

(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2016-46577
(P2016-46577A)

(43) 公開日 平成28年4月4日(2016.4.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1Q 15/04 (2006.01)	HO1Q 15/04	5J020
HO1Q 13/02 (2006.01)	HO1Q 13/02	5J045
HO1Q 15/06 (2006.01)	HO1Q 15/06	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2014-167612 (P2014-167612)
(22) 出願日 平成26年8月20日 (2014.8.20)

(71) 出願人 000232357
横河電子機器株式会社
神奈川県秦野市曾屋500番地
(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
(74) 代理人 100108578
弁理士 高橋 詔男
(74) 代理人 100089037
弁理士 渡邊 隆
(74) 代理人 100094400
弁理士 鈴木 三義
(74) 代理人 100108453
弁理士 村山 靖彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置

(57) 【要約】

【課題】簡易な構成且つ低コストでビーム走査を行うことが可能なアンテナ装置を提供する。

【解決手段】アンテナ装置1は、予め規定された指向性を有するホーンアンテナ10と、ホーンアンテナ10で送受信される電波の電界面に沿うように一定間隔をもって配列された複数の金属プレート21を有しており、ホーンアンテナ10から送信される電波の強度が最も高くなる方向に位置する金属プレート21のホーンアンテナ10に向く端部に設定された軸AX周りで回動可能にされた金属プレートレンズ20とを備える。

【選択図】 図5

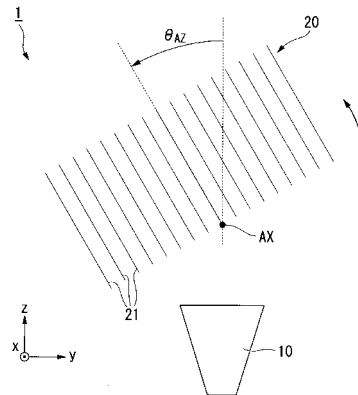


図5

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

予め規定された指向性を有するアンテナと、
前記アンテナで送受信される電波の電界面に沿うように一定間隔をもって配列された複数の金属板を有しており、前記アンテナから送信される電波の強度が最も高くなる方向に位置する前記金属板の前記アンテナに向く端部に設定された軸の周りで回動可能にされた電波レンズと

を備えることを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 2】

前記電波レンズの前記アンテナに向く側は、前記金属板の各々の前記アンテナに向く辺が半円状に切り欠かれることによって半球状に切り欠かれていることを特徴とする請求項 1 記載のアンテナ装置。

10

【請求項 3】

前記軸は、前記アンテナで送受信される電波の電界方向に沿うように設定されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のアンテナ装置。

【請求項 4】

前記電波レンズは、前記アンテナから電波が送信される方向にみた形状が略円形状であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載のアンテナ装置。

【請求項 5】

前記アンテナは、開口端が前記電波レンズに向くように配置されたホーンアンテナであることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れか一項に記載のアンテナ装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アンテナ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ビーム走査が可能なアンテナ装置の代表的なものとしてフェーズドアレイアンテナ装置が挙げられる。このフェーズドアレイアンテナ装置は、線状又は面状に配列された複数のアンテナ素子、アンテナ素子の各々に設けられた位相器、各位相器への電力の分配及び各位相器からの電力の合成を行う電力分配合成回路、並びに各位相器の位相を制御する位相制御回路を備える。このようなフェーズドアレイアンテナ装置では、位相制御回路が各位相器の位相を制御することにより、任意の方向へのビーム走査が可能である。

30

【0003】

尚、以下の非特許文献 1, 2 には、ビーム走査に関する技術ではないが、電波レンズを用いてアンテナの指向性を容易に変更する技術が開示されている。具体的に、以下の非特許文献 1, 2 には、ホーンアンテナの開口部の前方に、電界面に沿うように一定間隔をもって配列された複数の金属板からなる電波レンズを配置することによって、ホーンアンテナの指向性を変える（例えば、ビーム幅を小さくして、サイドローブを低減する）技術が開示されている。

