



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 08 244 T2 2006.06.29**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 227 536 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01P 3/123 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 08 244.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 000 596.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **10.01.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **31.07.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **28.12.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.06.2006**

(30) Unionspriorität:

**2001005181 12.01.2001 JP**

**2001160544 29.05.2001 JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(73) Patentinhaber:

**Murata Manufacturing Co., Ltd., Nagaokakyo,  
Kyoto, JP**

(72) Erfinder:

**Saitoh, Atsushi, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu  
617-8555, JP; Okano, Takeshi, Nagaokakyo-shi,  
Kyoto-fu 617-8555, JP; Hiratsuka, Toshiro,  
Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu 617-8555, JP;  
Yamashita, Sadao, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu  
617-8555, JP**

(74) Vertreter:

**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049  
Pullach**

(54) Bezeichnung: **Übertragungsleitungsanordnung, integrierte Schaltung und Sender-Empfängergerät**

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**

material gefüllten Wellenleiter.

## Hintergrund der Erfindung

## Zusammenfassung der Erfindung

## 1. Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Übertragungsleitungsanordnung, in der eine Übertragungsleitung auf einer dielektrischen Platte gebildet ist, auf eine integrierte Schaltung, die die Übertragungsleitungsanordnung beinhaltet, und auf eine Sender-Empfänger-Vorrichtung, die die integrierte Schaltung beinhaltet, wie z.B. eine Radarvorrichtung oder eine Kommunikationsvorrichtung.

## 2. Beschreibung der verwandten Technik

**[0002]** Bisher wurde die Integration einer Wellenleiterübertragungsleitung mit einem dielektrischen Substrat in (1) der ungeprüften japanischen Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. 6-53711 und der (2) ungeprüften japanischen Patentanmeldung Veröffentlichungsnr. 10-75108 vorgeschlagen.

**[0003]** In einer Wellenleiterübertragungsleitungsanordnung gemäß dem Beispiel (1) sind in einem dielektrischen Substrat, das zwei oder mehr Leiterschichten aufweist, zwei Linien von Durchgangslöchern vorgesehen, wobei jede Linie eine Mehrzahl von Durchgangslöchern aufweist, die elektrisch die Leiterschichten untereinander verbinden, so dass der Raum zwischen den beiden untereinander verbundenen Leiterschichten und den beiden Linien von Durchgangslöchern wie ein Wellenleiter (ein mit Isolatormaterial gefüllter Wellenleiter) arbeitet. In einer Leitung eines dielektrischen Wellenleiters und einer Verdrahtungsplatine gemäß dem Beispiel (2) sind zusätzlich zu dem oben beschriebenen Aufbau Leiterschichten, die elektrisch mit den Durchgangslöchern verbunden sind, zwischen den beiden Hauptleiterschichten und außerhalb der Linien von Durchgangslöchern gebildet.

**[0004]** In sowohl dem Beispiel (1) als auch dem Beispiel (2) jedoch sind die Durchgangslöcher, die in Ebenen angeordnet sind, die sich in eine Richtung erstrecken, die senkrecht zu dem Wellenleiter ist (und wobei jedes Loch senkrecht zu der Ebene des dielektrischen Substrats angeordnet ist), die einzigen Strompfade, die wie Wände wirken; so konzentriert sich ein Strom in den Durchgangslöchern, was das Problem eines erhöhten Leiterverlustes bewirkt. Ferner erlauben die Durchgangslöcher, die in der Richtung gebildet sind, die senkrecht zu der Ebene des dielektrischen Substrates ist, nur einen Stromfluss in der Richtung, die senkrecht zu dem dielektrischen Substrat ist, und erlauben keinen Stromfluss in der Diagonalrichtung, was das Problem bewirkt, dass die Übertragungscharakteristika nicht so gut sind wie bei einem üblichen Wellenleiter oder einem mit Isolator-

**[0005]** Die vorliegende Erfindung stellt eine Übertragungsleitungsanordnung, eine integrierte Schaltung, die die Übertragungsleitungsanordnung beinhaltet, und eine Sender-Empfänger-Vorrichtung, die die integrierte Schaltung beinhaltet, wie z. B. eine Radarvorrichtung oder eine Kommunikationsvorrichtung, bereit, die dazu dient, eine Produktivität durch ein Bilden einer Wellenleiterübertragungsleitung auf einer dielektrischen Platte zu verbessern, in der eine Integration mit einer Verdrahtungsplatine erzielt wird, und die zur Verbesserung von Übertragungscharakteristika dient.

**[0006]** Zu diesem Zweck stellt die vorliegende Erfindung in einem Aspekt derselben eine Übertragungsleitungsanordnung bereit, die eine dielektrische Platte, die einen durchgehenden vorstehenden Abschnitt auf zumindest einer der Oberflächen derselben aufweist, um einen konvexen Abschnitt zu bilden; Elektroden, die auf beiden Oberflächen der dielektrischen Platte gebildet sind, einschließlich der äußeren Oberfläche des vorstehenden Abschnitts; und eine Mehrzahl von Durchgangslöchern, die auf jeder Seite entlang des vorstehenden Abschnitts aufgereiht sind, wobei jedes derselben die Elektroden, die auf beiden Oberflächen der dielektrischen Platte gebildet sind, elektrisch untereinander verbindet, umfasst. Entsprechend kann eine Wellenleiterübertragungsleitung mit niedrigem Übertragungsverlust unter Verwendung einer dielektrischen Platte implementiert werden und ferner kann ohne Weiteres eine Vorrichtung, bei der Komponenten auf einer flachen Oberfläche einer dielektrischen Platte befestigt sind, implementiert werden.

**[0007]** Vorzugsweise ist in der Übertragungsleitungsanordnung der vorstehende Abschnitt auf einem dielektrischen Substrat aus einem dielektrischen Material gebildet, das eine Dielektrizitätskonstante aufweist, die größer ist als diejenige der dielektrischen Platte, was dazu dient, einen Verlust, der einer Strahlung aus Durchgangslöchern zugeordnet ist, zu reduzieren, so dass ein dielektrischer Wellenleiter mit kleinem Verlust, hoher Zuverlässigkeit und kleiner Größe ohne Weiteres implementiert werden kann.

**[0008]** Vorzugsweise wird in der Übertragungsleitungsanordnung, wenn die Dielektrizitätskonstante des vorstehenden Abschnitts und einer Region, die durch eine Mehrzahl von Durchgangslöchern in einer dielektrischen Platte umgeben ist, größer gemacht ist als diejenige der anderen Regionen, die Verteilung eines Magnetfelds in dem Wellenleiterabschnitt weiter konzentriert, was dazu dient, einen dielektrischen Wellenleiter mit kleinem Verlust zu implementieren.

**[0009]** In der Übertragungsleitungsanordnung ist die Entfernung zwischen den Elektroden an dem vorstehenden Abschnitt in der Dickenrichtung der dielektrischen Platte vorzugsweise zumindest so lang wie eine Hälfte der Wellenlänge in der dielektrischen Platte bei der Betriebsfrequenz. Entsprechend können ungewollte Übertragungsmoden wirksam unterdrückt werden.

**[0010]** Ferner ist in der Übertragungsleitungsanordnung die Beabstandung der Mehrzahl von Durchgangslöchern in der Richtung entlang des vorstehenden Abschnitts vorzugsweise nicht länger als eine Hälfte der Wellenlänge in der dielektrischen Platte bei der Betriebsfrequenz. Entsprechend können unerwünschte Übertragungsmoden weiter unterdrückt werden.

**[0011]** Ferner ist in der Übertragungsleitungsanordnung die Entfernung zwischen den beiden Mehrzahlen von Durchgangslöchern in der Richtung quer über den vorstehenden Abschnitt nicht länger als die Wellenlänge in der dielektrischen Platte bei der Betriebsfrequenz. Entsprechend wird eine Modentransformation in die Parallelplattenmode bei der Betriebsfrequenz verhindert und ein dem zugeordneter Verlust wird beseitigt, so dass eine Übertragungsleitung mit noch kleinerem Verlust erzielt wird.

**[0012]** Noch bevorzugter ist die Entfernung zwischen den Elektroden an dem vorstehenden Abschnitt in der Dickenrichtung der dielektrischen Platte nicht länger als die Wellenlänge in der dielektrischen Platte bei der Betriebsfrequenz und die Breite des vorstehenden Abschnitts um die Entfernung zwischen den Mehrzahlen von Durchgangslöchern in der Richtung quer über den vorstehenden Abschnitt sind nicht länger als eine Hälfte der Wellenlänge in der dielektrischen Platte bei der Betriebsfrequenz. Entsprechend wird eine Übertragung in einer einzelnen Mode in dem Betriebsfrequenzbereich erzielt, was einen Verlust, der einer Transformation einer Mode an dem Biegeabschnitt zugeordnet ist, verhindert und eine Flexibilität des Entwurfsmusters einer Übertragungsleitung verbessert.

**[0013]** Ferner sind die Ecken des vorstehenden Abschnitts vorzugsweise abgerundet. Entsprechend kann eine Konzentration eines Stroms an den Kanten der Elektroden gelindert werden, was einen Leiterverlust weiter reduziert.

**[0014]** Ferner verjüngt sich der vorstehende Abschnitt vorzugsweise, um weg von der dielektrischen Platte schmaler zu werden. Entsprechend kann die Produktivität von Übertragungsleitungen verbessert und Kosten können reduziert werden.

