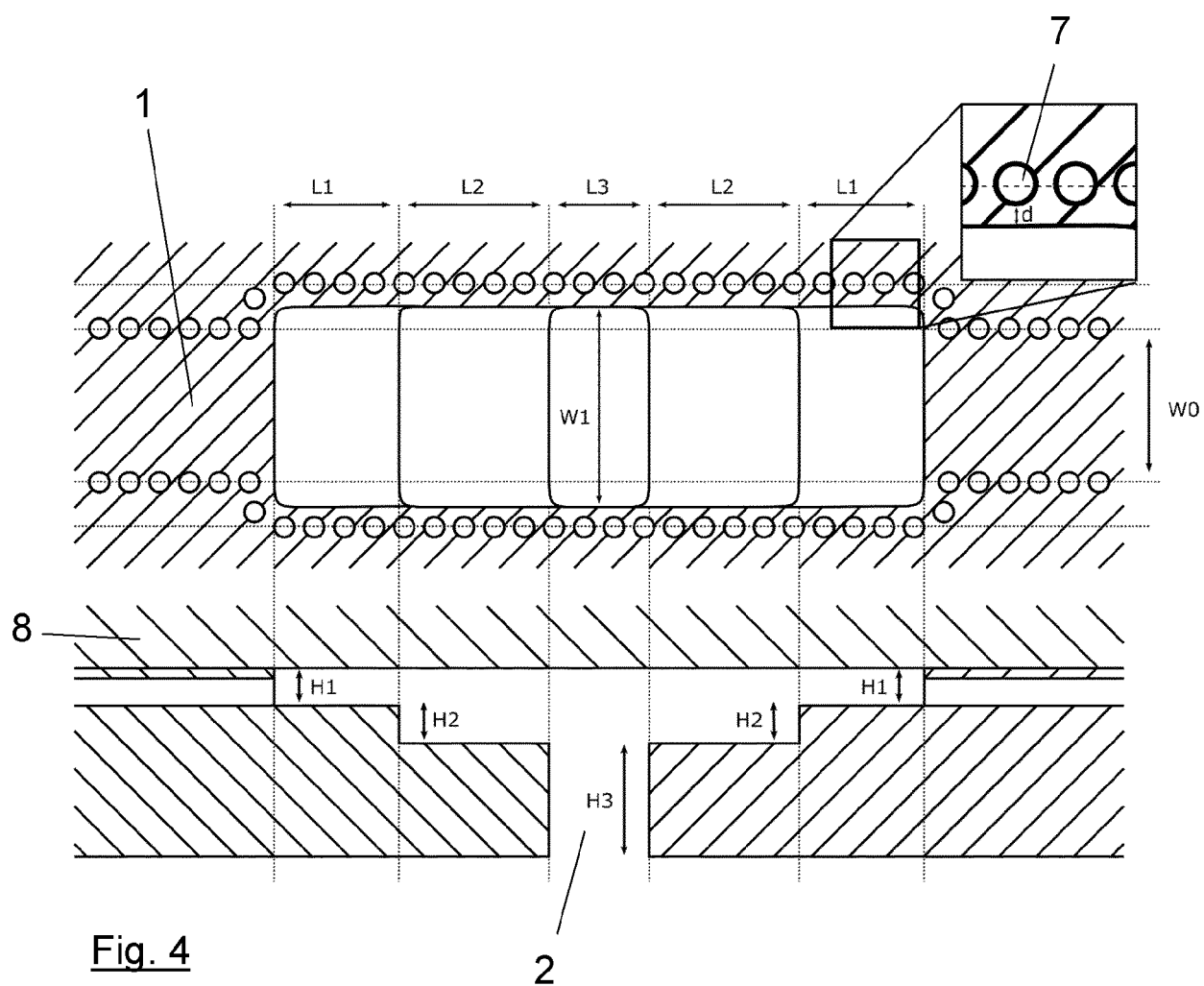


Fig. 3



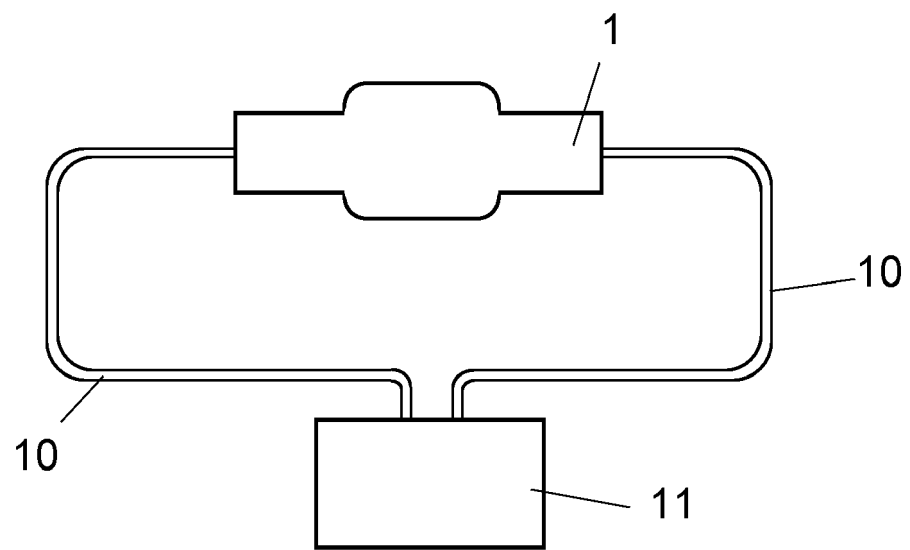


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 18 5769

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y, D	HANSEN STEFFEN ET AL: "A W-Band Stepped Impedance Transformer Transition from SIW to RWG for Thin Single Layer Substrates with Thick Metal Cladding", 2019 49TH EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE (EUMC), EUROPEAN MICROWAVE ASSOCIATION (EUMA), 1. Oktober 2019 (2019-10-01), Seiten 352-355, XP033641799, DOI: 10.23919/EUMC.2019.8910721 [gefunden am 2019-11-22] * Abschnitte II. und III.; Seite 353 - Seite 354; Abbildungen 1, 2, 5; Tabelle 1 *	1-6	INV. H01P5/12
Y	US 2011/267153 A1 (HIROTA AKIMICHI [JP] ET AL) 3. November 2011 (2011-11-03) * Seite 1, Absatz 17 - Seite 3, Absatz 41; Abbildungen 1-7 *	1-6	
A	JP 2003 158408 A (ANRITSU CORP) 30. Mai 2003 (2003-05-30) * Seite 3, Absatz 12 - Seite 4, Absatz 28; Abbildungen 1-6, 7(b) * * Seite 4, Absatz 34; Abbildungen 11-14 *	1-6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01P H01Q
A	EP 1 469 548 A1 (SIEMENS MOBILE COMM SPA [IT]) 20. Oktober 2004 (2004-10-20) * Spalte 9, Absatz 23 - Spalte 9, Absatz 24; Abbildungen 10, 11 *	1-6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 13. Dezember 2021	Prüfer Blech, Marcel
