



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 20 369 T2** 2005.09.29

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 996 192 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 20 369.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 308 068.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **13.10.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.04.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **22.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.09.2005**

(51) Int Cl.7: **H01Q 21/06**

**H01Q 9/04**

(30) Unionspriorität:

**29679298**      **19.10.1998**      **JP**

(73) Patentinhaber:

**Harada Industry Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**Uchino, Shigeru, Yokohama-shi, Kanagawa-ken,  
JP; Kawasaki, Moriyoshi, Yokohama-shi, JP**

(54) Bezeichnung: **Planare Gruppenantenne**

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**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Planar-Array-Antenne, die als Sende/Empfangs-Antenne verwendet werden kann, die für ein WLL (wireless local loop) – Terminal benutzt wird.

[0002] [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5C](#) veranschaulichen ein Beispiel einer herkömmlichen Planar-Array-Antenne des oben genannten Typs. Unter Bezugnahme auf diese Figuren ist eine Mehrzahl (zwei in diesem Beispiel) von Patch-Antennenelementen **101** und **102** auf einem rechteckigen, dielektrischen Substrat **100** angeordnet. Die Elemente **101** und **102** sind über eine Versorgungsleitung **103** miteinander gekoppelt, und das Element **102** ist über eine Versorgungsleitung **104** mit einem Versorgungspunkt **105** verbunden. Die Versorgungsleitungen **103** und **104** sind jeweils aus einem auf das dielektrische Substrat **100** geklebten Streifenleitung gebildet.

[0003] Bei der Planar-Array-Antenne nach dem Stand der Technik wird den Patch-Antennenelementen **101** und **102** elektrische Energie als serielle Versorgung von dem Versorgungspunkt **105** über die Versorgungsleitungen **103** und **104** zugeführt.

[0004] Die so gebildete Planar-Array-Antenne ist durch den dielektrischen Effekt des dielektrischen Substrats **100** insgesamt miniaturisiert ausgebildet. Da jedoch der Antennengewinn der Antenne aufgrund von dielektrischen Verlusten verringert ist, ist eine nutzbare Bandbreite des VSWR (voltage standing wave ratio) verschmälert. Da darüber hinaus die Mehrzahl von Patch-Antennenelementen **101** und **102** in einer bestimmten Anordnung angeordnet ist und diesen Elementen eine elektrische Energie in Form einer seriellen Versorgung zugeführt wird, taucht das folgende Problem auf. Es ist schwierig, die Patch-Antennenelemente **101** und **102** unter dem Einfluss einer sogenannten Kontraktionsrate aufgrund des dielektrischen Substrats **100** in optimalem Abstand anzuordnen. Dieses Problem ist nachstehend ausführlicher beschrieben.

[0005] Wie in den [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) dargestellt ist, wird die elektrische Länge der Antenne so bestimmt, dass die Länge von jedem der Patch-Antennenelemente **101** und **102** und der Abstand zwischen ihnen jeweils  $\lambda/2$  beträgt, wenn die Wellenlänge der gesendeten/empfangenen Welle  $\lambda$  ist. In den [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) entsprechen  $\lambda/2$  und  $P = \lambda$  der elektrischen Länge. Die Kontraktionsrate, die einer von einer Mehrzahl von dielektrischen Effekten des dielektrischen Substrats **100** ist, ist berücksichtigt, um die elektrische Länge einzustellen.

[0006] Angenommen, Teflon (bekannt unter dem Handelsnamen von du Pont) wird als das dielektrische Substrat **100** verwendet und seine effektive Di-

elektrizitätskonstante ist  $\epsilon\epsilon$ , so ist ein tatsächlicher physikalischer Abstand  $R$  zwischen den Patch-Antennenelementen **101** und **102** durch die folgende Gleichung gegeben:

$$R = \lambda/2 (\epsilon\epsilon)^{1/2} \approx 0,7 \lambda/2$$

[0007] Wenn, wie es in [Fig. 5C](#) gezeigt ist, die Energiefläche des Patch-Antennenelements **101** S101 und die des Patch-Antennenelements **102** S102 ist, so überlagern sich diese Flächen, so dass ein Bereich S103 gebildet wird, der schräg schraffiert ist. Der Überlagerungsbereich S103 verringert den Antennenwirkungsgrad, so dass der maximale Antennengewinn aufgrund eines dielektrischen Verlustes nicht erreicht werden kann. Wenn als das dielektrische Substrat **100** Teflon verwendet wird, fällt der Antennengewinn in einen Bereich von 8dBi bis 9dBi, was ungefähr 30% niedriger als der maximale Antennengewinn im Idealfall oder in Luft ist.

