

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 502 818 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.10.1997 Patentblatt 1997/40

(51) Int Cl.⁶: **H01Q 9/04**

(21) Anmeldenummer: **92810116.1**

(22) Anmeldetag: **19.02.1992**

(54) **Planare Antenne**

Planar antenna

Antenne plane

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **06.03.1991 CH 680/91**
04.12.1991 CH 3584/91

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.09.1992 Patentblatt 1992/37

(73) Patentinhaber: **HUBER+SUHNER AG**
9100 Herisau (CH)

(72) Erfinder:
• **Hall, Richard C.**
CH-9100 Herisau (CH)
• **Sanford, John R.**
CH-9242 Oberuzwil (CH)
• **Wettstein, Kuno**
CH-9203 Schwellbrunn (CH)
• **Zürcher, Jean-Francois**
CH-1815 Tavel sur Clarens (CH)

(74) Vertreter: **Schick, Carl et al**
Isler & Pedrazzini AG
Patentanwälte
Postfach 6940
8023 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 342 175 **US-A- 4 843 400**

- **ELECTRONICS LETTERS** Nr. 23, 10. November 1988, Stevenage, Herts., GB, SS 1433-1435;
ZÜRCHER: 'The SSFIP: A Global concept for high-performance broadband planar antennas'
- **6es Journées Nationales Microondes**
Montpellier, 21-22-23 Juin 1989 Papiernik et al.:
"ANTENNES MICRORUBANS A LARGE BANDE ALIMENTÉES PAR OUVERTURE", SS 113-114
- **1990 INTERNATIONAL SYMPOSIUM DIGEST ANTENNAS AND PROPAGATION, I.E.E.E Bd. III**, 7. Mai 1990, Dallas, TX, U.S.A, SS 1154-1157;
LITVA ET AL.: 'Design study of an integrated array architecture'

EP 0 502 818 B1

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).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine planare Antenne, die eine Grundplatte, ein Anspeisernetzwerk mit mindestens einem Streifenleiter, eine Strahlungsplatte mit mindestens einer Koppelöffnung, eine Trägerplatte mit mindestens einem Patch und zwei dielektrische Schichten umfasst.

Eine solche planare Antenne ist beispielsweise aus der EP-A3-0 342 175 bekannt. Diese Antenne weist Strahlungselemente auf, die mit metallisierten Streifen gleicher Länge versehen sind, um die Kreuzkopplung zwischen den Arrays zu minimieren. Bei dieser Antenne sind die Koppelöffnungen U-förmig oder im Grenzfall jeweils auch zwei parallele Schlitzte ausgebildet.

Es sind ferner Mikrostrip-Richtstrahlantennen bekannt, die neben wesentlichen Vorteilen bezüglich Abmessungen, Einfachheit in der Herstellung und Kompatibilität mit gedruckten Schaltungskreisen auch eine Anzahl Nachteile, wie z.B. eine schmale Bandbreite und einen niedrigen Wirkungsgrad aufweisen. Die verwendete Herstellungstechnologie genügt vielfach den erforderlichen Umweltspezifikationen nicht, so dass diese Antennenart bisher nur in beschränktem Rahmen eingesetzt wurde.

In der EP-A-0 253'128 ist eine planare Hängeleiter-Antennenanordnung beschrieben, die aufeinanderliegende Substrate zwischen einem Paar leitender Platten umfasst. Jede Platte weist beabstandete Öffnungen auf, die Strahlungselemente definieren. Eine Anzahl Öffnungen besitzen wenigstens eine Erregersonde auf dem Substrat. Mittels Leiterfolien werden die mit diesen Erregersonden empfangenen Signale phasengleich auf einen Hängeleiter geführt. Um die Öffnungen herum sind Halter für das Substrat angeordnet. Damit wird das Substrat gleichmässig gestützt und kann sich nicht verformen. Eine breite Nutenpartie befindet sich auf den Leiterplatten zwischen jeweils benachbarten Öffnungen, in der eine Anzahl Hängeleiter parallel zueinander angeformt sind.

