

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5952233号
(P5952233)

(45) 発行日 平成28年7月13日 (2016. 7. 13)

(24) 登録日 平成28年6月17日 (2016. 6. 17)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 Q 13/08 (2006. 01)	HO 1 Q 13/08
HO 1 Q 21/10 (2006. 01)	HO 1 Q 21/10
HO 1 Q 3/44 (2006. 01)	HO 1 Q 3/44

請求項の数 11 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2013-155661 (P2013-155661)	(73) 特許権者	000004695
(22) 出願日	平成25年7月26日 (2013. 7. 26)		株式会社日本自動車部品総合研究所
(65) 公開番号	特開2014-168222 (P2014-168222A)		愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地
(43) 公開日	平成26年9月11日 (2014. 9. 11)	(73) 特許権者	000004260
審査請求日	平成27年9月14日 (2015. 9. 14)		株式会社デンソー
(31) 優先権主張番号	特願2013-15939 (P2013-15939)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(32) 優先日	平成25年1月30日 (2013. 1. 30)	(74) 代理人	110000578
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		名古屋国際特許業務法人
		(72) 発明者	川口 和司
			愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式
			会社日本自動車部品総合研究所内
		(72) 発明者	杉本 勇次
			愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式
			会社日本自動車部品総合研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

誘電体基板 (2) と、

前記誘電体基板上に形成されるパッチアンテナであって、給電が行われる少なくとも 1 つのパッチ放射素子 (6 ~ 9) を有し、前記誘電体基板の板面における所定方向を主偏波方向とするパッチアンテナ (5) と、

前記誘電体基板の前記パッチアンテナが形成される面における、前記誘電体基板の前記主偏波方向の両端部のうち少なくとも一方の端部と前記パッチアンテナとの間に設けられる、少なくとも 1 つの第 1 の無給電素子 (2 1 , 2 4 , 5 1 a ~ 5 1 d , 5 2 a ~ 5 2 d , 5 3 a ~ 5 3 d , 5 4 a ~ 5 4 d , 9 1 , 9 4 , 1 1 1) と、

を備え、

前記第 1 の無給電素子には、その第 1 の無給電素子が外部からの電界によって励振されることにより生じる電気エネルギーを消費するためのエネルギー消費部材 (2 2 , 2 5 , 6 5 , 7 2 , 7 7 , 9 2 , 9 5 , 1 1 2) が設けられている

ことを特徴とするアンテナ装置 (1 , 3 0 , 4 0 , 8 0 , 1 0 0) 。

【請求項 2】

誘電体基板 (2) と、

前記誘電体基板上に形成されるパッチアンテナであって、給電が行われる少なくとも 1 つのパッチ放射素子 (6 ~ 9) を有し、前記誘電体基板の板面における所定方向を主偏波方向とするパッチアンテナ (5) と、

前記誘電体基板の前記パッチアンテナが形成される面における、前記誘電体基板の前記主偏波方向の両端部のうち少なくとも一方の端部と前記パッチアンテナとの間に設けられる、少なくとも1つの第1の無給電素子(51a~51d, 52a~52d, 53a~53d, 54a~54d)と、

を備え、

前記誘電体基板の前記パッチアンテナが形成される面における、前記誘電体基板の前記主偏波方向の両端部のうち少なくとも一方の端部と前記パッチアンテナの間には、前記主偏波方向に所定の素子配置間隔で配置された複数の前記第1の無給電素子を有するアレー部(51, 52, 53, 54)が、少なくとも1つ設けられており、

前記アレー部が有する複数の前記第1の無給電素子が互いに接続部材(56~59, 61~63)により接続されており、

前記接続部材における所定の位置に、前記アレー部が有する複数の前記第1の無給電素子が外部からの電界によって励振されることにより生じる電気エネルギーを消費するため

のエネルギー消費部材(65, 72, 77)が設けられている

ことを特徴とするアンテナ装置(40)。

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載のアンテナ装置であって、

前記第1の無給電素子は、前記パッチアンテナの動作周波数を含む所定の周波数範囲内の周波数で共振するよう構成されている

ことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項4】

請求項1~請求項3の何れか1項に記載のアンテナ装置であって、

前記エネルギー消費部材は、対応する前記第1の無給電素子と高周波的に接続された第2の無給電素子(22, 25, 72, 92, 95)である

ことを特徴とするアンテナ装置(1, 30, 80)。

【請求項5】

請求項4に記載のアンテナ装置であって、

前記第2の無給電素子は、前記周波数範囲内の周波数で共振し、その共振時の主偏波成分の方向が前記主偏波方向とは異なる方向となるように構成されている

ことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項6】

請求項4又は請求項5に記載のアンテナ装置であって、

前記第2の無給電素子と対応する前記第1の無給電素子とは、前記誘電体基板上に形成されたマイクロストリップ線路(23, 26, 56~59, 61~63, 93, 96)により接続されている

ことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項7】

請求項1~請求項3の何れか1項に記載のアンテナ装置であって、

前記エネルギー消費部材は、対応する前記第1の無給電素子と電氣的に接続され、前記電気エネルギーを消費させるための抵抗素子(77, 112)を有する抵抗回路(77, 112, 3)である

ことを特徴とするアンテナ装置(100)。

【請求項8】

請求項7に記載のアンテナ装置であって、

前記抵抗素子はチップ抵抗(77, 112)であることを特徴とするアンテナ装置。

【請求項9】

請求項1~請求項3の何れか1項に記載のアンテナ装置であって、

前記エネルギー消費部材は、対応する前記第1の無給電素子と高周波的に接続された伝送線路(65)である

ことを特徴とするアンテナ装置。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

請求項 1 ~ 請求項 9 の何れか 1 項に記載のアンテナ装置であって、
前記第 1 の無給電素子は、前記共振時の主偏波成分の方向が前記主偏波方向と略同じである
ことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 請求項 10 の何れか 1 項に記載のアンテナ装置であって、
前記第 1 の無給電素子は、前記誘電体基板の前記パッチアンテナが形成される面における、前記誘電体基板の前記主偏波方向の両端部と前記パッチアンテナとの間にそれぞれ少なくとも 1 つずつ設けられている
ことを特徴とするアンテナ装置。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、パッチアンテナを有するアンテナ装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

誘電体基板上に形成されたパッチアンテナは、例えば車両や航空機などの移動体においてその周囲を監視するレーダなどに用いられている。パッチアンテナは、誘電体基板上にパッチ放射素子（パッチ状の導体）が形成されてなる構成が一般的である。また、誘電体基板におけるパッチ放射素子が形成される面（以下「表面」という）とは反対側の面（以下「裏面」という）には、一般に、地板として機能する導体部が形成される。更に、誘電体基板の表面にもパッチ放射素子とは別に基板端部まで導体部が広く形成されることもある。

20

【0003】

このような構成のパッチアンテナにおいては、パッチアンテナが動作すると、パッチ放射素子と上記導体部との間に形成される電界に起因して上記導体部に表面電流が流れ、その表面電流が基板端部まで伝わって、基板端部（上記導体部の端部）からの放射が生じる。この表面電流による基板端部からの放射は、パッチアンテナの性能に影響を及ぼす不要な放射となる。すなわち、この端部からの放射によって、パッチアンテナの指向性が乱れてしまう。

30

【0004】

これに対し、特許文献 1 には、基板上の導体部に流れる表面電流を抑える技術が開示されている。具体的には、誘電体基板の表面における、パッチ放射素子の周囲のほぼ全面に複数の導電性パッチを形成する。各導電性パッチはそれぞれ、導電パイアによって誘電体基板の裏面の地板と導通させる。このように複数の導電性パッチを設けることで、地板端部への表面電流の伝搬が抑制される。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

40

【特許文献 1】特表 2002 - 510886 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかし、特許文献 1 に記載の技術では、表面電流の伝搬を抑制するために、基板表面のほぼ全面に複数の導電性パッチを形成する必要がある、且つその導電性パッチの一つ一つを導電パイアによって下層の地板に導通させる必要がある。そのため、構成が非常に複雑になり、設計も複雑化し、低コストで実現することが困難である。

【0007】

しかも、複数の導電パイアが誘電体基板を貫通するように形成されるため、基板内部の

50

中間層や基板裏面に伝送線路や高周波部品を搭載しようとしてもその自由度が制限される。つまり、パッチアンテナを含むアンテナ装置全体の設計の自由度、各種伝送線路や高周波部品等の搭載の自由度が制限されてしまう。

【 0 0 0 8 】

本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、表面電流に起因する指向性の乱れを簡素な構成で抑制できるようにし、もって指向性の乱れの抑制と設計自由度の向上との両立を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記課題を解決するためになされた本発明のアンテナ装置は、誘電体基板と、その誘電体基板上に形成されるパッチアンテナと、誘電体基板におけるパッチアンテナが形成される面に設けられる少なくとも1つの第1の無給電素子とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

パッチアンテナは、給電が行われる少なくとも1つのパッチ放射素子を有し、誘電体基板の板面における所定方向を主偏波方向とする。第1の無給電素子は、誘電体基板における主偏波方向の両端部のうち少なくとも一方の端部とパッチアンテナとの間に設けられる。

【 0 0 1 1 】

このように構成されたアンテナ装置によれば、パッチアンテナで送・受信される電波の一部が第1の無給電素子に吸収され、その分、誘電体基板の端部側へ流れる表面電流が抑制されて、端部からの不要な放射が抑制される。そのため、表面電流に起因するパッチアンテナの指向性の乱れを簡素な構成で抑制でき、指向性の乱れの抑制と設計自由度の向上との両立を実現することができる。

【 0 0 1 2 】

第1の無給電素子は、パッチアンテナの動作周波数を含む所定の周波数範囲内の周波数で共振するものであるとよい。第1の無給電素子をこのように構成することで、表面電流の端部への伝搬を効率良く抑制できる。

【 0 0 1 3 】

第1の無給電素子には、その第1の無給電素子が外部からの電界によって励振されることにより生じる電気エネルギーを消費するためのエネルギー消費部材を設けるようにするとよい。

【 0 0 1 4 】

第1の無給電素子によって吸収された電気エネルギーをエネルギー消費部材によって消費させることで、第1の無給電素子による表面電流抑制効果（ひいては指向性の乱れの抑制効果）を安定的に得ることができる。

