

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-38123

(P2017-38123A)

(43) 公開日 平成29年2月16日(2017.2.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 Q 11/10 (2006.01)	HO 1 Q 11/10	5 J 0 2 0
HO 1 Q 21/06 (2006.01)	HO 1 Q 21/06	5 J 0 2 1
HO 1 Q 19/10 (2006.01)	HO 1 Q 19/10	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2015-156753 (P2015-156753)	(71) 出願人	312012287 株式会社日立国際八木ソリューションズ 東京都小平市回田町393番地
(22) 出願日	平成27年8月7日(2015.8.7)	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100103034 弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100075672 弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100153051 弁理士 河野 直樹
		(74) 代理人	100140176 弁理士 砂川 克
		(74) 代理人	100179062 弁理士 井上 正

最終頁に続く

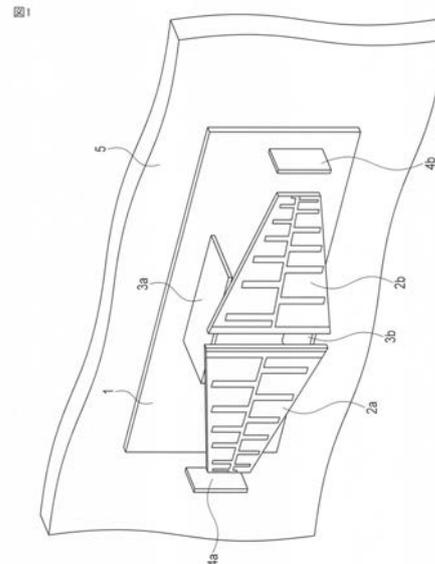
(54) 【発明の名称】 多周波アンテナ装置

(57) 【要約】

【課題】周波数ごとの指向性の調整を大掛かりな対策を講じることなく簡単に行えるようにする。

【解決手段】第1及び第2の対数周期型アンテナ2a, 2bを、給電点61, 62側の素子から素子長が長くなるに従い徐々に反射板1との間の距離が大きくなるように、誘電体基板21全体を傾斜させて配置する。このとき、反射板1に対する誘電体基板21の傾斜角および給電点61, 62の距離は、各素子22, 23と反射板1との距離が各素子の共振周波数の波長に換算した場合にほぼ一定となるように設定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

素子長が対数周期的に順次長くなるように設定された複数の素子を誘電体基板の両面に配列した第 1 および第 2 の対数周期型アンテナを、前記複数の素子の配列方向が互いに逆向きとなるように配置したアンテナユニットと、

前記第 1 および第 2 の対数周期型アンテナに対し高周波信号を給電する給電回路と、

前記第 1 および第 2 の対数周期型アンテナに対し離間して配置される反射板と

を具備し、

前記第 1 および第 2 の対数周期型アンテナは、その複数の素子の素子長が長くなるに従い当該複数の素子と前記反射板との間隔が大きくなるように前記反射板に対し傾斜する状態に配置され、かつ前記複数の素子と前記反射板との間隔が当該複数の素子の共振周波数の波長に換算した場合に予め設定した範囲内で一定となるように設定されることを特徴とする多周波アンテナ装置。

10

【請求項 2】

さらに、前記反射板上の、前記第 1 および第 2 の対数周期型アンテナの前記複数の素子の配列方向と直交する方向に、補助反射板を立設したことを特徴とする請求項 1 記載の多周波アンテナ装置。

【請求項 3】

さらに、前記第 1 および第 2 の対数周期型アンテナの前記複数の素子の配列方向の延長上に、それぞれ無給電素子からなる導波器を配置したことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の多周波アンテナ装置。

20

【請求項 4】

さらに、前記第 1 および第 2 の対数周期型アンテナの前記複数の素子のうち、指向性の調整対象となる周波数に共振する素子と隣接する位置に、前記複数の素子の対数周期と異なる素子長を有するマッチング素子を配置したことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の多周波アンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、対数周期型アンテナを使用した多周波アンテナ装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

例えば、トンネル内の壁面に取り付けられるアンテナ装置としては、相反する 2 方向に指向性を持つ八木式アンテナ装置が知られている。この種のアンテナ装置を用いると、トンネルの長手方向に電波を効率良く放射することができる。

【0003】

ところで、携帯電話通信システムは利用者の需要の拡大やさらなる通信品質向上のために広帯域にわたる多周波化が進められており、使用するアンテナ装置にも広帯域な特性が求められている。このような広帯域な特性を持つ指向性アンテナ装置としては、対数周期型アンテナ（ログペリアンテナとも呼ばれる）を使用したアンテナ装置が知られている。対数周期型アンテナは、例えば基板の両面に、素子長が対数周期的に順次長くなるように設計された複数のダイポール素子を配置したもので、アンテナ装置はこのような対数周期型アンテナを 2 個使用する。そして、この 2 個の対数周期型アンテナを反射板に対し一定の距離を隔て、かつ素子長の短い側が互いに向き合う状態で逆向きに対向配置し、かつ各アンテナの素子長が最も短い素子が配置された側に給電を行うように構成される。このような対数周期型アンテナを使用したアンテナ装置によれば、対数周期型アンテナを構成する各素子がそれぞれ異なる周波数に共振することで、アンテナ装置全体として多周波に渡り広帯域な特性を実現することができる（例えば特許文献 1 を参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 2 2 9 3 3 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

ところが、対数周期型アンテナを使用したアンテナ装置は、周波数ごとの指向性が反射板と各素子との距離に依存する。このため、2個の対数周期型アンテナを素子長が短い側が互いに向き合う状態で逆向きに対向配置し、かつ反射板に対し一定距離を隔てて平行する状態に配置した構成では、周波数により指向性が乱れることから、周波数ごとに指向性を調整することが難しい。

10

【 0 0 0 6 】

この発明は上記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、周波数ごとの指向性の調整を大掛かりな対策を講じることなく簡単に行えるようにする対数周期型アンテナを使用した多周波アンテナ装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するためにこの発明の第1の態様は、素子長が対数周期的に順次長くなるように設定された複数の素子を誘電体基板の両面に配列した第1および第2の対数周期型アンテナを、前記複数の素子の配列方向が互いに逆向きとなるように配置したアンテナユニットと、前記第1および第2の対数周期型アンテナに対し高周波信号を給電する給電回路と、前記第1および第2の対数周期型アンテナに対し離間して配置される反射板とを具備する多周波アンテナ装置において、前記第1および第2の対数周期型アンテナを、その複数の素子の素子長が長くなるに従い当該複数の素子と前記反射板との間隔が大きくなるように前記反射板に対し傾斜する状態に配置し、かつ前記複数の素子と前記反射板との間隔を、当該複数の素子の共振周波数の波長に換算した場合に予め設定した範囲内で一定となるように設定したものである。

20

【 0 0 0 8 】

この発明の第2の態様は、前記反射板上の、前記第1および第2の対数周期型アンテナの前記複数の素子の配列方向と直交する方向に補助反射板を、さらに立設するようにしたものである。

30

【 0 0 0 9 】

この発明の第3の態様は、前記第1および第2の対数周期型アンテナの複数の素子の配列方向の延長上に、それぞれ無給電素子からなる一对の導波器を、さらに配置するようにしたものである。

【 0 0 1 0 】

この発明の第4の態様は、前記第1および第2の対数周期型アンテナの前記複数の素子のうち、指向性の調整対象となる周波数に共振する素子と隣接する位置に、前記複数の素子の対数周期と異なる素子長を有するマッチング素子を、さらに配置するようにしたものである。

【発明の効果】

40

【 0 0 1 1 】

この発明の第1の態様によれば、対数周期型アンテナごとにその各素子と反射板との間隔、すなわち反射板に対する各対数周期型アンテナの傾斜角を調整するだけで、各周波数の指向性を最適な状態に調整することが可能となる。

