

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5692544号
(P5692544)

(45) 発行日 平成27年4月1日(2015.4.1)

(24) 登録日 平成27年2月13日(2015.2.13)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 Q	9/27	(2006.01)	HO 1 Q 9/27
HO 1 Q	5/10	(2015.01)	HO 1 Q 5/01
HO 1 Q	1/36	(2006.01)	HO 1 Q 1/36

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-531830 (P2012-531830)	(73) 特許権者	504147254
(86) (22) 出願日	平成23年8月26日 (2011.8.26)		国立大学法人愛媛大学
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/069244		愛媛県松山市道後樋又10番13号
(87) 国際公開番号	W02012/029639	(74) 代理人	100114627
(87) 国際公開日	平成24年3月8日 (2012.3.8)		弁理士 有吉 修一朗
審査請求日	平成26年5月16日 (2014.5.16)	(74) 代理人	100182501
(31) 優先権主張番号	特願2010-196260 (P2010-196260)		弁理士 森田 靖之
(32) 優先日	平成22年9月1日 (2010.9.1)	(74) 代理人	100190975
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 遠藤 聡子
		(74) 代理人	100194984
			弁理士 梶原 圭太
		(72) 発明者	松永 真由美
			愛媛県松山市文京町3番 国立大学法人愛媛大学大学院理工学研究科内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

十字の形状を形成する周回をうずまき状に複数回有する第1のアンテナ部と、第1のアンテナ部に対し切断部を介して隣接される第2のアンテナ部と、中心部に設けられた給電部を有し、第1の周波数では切断部において電磁的な結合を生じ、第1の周波数と異なる第2の周波数では電磁的な結合を生じないものであるアンテナ。

【請求項2】

第2のアンテナ部は十字の形状を形成する周回をうずまき状に複数回有し、第2のアンテナ部は第1のアンテナ部の外周に設けられ、切断部は第1のアンテナ部の外側端部と第2のアンテナ部の内側端部の間のギャップであり、第1のアンテナ部のうずまき状の周回路の中心部に設けられた給電部を有し、ギャップの間隔は第1の周波数では電磁的な結合を生じ、第1の周波数より高い第2の周波数では電磁的な結合を生じないものである請求項1に記載のアンテナ。

【請求項3】

十字の形状を形成する周回路のうち第1の方向に沿った部分に流れる電流と、第1の方向に垂直な第2の方向に沿った部分に流れる電流が、第1の周波数では実質的に同位相であり、第2の周波数では実質的に $\pi/2$ の位相差を有するようになした請求項2に記載のアンテナ。

【請求項4】

第2のアンテナ部は第1のアンテナ部の内側に設けられたダイポールアンテナであり、切

断部において第 1 の周波数では電磁的な結合を生じ、切断部において第 1 の周波数より高い第 2 の周波数では電磁的な結合を生じないものである請求項 1 に記載のアンテナ。

【請求項 5】

第 2 のアンテナ部は第 1 のアンテナ部の外側に設けられたループアンテナであり、切断部において第 1 の周波数では電磁的な結合を生じ、切断部において第 1 の周波数より高い第 2 の周波数では電磁的な結合を生じないものである請求項 1 に記載のアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、複数の通信方式で通信する機能を有する電波の送信または受信を行うためのアンテナに関する。

10

【背景技術】

【0002】

携帯電話やカーナビゲーションシステムなど移動体通信装置は、広く普及している。それぞれの装置は、固有の周波数や偏波方式を有する。たとえば、カーナビゲーションシステムなどの全地球測位システム(GPS)では、円偏波の電波が使用される。たとえば、特許文献 1 には、小型でありながら良好な円偏波特性を有するアンテナが記載されている。

【0003】

近年、移動体通信装置の多機能化が進行している。たとえば、GPS機能を備えた携帯電話端末が普及しつつある。このような多機能の移動体通信装置では、周波数や偏波の異なる複数の電波を送受信する必要がある。そこで、使用する電波の種類ごとに対応した複数のアンテナを搭載している。