**[0015]** Die vorliegenden Erfindung liefert bei einem weiteren Aspekt derselben eine integrierte Schal-

tung, die eine Übertragungsleitungsanordnung, wie oben definiert wurde; und eine Mehrzahl von Übertragungsleitungen umfasst, die aus Elektronikkomponenten gebildet sind, die auf der dielektrischen Platte in der Übertragungsleitungsanordnung befestigt sind. Entsprechend kann ein Verlust reduziert werden und können insbesondere durch ein Herstellen einer der Oberflächen der dielektrischen Platte in einer flachen Form die Bildung von Übertragungsleitungen unter Verwendung von Leiterstrukturen und eine Befestigung der Elektronikkomponenten erleichtert werden.

**[0016]** In der integrierten Schaltung ist das Basismaterial der dielektrischen Platte vorzugsweise ein Keramikmaterial. Entsprechend wird eine Befestigung von Oberflächenbefestigungskomponenten durch gleichzeitiges Rückflusslöten ermöglicht, was die Produktivität verbessert und so Kosten reduziert.

**[0017]** Die vorliegende Erfindung liefert bei wiederum einem anderen Aspekt derselben eine Sender-Empfänger-Vorrichtung, die eine integrierte Schaltung, wie oben definiert wurde, wobei eine Übertragungsleitung derselben zur Übertragung eines Sendesignals und eines Empfangssignals verwendet wird; einen Oszillator und einen Mischer umfasst. Entsprechend kann ein Leistungsverbrauch reduziert und eine Empfindlichkeit verbessert werden.

**[0018]** Weiter Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die sich auf die beigefügten Zeichnungen bezieht, ersichtlich werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0019]** Fig. 1A und Fig. 1B sind eine perspektivische Ansicht bzw. eine Schnittansicht, die den Aufbau einer Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel zeigen.

**[0020]** Fig. 2A und Fig. 2B sind Diagramme, die ein Beispiel der Verteilung eines elektromagnetischen Feldes in der Übertragungsleitungsanordnung zeigen.

**[0021]** Fig. 3A bis Fig. 3C, sind Diagramme, die elektrische Feldvektoren in der Übertragungsleitungsanordnung detailliert zeigen.

**[0022]** Fig. 4A und Fig. 4B sind perspektivische Ansichten von Übertragungs leitungsanordnungen gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

**[0023]** Fig. 5 ist eine perspektivische Ansicht einer Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

**[0024]** Fig. 6A bis 6C sind Diagramme, die Abmes-

sungen jedes Abschnitts und ein Beispiel von Übertragungscharakteristika der Übertragungsleitungsanordnung zeigen.

**[0025]** Fig. 7 ist eine Schnittansicht einer Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel.

**[0026]** Fig. 8 ist eine Schnittansicht einer Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel.

**[0027]** Fig. 9A und 9B sind eine perspektivische Ansicht bzw. eine Schnittansicht, die den Aufbau einer Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel zeigen.

**[0028]** Fig. 10A bis 10D sind Schnittansichten des dielektrischen Wellenleiters bei unterschiedlichen Herstellungsschritten gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel.

**[0029]** Fig. 11A und 11B sind eine perspektivische Ansicht bzw. eine Schnittansicht, die den Aufbau einer Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel zeigen.

**[0030]** Fig. 12 ist eine Darstellung, die den Aufbau einer integrierten Schaltung und eine Radarvorrichtung gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel zeigt.

**[0031]** Fig. 13 ist ein Blockdiagramm der Radarvorrichtung.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung

**[0032]** Der Aufbau einer Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel wird Bezug nehmend auf die Fig. 1A und Fig. 1B, Fig. 2A und Fig. 2B und Fig. 3A bis Fig. 3C beschrieben.

**[0033]** Fig. 1A ist eine perspektivische Ansicht der Übertragungsleitungsanordnung und Fig. 1B ist eine Schnittansicht derselben. Bezug nehmend auf die Fig. 1A und Fig. 1B weist eine dielektrische Platte **1** einen durchgehenden vorstehenden Abschnitt **2** auf, so dass ein Abschnitt der dielektrischen Platte **1** senkrecht zu der Erstreckungsrichtung des vorstehenden Abschnitts **2** konvex ist. Auf beiden Oberflächen der dielektrischen Platte **1**, einschließlich der äußeren Oberfläche (der Seitenoberflächen und der oberen Oberfläche) des vorstehenden Abschnitts **2**, sind Elektroden **3** gebildet. Ferner ist entlang der Erstreckungsrichtung des vorstehenden Abschnitts **2** eine Mehrzahl von Durchgangslöchern **4**, die jeweils elektrisch die Elektroden **3**, die auf beiden Oberflächen der dielektrischen Platte **1** gebildet sind, elektri-

schon untereinander verbinden, auf beiden Seiten des vorstehenden Abschnitts **2** aufgereiht. Die Breite  $W$  des vorstehenden Abschnitts **2** ist nicht länger als eine Hälfte der Wellenlänge in der dielektrischen Platte **1** bei der Betriebsfrequenz und die Höhe  $H$  von der unteren Oberfläche der dielektrischen Platte **1** zu der oberen Oberfläche des vorstehenden Abschnitts **2** ist zumindest so lang wie eine Hälfte der Wellenlänge in der dielektrischen Platte **1** bei der Betriebsfrequenz.

**[0034]** Fig. 2A zeigt die Verteilung eines elektromagnetischen Feldes an einem Abschnitt in einer Ebene senkrecht zu der Erstreckungsrichtung des vorstehenden Abschnitts **2** und Fig. 2B zeigt die Verteilung eines elektromagnetischen Feldes in einer perspektivischen Ansicht der Übertragungsleitungsanordnung.

**[0035]** Gemäß diesem Aufbau bildet die Mehrzahl aufgereihter Durchgangslöcher **4** gleichwertig Seitenwände eines Wellenleiters, so dass sich elektromagnetische Wellen in einer Mode, die gleichwertig zu einer TE<sub>10</sub>-Mode ist, mit den beiden gegenüberliegenden Seitenoberflächen des vorstehenden Abschnitts **2** als H-Ebenen und der oberen Oberfläche des vorstehenden Abschnitts **2** und der unteren Oberfläche der dielektrischen Platte **1** als E-Ebenen ausbreiten.

**[0036]** Die Fig. 3A bis Fig. 3C zeigen die elektrischen Feldvektoren in der Übertragungsleitung mit besonderer Betrachtung des Dickenabschnitts der dielektrischen Platte **1** außerhalb des vorstehenden Abschnitts **2**. Fig. 3A zeigt elektrische Feldvektoren in der Richtung senkrecht zu der Richtung einer Ausbreitung elektromagnetischer Wellen und parallel zu der Richtung der Ebene der dielektrischen Platte **1**. Fig. 3B zeigt elektrische Feldvektoren in der Richtung senkrecht zu der Richtung der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen und senkrecht zu der Ebene der dielektrischen Platte **1**. Die Übertragungsleitung kann als eine Überlagerung der elektrischen Feldvektoren, die in Fig. 3A gezeigt sind, und der elektrischen Feldvektoren, die in Fig. 3B gezeigt sind, betrachtet werden. So können die kombinierten elektrischen Vektoren dargestellt werden, wie in Fig. 3C gezeigt ist.

**[0037]** Die Mode, die die elektrischen Vektoren, die in Fig. 3B gezeigt sind, aufweist, ist eine höhere Mode einer Parallelplattenmode und diese Mode bewirkt einen Strahlungsverlust. Die Grenzfrequenz der Mode wird durch die Entfernung  $P_x$  zwischen den beiden Linien der aufgereihten Durchgangslöcher und die Konstante der dielektrischen Platte **1** bestimmt. So kann, wenn die Wellenlänge in der dielektrischen Platte **1** in dem Betriebsfrequenzbereich durch  $\lambda$  dargestellt wird, eine Transformation in die unerwünschte Parallelplattenmode in dem Betriebsfrequenzbereich durch ein Setzen von  $P_x < \lambda$  verhin-

dert werden. Außerdem wird durch ein Setzen der Beabstandung der Durchgangslöcher **4** in der Richtung der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen (Pz in [Fig. 1A](#)) auf nicht mehr als eine Hälfte der Wellenlänge in der dielektrischen Platte **1** in dem Betriebsfrequenzbereich die Anregung einer Parallelplattenmode verhindert und so wird ein Strahlungsverlust aufgrund dessen, dass die Betriebsausbreitungsmode in die Parallelplattenmode übertragen wird, verhindert.

**[0038]** Dies bedeutet, dass, um eine Transformation in den Parallelplattenmodus zu verhindern, wenn die Breite  $W$  des vorstehenden Abschnitts eine Hälfte der Wellenlänge beträgt, die Entfernung von den Seitenoberflächen des vorstehenden Abschnitts zu den Durchgangslöchern nicht auf mehr als ein Viertel der Wellenlänge gesetzt werden darf.

**[0039]** Durch ein Setzen der Entfernung  $H$  zwischen den Elektroden in der Dickenrichtung der dielektrischen Platte **1** an dem Abschnitt, an dem der vorstehende Abschnitt **2**, der in [Fig. 1B](#) gezeigt ist, nicht gebildet ist, auf weniger als eine Hälfte der Wellenlänge und nicht mehr als die Wellenlänge in der dielektrischen Platte **1** bei der Betriebsfrequenz und der Breite  $W$  des vorstehenden Abschnitts **2** und der Entfernung zwischen den Durchgangslöchern **4** auf nicht mehr als eine Hälfte der Wellenlänge ist die Mode, die senkrecht zu der Betriebsmode ist, die Grenzbedingung, so dass eine Übertragung in einer einzelnen Mode, die gleichwertig zu der TE<sub>10</sub>-Mode ist, erzielt wird. So werden, selbst wenn ein Biegeabschnitt in dem vorstehenden Abschnitt **2** vorgesehen ist, ein Verlust aufgrund einer Modentransformation und ein Verlust aufgrund einer Störantwort verhindert.