【 0 0 1 2 】

この発明の第2の態様によれば、反射板上の第1および第2の対数周期型アンテナの素子の配列方向と直交する方向に補助反射板を立設したことで、反射板自体を大型化することなく反射板の有効面積を増加させることが可能となり、これにより多周波アンテナ装置の小型化を維持しつつ第1および第2の対数周期型アンテナの指向性をさらに向上させることができる。

50

【 0 0 1 3 】

この発明の第3の態様によれば、第1および第2の対数周期型アンテナの素子の配列方向の延長上に無給電素子からなる導波器をそれぞれ配置したことで、多周波アンテナ装置の小型化を維持した上で、使用周波数帯の内の特定の周波数帯に対して指向性を制御することが可能となり、これにより対数周期型アンテナの素子の配列方向における指向性を所望の状態に調整することができる。

【 0 0 1 4 】

この発明の第4の態様によれば、第1および第2の対数周期型アンテナの各素子のうち指向性の調整対象となる周波数に共振する素子と隣接する位置に、対数周期と異なる素子長を有するマッチング素子を配置することで、大掛かりなマッチング回路を別途設けることなく電圧定在波比 (Voltage Standing Wave Ratio: V S W R) を制御することができる、これにより広帯域性を向上させることができる。

【 0 0 1 5 】

すなわちこの発明によれば、周波数ごとの指向性の調整を大掛かりな対策を講じることなく簡単に行えるようにした対数周期型アンテナを使用した多周波アンテナ装置を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 この発明の第1の実施形態に係る多周波アンテナ装置の構成の概要を示す斜視図。

【 図 2 】 図1に示した多周波アンテナ装置の具体的な構造を示すもので、(a)はその正面図、(b)は長辺側から見た側面図、(c)は短辺側から見た側面図。

【 図 3 】 図1に示した対数周期型アンテナにおける素子の配列パターンの一例を示す図。

【 図 4 】 図1に示した多周波アンテナ装置において、対数周期型アンテナを反射板に対し傾斜させ、かつ補助反射板および導波器を設置しなかった場合のアンテナ動作を示す図。

【 図 5 】 対数周期型アンテナを反射板に対し傾斜させて配置した場合の対数周期型アンテナと反射板との間隔を示す図。

【 図 6 】 対数周期型アンテナと反射板との間隔を一定にした場合を示す図。

【 図 7 】 図4に示した条件で得られる750MHzにおけるE面およびH面それぞれの指向性の一例を示す図。

【 図 8 】 図4に示した条件で得られる950MHzにおけるE面およびH面それぞれの指向性の一例を示す図。

【 図 9 】 対数周期型アンテナを反射板に対し150mmの間隔を隔てて平行に配置した場合の750MHzにおけるE面およびH面それぞれの指向性の一例を示す図。

【 図 10 】 対数周期型アンテナを反射板に対し150mmの間隔を隔てて平行に配置した場合の950MHzにおけるE面およびH面それぞれの指向性の一例を示す図。

【 図 11 】 対数周期型アンテナを反射板に対し120mmの間隔を隔てて平行に配置した場合の750MHzにおけるE面およびH面それぞれの指向性の一例を示す図。

【 図 12 】 対数周期型アンテナを反射板に対し120mmの間隔を隔てて平行に配置した場合の950MHzにおけるE面およびH面それぞれの指向性の一例を示す図。

【 図 13 】 図7乃至図12に示したE面およびH面それぞれの指向性の半値幅の計測値とその判定結果を一覧表示した図。

【 図 14 】 図1に示した多周波アンテナ装置において、対数周期型アンテナを反射板に対し傾斜させ、かつ補助反射板を設置し導波器を設置しなかった場合のアンテナ動作を示す図。

【 図 15 】 図14に示した条件で得られるE面およびH面それぞれの指向性を示すもので、(a)は750MHzのときの指向性を、(b)は950MHzのときの指向性をそれぞれ示す図。

【 図 16 】 図1に示した多周波アンテナ装置において、対数周期型アンテナを反射板に対し傾斜させ、かつ補助反射板および導波器を設置した場合のアンテナ動作を示す図。

10

20

30

40

50

【図 17】図 16 に示した条件で得られる E 面および H 面それぞれの指向性を示すもので、(a) は 750 MHz のときの指向性を、(b) は 950 MHz のときの指向性をそれぞれ示す図。

【図 18】図 3 に示したようにマッチング素子を配置した場合の VSWR 特性を示す図。

【図 19】マッチング素子を配置しない場合の VSWR 特性を示す図。

【図 20】この発明の第 2 の実施形態に係る多周波アンテナ装置の構成を示す斜視図。

【図 21】図 20 に示した多周波アンテナ装置の構成を別の角度から見たときの斜視図。

【図 22】図 20 に示した多周波アンテナ装置で使用される 4 分配用の電力分配器の構成を示す図。

【図 23】従来の 4 分配用の電力分配器の構成を示す図。

10

【図 24】図 22 に示した 4 分配用の電力分配器による VSWR 特性を示す図。

【図 25】図 22 に示した 4 分配用の電力分配器によるアイソレーションの性能を示す通過特性を示す図。

【図 26】図 22 に示した 4 分配用の電力分配器による位相特性を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面を参照してこの発明に係わる実施形態を説明する。

[第 1 の実施形態]

この発明の第 1 の実施形態に係る多周波アンテナ装置は、トンネル内を走行中の新幹線などの鉄道車両との間で携帯電話通信用の無線高周波を送受信するもので、トンネル内の壁面に固定され、トンネルの長手方向、つまり鉄道車両の走行方向に対応する 2 方向に指向性を持つように構成される。多周波アンテナ装置は、LowBand用とHighBand用の 2 種類が用意され、LowBand用の装置は 700、800、900 MHz をカバーする。一方 HighBand 用の装置は 1.5、1.7、2.1 GHz をカバーする。なお、本実施形態では LowBand 用の装置を例にとって説明する。

20

【0018】

図 1 は、この発明の第 1 の実施形態に係る多周波アンテナ装置の構成の概要を示す斜視図である。この多周波アンテナ装置は、接地された導電材料からなる反射板 1 と、当該反射板 1 に対し離間して配置される第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2a、2b と、上記反射板 1 上に立設される一对の補助反射板 3a、3b と、上記第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2a、2b の遠端側に配置される一对の導波器 4a、4b とを備える。この多周波アンテナ装置は、トンネル内の壁面 5 に図示しない架台により固定され、装置前面部には図示しない保護カバーが取り付けられる。

30

【0019】

第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2a、2b は、図 3(a)、(b) に示すように、誘電体基板 21 の表面および裏面に、素子長が対数周期的に順次長くなるように設計された複数の素子 22、23 の配列パターンを形成したもので、最も短い素子が配置される側の端部にはそれぞれ給電点 61、62 が設けられている。各配列パターンは、誘電体基板 21 を挟んで互い違いに対向するように形成され、これにより素子 22、23 の各々がトンネルの長手方向に指向性を持つダイポール素子として動作するようになっている。

40

【0020】

図 2 は、上記多周波アンテナ装置の具体的な構成を示すもので、(a) は正面図、(b) は長辺側から見た側面図、(c) は短辺側から見た側面図である。同図に示すように、第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2a、2b は、最も長い素子が配置された側が向き合う状態で互いに逆向きとなるように配置される。そして、対数周期型アンテナ 2a、2b の先端部に設けられた給電点 61、62 には、図示しない給電線路を介して高周波電力が供給される。なお、図中 6 は外部の無線ユニットに多周波アンテナ装置を接続するためのコネクタである。