20

【0004】

また、特許文献 2 や特許文献 3 などでは、波数や偏波の異なる複数の電波を送受信できる共用アンテナも提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2009 - 10909 号公開特許公報

【特許文献 2】特開 2010 - 68473 号公開特許公報

30

【特許文献 3】特開 2008 - 278059 号公開特許公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 1 に記載されたアンテナは、小型かつ簡易な構成でありながら良好な円偏波特性を有するが、直線偏波の通信を行うためのアンテナについては同文献には記載がない。GPS機能付きの携帯電話などでは、直線偏波用のアンテナと円偏波用のアンテナを搭載しているが、その分、アンテナのサイズが大きくなり、小型の装置へ組み込むための配置に苦慮しなければならない。また、異なる特性を有するアンテナを近接させると相互に干渉し、性能が低下する。

40

【0007】

そこで、特性の異なる電波を送受信できる共用アンテナが望まれる。たとえば、特許文献 2 に記載されたアンテナは絶縁性を有するフィルムに導電体を積層させてなるフィルムアンテナであり、円偏波アンテナおよび直線偏波アンテナとして作動するとある。しかし、この文献では第 1 作動周波数が 2.6 GHz、第 2 作動周波数が 5.8 GHz と、極めて高い周波数での使用を想定しており、たとえば、直性偏波 1.5 GHz、円偏波 2.6 GHz という周波数にするとサイズが大きくなりすぎて、携帯電話端末などの小型の装置に搭載することはできない。特許文献 3 に記載されたアンテナは直線偏波用の素子と円偏波用の素子を近接して配置しており、基本的には、複数のアンテナを搭載するのと同じである。構成が複雑で高価にならざるを得ず、しかも、二層以上の構造であるため厚さが大き

50

く、小型の装置への組み込みも困難である。

【0008】

上記以外の共用アンテナとして回路中にスイッチを設けてON・OFFさせるものが提案されているが、やはり、装置が複雑・高価となり、また、スイッチの制御のため特別な通信回路が必要となる。しかも、スイッチで切替えて使用するため、直線偏波と円偏波を同時に使用することはできない。また、Cu層やMo-Mn層などのメタライズ層上にNiメッキ層およびAuメッキ層を設けたアンテナも提案されているが、やはり、高価なものとなる。

【0009】

この発明は、周波数や偏波特性の異なる電波による通信が行え、しかも簡易な構成で、小型の装置にも設置できるような共用アンテナを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

上述の課題を解決するため、この発明のアンテナは、十字の形状を形成する周回をうずまき状に複数回有する第1のアンテナ部と、第1のアンテナ部に対し切断部を介して隣接される第2のアンテナ部と、中心部に設けられた給電部を有し、第1の周波数では切断部において電磁的な結合を生じ、第1の周波数と異なる第2の周波数では電磁的な結合を生じないものである。

【0011】

第2のアンテナ部は十字の形状を形成する周回をうずまき状に複数回有し、第2のアンテナ部は第1のアンテナ部の外周に設けられ、切断部は第1のアンテナ部の外側端部と第2のアンテナ部の内側端部の間のギャップであり、第1のアンテナ部のうずまき状の周回路の中心部に設けられた給電部を有し、ギャップの間隔は第1の周波数では電磁的な結合を生じ、第1の周波数より高い第2の周波数では電磁的な結合を生じないものとしてすることができる。さらに、十字の形状を形成する周回路のうち第1の方向に沿った部分に流れる電流と、第1の方向に垂直な第2の方向に沿った部分に流れる電流が、第1の周波数では実質的に同位相であり、第2の周波数では実質的に $\pi/2$ の位相差を有するようになることができる。

20

【0012】

また、第2のアンテナ部は第1のアンテナ部の内側に設けられたダイポールアンテナであり、切断部において第1の周波数では電磁的な結合を生じ、切断部において第1の周波数より高い第2の周波数では電磁的な結合を生じないものとしてすることができる。あるいは、第2のアンテナ部は第1のアンテナ部の外側に設けられたループアンテナであり、切断部において第1の周波数では電磁的な結合を生じ、切断部において第1の周波数より高い第2の周波数では電磁的な結合を生じないものとしてもよい。

