(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 17 004 T2** 2006.04.27

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 049 192 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 17 004.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 108 878.0**
(96) Europäischer Anmeldetag: **26.04.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.11.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **29.12.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.04.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***H01P 1/16*** (2006.01)
H01P 1/211 (2006.01)
H01M 4/62 (2006.01)
H01P 1/162 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
11804799 26.04.1999 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

(72) Erfinder:
Kondoh, Hiroshi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8220, JP; Shinoda, Hiroshi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8220, JP; Sekine, Kenji, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8220, JP

(54) Bezeichnung: **Hochfrequenz-Kommunikationsgerät**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Hochfrequenz-Kommunikationsgerät und insbesondere auf ein Hochfrequenz-Kommunikationsgerät mit einem Kasten, in dem ein Hochfrequenz-Schaltungselement zur Verarbeitung von Signalen in einem Frequenzband von Mikrowellen oder Millimeterwellen angeordnet ist.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] In einem Automobil-Radargerät, das mit Millimeterwellensignalen arbeitet, oder in einem drahtlosen Hochfrequenz-Kommunikationsgerät oder einem drahtlosen Terminalgerät, das mit Funkwellensignalen in einem Frequenzband von 300 MHz oder höher arbeitet, ist ein Kasten so beschaffen, dass er ein einzelnes Multifunktions-Halbleiterelement oder eine integrierte Schaltung (IC), ein Paket mit mehreren ICs oder ein Hochfrequenz-Schaltungselement mit mehreren miteinander verbundenen ICs enthält, einschließlich Schaltungen zum Filtern und anderer Funktionen zum Zwecke der Größen- und Kostenreduzierung und zur Einbeziehung mehrerer Schaltungsfunktionen.

[0003] Als ein Beispiel für ein Kommunikationsgerät mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau ist in den Protokollen der 1997 Institute IEICE Conference C-2-121 „60 GHz Band Millimeter Radar Unit" ein Automobil-Radarsender/empfänger beschrieben. Dieses Gerät ist so aufgebaut, dass es eine Sender-/Empfängerschaltung im Millimeterwellenbereich (60 GHz-Band) in einem Kasten mit glatten Innenflächen aufweist. Als ein weiteres Beispiel ist unten auf dem Titelfoto des Katalogs „RF, Microwave and Millimeter Wave, Single and Multi-Function Components and Subassemblies" von M/A-COM Co., USA, aus dem Jahr 1996 ein HF-Teilsystem gezeigt. Dieses HF-Teilsystem ist so aufgebaut, dass mehrere Hochfrequenz- oder HF-Funktionsschaltungselemente in einem Kasten desselben enthalten sind, der durch metallische Innenwände zur Verringerung möglicher elektromagnetischer Störungen unter den Funktionsschaltungselementen in mehrere Bereiche unterteilt ist.

[0004] Als ein weiteres Beispiel ist in den Protokollen der APMC98 Conference TU1A-3 „An Integrated Millimeter Wave MMIC Transceiver for 38 GHz Band" (von 1998) ein Sender/Empfänger beschrieben. Bei diesem Sender/Empfänger enthält ein Kasten desselben mehrere Sende-/Empfangs-MMICs (monolithische integrierte Mikrowellenschaltungen) und ein dielektrisches Substrat mit passiven Schaltungen zur Verbindung der MMICs, und der Deckel des Kastens ist mit Rillen für die Signalausbreitung versehen.

[0005] Als noch ein weiteres Beispiel ist in den Protokollen der APMC98 Conference TU1A-1 „A Cost-Effective RF-Module for Millimeter-Wave Systems" (von 1998) ein Kommunikationsgerät beschrieben. Dieses Kommunikationsgerät ist so aufgebaut, dass ein Kasten desselben einen Kommunikations-MMIC, ein Schaltungssubstrat mit passiven Schaltungen zum Anschluss des MMIC und eine Planarantenne enthält.

[0006] Wenn mehrere Funktionselemente in einer einfachen Kastenstruktur enthalten sind, werden die physikalischen Abstände zwischen den Funktionselementen kleiner, wenn die Anzahl der Funktionselemente bei konstanter Größe des Kastens erhöht wird. Alternativ ist es mit zunehmender Anzahl von Funktionselementen nötig, die Größe des Kastens im Verhältnis zur Hälfte einer Wellenlänge im freien Raum einer Signalfrequenz (z.B. ca. 1,95 mm bei 77 GHz) zu erhöhen. In beiden Fällen breitet sich die elektromagnetische Energie einer von einem Punkt eines Funktionselements oder IC in das Innere des Kastens abgestrahlten Signalfrequenz ohne weiteres durch den Raum auf ein anderes Funktionselement in dem Kasten aus, wodurch verschiedene Störungen aufgrund von elektromagnetischer Kopplung verursacht werden. Wenn sich in einem Sender/Empfänger oder einem Millimeterwellen-Automobil-Radarsender/empfängermodul ein Teil eines von einem Sende-Funktionselements in das Innere eines Kastens desselben abgestrahlten Signals auf ein in dem Kasten enthaltenes Empfangs-Funktionselement ausbreitet, treten zum Beispiel Störungen wie Sättigung einer Empfängerschaltung oder stärkeres Rauschen in der Empfängerschaltung auf. Insbesondere wenn die Größe eines Kastens bezogen auf die Hälfte einer Wellenlänge im freien Raum einer Signalfrequenz erheblich ist, können im Inneren des Kastens mehrere Resonanzfrequenz-Signalkomponenten vorliegen, was eine Situation wie die vorstehend erwähnte Störung verschlimmert.

[0007] Ähnlich wie diese Phänomene führt auch unerwünscht in das Innere eines Kastens abgestrahlte Energie zu einer unerwünschten Emission aus dem Kasten, der unbeabsichtigt als eine Art Antenne wirkt. Im Gegensatz dazu kann von außen einwirkende elektromagnetische Energie durch den Kasten aufgenommen werden, wodurch ein schweres Problem hinsichtlich der Anforderungen bezüglich elektromagnetischer Störungen (EMS) und elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) entsteht.

[0008] Zur Minderung dieser Probleme, insbesondere der elektromagnetischen Störung im Inneren eines Kastens, weist ein herkömmliches Kommunikationsgerät nach dem vorstehend beschriebenen Stand der Technik eine Kastenstruktur auf, die durch metallische Trennwände in mehrere kleinere Bereiche unterteilt ist, oder eine metallische Kastenstruktur, die

mit lokal ausgesparten Wellenleitern entlang von Signalwegen zum Schutz gegen unerwünschte Emission versehen ist. Bei der Umsetzung dieser herkömmlichen Techniken ist es erforderlich, eine komplexe metallische Kastenstruktur zu bilden oder ein passives Hochfrequenz-Schaltungssubstrat in mehrere Abschnitte zu unterteilen. Weiter treten aufgrund der Bildung der komplexen metallischen Kastenstruktur oder der Unterteilung des passiven Schaltungssubstrats Schwierigkeiten bei der Montage von Halbleiter-ICs und passiven Schaltungsteilen auf, was die Massenproduktion von Kommunikationsgeräten und eine Senkung der Herstellungskosten derselben verhindert.

[0009] US-A-4,383,227 beschreibt einen Wellenleiter mit einer hängenden Mikrostreifenschaltung, in der sich nur ungerade Wellen ausbreiten. Eine periodische Struktur leitender Quadrate, getrennt durch Widerstandsstreifen, wird verwendet, um die Erregung gerader Wellenmodi zu verhindern.

[0010] US-A-5,030,935 beschreibt eine Vorrichtung zum Dämpfen von Resonanzmodi in gepackten Mikrowellenschaltungen durch Vorsehen von elektrischen Widerständen in der Form von Widerstandsfolien, die in Öffnungen einer Masseebene des Gehäuses gelegt werden.