また、上記課題を解決するためになされた本発明の別のアンテナ装置は、上記アンテナ装置と同様、誘電体基板、パッチアンテナ、及び少なくとも1つの第1の無給電素子を備える。誘電体基板のパッチアンテナが形成される面における、誘電体基板の主偏波方向の両端部のうち少なくとも一方の端部とパッチアンテナとの間には、主偏波方向に所定の素子配置間隔で配置された複数の第1の無給電素子を有するアレー部が、少なくとも1つ設けられている。また、そのアレー部が有する複数の第1の無給電素子が互いに接続部材により接続されている。そして、その接続部材における所定の位置に、エネルギー消費部材が設けられている。このエネルギー消費部材は、アレー部が有する複数の第1の無給電素子が外部からの電界によって励振されることにより生じる電気エネルギーを消費するための部材である。

【 0 0 1 5 】

なお、特許請求の範囲に記載した括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段等との対応関係を示す一例であり、本発明は上記括弧内の符号に示された具体的手段等に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

【図 1】第 1 実施形態のアンテナ装置の概略構成を表す説明図である。

【図 2】第 1 実施形態のアンテナ装置と従来のアンテナ装置との機能上の差異（特に水平面指向性の差異）を説明するための説明図である。

【図 3】第 2 実施形態のアンテナ装置の概略構成を表す斜視図である。

【図 4】第 2 実施形態のアンテナ装置と従来のアンテナ装置との機能上の差異（特に表面電流の分布の差異）を説明するための説明図である。

【図 5】第 2 実施形態のアンテナ装置の指向性を表す説明図である。

【図 6】第 3 実施形態のアンテナ装置の概略構成を表す説明図である。

【図 7】無給電素子アレーの詳細構成を表す構成図である。

10

【図 8】素子配置間隔 d_x と無給電素子アレーの水平面指向性との関係を表す説明図である。

【図 9】素子配置間隔 d_x と無給電素子アレーの水平 - 90° 方向（主アンテナ方向）の指向性利得との関係を表す説明図である。

【図 10】アレー配列間隔 d_y と無給電素子アレーの垂直正面方向の指向性利得との関係を表す説明図である。

【図 11】第 3 実施形態のアンテナ装置の水平面指向性を表す説明図である。

【図 12】無給電素子アレーの他の実施形態を表す構成図である。

【図 13】無給電素子アレーの他の実施形態を表す構成図である。

【図 14】アンテナ装置の他の実施形態を表す斜視図である。

20

【図 15】アンテナ装置の他の実施形態を表す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

以下に、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。なお、本発明は、下記の実施形態に示された具体的手段や構造等に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の形態を採り得る。また、下記の実施形態の構成の一部を、課題を解決できる限りにおいて省略した態様も本発明の実施形態であり、下記の複数の実施形態を適宜組み合わせる構成される態様も本発明の実施形態である。

【 0 0 1 8 】

[第 1 実施形態]

30

1. アンテナ装置の構成

図 1 (a) に示すように、本実施形態のアンテナ装置 1 は、長形状の誘電体基板 2 の一方の面（表面）にパッチアンテナ 5 及び 2 つの無給電導体部 1 1 , 1 2 が形成されてなるものである。なお、以下の説明では、誘電体基板 2 における長辺方向（図 1 (a) の横方向）を x 軸方向、短辺方向（図 1 (a) の縦方向）を y 軸方向、誘電体基板 2 の板面に垂直な方向を z 軸方向として説明する。

【 0 0 1 9 】

アンテナ装置 1 は、例えば車両の前方において、パッチアンテナ 5 が形成された表面側が車両前方を向くように、且つ長形状の誘電体基板 2 の長辺が地面に対して水平となるように配置され、車両前方を監視するレーダとして用いられる。そのため、以下の説明では、誘電体基板 2 の長辺と平行な面（すなわち y 軸方向と垂直な面）を水平面ともいう。

40

【 0 0 2 0 】

パッチアンテナ 5 は、正形状の複数（本例では 4 つ）のパッチ放射素子 6 , 7 , 8 , 9 が、誘電体基板 2 の長辺方向における中央部において縦方向（ y 軸方向）に所定間隔で配列された構成となっている。

【 0 0 2 1 】

誘電体基板 2 の他方の面（裏面）には、パッチアンテナ 5 の地板として機能する導体板である裏面導体板 4 が形成されている。また、パッチアンテナ 5 が形成される誘電体基板 2 の表面にも、パッチアンテナ 5 及び各無給電導体部 1 1 , 1 2 が形成される領域以外の領域に導体板（表面導体板）3 が形成されている。

50

【 0 0 2 2 】

図 1 (a) , (b) から明らかなように、表面導体板 3 と各パッチ放射素子 6 ~ 9 との間には溝が形成され、その溝により物理的に離間した状態となっている。各無給電導体部 1 1 , 1 2 についても、図 1 (a) , (c) から明らかなように、全周にわたって表面導体板 3 との間に溝が形成され、その溝により表面導体板 3 と物理的に離間した状態となっている。これら溝の部分は、誘電体基板 2 の表面が露出した状態となっている。

【 0 0 2 3 】

パッチアンテナ 5 は、基板板面における各パッチ放射素子 6 ~ 9 の配列方向と直交する方向（すなわち誘電体基板 2 における長辺方向（ x 軸方向））を主偏波方向として動作する。すなわち、パッチアンテナ 5 は水平偏波を良好に送受信可能なアンテナとして構成され、用いられる。

10

【 0 0 2 4 】

なお、パッチアンテナ 5 への給電は各パッチ放射素子 6 ~ 9 に対して行われるが、各パッチ放射素子 6 ~ 9 への給電構造については図示を省略している。パッチ状の複数の放射素子へ給電を行う方法は種々考えられて実用化もされているため、詳細説明は省略するが、本実施形態では、給電用のマイクロストリップラインを分岐させて各パッチ放射素子 6 ~ 9 へ電磁結合型給電方式にて給電を行う構造となっている。

【 0 0 2 5 】

各無給電導体部 1 1 , 1 2 は、誘電体基板 2 の表面において、パッチアンテナ 5 と基板両端（主偏波方向の両端）との間にそれぞれ設けられている。このうち一方の無給電導体部 1 1 は、図 1 (a) , (c) に示すように、2 つの正方形パッチ状の無給電素子 2 1 , 2 2 がマイクロストリップライン 2 3 で接続された構成となっている。具体的には、無給電導体部 1 1 は、電力吸収用無給電素子 2 1 と、再放射用無給電素子 2 2 と、これら各無給電素子 2 1 , 2 2 を電氣的に接続するマイクロストリップライン 2 3 とにより構成されている。

20

【 0 0 2 6 】

再放射用無給電素子 2 2 は、電力吸収用無給電素子 2 1 に対し、主偏波方向においては相対的に基板端部側に近い位置（換言すればパッチアンテナ 5 からより遠い位置）に配置されている。また、基板板面における主偏波方向と直交する方向においても、再放射用無給電素子 2 2 は、電力吸収用無給電素子 2 1 に対して相対的にずれた位置に配置されている。

30

【 0 0 2 7 】

電力吸収用無給電素子 2 1 における、基板端部側（パッチアンテナ 5 側とは反対側の端部側）の辺の略中央部には、マイクロストリップライン 2 3 の一端が接続されている。マイクロストリップライン 2 3 の他端は、再放射用無給電素子 2 2 における、基板上端側（図 1 (a) の上側）の辺の略中央部に接続されている。

【 0 0 2 8 】

他方の無給電導体部 1 2 も、図 1 (a) , (c) に示すように、正形状の電力吸収用無給電素子 2 4 と、正形状の再放射用無給電素子 2 5 と、これら各無給電素子 2 4 , 2 5 を電氣的に接続するマイクロストリップライン 2 6 とにより構成されている。

40

【 0 0 2 9 】

この他方の無給電導体部 1 2 は、パッチアンテナ 5 に対して前述の一方の無給電導体部 1 1 と対称的な配置関係となるように配置されている。すなわち、この他方の無給電導体部 1 2 は一方の無給電導体部 1 1 を x 軸方向において左右反転させた形状である。そのため、この他方の無給電導体部 1 2 の詳細構成については説明を省略する。

【 0 0 3 0 】

パッチアンテナ 5 を構成する各パッチ放射素子 6 ~ 9 、及び各無給電導体部 1 1 , 1 2 を構成する各無給電素子 2 1 , 2 2 , 2 4 , 2 5 は、いずれも正形状であり、一辺の長さが約 $g/2$ である。なお、 g は誘電体内波長であり、自由空間波長を λ_0 、誘電体基板 2 の比誘電率を ϵ_r とすると、 $g = \lambda_0 / \epsilon_r$ で表される。ただし、この約 g

50

/ 2 という長さは一例であり、例えば地板の形状やサイズ等の種々の要因によって最適な長さは変化する。

【 0 0 3 1 】

2 . 各無給電導体部 1 1 , 1 2 の機能

各無給電導体部 1 1 , 1 2 を構成する各電力吸収用無給電素子 2 1 , 2 4 は、それぞれ、パッチアンテナ 5 で送・受信される電波（電力）の一部を吸収する。各電力吸収用無給電素子 2 1 , 2 4 はいずれも、主偏波成分の方向がパッチアンテナ 5 の主偏波方向と同じ（すなわち水平偏波）であって、パッチアンテナ 5 の動作周波数と同じ周波数で共振するよう構成されている。

【 0 0 3 2 】

なお、各電力吸収用無給電素子 2 1 , 2 4 の共振周波数をパッチアンテナ 5 の動作周波数と一致させることは必須ではなく、パッチアンテナ 5 で送・受信される電力を適度に吸収できる範囲内（例えばパッチアンテナ 5 の動作周波数を含む所定の周波数範囲内）において適宜設定することができる。ただし、各電力吸収用無給電素子 2 1 , 2 4 の共振周波数は、パッチアンテナ 5 の動作周波数に近いほど好ましい。

【 0 0 3 3 】

電力吸収用無給電素子 2 1 (2 4) が吸収した電力は、マイクロストリップライン 2 3 (2 6) によって再放射用無給電素子 2 2 (2 5) へ伝送される。

再放射用無給電素子 2 2 (2 5) は、電力吸収用無給電素子 2 1 (2 4) が吸収してマイクロストリップライン 2 3 (2 6) により伝送されてきた電力を空間へ放射する。各再放射用無給電素子 2 2 , 2 5 は、主偏波成分の方向がパッチアンテナ 5 の主偏波方向と垂直（すなわち垂直偏波）であって、パッチアンテナ 5 の動作周波数と同じ周波数で共振するよう構成されている。なお、各再放射用無給電素子 2 2 , 2 5 の共振周波数についても、上述した各電力吸収用無給電素子 2 1 , 2 4 の共振周波数と同様、必ずしもパッチアンテナ 5 の動作周波数に一致していなくてもよい。