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献 1】神谷那由他, 他 3 名, 「一次放射器を近接配置可能な金属プレートレンズに関する検討」, [online], [平成 26 年 8 月 05 日検索], インターネット<http://www.ee.aoyama.ac.jp/Labs/hasimoto-www/sotai/201209_toyama/201209_B4_onoue/201209_B4_onoue.pdf>

【非特許文献 2】尾上寛幸, 他 3 名, 「一次放射器に近接配置可能な金属プレートレンズに関する実験的評価」, [online], [平成 26 年 8 月 05 日検索], インターネット<http://www.ee.aoyama.ac.jp/hash-lab/sotai/201303_gifu/201303_B4_onoue/201303_B4_

50

onoue.pdf>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上述したフェーズドアレイアンテナ装置は、ビーム走査のためにアンテナ素子を機械的に走査する必要が無いという利点を有するものの、複数のアンテナ素子及び位相器等を備える必要があり、部品点数が多いことからコストを低減することが難しいという問題がある。また、ビーム走査を行って対象物を検出するには高度な信号処理技術が必要になることもコスト低減を困難にしている要因である。

【0006】

加えて、フェーズドアレイアンテナ装置に設けられる位相器は個体差があるため、各位相器に入力される制御電圧が同一であっても、各位相器から出力される信号は位相が若干異なったものになることがある。このため、フェーズドアレイアンテナ装置において、ビーム走査を精度良く行うためには、各位相器に印加される制御電圧の微調整（キャリアレーション）が必要になるという問題もある。

【0007】

ここで、前述した非特許文献1に開示されたアンテナ装置は、アンテナの前方に電波レンズを配置するだけでアンテナの指向性を容易に変更することができる。このため、このようなアンテナ装置において、ビーム走査が可能になれば、フェーズドアレイアンテナ装置における上述した各問題点が解消できると考えられる。

【0008】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、簡易な構成且つ低コストでビーム走査を行うことが可能なアンテナ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明のアンテナ装置は、予め規定された指向性を有するアンテナ（10）と、前記アンテナで送受信される電波の電界面に沿うように一定間隔をもって配列された複数の金属板（21）を有しており、前記アンテナから送信される電波の強度が最も高くなる方向に位置する前記金属板の前記アンテナに向く端部に設定された軸（AX）の周りで回動可能にされた電波レンズ（20）とを備えることを特徴としている。

この発明によると、アンテナの前面に配置された電波レンズが、アンテナから送信される電波の強度が最も高くなる方向に位置する金属板のアンテナに向く端部に設定された軸の周りで回動する。

また、本発明のアンテナ装置は、前記電波レンズの前記アンテナに向く側が、前記金属板の各々の前記アンテナに向く辺が半円状に切り欠かれることによって半球状に切り欠かれていることを特徴としている。

また、本発明のアンテナ装置は、前記軸が、前記アンテナで送受信される電波の電界方向に沿うように設定されていることを特徴としている。

また、本発明のアンテナ装置は、前記電波レンズが、前記アンテナから電波が送信される方向にみた形状が略円形状であることを特徴としている。

また、本発明のアンテナ装置は、前記アンテナが、開口端（10b）が前記電波レンズに向くように配置されたホーンアンテナであることを特徴としている。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、アンテナの前面に配置された電波レンズを、アンテナから送信される電波の強度が最も高くなる方向に位置する金属板のアンテナに向く端部に設定された軸の周りで回動させるだけで電波の進行方向が変化するため、簡易な構成且つ低コストでビーム走査を行うことが可能であるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態によるアンテナ装置の要部構成を示す斜視図である。