[0008] Wenn den Patch-Antennenelementen **101** und **102** eine elektrische Energie in Form einer parallelen Versorgung zugeführt wird, tritt das oben genannte Problem nicht auf, wohingegen die nachfolgend genannten Nachteile auftreten: Da die Antenne einen Verteiler benötigt, ist ihre Struktur kompliziert und vergrößert, und der Verteiler erzeugt Verluste.

[0009] Druckschriften des Standes der Technik sind die US 5 572 222 A, die US 4 117 489 A, die US 4 464 663 A und die EP 0 847 101 A. Eine Planar-Array-Antenne gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist in der US 5 572 222 A offenbart.

[0010] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Planar-Array-Antenne bereitzustellen, die die folgenden Vorteile aufweist:

- (a) Obwohl in einem Array angeordneten Patch-Antennenelementen eine elektrische Energie als serielle Versorgung zugeführt wird, kann verhindert werden, dass sich die Energieflächen benachbarter Antennenelemente überlagern, und die Antennenelemente können in idealen Intervallen angeordnet werden, wenn sowohl die Länge jedes der Elemente als auch der Abstand zwischen ihnen auf eine vorbestimmte elektrische Länge eingestellt sind;
- (b) Da die idealen Intervalle gewährleistet werden können und keine dielektrischen Verluste auftreten, ist der Wirkungsgrad der Antenne beträchtlich verbessert, und der maximale Antennengewinn kann erreicht werden; und
- (c) Die Antenne kann vereinfacht und insgesamt miniaturisiert werden, und ihre Kosten können stark reduziert werden.

[0011] Um das oben genannte Ziel zu erreichen, stellt die vorliegende Erfindung eine Planar-Array-Antenne gemäß dem beigefügten Anspruch be-

reit. Weitere vorteilhafte Merkmale sind in der Beschreibung der Erfindung erläutert.

[0012] Die Erfindung wird besser aus der nachfolgenden, ausführlichen Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen verstanden, in denen

[0013] [Fig. 1A](#) eine perspektivische Ansicht des Aufbaus einer Planar-Array-Antenne gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0014] [Fig. 1B](#) eine Seitenansicht des Aufbaus der Planar-Array-Antenne gemäß der vorliegenden Erfindung ist;

[0015] [Fig. 1C](#) eine Darstellung zur Erklärung einer Funktion einer Planar-Array-Antenne gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0016] [Fig. 2](#) eine Kennlinie ist, die die VSWR-Charakteristik der Planar-Array-Antenne gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0017] [Fig. 3](#) eine Ansicht eines Strahlungsmusters der Richtcharakteristik der E-Ebene der Planar-Array-Antenne gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0018] [Fig. 4](#) eine Ansicht eines Strahlungsmusters der Richtcharakteristik der H-Ebene der Planar-Array-Antenne gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0019] [Fig. 5A](#) eine perspektivische Ansicht des Aufbaus einer Planar-Array-Antenne gemäß dem Stand der Technik ist;

[0020] [Fig. 5B](#) eine Seitenansicht des Aufbaus der Planar-Array-Antenne des Standes der Technik ist; und

[0021] [Fig. 5C](#) eine Darstellung zur Erläuterung eines Problems der Planar-Array-Antenne des Standes der Technik ist.

(Ausführungsform)

[Aufbau]

[0022] [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) veranschaulichen eine Planar-Array-Antenne gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) bezeichnet die Bezugszahl **10** eine Grundplatte, die aus einem metallischen Material wie etwa Messing gebildet ist. Eine Mehrzahl (in dieser Ausführungsform zwei) von Patch-Antennenelementen **11** und **12**, welche Metallplatten sind, die aus dem gleichen Messing gebildet sind, werden durch Isolationsabstandshalter **13** bzw. **14** auf der Grundplatte **10**

gehalten. Bezugszahlen **15** und **16** bezeichnen Befestigungsschrauben zum Anbringen und Befestigen der Patch-Antennenelemente **11** und **12** auf der Grundplatte **10**.