30

【発明の効果】

【0013】

この発明は、周波数や偏波の異なる複数の電波による通信が可能で小型な共用アンテナを実現できる。簡易な構造であり、一層かつ一給電部(1ポート)の平面アンテナが実現できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】アンテナの基本構造を示す平面図である。

【図2】給電部の詳細を示す拡大側面図である。

【図3】アンテナの概要を示す斜視図である。

【図4】アンテナの電流分布を示す平面図である。

【図5】アンテナのリターンロス特性を示すグラフである。

【図6】第1の周波数におけるアンテナの直線偏波特性を示すグラフである。

【図7】第2の周波数におけるアンテナの円偏波特性を示すグラフである。

【図8】第2の周波数におけるアンテナの軸比を示すグラフである。

50

【図 9】実施例 2 のアンテナの基本構造を示す平面図である。

【図 10】実施例 2 のアンテナのシミュレーションによるリターンロス特性を示すグラフである。

【図 11】実施例 2 のアンテナの 1.58 GHz における円偏波特性を示すグラフである。

【図 12】実施例 2 のアンテナの 1.74 GHz における直線波特性を示すグラフである。

【図 13】実施例 2 のアンテナの電流分布を示す平面図である。

【図 14】実施例 3 のアンテナのシミュレーションによるリターンロス特性を示すグラフである。

【図 15】実施例 4 のアンテナを示す斜視図である。

【図 16】実施例 4 のアンテナのシミュレーションによるリターンロス特性を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

この発明を実施するための最良の形態について説明する。この発明のアンテナは、十字の形状を形成する周回をうずまき状に複数回有する第 1 のアンテナ部と、第 1 のアンテナ部に対し切断部を介して隣接される第 2 のアンテナ部と、中心部に設けられた給電部を有し、第 1 の周波数では切断部において電磁的な結合を生じ、第 1 の周波数と異なる第 2 の周波数では電磁的な結合を生じないものである。

【0016】

以下、図面に基いて詳細に説明する。図 1 はアンテナの基本構造を示す平面図、図 2 は給電部の詳細を示す拡大側面図、図 3 はアンテナの概要を示す斜視図である。

【0017】

アンテナ 1 は、十字状スパイラルの導体線路 3 を誘電体の基板 2 上に設けた平面アンテナである。ここで、平面アンテナとは、多層構造やパラボラ形状などの立体構造をとる必要がないという意味である。したがって、通信装置が緩やかな曲面状の外面を有する場合、この外面に沿ってアンテナを形成することもできる。また、薄く柔軟なフィルムを基板として、変形可能なアンテナを形成してもよい。

【0018】

導体線路 3 の外形は、十字の形状である。すなわち、短辺 L_0 、長辺 L_1 の長方形を 2 つ、重心を合わせ、相互に 90 度ずらして重ねた形状になっている。中心部は一辺が L_0 の正方形であり、その各辺より幅 L_0 で長さが $L_4 = (L_1 - L_0) / 2$ の長方形が突き出している。

【0019】

最外周側の端部 D は十字形状の中央部の正方形の 1 角付近に設けられている。この端部 D は開放状態である。この点 D を始点として線路幅 w で最外周の周回の導体線路が形成される。十字形状の外形に沿って周回し、始点 D の近くから次の周回を形成する。最初の周回より間隔 d をあけて内側に次の周回を形成する。以下、同様にうずまき状に周回を繰り返す、中心部付近までできるだけ埋めていく。

【0020】

ここで、最外周の十字形状の長さ L_1 および最内周の十字形状の長さ L_2 は、それぞれ使用する周波数を基準に選定する。2 種類の周波数を使用する場合、最外周の長さ L_1 は低い第 1 周波数に合わせ、最内周の長さ L_2 はより高い第 2 周波数に合わせる。それぞれの波長の 4 分の 1 の長さに基づいて算定されるが、基板の誘電率による影響も因子として含む。最内周の周回線路中に給電部 4 が設けられている。この給電部は、十字形状の中心付近に配置されるが、完全に中心でなくてもよく、コネクタの取り付けやすさなども考慮して若干ずれた位置でも良い。

