

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4197542号
(P4197542)

(45) 発行日 平成20年12月17日(2008.12.17)

(24) 登録日 平成20年10月10日(2008.10.10)

(51) Int.Cl.		F I
HO 1 Q 13/10	(2006.01)	HO 1 Q 13/10
HO 1 Q 1/38	(2006.01)	HO 1 Q 1/38
HO 1 Q 3/24	(2006.01)	HO 1 Q 3/24
HO 1 Q 21/24	(2006.01)	HO 1 Q 21/24

請求項の数 7 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2008-517058 (P2008-517058)	(73) 特許権者	000005821 パナソニック株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(86) (22) 出願日	平成19年11月26日(2007.11.26)	(74) 代理人	100101683 弁理士 奥田 誠司
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/072754	(72) 発明者	菅野 浩 大阪府門真市大字門真1006番地 松下 電器産業株式会社内
(87) 国際公開番号	W02008/065995	審査官	佐藤 当秀
(87) 国際公開日	平成20年6月5日(2008.6.5)		
審査請求日	平成20年3月31日(2008.3.31)		
(31) 優先権主張番号	特願2006-323382 (P2006-323382)		
(32) 優先日	平成18年11月30日(2006.11.30)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 差動給電指向性可変スロットアンテナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電体基板(101)と、
前記誘電体基板の裏面に設けられた有限の面積の接地導体(105)と、
前記誘電体基板の表面に配置された二本の鏡面对称な信号導体(103a、103b)からなる差動給電線路(103c)と、
前記接地導体(105)に形成され、前記信号導体(103a、103b)の一本(103a)とのみ一部が交差し、動作周波数における四分の一実効波長に相当するスロット長を有し先端が開放終端される第一のスロット共振器(601、605)と、
前記接地導体面(105)に形成され、前記第一のスロット共振器が一部で交差した信号導体(103a)とは異なる側の前記信号導体(103b)とのみ一部が交差し、前記動作周波数における四分の一実効波長に相当するスロット長を有し先端が開放終端される第二のスロット共振器(603、607)と
を備え、
前記第一のスロット共振器(601、605)および第二のスロット共振器(603、607)は、逆相に給電され、前記スロット共振器(601、603、605、607)の少なくともいずれか一つのスロット共振器は、高周波構造可変機能および動作状態切り替え機能の少なくとも一方の可変機能を備えることにより、2つ以上の異なる放射指向性を実現する差動給電指向性可変スロットアンテナであって、
前記第一、第二のスロット共振器(601、603、605、607)は、前記信号導

10

20

体(103a、103b)と一部が交差する給電部位(601a~607a)と、前記信号導体(103a、103b)とは交差しない選択性放射部位(601b、601c、603b、603c、605b、605c、607b、607c)の直列接続構造から構成され、

前記給電部位は、前記第一の信号導体と前記第二の信号導体間の領域と対向する領域において、少なくとも一部が信号導体と平行な方向への配向成分を有して八分の一実効波長未満の長さにならって延長され、短絡終端され、

前記選択性放射部位は、前記給電部位と接続される側とは逆側の先端部が開放終端され、

前記可変機能を備える前記スロット共振器(601、603、605、607)では、前記給電部位に複数の前記選択性放射部位が接続されており、高周波スイッチ(601d、601e)が、前記給電部位から前記複数の選択性放射部位の先端開放点(601bop、601cop、~607bop、607cop)までの経路のそれぞれにおいて少なくとも一箇所で前記スロット共振器を幅方向に跨いで挿入され、前記高周波スイッチ素子は、前記スロット共振器が跨ぐ両側の前記接地導体面を短絡するか、しないかを制御し、

前記高周波構造可変機能は、前記高周波スイッチにより、前記複数の選択性放射部位の一つが選択されて前記給電部位とともにスロット構造を形成することによって実現され、

前記動作状態切り替え機能は、前記高周波スイッチが前記スロット構造を短絡することによって実現される、差動給電指向性可変スロットアンテナ。

【請求項2】

前記差動給電線路が開放終端された箇所から給電回路側への距離が動作周波数における四分の一実効波長に相当する地点で、前記第一のスロット共振器と前記第二のスロット共振器が給電される請求項1に記載の差動給電指向性可変スロットアンテナ。

【請求項3】

前記差動給電線路の終端点がそれぞれ同じ抵抗値の抵抗により接地終端される請求項1に記載の差動給電指向性可変スロットアンテナ。

【請求項4】

前記第一の信号導体の終端点と前記第二の信号導体の終端点が抵抗を介して電氣的に接続される請求項1に記載の差動給電指向性可変スロットアンテナ。

【請求項5】

前記二つ以上の異なる放射指向性のうち一つの放射指向性は、

前記第一のスロット共振器の前記第一の選択性放射部位の第一の先端開放部位と、前記第二のスロット共振器の前記第二の選択性放射部位の第二の先端開放部位とが、動作周波数における四分の一実効波長未満の距離に近接して配置された二対のスロット共振器対群を構成し、

前記第一のスロット共振器対の第一の先端開放部位と、前記第二のスロット共振器対の第一の先端開放部位とを、動作周波数における二分の一実効波長程度離して配置し、

前記第一のスロット共振器対の第二の先端開放部位と、前記第二のスロット共振器対の第二の先端開放部位とを、動作周波数における二分の一実効波長程度離して配置することにより実現され、

前記一つの放射指向性は、前記差動給電線路に直交し、前記誘電体基板面に平行な二方向に放射成分を有する放射指向性である請求項1に記載の差動給電指向性可変スロットアンテナ。

【請求項6】

前記二つ以上の異なる放射指向性のうち一つの放射指向性は、

前記第一のスロット共振器の前記第一の選択性放射部位の第一の先端開放部位と前記第二のスロット共振器の前記第二の選択性放射部位の第二の先端開放部位とが、動作周波数における二分の一実効波長程度離して配置された二対のスロット共振器対群を構成し、

前記第一のスロット共振器対の第一の先端開放部位と、前記第二のスロット共振器対の第一の先端開放部位とを、動作周波数における二分の一実効波長程度離して配置し、

10

20

30

40

50

前記第一のスロット共振器対の第二の先端開放部位と、前記第二のスロット共振器対の第二の先端開放部位とを、動作周波数における二分の一実効波長程度離して配置することにより実現され、

前記一つの放射指向性は、前記差動給電線路に平行な二方向に放射成分を有する放射指向性である請求項 1 に記載の差動給電指向性可変スロットアンテナ。

【請求項 7】

前記二つ以上の異なる放射指向性のうち一つの放射指向性は、

前記第一のスロット共振器の前記第一の選択性放射部位の第一の先端開放部位と、前記第二のスロット共振器の前記第二の選択性放射部位の第二の先端開放部位とを、動作周波数における二分の一実効波長程度離して配置し、

10

前記差動給電指向性可変スロットアンテナ内で動作状態に設定されるスロット共振器が一对だけ対動作し、

前記第一の先端開放部位と、前記第二の先端開放部位とを結ぶ第一の方向への放射利得が抑圧され、

前記第一の方向に直交する面内のいずれかの方向に主ビームが向いた放射指向性が実現される請求項 1 に記載の差動給電指向性可変スロットアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロ波帯、およびミリ波帯などのアナログ高周波信号、もしくはデジタル信号を送信、受信する差動給電アンテナに関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、シリコン系トランジスタの飛躍的な特性向上に伴い、デジタル回路だけでなくアナログ高周波回路部においても、化合物半導体トランジスタからシリコン系トランジスタへの置換、更にはアナログ高周波回路部とデジタルベースバンド部との 1 チップ化が加速している。

【0003】

この結果、高周波回路の主流であったシングルエンド回路は、正負の符号の信号をバランス動作させる差動信号回路へと置換されつつある。これは、差動信号回路が、不要輻射の劇的な低減、移動体端末内に無限面積の接地導体を配置できない条件化での良好な回路特性の確保、などの利点を有するからである。差動信号回路において個々の回路素子はバランスを維持して動作する必要があるが、シリコン系トランジスタでは特性ばらつきが少なく信号の差動バランスが維持できる。また、シリコン基板自体が有する損失を回避するためにも差動線路を用いることが好ましいという理由もある。結果として、シングルエンド回路において確立されていた高い高周波特性を保ちつつ、差動信号給電に対応することが、アンテナやフィルタなどの高周波デバイスへの強い要望となっている。

30

【0004】

図 17 (a) に上面より臨んだ透視模式図を、図 17 (b) に図中の直線 A 1 - A 2 で切断した断面構造図を示したのは、シングルエンド線路 103 により給電される二分の一波長スロットアンテナ (従来例 1) である。誘電体基板 101 の裏面に形成された接地導体面 105 に、二分の一実効波長のスロット長 L_s を有するスロット共振器 601 が形成されている。入力整合条件を満足するため、シングルエンド線路 103 の開放終端点 113 からスロット 601 と交差するまでの距離 L_m は、動作周波数における四分の一実効波長に設定される。スロット共振器 601 は、接地導体面 105 の一部領域における導体を厚さ方向に全て切除することによって得られている。図中に示したように、給電線路の伝送方向に平行な方向を X 軸、誘電体基板形成面を XY 面とする座標系を定義する。従来例 1 の典型的な放射指向特性の一例を図 18 に示す。図 18 (a) は YZ 面、図 18 (b) は XZ 面の放射指向性を示している。図より明らかなように、従来例 1 は、 $\pm Z$ 方向で最大利得を示す放射指向特性が得られる。また、 $\pm X$ 方向でヌル特性が、 $\pm Y$ 方向でも主ビ

40

50

ーム方向に対して10 dB程度の利得低減効果が得られる。

【0005】

また、図19(a)に上面より臨んだ透視模式図を、図19(b)に図中の直線A1-A2で切断した断面構造図を示したのは、シングルエンド線路103により給電される四分の一波長スロットアンテナ(従来例2)である。誘電体基板101の裏面に形成された有限の面積の接地導体105に、四分の一実効波長のスロット長 L_s を有するスロット共振器601が形成されている。スロット共振器の片端911は接地導体105の縁部において、開放終端されている。図20(a)はYZ面、図20(b)はXZ面、図20(c)はXY面での放射指向性を示している。図より明らかかなように、従来例2は、マイナスY方向で最大利得を示すブロードな放射指向特性が実現できる。