【0021】

また第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2a、2b は、反射板 1 に対し八型に傾斜する

50

状態に配置される。すなわち、給電点 6 1 , 6 2 側の素子から素子長が長くなるに従い徐々に反射板 1 との間の距離が大きくなるように、誘電体基板 2 1 全体に傾斜をつけて配置される。このとき、反射板 1 に対する誘電体基板 2 1 の傾斜角および給電点 6 1 , 6 2 の距離は、各素子と反射板 1 との距離が各素子が共振する周波数の波長に換算した場合にほぼ一定となるように設定される。なお、上記した反射板 1 に対する対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の傾斜角および給電点 6 1 , 6 2 の距離は、スペーサ 5 a , 5 b により規定される。

【 0 0 2 2 】

また、上記対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の素子配列方向と直交する方向、つまり対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の短辺方向の両側には、一对の補助反射板 3 a , 3 b が配置されている。これらの補助反射板 3 a , 3 b は反射板 1 上にネジ止めにより立設される。補助反射板 3 a , 3 b の幅方向の長さは、指向性の調整対象となる低周波域に対応する素子に対向するように設定され、また高さ方向の寸法は対数周期型アンテナ 2 a , 2 b と反射板 1 との距離よりも短くなるように設定される。

10

【 0 0 2 3 】

さらに、上記対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の長手方向の延長上には、一对の導波器 4 a , 4 b が配置されている。これらの導波器 4 a , 4 b は対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の各先端部を支持するスペーサ 5 a , 5 b の外側面に取り付けられ、対数周期型アンテナ 2 a , 2 b に対し無給電素子として動作する。

【 0 0 2 4 】

またさらに、対数周期型アンテナ 2 a , 2 b において、誘電体基板 2 1 の裏面側に形成された素子 2 3 の配列パターンには、素子長が最も長い素子と 2 番目に長い素子との間に、マッチング素子 2 4 が形成されている。このマッチング素子 2 4 の素子長は、素子 2 3 の対数周期と異なる長さに設定される。

20

【 0 0 2 5 】

以上のように構成された多周波アンテナ装置によれば、以下のような作用効果が奏せられる。

(1) 第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b は、給電点 6 1 , 6 2 側の素子から素子長が長くなるに従い徐々に反射板 1 との間の距離が大きくなるように、誘電体基板 2 1 全体を傾斜させて配置される。このとき、反射板 1 に対する誘電体基板 2 1 の傾斜角および給電点 6 1 , 6 2 の距離は、各素子と反射板 1 との距離が各素子の共振周波数の波長に換算した場合にほぼ一定となるように設定される。この結果、いずれの周波数に対しても指向性の乱れを抑制して周波数ごとの指向性を容易に調整することが可能となる。

30

【 0 0 2 6 】

以上の効果を指向性の計測結果により例示する。いま図 4 に示すように電界面 E (E 面) および磁界面 H (H 面) における指向性をそれぞれ計測する。なお、電界面 E の指向性は磁界面 H (H 面) の最大放射方向において計測した。

【 0 0 2 7 】

まず、図 5 に示すように反射板 1 に対し第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b を傾斜させて配置し、素子長が最も長い素子と反射板 1 との間の距離を $h_1 = 150 \text{ mm}$ 、素子長が最も短い素子と反射板 1 との間の距離を $h_2 = 120 \text{ mm}$ としたとき、750 MHz における E 面の指向性 E 1 1 および H 面の指向性 H 1 1 はそれぞれ図 7 (a) , (b) に示すようになる。そして、E 面の指向性 E 1 1 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は E 1 1 となり、その半値幅は 83.2° となる。同様に、H 面の指向性 H 1 1 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は H 1 1 となり、その半値幅は 44.7° となる。

40

【 0 0 2 8 】

また、同じ条件で 950 MHz における E 面の指向性 E 1 2 および H 面の指向性 H 1 2 を計測すると図 8 (a) , (b) に示すようになる。そして、E 面の指向性 E 1 2 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は E 1 2 の半値幅は 64.0° となり

50

、また H 面の指向性 H 1 2 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は H 1 2 の半値幅は 4 9 . 0 ° となる。

【 0 0 2 9 】

すなわち、反射板 1 に対し第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b を傾斜させて配置することで、7 5 0 MHz に代表される比較的低い周波数帯に対しても、また 9 5 0 MHz 以上の比較的高い周波数帯においても、E 面および H 面のいずれにおいても良好な指向性を得ることができる。

【 0 0 3 0 】

ちなみに、図 6 に示すように反射板 1 に対し第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b を平行に配置させ、その離間距離を h_1 , $h_2 = 1 5 0 \text{ mm}$ としたとき、7 5 0 MHz における E 面の指向性 E 1 3 および H 面の指向性 H 1 3 はそれぞれ図 9 (a) , (b) に示すようになる。そして、E 面の指向性 E 1 3 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は E 1 3 となり、その半値幅は 8 0 . 0 ° となる。同様に、H 面の指向性 H 1 3 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は H 1 3 となり、その半値幅は 4 1 . 2 ° となる。

10

【 0 0 3 1 】

また、同じ条件で 9 5 0 MHz における E 面の指向性 E 1 4 および H 面の指向性 H 1 4 を計測すると図 1 0 (a) , (b) に示すようになる。そして、E 面の指向性 E 1 4 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は E 1 4 の半値幅は 6 6 . 7 ° となり、また H 面の指向性 H 1 4 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は H 1 4 の半値幅は 5 2 . 3 ° となる。

20

【 0 0 3 2 】

すなわち、第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b と反射板 1 との距離を h_1 , $h_2 = 1 5 0 \text{ mm}$ とした場合、9 5 0 MHz における E 面および H 面の指向性の半値幅がいずれも大きくなり過ぎる。

【 0 0 3 3 】

同様に、反射板 1 に対し第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b を平行に配置させ、その離間距離を h_1 , $h_2 = 1 2 0 \text{ mm}$ としたとき、7 5 0 MHz における E 面の指向性 E 1 5 および H 面の指向性 H 1 5 はそれぞれ図 1 1 (a) , (b) に示すようになる。そして、E 面の指向性 E 1 5 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は E 1 5 となり、その半値幅は 8 7 . 3 ° となる。同様に、H 面の指向性 H 1 5 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は H 1 5 となり、その半値幅は 7 9 . 5 ° となる。

30

【 0 0 3 4 】

また、同じ条件で 9 5 0 MHz における E 面の指向性 E 1 6 および H 面の指向性 H 1 6 を計測すると図 1 2 (a) , (b) に示すようになる。そして、E 面の指向性 E 1 6 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は E 1 6 の半値幅は 6 0 . 0 ° となり、また H 面の指向性 H 1 6 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は H 1 6 の半値幅は 4 8 . 5 ° となる。

【 0 0 3 5 】

すなわち、第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b と反射板 1 との距離を h_1 , $h_2 = 1 2 0 \text{ mm}$ とした場合、7 5 0 MHz における E 面および H 面の指向性の半値幅がいずれも大きくなり過ぎる。

40

図 1 3 は、上記図 7 乃至図 1 2 に示した各指向性の半値幅に対する判定結果を一覧表示したものである。同図からも明らかなように、反射板 1 に対し第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b を傾斜させて配置し、素子長が最も長い素子と反射板 1 との間の距離を $h_1 = 1 5 0 \text{ mm}$ 、素子長が最も短い素子と反射板 1 との間の距離を $h_2 = 1 2 0 \text{ mm}$ とすることで、7 5 0 MHz においても、また 9 5 0 MHz においても指向性を良好な状態に調整することができる。すなわち、反射板 1 に対する各対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の傾斜角を調整するだけで、各周波数の指向性を最適な状態に調整することが可能となる。

50

【 0 0 3 6 】

(2) 対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の素子配列方向と直交する方向、つまり対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の短辺方向の両側に、一对の補助反射板 3 a , 3 b が配置されている。このため、反射板 1 自体を大型化することなく反射板 1 の有効面積を増加させることが可能となり、これにより多周波アンテナ装置の小型化を維持しつつ第 1 および第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の指向性をさらに向上させることができる。この効果は、例えばトンネル内の壁面のように設置スペースが制限される場所に設置する場合に特に有効である。

