



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 31 030 T2** 2005.06.02

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 817 394 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 31 030.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 110 811.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **01.07.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.01.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **06.10.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.06.2005**

(51) Int Cl.7: **H04B 1/38**

H01Q 1/32, H01Q 19/06, G01S 13/93,

G01S 7/03

(30) Unionspriorität:

17135196 01.07.1996 JP

(73) Patentinhaber:

Murata Mfg. Co., Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, JP

(74) Vertreter:

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

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, IT

(72) Erfinder:

Ishikawa, Yohei, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu, JP;

Tanizaki, Toru, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu, JP;

Nishida, Hiroshi, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu, JP

(54) Bezeichnung: **Funksendeempfänger**

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

Hintergrund der Erfindung **1.** Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf einen Sender-Empfänger zur Verwendung in mobilen Einrichtungen, z. B. einem Fahrzeug und einem Schiff, und insbesondere auf einen Sender-Empfänger, der verwendet wird, wenn die Entfernung zwischen mobilen Einrichtungen und die relative Geschwindigkeit zwischen denselben gemessen werden.

2. Beschreibung der verwandten Technik

[0002] Es wurde etwas entwickelt, was Automobil-Millimeterwellen-Radargerät genannt wird, das auf ein Messen der Entfernung zwischen einem Fahrzeug und einem weiteren Fahrzeug, das vor oder hinter demselben fährt, während des Fahrens auf einer Straße abzielt. Im allgemeinen wird ein derartiger Sender-Empfänger in einem Modul hergestellt, das einen Millimeterwellenoszillator, einen Zirkulator, einen Koppler, einen Mischer und eine Antenne umfasst und ist an einem Front- oder Rückabschnitt eines Fahrzeugs angebracht.

[0003] Ein Lastkraftwagen z. B., wie in [Fig. 16](#) gezeigt, misst die Entfernung von demselben bis zu einem Personenwagen, der vor demselben fährt, sowie die relative Geschwindigkeit zwischen denselben durch ein Senden und Empfangen von Millimeterwellen gemäß einem Verfahren mit frequenzmodulierter kontinuierlicher Welle (FM-CW-Verfahren). [Fig. 17](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration des gesamten Millimeterwellenradargeräts darstellt. Ein Sender-Empfänger und eine Antenne dieser Figur sind in dem Fall des in [Fig. 16](#) dargestellten Beispiels an einem Frontabschnitt des Fahrzeugs oder Lastkraftwagens angebracht. Im Gegensatz dazu ist eine Signalverarbeitungseinheit üblicherweise an einem willkürlichen Abschnitt des Fahrzeugs vorgesehen. Ein Signalverarbeitungsabschnitt, der in der Signalverarbeitungseinheit vorgesehen ist, ist wirksam, um die Entfernung von derselben zu dem Fahrzeug, das vor derselben fährt, sowie die relative Geschwindigkeit zwischen denselben als numerische Informationen durch ein Verwenden des Sender-Empfängers zu extrahieren. Ferner ist ein Steueralarmabschnitt wirksam, um eine Warnung gemäß der Beziehung zwischen der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs oder Lastkraftwagens und der relativen Geschwindigkeit desselben auszugeben, z. B. wenn vorbestimmte Bedingungen erfüllt sind oder wenn die relative Geschwindigkeit desselben in Bezug auf das Fahrzeug, das vor demselben fährt, einen Schwellenwert überschreitet.

[0004] [Fig. 18](#) ist eine schematische Draufsicht, die die Konfiguration eines Sender-Empfängers des

Stands der Technik darstellt. In dieser Figur bezeichnet das Bezugszeichen **2** einen Zirkulator, auf dessen beiden Seiten sich ein Oszillator **1** bzw. eine Abschlussvorrichtung **3** befinden. Das Bezugszeichen **11** bezeichnet einen dielektrischen Resonator, der als ein Primärstrahler zum Senden von Wellen wirkt. Ferner ist ein dielektrischer Streifen **4** zwischen dem Zirkulator **2** und diesem dielektrischen Resonator **11** platziert. Das Bezugszeichen **12** bezeichnet einen dielektrischen Resonator, der als ein Primärstrahler zum Empfangen von Wellen wirkt, und **15** ist ein Mischer. Ferner ist ein dielektrischer Streifen **14** zwischen denselben platziert. Ferner sind ein linearer dielektrischer Streifen **6**, dielektrische Streifen **5** und **7**, die jeweilige gebogene Abschnitte bilden, und Abschlussvorrichtungen **8** und **9** wie in dieser Figur dargestellt platziert. Ferner ist ein Näheabschnitt, der nahe an den dielektrischen Streifen **4** und **5** ist, als ein Koppler **10** vorgesehen. Zusätzlich ist ein weiterer Näheabschnitt, der nahe an den dielektrischen Streifen **14** und **7** ist, als ein Koppler **13** vorgesehen. Ferner sind dielektrische Linsen **16** und **17** an den oberen Abschnitten der dielektrischen Resonatoren **11** bzw. **12** befestigt.

[0005] [Fig. 19](#) ist ein Diagramm, das eine äquivalente Schaltung des in [Fig. 18](#) gezeigten Sender-Empfängers darstellt. Der Oszillator **1** ist mit einer Varaktordiode und einer Gunn-Diode versehen. Ferner wird ein aus demselben ausgegebenes Oszillationssignal durch den Zirkulator **2** an den dielektrischen Resonator **11** gesendet oder weitergeleitet und wird dann durch die dielektrische Linse **16** abgestrahlt. Der Zirkulator **2** und die Abschlussvorrichtung **3** bilden einen Isolator. Ein HF-Signal, das durch die dielektrische Linse **17** und den dielektrischen Resonator **12** empfangen wird, breitet sich in dem dielektrischen Streifen **14** aus. Zu dieser Zeit wird ein LO-Signal durch die Koppler **10** und **13** in den dielektrischen Streifen **14** gemischt und wird weiter in einen Mischer **15** eingegeben. Dieser Mischer **15** wird durch eine Schottky-Barriere-Diode gebildet und erzeugt IF-(Zwischenfrequenz-) Signale.

[0006] [Fig. 20](#) ist eine schematische Draufsicht des Sender-Empfängers in dem Fall, in dem eine Send-/Empfangsantenne gemeinsam zum Senden und Empfangen von Wellen verwendet wird. In dieser Figur bezeichnet das Bezugszeichen **2** einen Zirkulator. Ferner sind ein Oszillator **1**, ein Mischer **15** und ein dielektrischer Resonator **11**, der als ein Primärstrahler dient, an Toren durch dielektrische Streifen **4**, **14** bzw. **18** platziert. Ferner ist ein Koppler dadurch konfiguriert, dass ein dielektrischer Streifen **19**, der einen gebogenen Abschnitt bildet, dessen beide Enden abgeschlossen sind, nahe zu den dielektrischen Streifen **4** und **14** gebracht wird.

[0007] [Fig. 21](#) ist ein Diagramm, das eine äquivalente Schaltung des in [Fig. 20](#) gezeigten Sen-

der-Empfängers darstellt. Ein aus dem Oszillator 1 ausgegebenes Signal wird durch die Antenne, die den dielektrischen Resonator 11 und die dielektrische Linse 16 umfasst, durch den dielektrischen Streifen 4, den Zirkulator 2 und den dielektrischen Streifen 18 abgestrahlt. Ferner werden von einem Objekt reflektierte Wellen in den Mischer 15 durch den dielektrischen Streifen 18, den Zirkulator 2 und den dielektrischen Streifen 14 eingegeben. Zu dieser Zeit werden die eingegebenen Wellen durch einen Koppler, der aus den dielektrischen Streifen 4, 14 und 19 besteht, als (HF-Signal + LO-Signal) gemischt, und werden in den Mischer 15 eingegeben, der durch eine Schottky-Barriere-Diode gebildet wird und wirksam ist, um IF-Signale zu erzeugen.

[0008] Unterdesen ist ein Sender-Empfänger zur Verwendung in einem Millimeterwellenradargerät unter Verwendung eines herkömmlichen strahlungslosen dielektrischen Wellenleiters (NRD-Wellenleiters) so entworfen, dass ein NRD-Wellenleiter der in den Fig. 22A und 22B dargestellten Konfiguration im Grunde verwendet wird. In Fig. 22A bezeichnen die Bezugszeichen 101 und 102 jeweils leitfähige Platten. Ferner sind dielektrische Streifen 100a und 100b und ein Substrat 103 zwischen diesen beiden leitfähigen Platten platziert. Ferner werden durch ein Bestimmen der Entfernung zwischen den zuvor genannten leitfähigen Platten, der Größe der dielektrischen Streifen und der relativen dielektrischen Konstante (oder Permittivität) die Dielektrikstreifenabschnitte als Ausbreitungsregionen eingerichtet und die anderen Regionen werden als Nichtausbreitungsregionen eingestellt (nämlich Blockierregionen). Wenn z. B. die Größe oder Abmessung jedes Abschnitts und die relative dielektrische Konstante bestimmt werden, wie in Fig. 23B gezeigt, wird die Übertragung von Signalen in der Ausbreitungsregion nur bei Frequenzen realisiert, die nicht kleiner als ein vorbestimmter Wert sind, wie aus in Fig. 23A dargestellten Phasenkonstantencharakteristika zu sehen ist.

[0009] Eine LSM01-Mode und LSE01-Mode jedoch, die grundlegende Übertragungsmoden eines NRD-Wellenleiters sind, sind orthogonal zueinander, so dass sich in dem Fall eines geradlinigen Pfades Niedrigverlustcharakteristika zeigen. Trotzdem geht in dem Fall eines gekrümmten Pfades (nämlich eines gebogenen Abschnitts) die Orthogonalität verloren und eine Kopplung zwischen diesen Moden wird bewirkt. So werden Niedrigverlustcharakteristika nur in einem Bereich erhalten, der durch einen Krümmungsradius und einen Biege Winkel eingeschränkt ist. In dem Fall des Wellenleiters, der die in Fig. 23 gezeigten Abmessungen aufweist, werden, wenn der Biege Winkel z. B. 60 Grad beträgt, Charakteristika, durch die der Verlust minimiert wird, in dem Fall erhalten, in dem der Krümmungsradius 36,3 mm beträgt. Ferner werden, wenn der Biege Winkel 90 Grad

beträgt, Charakteristika, durch die der Verlust minimiert wird, in dem Fall erhalten, in dem der Krümmungsradius 22,5 mm beträgt. Deshalb nimmt der Verlust zu, wenn der Wert des Krümmungsradius sich von 36,3 mm unterscheidet, wenn der Biege Winkel z. B. 60 Grad beträgt. So ist in dem Fall des herkömmlichen Sender-Empfängers der Freiheitsgrad beim Entwerfen des gebogenen Abschnitts und beim Bilden des Kopplers durch den gebogenen Abschnitt gering. Folglich wird die Größe des Sender-Empfängers selbst dann nicht so sehr reduziert, wenn der Sender-Empfänger auf eine derartige Art und Weise entworfen wird, um die Größe des gebogenen Abschnitts und den Übertragungsverlust des Kopplers zu minimieren.

[0010] Unterdesen wird der Öffnungsdurchmesser einer Antenne gemäß den Spezifizierungen eines Sender-Empfängers bestimmt. In einem Zustand nämlich, in dem die Weite der Hauptkeule einer Strahlungs- (oder Feld-) Struktur eines übertragenen Strahls (oder einer Welle) in einer Entfernung von 100 m vor der Antenne nicht mehr als 3,5 m beträgt, beträgt die Strahlbreite 2 Grad. Es ist z. B. nötig, den Öffnungsdurchmesser (des Strahlers) der Antenne auf 170 mm zu setzen. Ferner beträgt in einem Zustand, in dem die Weite der Hauptkeule einer Strahlungsstruktur eines übertragenen Strahls in einer Entfernung von 50 m vor der Antenne nicht mehr als 3,5 m beträgt, die Strahlbreite 4 Grad. Es ist z. B. nötig, den Öffnungsdurchmesser (des Strahlers) der Antenne auf 80 mm zu setzen. So wird der Öffnungsdurchmesser der Antenne notwendigerweise gemäß den Spezifizierungen des Sender-Empfängers bestimmt. Wie in Fig. 18 dargestellt ist, ist in dem Fall des Sender-Empfängers des Stands der Technik die Größe einer Region, in der jedes der Elemente, wie z. B. der Oszillator, der Zirkulator bzw. der Mischer, gebildet ist, größer als die Antennengröße, so dass die Größe des gesamten Sender-Empfängers zwangsläufig groß wird.

[0011] Die EP 0 700 114 A2 offenbart eine integrierte Hochfrequenzschaltung, die eine Antenne, einen Oszillator und dielektrische Streifen aufweist, die zwischen zwei leitfähigen Platten angeordnet sind.

[0012] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Sender-Empfänger bereitzustellen, dessen Gesamtgröße reduziert werden kann, indem die Bereiche gesenkt werden, die durch einen gebogenen Abschnitt und einen Kopplerabschnitt eingenommen werden, ohne durch den Krümmungsradius und den Biege Winkel des gebogenen Abschnitts des zuvor genannten NRD-Wellenleiters eingeschränkt zu werden.