[0023] Die Isolationsabstandshalter **13** und **14** sind jeweils ein Zylinder (kurzer Zylinder bei dieser Ausführungsform), der aus Harz wie etwa Polyacetal, Polycarbonat und ABS gebildet ist.

[0024] Diese Abstandshalter haben jeweils einen ziemlich kleinen Durchmesser D und eine geeignete Dicke T bezüglich der Bereiche der Patch-Antennenelemente **11** und **12**, so dass sie örtlich die mittleren Bereiche der Elemente **11** und **12** stützen bzw. tragen können.

[0025] Die elektrische Länge ist so bestimmt, dass sowohl die Länge jedes der Patch-Antennenelemente **11** und **12** als auch der Abstand zwischen ihnen  $\lambda/2$  beträgt, wenn die Wellenlänge der gesendeten/empfangenen Welle  $\lambda/2$  ist. Mit anderen Worten, die Patch-Antennenelemente **11** und **12**, die jeweils eine Länge von  $\lambda/2$  haben, sind entlang einer geordneten Linie in einem gegebenen Intervall bzw. einer gegebenen Mittelpunktsabstand  $P = \lambda$  angeordnet. Die Elemente **11** und **12** sind mittels einer Versorgungsleitung **17** miteinander verbunden, die aus einer Streifenleitung gebildet ist, deren Länge  $\lambda/2$  ist und deren Widerstand im Bereich von  $100 \Omega$  bis  $500 \Omega$  liegt. Die Streifenleitung kann gebildet werden, indem ein aus Messing oder Kupfer gefertigter Draht oder eine aus Messing oder Kupfer gefertigte Platte verwendet wird.

[0026] Um die oben genannte elektrische Länge zu bestimmen, muss keine Kontraktionsrate berücksichtigt werden, insbesondere da keine dielektrischen Substrate vorhanden sind. Folglich kann die Länge der Versorgungsleitung **17** oder der tatsächliche physikalische Abstand R zwischen den Patch-Antennenelementen **11** und **12** auf die Länge L jedes der Elemente **11** und **12** eingestellt werden. Mit anderen Worten, sowohl die Distanz R als auch die Länge L können auf  $\lambda/2$  eingestellt werden.

[0027] Punkte A und B sind auf dem Patch-Antennenelement **12** festgelegt. Da die Seitenkeule der Richtcharakteristik bei Punkt B aus dem Gleichgewicht ist, wird der Punkt A als der Versorgungspunkt angesehen. Wie in [Fig. 1B](#) gezeigt ist, befindet sich bei Punkt A ein Versorgungsstift, wobei ein Abschnitt des Stifts **18**, der in Richtung der Rückseite der Grundplatte **10** hervorragt, zur Korrektur eines Blindwiderstandes mit einem Abgleichsubstrat **19** verbunden ist, und das Abgleichsubstrat **19** ist mit einer Zuleitung **20** verbunden.

[Funktion]

[0028] Wie oben beschrieben sind die Patch-Antennenelemente **11** und **12** der vorliegenden Erfindung auf der Grundplatte **10** aus einem metallischen Material gebildet, und ihre mittleren Abschnitte werden örtlich durch ihre jeweiligen Isolationsabstandshalter **13** und **14** aus kurzen Zylindern gehalten. Die Antennenelemente **11** und **12** sind mit Hilfe der Versorgungsleitung **17** der drahtförmigen oder flachen Streifenleitung so miteinander verbunden, dass die Leitung als in der Luft befindliche Brücke wirkt. Die Länge jedes der Elemente **11** und **12** beträgt  $\lambda/2$ , und sie sind in einem vorbestimmten Intervall (mit einem Mittelpunktsabstand von  $P = \lambda$ ) angeordnet.

[0029] Folglich sind die Elemente der Planar-Array-Antenne, die dielektrische Verluste aufweisen, nur die äußerst kleinen Isolationsabstandshalter **13** und **14**, die die Patch-Antennenelemente **11** und **12** halten. Bei der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird daher die Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$ , die mit dem Antennengewinn in Beziehung steht, "1", was nahe an dem Wert von Luft ist, mit dem Ergebnis, dass die dielektrischen Verluste sehr niedrig sind und der Antennengewinn kaum verringert ist.