[0011] US-A-5,223,849 bezieht sich auf einen elektromagnetischen Energieabsorber durch Widerstandsbelastung von Antennenelementen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0012] Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts, das elektromagnetische Störungen innerhalb und außerhalb eines Kastens desselben, d.h. unerwünschte elektromagnetische Kopplung zwischen internen Schaltungselementen in dem Kasten und unerwünschte Störung der internen Schaltungselemente durch eine externe elektromagnetische Welle, verringern kann, ohne die Massenproduktion und die Senkung der Herstellungskosten zu beeinträchtigen.

[0013] Die vorliegende Erfindung erreicht dieses Ziel mit einem Hochfrequenz-Kommunikationsgerät nach Anspruch 1.

[0014] Das Hochfrequenz-Kommunikationsgerät kann ein Empfängergerät, ein Sendergerät oder ein Sender-/Empfängergerät sein. Das Hochfrequenz-Schaltungselement kann ein passives Element, ein IC, ein LSI und ein diese enthaltendes Gehäuse einschließlich Anschlussleitungen sein. Die Antenne kann an einer beliebigen Stelle innerhalb oder außerhalb des Kastens oder auf einer Wandfläche des Kastens angeordnet sein. „Mindestens ein Teil einer den Kasten bildenden Wand" in der vorstehenden Beschreibung bezeichnet mindestens einen Teil einer Seitenwand des Kastens, einen Teil des Deckenteils desselben oder einen Teil einer Montagefläche eines Funktionselements wie z.B. eines Halbleiter-IC.

[0015] In dem Hochfrequenz-Kommunikationsgerät nach der vorliegenden Erfindung sind einfache periodische Strukturen auf einem Teil des Kastens desselben ausgebildet, um unerwünschte elektromagnetische Emissionsenergie lokal im Inneren des Kastens einzuschließen. Diese Anordnung bewirkt eine wesentliche Verringerung von Störungen aufgrund von unerwünschter elektromagnetischer Emissionsenergie, um ein mögliches Problem hinsichtlich der EMS- und EMV-Anforderungen zu verhindern, und dämpft außerdem unerwünschte Emissionsenergie von einer externen elektromagnetischen Emissionsquelle, um Störungen zu unterdrücken.

[0016] Wenn mehrere unerwünschte elektromagnetische Emissionsfrequenzen im Inneren des Kastens vorliegen können, können mehrere Interferenzprobleme dadurch gelöst werden, dass unterschiedliche Arten von periodischen Strukturen an den jeweiligen Stellen in dem Kasten vorgesehen werden. Weiter kann, wenn periodische Strukturen am Deckenteil des Kastens vorgesehen sind, zum Beispiel der Deckenteil als ein Deckel des Kastens ausgebildet sein. So können die anderen Teile des Kastens in einer einfachen Form angeordnet werden (z.B. als rechtwinkliges Parallelepiped), die bezogen auf die Hälfte einer Wellenlänge im freien Raum einer Signalfrequenz erheblich größer ist. Diese Anordnung erlaubt die Verwendung eines einzelnen großen Hochfrequenz-Schaltungssubstrats, um die Montage von Halbleiter-ICs in dem Kasten zu erleichtern, wodurch es möglich wird, ein Modul einschließlich des Kastens zu niedrigen Kosten herzustellen.

[0017] Nach der vorliegenden Erfindung ist es daher möglich, ein modernes, multifunktionales Hochfrequenz-Kommunikationssystem zu niedrigen Kosten herzustellen, ohne dessen Leistungsmerkmale insgesamt zu beeinträchtigen. Weil weiter eine Filtercharakteristik auf der Grundlage von periodischen Strukturen in einem Design vorgesehen werden kann, das in den meisten Fällen von der sicheren metallischen Kontaktierung unabhängig ist, ermöglicht die vorliegende Erfindung die Verringerung von Schwankungen in der Massenproduktion sowie der alterungsbedingten Verschlechterung der Eigenschaften von Kastenprodukten für Hochfrequenz-Sende-/Empfangskombinationen wie z.B. Automobil-Radargeräte im Millimeterwellenbereich.

[0018] Die vorstehend genannten und weitere Merkmale und Ziele der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung in Zusammenhang mit den anliegenden Zeichnungen

besser verständlich.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0019] Fig. 1 zeigt einen Querschnitt einer ersten bevorzugten Ausführungsform eines Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts in Form eines Mikrowellen- oder Millimeterwellen-Senders/Empfängers nach der vorliegenden Erfindung.

[0020] Fig. 2 zeigt ein Blockdiagramm mit einem Konfigurationsbeispiel einer Sender-/Empfängerschaltung in einem Kasten des in Fig. 1 gezeigten Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts.

[0021] Fig. 3 zeigt eine Aufsicht eines Deckels **5**, gesehen von der Innenseite des in Fig. 1 gezeigten Kastens in Richtung des Deckenteils desselben.

[0022] Fig. 4 zeigt eine vergrößerte Ansicht des Bereichs A in Fig. 1 zur Erläuterung des Funktionsprinzips des wesentlichen Aufbaus nach der vorliegenden Erfindung.

[0023] Fig. 5 zeigt eine vergrößerte Ansicht des Bereichs B in Fig. 3 zur Erläuterung des Funktionsprinzips des wesentlichen Aufbaus nach der vorliegenden Erfindung.

[0024] Fig. 6 zeigt ein Diagramm einer vereinfachten Ersatzschaltung zur Erläuterung der qualitativen Wirkungen der in Fig. 4 und Fig. 5 gezeigten periodischen Strukturen.

[0025] Fig. 7 zeigt ein Diagramm mit gemessenen Isolierungswerten zwischen einem Sende-Port und einem Empfangs-Port zur Veranschaulichung der Wirkungen in einem Konfigurationsbeispiel nach der ersten bevorzugten Ausführungsform.

[0026] Fig. 8 zeigt eine Teildraufsicht einer Anordnung von Vorsprüngen in einer zweiten bevorzugten Ausführungsform des Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts nach der vorliegenden Erfindung.

[0027] Fig. 9 zeigt eine Teilschnittansicht einer Anordnung eines periodischen Musters in einer dritten bevorzugten Ausführungsform des Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts nach der vorliegenden Erfindung.

[0028] Fig. 10 zeigt eine Teilschnittansicht einer Anordnung eines periodischen Musters in einer vierten bevorzugten Ausführungsform des Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts nach der vorliegenden Erfindung.

[0029] Fig. 11 zeigt eine Teilschnittansicht einer Anordnung eines periodischen Musters in einer fünften bevorzugten Ausführungsform des Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts nach der vorliegenden Erfindung.

[0030] Fig. 12 zeigt eine Aufsicht eines Layouts auf einem metallischen Deckel in einer sechsten bevorzugten Ausführungsform des Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts nach der vorliegenden Erfindung.

[0031] Fig. 13 zeigt einen Querschnitt einer Konfiguration einer siebten bevorzugten Ausführungsform des Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts nach der vorliegenden Erfindung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0032] Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden ausführlich beispielhaft anhand der anliegenden Zeichnungen beschrieben.

[0033] Fig. 1 zeigt einen Querschnitt einer ersten bevorzugten Ausführungsform eines Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts in Form eines Mikrowellen- oder Millimeterwellen-Senders/Empfängers nach der vorliegenden Erfindung. Halbleiter-ICs **2** wie z.B. ein Sende-/Empfangs-MMIC und planare Schaltungssubstrate **3-1** und **3-2** zum Anschluss desselben sind auf der Oberfläche einer metallischen Trägerplatte **1** montiert, die als Unterteil eines Kastens dient, um eine Sender-/Empfängerschaltung zu bilden. Für die Ein-/Ausgangssignalisierung ist die Sender-/Empfängerschaltung über eine Koaxialleitung **7** mit einer Antenne (nicht gezeigt) verbunden. Ein metallischer Deckel **5**, der von der Trägerplatte **1** durch Seitenwände **4-1** und **4-2** getrennt ist, bildet den Deckenteil des Kastens. Die Seitenwände des Kastens können aus einem metallischen Material oder einem nicht metallischen Material wie z.B. Glas oder Aluminiumoxid bestehen. Auf dem Deckenteil, der als Deckel **5** dient und zur Innenseite des Kastens weist, sind rechtwinklige, parallelepiped-förmige metallische Vorsprünge **6** in einem regelmäßigen oder periodischen Muster angeordnet.