[0013] Um die zuvor genannte Aufgabe zu lösen, wird gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Sender-Empfänger (im Folgenden manch-

mal als ein erster Sender-Empfänger der vorliegenden Erfindung bezeichnet) bereitgestellt, der eine Sendeantenne, eine Empfangsantenne und eine Mehrzahl von Elementen aufweist, die zumindest einen Millimeterwellenoszillator und einen Mischer umfassen. Die zuvor genannte Mehrzahl von Elementen ist miteinander durch NRD-Wellenleiter verbunden, wobei jeder derselben einen dielektrischen Streifen aufweist, der zwischen zwei nahezu parallelen leitfähigen Platten angeordnet ist. Bei diesem Sender-Empfänger weist sowohl die zuvor genannte Sendeantenne als auch die Empfangsantenne einen vertikalen Primärstrahler und eine dielektrische Linse auf. Ferner sind die zuvor genannte Sendeantenne und die Empfangsantenne Seite an Seite platziert. Ferner werden die Entfernung zwischen einer Ausbreitungsregion und einer Nichtausbreitungsregion und die dielektrische Konstante eines dielektrischen Materials, das zwischen der zuvor genannten Ausbreitungsregion und der zuvor genannten Nichtausbreitungsregion angeordnet ist, in jedem der zuvor genannten NRD-Wellenleiter so bestimmt, dass eine Grenzfrequenz in einer LSM01-Mode niedriger als eine Grenzfrequenz in einer LSE01-Mode ist. Ferner sind die zuvor genannte Mehrzahl von Elementen und die zuvor genannten NRD-Wellenleiter hinter der zuvor genannten dielektrischen Linse oder hinter einem Bereich platziert, in dem die zuvor genannte dielektrische Linse befestigt ist. So werden, da die Grenzfrequenz in einer LSM01-Mode auf eine derartige Weise gesetzt ist, um niedriger als die Grenzfrequenz in einer LSE01-Mode zu sein, nur Wellen in einer einzelnen Mode, nämlich der LSM01-Mode, weitergeleitet. Deshalb werden selbst dann, wenn der Krümmungsradius eines gebogenen Abschnitts klein ist und der Biegewinkel desselben groß ist, immer Niedrigverlustcharakteristika erhalten. So wird die Platzierung der Mehrzahl von Elementen, wie z. B. des Oszillators und des Mixers, hinter der zuvor genannten dielektrischen Linse oder hinter einem Bereich, in dem die zuvor genannte dielektrische Linse befestigt ist, realisiert. Folglich wird die Größe des gesamten Sender-Empfängers auf die notwendige minimale Antennengröße reduziert.

[0014] Ferner wird gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Sender-Empfänger (im Folgenden manchmal als ein zweiter Sender-Empfänger der vorliegenden Erfindung bezeichnet) bereitgestellt, der eine Sende-/Empfangsantenne und eine Mehrzahl von Elementen aufweist, die zumindest einen Millimeterwellenoszillator und einen Mischer umfassen. Ferner ist die zuvor genannte Mehrzahl von Elementen miteinander durch einen NRD-Wellenleiter verbunden, bei dem ein dielektrischer Streifen zwischen zwei nahezu parallelen leitfähigen Platten angeordnet ist. In diesem Sender-Empfänger weisen die zuvor genannte Sende-/Empfangsantenne und die empfangende Antenne einen vertikalen Primärstrahler und eine dielektri-

sche Linse auf. Ferner werden die Entfernung zwischen einer Ausbreitungsregion und einer Nichtausbreitungsregion und eine dielektrische Konstante eines dielektrischen Materials, das zwischen der zuvor genannten Ausbreitungsregion und der zuvor genannten Nichtausbreitungsregion angeordnet ist, in jedem der zuvor genannten NRD-Wellenleiter bestimmt, so dass eine Grenzfrequenz in einer LSM01-Mode kleiner als eine Grenzfrequenz in einer LSE01-Mode ist. Zusätzlich werden die zuvor genannte Mehrzahl von Elementen und die zuvor genannten NRD-Wellenleiter hinter der dielektrischen Linse oder hinter einem Bereich, in dem die zuvor genannte dielektrische Linse befestigt ist, platziert.

[0015] Wie oben beschrieben wurde, wird in dem Fall des ersten und des zweiten Sender-Empfängers der vorliegenden Erfindung die Grenzfrequenz in der LSM01-Mode auf eine derartige Weise gesetzt, um kleiner als die Grenzfrequenz in der LSE01-Mode zu sein. So werden nur Wellen in einer einzelnen Mode, nämlich der LSM01-Mode, weitergeleitet. Deshalb werden selbst dann, wenn der Krümmungsradius eines gebogenen Abschnitts klein ist und der Biegewinkel desselben groß ist, immer Niedrigverlustcharakteristika erhalten. Dadurch wird die Platzierung der Mehrzahl von Elementen, wie z. B. des Oszillators und des Mixers, hinter der zuvor genannten dielektrischen Linse oder hinter einem Bereich, in dem die zuvor genannte dielektrische Linse befestigt ist, realisiert. Folglich wird die Größe des gesamten Sender-Empfängers auf die notwendige minimale Antennengröße reduziert.

[0016] Ferner wird in dem Fall eines Ausführungsbeispiels (im Folgenden manchmal als ein dritter Sender-Empfänger der vorliegenden Erfindung bezeichnet) des zweiten Sender-Empfängers der vorliegenden Erfindung der zuvor genannte vertikale Primärstrahler durch einen dielektrischen Resonator in einer HE111-Mode gebildet. Ferner werden ein Flankenabschnitt des zuvor genannten NRD-Wellenleiters zum Geben eines Übertragungssignals an den zuvor genannten dielektrischen Resonator und ein Flankenabschnitt des zuvor genannten NRD-Wellenleiters zum Empfangen eines Empfangssignals von dem zuvor genannten dielektrischen Resonator auf eine derartige Art und Weise gesetzt, um einander in einer Richtung mit 90 Grad zu dem dielektrischen Resonator zugewandt zu sein. Ferner wird ein 3-dB-Richtkoppler zwischen beiden der zuvor genannten NRD-Wellenleiter gebildet. Zusätzlich stellen NRD-Wellenleiter Verbindungen zwischen dem zuvor genannten Millimeterwellenoszillator und dem zuvor genannten Isolator, zwischen dem zuvor genannten Isolator und dem zuvor genannten 3-dB-Richtkoppler bzw. zwischen dem zuvor genannten 3-dB-Richtkoppler und dem zuvor genannten Mischer her. Ferner wird ein Koppler, der mit einem NRD-Wellenleiter zum Übertragen eines Sendesig-

nals und einem NRD-Wellenleiter zum Übertragen eines Empfangssignals verbunden ist und wirksam ist, um ein Mischsignal eines Sendesignals und eines Empfangssignals zu ergeben, durch einen NRD-Wellenleiter gebildet. Mit dieser Konfiguration wird ein Übertragungssignal in den 3-dB-Richtkoppler eingegeben und wird so gleichmäßig verteilt und an den dielektrischen Resonator ausgegeben, auf eine derartige Art und Weise, um eine Phasendifferenz von 90 Grad aufzuweisen. Deshalb strahlt der dielektrische Resonator in einer HE₁₁₁-Mode zirkular polarisierte Wellen in einer Axialrichtung desselben ab. Andererseits wird eine Empfangswelle, die auf eine konrotatorisch polarisierte Art und Weise auf denselben eingefallen ist, ähnlich wie in dem Fall der Sendewelle, durch einen dielektrischen Resonator auf eine derartige Art und Weise weitergeleitet, um eine Phasendifferenz von 90 Grad in Bezug auf zwei NRD-Wellenleiter aufzuweisen, die diesem dielektrischen Resonator zugewandt sind. Ferner wird die einfallende Empfangswelle an den Mischer durch den 3-dB-Richtkoppler ausgegeben, ohne an ein Eingangstor für die Übertragungswelle ausgegeben zu werden. So wird der Zirkulator zum Abzweigen von Wellen unnötig. Dies erleichtert weiter die Platzierung der dielektrischen Linse oder die Platzierung der Elemente in dem Befestigungsbereich.

[0017] Ferner ist in dem Fall eines Ausführungsbeispiels eines des ersten bis dritten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung die zuvor genannte dielektrische Linse durch Mehrschichtungsschichten dielektrischer Materialien aufgebaut, die jeweilige unterschiedliche dielektrische Konstanten aufweisen. Dadurch wird die Entfernung von der Position des Primärstrahlers zu dem vorstehenden Endabschnitt der dielektrischen Linse reduziert. So wird eine Reduzierung der Dicke des gesamten Sender-Empfängers erzielt. Ferner kann der Antennengewinn durch ein Vereinheitlichen der Intensität der elektromagnetischen Wellen, die sich durch die Öffnung der dielektrischen Linse ausbreiten, verbessert werden. Ferner kann die Größe des Sender-Empfängers um eine dementsprechende Menge reduziert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Weitere Merkmale, Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele in Bezug auf die Zeichnungen, in denen in allen Ansichten gleiche Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Teile darstellen, ersichtlich. Es zeigen:

[0019] **Fig. 1A** und **1B** Teilperspektivansichten, die die Konfiguration eines NRD-Wellenleiters darstellen, der in einem Sender-Empfänger verwendet wird, der ein erstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

[0020] **Fig. 2A** und **2B** einen Graphen bzw. ein Diagramm zum Darstellen von Charakteristika einer Phasenkonstante gegenüber einer Frequenz des zuvor genannten NRD-Wellenleiters;

[0021] **Fig. 3A** und **3B** einen Graphen bzw. ein Diagramm zum Darstellen der Beziehung zwischen dem Verlust und dem Biegewinkel des gebogenen Abschnitts des zuvor genannten NRD-Wellenleiters;

[0022] **Fig. 4** eine Draufsicht, die die Konfiguration einer Schaltungseinheit des Sender-Empfängers darstellt, der das erste Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

[0023] **Fig. 5** eine Draufsicht und eine Schnittansicht des zuvor genannten Sender-Empfängers;

[0024] **Fig. 6A** und **6B** eine Draufsicht bzw. eine Schnittansicht eines Primärstrahlers des zuvor genannten Sender-Empfängers;

[0025] **Fig. 7** ein Schaltungsdiagramm, das eine äquivalente Schaltung des Sender-Empfängers zeigt, der das erste Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

[0026] **Fig. 8A** bis **8C** Schnittdiagramme, die andere Beispiele der Konfiguration des Primärstrahlers zeigen;

[0027] **Fig. 9A** und **9B** Schnittdiagramme, die ein weiteres Beispiel der Konfiguration der Schaltungseinheit darstellen, die an einem Gehäuse befestigt ist;

[0028] **Fig. 10A** und **10B** eine Draufsicht einer Schaltungseinheit des Sender-Empfängers, der ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist, bzw. eine Schnittansicht dieses Sender-Empfängers;

[0029] **Fig. 11** ein Schaltungsdiagramm, das eine äquivalente Schaltung des Sender-Empfängers zeigt, der in den **Fig. 10A** und **10B** dargestellt ist;

[0030] **Fig. 12** eine Draufsicht, die ein weiteres Beispiel der Konfiguration der Schaltungseinheit des Sender-Empfängers des zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0031] **Fig. 13** eine Draufsicht einer Schaltungseinheit eines Sender-Empfängers, der ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

[0032] **Fig. 14** eine Draufsicht, die ein weiteres Beispiel der Konfiguration der Schaltungseinheit des Sender-Empfängers darstellt, der das dritte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

[0033] **Fig. 15** eine Draufsicht, die ein weiteres Beispiel der Konfiguration einer dielektrischen Linse darstellt;

[0034] **Fig. 16** ein Diagramm zum Darstellen der Art und Weise einer Verwendung eines Automobil-Millimeterwellen-Radargeräts und ebenso zum Darstellen der Beziehung zwischen der Strahlbreite einer übertragenen Welle und der erfassten Entfernung;

[0035] **Fig. 17** ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines Automobil-Millimeterwellen-Radargeräts darstellt;

[0036] **Fig. 18** eine schematische Draufsicht, die die Konfiguration eines Sender-Empfängers des Stands der Technik darstellt;

[0037] **Fig. 19** ein Diagramm, das eine äquivalente Schaltung des Sender-Empfängers, der in **Fig. 18** gezeigt ist, darstellt;

[0038] **Fig. 20** eine schematische Draufsicht, die die Konfiguration eines weiteren Beispiels des Sender-Empfängers des Stands der Technik darstellt;

[0039] **Fig. 21** ein Diagramm, das eine äquivalente Schaltung des Sender-Empfängers, der in **Fig. 20** gezeigt ist, darstellt;

[0040] **Fig. 22A** und **22B** Teilperspektivansichten, die ein Beispiel eines NRD-Wellenleiters darstellen, der in dem Sender-Empfänger des Stands der Technik verwendet wird; und

[0041] **Fig. 23A** und **23B** Diagramme zur Darstellung eines Beispiels von Charakteristika, die die Beziehung einer Phasenkonstante und der Frequenz des NRD-Wellenleiters betreffen, der in den **Fig. 22A** und **22B** gezeigt ist.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0042] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung detailliert Bezug nehmend auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0043] Zuerst wird ein Sender-Empfänger, der das erste Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist, im Folgenden Bezug nehmend auf die **Fig. 1A** bis **9B** beschrieben.