【 0 0 3 7 】

いま、図 1 4 に示すように電界面 E (E 面) および磁界面 H (H 面) における指向性をそれぞれ計測したとする。なお、電界面 E の指向性は磁界面 H (H 面) の最大放射方向において計測した。

10

【 0 0 3 8 】

図 5 に示したように反射板 1 に対し第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b を傾斜させて配置し、かつ反射板 1 上の上記対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の両側部に相当する位置に補助反射板 3 a , 3 b を立設するものとする。なお、上記対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の傾斜角は、素子長が最も長い素子と反射板 1 との間の距離が $h_1 = 150 \text{ mm}$ 、素子長が最も短い素子と反射板 1 との間の距離が $h_2 = 120 \text{ mm}$ となるように設定している。

【 0 0 3 9 】

この条件下で、750 MHz における E 面の指向性 E 2 1 および H 面の指向性 H 2 1 を計測すると、図 1 5 (a) に示すようになる。そして、E 面の指向性 E 2 1 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は E 2 1 となり、その半値幅は 45.1° となる。同様に、H 面の指向性 H 2 1 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は H 2 1 となり、その半値幅は 57.4° となる。

20

【 0 0 4 0 】

また、同じ条件で 950 MHz における E 面の指向性 E 2 2 および H 面の指向性 H 2 2 を計測すると図 1 5 (b) に示すようになる。そして、E 面の指向性 E 2 2 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は E 2 2 の半値幅は 62.8° となり、また H 面の指向性 H 2 2 に対し最大放射方向から - 3 dB の位置における指向性範囲は H 2 2

30

【 0 0 4 1 】

すなわち、反射板 1 に対し第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b を傾斜させて配置し、かつ補助反射板 3 a , 3 b を設けることで、特に 750 MHz に代表される比較的低い周波数帯において、E 面および H 面のいずれに対しても指向性をさらに向上させることができる。

【 0 0 4 2 】

(3) 対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の長手方向の延長上には、一对の導波器 4 a , 4 b が配置される。これらの導波器 4 a , 4 b は、対数周期型アンテナ 2 a , 2 b に対し無給電素子として動作する。このため、反射板 1 のサイズを大型化することなく、対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の素子配列方向における指向性をさらに高めることが可能となる。

40

【 0 0 4 3 】

いま、図 1 6 に示すように電界面 E (E 面) および磁界面 H (H 面) における指向性をそれぞれ計測したとする。なお、電界面 E の指向性は磁界面 H (H 面) の最大放射方向において計測した。

【 0 0 4 4 】

反射板 1 に対し第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b を傾斜させて配置し、かつ反射板 1 上の上記対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の両側部に相当する位置に補助反射板 3 a , 3 b を立設すると共に、対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の長手方向の延長上一対の導波器 4 a , 4 b を配置するものとする。なお、上記対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の

50

傾斜角は、素子長が最も長い素子と反射板 1 との間の距離が $h_1 = 150 \text{ mm}$ 、素子長が最も短い素子と反射板 1 との間の距離が $h_2 = 120 \text{ mm}$ となるように設定する。

【0045】

この条件下で、750 MHz における E 面の指向性 E_{31} および H 面の指向性 H_{31} を計測すると、図 17 (a) に示すようになる。そして、E 面の指向性 E_{31} に対し最大放射方向から -3 dB の位置における指向性範囲は E_{31} となり、その半値幅は 46.2° となる。同様に、H 面の指向性 H_{31} に対し最大放射方向から -3 dB の位置における指向性範囲は H_{31} となり、その半値幅は 56.2° となる。

【0046】

また、同じ条件で 950 MHz における E 面の指向性 E_{32} および H 面の指向性 H_{32} を計測すると図 17 (b) に示すようになる。そして、E 面の指向性 E_{32} に対し最大放射方向から -3 dB の位置における指向性範囲は E_{32} の半値幅は 44.7° となり、また H 面の指向性 H_{32} に対し最大放射方向から -3 dB の位置における指向性範囲は H_{32} の半値幅は 37.6° となる。

10

【0047】

すなわち、反射板 1 に対し第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b を傾斜させて配置し、かつ対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の両側に補助反射板 3 a , 3 b を配置すると共に、対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の長手方向の延長上に導波器 4 a , 4 b を配置したことで、特に 750 MHz に代表される比較的低い周波数帯において、E 面および H 面のいずれに対しても指向性をさらに向上させることができる。

20

【0048】

(4) 対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の誘電体基板 2 1 の裏面側に形成された素子 2 3 の配列パターンにおいて、図 3 (b) に示したように、素子長が最も長い素子と 2 番目に長い素子との間に、対数周期とは異なる素子長を有するマッチング素子 2 4 を形成している。このマッチング素子 2 4 は、それ自体でスタブとして動作し得るほか、隣接する対数周期素子と電磁的に結合してある種の装荷素子として動作する。すなわち、マッチング素子 2 4 の特徴は、対数周期型アンテナの一方の極 (基板の片面) にのみ設けられ、電気的な言い方をすれば、平衡回路中に非対称 (不平衡) に設けられていることである。この結果、大掛かりなマッチング回路を別途設けることなく VSWR を制御することができ、これにより広帯域性を向上させることができる。

30

【0049】

図 18 は、本実施形態に係るアンテナ装置の VSWR 特性の計測結果の一例を示すもので、750 MHz ~ 950 MHz の広帯域に渡り良好な特性を得ることができる。ちなみに、図 19 はマッチング素子 2 4 を設けなかったときの VSWR 特性を示す。図 18 および図 19 から明らかなように、本実施形態によれば 750 MHz 帯の VSWR 特性を改善することが可能となり、これにより 750 MHz から 950 MHz の広帯域に渡り良好な VSWR 特性を得ることができる。

【0050】

[第 2 の実施形態]

この発明の第 2 の実施形態は、第 1 の実施形態で述べたように素子長が最も長い素子同士が向き合う状態で互いに逆向きに配置された一对の対数周期型アンテナを 2 対設け、これらの対数周期型アンテナの対を反射板に対し屋根状に傾けた状態で並行して配置したものである。

40

【0051】

図 20 はこの発明の第 2 の実施形態に係る多周波アンテナ装置の外観を正面方向から見た斜視図、図 21 は側面方向から見た斜視図である。これらの図に示すように、第 2 の実施形態に係る多周波アンテナ装置は、素子長が最も長い素子同士が向き合う状態で互いに逆向きに配置された一对の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b に加え、同様の構成を有する対数周期型アンテナ 2 c , 2 d をもう一对備えている。対数周期型アンテナ 2 a , 2 b と対数周期型アンテナ 2 c , 2 d は、素子の配列方向と直交する方向に並べて配置され、かつ

50

並行する対数周期型アンテナ 2 a と 2 c、および対数周期型アンテナ 2 b と 2 d がそれぞれ屋根状に傾斜した状態で配置される。なお、図中 8 は多周波アンテナ装置をトンネル壁面に固定するための架台である。

【 0 0 5 2 】

このように構成された多周波アンテナ装置であれば、対数周期型アンテナ 2 a , 2 b と 2 c , 2 d とが同方向に同相でスタックされることになり、指向性を良好に保持した上でアンテナ利得を高めることが可能となる。