Diese Antennenart ist für Hochfrequenz-Satellitensendungen vorgesehen. Durch den einfachen Aufbau bedingt, können Herstellungskosten bei hohen Leistungskennwerten gesenkt werden.

Bei einer derart aufgebauten Antenne ist die Strahlungscharakteristik nur keulenartig, wie es beispielsweise bei Parabolantennen aus der Radartechnik bekannt ist.

Ähnliche Methoden beschreibt ein Aufsatz in "Electromagnetics" 1989 Vol. 9, Seiten 385-393. Darin wird eine weitergehende Entwicklung beschrieben, nämlich eine Antenne, die als Streifen-Schlitz-Schaumeinlage mit invertierten Flecken aufgebaut ist (im englischen Sprachgebiet "Strip-slot-foam-inverted patch" genannt, mit der Abkürzung SSFIP).

Diese SSFIP-Antenne umfasst mehrere aufeinandergelegte Schichten, nämlich einen Mikrostrip (S-Strip) mit Viertelwellenstichleitung, eine Grundfläche

mit Schlitzten (S=Slot), eine Schaumstoffschicht (F=Foam) mit geringer Dämpfung und niedriger Dielektrizitätskonstanten und schliesslich ein invertiertes strahlendes Antennenelement (IP=inverted patch) als auf eine Abdeckung gedruckte Flecke. Ein Vorteil dieser Antennenart ist die einfache Realisation von zirkularer Polarisierung oder die Möglichkeit, zwei Polarisierungen gleichzeitig zu betreiben.

Bei diesem Aufbau verhindert die Schaumstoffschicht eine Oberflächen-Wellenausbreitung und vergrössert die Bandbreite.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin, eine solche SSFIP-Antenne zu verbessern, wobei der Zusammenbau eine einfachere und billigere Materialwahl erlauben soll.

Erfindungsgemäss wird dies mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 1 erreicht.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittszeichnung durch eine Antenne nach der Erfindung,

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf das Fleckenmuster,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer schmetterlingsförmigen Koppelöffnung,

Fig. 4 zwei Beispiele von Impedanzanpassungen des Streifenleiternetzwerkes an die Koppelöffnungen,

Fig. 5 eine typische Form eines breitbandig angepassten, geschlitzten Fleckens,

Fig. 6 die vertikale Ausbreitungscharakteristik bei unkorrigierter Abstrahlung,

Fig. 7 die vertikale Ausbreitungscharakteristik bei korrigierter Abstrahlung,

Fig. 8 eine Draufsicht auf eine Ausführung der Schicht eines Koppelnetzwerkes mit schlitzartigen Öffnungen, und

Fig. 9 eine Draufsicht auf eine Ausführung der Schicht eines Verteilnetzwerkes.

Die Antenne umfasst gemäss dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 eine Trägerplatte 1, vorzugsweise aus Glas oder einem Faserverbundwerkstoff, auf der wenigstens ein Strahlungselement 11 als invertiertes strahlendes Antennenelement aufgedampft oder durch ein Druckverfahren aufgebracht ist. Derartige planare Strahlungselemente 11 werden auch Flecken oder Patches genannt. Bei der bekannten Anordnung gemäss dem vorgenannten Aufsatz in "Electromagnetics" 1989,

Vol. 9, Seiten 385-393, liegt hinter diesen invertierten Strahlungsflecken eine Schaumstoffeinlage. Es hat sich aber gezeigt, dass die Oberflächen-Wellenausbreitung nicht in dem erwarteten Mass auftritt, wodurch diese Schicht weggelassen werden kann. Durch das Weglassen dieser Schicht kann die nachfolgende Schlitzstrahlungsschicht näher zur Ebene der invertierten Strahlungsflecken gelegt werden. Demgegenüber sieht nun die Ausführungsform nach der Erfindung vor, zwischen einer metallischen Schicht 2 mit Strahlungsöffnungen 21 und einem Streifenleiternetzwerk 22 einerseits und zwischen letzterem und einer aus Metall oder aus auf einen Träger aufgebracht Metallschicht bestehenden Grundplatte 3 je eine Schaumschicht 23, 24 einzubringen. Als geschäumtes Material eignet sich Polystyrol, Polypropylen oder Polyamid.