【 0 0 3 4 】

このように構成された各無給電導体部 1 1 , 1 2 は、次のように機能する。すなわち、パッチアンテナ 5 の動作時、パッチアンテナ 5 で送・受信される電波（電界）によって各電力吸収用無給電素子 2 1 , 2 4 が励振され、電波の電力（電気エネルギー）の一部が各電力吸収用無給電素子 2 1 , 2 4 に吸収される。

【 0 0 3 5 】

パッチアンテナ 5 が動作すると、表面導体板 3 及び裏面導体板 4（主には表面導体板 3）に表面電流が流れて基板両端へ伝搬するが、各電力吸収用無給電素子 2 1 , 2 4 にて一部電力が吸収されることで、その分、基板両端へ伝搬する表面電流が抑制される。

【 0 0 3 6 】

一方、各電力吸収用無給電素子 2 1 , 2 4 で吸収した電力は、何らかの形で消費させることが好ましい。そこで本実施形態では、各電力吸収用無給電素子 2 1 , 2 4 が吸収した電力の消費を、対応する各再放射用無給電素子 2 2 , 2 5 から電波にて放射することにより実現している。

【 0 0 3 7 】

なお、吸収した電力を単に放射させるだけでは、その放射によってパッチアンテナ 5 の本来の性能（水平偏波の指向性）に影響を及ぼすおそれがあるが、本実施形態の各再放射用無給電素子 2 2 , 2 5 は、パッチアンテナ 5 の主偏波方向（水平偏波）とは異なる偏波（本実施形態では垂直偏波）にて放射するよう構成されている。そのため、各再放射用無給電素子 2 2 , 2 5 から放射が行われてもパッチアンテナ 5 の本来の性能（水平偏波の指向性）に及ぼす影響は皆無である。

【 0 0 3 8 】

3 . アンテナ装置 1 の指向性とその特徴

本実施形態のアンテナ装置 1 では、各電力吸収用無給電素子 2 1 , 2 4 が電力を吸収して基板端部への表面電流の伝搬を抑制し、その吸収した電力を対応する各再放射用無給電

10

20

30

40

50

素子 22, 25 がそれぞれ偏波面を変えて（垂直偏波にして）主の指向性（水平偏波）に影響を及ぼさない成分で放射させる。

【0039】

そのため、アンテナ装置 1 の車両前方方向（つまりパッチアンテナ 5 が形成された面側の水平面（ xz 面）指向性は、図 2（b）に示すように、図 2（a）に示す従来構造（無給電導体部 11, 12 のない構造）に比べて、所定角度領域での利得低下が抑制されている。

【0040】

すなわち、無給電導体部 11, 12 のない従来構造のアンテナ装置の指向性は、図 2（a）に示すように、 $\pm 45^\circ$ 付近でリップル（利得の低下）が生じている。この利得低下の主な要因の 1 つは、基板端部に伝搬する表面電流であり、ひいては基板端部からの不要放射である。

【0041】

これに対し、本実施形態のアンテナ装置 1 は、各無給電導体部 11, 12 により表面電流が抑制される。そのため、本実施形態のアンテナ装置 1 の指向性は、図 2（b）に示すように、 $\pm 50^\circ$ 付近で若干のリップル（利得低下）がみられるものの、従来構造に比べて利得低下が抑えられている。つまり、本実施形態のアンテナ装置 1 は、従来構造に比べて、指向性の乱れ（特に $\pm 45^\circ \sim 50^\circ$ 付近の乱れ）が抑制されている。

【0042】

4. 第 1 実施形態の効果等

本実施形態のアンテナ装置 1 によれば、誘電体基板 2 上に無給電導体部 11, 12 を配置して電波（電力）の一部を吸収させることで、表面電流が抑制され、基板端部からの不要な放射が抑制される。そのため、表面電流に起因するパッチアンテナ 5 の指向性の乱れを簡素な構成で抑制でき、指向性の乱れの抑制と設計自由度の向上との両立を実現することができる。

【0043】

また、各電力吸収用無給電素子 21, 24 で吸収された電力は、それぞれマイクロストリップライン 23 により各再放射用無給電素子 22, 25 へ伝送され、これら各再放射用無給電素子 22, 25 から放射される。そのため、表面電流抑制効果（ひいては指向性の乱れの抑制効果）を安定的に得ることができる。

【0044】

しかも、各再放射用無給電素子 22, 25 からの放射は、パッチアンテナ 5 の主の指向性（主偏波）に影響のない偏波にて行われる。そのため、指向性の乱れの抑制をより安定的に得ることができる。

【0045】

また、各電力吸収用無給電素子 21, 24、及び各再放射用無給電素子 22, 25 は、いずれも、パッチアンテナ 5 の動作周波数で共振する。そのため、各電力吸収用無給電素子 21, 24 は効率良く電力を吸収して、その吸収した電力を各再放射用無給電素子 22, 25 が効率良く放射することができ、表面電流を効率的に抑制することができる。

【0046】

また、無給電導体部は、パッチアンテナ 5 に対して基板の一端側だけでなく両端側それぞれに設けられている。そのため、指向性の乱れをバランス良く抑えることができ、アンテナ装置 1 全体として良好な指向性を得ることができる。

【0047】

[第 2 実施形態]

図 3 に示す本実施形態のアンテナ装置 30 は、図 1 に示した第 1 実施形態のアンテナ装置 1 と比較して、無給電導体部の搭載数が異なる。すなわち、第 1 実施形態のアンテナ装置 1 は、パッチアンテナ 5 の両端側にそれぞれ 1 つずつ無給電導体部 11, 12 が設けられていたが、本実施形態のアンテナ装置 30 は、パッチアンテナ 5 の両端側にそれぞれ 3 つずつ無給電導体部 31 ~ 33, 34 ~ 36 が設けられている。

【 0 0 4 8 】

パッチアンテナ 5 の一方の端部側（図 3 の左側）に設けられている 3 つの無給電導体部 3 1 , 3 2 , 3 3 は、いずれも、第 1 実施形態の無給電導体部 1 1 と同じ構成である。これら 3 つの無給電導体部 3 1 , 3 2 , 3 3 は、縦方向（ y 軸方向）に配列されている。

【 0 0 4 9 】

パッチアンテナ 5 の他方の端部側（図 3 の右側）に設けられている 3 つの無給電導体部 3 4 , 3 5 , 3 6 は、いずれも、第 1 実施形態の無給電導体部 1 2 と同じ構成である。これら 3 つの無給電導体部 3 4 , 3 5 , 3 6 も、縦方向（ y 軸方向）に配列されている。

【 0 0 5 0 】

つまり、本実施形態のアンテナ装置 3 0 は、第 1 実施形態のアンテナ装置 1 における各無給電導体部 1 1 , 1 2 の上側及び下側に同じ形状の無給電導体部を追加したものであるといえる。

10

【 0 0 5 1 】

このように構成された本実施形態のアンテナ装置 3 0 においても、6 つの無給電導体部 3 1 ~ 3 6 を構成する各電力吸収用無給電素子が電力の一部を吸収し、その吸収した電力を対応する各再放射用無給電素子が放射する。

【 0 0 5 2 】

そのため、アンテナ装置 3 0 の表面に流れる表面電流の電流分布は、図 4（b）に示すように、図 4（a）に示す従来構造（無給電導体部 3 1 ~ 3 6 が無い構造）に比べて、基板両端への伝搬が抑制されている。つまり、基板端部に達する表面電流が従来構造よりも弱くなっている。なお、図 1 に示した第 1 実施形態のアンテナ装置 1 においても、表面電流の電流分布は図 4（b）に近い分布となり、従来構造よりも基板両端への伝搬が抑制される。

20

【 0 0 5 3 】

このように基板両端への表面電流が抑制されるため、アンテナ装置 3 0 の水平偏波成分の水平面指向性は、図 5（a）に示すように、無給電導体部 3 1 ~ 3 6 のない従来構造に対し、 $\pm 45^\circ$ 付近のリップル（利得低下）が大幅に抑制されている。

【 0 0 5 4 】

一方、各無給電導体部 3 1 ~ 3 6 で吸収された電力は垂直偏波の電波として再放射される。そのため、アンテナ装置 3 0 の垂直偏波成分の水平面指向性は、図 5（b）に示すように、無給電導体部 3 1 ~ 3 6 のない従来構造に対して利得が高くなっている。ただし、この再放射される電波は、パッチアンテナ 5 の主偏波（すなわちアンテナ装置 3 0 の主偏波）である水平偏波と直交する垂直偏波であり、パッチアンテナ 5 の主偏波の指向性に影響を与えることはない。そのため、アンテナ装置 3 0 の実用上は、各無給電導体部 3 1 ~ 3 6 からの垂直偏波の放射成分は影響を及ぼさない。

30

【 0 0 5 5 】

従って、本実施形態のアンテナ装置 3 0 によっても、第 1 実施形態のアンテナ装置 1 と同じ効果が得られる。特に、本実施形態のアンテナ装置 3 0 は、無給電導体部がパッチアンテナ 5 の両端側にそれぞれ複数（本例では 3 つ）設けられているため、より高い表面電流抑制効果が得られる。

40

【 0 0 5 6 】

〔 第 3 実施形態 〕

図 6 に示す本実施形態のアンテナ装置 4 0 は、裏面に地板として機能する導体板（裏面導体板）4 が形成された誘電体基板 2 の表面上に、パッチアンテナ 5 が形成されている。誘電体基板 2 の大きさや形状、パッチアンテナ 5 の構成、及び誘電体基板 2 におけるパッチアンテナ 5 の配置位置は、第 1 実施形態のアンテナ装置 1 と同じである。

【 0 0 5 7 】

ただし、誘電体基板 2 の表面には、地板として機能する導体板は形成されていない。また、誘電体基板 2 の表面における、パッチアンテナ 5 の両端側には、第 1 実施形態のような無給電導体部 1 1 , 1 2 ではなく、図 6（a）に示すような無給電素子アレー 4 1 , 4