【0021】

また、うずまき状の導体線路の途中には、ギャップ 5 が設けられている。ギャップ 5 の間

10

20

30

40

50

隔は、使用する電波の周波数に基いて選択されている。すなわち、第1の周波数においてはギャップの前後の導体線路が電磁的な結合、すなわち干渉を起こし、第2の周波数では干渉が起こらないような間隔にされている。図1の例では、第1のアンテナ部はギャップ5より外側のうずまきで形成され、第2のアンテナ部はギャップ5より内側のうずまきで形成されている。

【0022】

このアンテナに接続する送信回路や通信回路は特に限定されない。第1の周波数用の通信回路も、第2の周波数用の通信回路も、従来の回路をそのまま給電部に接続することができる。アンテナは、第1の周波数の直線偏波と、第2の周波数の円偏波における通信のための共用アンテナとして作用する。

10

【実施例1】

【0023】

ついで、第1の実施例に基いて、さらに詳細に説明する。この実施例は、1.5GHzの直線偏波と、2.45GHzの円偏波による通信のための共用アンテナの例である。基板2としてエポキシ樹脂を使用した。このエポキシ樹脂の公称の特性は、厚さ1mm、比誘電率4.3、誘電正接0.018である。この基板2に厚さ0.035mm、幅1mmで銅(導電率 $5.8 \times 10^7 \text{ S/m}$)の線路を形成した。

【0024】

導体線路3に関する寸法は以下の通りである。L1 = 39.0mm、L0 = 17.5mm、L2 = 24.0mm、L3 = 10.0mm、L4 = 10.75mm、L5 = 10.25mm、w = 1mm、d = 0.5mmである。十字形状の周回が6重に形成されたうずまき状の導体線路となっている。

20

【0025】

給電部4において導体線路には0.125mmの切れ目が形成されており、SMAコネクタが設けられている。切れ目で切られた導体線路のそれぞれの端部近くにコネクタの端子が接続されている。

【0026】

また、外側より3周目の周回上の1つの角部に、ギャップ5が設けられている。ギャップ4の幅は0.5mmである。

【0027】

給電部4のコネクタに送受信回路を接続することにより、アンテナ1による送受信が行われる。このようにアンテナへの供給部が1ポートで構成されるので、回路の接続が簡単であり、通信機器の構成も簡易になる。

30

【0028】

この実施例のアンテナに基き、シミュレーションと実測により、その特性を求めた。シミュレーションは電磁波特性のシミュレーションプログラムであるSonnet Suites(商品名)で行った。

【0029】

図4は導体線路上の電流分布を示す。白く表示されている部分は電流が大きいことを示す。第1の周波数(1.5GHz)と第2の周波数(2.45GHz)では、電流分布が異なることがわかる。第1の周波数では、導体線路3全体に電流が分布している。一方、第2の周波数では、内側のみに電流分布が見られる。

40

【0030】

十字の形状を形成する周回路のうち第1の方向(x軸方向)に沿った部分に流れる電流、第1の方向に垂直な第2の方向(y軸方向)に沿った部分に流れる電流が、第1の周波数では実質的に同位相である。したがって、直線偏波特性を有する。一方、第2の周波数では実質的に $\pi/2$ の位相差を有し、円偏波特性を有する。

【0031】

図5はアンテナのリターンロス特性を示すグラフである。縦軸はリターンロス特性をdBで表示した値であり、グラフ上で曲線が低く表れるときに送受信能力が高いと考えられる

50

。シミュレーション値および実測値とも、1.5GHzと2.45GHzにおいて曲線が低下している。さらにそれ以外の周波数にも数値の低い部分があり、このアンテナが2以上の周波数において送受信可能であることがわかる。シミュレーション値および実測値はよく対応しているが、コネクタの取付け方などに起因すると考えられる差異も若干みられる。