Jedenfalls soll die Schaumschicht nicht nur eine niedrige Dichte, sondern auch eine niedrige Dielektrizitätskonstante haben.

Die beiden Schaumstoffschichten 23, 24 sind vorzugsweise ungleich dick. Die jeweils dünnere Schicht 23 ist dabei koppelseitig und die dickere Schicht 24 ist zwischen dem Streifenleiternetzwerk 22 und der Grundplatte 3 angeordnet.

Die Trägerplatte 1 ist einerseits Abschluss gegen die Umwelt und trägt auf der Innenseite die elektrisch leitenden Flecken, die gemäss Fig. 2 z.B. quadratisch ausgebildet und mit regelmässigen Abständen voneinander angeordnet sein können. Diese elektrisch leitenden Flecken können aus aufgedampftem, aufgeklebtem oder aufgedrucktem Metall bestehen. Das Koppelnetzwerk 2 (Fig. 8) hat jedem Flecken 11 gegenüberliegend eine schlitzartige Oeffnung (Koppelschlitz) in der metallischen Schicht. Diese Schicht 2 liegt auf der Schaumstoffschicht 23. Auf der Rückseite dieser Schicht 23 (Fig. 9) befindet sich das Verteilnetzwerk 22, mit dem die Durchstrahlungsfähigkeit der Koppelschlitz 21 gesteuert wird. Die dazu benötigten elektrischen Leitungen 22 befinden sich rückseitig der Schaumstoffschicht 23. Die Grundplatte 3 bildet einen Abschluss gegen die Umwelt. Sie besteht aus Metall oder ist als metallischer Reflektor ausgebildet.

Die Erfindung kann drei weitere Modifikationen gegenüber der SSFIP-Technologie aufweisen, welche hauptsächlich zur Vergrösserung der Bandbreite bzw. zur Verkleinerung des Reflexionsfaktors beitragen:

A. Die Oeffnungen 21 in der Strahlungsplatte 2 können nicht nur schlitzförmig, sondern auch H- und schmetterlingsförmig (Fig. 3) sein.

B. Die Stichleitungen (unter den Oeffnungen 21) im Verteilnetzwerk 22 sind impedanzmässig angepasst. Zwei Formen von solchen integral angepassten Streifenleiternetzwerken sind in Fig. 4 dargestellt.

C. Die Form der Strahlungselemente (Flecken 11)

kann quadratisch, rund, rechteckig, kreuzförmig sein oder eine Reihe von gleich- oder ungleichlangen Streifen verschiedener Breite aufweisen. Ein typischer Flecken 11 in Streifenform ist in Fig. 5 dargestellt. Die Länge der verschiedenen Segmente 111 eines Fleckens 11 ist so abgestimmt, dass das Frequenzband von jedem Segment einen Teil des gewünschten gesamtfrequenzbandes überdeckt.

Im Gegensatz zu der eingangs erwähnten Veröffentlichung "Electromagnetics" bestehen die Substrate nicht mehr ausschliesslich aus Teflon® oder Keramik, sondern aus kostengünstigeren Materialien. Die Schicht 1 besteht z.B. aus einfach entsorgbarem Glas. Das Glas als Abschluss gegen die Umwelt hat den grossen Vorteil, dass es widerstandsfähig gegen sämtliche schädlichen Umwelteinflüsse ist und sich, wenn nötig, leicht reinigen lässt. Auch liesse sich eine solcherart gebaute Antenne leicht und einfach in Fassaden von Hochbauten integrieren. Das Koppelnetzwerk liegt zwischen geschäumtem Material und Luft und wird in diesem Fall mit Abstandhaltern gegenüber der Schicht 1 in Position gehalten.