10

【0006】

特許文献1においては、上記スロット構造を、差動給電線路の直下に伝送方向に直交させて配置させる回路構造が開示されている(従来例3)。すなわち、特許文献1の回路構成は、スロット共振器を給電する回路を、シングルエンド線路から差動給電線路へと置換した構成である。特許文献1の目的は、差動信号に意図せず重畳した不要同相信号のみを選択的に反射させる機能の実現であり、この目的からも明らかかなように、特許文献1に開示された回路構造は、差動信号を自由空間に放射する機能を有さない。図21(a)、(b)にシングルエンド線路、差動給電線路によりそれぞれ給電した場合に、二分の一波長スロット共振器内に生じる電界分布の様子を模式的に比較図示した。シングルエンド線路によって給電した場合のスロットでは、両端において最小強度、中央部が最大強度となるよう、スロット幅方向に配向して電界201が分布する。一方、差動給電線路によって給電した場合は、正の符号の電圧によってスロット内に生じる電界201aと、負の符号の電圧によってスロット内に生じる電界201bは等強度且つ逆向きのベクトルを持つので、総合的には両電界は相殺してしまう。このため、二分の一波長スロット共振器を差動給電線路で給電しても、電磁波の効率的な放射は原理的に不可能である。また、ごく近傍の励振点から逆相の電圧が給電されれば、相殺しあってしまい効率的な放射に結びつかないという点は、二分の一波長スロット共振器を四分の一波長スロット共振器へと置換した場合でも同様である。よって、差動給電線路をスロット共振器構造と結合させ実用的なアンテナ特性を実現するのは、シングルエンド線路によって給電する場合と比較して容易でない。

20

30

【0007】

非特許文献1においては、差動線路の裏面の接地導体を分割し、端部が開放されたスロット構造を形成することにより、線路に意図せず重畳した同相モードの除去が可能であることが報告されている。この場合も、差動信号成分の効率的な放射が目的でないことは明らかである。

【0008】

一般的に、差動伝送回路から効率的に電磁波を放射するためには、スロット共振器を用いず、差動給電線路の二本の信号線路の間隔を広げることによりダイポールアンテナとして動作させる方法が用いられる(従来例4)。図22(a)に差動給電ストリップアンテナの斜視透視模式図を、図22(b)に上面模式図を、図22(c)に下面模式図を示す。図22においても、図17と同様の座標軸を設定する。

40

【0009】

差動給電ストリップアンテナにおいては、誘電体基板101の上面に形成された差動給電線路103cの線路間隔が、終端側でテーパ状に広がっている。また、誘電体基板101の裏面側については、入力端子側領域115aでは接地導体105が形成されているが、差動給電線路103cの終端箇所直下領域115bでは接地導体は設定されない。従来例3の典型的な放射指向性特性の一例を図23に示す。図23(a)にはYZ面での、図23(b)にはXZ面での放射指向性特性を示している。図より明らかかなように、従来例4において主ビーム方向は+X方向であり、XZ平面に分布する広い半値幅の放射特性を示す。また、原理的に、従来例4では±Y方向への放射利得は得られない。放射する電

50

磁波が接地導体 105 により反射されるため、マイナス X 方向への放射も抑圧させることはできる。

【0010】

また、特許文献 2 には、シングルエンド線路により給電した可変スロットアンテナが開示されている（従来例 5）。特許文献 2 の明細書の図 1 を、図 24 として示す。誘電体基板 10 の表面に配置されたシングルエンド線路 6 によって、基板裏面に設定した二分の一波長スロット共振器 5 を給電する点は、従来例 1 と同様の構成であるが、給電された二分の一波長スロット共振器 5 の先端に、更に複数の二分の一波長スロット共振器 1、2、3、4 を選択的に接続していくことによって、自由度の高いスロット共振器配置を実現している。スロット共振器配置を変化させることにより、電磁波の主ビーム方向を変化させる機能が発現した、としている。

10

【特許文献 1】米国特許第 6765450 号明細書

【特許文献 2】特開 2004-274757 号公報

【非特許文献 1】“Routing differential I/O signals across split ground planes at the connector for EMI control” IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Digest Vol. 1 21-25 pp. 325-327 2000 年 8 月

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

従来の差動給電アンテナ、スロットアンテナ、可変アンテナ、には以下に示す原理的な課題があった。

【0012】

第一に、従来例 1 においては、±Z 軸方向にしか主ビームが向かず、±Y 軸方向、±X 軸方向へ主ビーム方向を向けることは困難である。また、何よりも差動給電への対応が未達成なので、給電信号変換に balan 回路が必要であり、素子数増加、集積化の妨げになる、などの課題が生じていた。

【0013】

30

第二に、従来例 2 においては、+Y 方向へのブロードな主ビームが形成されるが、その他の方向へのビーム形成が困難である。また、何よりも差動給電への対応が未達成なので、給電信号変換に balan 回路が必要であり、素子数増加、集積化の妨げになる、などの課題が生じていた。また、従来例 2 の放射特性は、半値幅が広いため、通信品質劣化の回避が困難であった。例えば、所望信号がマイナス Y 方向から到来する場合、+X 方向から到来する不要信号の受信強度は抑圧されない。信号反射が多い室内環境で高速通信を行うにあたって生じる深刻なマルチパス問題の回避や、妨害波が多く到達する状況下での通信品質維持が著しく困難であった。

【0014】

第三に、従来例 3 に示したように、二分の一波長スロット共振器や四分の一波長スロット共振器は、シングルエンド線路による給電を差動給電線路に置換しただけでは非放射特性しか得られず、効率的なアンテナ動作が困難であった。

40

【0015】

第四に、従来例 4 においては、±Y 軸方向への主ビーム配向が困難であった。なお、差動線路を曲げると、曲げ部分における二配線間の位相差より、不要同相信号の反射が生じるため、給電線路を曲げて主ビーム方向を曲げるという解決策は従来例 3 においては採用できない。よって、室内環境で用いる移動端末に用いるアンテナとしては、主ビーム方向が配向できない方向が生じるのは極めて好ましくない。

【0016】

第五に、従来例 4 の放射特性は、半値幅が広いため、通信品質劣化の回避が困難であっ

50

た。例えば、所望信号がZ軸方向から到来する場合、+X方向から到来する不要信号の受信強度は抑圧されない。信号反射が多い室内環境で高速通信を行うにあたって生じる深刻なマルチパス問題の回避や、妨害波が多く到達する状況下での通信品質維持が著しく困難であった。

【0017】

第六に、従来例5においても、第四の課題と同様、所望信号が到達する方向とは異なる方向から到来する不要信号が通信品質へ与える悪影響を抑圧することが困難であった。すなわち、主ビーム方向の配向についての制御が可能であっても、妨害波の抑圧が不十分であるという問題があった。勿論、第一の課題と同様に、差動給電への対応も未達成である。

【0018】

以上の課題をまとめると、従来技術のいずれを用いても、3つの課題を解決することが困難である。すなわち、第一に差動給電回路との親和性があり、第二に広い立体角範囲で主ビーム方向を切り替えることが可能で、第三に主ビーム以外の方向から到来する妨害波の除去効果をも有する可変アンテナの実現が困難であった。本発明は、上記従来の上記3課題を解決し、好ましくは、可変制御により得られる複数の放射パターンが互いに全立体角をカバーするにあたり相補しあうような特性を有する可変アンテナの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナは、誘電体基板(101)と、前記誘電体基板の裏面に設けられた有限の面積の接地導体(105)と、前記誘電体基板の表面に配置された二本の鏡面对称な信号導体(103a、103b)からなる差動給電線路(103c)と、前記接地導体(105)に形成され、前記信号導体(103a、103b)の一本(103a)とのみ一部が交差し、動作周波数における四分の一実効波長に相当するスロット長を有し先端が開放終端される第一のスロット共振器(601、605)と、前記接地導体面(105)に形成され、前記第一のスロット共振器が一部で交差した信号導体(103a)とは異なる側の前記信号導体(103b)とのみ一部が交差し、前記動作周波数における四分の一実効波長に相当するスロット長を有し先端が開放終端される第二のスロット共振器(603、607)とを備え、前記第一のスロット共振器(601、605)および第二のスロット共振器(603、607)は、逆相に給電され、前記スロット共振器(601、603、605、607)の少なくともいずれか一つのスロット共振器は、高周波構造可変機能および動作状態切り替え機能の少なくとも一方の可変機能を備えることにより、2つ以上の異なる放射指向性を実現する差動給電指向性可変スロットアンテナであって、前記第一、第二のスロット共振器(601、603、605、607)は、前記信号導体(103a、103b)と一部が交差する給電部位(601a~607a)と、前記信号導体(103a、103b)とは交差しない選択性放射部位(601b、601c、603b、603c、605b、605c、607b、607c)の直列接続構造から構成され、前記給電部位は、前記第一の信号導体と前記第二の信号導体間の領域と対向する領域において、少なくとも一部が信号導体と平行な方向への配向成分を有して八分の一実効波長未満の長さにならび延長され、短絡終端され、前記選択性放射部位は、前記給電部位と接続される側とは逆側の先端部が開放終端され、前記可変機能を備える前記スロット共振器(601、603、605、607)では、前記給電部位に複数の前記選択性放射部位が接続されており、高周波スイッチ(601d、601e)が、前記給電部位から前記複数の選択性放射部位の先端開放点(601bop、601cop、~607bop、607cop)までの経路のそれぞれにおいて少なくとも一箇所前記スロット共振器を幅方向に跨いで挿入され、前記高周波スイッチ素子は、前記スロット共振器が跨ぐ両側の前記接地導体面を短絡するか、しないかを制御し、前記高周波構造可変機能は、前記高周波スイッチにより、前記複数の選択性放射部位の一つが選択されて前記給電部位とともにスロット構造を形成することによって実現され、前記動作状態切り替え機能は、前記高周波スイッチが前記スロット構造を短絡することによって実現される。

