

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5576522号
(P5576522)

(45) 発行日 平成26年8月20日 (2014. 8. 20)

(24) 登録日 平成26年7月11日 (2014. 7. 11)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 Q 7/00 (2006. 01)	H O 1 Q 7/00
H O 1 Q 5/01 (2006. 01)	H O 1 Q 5/01
H O 1 Q 9/16 (2006. 01)	H O 1 Q 9/16
H O 1 Q 13/08 (2006. 01)	H O 1 Q 13/08
H O 1 Q 9/27 (2006. 01)	H O 1 Q 9/27

請求項の数 3 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2013-32620 (P2013-32620)
(22) 出願日	平成25年2月21日 (2013. 2. 21)
(65) 公開番号	特開2014-30169 (P2014-30169A)
(43) 公開日	平成26年2月13日 (2014. 2. 13)
審査請求日	平成26年5月16日 (2014. 5. 16)
(31) 優先権主張番号	特願2012-35618 (P2012-35618)
(32) 優先日	平成24年2月21日 (2012. 2. 21)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号	特願2012-147988 (P2012-147988)
(32) 優先日	平成24年6月29日 (2012. 6. 29)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	000005186 株式会社フジクラ 東京都江東区木場1丁目5番1号
(74) 代理人	110000338 特許業務法人HARAKENZO WOR LD PATENT & TRADEMA RK
(72) 発明者	田山 博育 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社 フジクラ佐倉事業所内
(72) 発明者	官 寧 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社 フジクラ佐倉事業所内

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】

2次元面内に形成された第1の放射素子と第2の放射素子とを備えたダイポールアンテナであって、

上記第1の放射素子は、直線状であり、

上記第2の放射素子は、上記第1の放射素子の周りを旋回する螺旋状である、
ことを特徴とするダイポールアンテナ。

【請求項 2】

上記第2の放射素子上の異なる点同士を短絡する短絡部と、上記第2の放射素子の最外周上の点をグラウンドに接続する接地部と、を更に備えている、
ことを特徴とする請求項1に記載のダイポールアンテナ。

【請求項 3】

上記短絡部は、上記第2の放射素子を構成する区間のうち、互いに隣接する3つ以上の区間の短絡する、
ことを特徴とする請求項2に記載のダイポールアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、他のアンテナと共に統合アンテナ装置に搭載し得るアンテナ、特に、そのよ
うなダイポールアンテナに関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信の用途拡大に伴い、種々の周波数帯域で動作するアンテナが求められている。例えば、車載用アンテナとしては、F M / A M 放送、D A B (Digital Audio Broadcast) 等の地上デジタル放送、3 G (3rd Generation: 第3世代携帯電話)、L T E (Long Term Evolution)、G P S (Global Positioning System: 全地球測位システム)、V I C S (登録商標) (Vehicle Information and Communication System: 道路交通情報通信システム)、E T C (Electronic Toll Collection: 電子料金徴収システム) 等の周波数帯域で動作するアンテナ等が求められている。

【0003】

10

従来、相異なる周波数帯域で動作するアンテナは、別体のアンテナ装置として実現されることが多かった。例えば、F M / A M 放送用のアンテナは、ルーフトップに載せ置くホイップアンテナとして実現され、地上デジタル放送用のアンテナは、フロントガラスに貼り付けるフィルムアンテナとして実現されるといった具合である。

【0004】

しかし、自動車においてアンテナ装置を取り付け可能な部位は限られている。また、取り付けるアンテナ装置の個数が増えると、意匠が損なわれたり、取り付けコストが増大したりするといった問題を生じる。このような問題を回避するためには、統合アンテナ装置の使用が効果的である。ここで、統合アンテナ装置とは、相異なる周波数帯域で動作する複数のアンテナを備えたアンテナ装置のことを指す。