50

2 がそれぞれ配置されている。これらの点で、本実施形態のアンテナ装置 40 は第 1 実施形態のアンテナ装置 1 と異なっている。

【0058】

各無給電素子アレー 41, 42 は、正形状の無給電素子を複数（本実施形態では計 16 個）備えている。これら複数の無給電素子は、いずれも、パッチ状の導体により形成され、第 1 実施形態のアンテナ装置 1 における電力吸収用無給電素子と同様に機能する。即ち、各無給電素子アレー 41, 42 が備える複数の無給電素子は、いずれも、基板表面上を伝わる表面波（表面電流）の一部を吸収することにより基板端部への表面波の伝搬を抑制する機能を有する。また、複数の無給電素子は、いずれも、第 1 実施形態の電力吸収用無給電素子と同じ方向に励振し、同じ共振周波数を有する。

10

【0059】

なお、各無給電素子アレー 41, 42 から見て、x 軸に平行な方向のうちパッチアンテナ 5 側の方向を、以下、「主アンテナ方向」ともいう。即ち、図 6 (a) 中の左側の無給電素子アレー 41 から見た主アンテナ方向は、図中矢印 D1 の方向であり、図 6 (a) 中の右側の無給電素子アレー 42 から見た主アンテナ方向は、図中矢印 D2 の方向である。

【0060】

本明細書では、水平面（E 面）上の方位角（検知角度）を、図 6 (b) に示すように、z 軸方向を中心（0°）として、アンテナ装置 40 から車両前方を見て左側を負の角度、右側を正の角度として扱っている。そのため、図 6 (a) 中の左側の無給電素子アレー 41 からみた主アンテナ方向 D1 は、水平面上の検知角度における -90° の方向であり、図 6 (a) 中の右側の無給電素子アレー 42 からみた主アンテナ方向 D2 は、水平面上の検知角度における 90° の方向である。

20

【0061】

各無給電素子アレー 41, 42 は、パッチアンテナ 5 を中心として左右対称に配置されており、それぞれの構成、機能も、左右対称であることを除けば全く同じである。そのため、以下の説明では、図 6 (a) 中の左側の無給電素子アレー 41 について詳しく説明することとし、他方の無給電素子アレー 42 についての詳細説明は省略する。

【0062】

無給電素子アレー 41 は、図 6 (a) に示すように、4 つのアレー 51, 52, 53, 54 が y 軸方向に所定間隔隔てて配置されている。第 1 アレー 51、第 2 アレー 52、第 3 アレー 53、及び第 4 アレー 54 はいずれも、x 軸方向に配列された 4 つの無給電素子を有している。無給電素子アレー 41 の詳細な構成について、図 7 を用いて説明する。

30

【0063】

図 7 に示すように、第 1 アレー 51 は、第 1 無給電素子 51a、第 2 無給電素子 51b、第 3 無給電素子 51c、及び第 4 無給電素子 51d を有している。これら 4 つの無給電素子 51a ~ 51d は、いずれも同じ形状（略正形状）であり、x 軸方向において所定の素子配置間隔 d_x でアレー状に配置されている。

【0064】

他の 3 つのアレー 52, 53, 54 も、第 1 アレー 51 と同じ構成である。即ち、第 2 アレー 52 は、x 軸方向に素子配置間隔 d_x 隔てて配置された 4 つの無給電素子 52a ~ 52d を有する。第 3 アレー 53 は、x 軸方向に素子配置間隔 d_x 隔てて配置された 4 つの無給電素子 53a ~ 53d を有する。第 4 アレー 54 は、x 軸方向に素子配置間隔 d_x 隔てて配置された 4 つの無給電素子 54a ~ 54d を有する。

40

【0065】

4 つのアレー 51 ~ 54 は、x 軸方向においては同じ位置に配置されており、y 軸方向においては、所定のアレー配列間隔 d_y ずつ隔てて配置されている。各アレー 51 ~ 54 が有する計 16 個の無給電素子は、既述の通り、いずれも電力吸収用無給電素子として機能する。即ち、パッチアンテナ 5 による電波の送受信時に基板表面を伝わる表面波を吸収する。

【0066】

50

各アレー 5 1 ~ 5 4 がそれぞれ備える 4 つの無給電素子のうち、パッチアンテナ 5 から最も離れている（即ち最も基板端部側の）第 1 無給電素子 5 1 a , 5 2 a , 5 3 a , 5 4 a は、いずれも第 1 伝送線路 5 6 に接続されている。第 1 伝送線路 5 6 は、4 つの第 1 無給電素子 5 1 a , 5 2 a , 5 3 a , 5 4 a それぞれの 2 つの側辺のうち、パッチアンテナ 5 側とは反対側（即ち基板端部側）の側辺の略中心部に接続されている。

【 0 0 6 7 】

なお、無給電素子における第 1 伝送線路 5 6 が接続される側の側辺の略中心部には、切り欠きが形成されており、第 1 伝送線路 5 6 はこの切り欠きの内部に入り込んで無給電素子と接続されている。このように切り欠きを有する構成を採用しているのは、第 1 伝送線路 5 6 と無給電素子との整合をとるためである。そのため、このように切り欠きを有する構成は必須ではなく、整合をとることができる限り、他の接続構成であってもよい。

10

【 0 0 6 8 】

同様に、各アレー 5 1 ~ 5 4 がそれぞれ備える 4 つの無給電素子のうち、第 2 無給電素子 5 1 b , 5 2 b , 5 3 b , 5 4 b は、いずれも第 2 伝送線路 5 7 に接続されている。第 3 無給電素子 5 1 c , 5 2 c , 5 3 c , 5 4 c は、いずれも第 3 伝送線路 5 8 に接続されている。第 4 無給電素子 5 1 d , 5 2 d , 5 3 d , 5 4 d は、いずれも第 4 伝送線路 5 9 に接続されている。各伝送線路 5 6 ~ 5 9 は、マイクロストリップ線路により構成されている。

【 0 0 6 9 】

そして、第 1 伝送線路 5 6 と第 2 伝送線路 5 7 は、その下端に第 1 副接続線 6 1 が接続されており、この副接続線 6 1 によって互いに接続されている。第 1 副接続線 6 1 は、x 軸方向に形成された略直線状のマイクロストリップ線路であり、一端が第 1 伝送線路 5 6 の下端に接続され、他端が第 2 伝送線路 5 7 の下端に接続されている。

20

【 0 0 7 0 】

第 3 伝送線路 5 8 と第 4 伝送線路 5 9 は、その下端に第 2 副接続線 6 2 が接続されており、この副接続線 6 2 によって互いに接続されている。第 2 副接続線 6 2 は、x 軸方向に形成された略直線状のマイクロストリップ線路であり、一端が第 3 伝送線路 5 8 の下端に接続され、他端が第 4 伝送線路 5 9 の下端に接続されている。各副接続線 6 1 , 6 2 は、同じ形状、寸法である。

【 0 0 7 1 】

そして、2 つの副接続線 6 1 , 6 2 は、主接続線 6 3 によって互いに接続されている。主接続線 6 3 は、x 軸方向に形成された略直線状のマイクロストリップ線路であり、一端が第 1 副接続線 6 1 の所定の接続位置に接続され、他端が第 2 副接続線 6 2 の所定の接続位置に接続されている。

30

【 0 0 7 2 】

第 1 副接続線 6 1 における主接続線 6 3 の接続位置は、第 1 副接続線 6 1 における x 軸方向の中間位置ではなく、その中間位置よりも所定距離だけ基板端部側にずれている（オフセットされている）。第 2 副接続線 6 2 における主接続線 6 3 の接続位置も、第 2 副接続線 6 2 における x 軸方向の中間位置ではなく、その中間位置よりも所定距離だけ基板端部側にオフセットされている。

40

【 0 0 7 3 】

そして、主接続線 6 3 における所定の接続位置には、電力消費用伝送線路 6 5 が接続されている。電力消費用伝送線路 6 5 は、図 7 に示すように、主接続線 6 3 の接続位置を起点として、計 1 6 個の無給電素子全体を囲むように反時計回りに配設された長尺のマイクロストリップ線路である。

【 0 0 7 4 】

なお、主接続線 6 3 における電力消費用伝送線路 6 5 の接続位置は、主接続線 6 3 における x 軸方向の中間位置ではなく、その中間位置よりも所定距離だけ、基板端部側とは反対側（パッチアンテナ 5 側）にオフセットされている。

【 0 0 7 5 】

50

電力消費用伝送線路 6 5 は、第 1 実施形態のアンテナ装置 1 における再放射用無給電素子と等価な機能を有する。即ち、各第 1 無給電素子 5 1 a , 5 2 a , 5 3 a , 5 4 a にて吸収された表面波エネルギーは、第 1 伝送線路 5 6 から第 1 副接続線 6 1 を経て主接続線 6 3 における電力消費用伝送線路 6 5 の接続位置（以下「再出力位置」ともいう）まで伝送される。各第 2 無給電素子 5 1 b , 5 2 b , 5 3 b , 5 4 b にて吸収された表面波エネルギーも、第 2 伝送線路 5 7 から第 1 副接続線 6 1 を経て再出力位置まで伝送される。各第 3 無給電素子 5 1 c , 5 2 c , 5 3 c , 5 4 c にて吸収された表面波エネルギーも、第 3 伝送線路 5 8 から第 2 副接続線 6 2 を経て再出力位置まで伝送される。各第 4 無給電素子 5 1 d , 5 2 d , 5 3 d , 5 4 d にて吸収された表面波エネルギーも、第 4 伝送線路 5 9 から第 2 副接続線 6 2 を経て再出力位置まで伝送される。つまり、主接続線 6 3 における再出力位置には、16 個の各無給電素子で吸収された表面波エネルギーが伝送されて集まってくる。

10

【0076】

このようにして伝送されてきた各無給電素子からの表面波エネルギーを消費させるために設けられているのが、電力消費用伝送線路 6 5 である。各無給電素子で吸収された表面波エネルギーは、電力消費用伝送線路 6 5 に放出されてその電力消費用伝送線路 6 5 の端部に向けて伝送されることで、消費（主に熱消費）される。

【0077】

表面波エネルギーを効率良く消費させるためには、電力消費用伝送線路 6 5 の線路長は長い方がよい。具体的には、誘電体内波長 g の 10 倍以上の線路長とすることが好ましい。図 6 (a) 及び図 7 では、線路長が約 15 g の電力消費用伝送線路 6 5 が示されている。