10

20

30

40

50

【0020】

好ましい実施形態において、前記差動給電線路が開放終端された箇所から給電回路側への距離が動作周波数における四分の一実効波長に相当する地点で、前記第一のスロット共振器と前記第二のスロット共振器が給電される。

【0021】

好ましい実施形態において、前記差動給電線路の終端点がそれぞれ同じ抵抗値の抵抗により接地終端される。

【0022】

好ましい実施形態において、前記第一の信号導体の終端点と前記第二の信号導体の終端点が抵抗を介して電氣的に接続される。

10

【0023】

好ましい実施形態において、前記二つ以上の異なる放射指向性のうち一つの放射指向性は、前記第一のスロット共振器の前記第一の選択性放射部位の第一の先端開放部位と、前記第二のスロット共振器の前記第二の選択性放射部位の第二の先端開放部位とが、動作周波数における四分の一実効波長未満の距離に近接して配置された二対のスロット共振器対群を構成し、前記第一のスロット共振器対の第一の先端開放部位と、前記第二のスロット共振器対の第一の先端開放部位とを、動作周波数における二分の一実効波長程度離して配置し、前記第一のスロット共振器対の第二の先端開放部位と、前記第二のスロット共振器対の第二の先端開放部位とを、動作周波数における二分の一実効波長程度離して配置することにより実現され、前記一つの放射指向性は、前記差動給電線路に直交し、前記誘電体基板面に平行な二方向に放射成分を有する放射指向性である。

20

【0024】

好ましい実施形態において、前記二つ以上の異なる放射指向性のうち一つの放射指向性は、前記第一のスロット共振器の前記第一の選択性放射部位の第一の先端開放部位と前記第二のスロット共振器の前記第二の選択性放射部位の第二の先端開放部位とが、動作周波数における二分の一実効波長程度離して配置された二対のスロット共振器対群を構成し、前記第一のスロット共振器対の第一の先端開放部位と、前記第二のスロット共振器対の第一の先端開放部位とを、動作周波数における二分の一実効波長程度離して配置し、前記第一のスロット共振器対の第二の先端開放部位と、前記第二のスロット共振器対の第二の先端開放部位とを、動作周波数における二分の一実効波長程度離して配置することにより実現され、前記一つの放射指向性は、前記差動給電線路に平行な二方向に放射成分を有する放射指向性である。

30

【0025】

好ましい実施形態において、前記二つ以上の異なる放射指向性のうち一つの放射指向性は、前記第一のスロット共振器の前記第一の選択性放射部位の第一の先端開放部位と、前記第二のスロット共振器の前記第二の選択性放射部位の第二の先端開放部位とを、動作周波数における二分の一実効波長程度離して配置し、前記差動給電指向性可変スロットアンテナ内で動作状態に設定されるスロット共振器が一对だけ対動作し、前記第一の先端開放部位と、前記第二の先端開放部位とを結ぶ第一の方向への放射利得が抑圧され、前記第一の方向に直交する面内のいずれかの方向に主ビームが向いた放射指向性の実現される。

40

【発明の効果】

【0026】

本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナにおいて、逆相に給電されるスロット共振器対の可変機能を用いれば、従来の差動給電アンテナでは実現不可能であった方向へ主ビーム方向を配向させた効率的な放射が初めて実現できるだけでなく、主ビーム方向と異なる方向での放射利得を同時に原理的に抑圧できる。このため、従来のアンテナが有していた三課題を解決することが出来る。本アンテナが主ビーム方向を配向させられる角度範囲は極めて広く、全立体角のカバーも可能である。

【0027】

よって、本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナによれば、第一に、従来の差動

50

給電アンテナにおいて実現不可能であった方向への効率的な放射を実現し、且つ、第二に主ビーム方向を広い立体角範囲で可変し、且つ、第三に主ビーム方向と異なる方向で原理的に利得抑圧を実現するという三つの効果が実現できる。従って、本アンテナは、室内環境において高速通信用途で使用される移動体端末用アンテナとして極めて有用である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明による差動給電指向性可変スロットアンテナの実施形態を説明する。本実施形態によれば、従来の差動給電アンテナでは放射不可能であった方向を含む様々な方向へ効率的な放射を実現する動的な放射指向性の可変性を実現することが可能である。また、主ビーム方向と異なる方向での放射利得の抑圧という、産業上有用な効果を実現することも可能である。

10

【0029】

(実施形態)

図1は、本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナの実施形態の構造を示す図であり、誘電体基板裏面の接地導体側から臨む透視模式図である。図2(a)~(c)は、それぞれ、図1の直線A1-A2、直線B1-B2、直線C1-C2で回路構造を切断した場合の断面構造図である。従来例の構成、放射方向を示した図17、図22とは、座標軸や符号の設定を対応させている。

【0030】

図1に示すように、誘電体基板101の裏面には有限の面積の接地導体105が形成されており、表面には差動給電線路103cが形成されている。差動給電線路103cは、鏡面对称な一对の信号導体103a、103bによって構成されている。接地導体105の一部領域では、導体を厚み方向に完全に除去してスロット回路(すなわち、スロット共振器601等)を構成する。

20

【0031】

図1の例においては、接地導体105内に四つのスロット共振器601、603、605、607が配置されている。図3にスロット共振器601周辺構造の拡大図を示す。スロット共振器601は、給電部位601aと第1の選択性放射部位601bとが直列に接続され、かつ、給電部位601aと第2の選択性放射部位601cとが直列に接続されることによって構成されている。1つの給電部位に接続される選択性放射部位の個数は、本実施形態における個数(2個)に限定されない。

30

【0032】

複数のスロット共振器の内、少なくとも一つのスロット共振器は、高周波構造可変機能および動作状態切り替え機能の少なくともいずれかの可変機能を有している。高周波構造可変および動作状態切り替えは、外部から与えられる制御信号(外部制御信号)に応じて実行される。

【0033】

図3には、高周波構造可変機能と動作状態切り替え機能の両機能を実現できるスロット共振器601の周辺部が拡大して示されている。外部制御信号は、給電部位601aと第1の選択性放射部位601bとの間に配置された第1の高周波スイッチ素子601d、および、給電部位601aと第2の選択性放射部位601cとの間に配置された第2の高周波スイッチ素子601eを制御し、それによって可変機能を実現する。高周波スイッチ素子601d、601eは、選択性放射部位601b、601cの一部を跨いでもよい。選択性放射部位601b、601cは、給電部位601aと接続される側とは逆側の先端終端箇所において接地導体105の縁部と接し、先端開放終端点601bop、601copにおいて開放終端される。

40

【0034】

図4は、高周波スイッチ素子601d、601e付近を拡大して示している。例えば高周波スイッチ素子601dは、スロットを跨ぐ両側の接地導体領域105a、105bを接続するか接続しないかを制御する。高周波スイッチ素子601eを開放状態に制御すれ

50

ば、選択性放射部位601cの先端開放終端箇所601copは給電部位601aと高周波的に直列に接続された状態となり、四分の一実効波長スロット共振器の終端点として機能する。しかし、高周波スイッチ素子601eを導通状態に制御すれば、選択性放射部位601cの先端開放終端箇所601copは給電部位601aと高周波的に切断された状態となり、四分の一実効波長スロット共振器の終端点として機能しなくなる。このように、高周波スイッチ素子の制御により、接地導体105上に出現するスロット共振器601の高周波構造が機能するかしないかを可変することが出来るようになる。なお、高周波スイッチ素子601dの配置位置は、必ずしも選択性放射部位と給電部位の間である必要はなく、選択性放射部位601b、601cの先端開放終端箇所601bop、601cop以外の箇所でスロット構造を幅方向に跨いでも構わない。

10

【0035】

高周波構造可変機能を有するスロット共振器は、少なくとも二つの選択性放射部位を含む。しかし、動作時に、スロット共振器内で選択される選択性放射部位の数は一つに限定される。非選択となった残りの選択性放射部位の、特に先端開放終端点は、スロット共振器からは高周波的に分離される。

【0036】

図5(a)~(c)は、図3のスロット共振器601における高周波構造の変化の例を示している。図5では、非選択とされた選択性放射部位は図示していない。図5(a)に示した例では、高周波スイッチ素子601dが開放され、高周波スイッチ素子601eが導通、すなわち短絡されている。その結果、給電部位601aと選択性放射部位601cとの間の接続が切断され、スロット共振器は給電部位601aと選択性放射部位601bとが直列に接続された構造から形成される。この場合、四分の一実効波長スロット共振器601の先端開放点は参照符号「601bop」に示される部分である。

20

【0037】

逆に、図5(b)に示した例では、高周波スイッチ素子601dが導通され、高周波スイッチ素子601eが開放されている。その結果、給電部位601aと選択性放射部位601bと間の接続が切断され、スロット共振器は給電部位601aと選択性放射部位601cとが直列に接続された構造から形成される。この場合、四分の一実効波長スロット共振器601の先端開放点は参照符号「601cop」に示される部分である。

30

【0038】

動作状態切り替え機能は、スロット共振器自体を動作状態とするか非動作状態とするかを切り替える機能である。図5(c)は、図3のスロット共振器601を非動作状態に切り替えた場合の構造を示している。高周波スイッチ素子601d、601eを共に導通状態に制御することにより、給電部位601aと接続される全ての選択性放射部位、更には、全ての先端開放終端点をスロット共振器から高周波的に分離する。一方、動作状態では、図5(a)、(b)に示すように、選択性放射部位を一つだけ、給電部位601aに接続すればよい。なお、本発明では、選択的導通手段601d、601eをどちらも開放状態に制御することはない。

【0039】

以下の表1に、高周波スイッチ素子601d、601eの開放/導通の組み合わせと、スロット共振器601の高周波回路構造変化との関係をまとめた。

40

【0040】

【表 1】

図	高周波スイッチ素子		スロット共振器構成		
	601d	601e	動作 非動作	給電部位	選択性 放射部位
5(a)	開放	導通	動作	○	601b
5(b)	導通	開放	動作	○	601c
5(c)	導通	導通	非動作	-	-