20

【0005】

このような統合アンテナ装置としては、例えば、特許文献1～5に記載のものなどが挙げられる。特許文献1に記載の統合アンテナ装置は、G P S 用及びE T C 用の各アンテナを備えたものである。特許文献2に記載の統合アンテナ装置は、3 G 用及びG P S 用の各アンテナを備えたものである。特許文献3に記載の統合アンテナ装置は、E T C 用、G P S 用、V I C S 用、電話用メイン、及び電話用サブの各アンテナを備えたものである。特許文献4に記載の統合アンテナ装置は、G P S 用、E T C 用、第1電話用、及び第2電話用の各アンテナを備えたものである。特許文献5に記載の統合アンテナ装置は、100kHz以上1GHz以下の帯域(F M / A M 放送、D A B 等の地上デジタル放送、V I C S 等)で動作するアンテナと、1GHz以上の帯域(G P S、衛星D A B 等)で動作するアンテナとを備えたものである。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-158957号公報(2007年 6月21日公開)

【特許文献2】特開2009- 17116号公報(2009年 1月22日公開)

【特許文献3】特開2009-267765号公報(2009年11月12日公開)

【特許文献4】特開2010- 81500号公報(2010年 4月 8日公開)

【特許文献5】米国特許6、396、447号明細書(2002年 5月28日登録)

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記従来の統合アンテナ装置においては、各アンテナを構成する放射素子が互いに重なり合わないよう配置されており、小型化が困難であるという問題があった。各アンテナを構成する放射素子を互いに重なり合わないよう配置するのは、各アンテナのアンテナ特性が他のアンテナの存在によって損なわれないようにするためである。

【0008】

例えば、特許文献1に記載の統合アンテナ装置においては、G P S 用アンテナを構成する放射素子の中央開口部からE T C 用アンテナを臨出させる構成を採用している。このため、中央開口部がE T C アンテナを包含するように、G P S 用アンテナの放射素子を大型

50

化する必要がある。

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 2 に記載の統合アンテナ装置は、ベースに立設されたアンテナ基板の表裏に、互いに重なり合わないよう 3 G 用アンテナと G P S 用アンテナとを貼り付けたものである。したがって、アンテナ基板に直交する方向から見たサイズを小さくすることが困難であり、低背化の要求に応えることができない。

【 0 0 1 0 】

また、特許文献 3 に記載の統合アンテナは、スペースファクタを考慮することなく、5 つのアンテナを互いに重なり合わないよう配置しただけのものである。これに対し、特許文献 4 に記載の統合アンテナ装置においては、E T C アンテナを G P S アンテナの一部に重ね合わせて配置する工夫が見られる。しかしながら、E T C アンテナにおいて G P S アンテナと重ね合わせられる部分は僅かであり、本質的な小型化に資するものではない。

【 0 0 1 1 】

また、特許文献 1 ~ 4 に記載の技術は、何れも G H z 領域で動作するアンテナ同士を統合するためのものであり、地上デジタル放送用など M H z 領域で動作するアンテナを G H z 領域で動作するアンテナと統合するためのものではない。地上デジタル放送を受信するためのチューナがナビゲーションシステムに統合されている昨今、M H z 領域で動作するアンテナと G H z 領域で動作するアンテナとの統合に対するニーズが高まっているが、特許文献 1 ~ 4 に記載の技術では、このニーズに応えることができないという副次的な問題がある。

【 0 0 1 2 】

特許文献 5 に記載のアンテナは、M H z 領域で動作するアンテナと G H z 領域で動作するアンテナとを組み合わせたものであるが、G H z 領域で動作するアンテナが立体的なモジュールとなっており、薄型化が困難である。

【 0 0 1 3 】

このような問題を解決するためには、まず、互いに重なり合った状態で所期の性能を発揮するアンテナを実現することが重要になる。また、これらのアンテナを自動車のルーフトップに載置する統合アンテナ装置に搭載する場合、自動車のルーフや統合アンテナ装置の金属ベースなどの導体面と平行に配置した状態で所期の性能を発揮することも重要である。また、互いに重なり合った複数のアンテナに、これら複数のアンテナと直交する更なるアンテナを統合する場合には、この更なるアンテナの高さ（これら複数のアンテナと直交する方向のサイズ）を小さく抑えることも重要である。

【 0 0 1 4 】

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、他のアンテナと共に統合アンテナ装置に搭載し得るアンテナであって、統合アンテナ装置の小型化に資するアンテナを実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

上記課題を解決するために、本発明に係るアンテナは、楕円上を通る放射素子を備えたループアンテナであって、上記楕円の内部に配置された短絡部であって、上記放射素子上の 2 点間を短絡する短絡部を備えている、ことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