【0032】

図6は第1の周波数におけるアンテナの直線偏波特性を示すグラフである。それぞれ $\theta = 0^\circ$ 面と $\theta = 90^\circ$ 面の放射特性を示す。ここで、図2に示すアンテナの中心位置を中心とする極座標として表示する場合、アンテナの面(x-y平面)を方位角の面とし、x軸が $\phi = 0^\circ$ およびy軸が $\phi = 90^\circ$ となる。また、仰角 θ は、z軸に沿って $\theta = 0^\circ$ とする。図6の横軸は仰角 θ である。 $\theta = 0^\circ$ 面においては ϕ が $+45^\circ$ から -50° 、 $\theta = 90^\circ$ 面においてはすべての方向において主偏波と交差偏波の差が10dB以上取れており、1.5GHzにおいては直線偏波特性が得られていることが分かる。シミュレーション値および実測値はよく対応している。

10

【0033】

図7は第2の周波数におけるアンテナの円偏波特性を示すグラフである。2.45GHzにおけるそれぞれ $\theta = 0^\circ$ 面と $\theta = 90^\circ$ 面の放射特性を示す。この図より $\theta = 0^\circ$ 面においては ϕ が $+55^\circ$ から -60° 、 $\theta = 90^\circ$ 面においては ϕ が $+35^\circ$ から -35° の範囲において右旋成分と左旋成分の差が10dB以上取れており、2.45GHzにおいては円偏波特性が得られていることが分かる。

20

【0034】

図8はアンテナの2.45GHzにおける円偏波特性から求めた軸比を示すグラフである。軸比5dB以下のビーム幅は $\theta = 0^\circ$ 面においては ϕ が $+45^\circ$ から -55° の 100° となり、 $\theta = 90^\circ$ 面においては ϕ が $+25^\circ$ から -20° の 45° となっている。特に $\theta = 0^\circ$ 面においては広い角度範囲内で軸比が平坦な結果が得られている。したがって、良好な円偏波特性が実現されていることが確認できる。

【実施例2】

【0035】

この発明の第2の実施例について説明する。図9はこの実施例のアンテナの基本構造を示す平面図である。この実施例は、1.74GHzの直線偏波と、1.58GHzの円偏波による通信のための共用アンテナの例である。1.74GHzの直線偏波はW-CDMA規格の携帯電話、1.58GHzの円偏波はGPSに使用できる。基板はエポキシ樹脂であり、その特性は、厚さ1mm、比誘電率4.3、誘電正接0.018である。この基板に厚さ0.035mmで銅(導電率 $5.8 \times 10^7 \text{ S/m}$)の線路を形成した。

30

【0036】

導体線路に関する寸法は以下の通りである。 $L_1 = 51.0 \text{ mm}$ 、 $L_0 = 19 \text{ mm}$ 、 $L_2 = 38.2 \text{ mm}$ 、 $L_3 = 15.4 \text{ mm}$ 、 $L_4 = 16 \text{ mm}$ 、 $L_5 = 15 \text{ mm}$ である。導体線路の幅は $w_1 = 1 \text{ mm}$ 、間隔は $d_1 = 0.6 \text{ mm}$ であるが、最も内側の周回では幅 $w_2 = 2.6 \text{ mm}$ 、間隔 $d_2 = 1 \text{ mm}$ である。幅1mmの周回が4周あり、その内側に幅2.6mmの周回が1周形成されている。十字形状の周回が5重に形成されたうずまき状の導体線路となっている。このアンテナに基いて実施例1と同様のシミュレーションを行った。

40

【0037】

図10は実施例2のアンテナのシミュレーションによるリターンロス特性を示すグラフである。このグラフでは1.58GHzと1.74GHzにおいて曲線が低下している。さらにそれ以外の周波数にも数値の低い部分があり、このアンテナが2以上の周波数において送受信可能であることがわかる。

【0038】

図11は周波数1.58GHzにおけるアンテナの円偏波特性を示すグラフである。 $\theta = 0^\circ$ 面と $\theta = 90^\circ$ 面の放射特性を示す。この図より、右旋成分と左旋成分の差が十分以上取れており、円偏波特性が得られていることが分かる。