10

【0041】

給電部位と選択性放射部位の実効電気長は、動作状態にある全てのスロット共振器のスロット長が常に四分の一実効波長となるようあらかじめ設定される。給電部位の長さは選択性放射部位よりも短く設定されることが好ましく、全スロット長の半分の長さ未満である八分の一実効波長未満には設定される必要がある。

【0042】

また、給電部位601aは信号導体と交差する箇所においては、図25に示すように、選択性放射部位601b、601cに接続される部分601a1と、信号導体103と直交する成分(部分)601a2と、当該成分(部分)601a2から選択性放射部位601b、601cに接続されない側の短絡終端点601a4に至るまでの間で信号導体103aに平行な成分(部分)601a3を有する経路を持たなければならない。すなわち、給電部位は必ず折れ曲がり部を有することになる。差動伝送線路においては、差動伝送モードの特性インピーダンスの増大を回避するため、第一、第二の信号導体間の間隙幅を大きな値に設定することは不可能となり、上記折れ曲がり部を設定しないと、第一の信号導体と第一のスロット共振器間の十分な結合を得ることができない。また、第二の信号導体と第二のスロット共振器間の結合についても同様である。

20

【0043】

なお、ここで「成分(部分)」と記述した理由であるが、給電部位601aは、信号導体103と完全に直交する部分601a2と信号導体103aに完全に平行な部分601a3とを有する必要はないためである。すなわち、図26に示すように、給電部位601aは、湾曲する曲線状であってもよい。図26に示すように、この湾曲する曲線状の給電部位601aが、信号導体103と直交する成分601a2(すなわち、Y方向の成分)と、信号導体103と平行な成分601a3(すなわち、X方向の成分)とを有すればよい。

30

【0044】

また、スロット共振器は必ず対構成で動作する。すなわち、第一の信号導体103aと結合し動作状態にあるスロット共振器の数N1と、第二の信号導体103bと結合し、動作状態にあるスロット共振器の数N2は等しくなるように各スロット共振器の状態は制御される。具体的に、図1の構成において、対構成で動作しうるスロット共振器の組み合わせと、対構成で動作できないスロット共振器の組み合わせを表2にまとめた。

40

【0045】

【表 2】

対構成が可能	スロット共振器601ースロット共振器603 スロット共振器605ースロット共振器607 スロット共振器601ースロット共振器607 スロット共振器603ースロット共振器605
対構成と見做せないもの	スロット共振器601ースロット共振器605 スロット共振器603ースロット共振器607

【0046】

なお、本発明のスロット共振器の選択性放射部位601b、601cは、一对の信号導体103の鏡面对称面から臨んで、給電部位601aが結合する信号導体側に配置される。例えば、第一のスロット共振器601の給電部位601aは第一の信号導体103aと結合するので、選択性放射部位601b、601cは、一对の信号導体103の鏡面对称面から臨んで第一の信号導体103aの方向に配置されている。

【0047】

また、対動作するスロット共振器は、二本の信号導体103a、103bから等強度の電力給電を受けるよう設定する。この条件を満足するには、対動作するスロット共振器を二本の信号導体103a、103bに対して物理的に鏡面对称に配置すればよい。また、スロット共振器対が物理的に鏡面对称配置とならない場合においても、スロット共振器対の高周波的特性を対称に設定することでも同様の効果は実現できる。すなわち、対動作する各スロット共振器は共振周波数が等しく、且つ、結合する信号導体との結合度を等強度に保てばよい。

【0048】

[スロット形状の変換性による主ビーム配向変換性]

以下、本発明の実施形態により、実用的に極めて有用な放射指向性を実現するための、スロット共振器群の制御法を説明する。

【0049】

まず、第一の制御状態として、図1に示した構成の差動給電指向性可変スロットアンテナにおいて、4つのスロット共振器の高周波構造可変機能を用いて、図6に示した高周波構造を出現させた。すなわち、第一から第四のスロット共振器において、選択性放射部位601b~607bを選択し、601c~607cを非選択へと制御する。非選択となった選択性放射部位は図中には表示していない。制御の結果、図中座標軸においてX軸方向に平行な二対のスロット共振器が接地導体105上に配向した状態が実現する。第一の制御状態での本発明の差動給電指向性可変アンテナの放射特性は、主ビーム方向が $\pm Y$ 方向にほぼ対照的に配向し、XZ面内への放射は強制的に抑圧された特性となる。すなわち、主ビーム方向に直交する面内の任意の方向から到来する妨害波を効率的に抑圧することが出来る。本発明の差動給電指向性可変アンテナにおいては、対構成に配置された対称性の高いスロット共振器へ、差動給電線路から等振幅、且つ逆位相の信号を入力するため、遠方界において電界が打ち消しあう条件が広範囲に成立することになる。シングルエンド給電で指向性可変を実現した従来例5のアンテナにおいては、給電されるシングルエンド信号を打ち消す等振幅、逆位相の信号が存在しないため、高い利得抑圧が得られる条件が成立しないか、成立したとしても極めて限定的な角度範囲や利得抑圧度が低い特性に留まってしまう。すなわち、本発明の構成によって初めて、主ビーム方向の配向と利得抑圧の効果が同時に得られることになる。

【0050】

第一の状態においては、第一のスロット共振器の先端開放終端点601bopと第二のスロット共振器の先端開放終端点603bopとの間の距離は、動作周波数における四分の一実効波長未満に設定されなければならない。また、第三のスロット共振器の先端開放終端点605bopと第四のスロット共振器の先端開放終端点607bopとの間の距離

10

20

30

40

50

も、動作周波数における四分の一実効波長未満に設定されなければならない。そして、先端開放終端点601bopと先端開放終端点605bop、先端開放終端点603bopと先端開放終端点607bop間の距離は、動作周波数における二分の一実効波長程度に設定される。距離が四分の一実効波長未満は慣れた二つの先端開放終端点からの遠方界への放射に対する寄与は、配置距離により生じる位相差は少なく同相に近い。また、距離が二分の一実効波長程度に設定された二つの先端開放終端点からの遠方界への放射に対する寄与は、配置距離により生じる位相差が大きく逆相に近くなる。上記関係と、対構成のスロット共振器が逆相に給電されることから、第一の制御状態において放射が強めあう方向と消しあう方向の関係が論理的に説明できる。

【0051】

また、第二の制御状態として、図1に示した構成の差動給電指向性可変スロットアンテナにおいて、4つのスロット共振器の高周波構造可変機能を用いて、図7に示した高周波構造を出現させる。すなわち、第一から第四のスロット共振器において、選択性放射部位601b~607bを非選択とし、選択性放射部位601c~607cを選択制御する。制御の結果、図中座標軸においてY軸方向に平行な二対のスロット共振器が接地導体105上に配向した状態が実現する。第二の制御状態での本発明の差動給電指向性可変アンテナの放射特性は、主ビーム方向が±X方向にほぼ対照的に配向し、YZ面内への放射は強制的に抑圧された特性となる。すなわち、第二の状態でも、主ビーム方向に直交する面内の任意の方向から到来する妨害波を効率的に抑圧することが出来る。そして、第一の状態と第二の状態では、主ビーム方向が完全に直交しており、単一アンテナで広い立体角範囲のカバーが可能となる。

【0052】

第二の状態においては、第一のスロット共振器の先端開放終端点601copと第二のスロット共振器の先端開放終端点603copとの間の距離、及び第三のスロット共振器の先端開放終端点605copと第四のスロット共振器の先端開放終端点607copの間の距離は、それぞれ動作周波数における二分の一実効波長程度に設定される。また、先端開放終端点601copと先端開放終端点605cop、先端開放終端点603copと先端開放終端点607cop間の距離は、動作周波数における四分の一実効波長未満に設定されなければならない。

【0053】

次に、第三の制御状態として、図1に示した構成の差動給電指向性可変スロットアンテナにおいて、4つのスロット共振器の高周波構造可変機能と動作状態可変機能を用いて、図8に示した高周波構造を出現させる。すなわち、第一と第二のスロット共振器を非動作状態に選択し、第三と第四のスロット共振器において、選択性放射部位605cと選択性放射部607cを選択する。非選択となった選択性放射部位は図中には表示していない。制御の結果、図中座標軸においてY軸方向に平行な一対のスロット共振器が配向した状態が実現する。

【0054】

第三の制御状態での本発明の差動給電指向性可変アンテナの放射特性は、主ビーム方向がXZ面内に広く分布し、ややマイナスX方向へ傾いたものとなる。そして、±Y方向への放射は強制的に抑圧された特性となる。この放射特性は、XZ面内の放射が抑圧され、±Y方向への放射のみが許された第一の制御状態と互いに全立体角を相補しあう放射特性であり、両制御状態を同時に満足する本発明の差動給電指向性可変アンテナの高い有用性が主張される。

【0055】

第三の制御状態においては、第三のスロット共振器の先端開放終端点605copと第四のスロット共振器の先端開放終端点607copとの間の距離は、動作周波数における二分の一実効波長程度に設定される。

【0056】

次に、第四の制御状態として、図1に示した構成の差動給電指向性可変スロットアンテ

10

20

30

40

50

ナにおいて、4つのスロット共振器の高周波構造可変機能と動作状態可変機能を用いて、図9に示した高周波構造を出現させる。すなわち、第三と第四のスロット共振器を非動作状態に選択し、第一と第二のスロット共振器において、選択性放射部位601cと選択性放射部603cを選択する。非選択となった選択性放射部位は図中には表示していない。制御の結果、図中座標軸においてY軸方向に平行な一対のスロット共振器が配向した状態が実現する。第三の制御状態との差異は、スロット共振器対の給電部位と差動給電線路103cとの位置関係である。第三の制御状態と同様に、第四の制御状態においても、主ビーム方向がXZ面内に広く分布し、また、±Y方向への放射は強制的に抑圧された放射特性が得られる。すなわち、第四の制御状態も、第一の制御状態と互いに全立体角を相補しあう放射特性である。第三の制御状態との高周波構造の差異は、主ビーム方向の傾きに現れる。すなわち、主ビーム方向は第三の制御状態と同様XZ面内に広く分布するが、やや+X方向へ傾いた放射特性を実現することができる。