[0034] Die Trägerplatte **1** besteht aus einem nicht metallischen Material wie z.B. Kunststoff oder Aluminiumoxid, und mindestens eine Oberfläche der Trägerplatte **1**, auf der der MMIC und die planaren Schaltungssubstrate montiert sind, ist durch Plattieren oder Aufdampfen mit einer dünnen Metallschicht versehen. Die Vorsprünge **6** können durch Bearbeiten, Formen oder Metallpressen einstückig in dem Deckel **5** ausgebildet sein. Alternativ können die metallischen Vorsprünge **6** getrennt gebildet und dann mit einem leitfähigen Kleber an der Rückseite des Deckels angebracht werden. In einer anderen Weise kann das Deckenteil einschließlich der metallischen Vorsprünge **6** durch Pressen einer Metallplatte und anschließendes Aufbringen einer rückseitigen Beschichtung darauf aus einer anderen metallischen

oder nicht metallischen Platte hergestellt werden, um eine ausreichende mechanische Festigkeit sicherzustellen. Weiter kann wie bei der Trägerplatte **1** ein nicht metallisches Material wie z.B. Kunststoff verwendet werden, um eine einstückige Struktur mit den metallischen Vorsprüngen **6** und dem Deckel **5** zu bilden. In diesem Fall ist mindestens eine Oberfläche des Deckenteils im Inneren des Kastens, einschließlich der metallischen Vorsprünge **6**, durch Plattieren oder dergleichen mit einer dünnen Metallschicht versehen.

[0035] Das so mit einer metallischen Oberfläche mit periodischer Unebenheit ausgebildete Deckenteil dient zusammen mit der metallischen Oberfläche, auf der die Sender-/Empfängerschaltung montiert ist, als ein Filter mit einer Charakteristik des periodischen Variierens der Wellenimpedanz zu einer Mikrowelle oder Millimeterwelle, um deren Ausbreitung durch den Innenraum des Kastens zu verhindern. Je nach Frequenz weist dieser Filter abwechselnd eine Charakteristik mit einem Ausbreitungs-Frequenzband und einem Nicht-Ausbreitungs-Frequenzband auf. Durch Auslegen dieser Art von Filterstruktur in der Form, dass eine Betriebsfrequenz der Sender-/Empfängerschaltung in einem Bereich des Nicht-Ausbreitungs-Frequenzbands liegt, kann daher zum Beispiel verhindert werden, dass unerwünschte elektromagnetische Emission von einer Sendeseite der Sender-/Empfängerschaltung in das Innere des Kastens die Empfangsseite derselben erreicht, wodurch es möglich ist, Sende-/Empfangsstörungen zu verringern

[0036] Fig. 2 zeigt ein Blockdiagramm mit einem Konfigurationsbeispiel einer Sender-/Empfängerschaltung in einem Kasten des in Fig. 1 gezeigten Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts.

[0037] Ein empfangenes Signal wird über einen Empfangsantennenanschluss **21** angelegt und über einen rauscharmen Verstärker **25** einem Mischer **26** zugeführt. In dem Mischer **26** wird ein von einer Hochfrequenz-Signalquelle **29** für die Frequenzsynthese durch einen lokalen Verstärker **30** zugeführtes Hochfrequenzsignal mit dem empfangenen Signal gemischt, um an einem Anschluss **23** ein Zwischenfrequenzsignal auszugeben. Ein zu sendendes Informationssignal wird über einen Anschluss **24** angelegt und einem Modulator **27** zugeführt, in dem das Informationssignal mit einem von der Hochfrequenz-Signalquelle **29** durch einen lokalen Verstärker **31** zugeführten Hochfrequenzsignal moduliert wird. Das so modulierte Signal wird mit einem Leistungsverstärker **28** verstärkt, um über eine Sendeantenne **22** ein Hochfrequenz-Sendesignal zu liefern. Diese Schaltungskonfiguration ist dieselbe wie die einer herkömmlichen Hochfrequenz-Sender-/Empfängerschaltung. Das Bezugszeichen **32** in Fig. 2 bezeichnet einen Kasten. Die beidseitigen Pfeillinien in Fig. 2 geben elektromagnetische Störungen an, die auftreten würden, wenn die vorliegende Erfindung nicht implementiert wird. Das heißt, ein von der Hochfrequenz-Signalquelle **29** geliefertes Signal bewirkt eine direkte Störung eines Hochfrequenz-Empfangssignals und eines Hochfrequenz-Sendesignals. Weiter erfolgt eine Störung zwischen dem Hochfrequenz-Empfangssignal und dem Hochfrequenz-Sendesignal. Bei der vorliegenden Erfindung sind periodische Strukturen, die als Filter zum Blockieren des Hochfrequenz-Sendesignals dienen, im Inneren des Kastens **32** ausgebildet, um elektromagnetische Störungen zu verringern.

[0038] Fig. 3 zeigt eine Aufsicht des Deckels **5**, gesehen von der Innenseite des in Fig. 1 gezeigten Kastens in Richtung des Deckenteils desselben. Die metallischen Vorsprünge **6** sind zweidimensional in einem konstant periodischen Muster auf der gesamten Oberfläche des Deckenteils angeordnet.

[0039] Fig. 4 und Fig. 5 zeigen vergrößerte Ansichten der Bereiche A und B in Fig. 1 bzw. Fig. 3 zur Erläuterung des Funktionsprinzips des wesentlichen Aufbaus nach der vorliegenden Erfindung. Der Einfachheit halber sind in Fig. 4 nur der Deckenteil **5**, die metallischen Vorsprünge und die Trägerplatte **1** ohne das planare Schaltungssubstrat **3-2** gezeigt. Jeder der in Fig. 4 und Fig. 5 gezeigten metallischen Vorsprünge **6** ist ein rechtwinkliges Parallelepiped mit den Breiten W1 und W2 und einer Höhe D. Wie in Fig. 5 gezeigt, sind die metallischen Vorsprünge **6** zweidimensional in einer horizontalen Periode P1 und einer vertikalen Periode P2 mit einem horizontalen Abstand G1 und einem vertikalen Abstand G2 angeordnet. In Fig. 4 ist ein Raum H zwischen dem metallischen Deckel **5** und der Trägerplatte **1** vorgesehen, so dass in der H-Richtung kein elektromagnetisch höherer Modus auftritt. Zur Aufrechterhaltung einer hohen Charakteristik der Filterstruktur sollte vorzugsweise die Bedingung „$H < \lambda/2$" erfüllt sein, wobei λ eine Wellenlänge im freien Raum im Verhältnis zu einer Nennfrequenz ist.

[0040] Fig. 6 zeigt eine vereinfachte Ersatzschaltung zur Erläuterung der qualitativen Wirkungen der in Fig. 4 und Fig. 5 gezeigten periodischen Strukturen.

[0041] Sofern jeder der horizontalen Abstände G1 und die Breite W1 jedes metallischen Vorsprungs **6** dem Wert $\lambda/4$ entspricht, ohne Berücksichtigung einer elektromagnetischen Feldverteilung in der Richtung der Höhe D jedes in Fig. 4 gezeigten metallischen Vorsprungs **6**, wirken die periodischen Strukturen als ein $\lambda/4$-Impedanzwandler in einer kontinuierlichen Form mit einem Bereich Z_H mit hoher Wellenimpedanz **17** bezogen auf eine elektromagnetische Welle eines vorherrschenden Ausbreitungsmodus und einem Bereich Z_L mit niedriger Wellenimpedanz

18 bezogen darauf. Bei einer Mittenfrequenz (= c/λ, wobei „c" die Lichtgeschwindigkeit ist), ist die Impedanz in der Richtung von Port 1 zu Port 2 nahezu offen oder kurzgeschlossen, unabhängig vom Wert der an Port 2 angeschlossenen Lastimpedanz, wodurch eine Ausbreitung einer an Port 1 auftreffenden Hochfrequenzkomponente zum Port 2 hin verhindert wird.