**[0040]** Als Nächstes ist der Aufbau der Übertragungsleitungsanordnungen gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel in den [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) gezeigt. Im Gegensatz zu dem ersten Ausführungsbeispiel, bei dem die beiden Linien von Durchgangslöchern, die einander gegenüberliegen, auf beiden Seiten entlang des vorstehenden Abschnitts angeordnet sind, der auf der dielektrischen Platte gebildet ist, ist bei dem zweiten Ausführungsbeispiel eine Mehrzahl von Linien von Durchgangslöchern auf jeder Seite des vorstehenden Abschnitts **2** vorgesehen. Bei dem in [Fig. 4A](#) gezeigten Beispiel sind zwei Linien von Durchgangslöchern in einem versetzten Muster auf jeder Seite entlang des vorstehenden Abschnitts **2** aufgereiht. Bei dem in [Fig. 4B](#) gezeigten Beispiel sind drei Linien von Durchgangslöchern auf jeder Seite entlang des vorstehenden Abschnitts **2** ebenso in einem versetzten Muster aufgereiht. Durch ein Multiplexen der Linien von Durchgangslöchern, wie oben geschrieben wurde, kann die Strahlung einer Parallelplattenmode, die sich durch die dielektrische Platte von der Übertragungsleitung zu dem Äußeren oder von dem Äußeren zu der Übertragungsleitung

ausbreitet, weiter unterdrückt werden.

**[0041]** Als Nächstes wird der Aufbau einer Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel Bezug nehmend auf die [Fig. 5](#) und die [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6C](#) beschrieben.

**[0042]** [Fig. 5](#) ist eine perspektivische Ansicht der Übertragungsleitung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein vorstehender Abschnitt **2** mit einer gebogenen Struktur auf einer dielektrischen Platte **1** gebildet und Durchgangslöcher **4** sind auf beiden Seiten entlang des vorstehenden Abschnitts **2** aufgereiht.

**[0043]** Die [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) zeigen spezifische Abmessungen jedes Abschnitts und Übertragungscharakteristika der Übertragungsleitung. Die relative Konstante der dielektrischen Platte beträgt 7,0, der Radius  $r$  der Linienmitte des gebogenen Abschnitts beträgt 2,0 mm, der Durchmesser der Durchgangslöcher **4** beträgt 0,1 mm, die Beabstandung der Durchgangslöcher **4** beträgt 0,4 mm und die Abmessungen der anderen Abschnitte sind die Werte, die in [Fig. 6B](#) gezeigt sind, so dass drei Linien von Durchgangslöchern **4** auf jeder Seite, d. h. insgesamt sechs Linien, gebildet sind.

**[0044]** [Fig. 6C](#) zeigt eine S<sub>11</sub>- und eine S<sub>21</sub>-Charakteristik bei den obigen Bedingungen. Selbst wenn eine Biegung mit einem kleinen Krümmungsradius vorliegt, wie oben beschrieben wurde, können, indem die Übertragungsleitung zu der Arbeit in einer einzelnen Mode gebracht wird, die gleichwertig zu der TE<sub>10</sub>-Mode ist, ein niedriger Einfügungsverlust und ein geringes Reflexionsvermögen erzielt werden.

**[0045]** Als Nächstes ist eine Schnittansicht des Aufbaus einer Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel in [Fig. 7](#) gezeigt. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Ecken eines vorstehenden Abschnitts **2**, der auf einer dielektrischen Platte **1** gebildet ist, abgerundet, wie durch  $R$  angezeigt ist. Gemäß dieser Struktur wird die Konzentration eines Stroms an den Kanten von Elektroden gelindert, um einen Leitungsverlust zu reduzieren, was einen niedrigen Einfügungsverlust erzielt.

**[0046]** Der vorstehende Abschnitt der Übertragungsleitung, in [Fig. 7](#) gezeigt, kann z. B. durch das Sandstrahlverfahren gebildet werden.

**[0047]** [Fig. 8](#) ist eine Schnittansicht einer Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein vorstehender Abschnitt **2** mit einem konvexen Abschnitt auf einer dielektrischen Platte **1** gebildet, wobei der vorstehende Abschnitt **2** sich verjüngt, um weg von der dielektrischen Platte **1** schmaler zu werden. Die dielektrische Platte, die den vorstehenden

Abschnitt wie oben aufweist, verbessert eine Lösbarkeit der dielektrischen Platte aus einer Metallform nach einem Formen der dielektrischen Platte in einer Metallform und/oder durch einen Spritzgießvorgang, wobei so die Produktivität verbessert wird.

**[0048]** Der Aufbau eines dielektrischen Wellenleiters gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel wird Bezug nehmend auf die **Fig. 9A** und **9B** und die **Fig. 10A** bis **10D** beschrieben.

**[0049]** **Fig. 9A** ist eine perspektivische Ansicht des dielektrischen Wellenleiters und **Fig. 9B** ist eine Schnittansicht desselben an einer Ebene, die senkrecht zu der Erstreckungsrichtung eines vorstehenden Abschnitts ist.

**[0050]** Die **Fig. 10A** bis **10D** sind Schnittansichten des dielektrischen Wellenleiters bei unterschiedlichen Herstellungsschritten.

**[0051]** Bezug nehmend auf die **Fig. 9A** und **9B** und die **Fig. 10A** bis **10D** zeigt **1** ein dielektrisches Substrat an, **2** zeigt einen vorstehenden Abschnitt an, **3a** zeigt eine Unteroberflächenelektrode an, **3b** zeigt eine Oberoberflächenelektrode an, **4** zeigt Durchgangslöcher an, **101** und **110** zeigen dielektrische Lagen an und **104** zeigt perforierte Löcher an.

**[0052]** Bezug nehmend auf die **Fig. 9A** und **9B** ist an einem Abschnitt des dielektrischen Substrats **1** der durchgehende vorstehende Abschnitt **2** gebildet, so dass ein Abschnitt entlang der Richtung, die senkrecht zu der Erstreckungsrichtung des vorstehenden Abschnitts **2** ist, eine konvexe Form besitzt. Auf der Oberfläche des dielektrischen Substrates **1**, auf der der vorstehende Abschnitt **2** gebildet ist, einschließlich der Außenoberfläche (der Seitenoberflächen und der oberen Oberfläche) des vorstehenden Abschnitts **2** ist die Oberoberflächenelektrode **3B** gebildet und im Wesentlichen die gesamte andere Oberfläche des dielektrischen Substrats **1** ist mit der Unteroberflächenelektrode **3a** bedeckt. Ferner ist auf beiden Seiten des vorstehenden Abschnitts **2** entlang der Erstreckungsrichtung desselben eine Mehrzahl von Durchgangslöchern **4**, die die Oberoberflächenelektrode **3b** und die Unteroberflächenelektrode **3a**, die auf beiden Oberflächen des dielektrischen Substrats **1** gebildet sind, elektrisch miteinander verbinden, in einem Array gebildet. Der vorstehende Abschnitt **2** ist aus einem dielektrischen Material gebildet, das eine größere Dielektrizitätskonstante als diejenige des dielektrischen Substrats **1** aufweist.

**[0053]** Die Breite  $W$  des vorstehenden Abschnitts **2** ist nicht länger als eine Hälfte der Wellenlänge in dem Dielektrikum bei der Betriebsfrequenz und die Höhe von der unteren Oberfläche des dielektrischen Substrats **1** bis zu der oberen Oberfläche des vorstehenden Abschnitts **2** ist nicht kürzer als eine Hälfte der

Wellenlänge in dem Dielektrikum bei der Betriebsfrequenz.

**[0054]** Gemäß dem Aufbau bildet die Mehrzahl von Durchgangslöchern **4** in dem Array gleichwertig Wände des Wellenleiters, so dass sich elektromagnetische Wellen in einer Mode, die gleichwertig zu der TE<sub>10</sub>-Mode ist, mit den beiden gegenüberliegenden Seitenoberflächen des vorstehenden Abschnitts **2** als H-Ebenen und der oberen Oberfläche des vorstehenden Abschnitts **2** und der unteren Oberfläche des dielektrischen Substrats **1** als E-Ebenen ausbreiten.

**[0055]** Ferner kann, da die Dielektrizitätskonstante des dielektrischen Materials, das den vorstehenden Abschnitt **2** bildet, größer ist als diejenige des dielektrischen Substrats **1**, die Höhe des dielektrischen Wellenleiters verglichen mit einem Fall reduziert werden, in dem der vorstehende Abschnitt **2** aus einem dielektrischen Material gebildet ist, das die gleiche Dielektrizitätskonstante wie diejenige des dielektrischen Substrats **1** aufweist. Ferner kann, da das dielektrische Feld und das magnetische Feld an dem vorstehenden Abschnitt **2** konzentriert sind, eine Strahlung von den Durchgangslöchern **4** in dem dielektrischen Substrat **1** reduziert werden. Entsprechend kann ein dielektrisches Substrat mit kleinem Verlust und kleiner Größe implementiert werden.

**[0056]** Ferner kann, obwohl die Durchgangslöcher **4** auf dem dielektrischen Substrat **1** gebildet sind, da die Dielektrizitätskonstante des dielektrischen Substrats kleiner ist als diejenige des vorstehenden Abschnitts **2**, die Beabstandung zwischen den Durchgangslöchern **4** verglichen mit einem Fall erhöht werden, in dem das dielektrische Substrat **1** aus einem dielektrischen Material gebildet ist, das die gleiche Dielektrizitätskonstante wie diejenige des vorstehenden Abschnitts **2** aufweist. Entsprechend kann ein dielektrischer Wellenleiter mit hoher Zuverlässigkeit und kleiner Größe implementiert werden.