10

【0057】

以上のように、本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナにおいては、従来差動給電では困難であった方向である±Y方向への効率放射を果たすのみでなく、広い立体角での指向性可変機能を有すると共に、各制御状態においては、他の制御状態において主ビーム方向であった方向で原理的に利得抑圧効果を発現することが可能である。

【0058】

また、第五の制御状態として、図1に示した構成の差動給電指向性可変スロットアンテナにおいて、4つのスロット共振器の高周波構造可変機能と動作状態可変機能を用いて、図10に示した高周波構造を出現させる。すなわち、第三と第四のスロット共振器を非動作状態に選択し、第一と第二のスロット共振器において、選択性放射部位601bと選択性放射部603bを選択する。非選択となった選択性放射部位は図中には表示していない。制御の結果、図中座標軸においてX軸方向に平行な一対のスロット共振器が配向した状態が実現する。第五の制御状態においても、主ビーム方向はXZ面内に広く分布させることが出来、また、この制御状態においては、±Y方向からの放射の主ビームに対する利得抑圧度は10dBにも達さず、強い利得抑圧を発現させたくない用途に対して最適な放射特性を提供しうる。すなわち、本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナは、広い立体角範囲から到来する可能性がある所望波の待ち受け時などに最適な放射特性も実現できるといことになる。

20

30

【0059】

差動給電線路103cは終端点113において、開放終端処理されてよい。終端点113からスロット共振器601、603、605、607の各給電部位までの給電整合長を、動作周波数における差動線路における差動伝送モード伝搬特性に対して四分の一実効波長となるよう設定すれば、スロット共振器への入力整合特性を改善することが出来る。また、差動給電線路103cの終端点において、第一の信号導体103a、第二の信号導体103bを等しい値の抵抗素子を介して接地終端してしまってもよい。また、差動給電線路103cの終端点において、第一の信号導体103aと第二の信号導体103bを、抵抗素子を介して接続してしまってもよい。差動給電線路の終端点への抵抗素子の導入は、導入した抵抗素子において、アンテナ回路への入力電力の一部を消費することになるため、放射効率の低下を招くものの、スロット共振器への入力整合条件の緩和を可能とし、給電整合長の値を減じることにも可能とする方法である。

40

【0060】

高周波スイッチ素子601d、601e、603d、603e、605d、605e、607d、607eを実現する方法としては、ダイオードスイッチ、高周波スイッチ、MEMSスイッチなどの利用が可能である。例えば、市販されているダイオードスイッチを用いれば、例えば、導通時の直列抵抗値が5Ω、開放時の寄生直列容量値が0.05pF弱程度の良好な切り替え特性を20GHz以下の周波数帯域で容易に得ることが出来る。

【0061】

以上のように、本発明の構造を採用することにより、従来のスロットアンテナや差動給

50

電アンテナでは実現できない方向への主ビームの配向、及び配向方向の広い立体角範囲での切り替え、及び、主ビーム方向と主に直交する方向での放射利得の抑圧により、互いに全立体角を相補的にカバーできる可変アンテナの提供が可能となる。

【 0 0 6 2 】

(実施例)

X軸方向に30mm、Y軸方向に32mm、Z軸方向に1mmのサイズのFR4基板上に、図1に示すような本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナを作製した。基板表面には配線幅1.3mm、配線間隔1mm、の差動給電線路103cを作製した。基板裏面全面に形成された接地導体105から、一部の領域の導体をウェットエッチングで除去してスロット構造を実現した。導体は厚さ35µmの銅である。4つのスロット共振器は、形状は全て等しくした。スロット共振器601とスロット共振器603、更には、スロット共振器605とスロット共振器607は、それぞれ、鏡面对称に配置した。スロット共振器601とスロット共振器605、更にはスロット共振器603とスロット共振器607も、それぞれ、鏡面对称に配置した。

10

【 0 0 6 3 】

鏡面对称面を $X = 0$ と定義する。差動信号線路103cは $X = 14.5$ で開放終端した。スロット幅は、図中細い箇所では0.5mm、太い箇所は1mmとした。スロット共振器601とスロット共振器605間の給電部位間の最近接距離は1.5mmとし、スロット共振器の給電部位の折れ曲がり部位の長さは5mmとした。給電部位601aと給電部位603aの折れ曲がり部位間の最近接距離は0.2mmとした。

20

【 0 0 6 4 】

本実施例では、高周波スイッチとして市販のPINダイオードを使用した。各スイッチ部は、導通時に直流抵抗4Ωで動作し、開放時に30fFの直流容量として機能した。高周波スイッチの制御により、5つの制御状態で動作させた。各状態において、2.57GHzで、差動信号入力に対してマイナス10dB未満の十分低い値の反射強度特性が得られた。

【 0 0 6 5 】

以下、各制御状態において得られた放射特性を説明する。各制御状態において、差動信号入力に対する同相モード信号反射強度はマイナス30dB未満に留まった。

【 0 0 6 6 】

(第一の実施例)

第一の実施例では、各スロット共振器に付属する高周波スイッチの制御を行い、図6に示す第一の制御状態を実現した。本実施例における各座標面での放射指向性を図12に示す。図12より明らかなように、第一の制御状態によって、±Y方向への主ビーム方向配向が実現できることが証明された。また、Z軸方向においては主ビーム方向の利得に対して25dBを超える利得抑圧効果が、X軸方向でも、主ビーム方向の利得に対して20dB近い利得抑圧効果が得られた。

30

【 0 0 6 7 】

(第二の実施例)

第二の実施例では、各スロット共振器に付属する高周波スイッチの制御を行い、図7に示した第二の制御状態を実現した。本実施例における各座標面での放射指向性パターンを図13に示す。図13より明らかなように、第二の制御状態によって、±X方向への主ビーム方向配向が実現できることが証明された。また、Z軸方向においては主ビーム方向の利得に対して30dBを超える利得抑圧効果が、Y軸方向でも、主ビーム方向の利得に対して15dBを超える強い利得抑圧効果が得られた。

40

【 0 0 6 8 】

(第三の実施例)

第三の実施例では、各スロット共振器に付属する高周波スイッチの制御を行い、図8に示した第三の制御状態を実現した。本実施例における各座標面での放射指向性パターンを図14に示す。図14より明らかなように、第三の制御状態によって、XZ面内に分布し

50

た放射が、特にマイナスX方向への主ビーム方向配向が実現できることが証明された。また、Y軸方向においては主ビーム方向の利得に対して25dBを超える強い利得抑圧効果が得られた。

【0069】

(第四の実施例)

第四の実施例では、各スロット共振器に付属する高周波スイッチの制御を行い、図9に示した第四の制御状態を実現した。本実施例における各座標面での放射指向性パターンを図15に示す。図15より明らかなように、第四の制御状態によって、XZ面内に分布した放射が、特に+X方向への主ビーム方向配向が実現できることが証明された。また、Y軸方向においては主ビーム方向の利得に対して25dBを超える強い利得抑圧効果が得られた。

10

【0070】

(第五の実施例)

第五の実施例では、各スロット共振器に付属する高周波スイッチの制御を行い、図10に示した第五の制御状態を実現した。本実施例における各座標面での放射指向性パターンを図16に示す。図16より明らかなように、第五の制御状態によって、XZ面内に分布したブロードな放射が実現できることが証明された。また、第四の制御状態とは異なり、Y軸方向においては主ビーム方向の利得に対して7dB程度の利得低下にとどまる放射特性が得られた。

【産業上の利用可能性】

20

【0071】

本発明にかかる差動給電指向性可変スロットアンテナは、従来の差動給電アンテナでは放射が困難であった方向を含む様々な方向への効率的な放射を行うことが可能である。また、主ビーム方向の切り替え角が広いこと、全立体角をカバーする指向性可変アンテナを実現できるだけでなく、主ビーム方向に直交する方向での指向性利得を原理的に抑圧することが可能である。

【0072】

更に、ある制御状態で実現した放射特性と相補しあう放射特性が別の制御状態で原理的に得られるので、特に、マルチパスが多い室内環境での高速通信を実現する用途において有益である。また通信分野の用途に広く応用できるだけでなく、無線電力伝送やIDタグなどの無線技術を使用する各分野においても使用され得る。

30

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナの実施形態の上面から臨んだ透視模式図である。

【図2】図1の差動給電指向性可変スロットアンテナの実施形態の断面構造図であって、(a)は図1の直線A1-A2を切断面とする断面構造図、(b)は図1の直線B1-B2を切断面とする断面構造図、(c)は図1の直線C1-C2を切断面とする断面構造図である。

【図3】スロット共振器601周辺構造の拡大図である。

40

【図4】スロット共振器601内の構造拡大図である。

【図5】スロット共振器601の構造変化例を示す図であって、(a)は高周波構造可変機能により発現するスロット共振器の構造図、(b)は高周波構造可変機能により発現するスロット共振器の構造図、(c)は動作状態可変機能により非動作状態に制御された場合のスロット共振器の構造図である。

【図6】本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナの第一の制御状態での構造図である。

【図7】本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナの第二の制御状態での構造図である。

【図8】本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナの第三の動作状態での構造図であ

50

る。

【図 9】本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナの第四の動作状態での構造図である。

【図 10】本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナの第五の動作状態での構造図である。

【図 11】(a) は先端開放四分の一実効波長スロット共振器対が逆相励振された場合にスロット共振器内に生じる電界ベクトルの模式図、(b) は両端開放二分の一実効波長スロット共振器が逆相励振された場合にスロット共振器内に生じる電界ベクトルの模式図、(c) は本発明の差動給電指向性可変スロットアンテナ内の両端開放二分の一実効波長スロット共振器と差動給電線路の関係模式図である。