[0042] In der Praxis müssen Effekte berücksichtigt werden, die sich durch eine elektromagnetische Feldverteilung in der Höhenrichtung D und einen höheren Ausbreitungsmodus ergeben. Außerdem muss eine praktische Wellenlängen-Vergrößerungs- oder -Verkleinerungsrate basierend auf einer Wellenlänge λ im freien Raum berücksichtigt werden, entsprechend einer modifizierten Konfiguration jedes metallischen Vorsprungs **6** in Fig. 4. Die horizontale Periode P1 und die vertikale Periode P2 müssen jeweils in einem Bereich von „(2N + 1) λ/5 = PERIODE (P1, P2) =(2N + 1) 5λ/9" liegen (wobei N entweder 0 oder eine ganze Zahl ist) mit der Bedingung „D < H". Daher kann eine voreingestellte Frequenz in einem Nicht-Ausbreitungs-Frequenzband des Filters vorgesehen sein. Einige der in Fig. 5 gezeigten metallischen Vorsprünge **6** können in einer Gruppe angeordnet sein (z.B. drei Vorsprünge in horizontaler Richtung und zwei Vorsprünge in vertikaler Richtung), so dass jede Gruppe periodisch vorgesehen ist. Bei dieser Anordnung kann ein Nicht-Ausbreitungs-Frequenzband durch Ausgestalten von Gruppen von Vorsprüngen in verschiedenen Größen vergrößert werden.

[0043] Fig. 7 zeigt ein Diagramm mit gemessenen Isolierungswerten zwischen Sende- und Empfangs-Ports zur Veranschaulichung der Wirkungen in dem Konfigurationsbeispiel nach der ersten bevorzugten Ausführungsform. In Fig. 7 gibt eine Messwertkurve **8** die Isolierung zwischen den Sende- und Empfangs-Ports einer Kastenstruktur für einen Sender/Empfänger im 77 GHz-Band nach der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform, eine Messwertkurve **9** die Isolierung in einem Kasten mit einem flachen Deckel ohne ausgebildete periodische Vorsprünge und eine Messwertkurve **10** die Isolierung in einem Kasten bei abgenommenem Deckel an. Bei der bevorzugten Ausführungsform nach der vorliegenden Erfindung werden die folgenden Struktur-Nennwerte verwendet: H = 1,9 mm, D = 0,8 mm, G1 = G2 = W1 – W2 = 0,5 mm. Die durch die Messwertkurve **8** angegebene Isolierung in der Kastenstruktur nach der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in einem 76 GHz-Band mindestens 30 dB höher als die Messwertkurve **9** in dem Kasten mit dem flachen Deckel und die Messwertkurve **10** in dem Kasten mit abgenommenem Deckel.

[0044] Fig. 8 zeigt eine Teildraufsicht einer Anordnung von Vorsprüngen in einer zweiten bevorzugten Ausführungsform des Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts nach der vorliegenden Erfindung. Bei der zweiten bevorzugten Ausführungsform sind die metallischen Vorsprünge **6** in einem Schachbrettmuster angeordnet. Die Breiten W1 und W1, die Höhe D, der horizontale Abstand G1, der vertikale Abstand G2, die horizontale Periode P1 und die vertikale Periode P2 der metallischen Vorsprünge **6** sind festgelegt, wie in Fig. 8 gezeigt. Auf diese Weise können dieselben Wirkungen wie bei der ersten bevorzugten Ausführungsform auch mit der zweiten bevorzugten Ausführungsform erzielt werden.

[0045] Fig. 9 zeigt eine Teilschnittansicht einer Anordnung von Vorsprüngen in einer dritten bevorzugten Ausführungsform des Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts nach der vorliegenden Erfindung. Obwohl diese Schnittansicht der in Fig. 4 ähnelt, sind Vorsprünge **11** aus dielektrischem Material mit hoher Dielektrizitätskonstante und Vorsprünge **12** aus dielektrischem Material mit niedriger Dielektrizitätskonstante abwechselnd in einer periodischen Weise auf der Oberfläche des metallischen Deckels **5** für periodische Strukturen angeordnet. Auf diese Weise ist in der dritten bevorzugten Ausführungsform periodische Wellenimpedanz vorgesehen.

[0046] Fig. 10 zeigt eine Teilschnittansicht einer Anordnung von Vorsprüngen in einer vierten bevorzugten Ausführungsform des Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts nach der vorliegenden Erfindung. Obwohl diese Schnittansicht der in Fig. 4 ähnelt, sind Vorsprünge **13** aus dielektrischem Material mit hoher Dielektrizitätskonstante und Vorsprünge **14** aus magnetischem Material mit hoher magnetischer Permeabilität abwechselnd in einer periodischen Weise auf der Oberfläche des metallischen Deckels **5** für periodische Strukturen angeordnet. Auf diese Weise ist in der vierten bevorzugten Ausführungsform periodische Wellenimpedanz vorgesehen.

[0047] Fig. 11 zeigt eine Teilschnittansicht einer Anordnung von Vorsprüngen in einer fünften bevorzugten Ausführungsform des Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts nach der vorliegenden Erfindung. Obwohl diese Schnittansicht der in Fig. 4 ähnelt, ist durch Ätzen oder dergleichen ein metallisches periodisches Muster **16** auf der Oberfläche eines dielektrischen Substrats **15** ausgebildet, und das dielektrische Substrat **15** ist an der Oberfläche des metallischen Deckels **5** für periodische Strukturen angebracht. Zwischen dem dielektrischen Substrat **15** und dem metallischen Deckel **5** kann ein Abstand z.B. für eine Schicht Luft vorgesehen sein. Das in Fig. 11 gezeigte metallische periodische Muster **16** kann verschiedene Konfigurationen aufweisen, um periodische Wellenimpedanz zu ermöglichen und die nötigen Eigenschaften in einem Nennfrequenzband zu erzielen.

[0048] Fig. 12 zeigt eine Aufsicht eines Layouts auf einem metallischen Deckel in einer sechsten bevorzugten Ausführungsform des Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts nach der vorliegenden Erfindung. Bei der sechsten bevorzugten Ausführungsform, bei der drei Arten von Hauptfunktionen, die mit drei unterschiedlichen Frequenzen arbeiten, im Inneren des Kastens vorgesehen sind, sind metallische Vorsprünge **6-1**, **6-2** und **6-3**, bei denen es sich um periodische Strukturen für die drei unterschiedlichen Nennfrequenzen handelt, in jeweils drei Bereichen auf der Oberfläche des Deckels angeordnet. Auf diese Weise können Störungen zwischen den drei Arten von Hauptfunktionen wirksam verringert werden. Insbesondere liegt in jedem der drei Bereiche jede Periode P der periodischen Strukturen im Bereich von „(2N + 1) λ/5 = P = (2N + 1) 5λ/9" (wobei N entweder 0 oder eine ganze Zahl ist).

[0049] Fig. 13 zeigt einen Querschnitt einer Konfiguration einer siebten bevorzugten Ausführungsform des Hochfrequenz-Kommunikationsgeräts nach der vorliegenden Erfindung. Im Vergleich zu der in Fig. 1 gezeigten ersten bevorzugten Ausführungsform weist die siebte bevorzugte Ausführungsform die Besonderheit auf, dass eine Antenne **19** im Inneren eines metallischen Kastens ausgebildet ist, d.h. auf einem Substrat für einen MMIC. Daher ist in der Nähe der Antenne **19** an einem Teil einer Wand, die den metallischen Kasten bildet, ein Fenster **20** vorgesehen. Weil die Antenne **19** in dem Kasten angeordnet ist, ist es mit der siebten bevorzugten Ausführungsform möglich, bei der Realisierung eines kompakten Kommunikationsgeräts ein Problem der gegenseitigen Störung zwischen einem elektromagnetischen Feld um die Antenne, einem elektromagnetischen Feld um die Sender-/Empfängerschaltung und einem elektromagnetischen Feld außerhalb des Kastens durch das Fenster **20** zu vermeiden.