**[0057]** Als Nächstes wird ein Beispiel eines Verfahrens zum Herstellen des dielektrischen Wellenleiters Bezug nehmend auf die **Fig. 10A** bis **10D** beschrieben.

**[0058]** Als erstes wird die Mehrzahl dielektrischer Lagen **101** und **110** laminiert, wie in **Fig. 10A** gezeigt ist. Die dielektrischen Lagen **110** sind aus einem Material gebildet, das eine Dielektrizitätskonstante aufweist, die größer ist als diejenige der dielektrischen Lagen **101**. Die Kombination dielektrischer Materialien kann wie erwünscht ausgewählt werden, solange die obige Bedingung für Dielektrizitätskonstanten erfüllt ist.

**[0059]** Dann wird der gesamte Körper bei einer vorbestimmten Temperatur gebrannt, um die dielektri-

schen Lagen zu verbinden, wodurch ein integriertes dielektrisches Substrat gebildet wird.

**[0060]** Dann werden nur die dielektrischen Lagen **110**, die eine größere Dielektrizitätskonstante aufweisen, auf eine vorbestimmte Breite geschnitten, z. B. durch Sandstrahlen, so dass der durchgehende vorstehende Abschnitt **2** gebildet wird, wodurch ein konvexer Abschnitt, wie in **Fig. 10B** gezeigt ist, gebildet wird.

**[0061]** Als Nächstes wird, wie in **Fig. 10C** gezeigt ist, auf beiden Seiten des vorstehenden Abschnitts **2**, der aus den dielektrischen Lagen **110** gebildet ist, die Mehrzahl perforierter Löcher **104**, die durch das dielektrische Substrat **1** laufen, das aus der Mehrzahl laminiertes dielektrischer Lagen **101** gebildet ist, in einer vorbestimmten Beabstandung parallel zu der Erstreckungsrichtung des vorstehenden Abschnitts **2** gebildet.

**[0062]** Dann wird, wie in **Fig. 10D** gezeigt ist, die Oberoberflächenelektrode **3b** auf einer der Oberflächen des dielektrischen Substrats **1**, einschließlich der Seitenoberflächen und der oberen Oberfläche des vorstehenden Abschnitts **2**, gebildet und die Unteroberflächenelektrode **3a** wird auf der anderen Oberfläche des dielektrischen Substrats **1** gebildet. Ferner werden Innenoberflächenelektroden an den Innenoberflächen der perforierten Löcher **104** gebildet, wodurch die Durchgangslöcher **4**, die die Oberoberflächenelektrode **3b** und die Unteroberflächenelektrode **3a** elektrisch miteinander verbinden, gebildet werden.

**[0063]** Wie oben beschrieben ist, wird der dielektrische Wellenleiter nur durch ein Laminiertes und Schneiden der dielektrischen Lagen und Bilden der Elektroden gebildet. So kann der dielektrische Wellenleiter ohne Weiteres nur durch die Vorgänge zur Herstellung herkömmlicher laminiertes Substrate hergestellt werden.

**[0064]** Die Herstellungsschritte müssen nicht notwendigerweise in der oben beschriebenen Reihenfolge sein und die Reihenfolge kann verändert werden.

**[0065]** Als Nächstens wird der Aufbau eines dielektrischen Wellenleiters gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel Bezug nehmend auf die **Fig. 11A** und **11B** beschrieben.

**[0066]** **Fig. 11A** ist eine perspektivische Außenansicht des dielektrischen Wellenleiters und **Fig. 11B** ist eine Schnittansicht desselben an einer Ebene senkrecht zu der Erstreckungsrichtung eines vorstehenden Abschnitts.

**[0067]** Bezug nehmend auf die **Fig. 11A** und **11B** zeigt **1** ein dielektrisches Substrat an, **2** zeigt eine

vorstehenden Abschnitt an, **3a** zeigt eine Unteroberflächenelektrode an, **3b** zeigt eine Oberoberflächenelektrode an und **4** zeigt Durchgangslöcher an.

**[0068]** In dem in den **Fig. 11A** und **11B** gezeigten dielektrischen Wellenleiter ist die Dielektrizitätskonstante des vorstehenden Abschnitts **2** und einer Region auf dem dielektrischen Substrat **1**, die durch die Mehrzahl von Durchgangslöchern **4** umgeben ist, größer gemacht als diejenige der anderen Regionen. Der Aufbau des dielektrischen Wellenleiters ist anderweitig der gleiche wie derjenige des dielektrischen Wellenleiters, der in den **Fig. 9A** und **9B** gezeigt ist.

**[0069]** Der dielektrische Wellenleiter mit dem obigen Aufbau wird durch ein Verbinden zweier dielektrischer Substrate mit unterschiedlichen Dielektrizitätskonstanten und ein Bilden der Mehrzahl von Durchgangslöchern **4** entlang des Übergangs gebildet. Dies bedeutet, dass die erste Region mit einer hohen Dielektrizitätskonstante, die den vorstehenden Abschnitt **2** und die Region des dielektrischen Substrats **1** umfasst, die durch die Mehrzahl von Durchgangslöchern **4** umgeben werden soll, und die zweiten Regionen mit einer Dielektrizitätskonstante, die kleiner ist als diejenige der ersten Region, separat gebildet und dann verbunden werden und die Mehrzahl von Durchgangslöchern **4** entlang des Übergangs gebildet wird, wodurch der dielektrische Wellenleiter gebildet wird.

**[0070]** Gemäß dem oben beschriebenen Aufbau wird, da die Dielektrizitätskonstante der Region, die durch die Mehrzahl von Durchgangslöchern **4** umgeben ist, größer ist als diejenige der anderen Regionen, die Verteilung eines elektromagnetischen Feldes stärker konzentriert, was die Dichte eines Magnetfeldes in der Nähe von Leiterwänden senkt, wodurch ein Verlust, der den Leiterwänden zugeordnet ist, reduziert wird.

**[0071]** Als Nächstes wird als ein Beispiel einer integrierten Schaltung und einer Sender-Empfänger-Vorrichtung, die dieselbe beinhaltet, der Aufbau einer Radarvorrichtung Bezug nehmend auf die **Fig. 12** und **Fig. 13** beschrieben.

**[0072]** **Fig. 12** ist eine perspektivische Ansicht einer dielektrischen Platte **1** von der Seite aus gesehen, auf der Elektronikkomponenten befestigt sind, und **Fig. 13** ist ein Äquivalenz-Schaltungsdiagramm der Radarvorrichtung. Die dielektrischen Platte **1** weist durchgehende vorstehende Abschnitte (nicht gezeigt) auf der Unterseite derselben, wie in der Figur betrachtet, auf, um einen konvexen Querschnitt zu besitzen. Ferner sind Elektroden auf beiden Oberflächen der dielektrischen Platte **1** gebildet und eine Mehrzahl von Durchgangslöchern **1** ist auf beiden Seiten entlang der vorstehenden Abschnitte angeordnet, wodurch Übertragungsleitungen gebildet wer-

den.

**[0073]** Obwohl der vorstehende Abschnitt in **Fig. 10** nicht ersichtlich ist, die die Seite zeigt, auf der Elektronikkomponenten befestigt sind, kann der Entwurf der Übertragungsleitungen aus der Arraystruktur der Durchgangslöcher **4** erkannt werden. Dies bedeutet, dass breit gesprochen fünf Übertragungsleitungen, die durch G1, G2, G3, G4 und G5 angezeigt sind, gebildet werden.

**[0074]** Auf der oberen Oberfläche der dielektrischen Platte **1**, wie in der Figur betrachtet, ist ein spannungsgesteuerter Oszillator (VCO) mit einer koplanaren Leitung **10** verbunden. Die koplanare Leitung **10** ist mit der Übertragungsleitung gekoppelt, die durch G1 angezeigt ist. Zwischen den Übertragungsleitungen G1 und G2 ist eine Verstärkerschaltung (AMP), die durch einen FET implementiert ist, vorgesehen. Ferner ist an einem Ende der Übertragungsleitung G3 eine Schlitzantenne gebildet, so dass ein Übertragungssignal von der Schlitzantenne in der Richtung, die senkrecht zu der dielektrischen Platte **1** ist, abgestrahlt wird. Die benachbarten Abschnitte der Übertragungsleitungen G2 und G5 bilden einen Richtkoppler. Ein Signal, das durch den Richtkoppler verteilt wird, ist als ein lokales Signal mit einer koplanaren Leitung **12** gekoppelt, die mit einer der Dioden einer Mischerschaltung verbunden ist. Ferner ist ein Zirkulator in der Y-verzweigten Mitte der Übertragungsleitungen G2, G3 und G4 gebildet. Der Zirkulator ist aus einem Resonator aufgebaut, der durch eine plattenförmige Ferritplatte und eine Permanentmagneten, der ein statisches Magnetfeld an die Ferritplatte in der senkrechten Richtung anlegt, die in **Fig. 9** nicht gezeigt sind, implementiert ist. Über den Zirkulator wird ein Empfangssignal von der Schlitzantenne mit einer koplanaren Leitung **14** gekoppelt, die mit der anderen Diode der Mischerschaltung verbunden ist. Die beiden Dioden der Mischerschaltung arbeiten wie eine symmetrische Mischerschaltung und die Ausgabe derselben wird über eine symmetrische Leitung **16**, die passende passive Komponenten in der Mitte aufweist, zu einer externen Schaltung geführt.