上記の構成によれば、上記短絡部を設けたことによって、上記放射素子に新たな電流路が生じ、当該ループアンテナの共振周波数が変化する。また、上記短絡部を設けたことによって、当該ループアンテナの入力インピーダンスが変化する。すなわち、上記の構成によれば、短絡部の形状及び / 又はサイズを適宜変更することによって、要求される周波数帯域において動作し、かつ、要求される周波数帯域におけるリターンロスの小さいループアンテナを実現することができる。

【 0 0 1 7 】

しかも、上記の構成によれば、上記短絡部を上記放射素子を通る楕円の内部に配置して

いるので、上記短絡部を設けたことに伴って上記ループアンテナのサイズが大きくなることがない。したがって、当該ループアンテナを統合アンテナ装置に搭載する場合、当該ループアンテナを統合アンテナ装置の台座と平行になるように配置すれば、台座と平行な方向に関する統合アンテナのサイズを小さく抑えることができる。

【0018】

なお、上記「楕円」は、円を含まない狭義の楕円ではなく、円を含む広義の楕円を意味する。

【0019】

上記ループアンテナは、上記放射素子の外周に沿う外縁を有する無給電素子を更に備えている、ことが好ましい。

10

【0020】

上記の構成によれば、無給電素子を設けたことによって、共振周波数を変化させることなく、要求される周波数帯域における入力反射計数を小さくすることができる。すなわち、要求される周波数帯域におけるリターンロスが更に小さいアンテナを実現することができる。

【0021】

上記放射素子は、上記楕円上を通るループ部と、上記楕円の中心から見て0時方向に位置する上記ループ部の両端から上記楕円の中心付近に向かって伸びる1対の給電部とにより構成されており、上記短絡部は、上記1対の給電部の先端から9時方向及び3時方向に向かって伸びる1対の短絡部により構成されており、上記無給電素子は、上記楕円の中心から見て6時方向から9時方向に亘って上記ループ部の外周に沿う外縁を有する面状導体を主要部とし、上記楕円の中心から見て9時方向に位置する該主要部の端部から0時方向に伸びる延長部を有する第1の無給電素子と、上記楕円の中心から見て0時方向から3時方向に亘って上記放射素子の外周に沿う外縁を有する面状導体を主要部とし、上記楕円の中心から見て0時方向に位置する該主要部の端部から9時方向に伸びる延長部を有する第2の無給電素子とにより構成されており、上記第1の無給電素子の上記延長部の先端と上記第2の無給電素子の上記延長部の先端とが容量結合している、ことが好ましい。

20

【0022】

上記の構成によれば、上記第1の無給電素子の上記延長部の先端と上記第2の無給電素子の上記延長部の先端との間隔を適宜変更し、上記無給電素子の共振周波数を上記放射素子の共振周波数と一致させることによって、当該共振周波数を含む帯域におけるループアンテナのVSWR値を、同帯域における上記放射素子（単体）のVSWR値よりも小さくすることができる。

30

【0023】

上記課題を解決するために、本発明に係るアンテナは、2次元面内に形成された第1の放射素子と第2の放射素子とを備えたダイポールアンテナであって、上記第1の放射素子は、直線状であり、上記第2の放射素子は、上記第1の放射素子の周りを旋回する螺旋状である、ことを特徴とする。

【0024】

上記の構成によれば、上記第1の放射素子の長さとは上記第2の放射素子の長さとの和を、要求される周波数帯域において当該ダイポールアンテナを動作させるために必要な長さとしながらも、上記第1の放射素子と上記第2の放射素子とを、要求されるサイズを有する領域の中に配置することができる。したがって、当該ダイポールアンテナを統合アンテナ装置に搭載する場合、当該ダイポールアンテナを統合アンテナ装置の台座と平行になるように配置すれば、台座と平行な方向に関する統合アンテナのサイズを小さく抑えることができる。

40

【0025】

上記ダイポールアンテナは、上記第2の放射素子上の異なる点同士を短絡する短絡部と、上記第2の放射素子の最外周上の点をグラウンドに接続する接地部と、を更に備えている、ことが好ましい。