10

【図 12】(a) ~ (c) は本発明の第一の実施例の放射指向パターン図である。

【図 13】(a) ~ (c) は本発明の第二の実施例の放射指向パターン図である。

【図 14】(a) ~ (c) は本発明の第三の実施例の放射指向パターン図である。

【図 15】(a) ~ (c) は本発明の第四の実施例の放射指向パターン図である。

【図 16】(a) ~ (c) は本発明の第五の実施例の放射指向パターン図である。

【図 17】シングルエンド線路給電二分の一波長スロットアンテナ(従来例 1)の構造図であって、(a) は上面透視模式図、(b) は断面構造図である。

【図 18】従来例 1 の放射指向特性図であって、(a) は Y Z 面での放射指向特性図、(b) は X Z 面での放射指向特性図である。

【図 19】シングルエンド線路給電四分の一実効波長スロットアンテナ(従来例 2)の構造図であって、(a) は上面透視模式図、(b) は断面構造図である。

20

【図 20】従来例 2 の放射指向特性図であって、(a) は Y Z 面での放射指向特性図、(b) は X Z 面での放射指向特性図、(c) は X Y 面での放射指向特性図である。

【図 21】二分の一波長スロット共振器内の電界ベクトル分布の模式図であって、(a) はシングルエンド給電線路により給電された場合の模式図、(b) は差動給電線路により給電された場合の模式図である。

【図 22】差動給電ストリップアンテナ(従来例 4)の構造図であって、(a) は斜視透視模式図、(b) は上面模式図、(c) は下面模式図である。

【図 23】従来例 4 の差動給電ストリップアンテナの放射指向特性図であって、(a) は Y Z 面での放射指向特性図、(b) は X Z 面での放射指向特性図である。