[0050] Während die vorliegende Erfindung ausführlich unter Bezugnahme auf bestimmte Ausführungsformen derselben beschrieben worden ist, gilt als vereinbart, dass die vorliegende Erfindung nicht durch Einzelheiten der Beschreibung eingeschränkt ist und dass verschiedene Änderungen und Modifikationen vorgenommen werden können. So kann zum Beispiel die Antenne auf der Rückseite der metallischen Trägerplatte **1** gebildet sein. Weiter kann, obwohl vorstehend der Vorsprung **6** mit einer rechteckigen Querschnittskonfiguration benutzt worden ist, die Konfiguration jedes Vorsprungs nach Bedarf unter Berücksichtigung von Faktoren wie Produktions- und Filtereigenschaften abgeändert werden. Zum Beispiel kann jeder Vorsprung ein rechtwinkliges Parallelepiped sein, das abgeschrägt ist, um eine Krümmung oder eine zylindrische Form vorzusehen. Außerdem kann die Querschnittskonfiguration des Deckenteils in Fig. 3 eine gewellte Form sein, die zum Beispiel eine Kosinuslinien-Oberfläche aufweist. Darüber hinaus kann jede Fläche des rechtwinkligen Parallelepiped-Vorsprungs eine komplexe Form mit Rillen aufweisen. Weiter ist, obwohl das Hochfrequenz-Schaltungselement die Senderschaltung und die Empfängerschaltung in Fig. 2 umfasst, eine solche modifizierte Anordnung möglich, bei der das Hochfrequenz-Schaltungselement entweder die Senderschaltung oder die Empfängerschaltung umfasst.

Patentansprüche

1. Hochfrequenzgerät mit einem Kasten (**1**, **4**, **5**), der mehrere auf einem Substrat (**1**) montierte Hochfrequenz-Schaltungselemente (**25~29**) sowie an mindestens einem Teil einer Kasteninnenwand eine aus Materialien oder mechanischen Konfigurationen gebildete periodische Struktur (**6**) zur Verhinderung der Ausbreitung unerwünschter elektromagnetischer Wellen in dem Kasten enthält, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gerät ein Nachrichtengerät mit einer Antenne (**19**) ist und dass die periodische Struktur (**6**) aus abwechselnd angeordneten Vorsprüngen aus dielektrischem Material hoher Dielektrizitätskonstante und magnetischem Material besteht und ein Filter mit einem Nicht-Ausbreitungs-Frequenzband entsprechend dem Frequenzband unerwünschter elektromagnetischer Emission in dem Kasten (**1**, **4**, **5**) darstellt, wobei die Periode P der periodischen Struktur im Bereich von

$$(2N + 1)\lambda/5 \leq P \leq (2N + 1)5\lambda/9,$$

beträgt, wobei N = 0 oder eine ganze Zahl und λ die Wellenlänge im freien Raum bezüglich einer Nennfrequenz ist.

2. Gerät nach Anspruch 1, wobei mehrere Gruppen periodischer Strukturen (**6-1**, **6-2**, **6-3**) auf mehreren Bereichen in dem Kasten (**1**, **4**, **5**) angeordnet sind und jede Gruppe so ausgebildet ist, dass sie ein periodisches Muster bildet, wobei die Periode P jeder Gruppe der periodischen Strukturen im Bereich von

$$(2N + 1)\lambda/5 \leq P \leq (2N + 1)5\lambda/9,$$

beträgt, wobei N = 0 oder eine ganze Zahl und λ die Wellenlänge im freien Raum bezüglich der Nennfrequenz an jedem der Bereiche ist.

3. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Antenne innerhalb des Kastens (**1**, **4**, **5**) ausgebildet ist und die Hochfrequenz-Schaltungselemente (**25~29**) mit Ein- und Ausgangsanschlüssen (**21**, **22**) zur Verbindung mit der Antenne durch den Kasten hindurch versehen sind.

4. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Antenne (**19**) innerhalb des Kastens (**1**, **4**, **5**) ausgebildet und in einer Wand des Kastens nahe der Antenne ein Fenster (**20**) zum Durchgang von Radiowellen