【 図 2 】 同アンテナ装置の要部構成を示す平面図である。

【 図 3 】 同アンテナ装置の要部構成を示す側面図である。

【 図 4 】 同アンテナ装置の要部構成を示す正面図である。

【 図 5 】 本発明の一実施形態によるアンテナ装置の動作を説明するための図である。

【 図 6 】 本発明の一実施形態によるアンテナ装置の特性の一例を示す図である。

【 図 7 】 本発明の一実施形態によるアンテナ装置に対する比較例における走査方法を示す図である。

【 図 8 】 第 1 比較例における特性の一例を示す図である。

10

【 図 9 】 第 2 比較例における特性の一例を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

以下、図面を参照して本発明の一実施形態によるアンテナ装置について詳細に説明する。図 1 は、本発明の一実施形態によるアンテナ装置の要部構成を示す斜視図である。また、図 2 は、同アンテナ装置の要部構成を示す平面図であり、図 3 は、同アンテナ装置の要部構成を示す側面図であり、図 4 は、同アンテナ装置の要部構成を示す正面図である。これら図 1 ~ 4 に示す通り、本実施形態のアンテナ装置 1 は、ホーンアンテナ 10 (アンテナ) 及び金属プレートレンズ 20 (電波レンズ) を備えており、金属プレートレンズ 20 を介して電波の送受信を行う。

20

【 0 0 1 3 】

尚、以下の説明においては、図中に設定した $x y z$ 直交座標系を必要に応じて参照しつつ各部材の位置関係について説明する。図 1 ~ 4 に示す $x y z$ 直交座標系は、原点がホーンアンテナ 10 の給電点 (図示省略) に設定されており、 x 軸が鉛直方向に沿う方向、 y 軸が水平方向に沿う方向、 z 軸が水平方向に沿う方向であってホーンアンテナ 10 から電波が送信される方向にそれぞれ設定されている。

【 0 0 1 4 】

ホーンアンテナ 10 は、一方の開口端 10 a から他方の開口端 10 b に行くにつれて開口面積が徐々に広がるように設定された指向性を有する四角錐形状のアンテナであり、開口端 10 a を $-z$ 側に向けるとともに開口端 10 b を $+z$ 側に向けた状態で配置されている。つまり、ホーンアンテナ 10 は、 $+z$ 方向に送信される電波の強度が最も高くなるように配置されている。尚、ホーンアンテナ 10 の開口端 10 a の中央部には、上記の給電点が設定されている。

30

【 0 0 1 5 】

このホーンアンテナ 10 としては、例えば長さが 40 [mm] 程度であり (図 2, 3 参照)、WR-42 なる規格の導波管を開口端 10 a に接続可能なものを用いることができる。尚、本実施形態では、ホーンアンテナ 10 で送受信される電波は、周波数が 24.15 [GHz] (波長が 12.4 [mm]) であり、電界面 (E 面) が $z x$ 面に平行な面であり、磁界面 (H 面) が $y z$ 面に平行な面であるとする。

【 0 0 1 6 】

40

金属プレートレンズ 20 は、ホーンアンテナ 10 の開口端 10 b の前方 ($+z$ 側) に配置されており、ホーンアンテナ 10 で送受信される電波に対して、レンズとして作用をするものである。この金属プレートレンズ 20 は、図 4 に示す通り、ホーンアンテナ 10 で送受信される電波の電界面 ($z x$ 面) に沿うように一定の間隔 b をもって配列された複数の金属プレート 21 (金属板) を備える。尚、本実施形態では、17 枚の金属プレート 21 を備える金属プレートレンズ 20 を例に挙げるが、金属プレートレンズ 20 に設けられる金属プレート 21 の数は任意である。

【 0 0 1 7 】

金属プレートレンズ 20 をなす金属プレート 21 は、例えばアルミニウム (A1) 等の金属によって形成され、ホーンアンテナ 10 に向く辺が半円状に切り欠かれた板状部材で

50

ある。この金属プレート 21 は、x 軸に交差する 2 つの辺の長さは全て同じ長さにされているが、x 軸に平行な辺（切り欠きが形成されていない辺）の長さは、y 方向の配列位置に応じて異なる長さにされている。

【0018】

具体的に、各金属プレート 21 の x 軸に平行な辺の長さは、図 4 に示す通り、ホーンアンテナ 10 から電波が送信される方向（-z 方向から +z 方向に向く方向）に見た金属プレートレンズ 20 の外径形状が略円形状となるように設定されている。また、各金属プレート 21 のホーンアンテナ 10 に向く辺は、図 1 に示す通り、ホーンアンテナ 10 に向く側が半球状に切り欠かれるように切り欠かれている。これにより、金属プレートレンズ 20 は、いわばホーンアンテナ 10 に向く側が凹面とされた平凹レンズと同様の形状とされている。尚、図 2 ~ 4 に示す通り、金属プレートレンズ 20 は、外径が D であるとする