30

【図 24】特許文献 2 (従来例 5) の図 1 であり、シングルエンド給電可変アンテナの模式構造図である。

【図 25】給電部位 601 の拡大図である。

【図 26】他の態様の給電部位 601 の拡大図である。

【符号の説明】

【0074】

101 誘電体基板

103 信号導体

103 a、103 b 差動信号線路の対の信号導体

105、105 a、105 b 接地導体

40

601、603、605、607 スロット共振器

113 給電線路の終端点

115 a 誘電体基板裏面の入力端子側領域

115 b 誘電体基板裏面の差動給電線路終端箇所直下領域

311 対称面

313 スタブ

601 a、603 a、605 a、607 a 給電部位

601 b、601 c、603 b、603 c、605 b、605 c、607 b、607 c

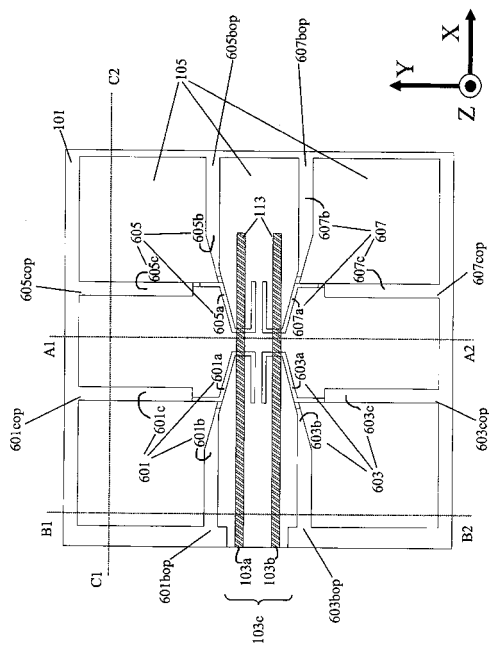
選択性放射部位

601 d、601 e、603 d、603 e、605 d、607 d 高周波スイッチ素子

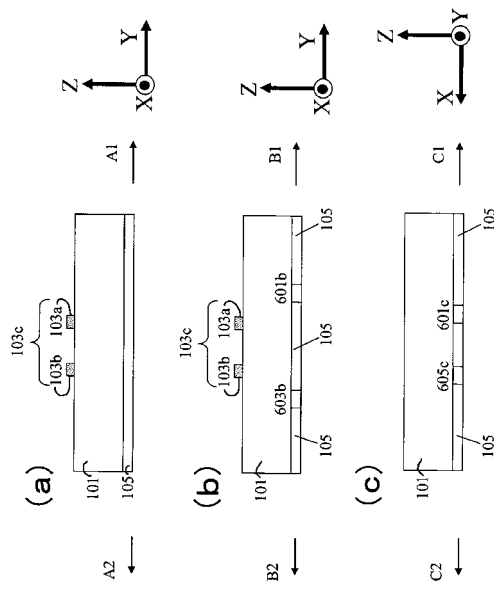
50

- 9 1 1 スロット共振器の方端
- L m 終端点から給電部位までの距離
- H 基板厚
- W 信号導体の配線幅
- G 信号導体間の間隙幅

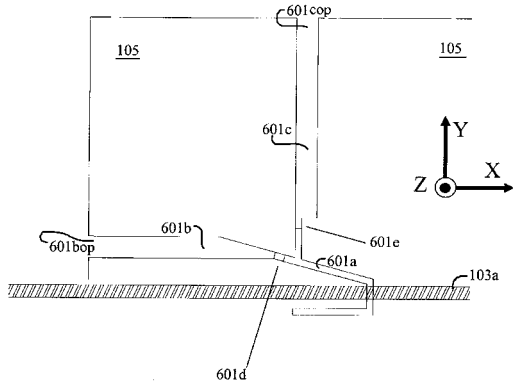
【 図 1 】



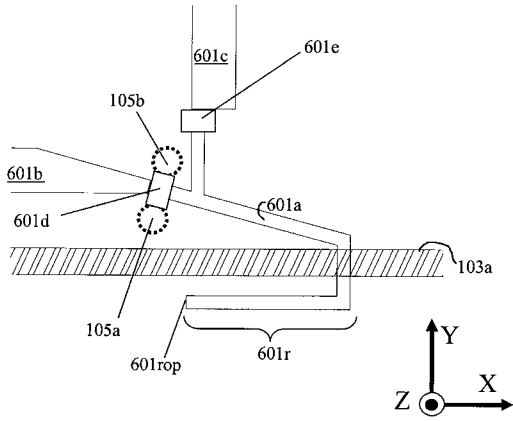
【 図 2 】



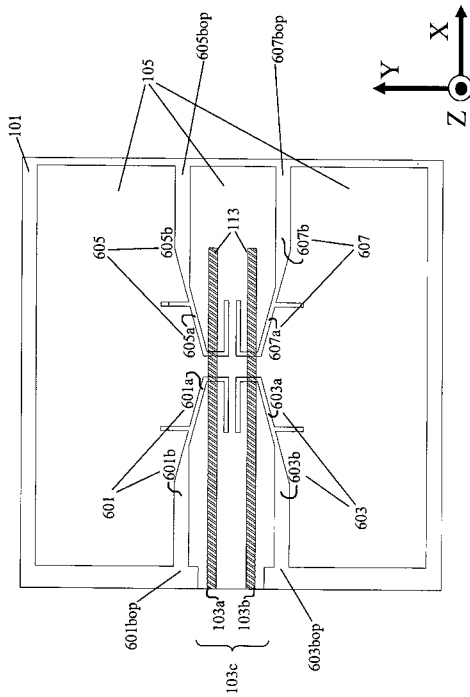
【 図 3 】



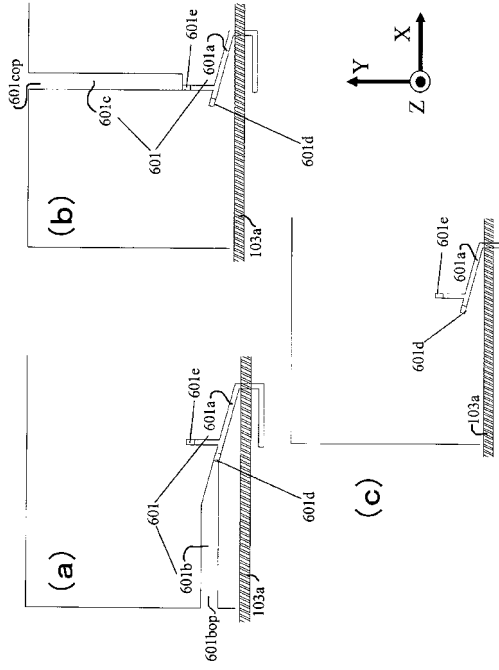
【 図 4 】



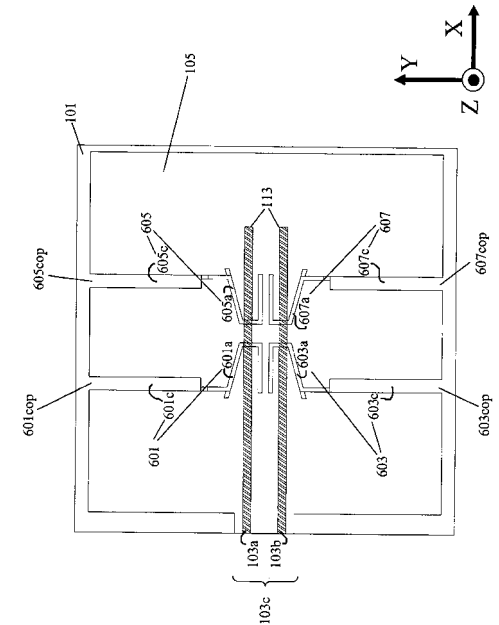
【 図 6 】



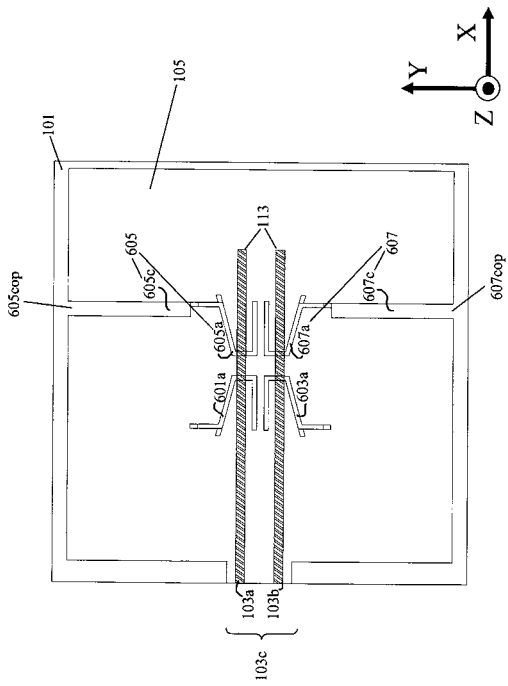
【 図 5 】



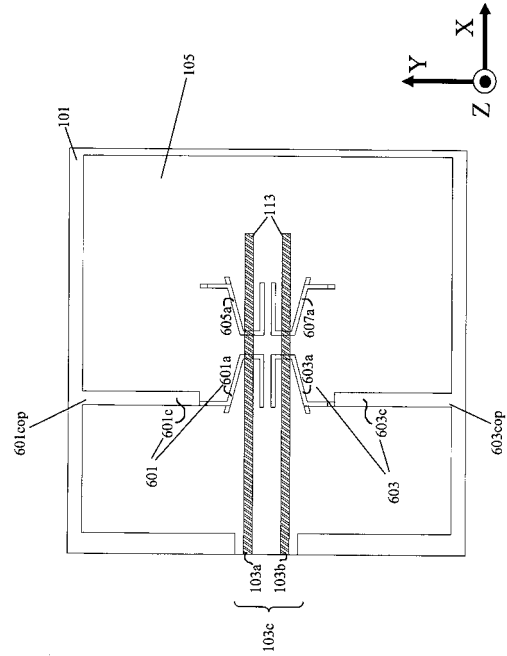
【 図 7 】



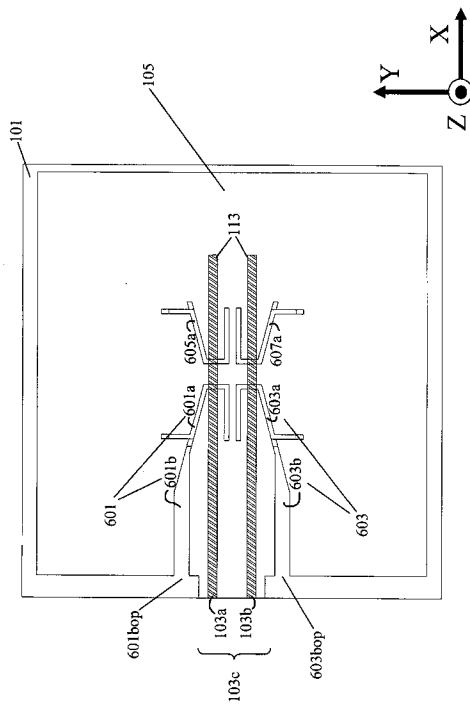
【 図 8 】



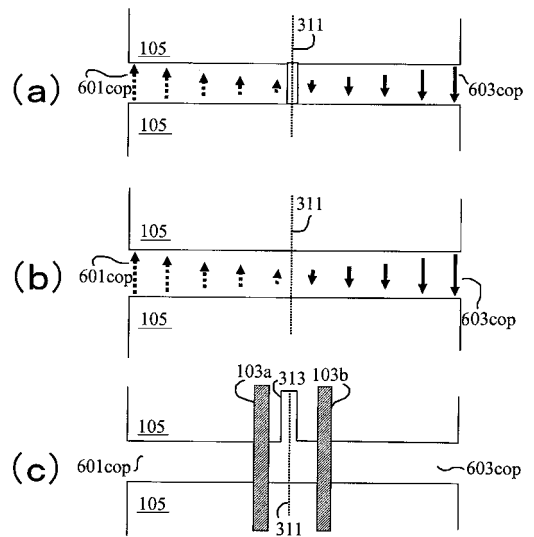
【 図 9 】



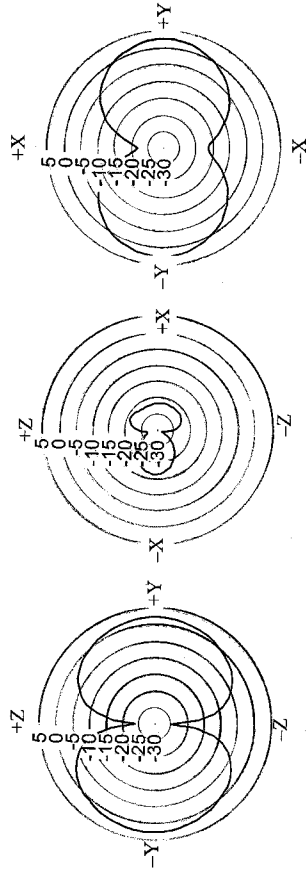
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 1 2 】