**[0075]** **Fig. 13** ist ein Blockdiagramm der Radarvorrichtung. Bezug nehmend auf **Fig. 13** wird ein Oszillationssignal aus dem VCO durch den Verstärker AMP verstärkt und dann als ein Übertragungssignal über den Richtkoppler CPL und den Zirkulator CIR zu der Antenne AMP geführt. Das Empfangssignal aus dem Zirkulator CIR und das lokale Signal aus dem Richtkoppler CPL werden zu dem Mischer MIX geführt und der Mischer gibt ein Zwischenfrequenzsignal IF aus.

**[0076]** Durch das Verwenden einer Übertragungsleitung mit geringem Übertragungsverlust, wie oben beschrieben wurde, wird die Leistungseffizienz ver-

bessert, was eine Radarvorrichtung mit geringem Leistungsverbrauch und eine hohe Zielerfassungsfähigkeit erzielt.

**[0077]** Obwohl eine Radarvorrichtung in der obigen Beschreibung als ein Beispiel verwendet wird, kann eine Kommunikationsvorrichtung auf eine ähnliche Art und Weise implementiert werden, die ein Sendesignal an eine Kommunikationsvorrichtung einer anderen Partei sendet und die ein Sendesignal von der Kommunikationsvorrichtung einer anderen Partei empfängt.

## Patentansprüche

1. Eine Übertragungsleitungsanordnung zur Übertragung von Signalen mit einer Betriebsfrequenz, mit folgenden Merkmalen: einer dielektrischen Platte **(1)**, die einen durchgehenden vorstehenden Abschnitt **(2)** auf zumindest einer der Oberflächen derselben aufweist, um einen konvexen Abschnitt zu bilden; Elektroden **(3)**, die auf beiden Oberflächen der dielektrischen Platte **(1)**, einschließlich der Außenoberfläche des vorstehenden Abschnitts **(2)**, gebildet sind; und einer Mehrzahl von Durchgangslöchern **(4)**, die auf beiden Seiten entlang des vorstehenden Abschnitts **(2)** aufgereiht sind, wobei jedes Durchgangsloch **(4)** die Elektroden **(3)**, die auf beiden Oberflächen der dielektrischen Platte **(1)** gebildet sind, elektrisch miteinander verbindet.
2. Eine Übertragungsleitungsanordnung gemäß Anspruch 1, bei der die Dielektrizitätskonstante des vorstehenden Abschnitts **(2)** größer ist als diejenige des restlichen Teils der dielektrischen Platte **(1)**.
3. Eine Übertragungsleitungsanordnung gemäß Anspruch 1, bei der die Dielektrizitätskonstante des vorstehenden Abschnitts **(2)** und einer Region auf der dielektrischen Platte **(1)**, die durch die Mehrzahl von Durchgangslöchern umgeben ist, größer ist als diejenige des restlichen Teils der dielektrischen Platte **(1)**.
4. Eine Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Entfernung (H) zwischen den Elektroden **(3)** an dem vorstehenden Abschnitt **(2)** in der Dickenrichtung der dielektrischen Platte **(1)** zumindest so lang ist wie eine Hälfte der Wellenlänge in der dielektrischen Platte **(1)** bei der Betriebsfrequenz.
5. Eine Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Beabstandung (Pz) der Mehrzahl von Durchgangslöchern **(4)** in der Richtung entlang des vorstehenden Abschnitts **(2)** nicht länger ist als eine Hälfte der Wellenlänge in der dielektrischen Platte **(1)** bei der Betriebsfrequenz.



6. Eine Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der die Beabstandung (Px) zwischen der Mehrzahl von Durchgangslöchern (4) in der Richtung quer über den vorstehenden Abschnitt (2) nicht länger ist als die Wellenlänge in der dielektrischen Platte (1) bei der Betriebsfrequenz.

7. Eine Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der die Entfernung (H) zwischen den Elektroden (3) an dem vorstehenden Abschnitt (2) in der Dickenrichtung der dielektrischen Platte (1) nicht länger ist als die Wellenlänge in der dielektrischen Platte (1) bei der Betriebsfrequenz und die Breite (w) des vorstehenden Abschnitts (2) und die Entfernung (Px) zwischen der Mehrzahl von Durchgangslöchern (4) in der Richtung quer über den vorstehenden Abschnitt (2) nicht länger sind als eine Hälfte der Wellenlänge in der dielektrischen Platte (1) bei der Betriebsfrequenz.

8. Eine Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der die Ecken des vorstehenden Abschnitts (2) abgerundet sind.

9. Eine Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der sich der vorstehende Abschnitt (2) verjüngt, um weg von der dielektrischen Platte (1) schmaler zu werden.

10. Eine integrierte Schaltung mit folgenden Merkmalen:  
einer Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9; und  
einer Mehrzahl zusätzlicher Übertragungsleitungen (Y1, Y2, Y3, Y4), die auf der dielektrischen Platte (1) in der Übertragungsleitungsanordnung gebildet sind.

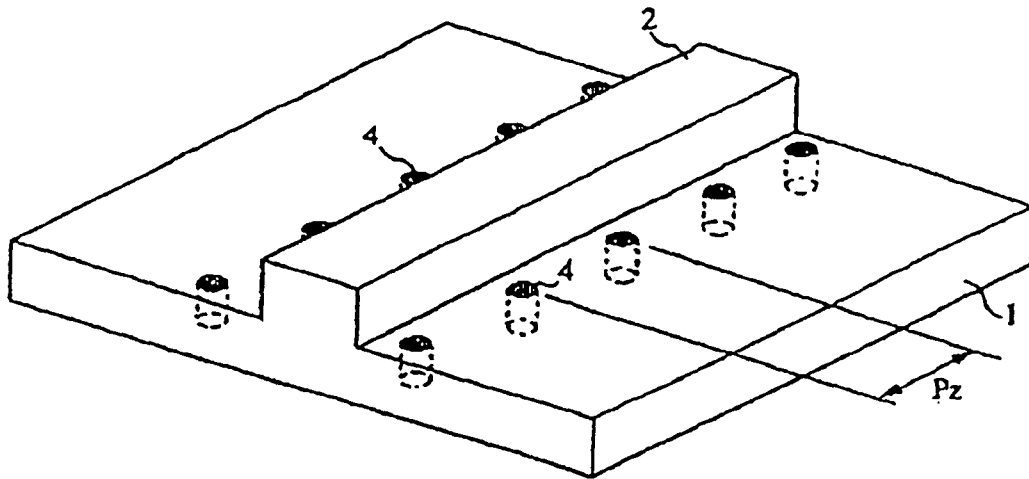
11. Eine integrierte Schaltung mit folgenden Merkmalen:  
einer Übertragungsleitungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9; und  
einer Mehrzahl von Elektronikkomponenten, die auf der dielektrischen Platte (1) in der Übertragungsleitungsanordnung befestigt sind.

12. Eine integrierte Schaltung gemäß Anspruch 10 oder 11, bei der das Basismaterial der dielektrischen Platte (1) ein Keramikmaterial ist.

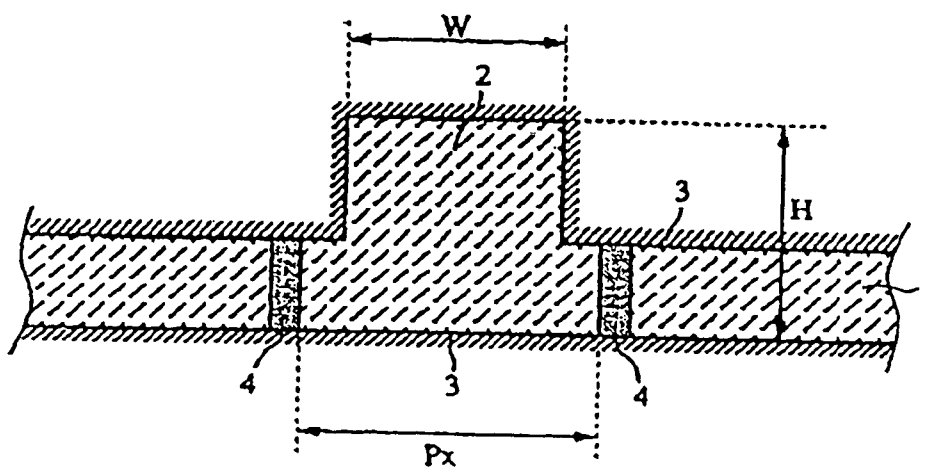
13. Eine Sender-Empfänger-Vorrichtung mit folgenden Merkmalen:  
einer integrierten Schaltung gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei eine Übertragungsleitung derselben verwendet wird, um ein Sendesignal und ein Empfangssignal zu übertragen; und  
einem Oszillator; und  
einem Mischer.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