[0044] Die **Fig. 1A** und **1B** sind Teilperspektivansichten, die die Konfiguration eines NRD-Wellenleiters darstellen, der bei diesem Sender-Empfänger eingesetzt wird. In **Fig. 1A** bezeichnen die Bezugszeichen **101** und **102** leitfähige Platten. Ferner sind jeweilige Rillen in diesen beiden leitfähigen Platten

gebildet. Ferner sind dielektrische Streifen **100a** und **100b** und ein Substrat (oder eine Platine) **103** zwischen diesen beiden leitfähigen Platten platziert. In dem Fall des NRD-Wellenleiters aus **Fig. 1B** ist der dielektrische Streifen **100** zwischen den leitfähigen Platten **101** und **102** angeordnet, ohne das Substrat **103** zu verwenden. Dieser Dielektrikstreifenabschnitt und die verbleibende Region sind als eine Ausbreitungsregion bzw. eine Nichtausbreitungs- (oder Blockierungs-) Region eingerichtet, indem die Entfernung zwischen den leitfähigen Platten und die Abmessungen und die relative dielektrische Konstante des dielektrischen Streifens bestimmt werden.

[0045] **Fig. 2A** ist ein Charakteristikdiagramm, das die Charakteristika einer Phasenkonstante β zu einer Frequenz eines NRD-Wellenleiters darstellt, dessen Abmessungen und dielektrische Konstante wie in **Fig. 2B** dargestellt bestimmt werden. So werden Wellen in einer einzelnen Mode, nämlich der LSM01-Mode, weitergeleitet, indem die Grenzfrequenz, die der LSM01-Mode entspricht, niedriger eingestellt wird als die Grenzfrequenz in der LSE01-Mode, nämlich durch ein Verwenden eines 60-GHz-Bandes in dem Fall dieser Figur.

[0046] **Fig. 3A** ist ein Graph, der die Beziehung zwischen dem Biegewinkel θ und dem Übertragungsverlust in dem Fall eines NRD zeigt, dessen Biegeabschnitte einen vorgeschriebenen Krümmungsradius R von 9,6 mm und eine vorgeschriebene Frequenz von 60 GHz aufweisen, um einen Vergleich zu einem herkömmlichen NRD anzustellen. In **Fig. 3A** stellt eine gestrichelte Linie Charakteristika dar, die durch ein Berechnungsmodell, in **Fig. 23B** dargestellt, erhalten werden. Im Gegensatz dazu stellt eine durchgezogene Linie Charakteristika dar, die durch ein Berechnungsmodell erhalten werden, das in **Fig. 2B** dargestellt ist. Wie bei diesem Beispiel zu sehen ist, variiert der Übertragungsverlust in einem Bereich zwischen 0 und etwa 4 dB gemäß dem Biegewinkel θ in dem Fall eines Verwendens der herkömmlichen Struktur des NRD-Wellenleiters. In dem Fall des Biegeabschnitts des NRD-Wellenleiters jedoch, der in dem Sender-Empfänger der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird, beträgt der Verlust unabhängig von dem Biegewinkel θ 0 dB. Übrigens wird die Verlustberechnung durch ein Annehmen dessen durchgeführt, dass der Sender-Empfänger ein verlustfreies System ist, in dem Verluste aufgrund der dielektrischen Abschnitte und der leitfähigen Abschnitte vernachlässigt werden.

[0047] **Fig. 4** ist eine Draufsicht, die die Konfiguration einer Schaltungseinheit des Sender-Empfängers darstellt. Übrigens ist die Schaltungseinheit, von der eine obere leitfähige Platte entfernt ist, in dieser Figur dargestellt. In dieser Figur bezeichnet das Bezugszeichen **103** ein Substrat (oder eine Platine). Ferner sind dielektrische Streifen einer gleichen Struktur

über diesem Tisch platziert, nämlich auf der oberen bzw. unteren Oberfläche dieses Substrats. In dieser Figur bezeichnet das Bezugszeichen **1** einen Oszillator, der auf dem Substrat **103** vorgesehen ist. Ferner sind ein leitfähiger Linienpfad und eine leitfähige HF-Drossel-Struktur in einer Richtung vorgesehen, die senkrecht zu dem dielektrischen Streifen **21** ist. Zusätzlich ist eine Gunn-Diode mit dem zuvor genannten leitfähigen Linienpfad verbunden. Ferner ist eine Varaktordiode zwischen den leitfähigen Linienpfad und die zuvor genannte leitfähige HF-Drossel-Struktur geschaltet. Ferner wird eine Vorspannung für die Gunn-Diode an einen Vorspannungsanschluss **24** angelegt. Die Kapazität der Varaktordiode wird durch ein Eingeben eines Modulationssignals an einen VCO-IN-Anschluss **25** verändert. Dadurch wird die Oszillationsfrequenz der Gunn-Diode moduliert. Die Konfiguration dieses Oszillators **1** ähnelt der einer strahlungslosen dielektrischen Linienpfadvorrichtung, die als ein Oszillator dient, oder der eines Oszillators, der in einem FM-CW-Vorderabschnitt eines Ausführungsbeispiels enthalten ist, das in der japanischen Patentanmeldung Nr. 7-169949 beschrieben ist. In [Fig. 4](#) bezeichnet das Bezugszeichen **2** einen Zirkulator, in dessen Mittelabschnitt zwei scheibenartige Ferritelemente platziert sind. Ferner sind Permanentmagneten an demselben auf eine derartige Weise angeordnet, um einen derartigen Abschnitt sandwichartig zu umgeben. Ferner ist eine Abschlussvorrichtung **3**, die durch ein Mischen eines Widerstandsmaterials in das dielektrische Material erhalten wird, an einem Endabschnitt eines dielektrischen Streifens **22** vorgesehen, der ein Tor des Zirkulators **2** ist. So besteht ein Isolator aus diesem Zirkulator und der Abschlussvorrichtung. Ein Übertragungssignal, das sich durch den dielektrischen Streifen **21** ausbreitet, wird ferner durch den Zirkulator **2** an den dielektrischen Streifen **4** weitergeleitet. In dieser Figur ist ein Beispiel gezeigt, bei dem der Linienpfad und der gekrümmte Pfad (oder gebogene Abschnitt) durch jeweilige separate Teile gebildet sind. Übrigens sind die kontinuierlich platzierten dielektrischen Streifen zur Erleichterung der Beschreibung durch ein Bezugszeichen bezeichnet. Das Bezugszeichen **11** bezeichnet einen dielektrischen Resonator des Primärstrahlerabschnitts der Sendeantenne. Dieser dielektrische Resonator strahlt ein Signal ab, das sich von dem dielektrischen Streifen **4** in einer Axialrichtung ausbreitet. Das Bezugszeichen **12** bezeichnet einen dielektrischen Resonator des Primärstrahlerabschnitts der Empfangsantenne. Ein Empfangssignal breitet sich in dem dielektrischen Streifen **14** aus. In dieser Figur bezeichnet das Bezugszeichen **23** einen dielektrischen Streifen zum Aufbauen von Kopplern **10** und **13** zwischen den dielektrischen Streifen **23** und **4** bzw. zwischen den dielektrischen Streifen **23** und **14** und zum Verbinden zwischen diesen dielektrischen Kopplern **10** und **13**. Ähnlich wie in dem Fall der zuvor genannten Abschlussvorrichtung ist eine Abschlussvorrichtung **8**, die durch ein Mischen eines

Widerstandsmaterials in das dielektrische Material erhalten wird, mit einem Endabschnitt dieses dielektrischen Streifens **23** verbunden. Ferner ist ein Mischer **15** an dem anderen Ende dieses dielektrischen Streifens **23** und einem Endabschnitt des dielektrischen Streifens **14** vorgesehen. Dieser Mischer **15** umfasst eine Schottky-Barriere-Diode, die mit elektromagnetischen Wellen verbunden ist, die sich durch die beiden dielektrischen Streifen **23** und **14** ausbreiten, und eine leitfähige HF-Drossel-Struktur, die an dem Substrat **103** vorgesehen ist und wirksam ist, um beide Enden dieser Schottky-Barriere-Diode zu verbinden. Anschlüsse **26** und **27** desselben sind geerdet und ferner werden IF-Signale aus einem Anschluss **28** dieses Mixers **15** ausgegeben. Obwohl dieser Mischer **15** eine symmetrische Mischerschaltung ist, ist das letztere Ende des dielektrischen Streifens **23** abgeschlossen. Ferner ist der Mischer **15** in einem Ausführungsbeispiel dargestellt, das in der japanischen Patentanmeldung Nr. 7-169949 offenbart ist. Ähnlich wie in dem Fall des Mixers des FW-CW-Vorderabschnitts kann ein unsymmetrischer Mischer als der Mischer **15** verwendet werden. Der Koppler **13** umfasst einen 3-dB-Richtkoppler und verteilt gleichmäßig ein LO-Signal, das sich von dem dielektrischen Streifen **23** ausbreitet, zu den dielektrischen Streifen des Mixers **15**, so dass die Phasendifferenz zwischen den gleichmäßig verteilten LO-Signalen 90 Grad beträgt. Zusätzlich verteilt der Koppler **13** das Empfangssignal, das sich von dem dielektrischen Streifen **14** ausbreitet, gleichmäßig an die dielektrischen Streifen des Mixers **15**, so dass die Phasendifferenz zwischen den gleichmäßig verteilten LO-Signalen 90 Grad beträgt.

[0048] [Fig. 5](#) zeigt eine Draufsicht und eine Schnittansicht des in [Fig. 4](#) dargestellten Sender-Empfängers. In [Fig. 5](#) bezeichnet das Bezugszeichen **31** ein Gehäuse der Schaltungseinheit **30**, die in [Fig. 4](#) dargestellt ist, wobei **32** ein Rückdeckel desselben ist. Ein Teil des Gehäuses **31** ist wie ein Horn geformt, der durch ein Zeichen H bezeichnet ist, und weist dielektrische Linsen **16** und **17** auf, die an jeweiligen Frontabschnitten desselben vorgesehen sind. Die dielektrischen Linsen **16** und **17** bestehen aus dielektrischen Linsenkörpern **16a** und **17a**, deren relative dielektrische Konstante $\epsilon_r = 4$ beträgt, sowie passenden Schichten **16b**, **17b** und **33**, deren dielektrische Konstante $\epsilon_r = 2$ beträgt, die an den Frontabschnitten derselben vorgesehen sind. Elektromagnetische Wellen, die von dem dielektrischen Resonator **11** abgestrahlt werden, werden mit einer vorbestimmten Strahlbreite durch ein Konvergieren des Strahls durch die dielektrische Linse **16** abgestrahlt. Von einem Objekt reflektierte Wellen fallen durch die dielektrische Linse **17** auf den dielektrischen Resonator **12** ein.

[0049] Die [Fig. 6A](#) und [6B](#) sind Diagramme, die die Konfiguration eines dielektrischen Resonatorab-

schnitts darstellen. Ferner sind die **Fig. 6A** und **6B** eine Draufsicht bzw. eine Schnittansicht eines dielektrischen Resonatorabschnitts. Der dielektrische Streifen **4** und der dielektrische Resonator **11** sind zwischen den leitfähigen Platten **41** und **42** vorgesehen. Ein Loch **43**, das coaxial zu dem dielektrischen Resonator **11** ist, ist in einer leitfähigen Platte **41** gebildet. So breiten sich elektromagnetische Wellen durch den dielektrischen Streifen **4** in einer LSM-Mode aus, wobei ein elektrisches Feld, das eine Komponente aufweist, die senkrecht zu der Longitudinalrichtung (nämlich der Richtung der x-Achse dieser Figuren) des dielektrischen Streifens **4** und parallel zu der Richtung der leitfähigen Platten **41** und **42** ist (nämlich der Richtung der y-Achse dieser Figuren), und ein Magnetfeld, das eine Komponente aufweist, die senkrecht zu der Richtung der leitfähigen Platten **41** und **42** ist, erzeugt werden. Ferner wird die elektromagnetische Kopplung zwischen dem dielektrischen Streifen **4** und dem dielektrischen Resonator **11** bewirkt, so dass eine HE₁₁₁-Mode, die eine elektrische Feldkomponente aufweist, deren Richtung die gleiche ist wie die des dielektrischen Streifens **4**, in dem dielektrischen Resonator **11** auftritt. Ferner werden linear polarisierte Wellen einer Richtung (nämlich in der Richtung in der z-Achse in diesen Figuren), die senkrecht zu der leitfähigen Platte **41** ist, durch einen Öffnungsabschnitt **43** abgestrahlt.

[0050] **Fig. 7** ist ein Schaltungsdiagramm, das eine äquivalente Schaltung des Sender-Empfängers aus **Fig. 4** zeigt. Der Oszillator **1** ist mit einer Varaktordiode und einer Gunn-Diode versehen. Aus demselben ausgegebene Oszillationssignale werden durch den dielektrischen Resonator **11** und die dielektrische Linse **16** abgestrahlt. Des weiteren breiten sich HF-Signale, die durch die dielektrische Linse **17** und den dielektrischen Resonator **12** empfangen werden, durch den dielektrischen Streifen **14** aus und werden dann mit LO-Signalen durch die Koppler **10** und **13** gemischt. Derartige Mischsignale werden in den Mischer **15** eingegeben. Wie oben angemerkt wurde, ist der Mischer **15** wirksam, um als ein symmetrischer Mischer zu wirken und die Differenzkomponente zwischen den HF- und LO-Signalen aus dem Mischsignal zu erhalten (nämlich (dem HF-Signal + dem HO-Signal)) und ein Signal auszugeben, das die erhaltene Differenzkomponente darstellt.