20

【0078】

第 1 アレー 5 1 を構成する 4 つの無給電素子 5 1 a , 5 1 b , 5 1 c , 5 1 d は、水平面（E 面）における、主アンテナ方向 D 1 に最も感度が高まるようにアレー化されている。即ち、第 1 アレー 5 1 は、その感度（指向性）が主アンテナ方向 D 1 で最大となるように設計・構成されている。なお、各アレー 5 1 ~ 5 4 について、その感度（指向性）とは、表面波に対する吸収効率を意味し、感度（指向性）が高いとは、即ち表面波の吸収効率が高いことを意味する。各アレー 5 1 ~ 5 4 の感度（指向性）を、以下、「アレーファクタ」とも称する。

30

【0079】

第 1 アレー 5 1 による表面波の吸収効果を最大限に高めるためには、主アンテナ方向 D 1 で最も高感度となるようにするのが望ましい。そのため、本実施形態では、第 1 アレー 5 1 が、主アンテナ方向 D 1 で感度が最大となるように構成されている。

【0080】

ここで、第 1 アレー 5 1 において、表面波に対して最も高い感度（最も高い吸収効率）を実現するためには、素子配置間隔 d_x と、各無給電素子の給電位相 n が、次式（1）の関係を満たすようにすればよい。

【0081】

$$n = 2 \cdot \dots \cdot d_x \cdot (n - 1) \cdot \sin \quad / \quad 0 \cdot \dots \cdot (1)$$

40

なお、上記式（1）において、 $d_x < 0 / 2$ であり、 n は基板端部から主アンテナ方向 D 1 における無給電素子の配列順序（ $n = 1, 2, 3, 4$ ）であり、 0 は自由空間波長である。また、 θ は、無給電素子からみた z 軸方向と主アンテナ方向 D 1 との角度差であり、本実施形態では $\theta = 90^\circ$ である。

【0082】

上記式（1）の条件を満たせば、第 1 アレー 5 1 は、主アンテナ方向 D 1 に感度が集中し、逆に、主アンテナ方向 D 1 とは反対方向（基板エッジ方向）では低感度となる。従って、本実施形態の第 1 アレー 5 1 も、上記式（1）を満たすように構成されている。

【0083】

即ち、4 つの無給電素子 5 1 a , 5 1 b , 5 1 c , 5 1 d のうち最も基板端部側の第 1

50

無給電素子 5 1 a ($n = 1$) の給電位相 θ_1 は、 $\theta_1 = 0$ となり、その 1 つ隣 (主アンテナ方向 D 1 側) の第 2 無給電素子 5 1 b ($n = 2$) の給電位相 θ_2 は、 $\theta_2 = 2 \cdot \pi \cdot d_x / \lambda_0$ となり、その 1 つ隣 (主アンテナ方向 D 1 側) の第 3 無給電素子 5 1 c ($n = 3$) の給電位相 θ_3 は、 $\theta_3 = 4 \cdot \pi \cdot d_x / \lambda_0$ となり、その 1 つ隣 (主アンテナ方向 D 1 側) の第 4 無給電素子 5 1 d ($n = 4$) の給電位相 θ_4 は、 $\theta_4 = 6 \cdot \pi \cdot d_x / \lambda_0$ となる。よって、例えば $d_x = 0.4 \lambda_0$ とおくと、各給電位相 $\theta_1 \sim \theta_4$ はそれぞれ、 $\theta_1 = 0^\circ$ 、 θ_2 は約 144° 、 θ_3 は約 288° 、 θ_4 は約 432° となる。

【 0 0 8 4 】

このように、素子配置間隔 d_x を適切に設定し、その素子配置間隔 d_x に基づいて上記式 (1) を満たすように各給電位相 $\theta_1 \sim \theta_4$ を設定することで、第 1 アレー 5 1 の水平面 (E 面) におけるアレーファクタを最適な状態にすることができる。

10

【 0 0 8 5 】

4 つの無給電素子 5 1 a ~ 5 1 d の給電位相をそれぞれ上記のように差を設ける具体的方法は種々考えられる。本実施形態では、各無給電素子 5 1 a ~ 5 1 d から電力消費用伝送線路 6 5 の起端 (主接続線 6 3 上の再出力位置) までの伝送線路の長さに差を設けることにより実現している。既述の通り、各副接続線 6 1 , 6 2 に対する主接続線 6 3 の接続位置は中心位置からオフセットされており、且つ主接続線 6 3 に対する電力消費用伝送線路 6 5 の接続位置も中心位置からオフセットされている。この接続位置のオフセットによって、結果として上記各給電位相 $\theta_1 \sim \theta_4$ を実現している。

【 0 0 8 6 】

20

上記のようにオフセットを調整することで、各無給電素子 5 1 a ~ 5 1 d の給電位相を比較的容易に所望の位相に設定することができる。そのため、給電位相の設定を上記のようにオフセット調整による方法で実現することで、素子配置間隔 d_x の設定の自由度が大きくなる。

【 0 0 8 7 】

第 1 アレー 5 1 以外の他の 3 つのアレー 5 2 , 5 3 , 5 4 は、y 軸方向の配置位置が異なること以外は第 1 アレー 5 1 と全く同じであるため、その詳細説明は省略する。

なお、素子配置間隔 d_x は、上記の通り、少なくとも自由空間波長 λ_0 の $1/2$ より短くすることが好ましい。その理由は、自由空間波長 λ_0 の $1/2$ 以上の長さになると、主アンテナ方向 D 1 とは反対側の方向におけるグレーティングが大きくなり、その分、全体として主アンテナ方向のアレーファクタが低下するからである。

30

【 0 0 8 8 】

図 8 に、素子配置間隔 d_x を $0.44 \lambda_0$ 、 $0.5 \lambda_0$ 、 $0.6 \lambda_0$ と 3 通りに設定した場合の、無給電素子アレー 4 1 のアレーファクタ (水平面指向性) の一例を示す。図 8 から明らかなように、主アンテナ方向 D 1 (方位角 - 90°) の指向性は、素子配置間隔 d_x が $0.44 \lambda_0$ の場合が最も高い。またその場合、反対方向のグレーティングも最も抑えられている。

【 0 0 8 9 】

これに対し、素子配置間隔 d_x を $0.5 \lambda_0$ にすると、主アンテナ方向 D 1 のアレーファクタが低下すると共に、グレーティングが大きくなっている。さらに、素子配置間隔 d_x を $0.6 \lambda_0$ にすると、グレーティングが大きい状態が維持されつつ、主アンテナ方向 D 1 のアレーファクタが更に低下している。従って、グレーティングを低く抑えつつ主アンテナ方向 D 1 のアレーファクタを高くするためには、素子配置間隔 d_x は、少なくとも自由空間波長 λ_0 の $1/2$ より短くすることが好ましい。

40

【 0 0 9 0 】

なお、所望のアレーファクタを得るためには、上記のように素子配置間隔 d_x を適切に設定する方法のほかに、無給電素子の配置数を増やす方法もある。即ち、本実施形態では、第 1 アレー 5 1 が 4 つの無給電素子 5 1 a ~ 5 1 d を備えた構成であるが、無給電素子のアレー配置数を x 軸方向にさらに増やすことで、主アンテナ方向 D 1 のアレーファクタをより高くすることができ、且つそのビーム幅を狭めることができる。つまり、アレー配

50

置数を増やすことで、主アンテナ方向 D 1 へのビームをより高く且つ鋭くすることができる。

【 0 0 9 1 】

素子配置間隔 d_x を 0.3λ から 0.6λ まで変化させた場合の、無給電素子アレー 4 1 の水平 - 90° 方向（即ち主アンテナ方向 D 1）の指向性利得は、例えば図 9 に示すようになる。図 9 の例では、主アンテナ方向 D 1 の感度は、素子配置間隔 d_x が約 0.42λ のときに最も高くなっている。

【 0 0 9 2 】

一方、各アレー 5 1 ~ 5 4 の相互間隔、即ち y 軸方向のアレー配列間隔 d_y によって、無給電素子アレー 4 1 の垂直正面方向（垂直面における中心方向。即ち基板に垂直な方向。）の指向性利得が変化する。アレー配列間隔 d_y を 0.5λ ~ λ まで変化させた場合の、無給電素子アレー 4 1 の垂直正面方向の指向性利得は、例えば図 10 に示すようになる。図 10 の例では、垂直正面方向の利得は、アレー配列間隔 d_y が約 0.86λ のときに最も高くなっている。

【 0 0 9 3 】

2 つの無給電素子アレー 4 1 , 4 2 を備えた本実施形態のアンテナ装置 4 0 の水平面指向性を、図 1 1 に示す。図 1 1 は、2 つの無給電素子アレー 4 1 , 4 2 を備えた本実施形態のアンテナ装置 4 0 の指向性（図中実線の波形）と、比較用として無給電素子アレーを備えずにパッチアンテナ 5 のみのアンテナ装置の指向性（図中破線の波形）とが示されている。

【 0 0 9 4 】

図 1 1 から明らかなように、無給電素子アレーのないアンテナ装置の指向性は、 $\pm 45^\circ$ 付近で大きなリップルが生じている。これに対し、無給電素子アレー 4 1 , 4 2 を備えた本実施形態のアンテナ装置 4 0 の指向性は、 $\pm 45^\circ$ 付近でのリップルが大幅に抑制されているのはもちろん、全体として指向性の変動が抑えられた安定した特性となっている。

【 0 0 9 5 】

以上説明したように、本実施形態のアンテナ装置 4 0 は、パッチアンテナ 5 の両側に無給電素子アレー 4 1 , 4 2 が形成されている。これら各無給電素子アレー 4 1 , 4 2 により、基板上を伝搬する表面波エネルギーが吸収され、これにより基板端部からの不要な放射が抑制される。そのため、表面電流に起因するパッチアンテナ 5 の指向性の乱れを簡素な構成で抑制でき、指向性の乱れの抑制と設計自由度の向上との両立を実現することができる。

【 0 0 9 6 】

特に、本実施形態では、複数の無給電素子が x 軸方向にアレー化されている。そのため、より高い、表面波エネルギーの吸収効果が得られる。

更に、 x 軸方向にアレー化された複数の無給電素子は、互いに接続された上で、電力消費伝送線路 6 5 に接続されている。これにより、各無給電素子で吸収された表面波エネルギーは一括して電力消費伝送線路 6 5 にて消費される。しかも、各無給電素子の x 軸方向の配置間隔（素子配置間隔 d_x ）及び各無給電素子の給電位相は、それぞれ、上記式（1）を満たすように設定されている。そのため、表面波エネルギーを簡素な構成ながら高い効率で吸収・消費することができる。