[0030] Da sich zwischen den beiden Patch-Antennenelementen **11** und **12** kein Dielektrikum befindet, wird der physikalische Abstand zwischen ihnen nicht durch die Kontraktionsrate aufgrund eines Dielektrikums beeinflusst. Mit anderen Worten, der Abstand  $R$  kann auf eine Länge eingestellt werden, die  $\lambda/2$  entspricht.

[0031] Obwohl eine elektrische Energie als serielle Versorgung den angeordneten Patch-Antennenelementen **11** und **12** zugeführt wird, kann verhindert werden, dass sich die Energieflächen  $S_{11}$  und  $S_{12}$  benachbarter Elemente **11** und **12** überlagern, wenn die Elementlänge und das Elementintervall auf die elektrische Länge von  $\lambda/2$  eingestellt werden, wie es in **Fig. 1C** gezeigt ist. Mit anderen Worten, das ideale Arrayintervall kann gewährleistet werden, so dass der Antennenwirkungsgrad beträchtlich erhöht wird und der maximale Antennengewinn erzielt werden kann.

[0032] In der vorliegenden Erfindung kann der Antennengewinn der zwei Patch-Antennenelemente **11** und **12**, der herkömmlich 8 dBi bis 9 dBi beträgt, auf 12 dBi oder mehr erhöht werden. Wenn die Anzahl von Patch-Antennenelementen mit derselben Struktur erhöht wird, kann der Antennengewinn weiter verbessert werden. Eine nutzbare Bandbreite des VSWR kann stark verbreitert werden.

[0033] **Fig. 2** ist eine Kennlinie, die die VSWR-Charakteristik der Planar-Array-Antenne gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Wie

aus **Fig. 2** ersichtlich ist, ist die Bandbreite  $W_1$ , die herkömmlich 1,5% beträgt, auf 2,9% verbessert, wenn VSWR 1,5 oder weniger beträgt, während die Bandbreite  $W_2$ , die herkömmlich 2,8% beträgt, auf 5,3% verbessert ist, wenn VSWR 1,8 oder weniger beträgt.

[0034] **Fig. 3** ist eine Ansicht eines Sendemusters (Strahlöffnungswinkel: 27,75 Grad) der Richtcharakteristik der E-Ebene (Ebene der elektrischen Feldstärke) der Planar-Array-Antenne gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, während **Fig. 4** eine Ansicht eines Sendemusters (Strahlöffnungswinkel: 61,5 Grad) der Richtcharakteristik der H-Ebene (Ebene des Magnetfeldes) der Planar-Array-Antenne ist. Wie in **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt ist, haben die Richtcharakteristiken sowohl der E- als auch der H-Ebene gute Charakteristiken, die für den praktischen Gebrauch ausreichend sind.

[0035] Die Planar-Array-Antenne der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann vereinfacht und insgesamt miniaturisiert werden. Da ferner die Grundplatte **10** aus metallischem Material als Basis verwendet wird, sind die Materialkosten der Antenne um 10% bis 20% niedriger als die einer herkömmlichen Antenne, die ein Dielektrikum als Basis verwendet. Die Antenne der vorliegenden Erfindung kann daher zu sehr niedrigen Kosten gefertigt werden.

### Patentansprüche

1. Eine Planar-Array-Antenne, mit:
  - einer Grundplatte (**10**), die aus einem metallischen Material gebildet ist;
  - einer Mehrzahl von Patch-Antennenelementen (**11**, **12**), deren mittlere Teile lokal auf der Grundplatte (**10**) gestützt werden, wobei die Patch-Antennenelemente (**11**, **12**) in einem Abstand von  $\lambda$  angeordnet sind, wenn die Wellenlänge der gesendeten/empfangenen Welle  $\lambda$  ist;
  - einer Speiseleitung (**17**), die zwischen den Patch-Antennenelementen (**11**, **12**) Energie einspeist, **dadurch gekennzeichnet**, dass:
    - die Speiseleitung (**17**) aus einer Streifenleitung gebildet ist, die angrenzende Seiten der Patch-Antennenelemente (**11**, **12**) miteinander verbindet, wobei sich die Speiseleitung (**17**) wie eine Brücke zwischen den Patch-Antennenelementen (**11**, **12**) erstreckt und jedes der Patch-Antennenelemente (**11**, **12**) durch einen einzigen Isolationsabstandshalter (**13**, **14**) gestützt wird, der als Zylinder ausgebildet ist; und
    - wobei die Länge jedes der Patch-Antennenelemente (**11**, **12**) auf  $\lambda/2$  eingestellt ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