[0051] Die **Fig. 8A**, **8B** und **8C** sind Schnittdiagramme, die zwei andere Beispiele der Konfiguration des Antennenabschnitts zeigen. In dem Fall des in **Fig. 6** dargestellten Beispiels ist ein Öffnungsabschnitt **43** in der oberen leitfähigen Platte **41** an dem dielektrischen Resonator **11** vorgesehen. Ein dielektrischer Stab **44** jedoch, wie in **Fig. 8A** gezeigt ist, kann in einem derartigen Abschnitt vorgesehen sein. Aufgrund dieses dielektrischen Stabs wirkt ein derartiger Abschnitt als eine dielektrische Stabantenne und so wird die Richtwirkung der Antenne verbessert. Ferner

kann, wie in einer Draufsicht in **Fig. 8B** und einer Schnittansicht in **Fig. 8C** dargestellt ist, eine Schlitzplatte **45**, die durch ein Bilden eines Öffnungsschlitzes in einer Metallplatte oder durch ein Bilden einer Schlitzstruktur in einem leitfähigen Film einer Schaltungsplatine erhalten wird, zwischen dem dielektrischen Resonator **11** und der oberen leitfähigen Platte **41** platziert sein.

[0052] Die **Fig. 9A** und **9B** sind Schnittansichten, die ein weiteres Beispiel der Konfiguration der an dem Gehäuse angebrachten Schaltungseinheit darstellen. In dem Fall des in **Fig. 5** dargestellten Beispiels ist ein hornförmiger Abschnitt **H** in dem Gehäuse **31** gebildet. Dies ist für den Sender-Empfänger der vorliegenden Erfindung jedoch nicht unverzichtbar. Ferner ist die Schaltungseinheit **30** nicht zwangsläufig in dem unteren Abschnitt des Gehäuses **31** vorgesehen. Wie z. B. in **Fig. 9B** dargestellt ist, kann die Schaltungseinheit **30** in dem Gehäuse **31** vorgesehen sein. Übrigens weist die Konfiguration, bei der die Schaltungseinheit **30** an dem unteren Abschnitt des Gehäuses **31** angebracht ist, wie in den **Fig. 5** und **9A** gezeigt ist, dahingehend vorteilhafte Effekte auf, dass die Strahlung von Leckwellen durch die dielektrische Linse von einem Verbindungsabschnitt zwischen dem Primärstrahler und einem weiteren NRD-Wellenleiter vermieden wird, und dass vermieden wird, dass elektromagnetische Wellen durch die dielektrische Linse von außerhalb des Sender-Empfängers auf den zuvor genannten Verbindungsabschnitt einfallen.

[0053] Als nächstes wird ein weiterer Sender-Empfänger, der das zweite Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist, im Folgenden Bezug nehmend auf die **Fig. 10A**, **10B** und **Fig. 11** beschrieben.

[0054] Die **Fig. 10A** und **10B** sind eine Draufsicht der Schaltungseinheit des Sender-Empfängers bzw. eine Schnittansicht dieses Sender-Empfängers. Übrigens ist in **Fig. 10A** dieser Sender-Empfänger, von dem die obere leitfähige Platte entfernt ist, dargestellt. In dieser Figur sind die Bezugszeichen **21**, **22**, **51**, **23**, **4** und **53** dielektrische Streifen, **2** und **52** Zirkulatoren und **3** und **8** Abschlussvorrichtungen. Ferner bezeichnet das Bezugszeichen **10** einen Koppler, der durch ein Verwenden der dielektrischen Streifen **51** und **23** gebildet ist, und **13** einen Koppler, der als ein 3-dB-Richtkoppler dient, der durch ein Verwenden der dielektrischen Streifen **23** und **53** gebildet wird. Der Oszillator **1** und der Mischer **15** sind auf dem Substrat (oder der Platine) **103** aufgebaut. In dem Fall dieses zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung wird eine Sende-/Empfangsantenne gemeinsam durch ein Bereitstellen des Zirkulators **52** in derselben verwendet. Die Konfigurationen des Oszillators **1**, des Mixers **15**, des Zirkulators **2** und der Abschlussvorrichtungen **3** und **8** und der Koppler **10** und **13** sind ähnlich wie diejenigen der

entsprechenden Bestandteilelemente des Beispiels aus [Fig. 4](#), mit Ausnahme der Platzierungsbeziehung unter denselben.

[0055] [Fig. 11](#) ist ein Schaltungsdiagramm, das eine äquivalente Schaltung des Sender-Empfängers zeigt, der in den [Fig. 10A](#) und [10B](#) dargestellt ist. In [Fig. 11](#) breitet sich ein Signal, das aus dem Oszillator **1** ausgegeben wird, durch den Zirkulator **2**, den Koppler **10**, den Zirkulator **52** zu dem dielektrischen Resonator **11** aus. Ferner wird ein derartiges Signal durch diesen dielektrischen Resonator **11** und die dielektrische Linse **16** aus dem Sender-Empfänger heraus abgestrahlt. Andererseits wird ein Empfangssignal durch den Zirkulator **52** und den Koppler **13** an den Mischer **15** geliefert. Der Mischer **15** wirkt als ein symmetrischer Mischer und gibt ein IF-Signal aus, das die Differenzkomponente zwischen den HF- und LO-Signalen darstellt.

[0056] [Fig. 12](#) zeigt ein Beispiel einer Modifizierung der zuvor genannten Schaltungseinheit. Der dielektrische Resonator **11** ist um 45 Grad gegenüber der Masse angeregt. So wird die Platzierung jedes Elements auf dem Substrat (oder der Platine) **103** erleichtert. Folglich wird die Miniaturisierung des Substrats **103** erzielt.

[0057] Als nächstes wird wiederum ein anderer Sender-Empfänger, der das dritte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist, im Folgenden beschrieben. [Fig. 13](#) stellt die Konfiguration der Schaltungseinheit dieses Sender-Empfängers, der das dritte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist, dar. Dieses Ausführungsbeispiel ist angepasst, um zirkular polarisierte Wellen zu senden und zu empfangen, so dass der Bedarf nach dem in [Fig. 10](#) gezeigten Zirkulator **52** aufgehoben wird. In [Fig. 13](#) nämlich bezeichnet das Bezugszeichen **54** einen Koppler, der als ein 3-dB-Richtkoppler wirkt, der aus parallelen linearen Pfaden gebildet ist, die aus den dielektrischen Streifen **53** und **51** bestehen. Der Koppler **54** bewirkt, dass die Flankenabschnitte der dielektrischen Streifen **53** und **51** dem dielektrischen Resonator **11**, der sich in der HE₁₁₁-Mode befindet, mit 90 Grad zu demselben zugewandt sind. Mit dieser Konfiguration wird ein Sendesignal, das von einem Tor #1 auf den Koppler **54** eingefallen ist, gleichmäßig verteilt und aus Toren #2 und #4 ausgegeben, so dass die Phasendifferenz zwischen den jeweiligen Signalen, die diesen Toren entsprechen, 90 Grad beträgt. Dadurch wird der dielektrische Resonator **11** angeregt und strahlt zirkular polarisierte Wellen ab. Im Gegensatz dazu wird ein Empfangssignal, das auf eine konrotatorisch polarisierte Art und Weise auf denselben eingefallen ist, nämlich ähnlich wie bei der übertragenen Welle, nur an ein Tor #3 ausgegeben, da das Empfangssignal, das durch den Koppler **54** wieder zu dem Tor #1 läuft, aufgrund des Vorliegens der Phasendifferenz von 90 Grad aufge-

hoben wird, wenn die Empfangssignale die Tore #2 und #4 erreichen. Folglich wird die Funktion einer Verzweigung der Welle erzielt.

[0058] [Fig. 14](#) zeigt ein Beispiel einer Modifizierung der zuvor genannten Schaltungseinheit. Ähnlich wie in dem Fall des Beispiels aus [Fig. 12](#) wird die Platzierung jedes Elements zu dem Substrat **103** dadurch erleichtert, dass Leistung mit 45 Grad gegenüber der Masse an den dielektrischen Resonator **11** geliefert wird. Die Reduzierung der Größe des Substrats oder der Platine **103** wird erzielt.

[0059] In dem Fall der zuvor genannten Ausführungsbeispiele werden dielektrische Linsen, deren relative dielektrische Konstante im wesentlichen einheitlich ist, verwendet. Eine dielektrische Linse, die durch Mehrschichtungsschichten dielektrischer Materialien erhalten wird, die unterschiedliche jeweilige dielektrische Konstanten aufweisen, wie in [Fig. 15](#) dargestellt ist, kann jedoch verwendet werden. In [Fig. 15](#) bezeichnet das Bezugszeichen **60** ein dielektrisches Linsenelement, das eine konkave Oberfläche aufweist, und **61a**, **61b**, ..., **61n** dielektrische Schichten, die sich in ihrer dielektrischen Konstante voneinander unterscheiden. Ferner wird ein Gefälle der relativen dielektrischen Konstante für die dielektrischen Schichten auferlegt, so dass die relative dielektrische Konstante allmählich von der oberen dielektrischen Schicht **61a** zu der unteren dielektrischen Schicht **61n** in Stufen abnimmt. Eine dielektrische Linse ist durch ein Stapeln dieser dielektrischen Schichten konfiguriert. So wird die Höhe von dem dielektrischen Resonator des Primärstrahlers zu dem oberen Abschnitt der dielektrischen Linse durch ein Verwenden der dielektrischen Linse, in der die relativ dielektrische Konstante ein Gefälle ist, gesenkt. Folglich kann die Dicke des gesamten Sender-Empfängers reduziert werden. Ferner kann der Antennengewinn durch ein Vereinheitlichen der Intensität elektromagnetischer Wellen, die durch die dielektrische Linsenöffnung laufen, verbessert werden (nämlich der Beleuchtungsverteilung). Folglich kann die Größe des Sender-Empfängers um eine dementsprechende Menge weiter gesenkt werden.

[0060] Übrigens werden in dem Fall der zuvor genannten Ausführungsbeispiele die Elemente, wie z. B. der Zirkulator, der Mischer und der Koppler, durch ein Verwenden eines einzelnen Substrats oder einer einzelnen Platine platziert. Die Schaltungseinheit kann jedoch auch wie folgt aufgebaut sein. Nur die Elemente nämlich, wie z. B. der Oszillator und der Mischer, die ein Substrat oder eine Platine benötigen, sind mit der oberen und unteren leitfähigen Platte und dem Substrat und den dielektrischen Streifen gebildet. Ferner umfassen die Elemente, wie z. B. der Zirkulator und der Koppler, die kein Substrat oder keine Platine benötigen, die obere und die untere leitfähige Platte und die dielektrischen Streifen. So wird die

Schaltungseinheit durch eine Kombination dieser separaten Elemente gebildet.

[0061] Ferner sind in dem Fall der zuvor genannten Ausführungsbeispiele der lineare Pfad und der gebogene Abschnitt unterteilt (nämlich separat voneinander gebildet). Diese Elemente können auf eine derartige Art und Weise gebildet sein, um einstückig miteinander zu sein.

[0062] Zusätzlich wird in dem Fall der zuvor genannten Ausführungsbeispiele das FM-CW-Verfahren, durch das die Modulation unter Verwendung von Dreieckswellen durchgeführt wird, eingesetzt. Ein Verfahren zur Durchführung der Frequenzmodulation durch ein Verwenden von Pulswellen kann jedoch eingesetzt werden.

[0063] Obwohl bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung oben beschrieben wurden, sollte angemerkt werden, dass die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt ist, und dass andere Modifizierungen für Fachleute auf diesem Gebiet ersichtlich sind, ohne von der Wesensart der Erfindung abzuweichen.

[0064] Der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung soll deshalb einzig durch die beigefügten Ansprüche bestimmt werden.

Patentansprüche

1. Ein Sender-Empfänger, der zumindest eine Antenne (**11, 16**) und eine Mehrzahl von Elementen aufweist, die zumindest einen Millimeterwellenoszillator (**1**) und einen Mischer (**15**) umfassen, wobei die Mehrzahl von Elementen miteinander durch einen NRD-Wellenleiter verbunden ist, der einen dielektrischen Streifen (**100a, 100b; 100**) aufweist, der zwischen zwei leitfähigen Platten (**101, 102**) angeordnet ist, die im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind, wobei die Antenne (**11, 16**) einen vertikalen Primärstrahler (**11**) und eine dielektrische Linse (**16**) aufweist, wobei eine Entfernung zwischen einer Ausbreitungsregion und einer Nichtausbreitungsregion und eine dielektrische Konstante eines dielektrischen Materials, das zwischen der Ausbreitungsregion und der Nichtausbreitungsregion angeordnet ist, in jedem der NRD-Wellenleiter bestimmt werden, so dass eine Grenzfrequenz in einer LSM01-Mode niedriger als eine Grenzfrequenz in einer LES01-Mode ist, und wobei die Mehrzahl von Elementen und die NRD-Wellenleiter hinten in der dielektrischen Linse (**16**) oder hinten in einer Fläche, an der die dielektrische Linse (**16**) befestigt ist, platziert sind.