【 0 0 9 7 】

なお、各アレー 5 1 ~ 5 4 で吸収した表面波エネルギーを消費させる方法は、図 6 , 図 7 に示した電力消費伝送線路 6 5 により熱消費させる方法以外の他の方法を採用してもよい。

【 0 0 9 8 】

例えば、図 1 2 に示す無給電素子アレー 7 1 のように、再放射用無給電素子 7 2 により消費（再放射）させるようにしてもよい。図 1 2 の無給電素子アレー 7 1 は、主接続線 6 3 における再出力位置に、再放射用無給電素子 7 2 が接続されている。この再放射用無給

10

20

30

40

50

電素子 72 は、第 1 実施形態の再放射用無給電素子 22, 25 と同じ機能を有する。即ち、再放射用無給電素子 72 は、第 1 実施形態の再放射用無給電素子 22, 25 と同じ方向に励振し且つ同じ共振周波数を有し、各アレー 51 ~ 54 により吸収された電力（表面波エネルギー）を空間へ放射する。

【0099】

再放射用無給電素子 72 は、パッチアンテナ 5 の主偏波方向（水平方向）と直交する方向を主偏波方向に持つ。そのため、再放射用無給電素子 72 からの放射がパッチアンテナ 5 の性能に与える実質的な影響はほとんどない。

【0100】

また例えば、図 13 に示す無給電素子アレー 76 のように、終端抵抗（本実施形態ではチップ抵抗）77 により熱消費させるようにしてもよい。図 13 の無給電素子アレー 76 は、主接続線 63 における再出力位置に、チップ抵抗 77 の一端が接続されている。チップ抵抗 77 の他端は、例えば導電バイア等を介して、裏面導体板 4 に接続されている。チップ抵抗 77 は、主に表面実装用に用いられる、リード線を持たない周知の小型抵抗器（抵抗素子）である。

【0101】

各アレー 51 ~ 54 により表面波エネルギーが吸収されてチップ抵抗 77 へ伝搬されてくると、チップ抵抗 77 を介して裏面導体板 4 へ電流が流れる。この電流によりチップ抵抗 77 が発熱することで、各アレー 51 ~ 54 により吸収された表面波エネルギーが消費される。

【0102】

[他の実施形態]

(1) 無給電導体部は、図 1 に示した各無給電導体部 11, 12 の形状に限らず、種々の形状のものを用いることができる。

【0103】

例えば、図 14 に示すアンテナ装置 80 のように、電力吸収用無給電素子と再放射用無給電素子とを直線状のマイクロストリップラインで接続するようにしてもよい。図 14 のアンテナ装置 80 は、図 1 に示した第 1 実施形態のアンテナ装置 1 と比較して、各無給電導体部 81, 82 の形状（特にマイクロストリップライン 93, 96 の形状）が異なっている。

【0104】

一方の無給電導体部 81 は、電力吸収用無給電素子 91 と再放射用無給電素子 92 とが直線状のマイクロストリップライン 93 で接続されている。なお、各無給電素子 91, 92 におけるマイクロストリップライン 93 が接続される位置は、第 1 実施形態と同じである。同様に、他方の無給電導体部 82 も、電力吸収用無給電素子 94 と再放射用無給電素子 95 とが直線状のマイクロストリップライン 96 で接続されている。

【0105】

このように構成された図 14 のアンテナ装置 80 によっても、第 1 実施形態のアンテナ装置 1 と同等の作用効果が得られる。

(2) 上記第 1, 第 2 実施形態では、無給電導体部において、電力吸収用無給電素子が吸収した電力が、再放射用無給電素子からの空間への放射という形で消費される構成であったが、他の方法で電力を消費するようにしてもよい。

【0106】

電力消費の方法の 1 つとして、第 3 実施形態として図 6 や図 13 に示したような、熱消費が考えられる。より具体的には、例えば、電力吸収用無給電素子が吸収した電力を抵抗素子によるジュール熱として消費させることができる。図 15 に示すアンテナ装置 100 は、電力吸収用無給電素子が吸収した電力が熱消費されるよう構成されている。

【0107】

すなわち、図 15 に示すアンテナ装置 100 は、図 1 に示した第 1 実施形態のアンテナ装置 1 と比較して、無給電導体部の構造及び搭載数が異なる。

図 15 に示すアンテナ装置 100 は、パッチアンテナ 5 の両端側にそれぞれ 4 つずつ無給電導体部 101 ~ 104 , 105 ~ 108 が設けられている。パッチアンテナ 5 の一方の端部側 (図 15 の左側) に設けられている 4 つの無給電導体部 101 ~ 104 はいずれも同じ形状である。また、パッチアンテナ 5 の他方の端部側 (図 15 の右側) に設けられている 4 つの無給電導体部 105 ~ 108 も、一方の端部側の無給電導体部 101 ~ 104 と左右対称であることを除いて同じ形状である。そのため、各無給電導体部 101 ~ 108 の構成について、代表として他方の端部側に設けられている 1 つの無給電導体部 108 を参照しつつ説明する。

【 0108 】

無給電導体部 108 は、電力吸収用無給電素子 111 を備えている。この電力吸収用無給電素子 111 の形状や大きさは、第 1 実施形態のアンテナ装置 1 の各電力吸収用無給電素子 21 , 24 と同じである。

【 0109 】

この電力吸収用無給電素子 111 における基板端部側の略中央部には、チップ抵抗 112 の一端が接続されている。チップ抵抗 112 の他端は、表面導体板 3 に接続されている。チップ抵抗 112 は、図 13 に示したチップ抵抗 77 と同様、主に表面実装用に用いられる小型抵抗素子である。

【 0110 】

電力吸収用無給電素子 111 が電力を吸収することによりこの電力吸収用無給電素子 111 が励振すると、この電力吸収用無給電素子 111 と表面導体板 3 との間に電位差が生じ、これにより電力吸収用無給電素子 111 と表面導体板 3 との間にチップ抵抗 112 を介して電流が流れる。この電流によりチップ抵抗 112 が発熱することで、電力吸収用無給電素子 111 が吸収した電力が消費される。

【 0111 】

このように構成された図 15 のアンテナ装置 100 によっても、図 1 や図 3 に示した第 1 , 第 2 実施形態の各アンテナ装置 1 , 30 と同等の作用効果が得られる。

なお、電力吸収用無給電素子におけるチップ抵抗 112 の接続部位は適宜決めることができるが、好ましくは、図 15 に例示したように、電力吸収用無給電素子における基板端部側の領域に接続するとよい。

【 0112 】

また、電力吸収用無給電素子と裏面導体板 4 との間に抵抗素子を接続するようにしてもよい。具体的には、誘電体基板 2 の内部に抵抗素子を埋め込み (積層し)、その抵抗素子の各端子をそれぞれ直接又は導電部材を介して電力吸収用無給電素子及び裏面導体板 4 に接続する構成が考えられる。図 13 に示した例においても同様である。

【 0113 】

(3) 図 14 や図 15 に示した無給電導体部の構成はあくまでも一例であり、無給電導体部の形状や配置位置は適宜決めることができる。無給電素子をパッチ状の導体とすることも必須ではない。

【 0114 】

無給電導体部が電力吸収用無給電素子と再放射用無給電素子とで構成される場合、これら各無給電素子の数や形状、配置関係、両者の接続方法などについても、適宜決めることができる。すなわち、電力吸収用無給電素子は電力を適度に吸収でき、再放射用無給電素子は主偏波方向とは異なる方向 (好ましくは垂直偏波) で放射できるものであればよい。ただし、各無給電素子の位置関係としては、電力吸収用無給電素子の方が再放射用無給電素子よりもパッチアンテナ寄り (換言すれば再放射用無給電素子の方が基板端部側) となるように配置するのが好ましい。

【 0115 】

電力吸収用無給電素子と再放射用無給電素子との接続方法についても、両者を高周波的に接続できる限り種々の接続方法を採用できる。例えば、マイクロストリップライン等の導体で直接接続せず電磁結合等によって電力が伝達される構成でもよい。また、両者を導

10

20

30

40

50

体で接続する場合も、マイクロストリップラインでの接続はあくまでも一例であり、他の方法（例えば同軸線路）で接続してもよい。ただし、インピーダンス整合等を考慮して、再放射用無給電素子へ効率的に吸収電力を伝送して再放射させるためには、マイクロストリップラインでの接続が好ましい。

【0116】

（４）電力吸収用無給電素子の主偏波方向は、パッチアンテナ５の主偏波方向と厳密に一致させる必要はなく、パッチアンテナ５からの主偏波方向の放射電力の一部を適度に吸収するという機能を必要十分に発揮できる範囲内において略同じ方向であればよい。

【0117】

再放射用無給電素子の主偏波方向についても、必ずしも、パッチアンテナ５の主偏波方向と垂直な方向にする必要はなく、パッチアンテナ５の主偏波方向と異なる方向である限り適宜決めることができる。ただし、パッチアンテナ５の主偏波方向との差異（交差角）はできる限り大きい方がよい。そのため、好ましくは上記実施形態のようにパッチアンテナ５の主偏波方向と直交するようにするとよい。

【0118】

（５）無給電導体部は、パッチアンテナ５の両端側の双方に設けることは必須ではなく、一端側だけに搭載してもよい。また、無給電導体部の設置数は任意に決めることができる。

【0119】

（６）無給電導体部は、吸収電力を消費するための構成部材（例えば図１の再放射用無給電素子２２、図１５のチップ抵抗１１２など）がない構成とすることもできる。すなわち、最低限、電力吸収用無給電素子があれば、従来構造よりは指向性の乱れを抑制できる。ただし、より良好に且つ安定的に指向性の乱れを抑制できるようにするためには、吸収電力を消費するための構成部材を設けることが好ましい。

【0120】

（７）第３実施形態のアンテナ装置４０（図６）についても、無給電素子アレー４１を構成する各無給電素子５１ａ，５１ｂ・・・の形状や配置位置などは適宜決めることができる。例えば、各アレー５１，５２，５３，５４を構成する無給電素子の数は、２つ以上の任意の数とすることができる。また、素子配置間隔 d_x やアレー配列間隔 d_y 、 y 軸方向のアレーの数についても、所望の特性を得ることができる範囲内で適宜決めることができる。