10

【0019】

また、金属プレートレンズ 20 は、図 2 , 3 に示す軸 AX の周りで回動可能に構成されている。これは、アンテナ装置 1 のビーム走査を可能にするためである。具体的に、軸 AX は、ホーンアンテナ 10 から送信される電波の強度が最も高くなる方向に位置する金属プレート 21（具体的には、zx 面内に配置された金属プレート 21）のホーンアンテナ 10 に向く端部（x 軸に交差する 2 つの辺の端部）を通るように設定されている。つまり、軸 AX は、ホーンアンテナ 10 で送受信される電波の電界方向に沿うように設定されている。

20

【0020】

ここで、ホーンアンテナ 10 で送受信される電波の波長（自由空間波長）を λ_0 、金属プレート 21 間における電波の波長を λ_g とすると、金属プレートレンズ 20 の屈折比 n は以下の（1）式で示される。尚、以下の（1）式中の b は、金属プレート 21 の間隔である（図 4 参照）。

【数 1】

$$n = \frac{\lambda_0}{\lambda_g} = \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{2b}\right)^2} \quad \dots (1)$$

30

【0021】

また、ホーンアンテナ 10 の半値角を W とすると、金属プレートレンズ 20 の焦点距離 L_f は以下の（2）式で示される。尚、以下の（2）式中の D は、金属プレートレンズ 20 の外径である（図 3 , 4 参照）。

【数 2】

$$L_f = \frac{D}{2 \tan(W/2)} \quad \dots (2)$$

40

【0022】

また、ホーンアンテナ 10 から送信される電波の進行方向と Z 軸とのなす角を Θ とすると、金属プレートレンズ 20 の曲率半径 R は以下の（3）式で示される。

【数 3】

$$R = \frac{(1-n)L_f}{1-n \cos \Theta} \quad \dots (3)$$

50

【0023】

以上の(1)～(3)式を参照すると、電波の自由空間波長 λ_0 、金属プレート21の間隔 b 、金属プレートレンズ20の外径 D 、及びホーンアンテナ10の半値角 W を決定すれば、金属プレートレンズ20の設計パラメータである焦点距離 L_f 、曲率半径 R 、及び金属プレート21の枚数を求めることができる。従って、ホーンアンテナ10の特性に合わせて、所望の特性を有する金属プレートレンズ20を設計することができる。

【0024】

次に、上記構成のアンテナ装置1の動作について説明する。図5は、本発明の一実施形態によるアンテナ装置の動作を説明するための図である。尚、図5においては、便宜的に、原点の位置をずらして $x y z$ 直交座標系を図示している。図5に示す通り、金属プレートレンズ20を軸 $A X$ の周りで回転させると、回転した金属プレートレンズ20とホーンアンテナ10との距離関係が変化する。例えば、図5に示す例では、軸 $A X$ よりも $+y$ 側では金属プレートレンズ20とホーンアンテナ10との距離が長くなり、逆に軸 $A X$ よりも $-y$ 側では金属プレートレンズ20とホーンアンテナ10との距離が短くなる。

10

【0025】

距離が短くなった側(軸 $A X$ よりも $-y$ 側)ではホーンアンテナ10から送信された電波の位相が遅れるのに対し、距離が長くなった側(軸 $A X$ よりも $+y$ 側)ではホーンアンテナ10から送信された電波の位相が進む。これにより、金属プレートレンズ20から射出される電波の向きが変わる。金属プレートレンズ20から射出される電波の向きは、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} に応じて変わることから、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} を制御することにより、任意の方向へのビーム走査を行うことができる。