2. Ein Sender-Empfänger gemäß Anspruch 1, bei dem die Antenne eine Sende/Empfangsantenne (**11, 16**) ist.

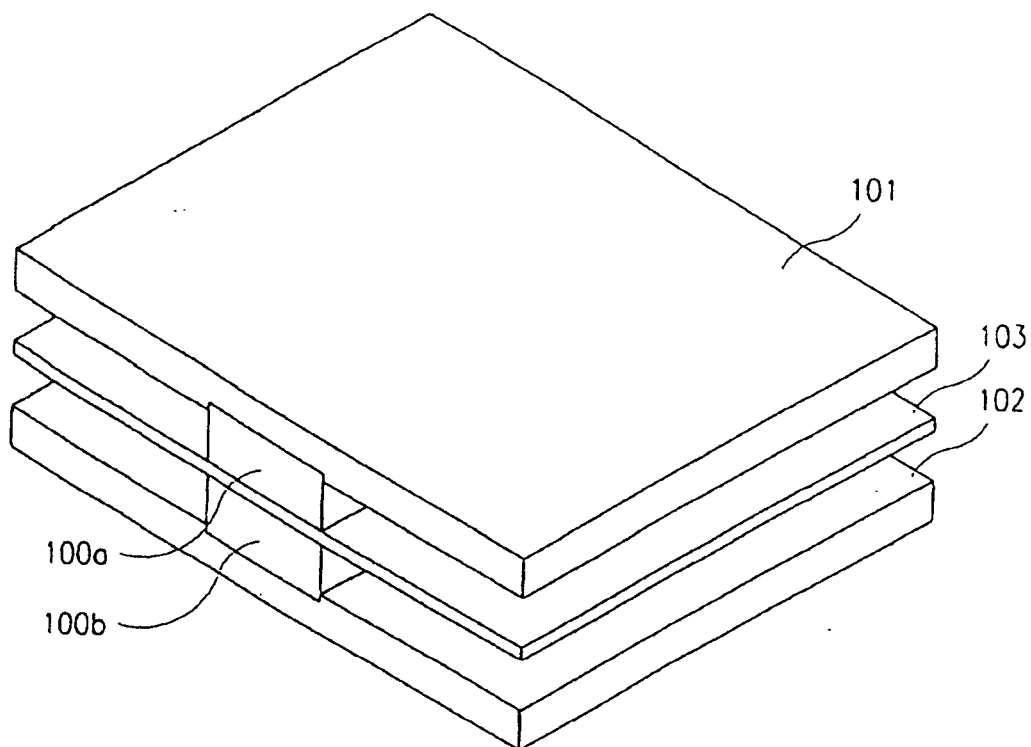
3. Ein Sender-Empfänger gemäß Anspruch 1, bei dem die zumindest eine Antenne eine Sendeantenne (**11, 16**) und eine Empfangsantenne (**12, 17**) aufweist, und wobei jede der Sendeantenne (**11, 16**) und der Empfangsantenne (**12, 17**) einen vertikalen Primärstrahler (**11, 12**) und eine dielektrische Linse (**16, 17**) aufweist, wobei die Sendeantenne (**11, 16**) und die Empfangsantenne (**12, 17**) Seite an Seite platziert sind.

4. Der Sender-Empfänger gemäß Anspruch 2, bei dem der vertikale Primärstrahler (**11**) durch einen dielektrischen Resonator in einer HE111-Mode gebildet wird, bei dem ein Kantenabschnitt des NRD-Wellenleiters zum Geben eines Sendesignals an den dielektrischen Resonator (**11**) und ein Kantenabschnitt des NRD-Wellenleiters zum Empfangen eines Empfangssignals von dem dielektrischen Resonator (**11**) auf eine derartige Weise gesetzt sind, um einander in einer Richtung von 90 Grad zu dem dielektrischen Resonator (**11**) zugewandt zu sein, wobei ein 3 dB-Richtkoppler (**13**) zwischen beiden der NRD-Wellenleiter gebildet ist, wobei NRD-Wellenleiter zwischen dem Millimeterwellenoszillator (**1**) und einem Isolator (**2, 3**), zwischen dem Isolator (**2, 3**) und dem 3 dB-Richtkoppler (**10**) bzw. zwischen dem 3 dB-Richtkoppler (**10**) und dem Mischer (**15**) eine Verbindung herstellen, wobei ein Koppler (**10**), der mit einem NRD-Wellenleiter zum Senden eines Sendesignals und mit einem NRD-Wellenleiter zum Senden eines Empfangssignals verbunden ist und wirksam ist, um ein Mischsignal eines Sendesignals und eines Empfangssignals zu geben, durch einen NRD-Wellenleiter gebildet ist.

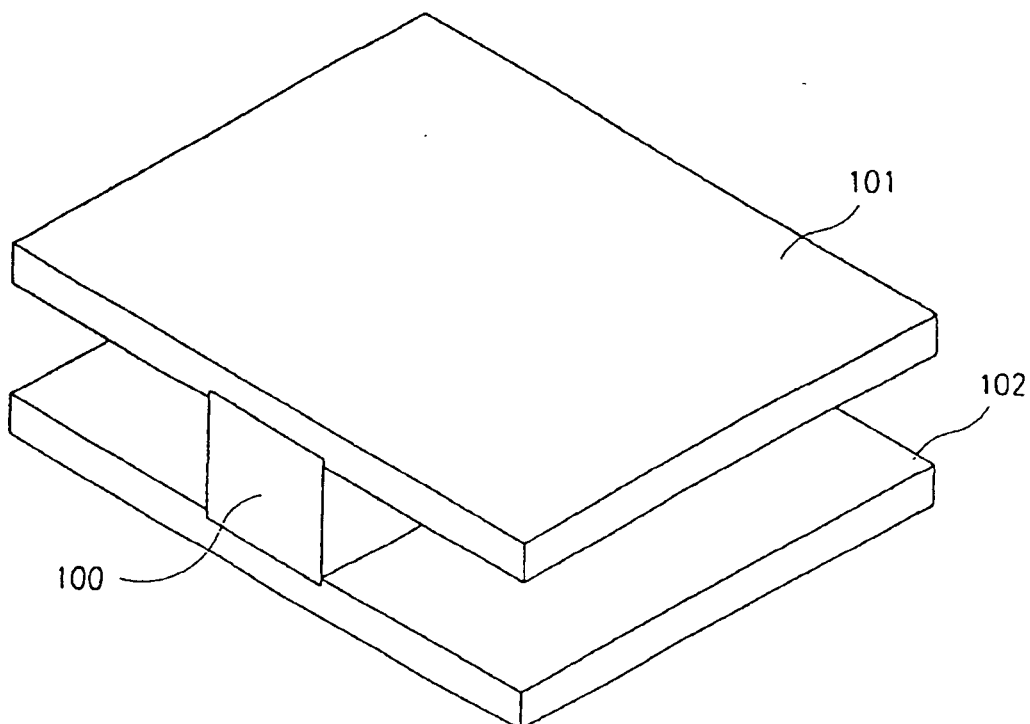
5. Der Sender-Empfänger gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die dielektrische Linse (**16, 17**) durch Mehrschichtungsschichten dielektrischer Materialien aufgebaut ist, die jeweils unterschiedliche dielektrische Konstanten aufweisen.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

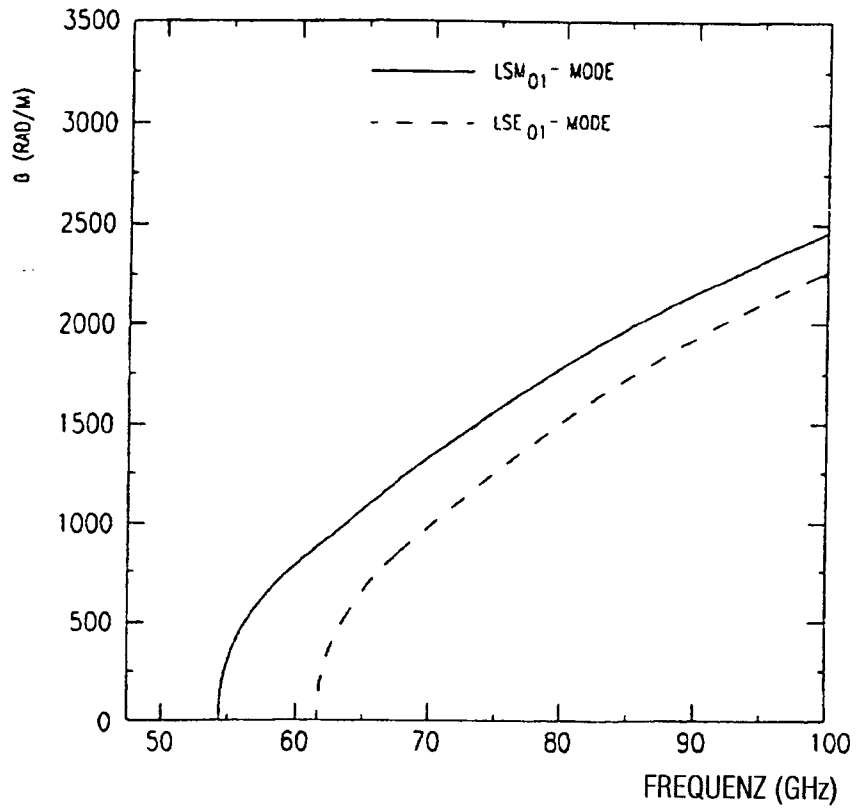
FIGUR 1(A)



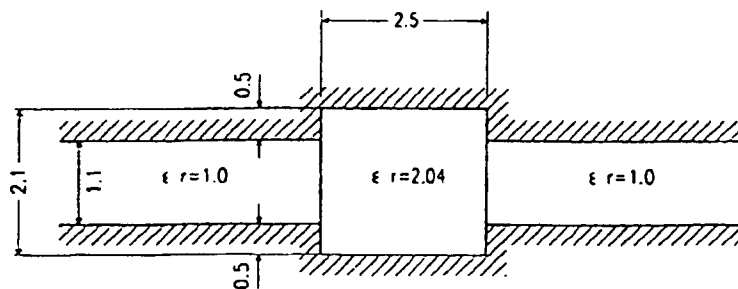
FIGUR 1(B)



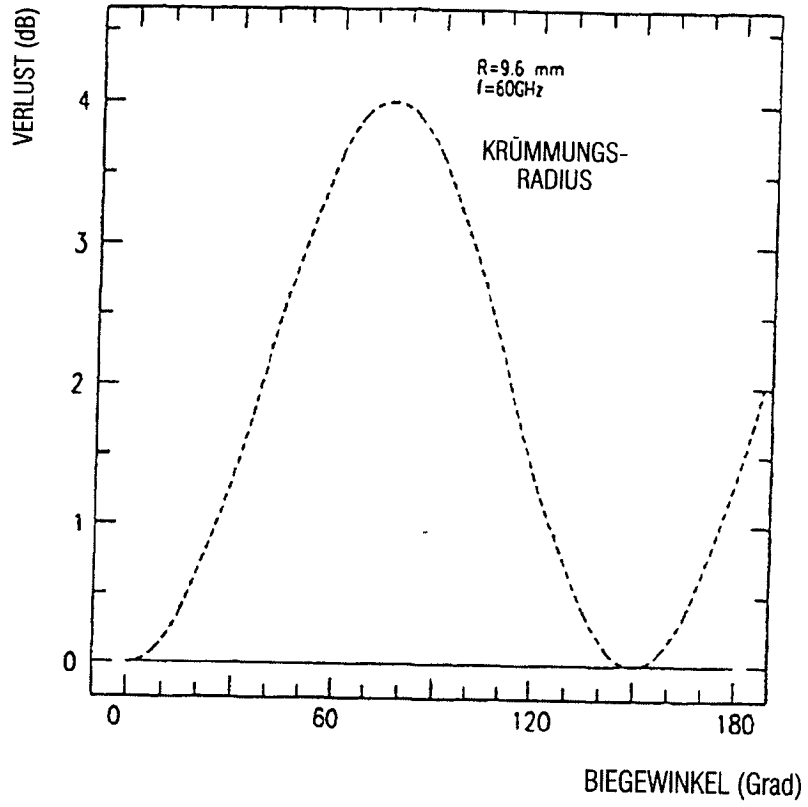
FIGUR 2(A)



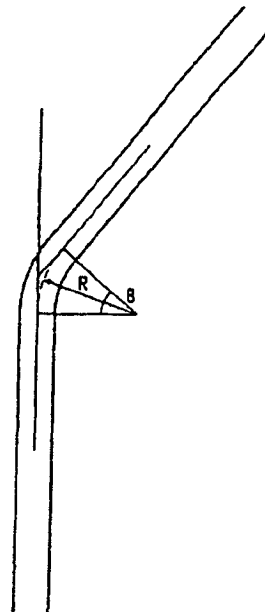
FIGUR 2(B)