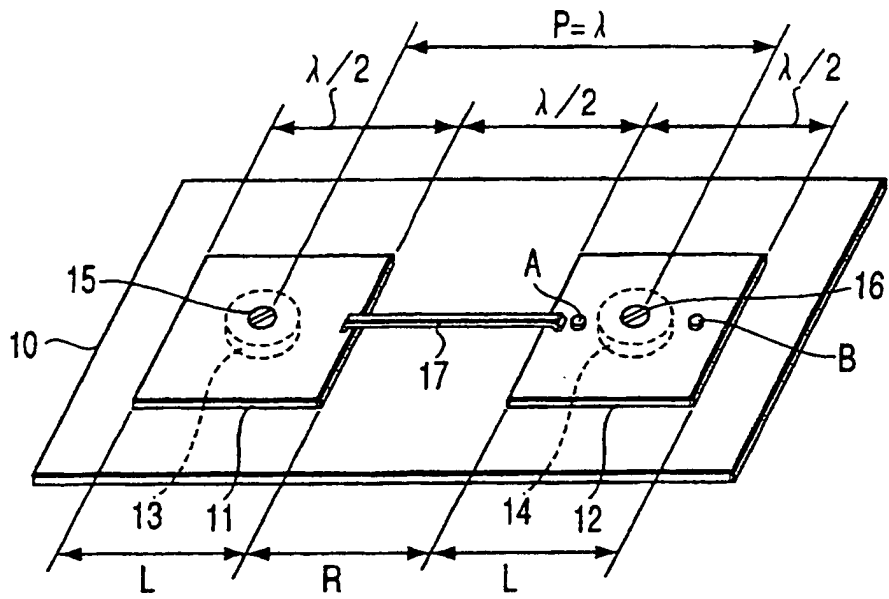


FIG. 1A

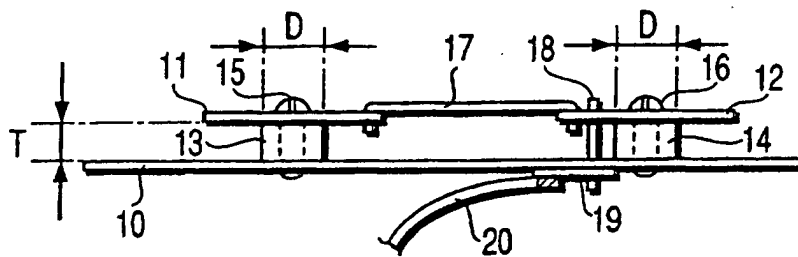


FIG. 1B