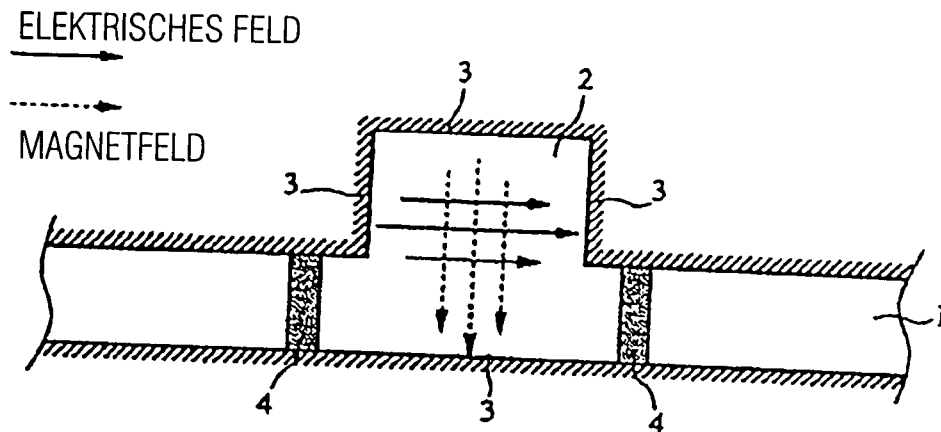
FIGUR 1A



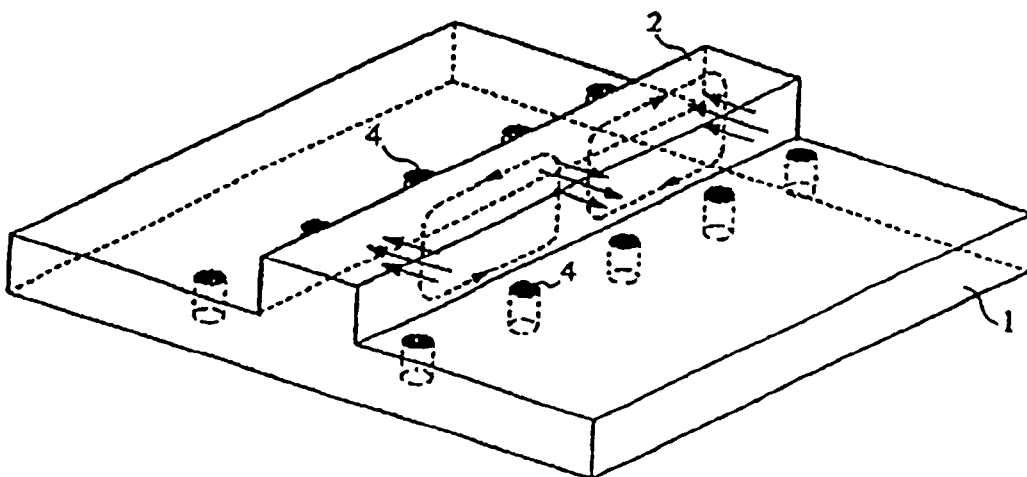
FIGUR 1B



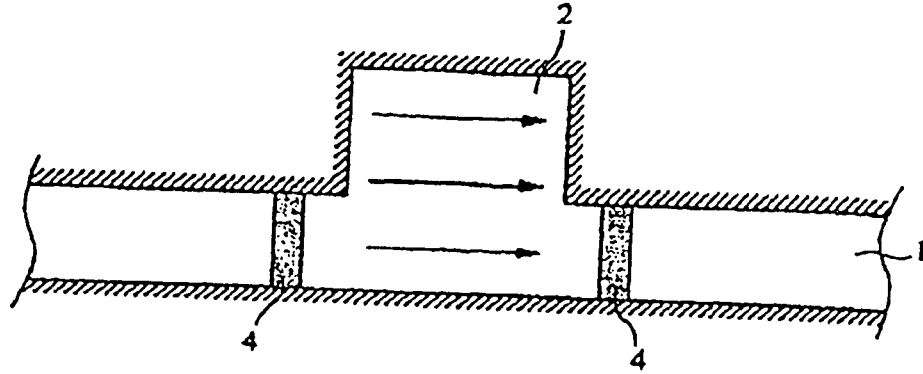
FIGUR 2A



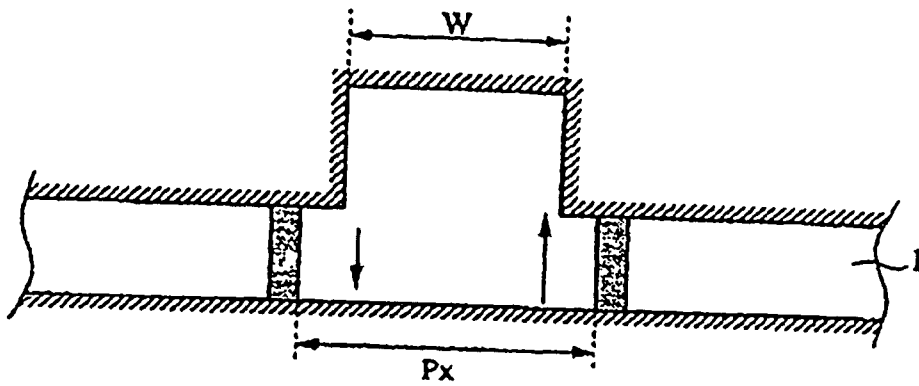
FIGUR 2B



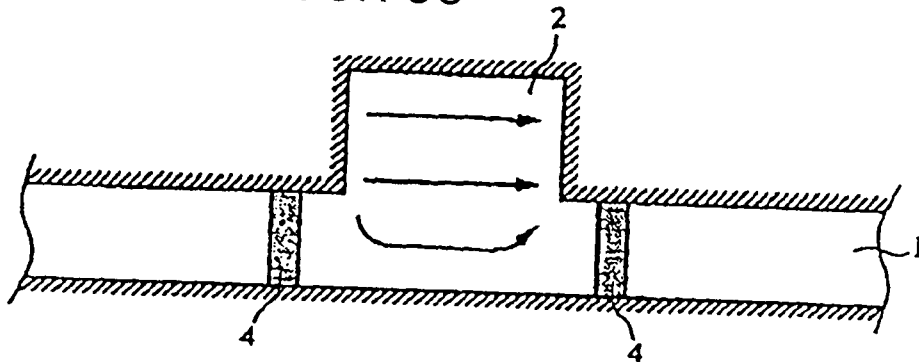
FIGUR 3A



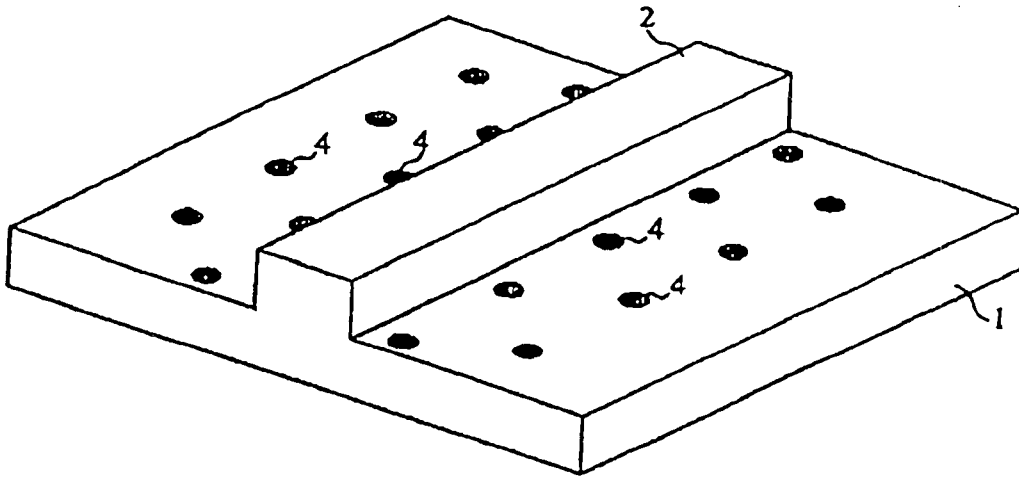
FIGUR 3B



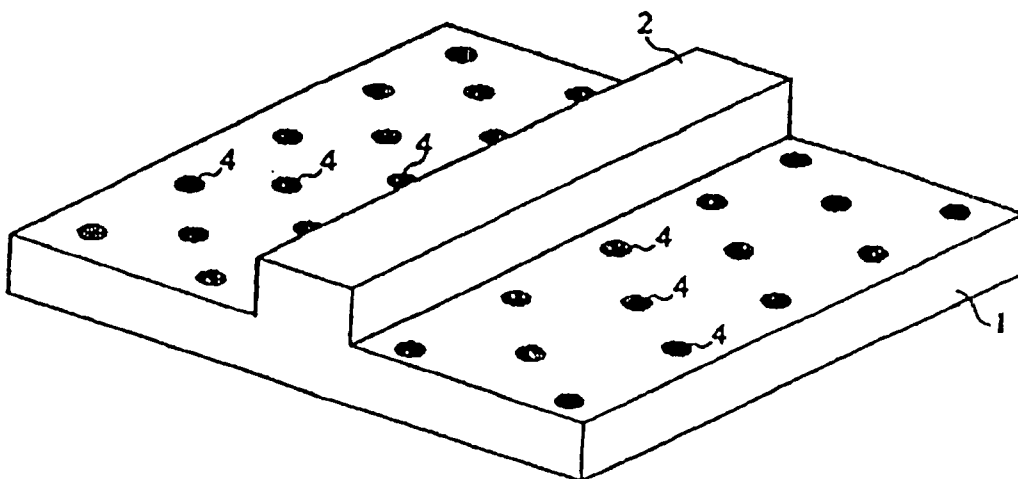