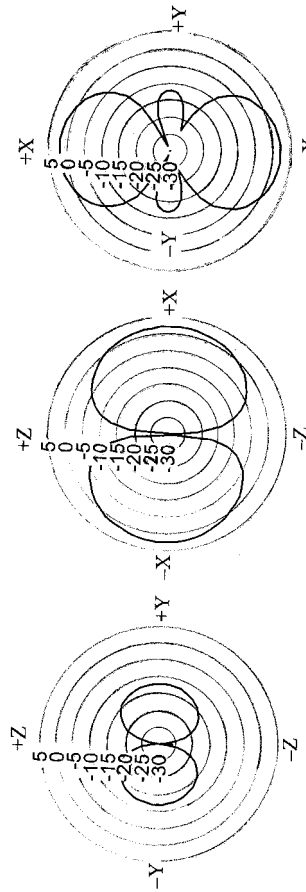


(a) YZ-plane

(b) XZ-plane

(c) XY-plane

【 図 1 3 】

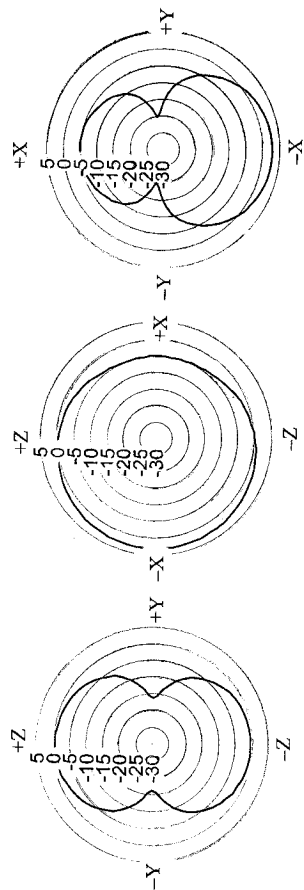


(a) YZ-plane

(b) XZ-plane

(c) XY-plane

【 図 1 4 】

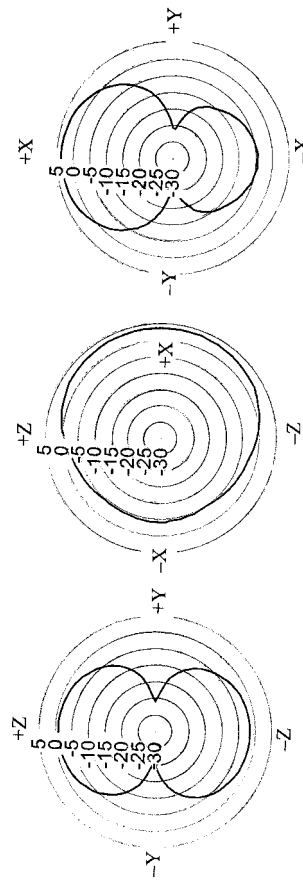


(a) YZ-plane

(b) XZ-plane

(c) XY-plane

【 図 1 5 】

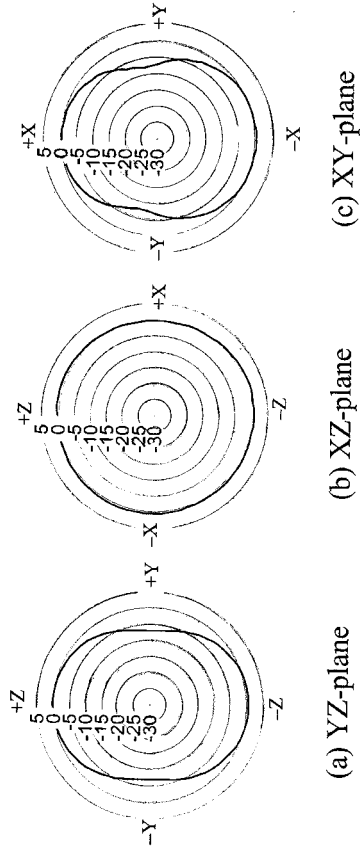


(a) YZ-plane

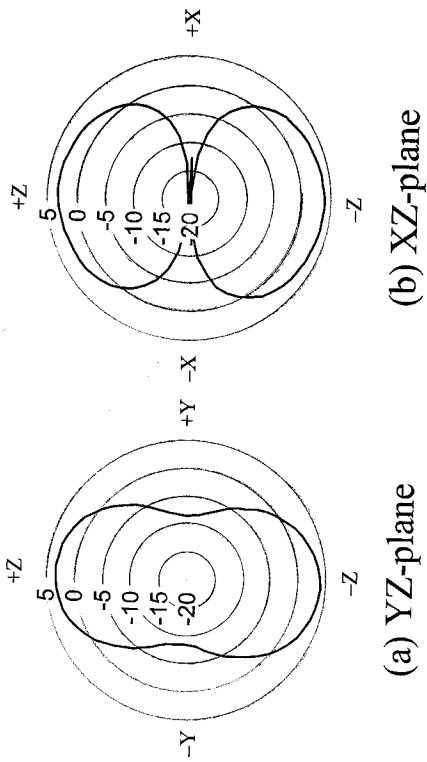
(b) XZ-plane

(c) XY-plane

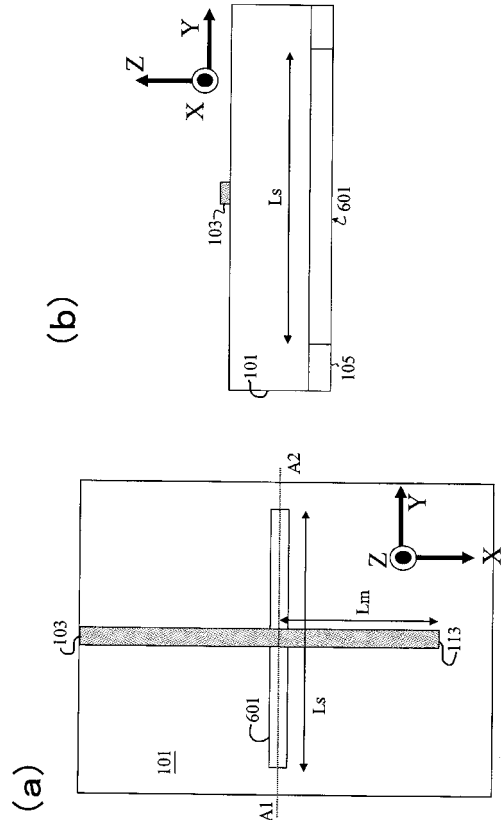
【 図 16 】



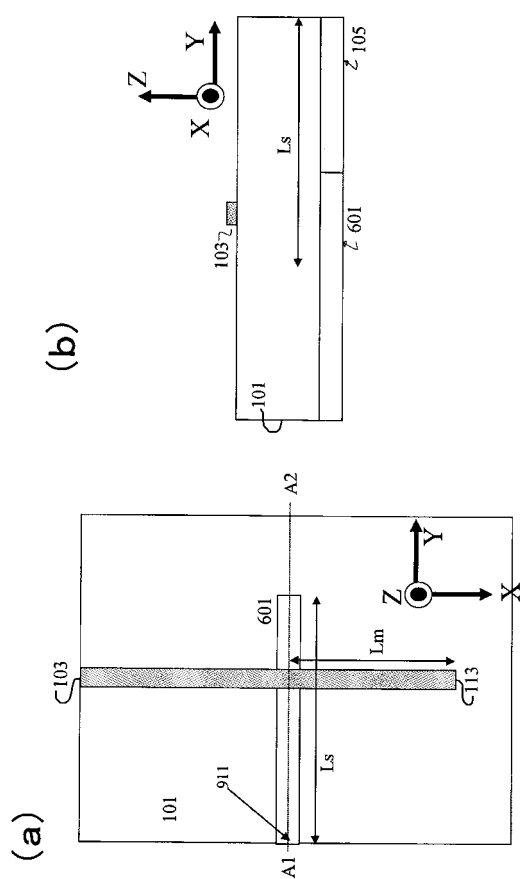
【 図 18 】



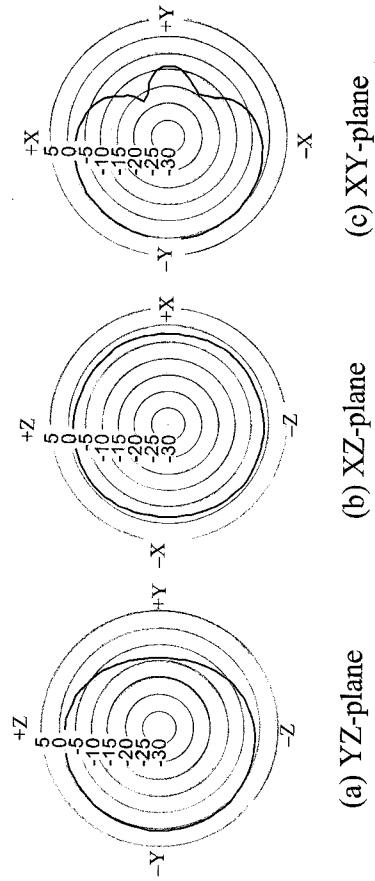
【 図 17 】



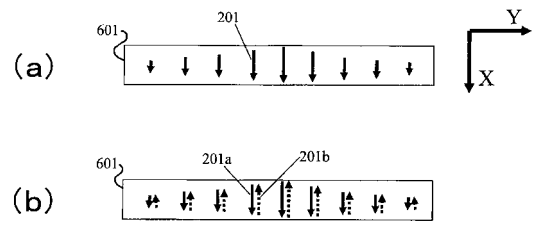
【 図 19 】



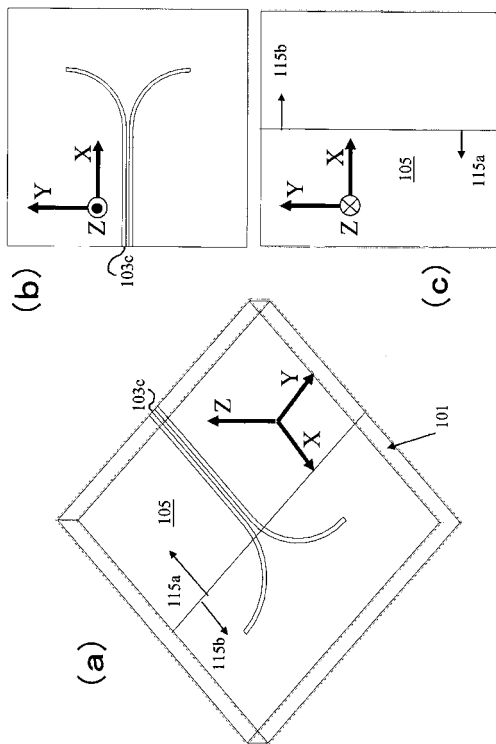
【 図 2 0 】



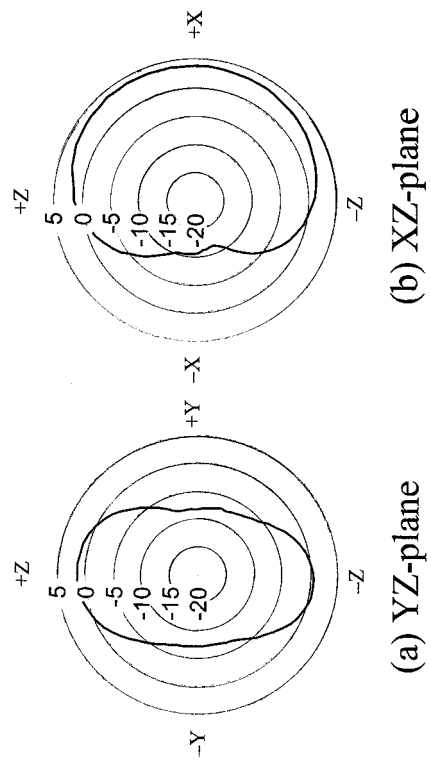
【 図 2 1 】



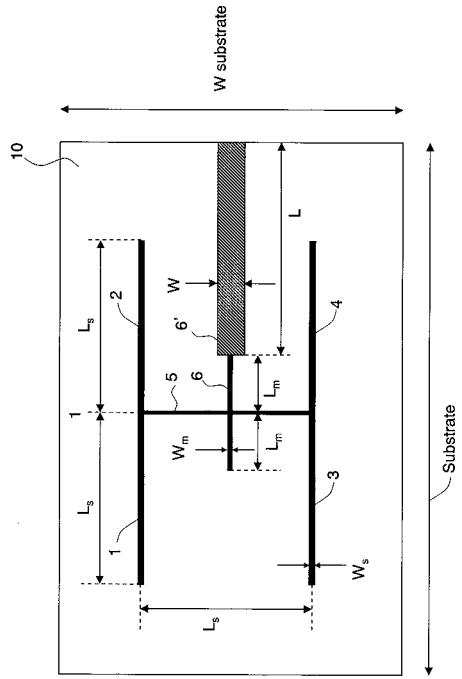
【 図 2 2 】



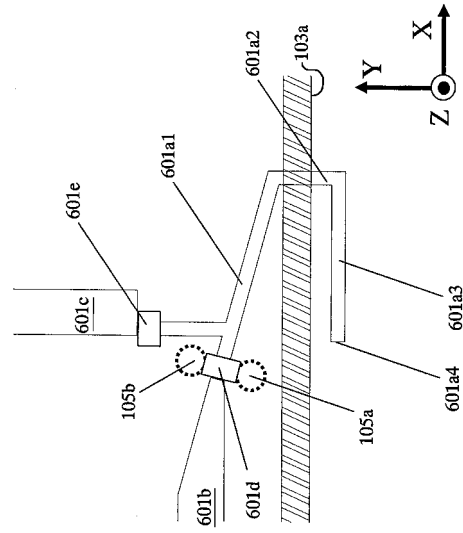
【 図 2 3 】



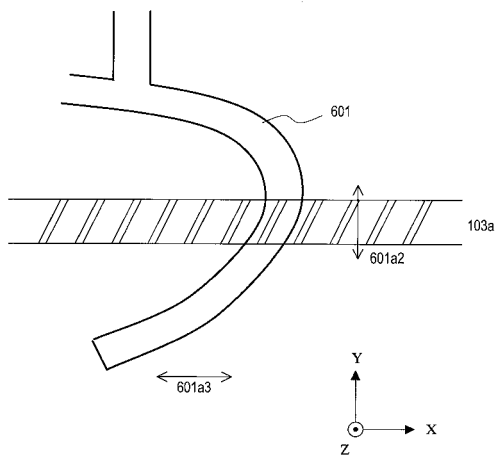
【 2 4 】



【 2 5 】



【 2 6 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-157176(JP,A)
国際公開第2005/117204(WO,A1)
特表2005-514844(JP,A)
特開2005-072915(JP,A)
特開2004-274757(JP,A)
特開2003-142919(JP,A)
特開2002-009540(JP,A)
特開平06-112732(JP,A)
米国特許第6531984(US,B1)
米国特許出願公開第2003/0122721(US,A1)
ソ連国特許発明第1675980(SU,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 1/00- 1/52
H01Q 3/00- 3/46
H01Q 13/00-13/28
H01Q 21/00-25/04
IEEE