【0121】

なお、 y 軸方向については、複数のアレーを配列するのではなく、１つのアレーのみとしてもよい。しかし、アンテナ装置４０の高性能化のためには、１つのアレーのみで無給電素子アレーを構成するのではなく、 y 軸方向に複数のアレーを配列するのが好ましい。

【0122】

（８）第３実施形態のアンテナ装置４０では、各無給電素子５１ａ，５１ｂ・・・を伝送線路で接続することによって、各々が吸収した表面波エネルギーを一カ所（主接続線６３の再出力位置）に集め、そこからまとめて表面波エネルギーを消費させる構成とした。しかし、そのように各無給電素子５１ａ，５１ｂ・・・を伝送線路で互いに接続することは必須ではなく、各無給電素子５１ａ，５１ｂ・・・それぞれにおいて個別に、吸収した表面波エネルギーを消費させるようにしてもよい。

【0123】

例えば、第１実施形態の無給電導体部と同じように、各無給電素子５１ａ，５１ｂ・・・それぞれに再放射用無給電素子を接続してそこから再放射させるようにしてもよい。また例えば、各無給電素子５１ａ，５１ｂ・・・それぞれに終端抵抗を接続して熱消費させるようにしてもよい。

【0124】

しかし、そのように各無給電素子５１ａ，５１ｂ・・・で個別に表面波エネルギーを消費させる構成では、エネルギー消費のための構成が複雑化し、スペース的にも現実的では

10

20

30

40

50

ない。そのため、第3実施形態の無給電素子アレー41のように、各無給電素子51a, 51b・・・で吸収された表面波エネルギーを集めて一括して消費させるようにするのが好ましい。

【0125】

なお、第3実施形態においても、各無給電素子とエネルギー消費用の部材との接続は、両者を高周波的に接続できる限り種々の接続方法を採用できる。

(9)パッチアンテナ5を構成する各パッチ放射素子6～9の形状や数、配置方法などについても、上記実施形態はあくまでも一例であり、種々の形態をとることができる。

【0126】

(10)第1,第2実施形態では、誘電体基板2の両面に導体板(表面導体板3及び裏面導体板4)が形成された構成を示したが、表面導体板3がない構成であってもよい。逆に、第3実施形態では、誘電体基板2の表面には導体板がない構成を示したが、第1,第2実施形態のように表面にも導体板が形成された構成であってもよい。

【符号の説明】

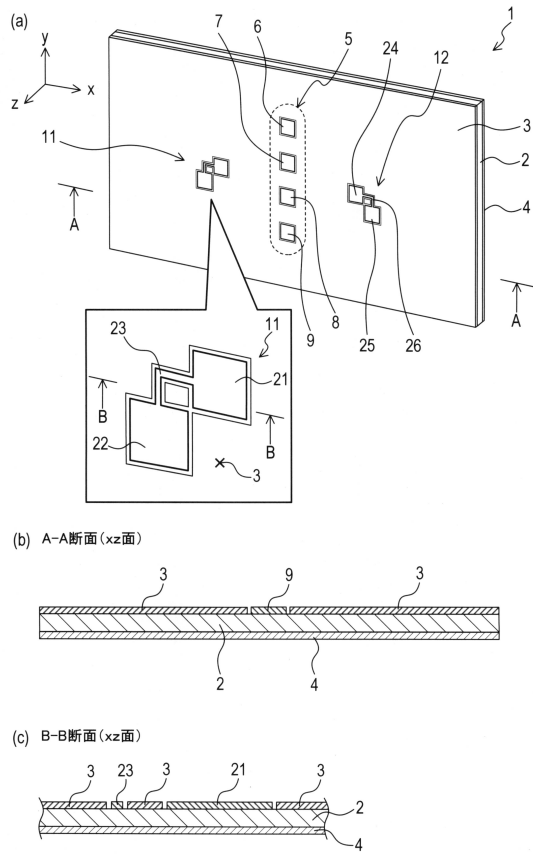
【0127】

1,30,40,80,100...アンテナ装置、2...誘電体基板、3...表面導体板、4...裏面導体板、5...パッチアンテナ、6～9...パッチ放射素子、11,12,31～36,81,82,101～108...無給電導体部、21,24,91,94,111...電力吸収用無給電素子、22,25,72,92,95...再放射用無給電素子、23,26,93,96...マイクロストリップライン、41,42,71,76...無給電素子アレー、42...無給電素子アレー、51...第1アレー、51a,52a,53a,54a...第1無給電素子、51b,52b,53b,54b...第2無給電素子、51c,52c,53c,54c...第3無給電素子、51d,52d,53d,54d...第4無給電素子、52...第2アレー、53...第3アレー、54...第4アレー、56...第1伝送線路、57...第2伝送線路、58...第3伝送線路、59...第4伝送線路、61...第1副接続線、62...第2副接続線、63...主接続線、65...電力消費伝送線路、77,112...チップ抵抗。