【 0 0 5 3 】

また、反射板 1 上には上記対数周期型アンテナ 2 a , 2 b および 2 c , 2 d に対し高周波電力を給電するための 4 分配用の電力分配器 7 が配置されている。この電力分配器 7 は、図 2 2 に示すように誘電体基板の一方の面に接地パターンを形成すると共に、他方の面に導体線路パターンを形成している。この導体線路パターンは、図示しない無線ユニットに接続される入力端子 P 1 から、線路幅が 3 段階に渡り W 1 , W 2 , W 3 と順次大きくなるように構成された階段状の導電線路を有し、各導電線路の線路長は 1 / 4 波長以下に設定されている。また線路幅が最も大きい導電線路 (線路幅 = W 3) の先端辺には 4 本の突起線路が形成され、これらの突起線路の先端部にはそれぞれ給電端子 P 2 ~ P 5 が設けられている。これらの給電端子 P 2 ~ P 5 は、図示しない同軸ケーブルまたはマイクロストリップ線路を介して、上記対数周期型アンテナ 2 a , 2 b および 2 c , 2 d の給電端子に接続される。ちなみに、図 2 3 は従来使用されている 4 分配用の電力分配器の一構成を示すもので、4 分配された各線路は同一の線路幅に設定されている。

10

20

【 0 0 5 4 】

このように構成された 4 分配用の電力分配器 7 を用いると、線路幅が段階的に大きくなるように形成された導電線路の線路長 L 1 , L 2 , L 3 と線路幅 W 1 , W 2 , W 3 を適宜調整することで、各対数周期型アンテナ 2 a , 2 b および 2 c , 2 d に対する電力分配器 7 のインピーダンスを整合させ、かつ出力側の 4 本の突起線路の長さを変更することで、各対数周期型アンテナ 2 a , 2 b および 2 c , 2 d の給電端子に供給する無線信号の位相を調整することが可能となる。

【 0 0 5 5 】

図 2 4、図 2 5 および図 2 6 はそれぞれ、図 2 2 に示したように電力分配器 7 のサイズを縦が 8 8 mm、横が 5 0 mm とし、線路長を L 1 = 2 7 mm、L 2 = 1 5 mm、L 3 = 1 6 . 2 mm に設定すると共に、線路幅を W 1 = 7 mm、W 2 = 1 4 mm、W 3 = 1 8 mm に設定した場合の、V S W R 特性、アイソレーションの性能を示す通過特性、および位相特性を示したものである。

30

【 0 0 5 6 】

[その他の実施形態]

第 1 の実施形態では、対数周期型アンテナ 2 a , 2 b を反射板 1 に対し傾斜させ、かつ補助反射板 3 a , 3 b に加えて導波器 4 a , 4 b を設置した場合について説明したが、対数周期型アンテナ 2 a , 2 b を反射板 1 に対し傾斜させた状態で補助反射板 3 a , 3 b のみを設けた場合や、対数周期型アンテナ 2 a , 2 b を反射板に対し傾斜させた状態で導波器 4 a , 4 b のみを設けた場合も、本発明の範囲に含まれる。

40

【 0 0 5 7 】

第 1 の実施形態では、第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b の両側部にそれぞれ 1 個の補助反射板 3 a , 3 b を配置した場合を例にとって説明したが、第 1 及び第 2 の対数周期型アンテナ 2 a , 2 b のそれぞれに対し独立して計 4 個の補助反射板を設置するようにしてもよい。その他、カバー対象の周波数帯や対数周期型アンテナ自体の構成、補助反射板、導波器、マッチング素子および電力分配器のサイズや形状、数などについても、この発明の要旨を逸脱しない範囲でどのように選択してもよい。

【 0 0 5 8 】

要するにこの発明は、上記各実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記各実施形態

50

に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成できる。例えば、各実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態に亘る構成要素を適宜組み合わせてもよい。

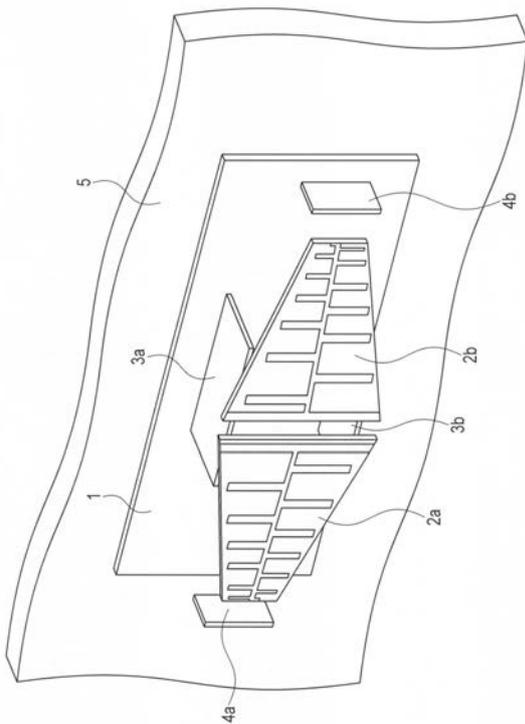
【符号の説明】

【0059】

- 1 ... 反射板、2 a , 2 b , 2 c , 2 d ... 対数周期型アンテナ、3 a , 3 b ... 補助反射板、4 a , 4 b ... 導波器、5 ... トンネル壁面、6 ... コネクタ、7 ... 電力分配器、8 ... 架台、2 1 ... 誘電体基板、2 2 , 2 3 ... 素子、2 4 ... マッチング素子、6 1 , 6 2 ... 給電点。

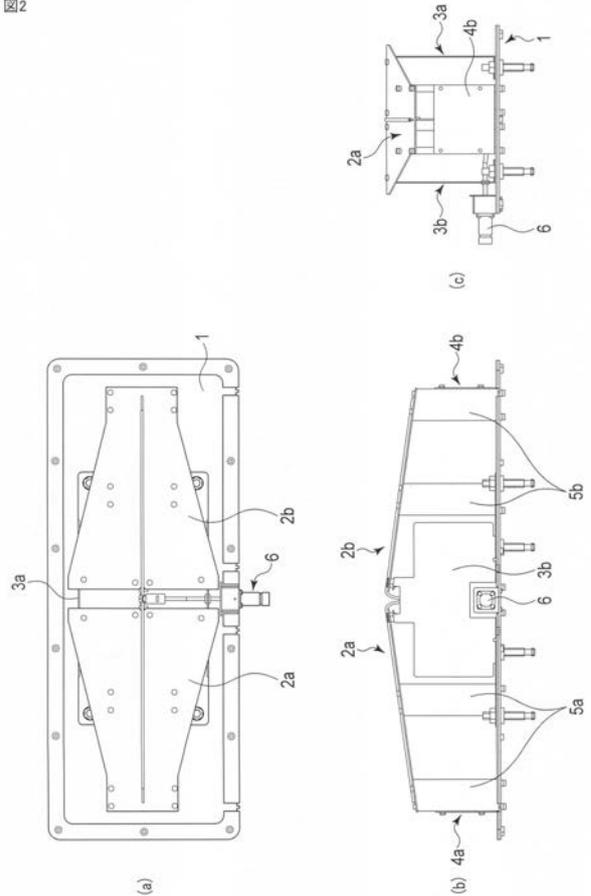
【図1】

図1

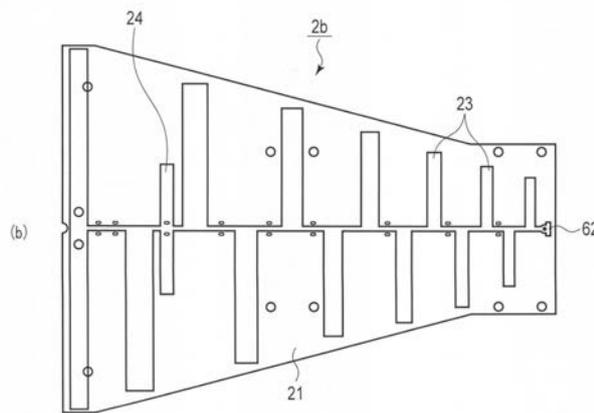
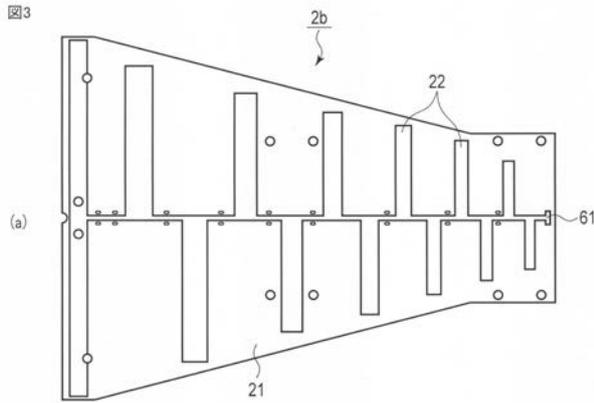