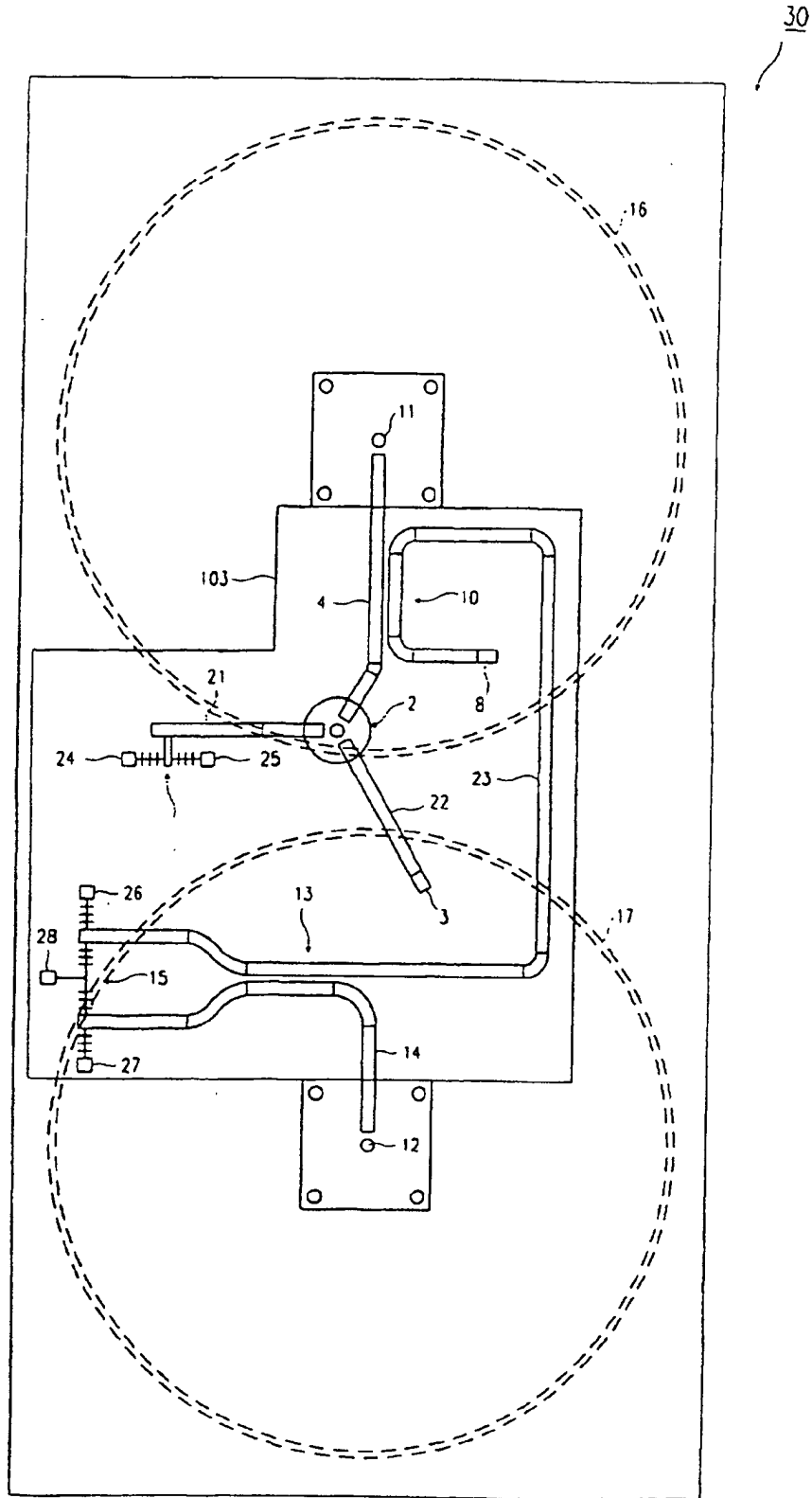
FIGUR 3(A)



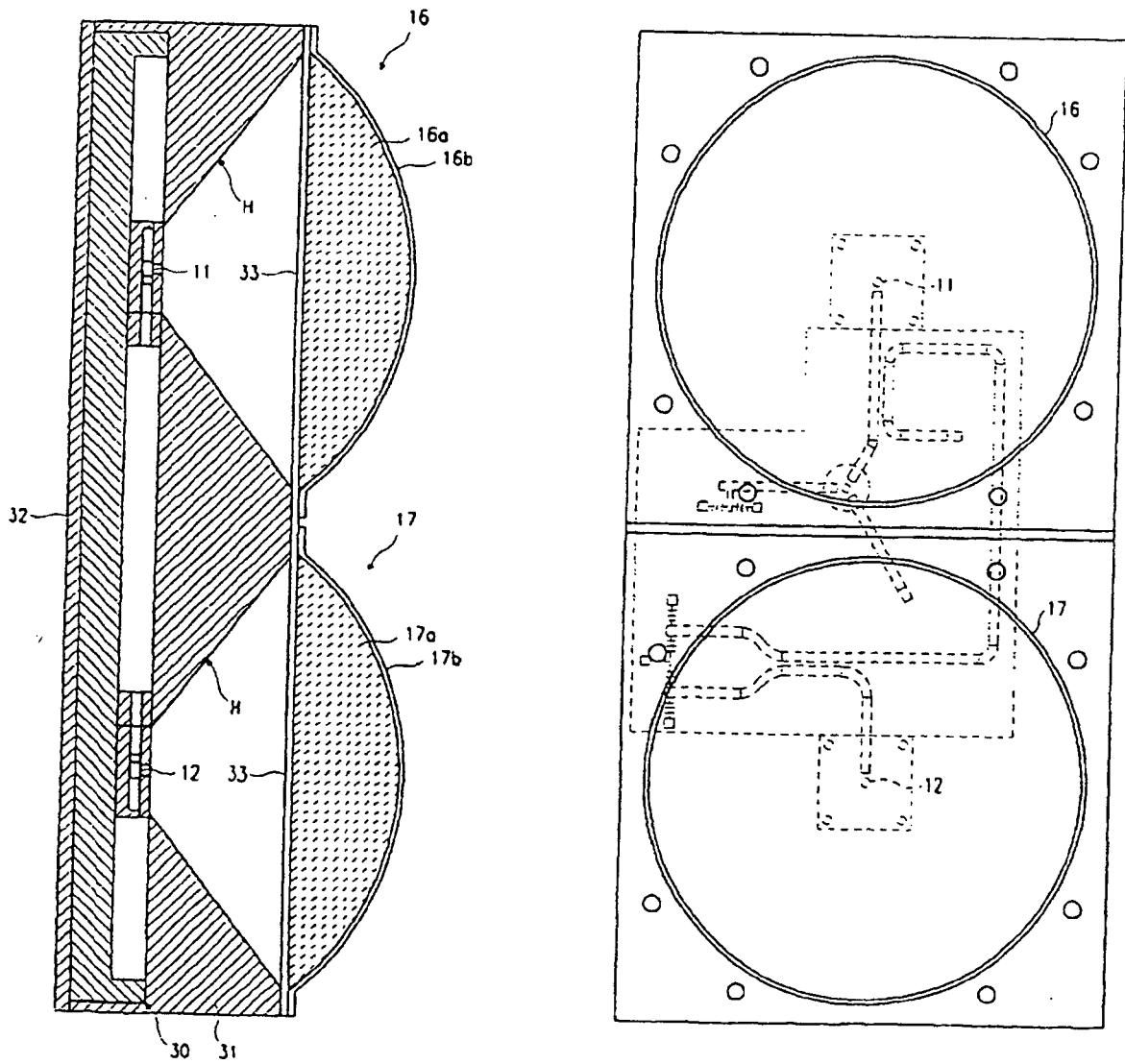
FIGUR 3(B)



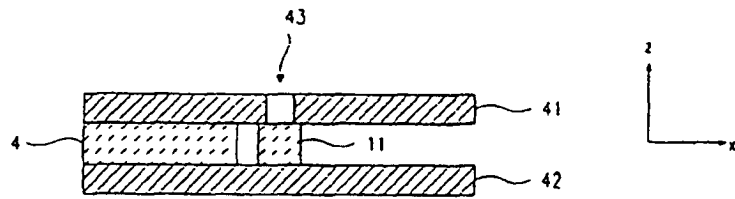
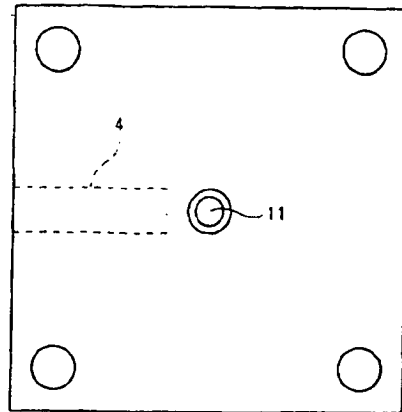
FIGUR 4



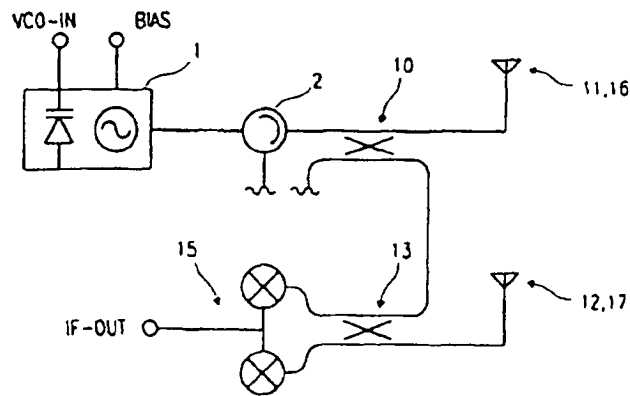
FIGUR 5



FIGUR 6(A)

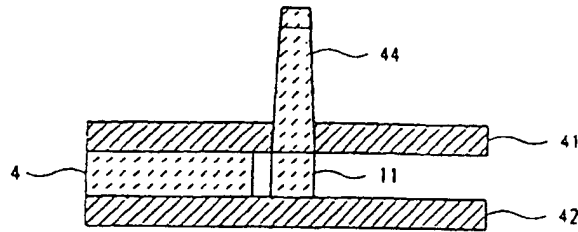


FIGUR 6(B)

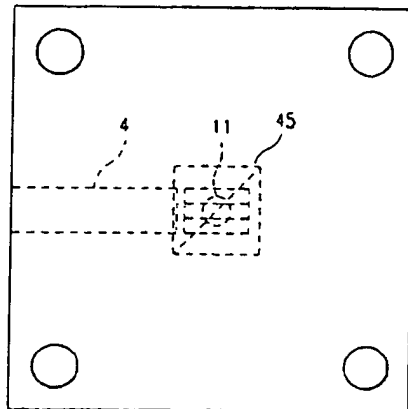


FIGUR 7

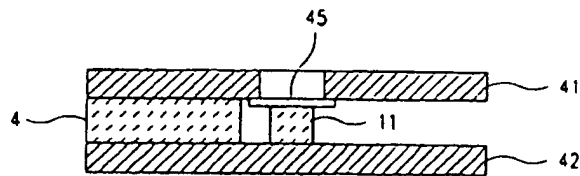
FIGUR 8(A)



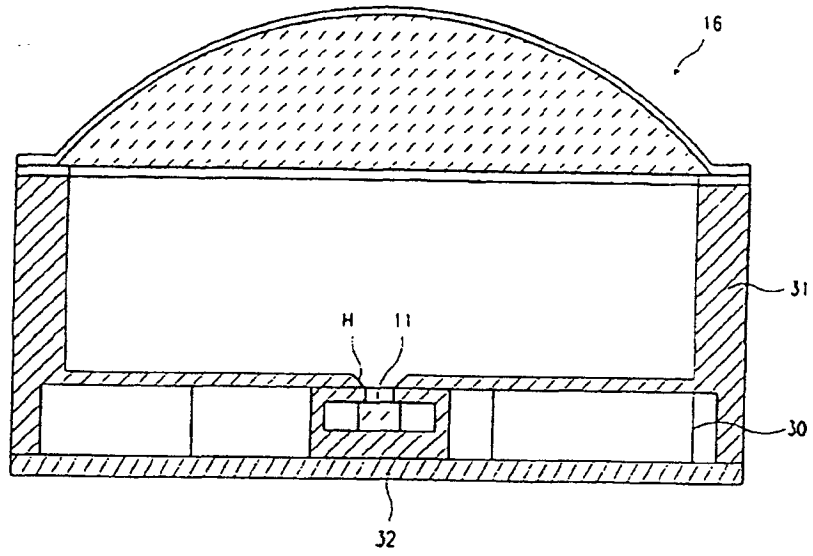
FIGUR 8(B)



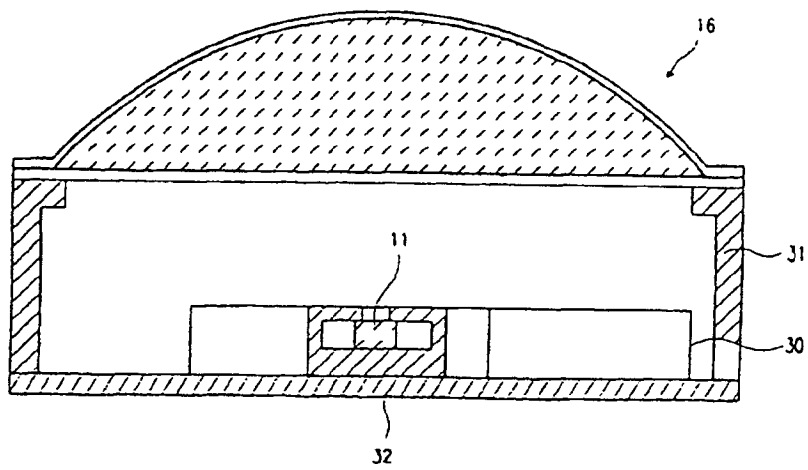
FIGUR 8(C)