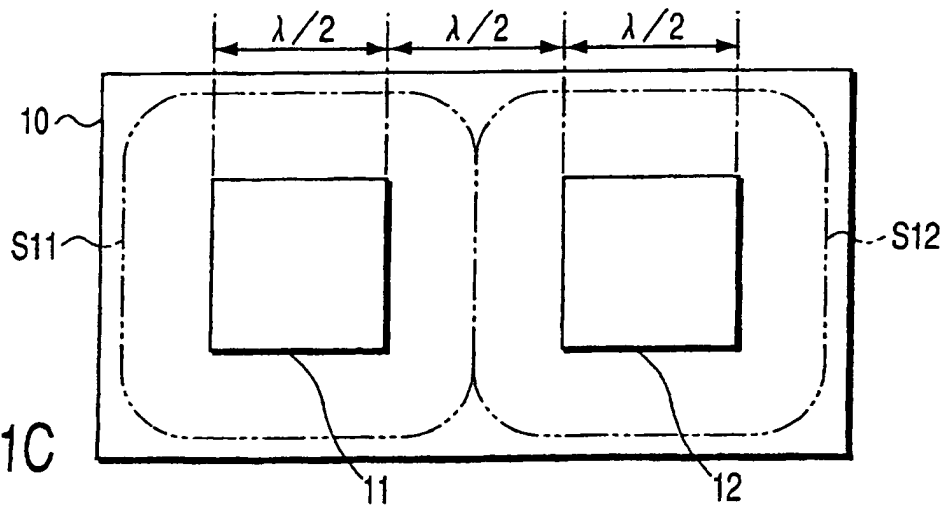


FIG. 1C

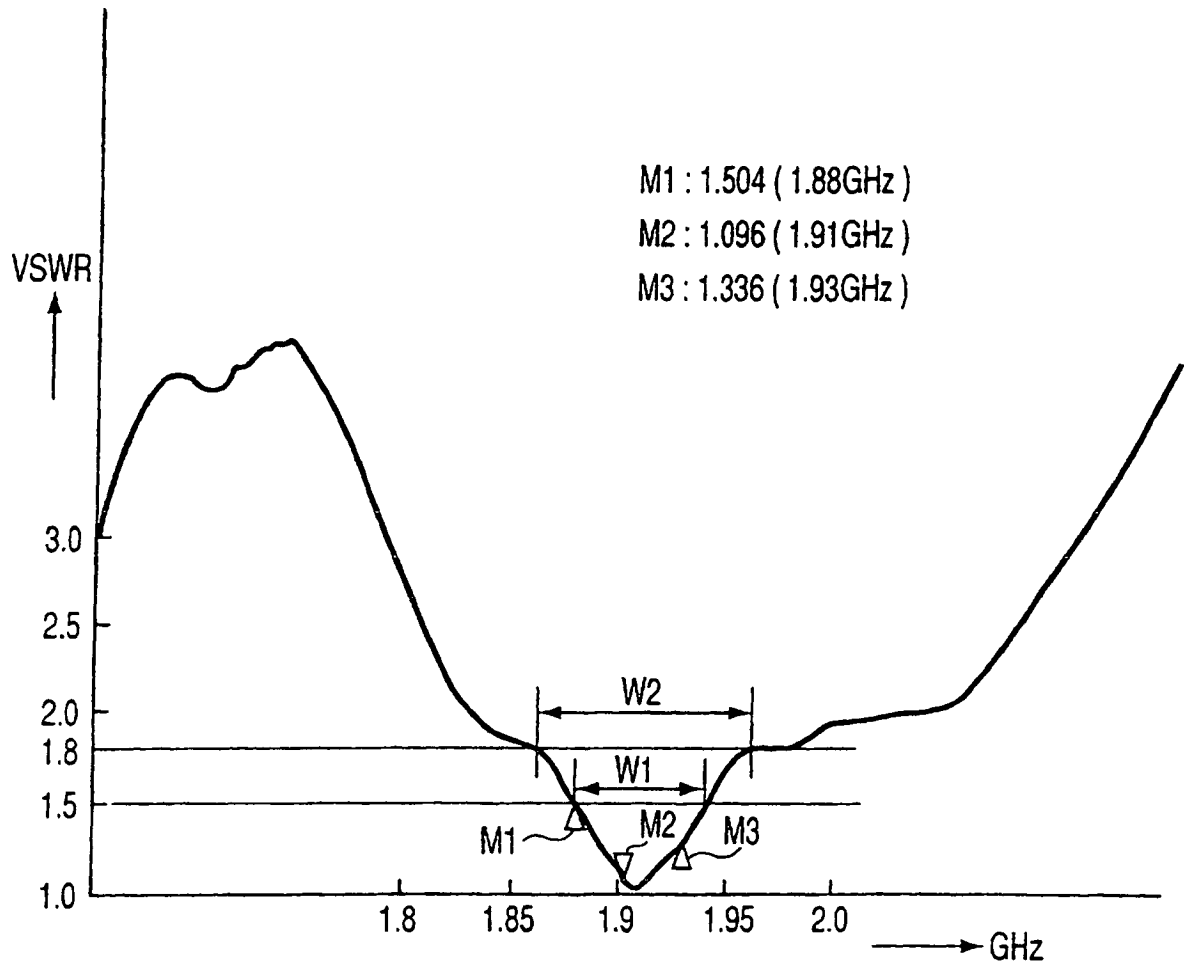


FIG. 2

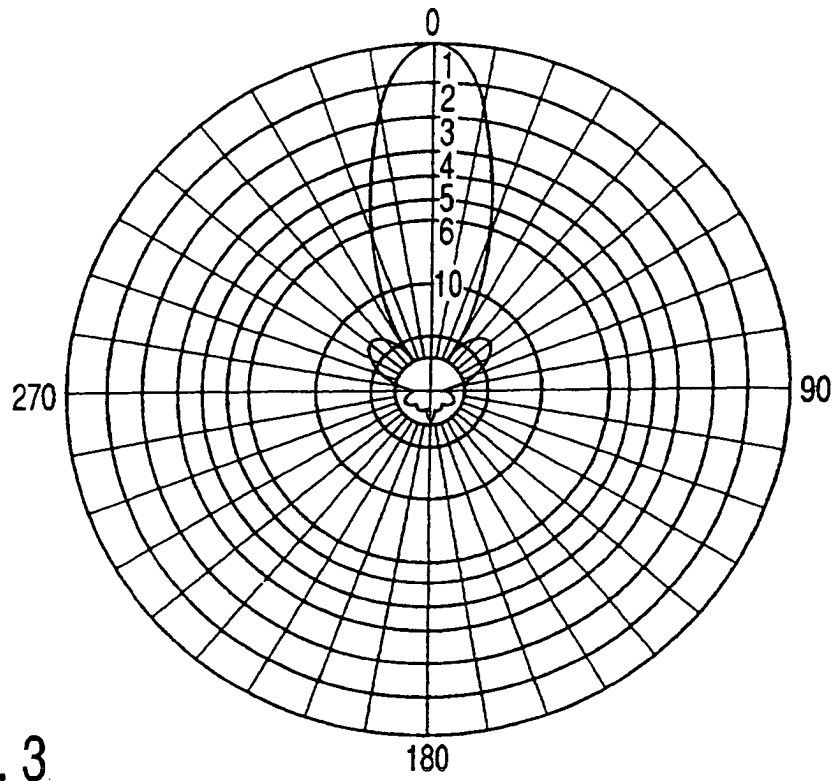