vorgesehen ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

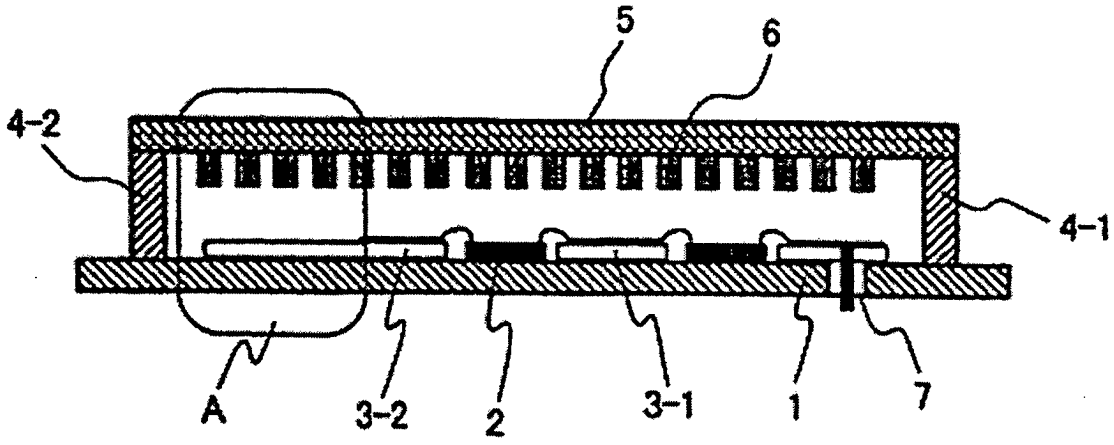


FIG.2

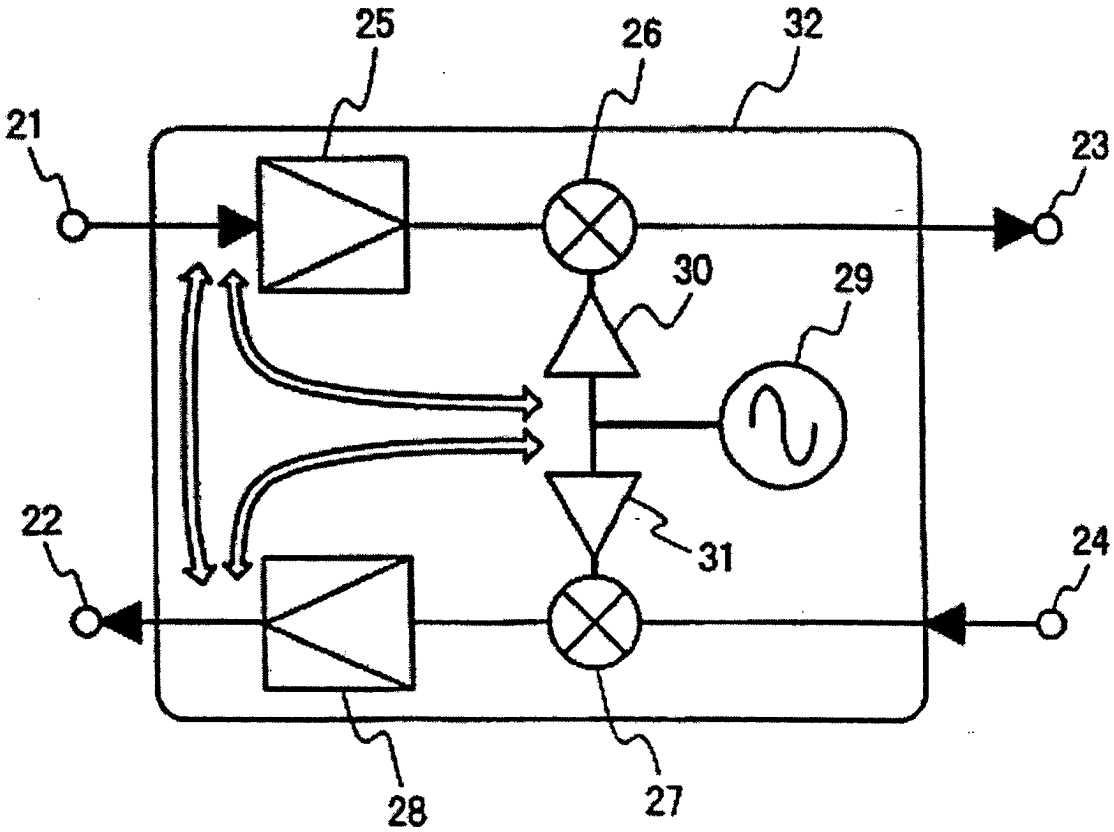


FIG.3

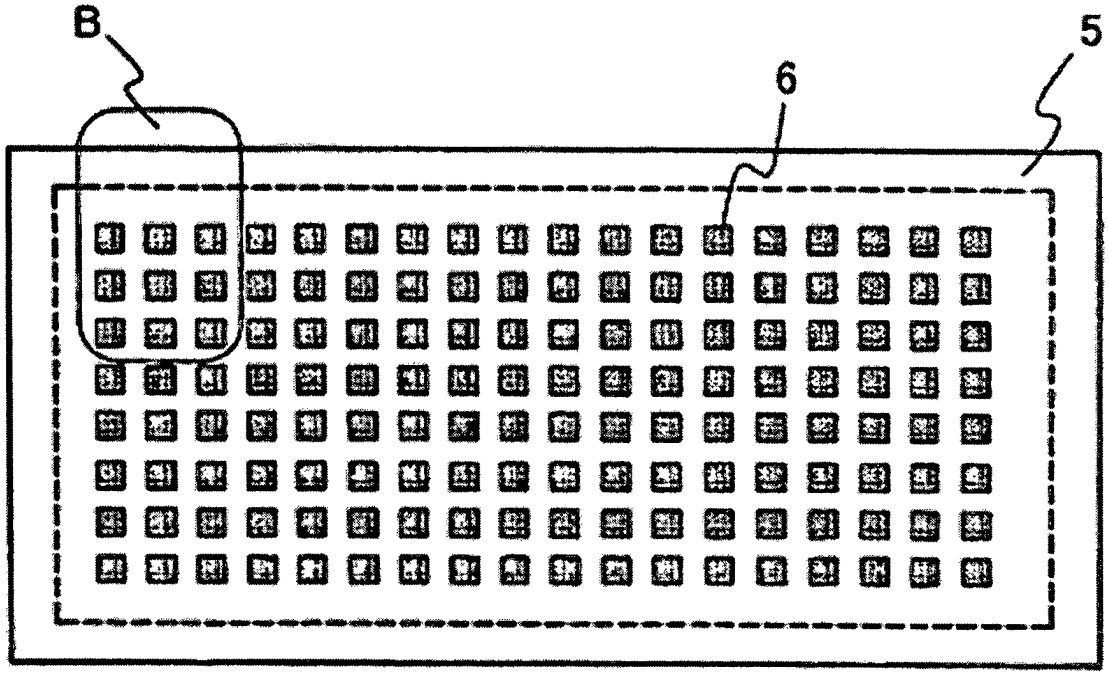


FIG.4

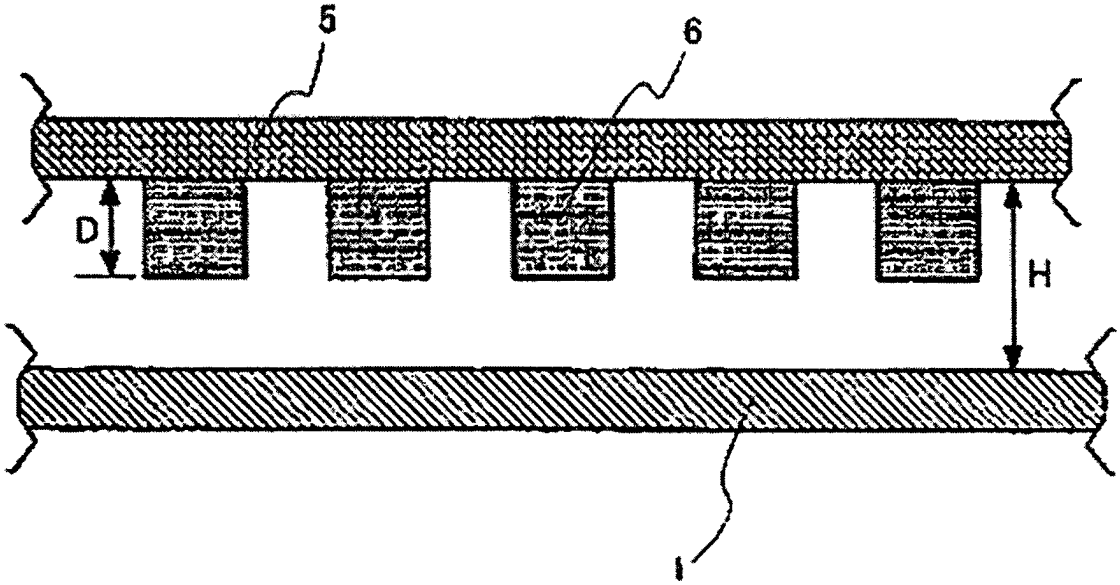


FIG.5