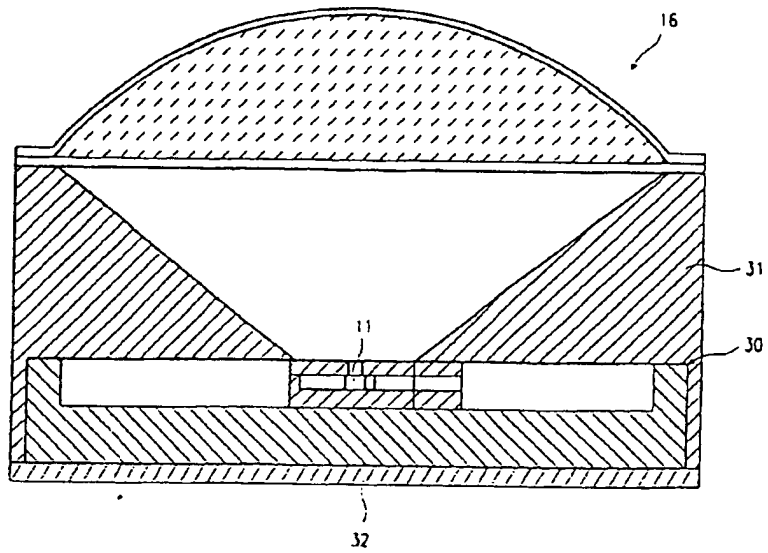
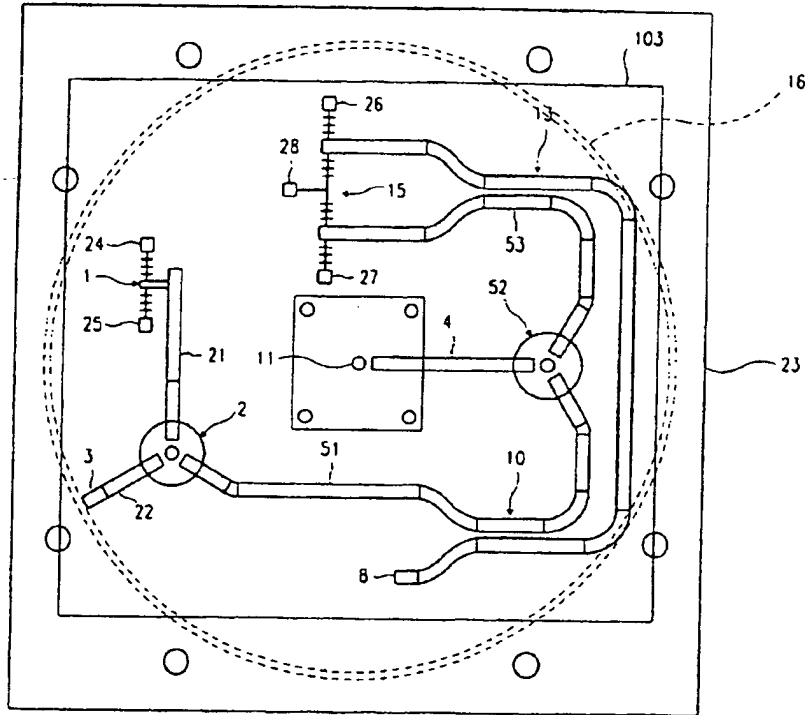
FIGUR 9(A)



FIGUR 9(B)

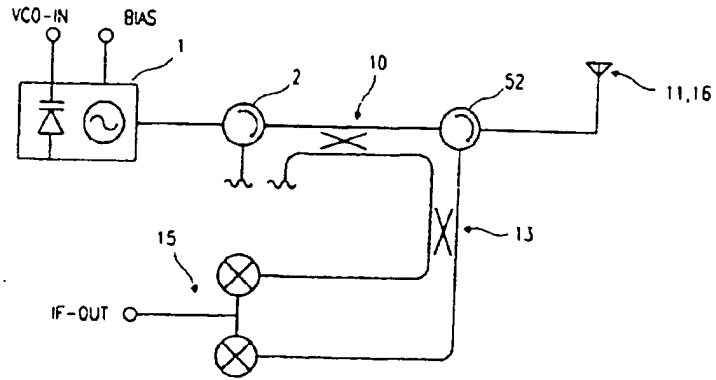


FIGUR 10(A)

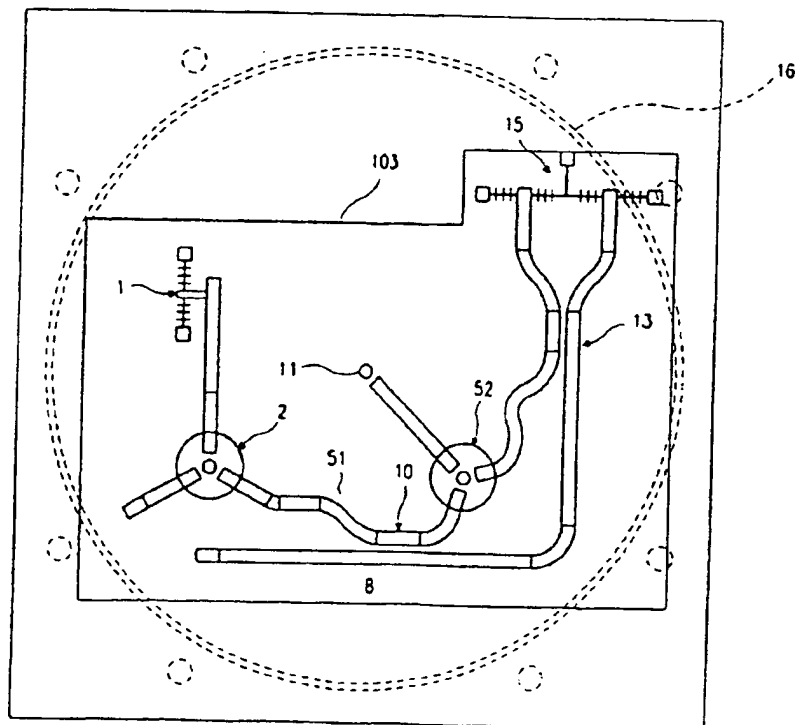


FIGUR 10(B)