20

【0026】

図6は、本発明の一実施形態によるアンテナ装置の特性の一例を示す図である。この図6に示す特性は、金属プレートレンズ20の外径 D を 120.1 [mm]、金属プレート21の間隔 b を 7.21 [mm]、ホーンアンテナ10の開口端10bから金属プレートレンズ20の端面(ホーンアンテナ10に向く面とは反対側の面)までの距離 L (図2, 3参照)を 96.87 [mm]に設定し、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} を0度から50度まで10度刻みで変化させた場合に得られた特性である。尚、図6においては、磁界面(H面: yz 面に平行な面)内において Z 軸となす角度 θ を横軸にとり、ゲインを縦軸にとってある。

30

【0027】

図6を参照すると、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} が大きくなるにつれて、チルト角度(磁界面内においてゲインが最も高くなる方向と Z 軸となす角度)が大きくなるのが分かる。例えば、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} が50度である場合には、チルト角度は 21.8 度変化している。このため、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} を ± 50 度の範囲で変化させれば、 ± 20 度程度の範囲でビーム走査が可能である。

【0028】

ここで、図6を参照すると、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} が大きくなるにつれて、ゲインが僅かながら低下するものの、ゲインが大幅に低下してはいないのが分かる。このため、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} を変化させるだけで、容易にビーム走査を行うことが可能である。尚、図6に示す例では、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} を0度から50度まで10度刻みで変化させているが、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} を連続的に変化させることができる。このため、連続的にビーム走査を行うことが可能である。

40

【0029】

次に、本発明の一実施形態によるアンテナ装置に対する比較例について説明する。図7は、本発明の一実施形態によるアンテナ装置に対する比較例における走査方法を示す図である。尚、図7においては、図5と同様に、便宜的に原点の位置をずらして $x y z$ 直交座標系を図示している。図7(a)に示す第1比較例は、金属プレートレンズ20をなす金属プレート21の各々を、各々の端部(ホーンアンテナ10に向く端部)を通る軸 $A X$ 1

50

の周りで回転させる方法でビーム走査を行った例である。これに対し、図7(b)に示す第2比較例は、金属プレートレンズ20を固定して、ホーンアンテナ10を、開口端10bの中心部を通る軸AX2の周りで回転させる方法でビーム走査を行った例である。

【0030】

図8は、第1比較例における特性の一例を示す図であり、図9は、第2比較例における特性の一例を示す図である。これら図8, 9に示す特性は、前述した実施形態と同じ条件に設定し、走査方法のみを異ならせた場合に得られた特性である。尚、図8, 9においては、図6と同様に、磁界面(H面: yz面に平行な面)内においてZ軸となす角度を横軸にとり、ゲインを縦軸にとってある。

【0031】

まず、図8を参照すると、第1比較例では、上述した実施形態ほどではないものの、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} が大きくなるにつれて、チルト角度が大きくなるのが分かる。例えば、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} が50度である場合には、チルト角度は18.4度変化している。しかしながら、第1比較例では、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} が大きくなるにつれて、ゲインが大幅に低下し、しかもビーム幅が広がってしまうのが分かる。このため、第1比較例では、上述した実施形態のような精度の良いビーム走査を行うことは困難であると考えられる。

【0032】

次に、図9を参照すると、第2比較例では、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} が大きくなっても、チルト角度が余り大きくはならないのが分かる。例えば、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} が50度である場合には、チルト角度は9度程度であり、上述した実施形態及び第1比較例の半分以下である。また、第2比較例では、第1比較例と同様に、金属プレートレンズ20の回転角 θ_{AZ} が大きくなるにつれて、ゲインが大幅に低下するのが分かる。このため、第2比較例でも、上述した実施形態のような精度の良いビーム走査を行うことは困難であると考えられる。

【0033】

以上の通り、本実施形態では、ホーンアンテナ10の前方に金属プレートレンズ20を配置し、軸AX(ホーンアンテナ10から送信される電波の強度が最も高くなる方向に位置する金属プレート21のホーンアンテナ10に向く端部を通るように設定された軸)の周りでホーンアンテナ10を回動可能にしている。これにより、軸AXの周りで金属プレートレンズ20を回転させるだけでビーム走査を行うことができるため、簡易な構成且つ低コストでビーム走査を行うことが可能である。