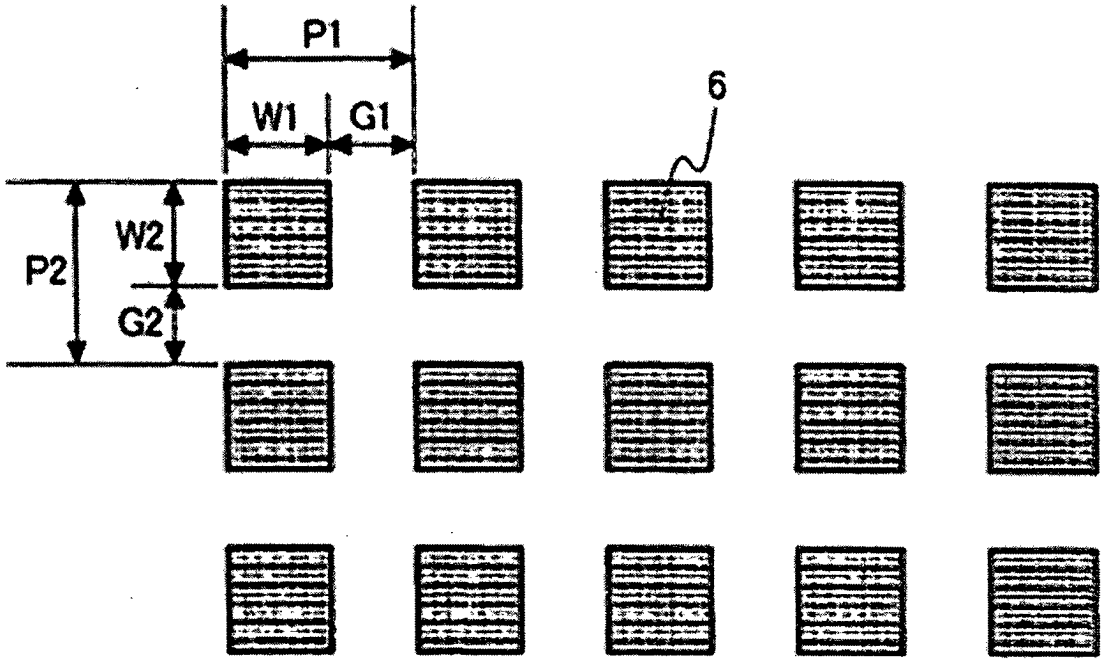


FIG.6

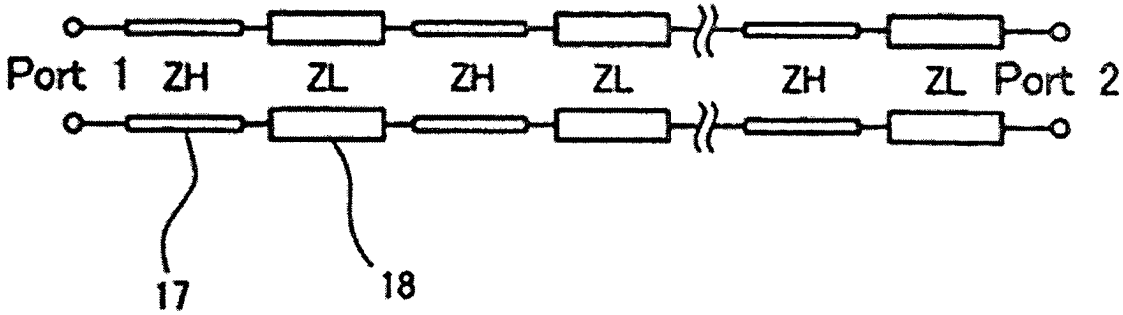


FIG.7

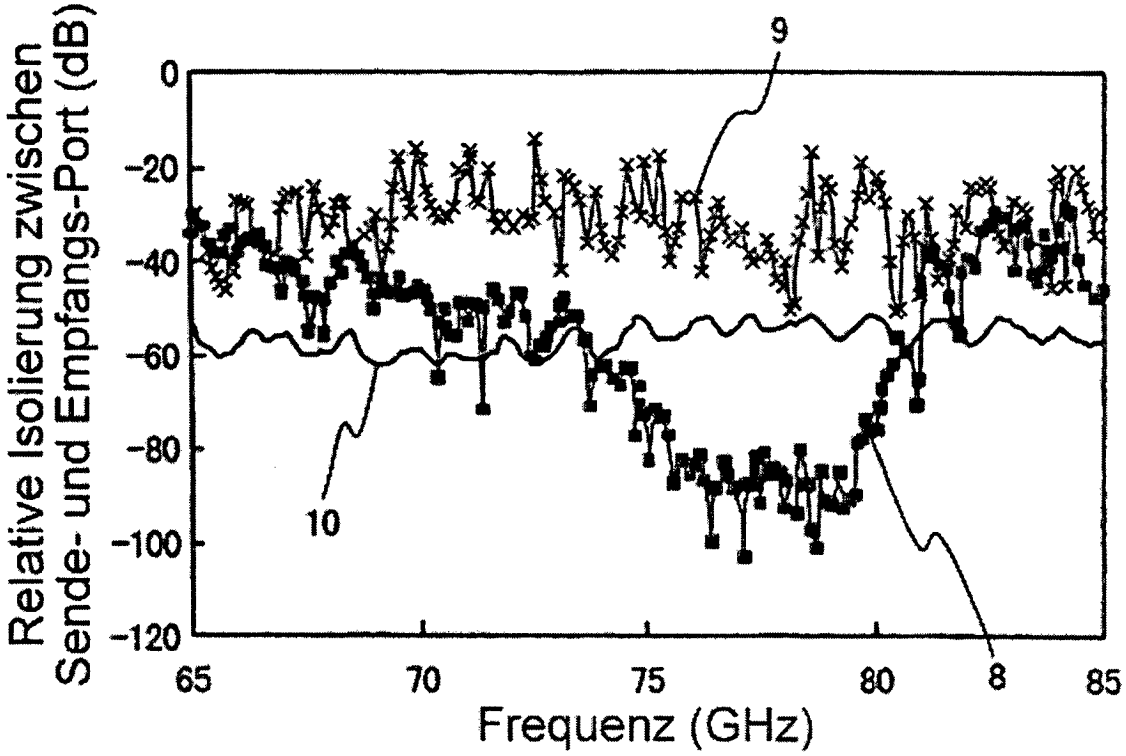

Relative Isolierung zwischen Sende- und Empfangs-Port (dB)
0
-20
-40
-60
-80
-100
-120
65
70
75
80
85
Frequenz (GHz)
9
10
8