Die Antenne kann aus einem oder mehreren Elementen (Flecken, Patches) aufgebaut sein. Mehrere Elemente können entweder in einer Kolonne oder in mehreren nebeneinanderliegenden Kolonnen angeordnet sein.

Die übliche vertikale Abstrahlungscharakteristik gemäss Fig. 6 zeigt zwischen den einzelnen Keulen 40, 42 ausgeprägte Nullstellen 41. Die Ansteuerung der Koppelschlitz 21 durch das Verteilnetzwerk 22 erlaubt eine homogene Ausleuchtung des zu bestrahlenden Gebietes. Mit der bisherigen Antennentechnik war es auch bei den eingangs erläuterten Beispielen üblich, dass die Hauptstrahlungsrichtung senkrecht auf der Antennenebene stand, so dass für eine Ausleuchtung gemäss Fig. 6 diese Antennenebene geneigt montiert werden musste.

Der vorgeschlagene Aufbau der Antenne erlaubt nun, die Hauptstrahlungsrichtung elektrisch wenigstens in einem beschränkten Bereich auszurichten, so dass die Antennenebene unabhängig von der Hauptstrahlungsrichtung aufgestellt werden kann, wie Fig. 7 deutlich zeigt. Damit kann die Antenne auf senkrechte Mauern von Hochbauten montiert werden. Neben der zweckmässig geformten Hauptkeule 44 (Fig. 7) könnte beispielsweise ein Nebenzüpfel 45 derart gerichtet und verstärkt werden, dass auch ein abgelegenes Gebiet, das von der Hauptkeule 44 nicht bestrahlt ist, ausgeleuchtet werden kann. Neben der Erzeugung einer optimierten vertikalen Abstrahlcharakteristik kann auch die horizontale Abstrahlungsrichtung in einem ca. +/- 30° beliebigen Winkel gegenüber der Senkrechten der Antennenebene erzeugt werden. Ebenfalls ist auch in der horizontalen Ebene mehr als eine beliebige Abstrahlungsrichtung möglich.

Während bisher Antennen mit einer Fläche bis etwa

30 cm auf 30 cm infolge der Beschränkung durch Kosten, Technologie und Herstellungsverfahren gebaut wurden, die sich vor allem für den Empfang mit Satelliten für Musikübertragung eignen, können mit der vorgeschlagenen Bauart flache Antennen von 3 - 4 cm Dicke mit fast jeder beliebigen Dimension gebaut werden. Die einzigen Beschränkungen liegen einerseits in der erhältlichen Glasfläche und andererseits in der durch Siebdruck bedruckbaren Fläche.

Im Beispiel gemäss Fig. 2 sind die Flecken (Patch) quadratisch gezeichnet. Es ist aber für jeden Fachmann klar, dass auch andere geometrische Formen als Flecken möglich sind, wie beispielsweise Kreisflächen, Ellipsen oder Rechtecke oder nebeneinanderliegende Streifen.

Patentansprüche

1. Planare Antenne mit einem oder mehreren Antennenelementen, umfassend in der angegebenen Reihenfolge:

a) eine Grundplatte (3), die einen ersten Abschluss gegen die Umwelt bildet,

b) eine erste dielektrische Schicht (24),

c) ein Anspeisenetzwerk (22), das einen oder mehrere elektrische Streifenleiter aufweist,

d) eine zweite dielektrischen Schicht (23),

e) eine Strahlungsplatte (2) mit einer oder mehreren Koppelöffnungen (21),

f) ein oder mehrere Strahlungselemente (11) (Patches), die jeweils in einem Abstand gegenüber einer der Koppelöffnungen (21) angeordnet sind,

g) ein Trägerelement (1), das einen zweiten Abschluss gegen die Umwelt bildet, und

h) wobei die Koppelöffnungen (21) schmetterlingsförmig oder H-förmig ausgebildet sind.