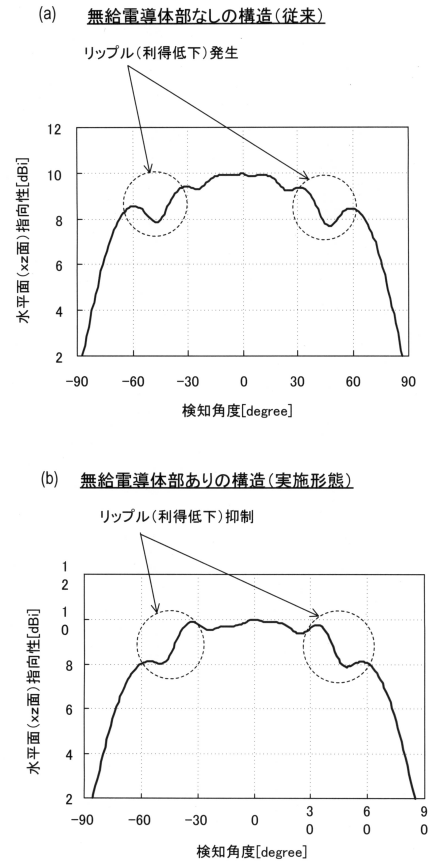
10

20

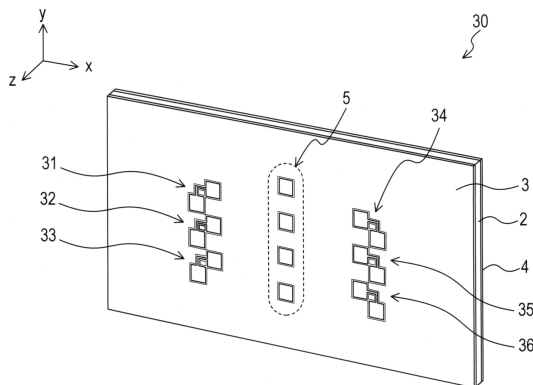
【図 1】



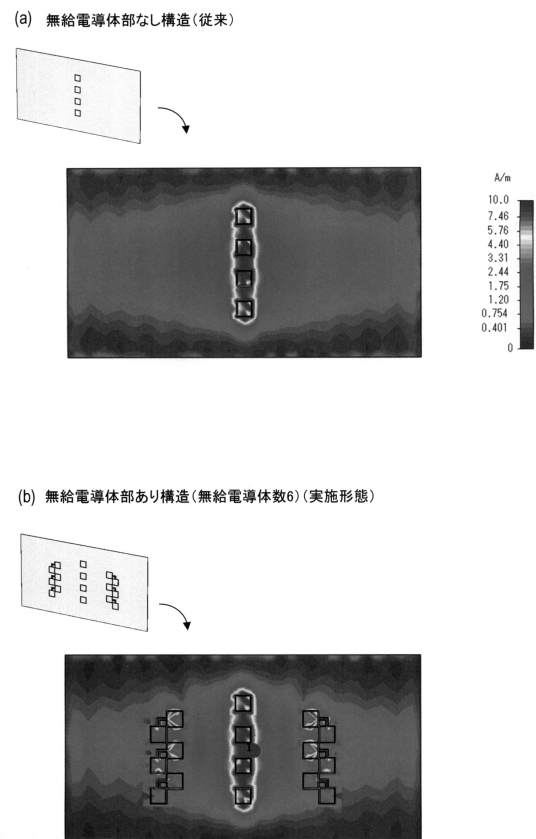
【図 2】



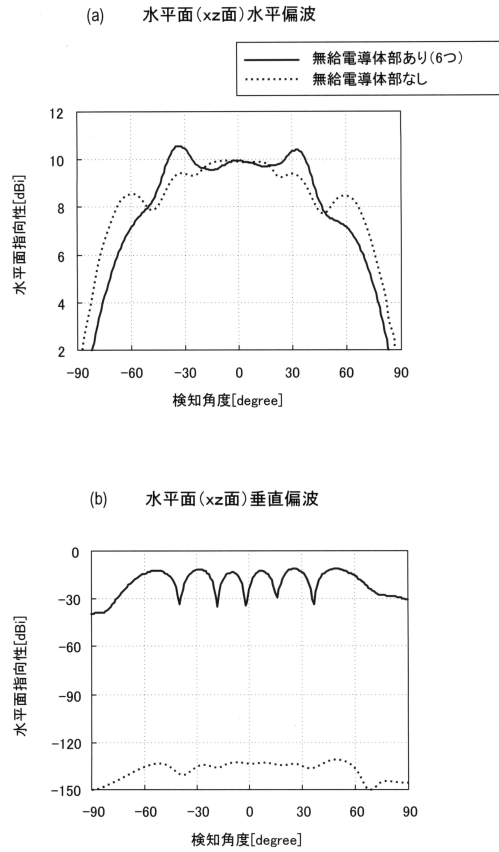
【図 3】



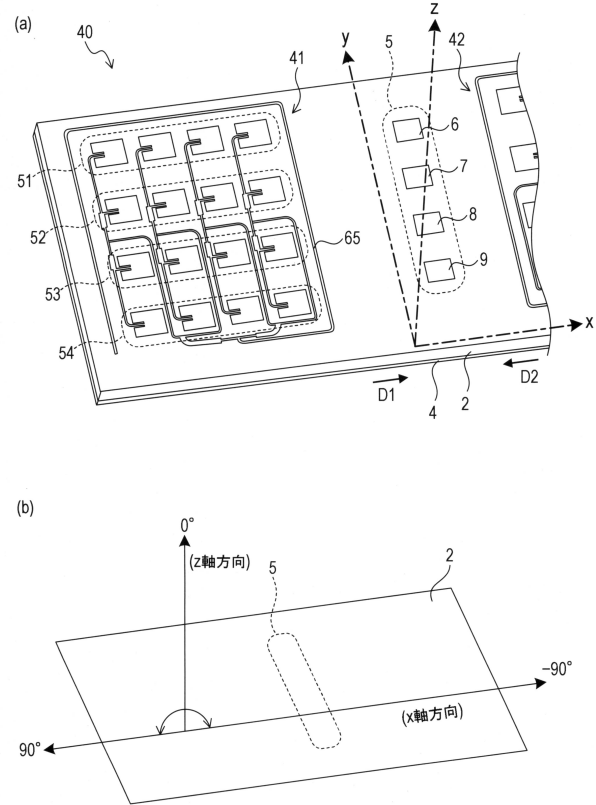
【図 4】



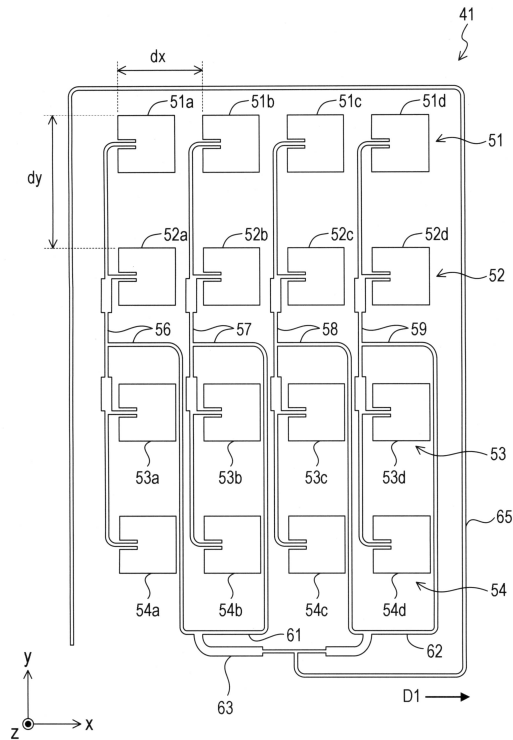
【図 5】



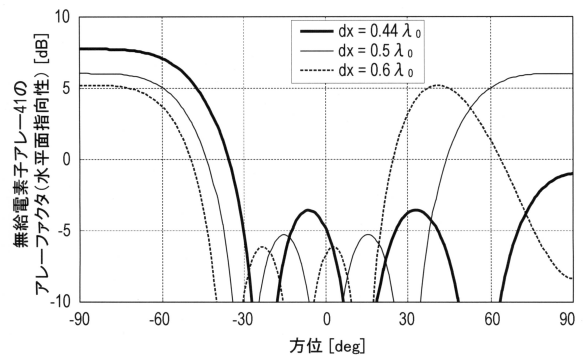
【図 6】



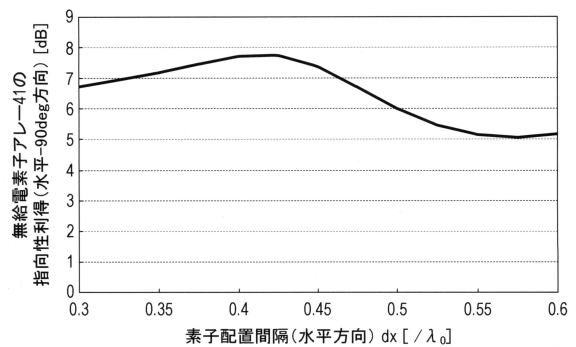
【図 7】



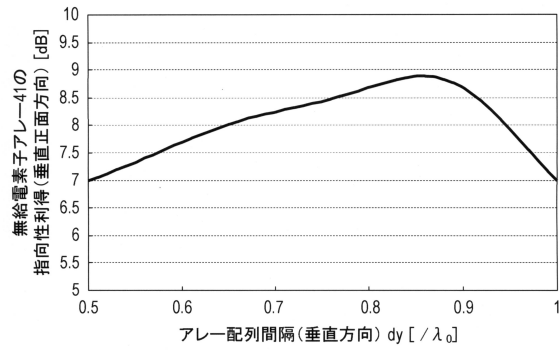
【図 8】



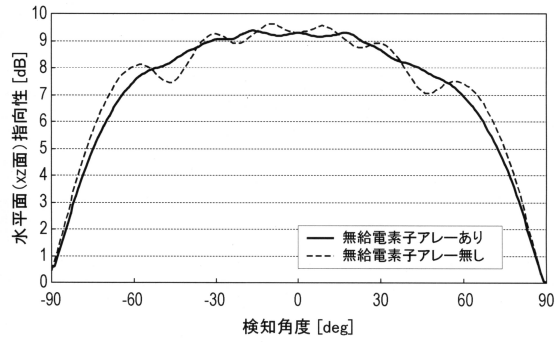
【図 9】



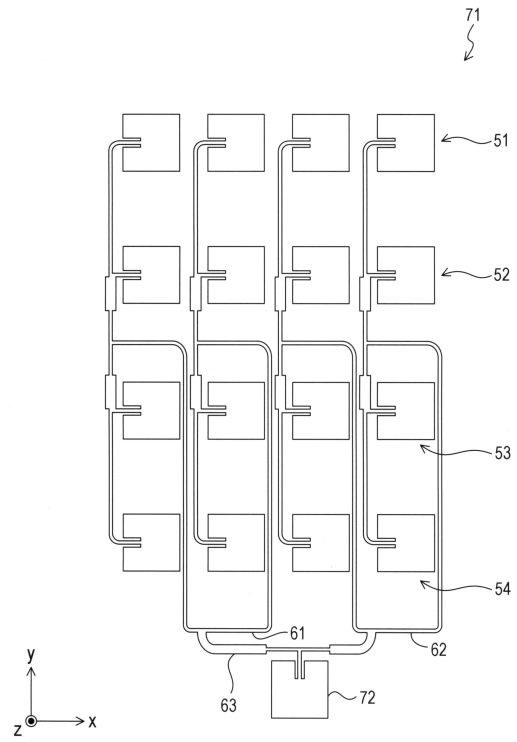
【図 10】



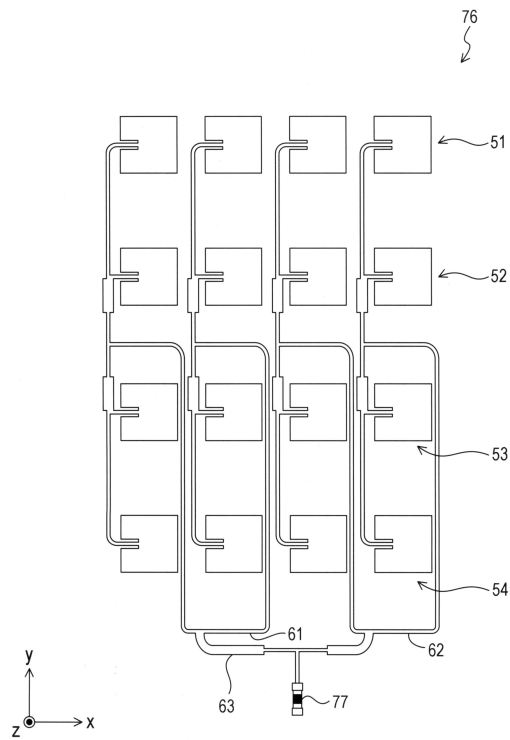
【図 11】



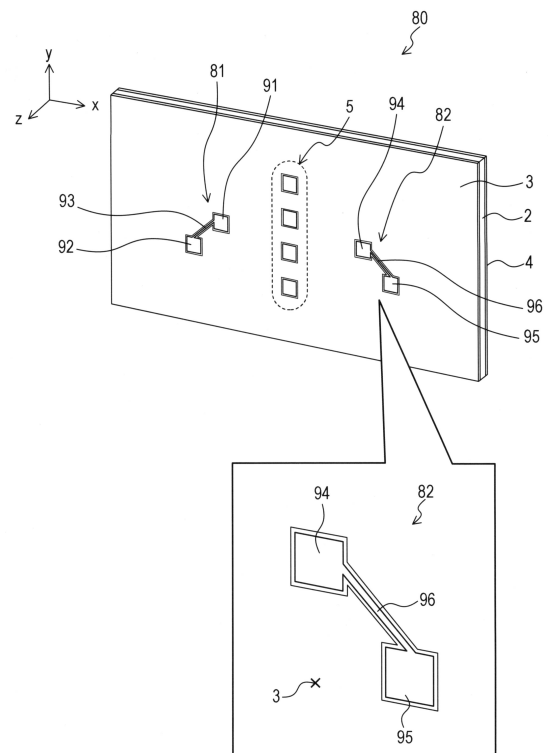
【図 12】



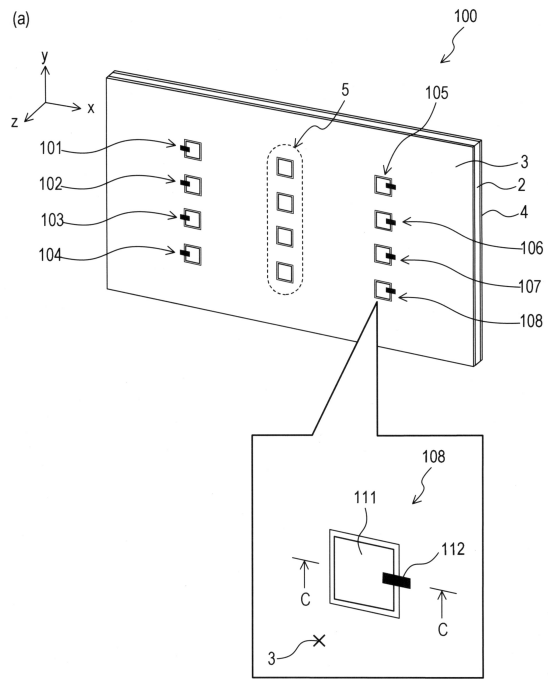
【図 13】



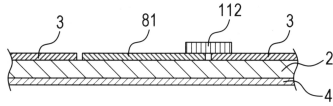
【図 14】



【図 15】



(b) C-C断面(xz面)



フロントページの続き

- (72)発明者 行松 正伸
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 近藤 旭
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 宮田 繁仁

- (56)参考文献 特開2006-261941(JP,A)
特開平6-29721(JP,A)
特開2011-45036(JP,A)
特開2007-166117(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01Q1/00-11/20、15/00-25/04