FIG. 3

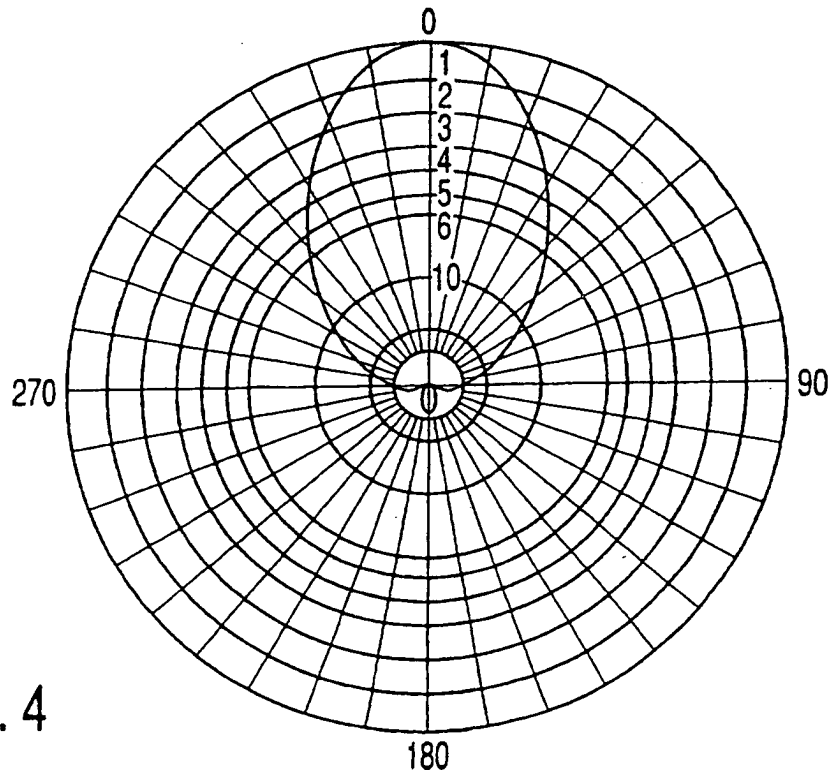


FIG. 4

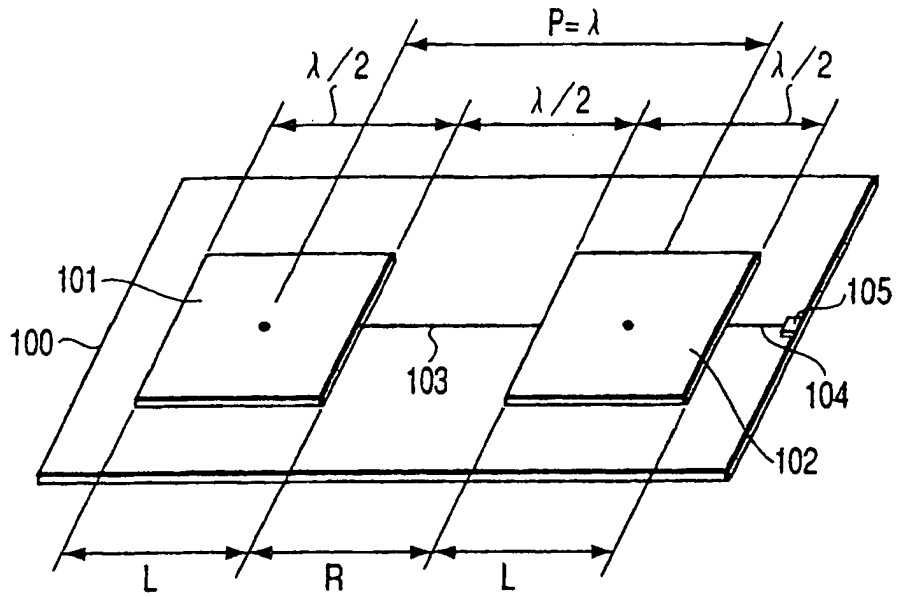