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			

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

EP 21 18 5769

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-12-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011267153 A1	03-11-2011	CN 102318134 A	11-01-2012
		CN 104485500 A	01-04-2015
		EP 2403055 A1	04-01-2012
		JP 5289551 B2	11-09-2013
		JP WO2010098191 A1	30-08-2012
		US 2011267153 A1	03-11-2011
		WO 2010098191 A1	02-09-2010
JP 2003158408 A	30-05-2003	KEINE	
EP 1469548 A1	20-10-2004	AT 414998 T	15-12-2008
		EP 1469548 A1	20-10-2004

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **S. HANSEN et al.** A W-Band Stepped Impedance Transformer Transition from SIW to RWG for Thin Single Layer Substrates with Thick Metal Cladding. *Proceedings of the 49th European Microwave Conference*, 2019, 352-355 [0003]
- **B. WELP et al.** Versatile Dual-Receiver 94-GHz FMCW Radarsystem with High Output-Power and 26-GHz Tuning Range for High Distance Applications. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Technics*, 2020, vol. 68 (3), 1195-1211 [0003]
- **C. SCHULZ et al.** A broadband circular waveguide-to-microstrip transition for an 80 GHz FMCW radar system. *Proceedings of the Asia-Pacific Microwave Conference*, 2011, 391-394 [0004]