2. Planare Antenne nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Bauart als flache Antenne mit einer Dicke im Bereich von 3-4 cm.

3. Planare Antenne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass diese Strahlungselemente eine Reihe von ungleichlangen Streifen aufweisen, deren Länge so abgestimmt ist, dass jeder Streifen einen Teil des gewünschten Frequenzbandes überdeckt.

4. Planare Antenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Strahlungselement zwei Streifen umfasst, von denen der eine länger und schmaler als der andere ist.

5. Planare Antenne nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Strahlungselement (11) geschlitzt ist.

6. Planare Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerelement (1) aus Glas oder einem Faserverbundwerkstoff besteht.

7. Planare Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass diese erste Schicht (24) aus Schaumstoff besteht oder eine niedrige Dielektrizitätskonstante aufweist.

8. Planare Antenne nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaumstoff Polystyrol, Polypropylen oder Polyamid ist.

9. Planare Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass diese zweite Schicht (23) zwischen den Koppelöffnungen (21) und dem Anspeisenetzwerk (22) dünner als die erste Schicht (24) ist.

10. Planare Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Streifenleiter des Anspeisenetzwerks (22) Stichleitungen aufweisen, die sich unter den Koppelöffnungen (21) befinden und impedanzmässig angepasst sind.

11. Planare Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungselemente (Patches) auf dem Trägerelement (1) aufgebracht sind, und dass die Grundplatte (3) eine metallische Schicht aufweist.

Claims

1. Planar antenna having one or more antenna elements, comprising in the stated sequence:

a) a base plate (3) which forms a first termination to the environment,

b) a first dielectric layer (24),

c) a feed network (22) which has one or more electrical striplines,

d) a second dielectric layer (23),

e) a radiating plate (2) having one or more coupling openings (21),

f) one or more radiating elements (11) (patches) which are each arranged at a distance from one of the coupling openings (21).

g) a support element (1) which forms a second termination to the environment, and
h) the coupling openings (21) being designed in a butterfly-shape or in an H-shape

2. Planar antenna according to Claim 1, characterized by a design as a flat antenna having a thickness in the range from 3 to 4 cm.

3. Planar antenna according to Claim 1 or 2, characterized in that these radiating elements have a row of strips of unequal length, whose length is trimmed such that each strip covers part of the desired frequency band.

4. Planar antenna according to Claim 3, characterized in that the radiating element comprises two strips, one of which is longer and narrower than the other.

5. Planar antenna according to Claim 3 or 4, characterized in that the radiating element (11) is slotted.

6. Planar antenna according to one of Claims 1 to 5, characterized in that the support element (1) is composed of glass or of a fibre-composite material.

7. Planar antenna according to one of Claims 1 to 6, characterized in that this first layer (24) is composed of foam material or has a low dielectric constant.

8. Planar antenna according to Claim 7, characterized in that the foam is polystyrene, polypropylene or polyamide.

9. Planar antenna according to one of Claims 1 to 8, characterized in that this second layer (23) is thinner than the first layer (24) between the coupling openings (21) and the feed network (22).

10. Planar antenna according to one of Claims 1 to 9, characterized in that the striplines of the feed network (22) have spur lines which are located under the coupling openings (21) and whose impedances are matched.

11. Planar antenna according to one of Claims 1 to 10, characterized in that the radiating elements (patches) are fitted on the support element (1), and in that the base plate (3) has a metallic layer.