FIGUR 3C



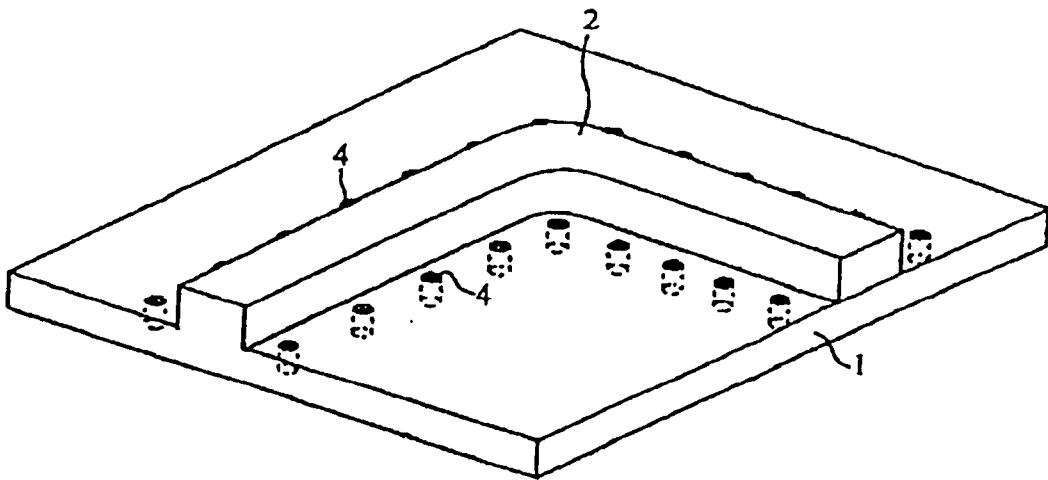
FIGUR 4A



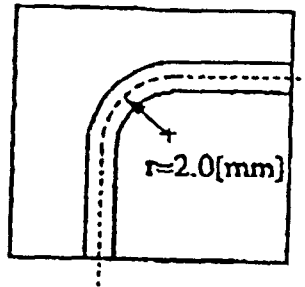
FIGUR 4B



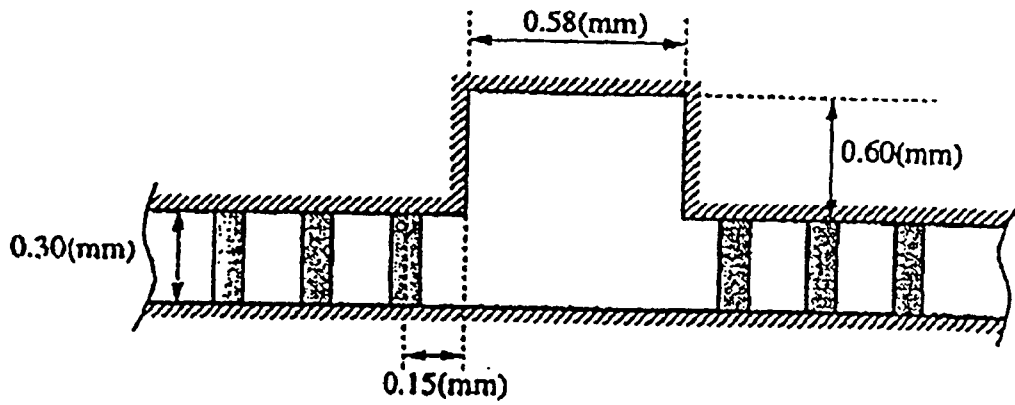
FIGUR 5



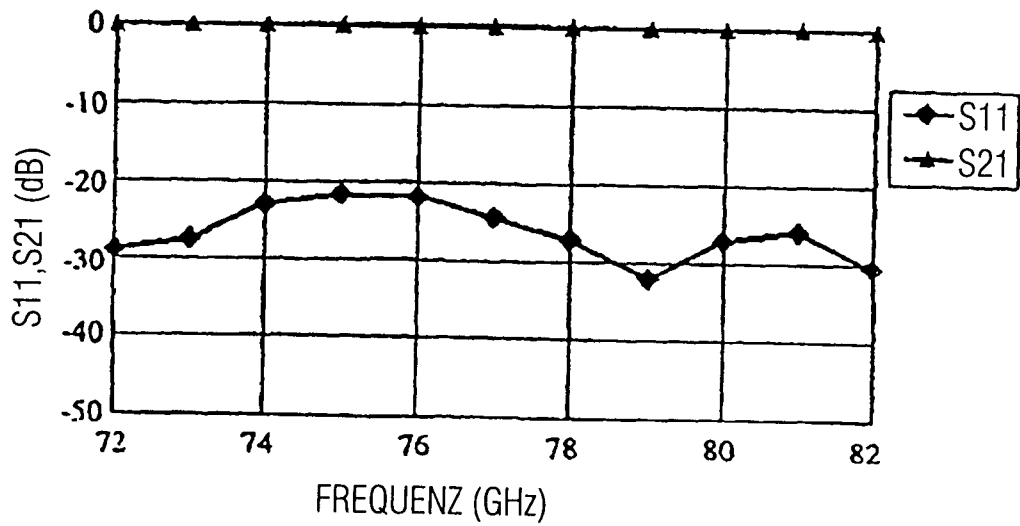
FIGUR 6A



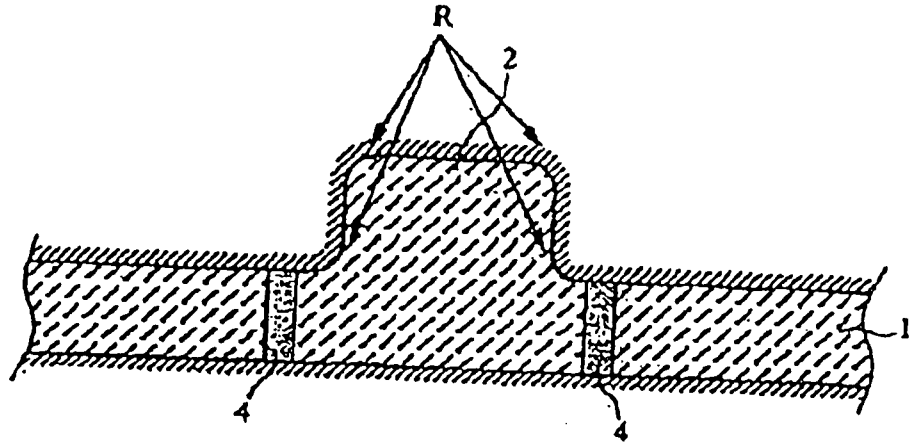
FIGUR 6B



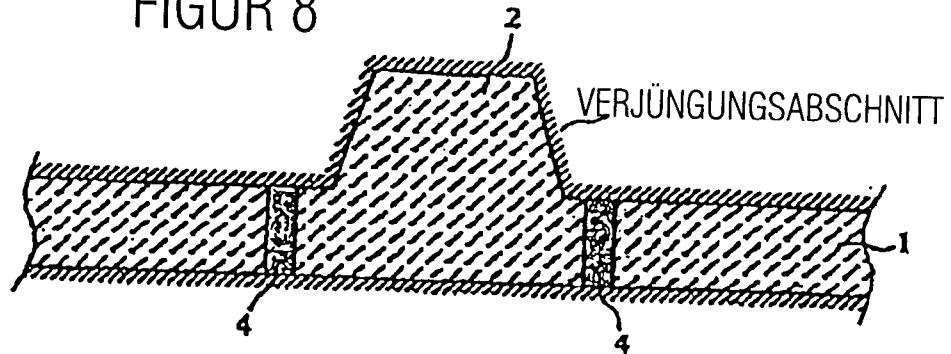