【0034】

以上、本発明の一実施形態によるアンテナ装置について説明したが、本発明は上記実施形態に制限される訳ではなく、本発明の範囲内で自由に変更が可能である。例えば、上記実施形態では、アンテナとしてホーンアンテナ10を備える例について説明したが、アンテナは予め規定された指向性を有するものであれば任意のものを用いることができる。尚、金属プレートレンズ20の特性は、アンテナの指向性に依りて設計すれば良い。

【0035】

本発明のアンテナ装置は、無変調連続波レーダー(CW(Continuous Wave)レーダー)、周波数変調連続波レーダー(FM-CW(Frequency Modulated Continuous Wave)レーダー)、パルスレーダー、多周波CW方式レーダー、その他のレーダーに適用することが可能である。また、これらのレーダーを用いて河川の流向や流速分布の測定、路面状態(凍結、雨、積雪、ドライ等)の監視、値表の高低差や合成開口の測定等を行うことができる。

【0036】

また、本発明のアンテナ装置は、ホーンアンテナ10(アンテナ)と金属プレートレンズ20(電波レンズ)との焦点距離を変えてビーム幅を変更することができる。このため、例えば対象物の距離や合成開口の測定等の用途では、ビーム幅を狭くして測離精度や分解能を向上させる一方、河川の流速や路面状態の監視等の用途では、ビーム幅を広くして