【図2】

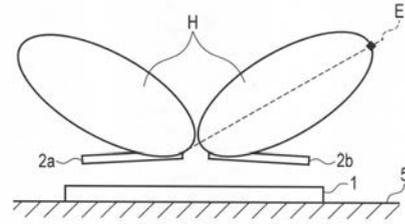
図2



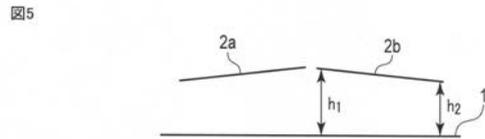
【 図 3 】



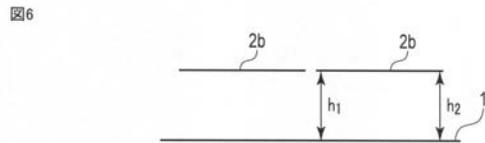
【 図 4 】



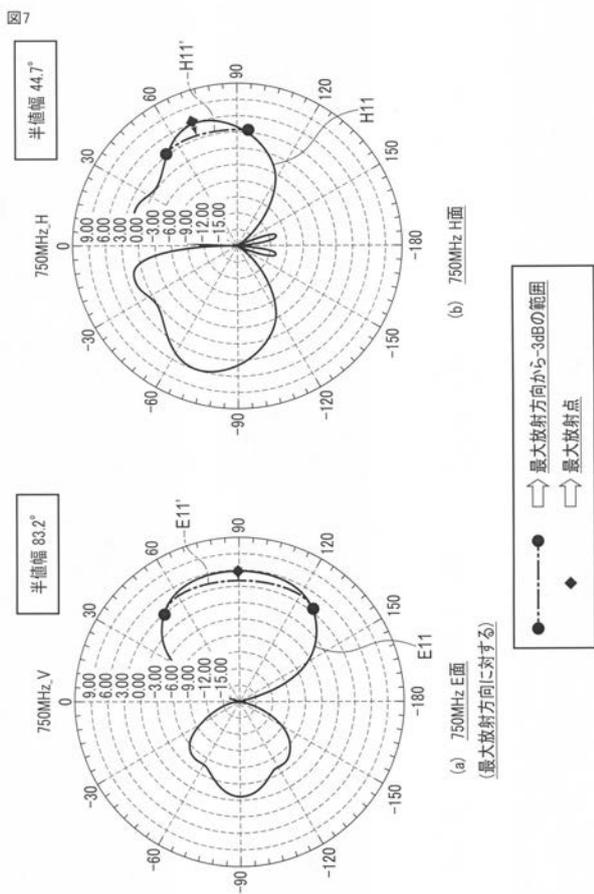
【 図 5 】



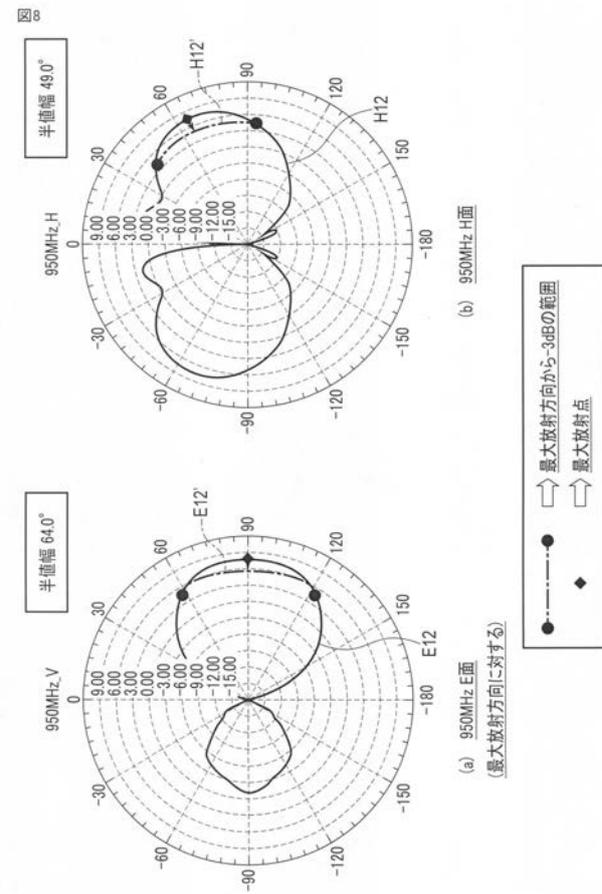
【 図 6 】



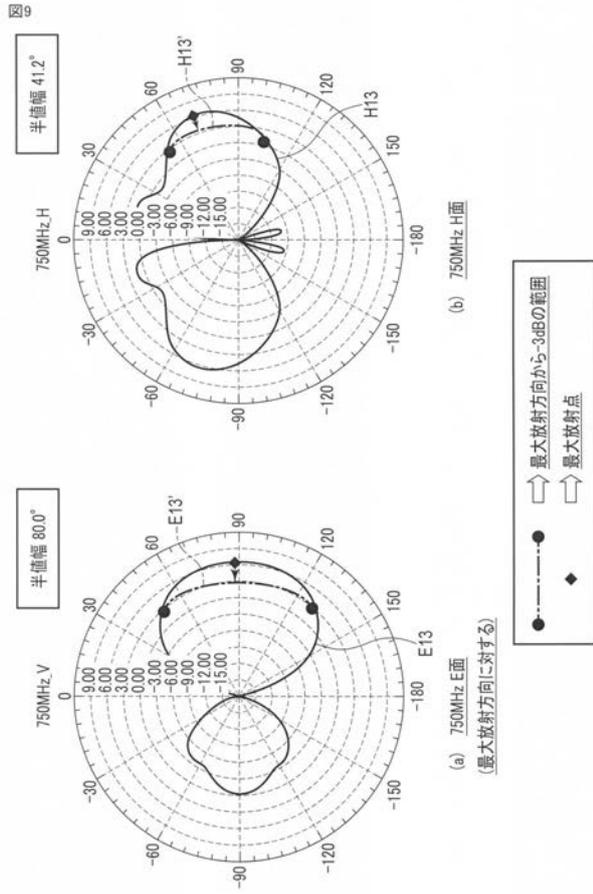
【 図 7 】



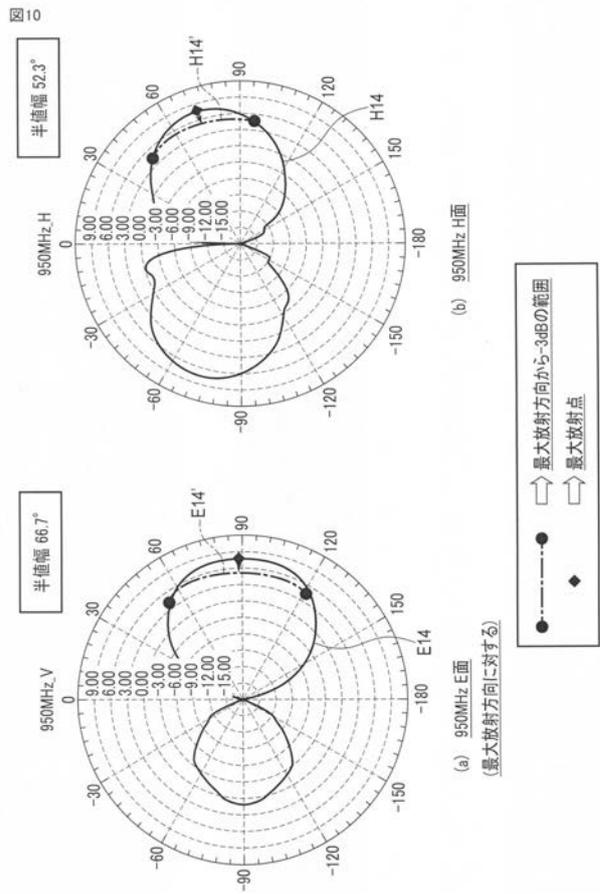
【 図 8 】



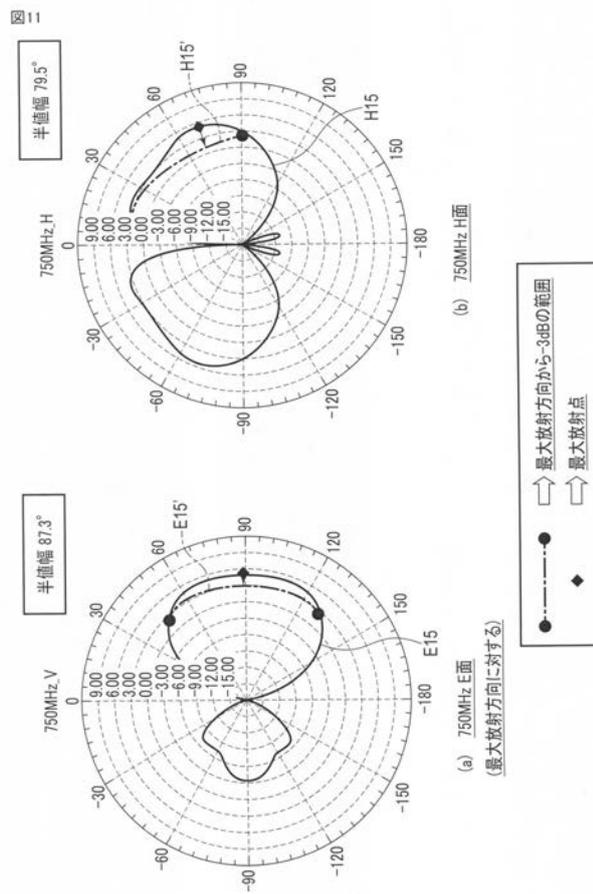
【 図 9 】



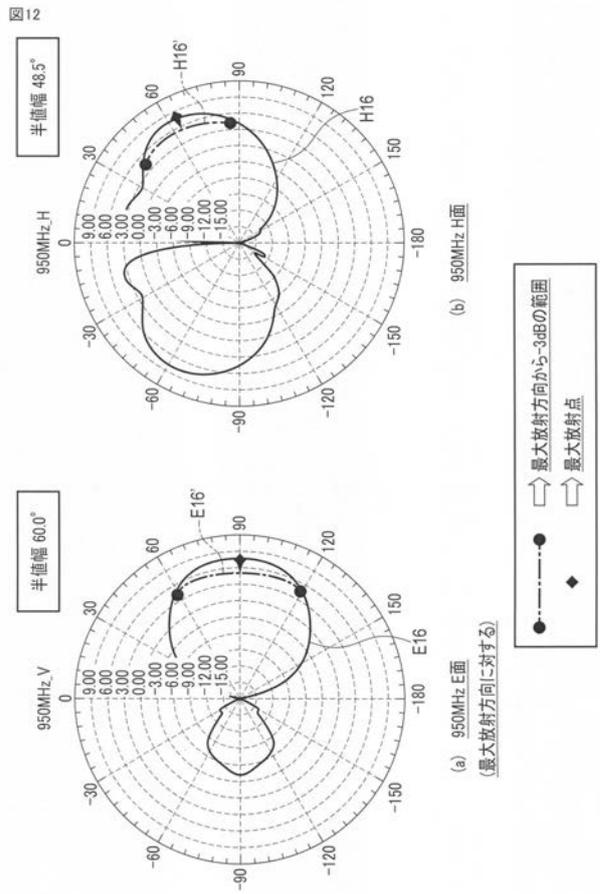
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