Revendications

1. Antenne plane comportant un ou plusieurs éléments d'antenne, comprenant dans la succession indiquée :

a) une plaque de base (3), qui forme une pre-

mière fermeture vis-à-vis de l'environnement,
b) une première couche diélectrique (24),
c) un réseau d'alimentation (22), qui comporte un ou plusieurs conducteurs électriques en forme de rubans,
d) une seconde couche diélectrique (23),
e) une plaque d'irradiation (2) comportant une ou plusieurs ouvertures de couplage (22),
f) un ou plusieurs éléments rayonnants (11) (Patches), qui sont disposés respectivement à une distance de l'une des ouvertures de couplage (21),
g) un élément de support (1), qui forme une seconde fermeture vis-à-vis de l'environnement, et
h) les ouvertures de couplage (21) étant agencées avec une forme de papillon ou une forme de H.

2. Antenne plate selon la revendication 1, caractérisée par une réalisation en forme d'antenne plate possédant une épaisseur dans la gamme de 3-4 cm.

3. Antenne plate selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que des éléments rayonnants possèdent une série de bandes ayant des longueurs différentes et dont la longueur est réglée de telle sorte que chaque bande recouvre une partie de la bande de fréquences désirée.

4. Antenne plate selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'élément rayonnant comporte deux bandes, dont l'une est plus longue et l'autre est plus petite.

5. Antenne plate selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que l'élément rayonnant (11) est fendu.

6. Antenne plate selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que l'élément de support (1) est réalisé en verre ou en un matériau composite renforcé par des fibres.

7. Antenne plate selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que cette première couche (24) est formée d'un matériau mousse ou possède une faible constante diélectrique.

8. Antenne plate selon la revendication 7, caractérisée en ce que le matériau mousse est du polystyrène, du polypropylène ou du polyamide.

9. Antenne plate selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que cette seconde couche (23) est plus mince que la première couche (24), entre les ouvertures de couplage (21) et le réseau d'ali-

mentation (22).

10. Antenne place selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que les conducteurs en forme de bandes du réseau d'alimentation (22) comportent des lignes de dérivation qui sont situées au-dessous des ouvertures de couplage (21) et sont adaptées du point de vue impédance. 5
11. Antenne plate selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que les éléments rayonnants (Patches) sont disposés sur l'élément de support (1), et que la plaque de base (3) possède une couche métallique. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