FIG. 5A

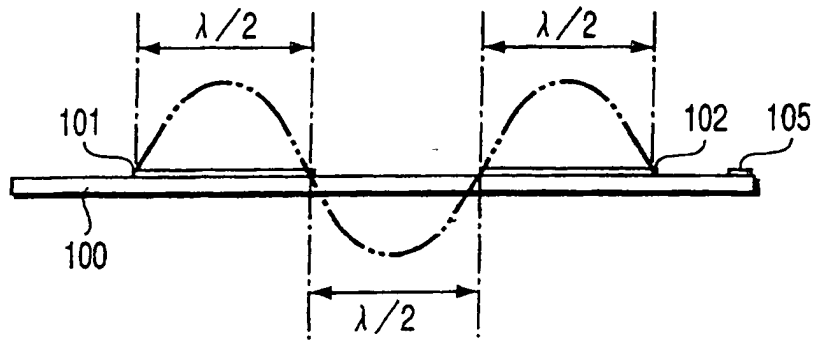


FIG. 5B

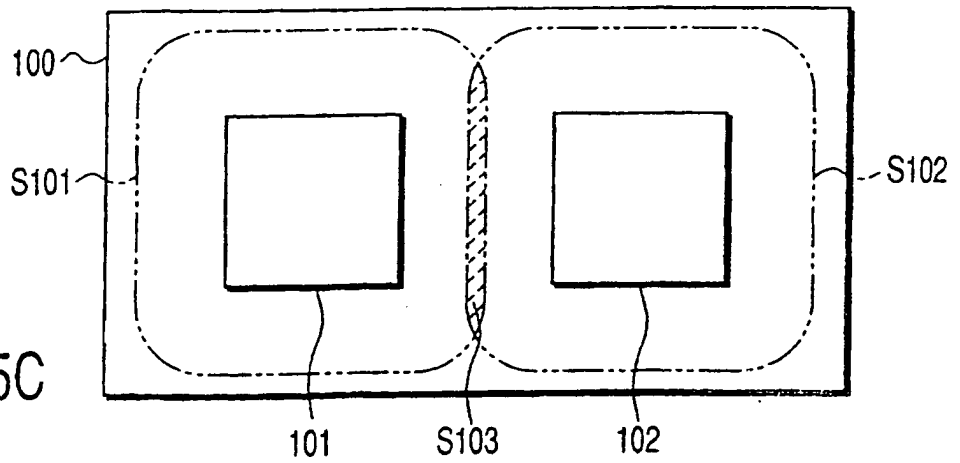


FIG. 5C