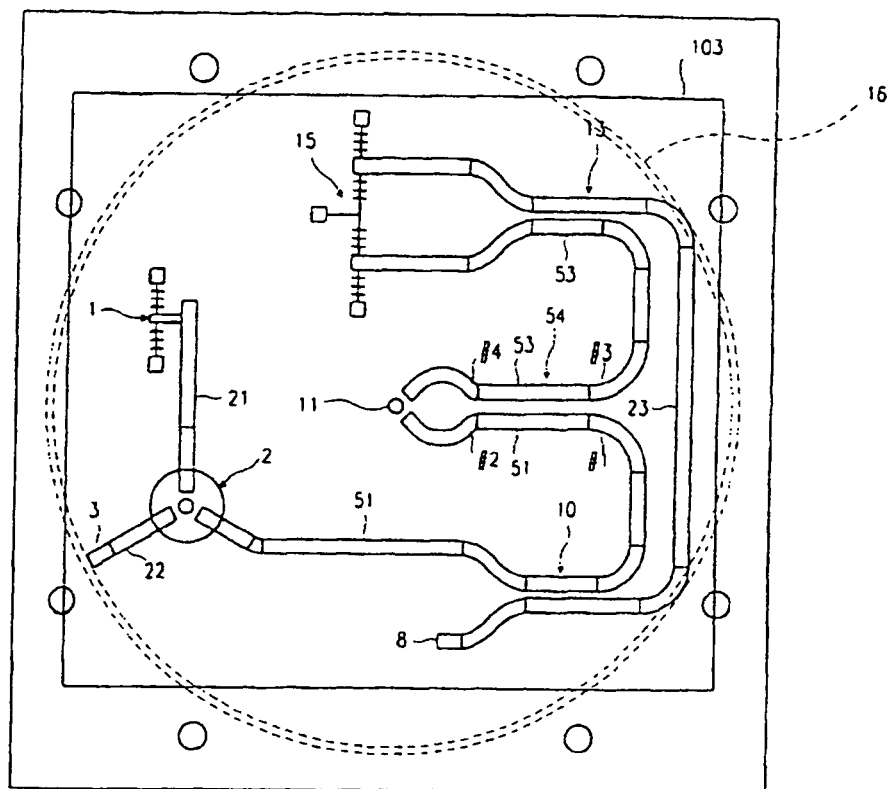
FIGUR 11



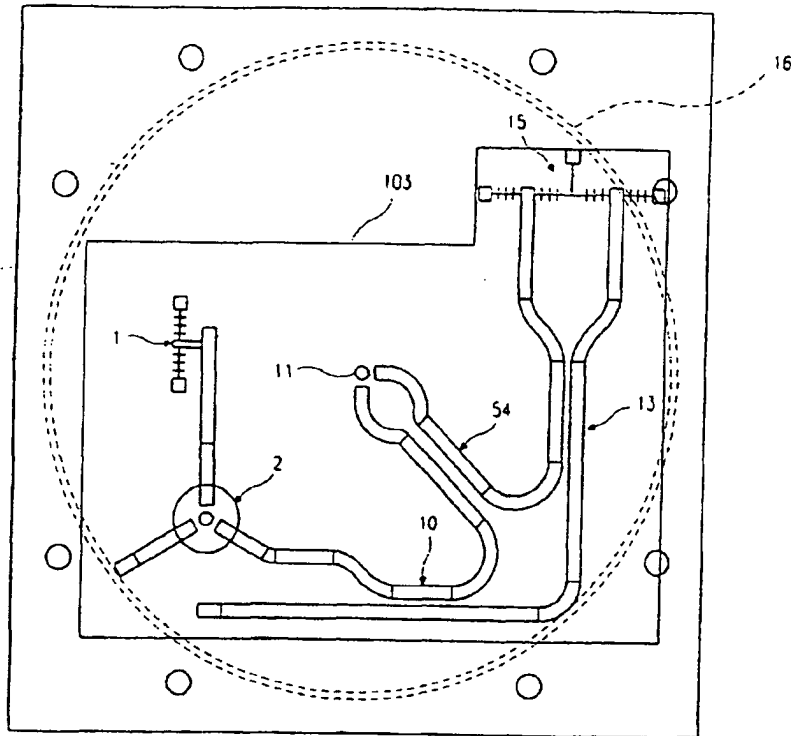
FIGUR 12



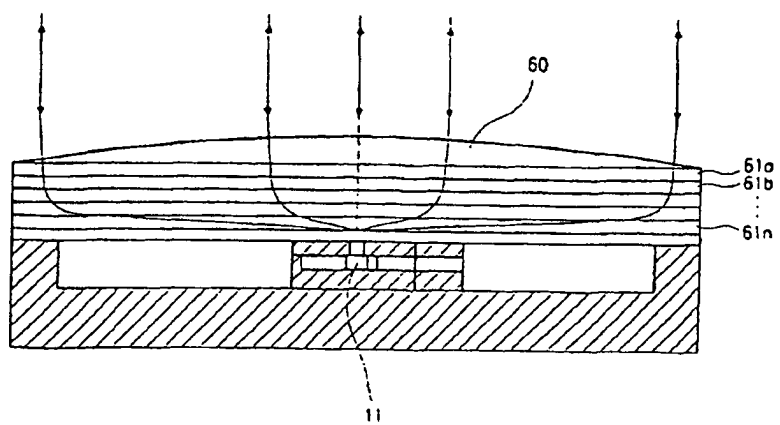
FIGUR 13



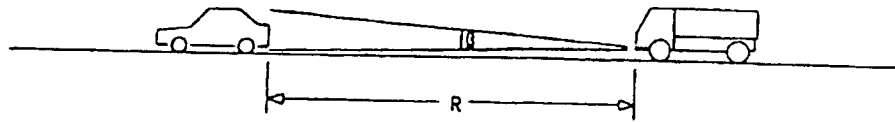
FIGUR 14



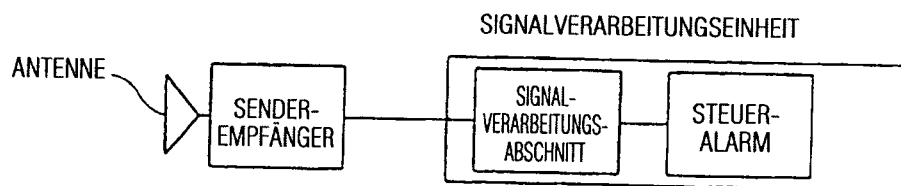
FIGUR 15



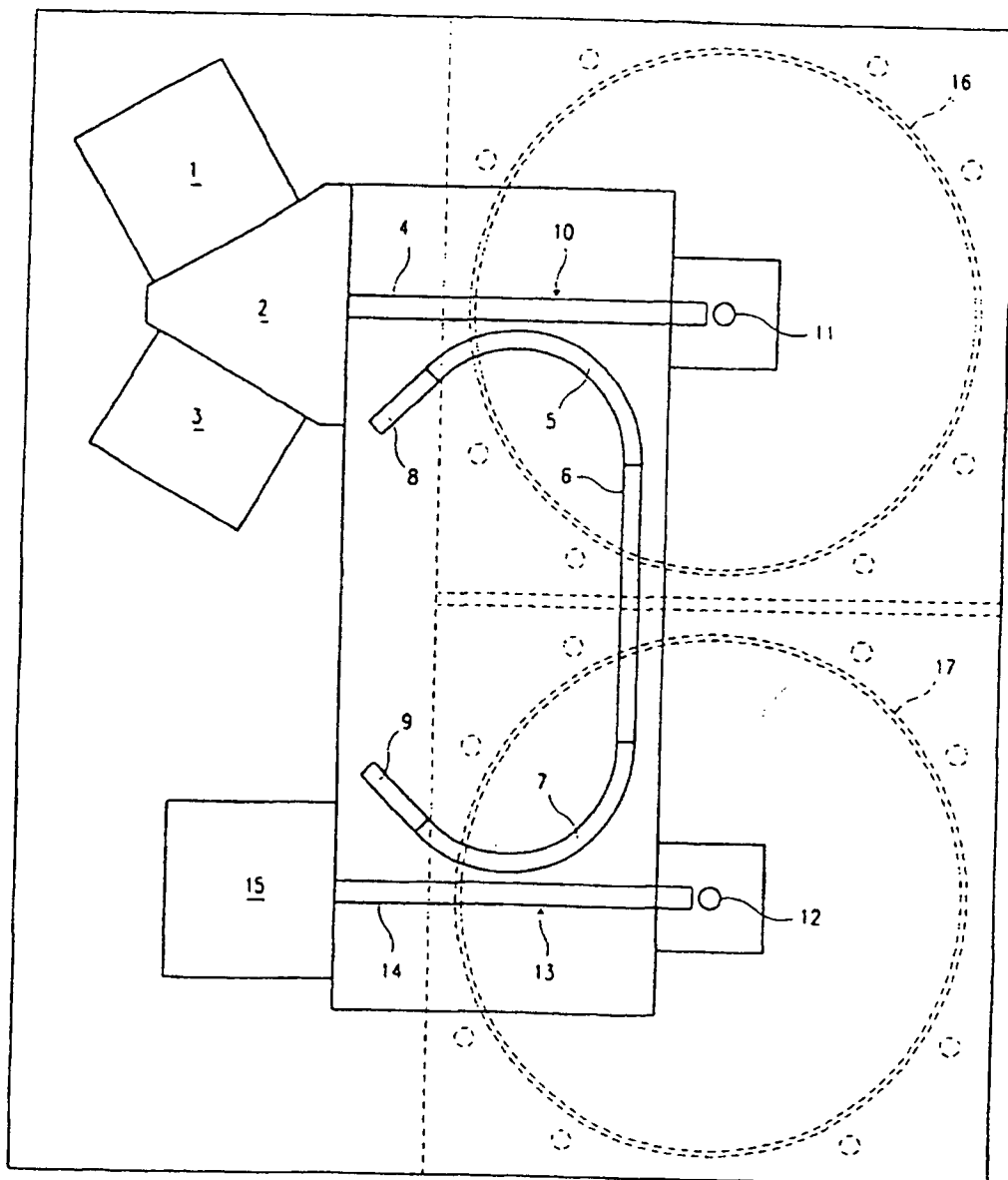
FIGUR 16



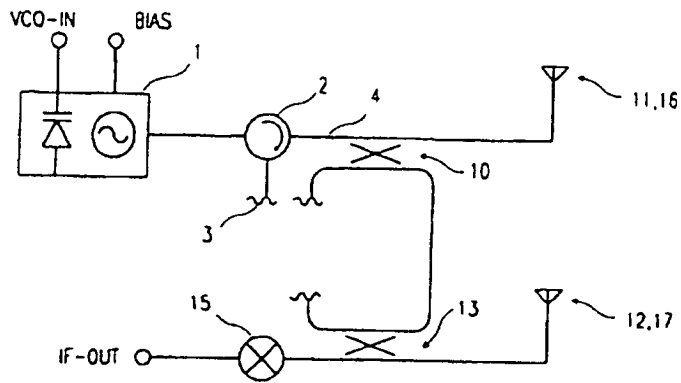
FIGUR 17



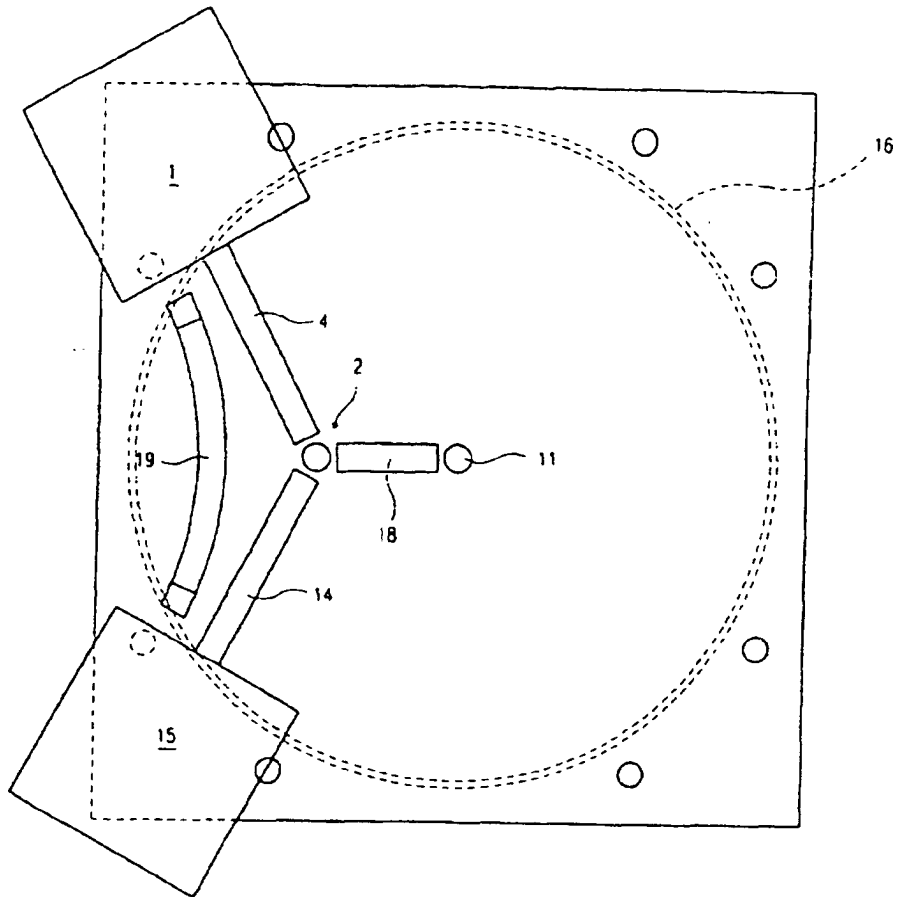
FIGUR 18



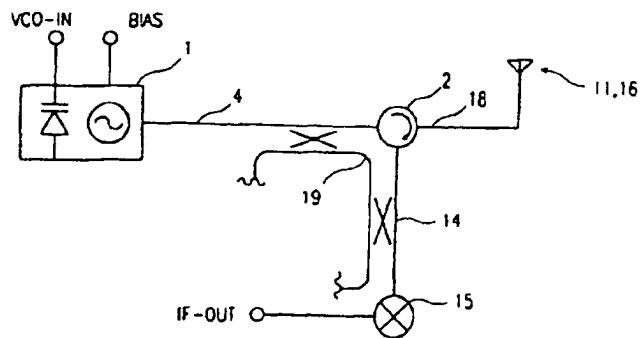
FIGUR 19



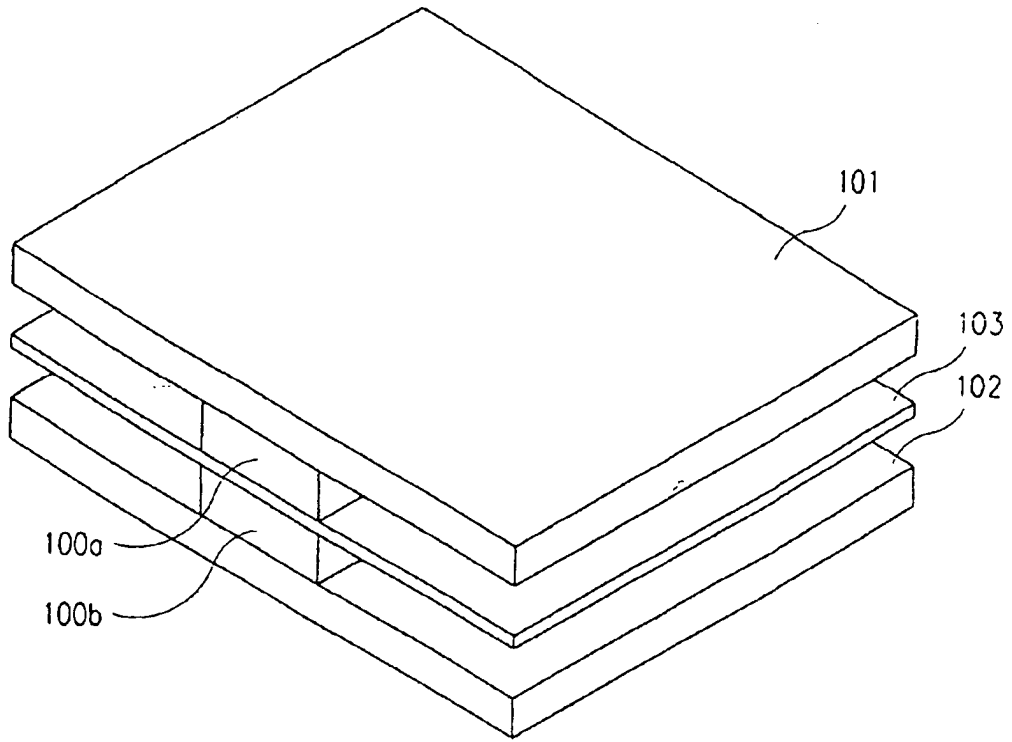
FIGUR 20



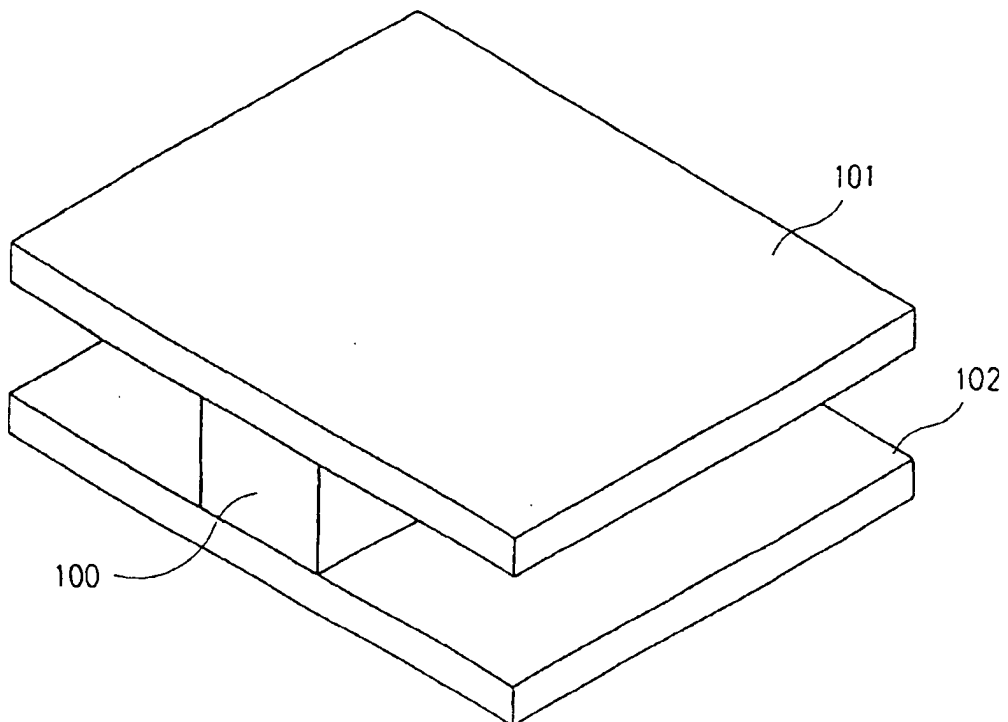
FIGUR 21



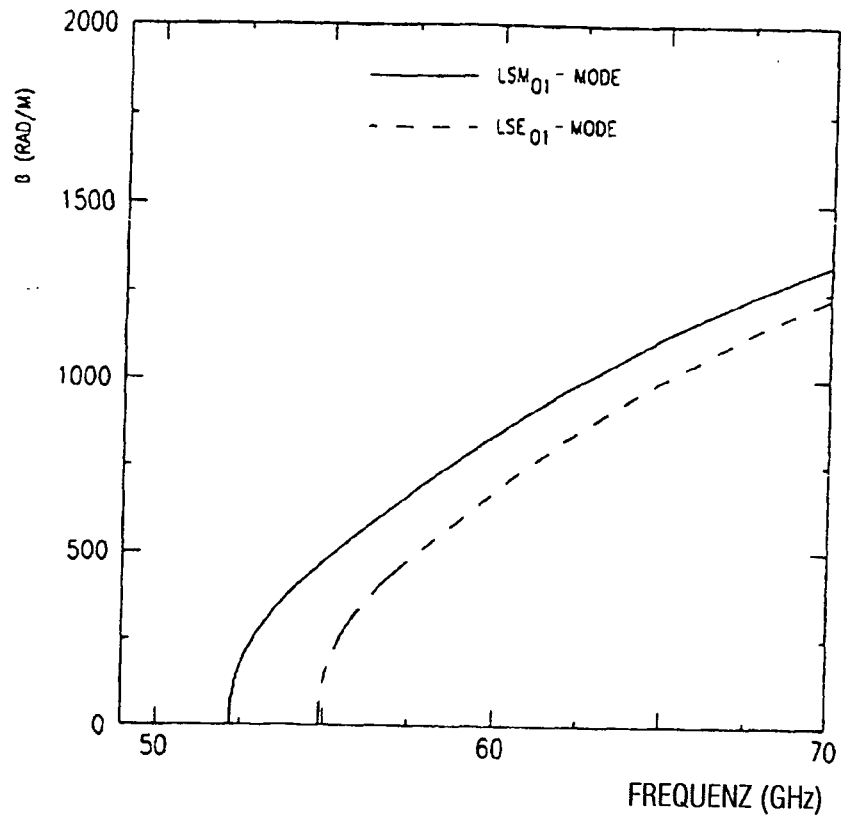
FIGUR 22(A)



FIGUR 22(B)



FIGUR 23(A)



FIGUR 23(B)