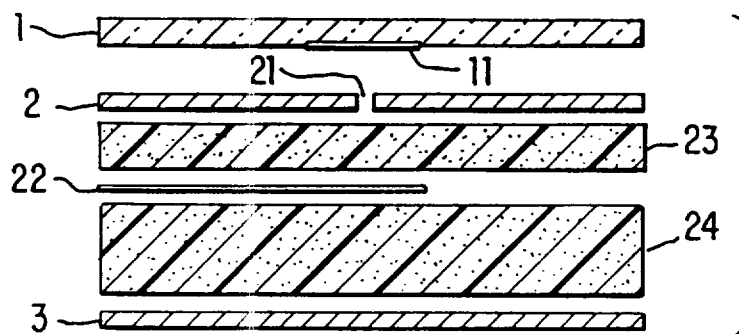


FIG. 1

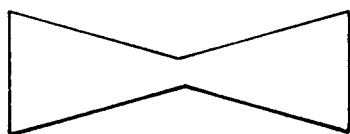


FIG. 3

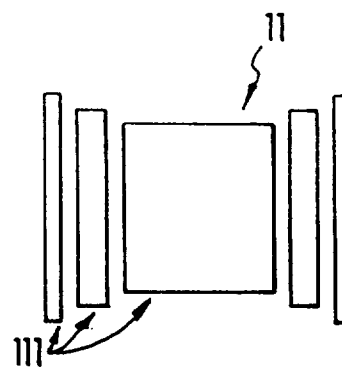


FIG. 5

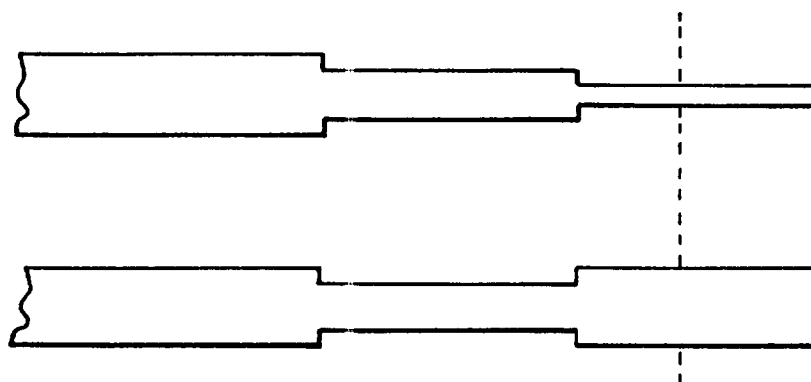


FIG. 4

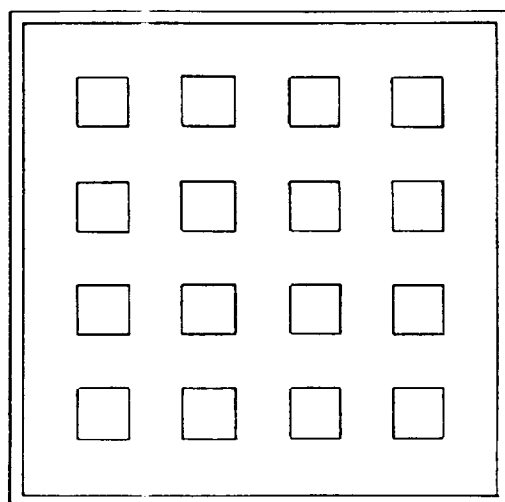