10

20

30

40

50

目標からの反射信号を平均化処理することで、測定精度の向上を図ることができる。

【符号の説明】

【0037】

- 10 ホーンアンテナ
- 10b 開口端
- 21 金属プレート
- 20 金属プレートレンズ
- AX 軸

【図1】

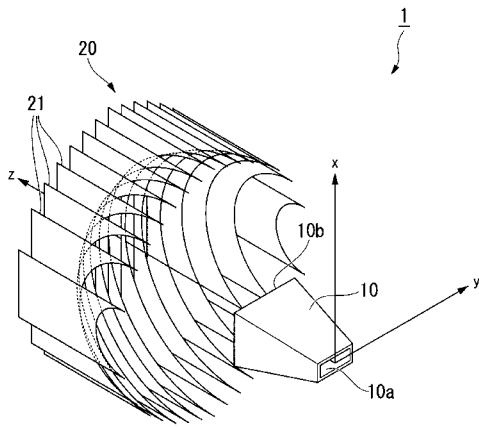


図1

【図2】

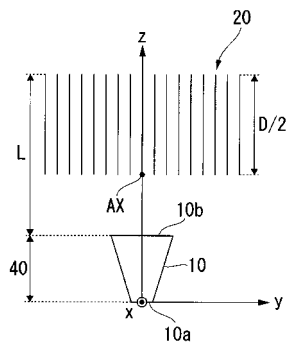


図2

【図3】

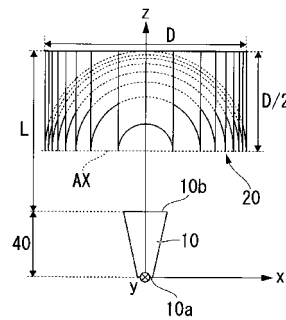


図3

【 図 4 】

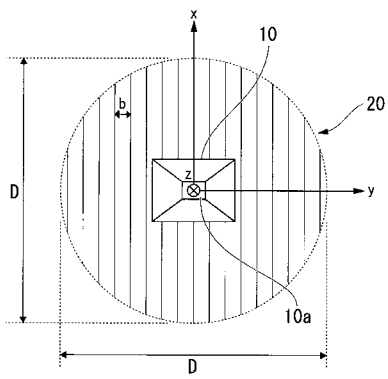


図4

【 図 5 】

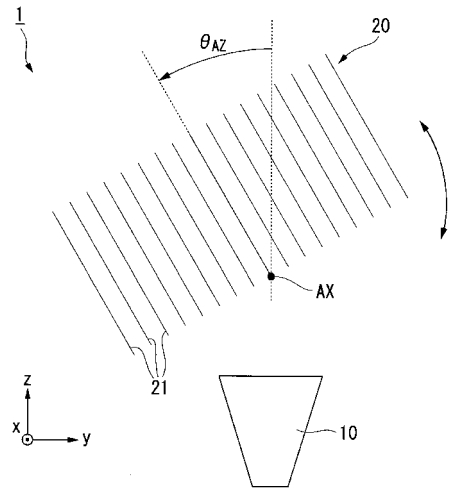
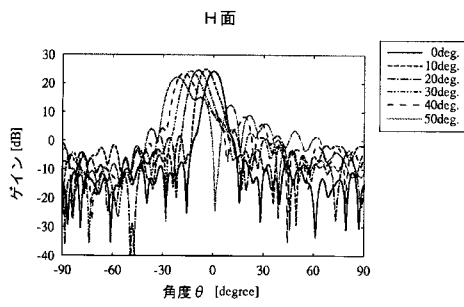


図5

【 図 6 】



回転角度 θ_{AZ}	ゲイン [dBi]	チルト角度 [deg.]
0deg.	24.30	0
10deg.	25.09	-4.6
20deg.	24.72	-9.3
30deg.	24.41	-13.7
40deg.	23.60	-17.8
50deg.	22.16	-21.8

図6

【 図 7 】

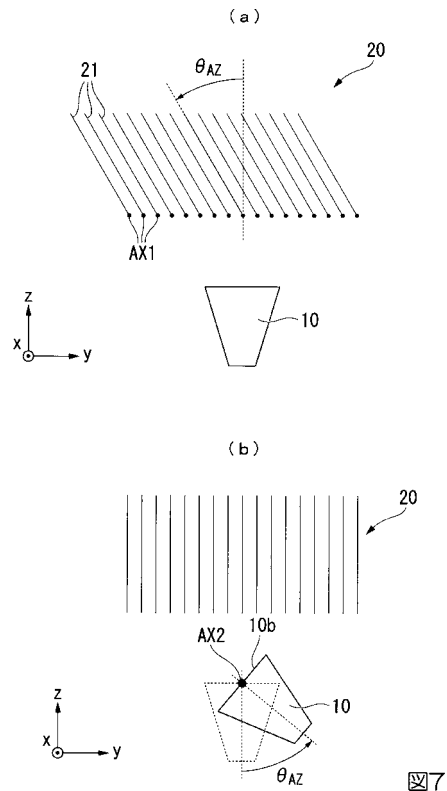
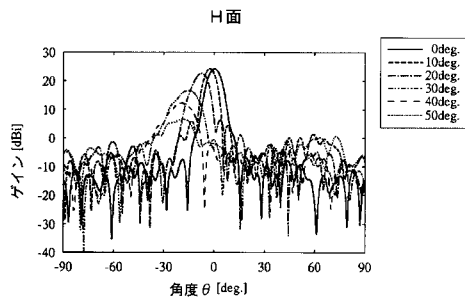


図7

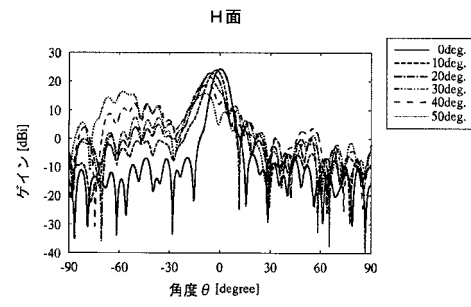
【 図 8 】



回転角度 θ_{AZ}	ゲイン [dBi]	チルト角度 [deg.]
0deg.	24.30	0
10deg.	24.30	-2.7
20deg.	22.73	-7.6
30deg.	16.76	-15.2
40deg.	12.27	-19.9
50deg.	6.60	-18.4

図8

【 図 9 】



回転角度 θ_{AZ}	ゲイン [dBi]	チルト角度 [deg.]
0deg.	24.39	0
10deg.	24.02	-2.5
20deg.	23.01	-5.8
30deg.	21.64	-6.7
40deg.	19.15	-7.3
50deg.	15.76	-9.0

図9

フロントページの続き

(72)発明者 佐野 直樹

神奈川県秦野市曾屋5 0 0 番地 横河電子機器株式会社内

Fターム(参考) 5J020 BB04 BD04 CA02 DA10

5J045 AA22 DA01 NA07