FIG.8

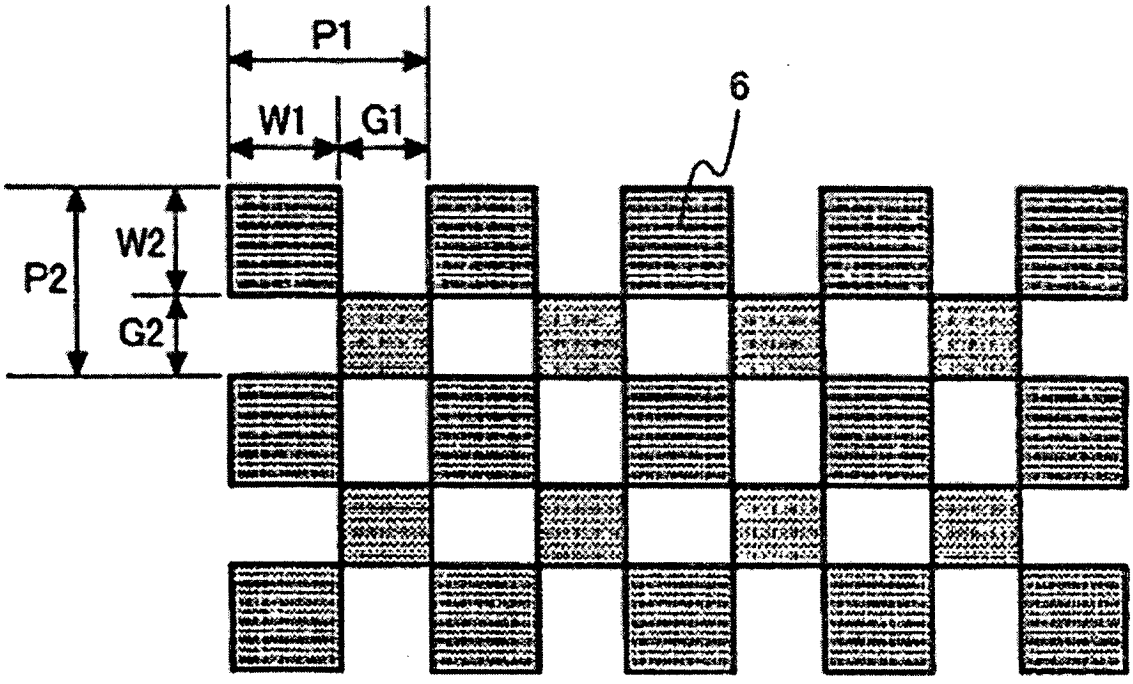

P1
W1
G1
6
P2
W2
G2

FIG.9

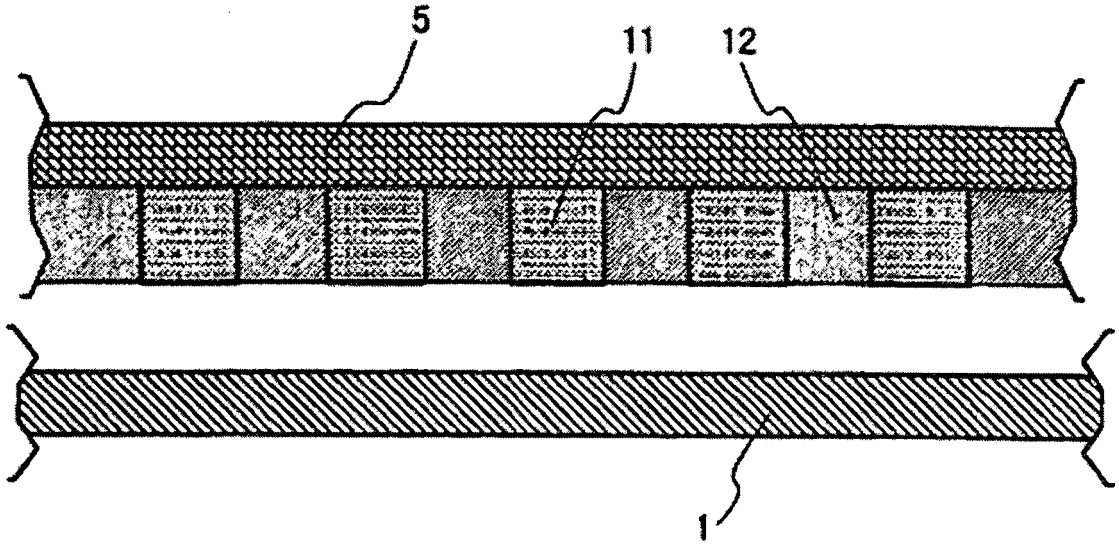


FIG.10

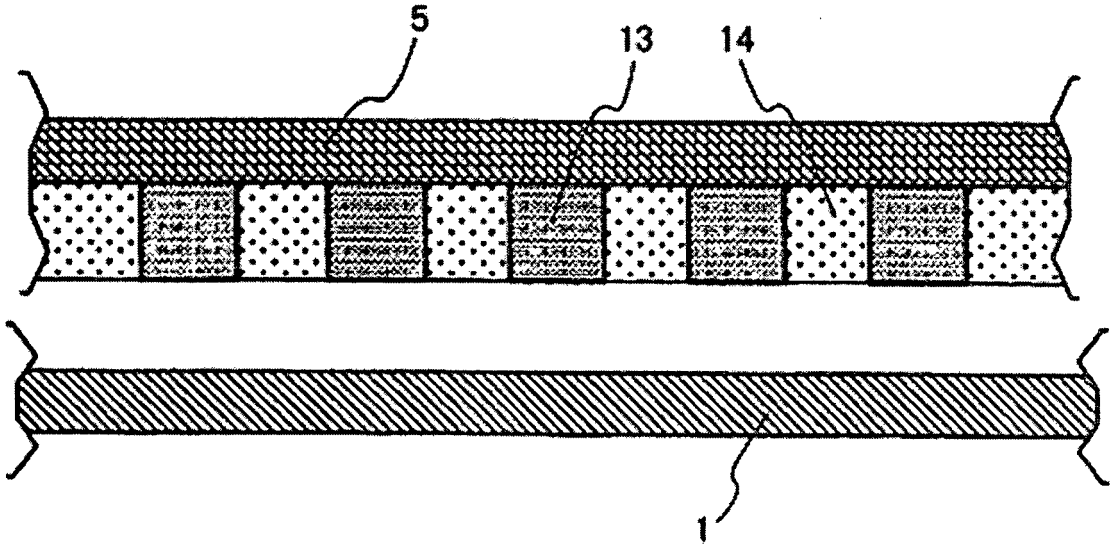


FIG.11

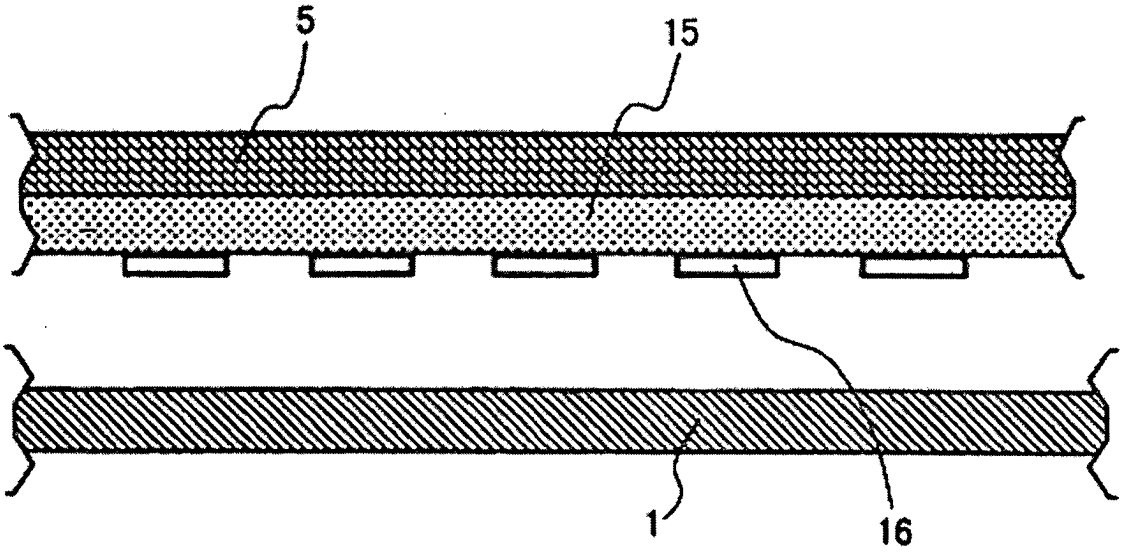


FIG.12

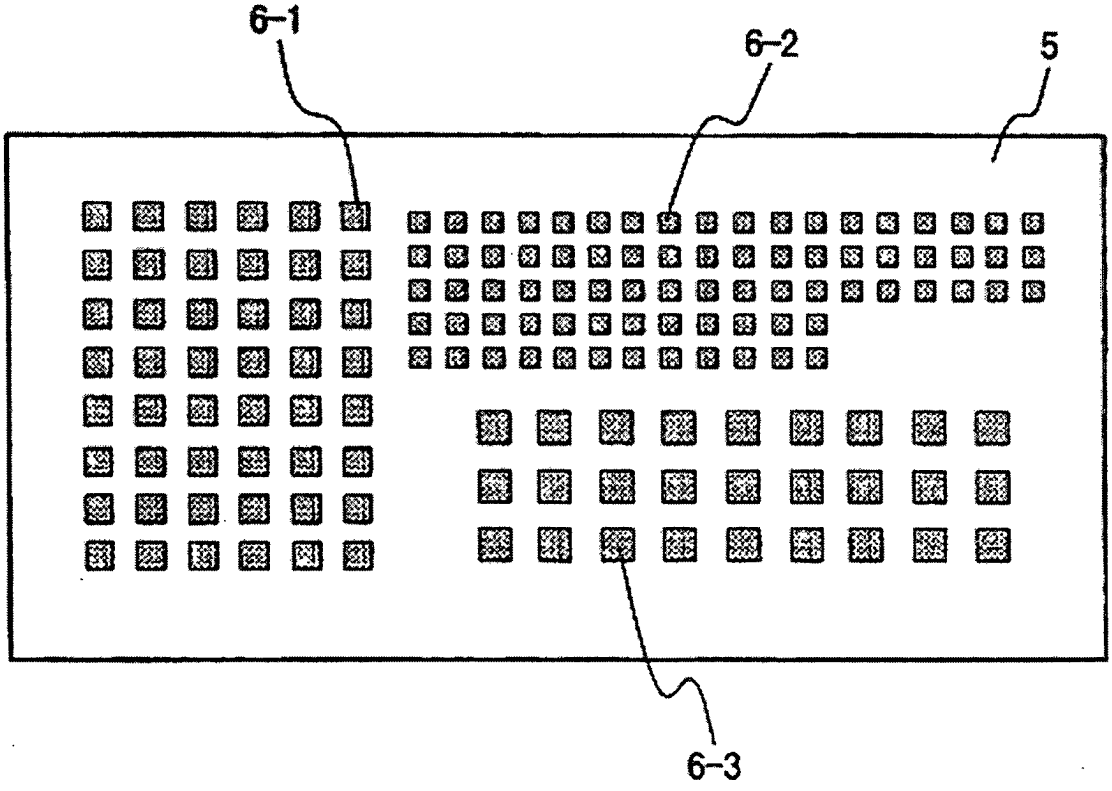


FIG.13