FIG. 2

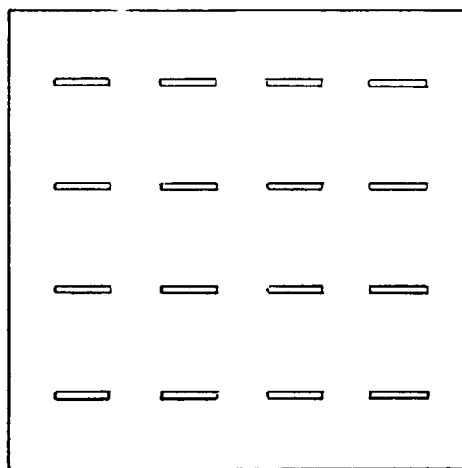


FIG. 8

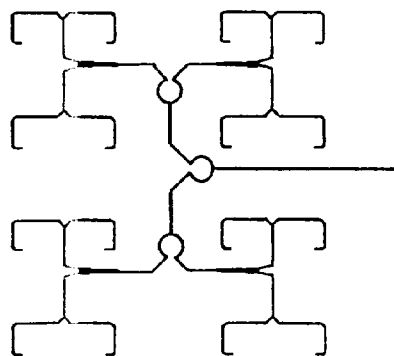


FIG. 9

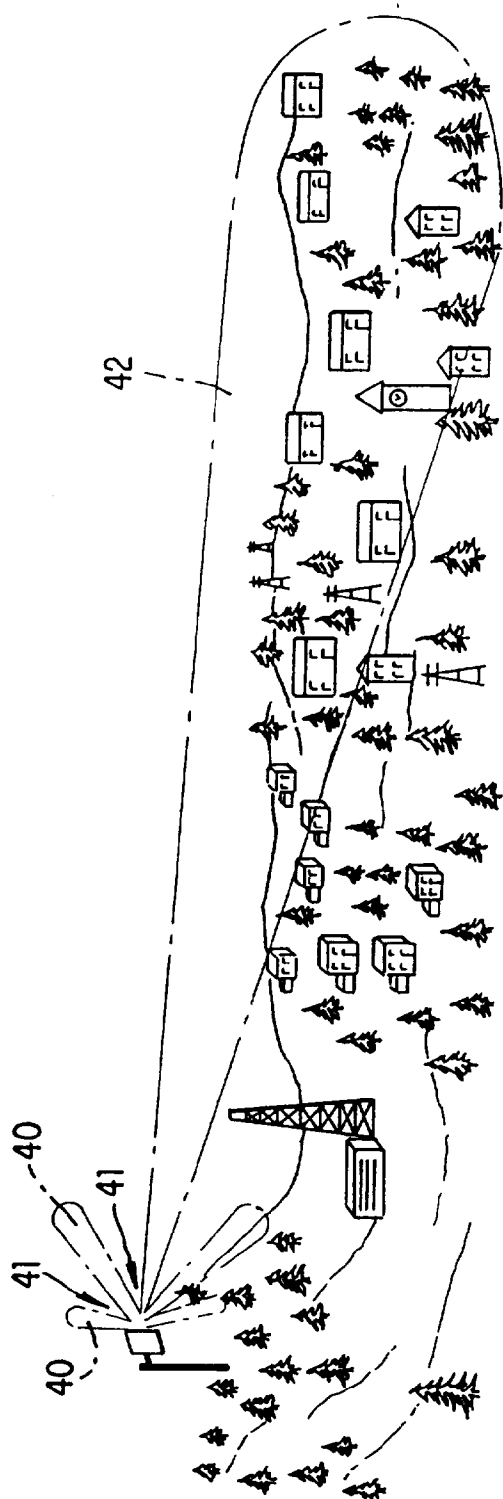


FIG. 6

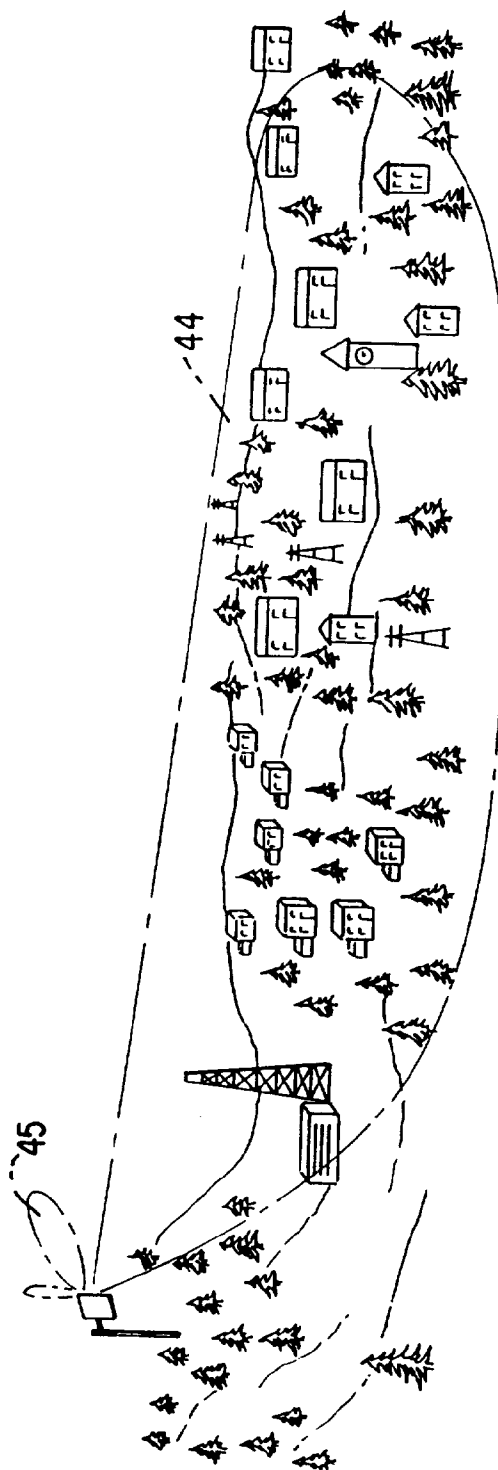


FIG. 7