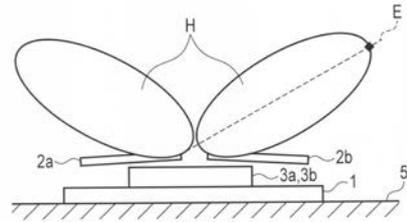
【 図 1 3 】

図13

h1	h2	周波数	E面半値幅	判定	H面半値幅	判定	対応図番号
150mm	150mm	750MHz	80.0°	○	41.2°	○	図9
120mm	120mm	950MHz	66.7°	×	52.3°	×	図10
120mm	120mm	750MHz	87.3°	×	79.5°	×	図11
150mm	120mm	950MHz	60.0°	○	48.5°	○	図12
150mm	120mm	750MHz	83.2°	○	44.7°	○	図7
150mm	120mm	950MHz	64.0°	○	49.0°	○	図8

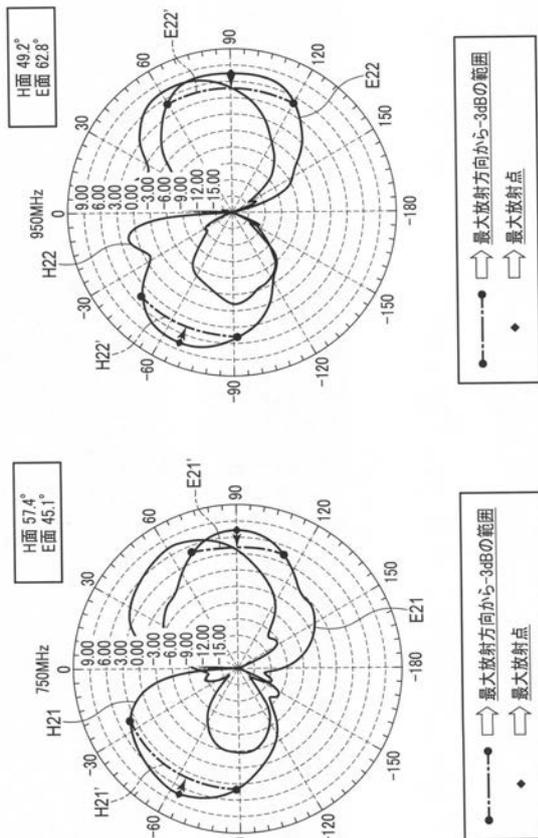
【 図 1 4 】

図14



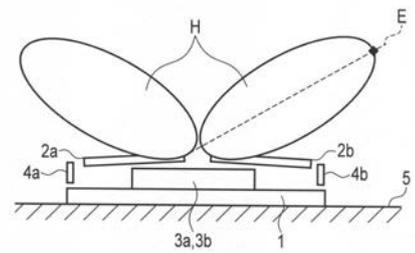
【 図 1 5 】

図15

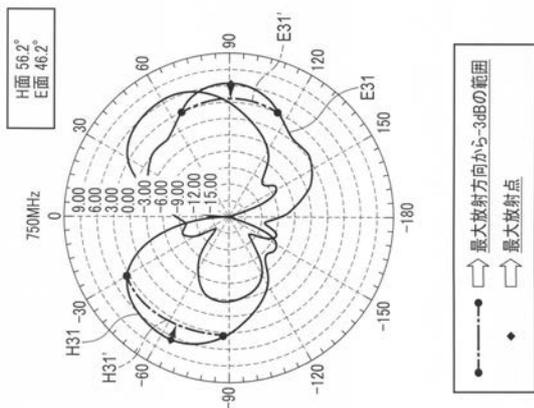
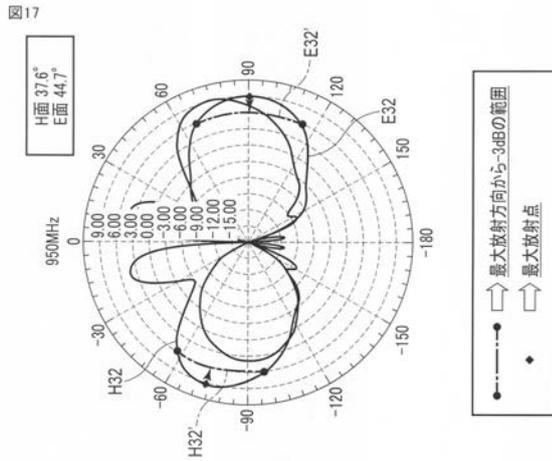