50

【 0 0 2 6 】

上記の構成によれば、V S W R の値が規定値を超える領域が要求される周波数帯域に現れることのないダイポールアンテナを実現することができる。

【 0 0 2 7 】

上記ダイポールアンテナにおいて、上記短絡部は、上記第 2 の放射素子を構成する区間のうち、互いに隣接する 3 つ以上の区間の短絡する、ことが好ましい。

【 0 0 2 8 】

上記の構成によれば、V S W R の値が規定値以下となる帯域の幅を更に広げることができる。

【 0 0 2 9 】

上記課題を解決するために、本発明に係るアンテナは、2 次元面内に形成された地板と放射素子と短絡部とを備えた逆 F アンテナであって、上記放射素子は、直線状であり、上記放射素子には、上記地板から引き出された同軸ケーブルと交差する分枝が設けられており、上記地板は、上記分枝の先端を通り上記放射素子に平行な直線と上記放射素子との間の領域に形成されている、ことを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

上記の構成によれば、上記分枝を設けたことによって、上記放射素子に新たな電流路が生じ、当該逆 F アンテナの共振周波数が変化する。また、上記分枝を上記同軸ケーブルと交差させたことによって、上記放射素子と上記同軸ケーブルの外側導体の間に電磁結合が生じ、当該逆 F アンテナの入力インピーダンスが変化する。すなわち、上記の構成によれば、分枝の形状、サイズ、本数等を適宜変更することによって、要求される周波数帯域において動作し、かつ、要求される周波数帯域におけるリターンロスの小さい逆 F アンテナを実現することができる。

【 0 0 3 1 】

しかも、上記の構成によれば、上記 2 次元面において上記放射素子と直交する方向に関する当該逆 F アンテナのサイズを、上記放射素子の幅と上記分枝の長さとの和と同程度に抑えることができる。したがって、当該逆 F アンテナを統合アンテナ装置に搭載する場合、当該逆 F アンテナを統合アンテナ装置の台座に垂直になるように配置すれば、台座と直交する方向に関する統合アンテナのサイズを小さく抑えることができる。

【 0 0 3 2 】

なお、本発明に係るアンテナは、統合アンテナ装置への搭載に適したアンテナであるが、統合アンテナ装置に搭載され状態にあることを必須の構成要件とするものではない。すなわち、統合アンテナ装置に搭載された状態になくとも、請求項に記載した構成要件を充足するアンテナであれば、当然、本発明の範疇に含まれる。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 3 】

本発明によれば、他のアンテナと共に統合アンテナ装置に搭載し得るアンテナであって、統合アンテナ装置の小型化に資するアンテナを実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 4 】

【 図 1 】 3 G / L T E 用アンテナとして機能するアンテナ（逆 F アンテナ）の平面図である。

【 図 2 】 図 1 に示すアンテナの V S W R 特性及びゲイン特性を示すグラフである。

【 図 3 】 図 1 に示すアンテナの放射パターンを示すグラフである。（ a ）は、x y 面における放射パターンを示し、（ b ）は、y z 面における放射パターンを示し、（ c ）は、z x 面における放射パターンを示す。

【 図 4 】 図 1 に示すアンテナにおいて、分枝（整合パターン）を設けた場合に得られる V S W R 特性と、分枝を省いた場合に得られる V S W R 特性とを比較したグラフである。

【 図 5 】 D A B 用アンテナとして機能するアンテナ（ダイポールアンテナ）の平面図である。

10

20

30

40

50

【図 6】図 5 に示すアンテナの V S W R 特性及びゲイン特性を示すグラフである。

【図 7】図 5 に示すアンテナの放射パターンを示すグラフである。(a) は、x y 面における放射パターンを示し、(b) は、y z 面における放射パターンを示し、(c) は、z x 面における放射パターンを示す。

【図 8】図 5 に示すアンテナにおいて、短絡部と接地部とを省いた場合に得られる V S W R 特性を示したグラフである。

【図 9】G P S 用アンテナとして機能するアンテナ (ループアンテナ) の平面図である。

【図 10】図 9 に示すアンテナの入力反射係数特性を示すグラフである。

【図 11】図 9 に示すアンテナの放射パターンを示すグラフである。(a) は、水平右旋円偏波 (R H C P) と水平左旋円偏波 (L H C P) とに関する放射パターンを示し、(b) は、垂直右旋円偏波 (R H C P) と垂直左旋円偏波 (L H C P) とに関する放射パターンを示す。