50

【0039】

図12は周波数1.74GHzにおけるアンテナの直線偏波特性を示すグラフである。それぞれ $\theta = 0^\circ$ 面と $\theta = 90^\circ$ 面の放射特性を示す。主偏波と交差偏波の差が大きく得られており、周波数1.74GHzにおいては直線偏波特性が得られていることが分かる。

【0040】

図13は導体線路上の電流分布を示す。第1の周波数(1.58GHz)と第2の周波数(1.74GHz)では、電流分布が異なることがわかる。第1の周波数では、導体線路全体に電流が分布している。一方、第2の周波数では、内側のみに電流分布が見られる。

【0041】

十字の形状を形成する周回路のうち第1の方向(x軸方法)に沿った部分に流れる電流、第1の方向に垂直な第2の方向(y軸方向)に沿った部分に流れる電流が、第1の周波数では実質的に $\pi/2$ の位相差を有する。したがって、円偏波特性を有する。一方、第2の周波数では実質的に同位相であり、直線偏波特性を有する。

10

【実施例3】

【0042】

この発明の第3の実施例について説明する。厚さ0.5mmの薄いフィルムを基板としたときの例である。この基板の特性は、比誘電率4.3、誘電正接0.018である。この基板に図1に示すような線路を形成した。

【0043】

導体線路3の寸法は図1に示す実施例1と同じでもよいが、この場合は、動作周波数が約1.06倍高くなる。そこで、実施例3では、L1およびL2, L4, L5の寸法を、約1.06倍大きくする事で、同等のアンテナを構成した。その寸法は以下の通りである。L0 = 17.5mm, L1 = 41mm, L2 = 26mm, L3 = 10mm, L4 = 11.75mm, L5 = 11.25mm, w = 1mm, d1 = 0.5mmである。このアンテナに基いてリターンロス特性のシミュレーションを行った。

20

【0044】

図14は実施例3のアンテナのシミュレーションによるリターンロス特性を示すグラフである。実施例1の特性も点線で合わせて示している。実施例1と実施例3のデータはほぼ一致しており、ほぼ同じリターンロス特性を有することがわかる。

【実施例4】

30

【0045】

この発明の第4の実施例について説明する。図15はこの実施例のアンテナを示す斜視図である。実施例3と同様にフィルム上にアンテナを形成し、丸く湾曲させた例である。すなわち、実施例3と同じく厚さ0.5mmのフィルム上に、実施例3と同じ寸法で導体線路を配置してアンテナを形成し、そのアンテナを曲率半径20mmで丸めたものである。

【0046】

図16は実施例4のアンテナのシミュレーションによるリターンロス特性を示すグラフである。実施例3の特性も点線で合わせて示している。第1周波数および第2周波数において、実施例4のアンテナは実施例3のアンテナとほぼ同じリターンロス特性を有することがわかる。この実施例のアンテナは薄いフィルム上に形成することによって、柔軟に変形させることができ、しかも、変形しても通信能力を減じない。