FIGUR 6C



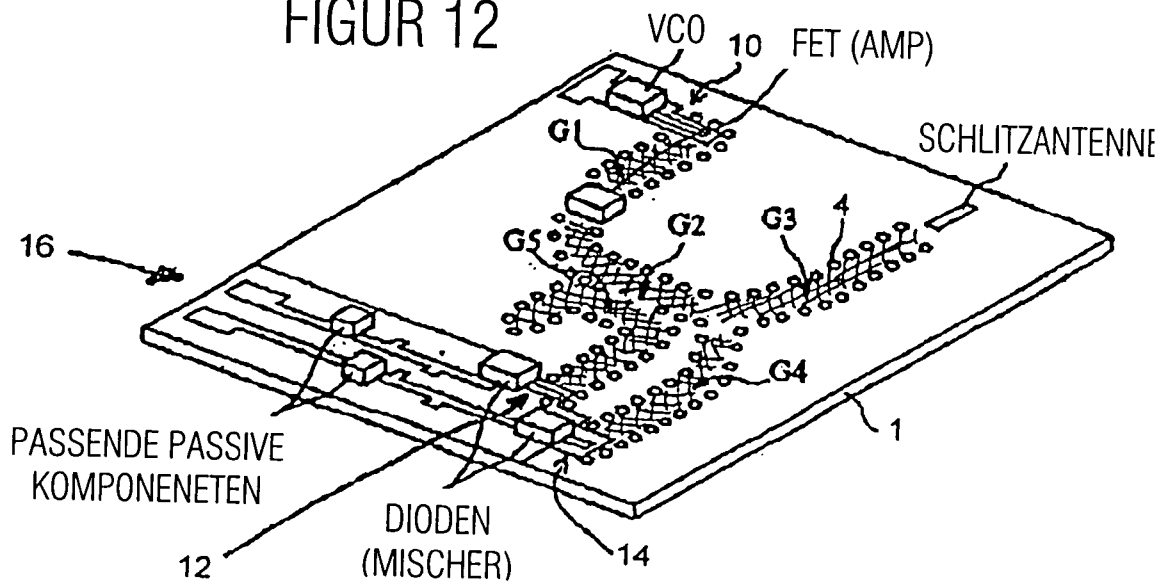
FIGUR 7



FIGUR 8

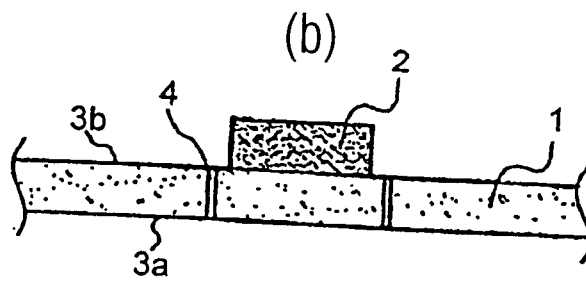
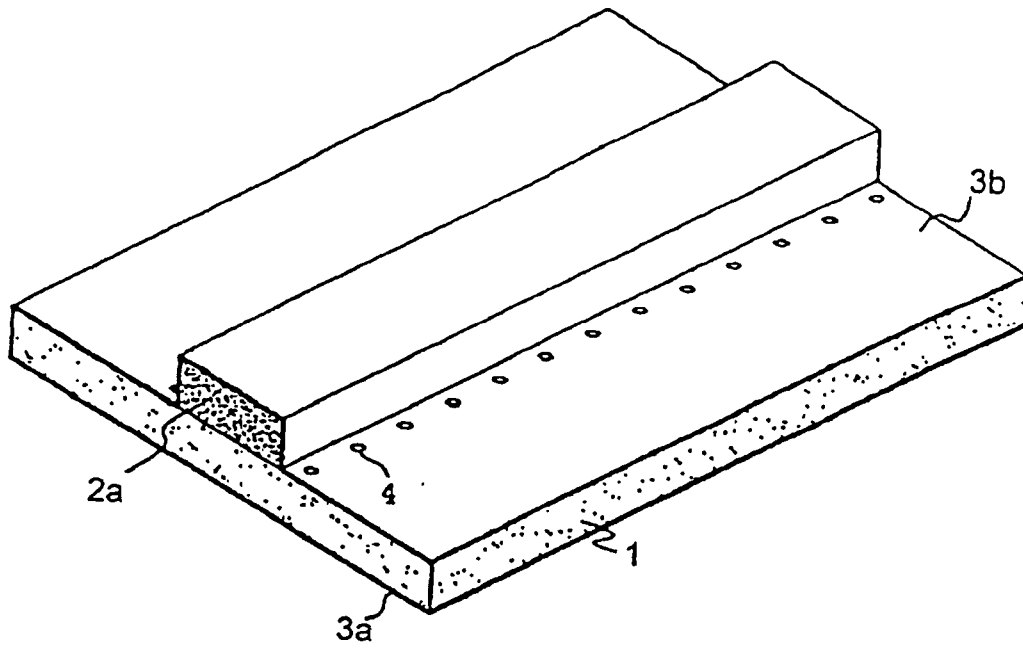


FIGUR 12

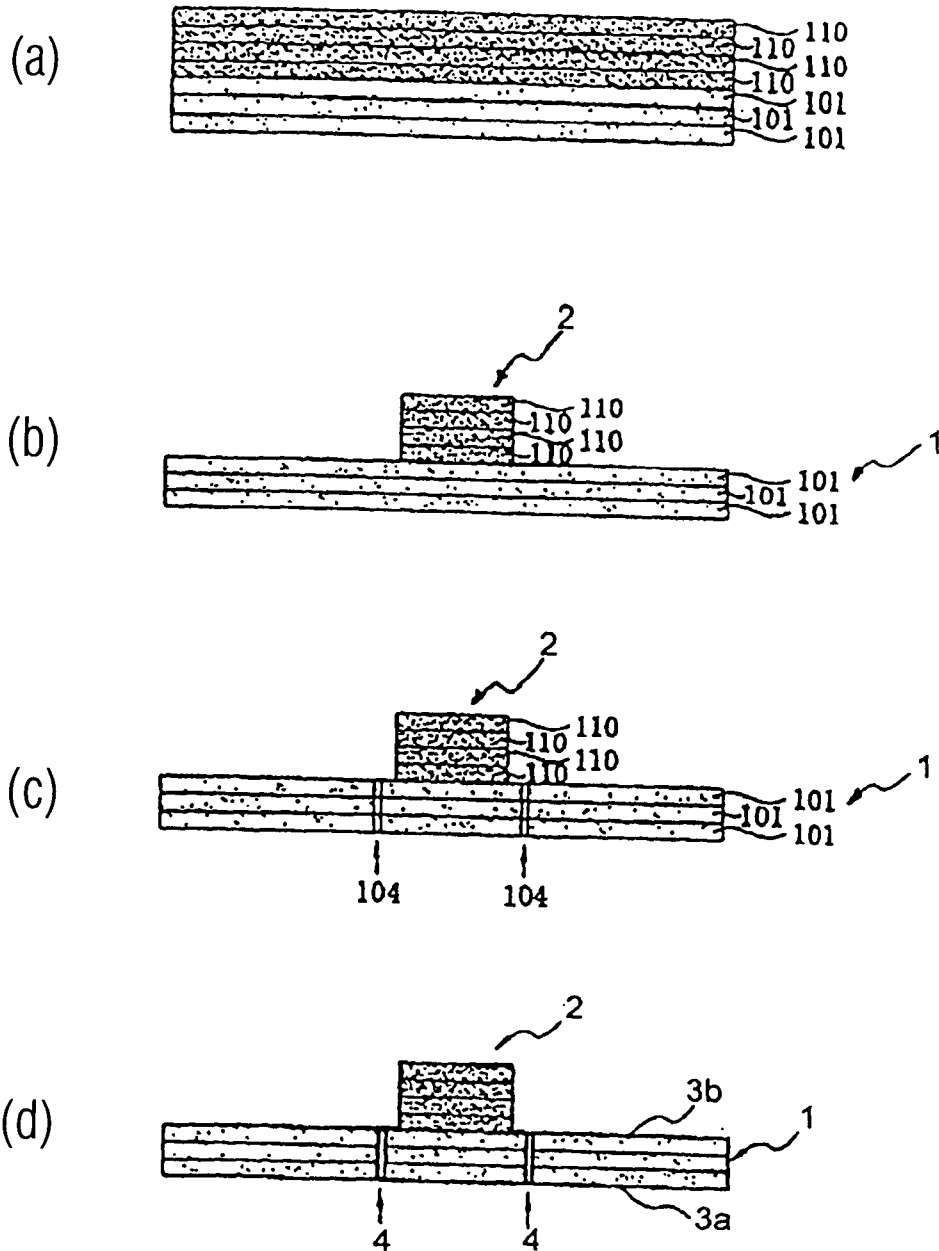




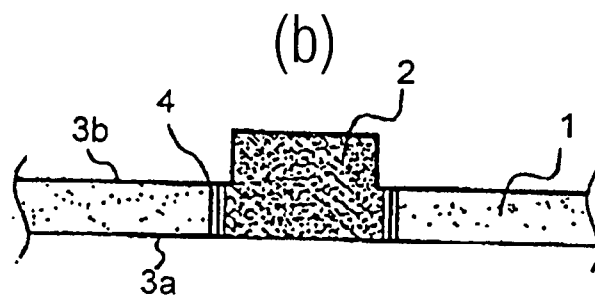
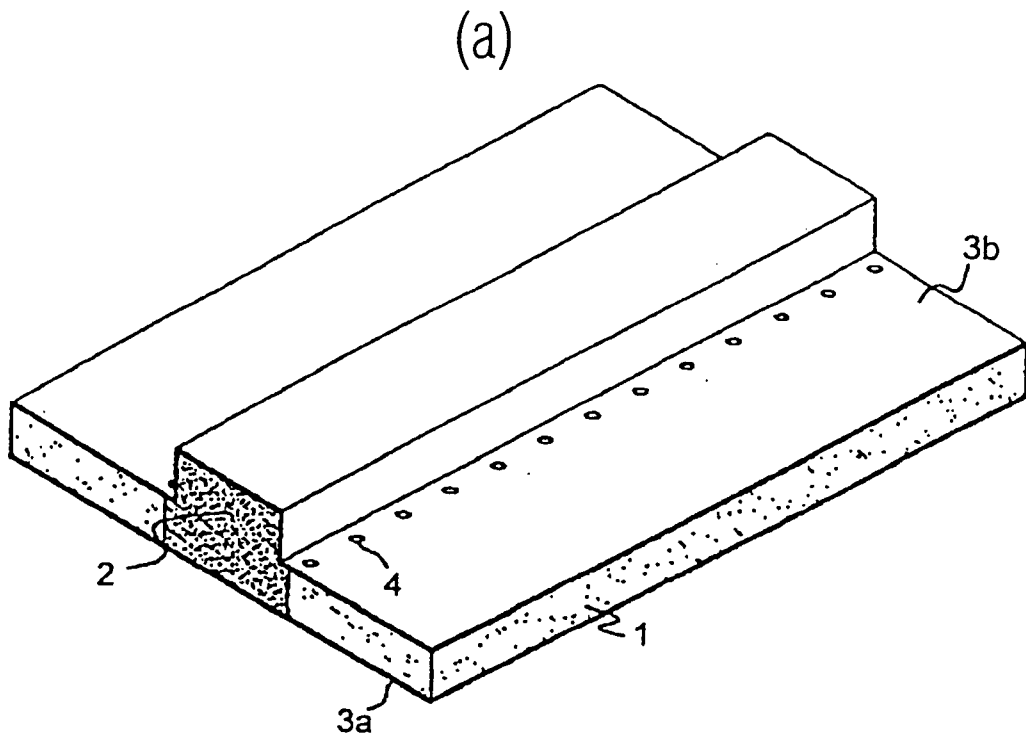
FIGUR 9 (a)



FIGUR 10



FIGUR 11



FIGUR 13