【 図 1 6 】

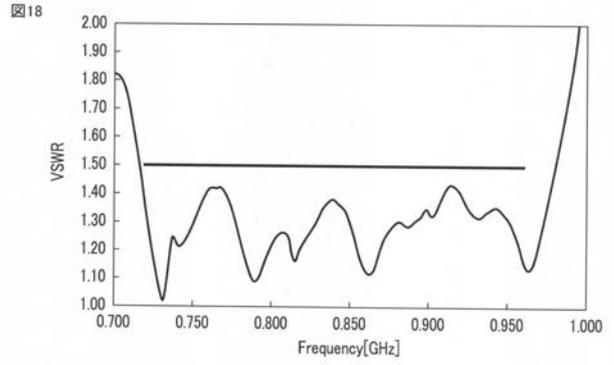
図16



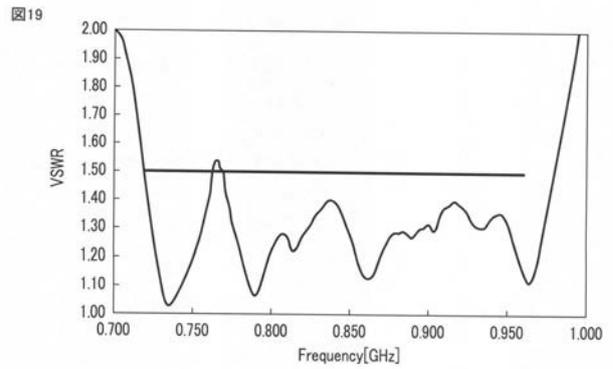
【 図 1 7 】



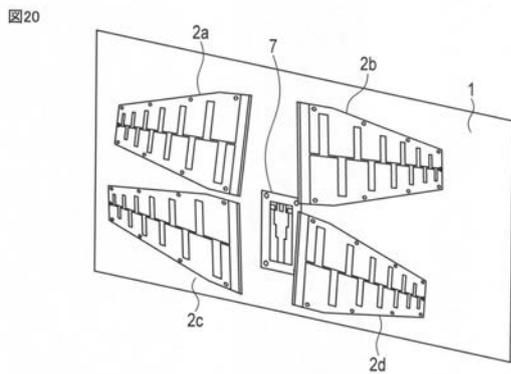
【 図 1 8 】



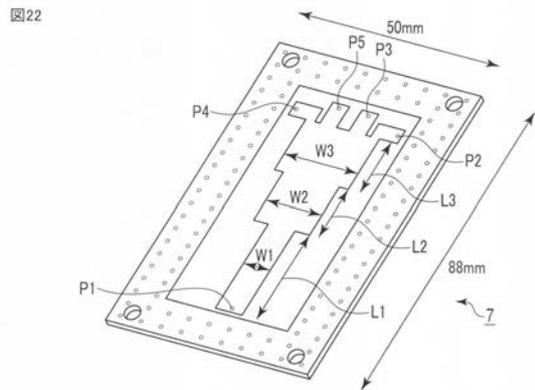
【 図 1 9 】



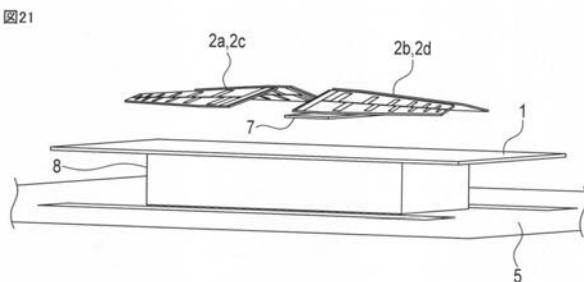
【 図 2 0 】



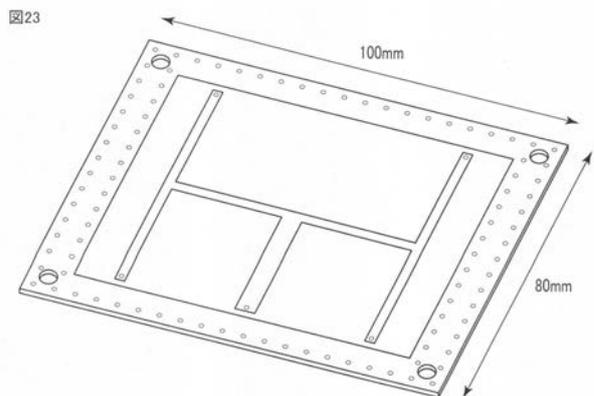
【 図 2 2 】



【 図 2 1 】

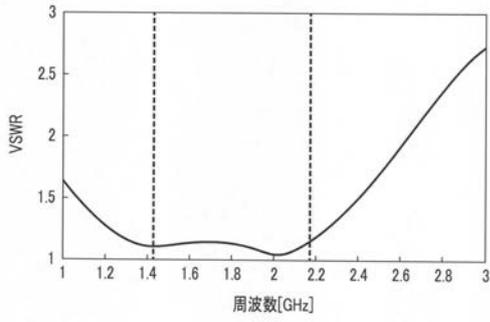


【 図 2 3 】



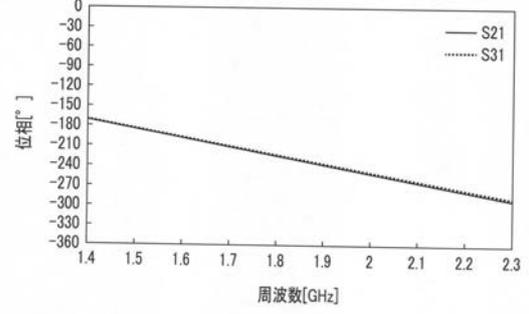
【 図 2 4 】

图24



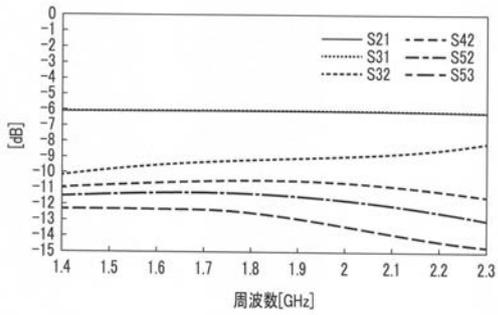
【 图 2 6 】

图26



【 图 2 5 】

图25



フロントページの続き

(74)代理人 100124394

弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807

弁理士 岡田 貴志

(72)発明者 三田部 滉司

東京都小平市回田町 3 9 3 番地 株式会社日立国際八木ソリューションズ内

(72)発明者 澁谷 翔

東京都小平市回田町 3 9 3 番地 株式会社日立国際八木ソリューションズ内

Fターム(参考) 5J020 BA06 CA01 DA08

5J021 AA02 AA05 AA07 AA13 AB03 HA05 HA10 JA05