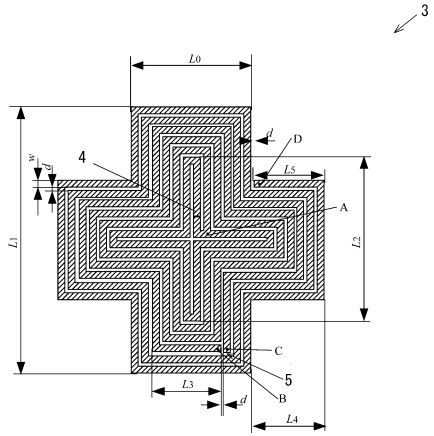
40

【符号の説明】

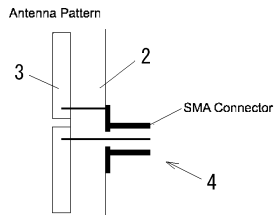
【0047】

1. アンテナ
2. 基板
3. 導体線路
4. 給電点
5. ギャップ

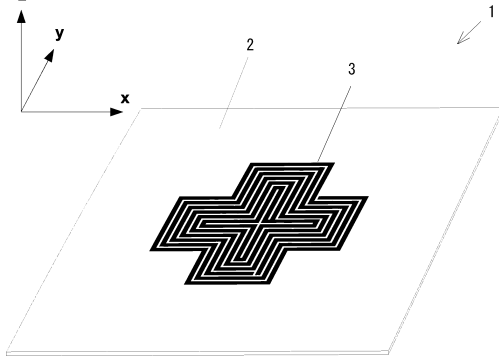
【図1】



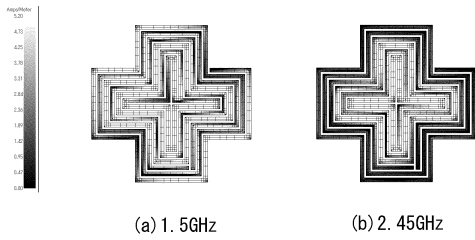
【図2】



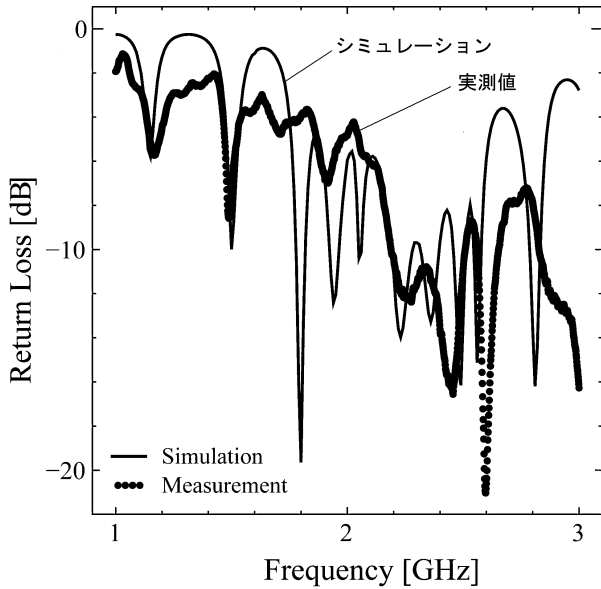
【図3】



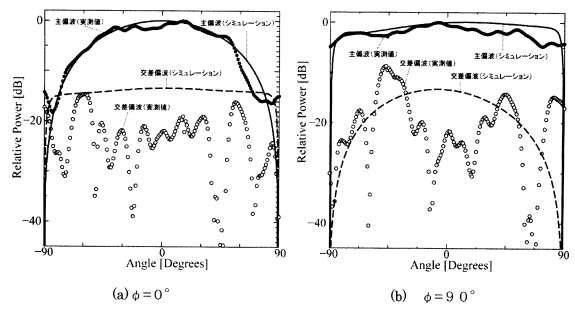
【図4】



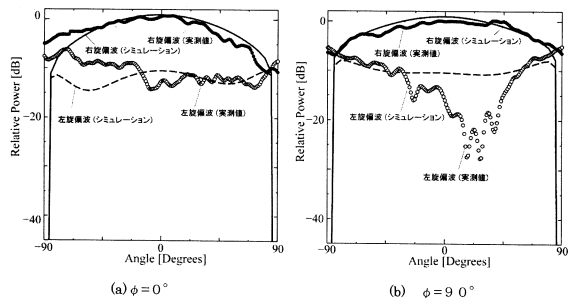
【図5】



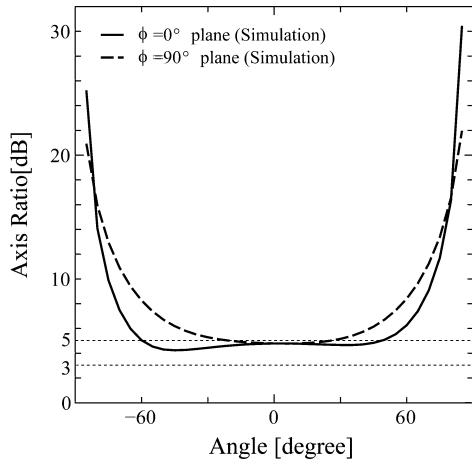
【図6】



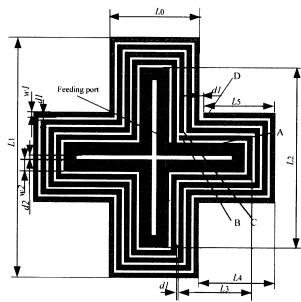
【図7】



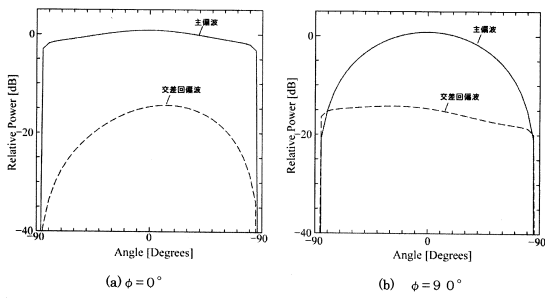
【 8 】



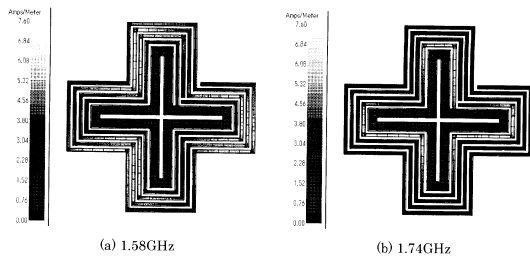
【 9 】



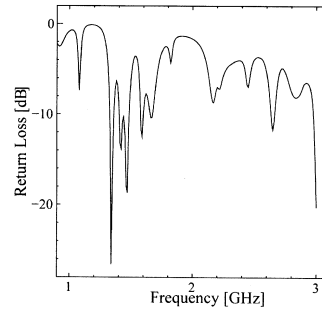
【 1 2 】



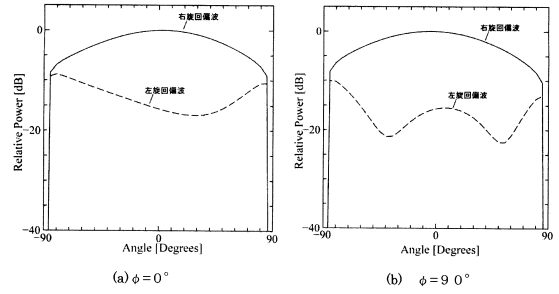
【 1 3 】



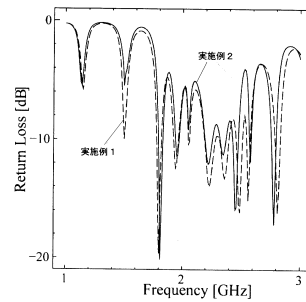
【 1 0 】



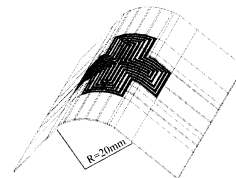
【 1 1 】



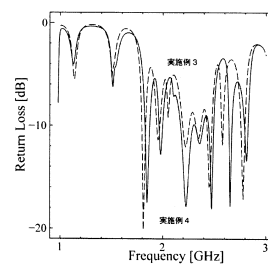
【 1 4 】



【 1 5 】



【 1 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 掛水 健司
愛媛県松山市文京町3地 国立大学法人愛媛大学工学部内

審査官 米倉 秀明

(56)参考文献 特開2009-010909(JP,A)
特開2009-207005(JP,A)
特開2000-269724(JP,A)
特開2004-040596(JP,A)
特開平11-317612(JP,A)
掛水健司, 松永真由美, 松永利明, 偏波・周波数共用アンテナ, 電子情報通信学会技術研究報告, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2010年 9月 2日, Vol.110, No.197, pp.19-22
Matsunaga, M. ; Kakemizu, K. ; Candotti, M. ; Matsunaga, T. ; , A multi-polarization and multi-frequency single layer planar antenna, Antennas and Propagation (EUCAP), Proceedings of the 5th European Conference on, 2011年 4月15日, pp.623-626

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 9/27

H01Q 1/36

H01Q 5/10