【図 12】(a) は、図 9 に示すアンテナにおいて、無給電素子を省いた場合に得られる入力反射係数特性を示すグラフである。(b) は、図 9 に示すアンテナにおいて、無給電素子と短絡部とを省いた場合に得られる入力反射係数特性を示すグラフである。

【図 13】図 1、図 5、及び図 9 に示す 3 つのアンテナの組み合わせ方を示す三面図である。

【図 14】(a) 図 1 に示すアンテナを図 5 に示すアンテナの下層に配置する組み合わせ方を示す正面図である。(b) は、図 1 に示すアンテナを図 5 に示すアンテナと図 9 に示すアンテナとの中間層に配置する組み合わせ方を示す正面図である。

【図 15】図 1 に示すアンテナを図 5 に示すアンテナの下層に配置する組み合わせ方を用いた場合に得られる図 1 に示すアンテナの V S W R 特性と、図 1 に示すアンテナを図 5 に示すアンテナと図 9 に示すアンテナとの中間層に配置する組み合わせ方を用いた場合に得られる図 1 に示すアンテナの V S W R 特性とを比較したグラフである。

【図 16】図 1、図 5、及び図 9 に示す 3 つのアンテナを搭載したアンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

【図 17】(a) は、ループアンテナの変形例を示す平面図である。(b) は、そのループアンテナが備える無給電素子群の等価回路である。

【図 18】図 17 に示すループアンテナの放射パターンを示すグラフである。

【図 19】図 17 に示すループアンテナの V S W R 特性を示すグラフである。

【図 20】図 17 に示すループアンテナの第 1 の変形例を示す平面図である。

【図 21】図 17 に示すループアンテナの第 2 の変形例を示す平面図である。

【図 22】(a) は、ダイポールアンテナの構成例を示す平面図である。(b) は、(a) に示すアンテナの V S W R 特性を示すグラフである。

【図 23】(a) は、ダイポールアンテナの他の構成例を示す平面図である。(b) は、(a) に示すアンテナの V S W R 特性を示すグラフである。

【図 24】(a) は、ダイポールアンテナの更に他の構成例を示す平面図である。(b) は、(a) に示すアンテナの V S W R 特性を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 5 】

本発明の一実施形態に係るアンテナについて、図面に基づいて説明すれば以下のとおりである。なお、本実施形態においては、(1) 3 G (3rd Generation) / L T E (Long Term Evolution) 用アンテナ、(2) D A B (Digital Audio Broadcast) 用アンテナ、(3) G P S (Global Positioning System) 用アンテナについて説明する。これら 3 つのアンテナは、それぞれ、他の 2 つのアンテナと組み合わせた状態で所期の特性を発揮するように工夫されたものである。

【 0 0 3 6 】

〔 3 G / L T E 用アンテナ 〕

3 G / L T E 用アンテナとして機能するアンテナ 1 について、図 1 ~ 図 4 を参照して説明する。

【0037】

なお、3G/LTE用アンテナとは、3G向け周波数帯域の何れかと、LTE向け周波数帯域の何れかとの両方において動作するアンテナのことを指す。以下に説明するアンテナ1は、761MHz以上960MHz以下の周波数帯域（以下「低周波側要求帯域」と記載）と、1710MHz以上2130MHz以下の周波数帯域（以下「高周波側要求帯域」と記載）との両方において動作するものとする。

【0038】

《3G/LTE用アンテナの構成》

まず、3G/LTE用アンテナとして機能するアンテナ1の構成について、図1を参照して説明する。なお、以下に説明するアンテナ1の各部の寸法は、例示であって、これに限定されるものではない。すなわち、以下に説明するアンテナ1の各部の寸法は、材料の選択や設計方法（構成方法）などに応じて適宜変更し得るものである。

10

【0039】

アンテナ1は、地板11と放射素子12と短絡部13とを備えた逆F型アンテナである。本実施形態においては、これらを構成する導体箔を1対の誘電体フィルム15で挟み込む構成を採用している。なお、本実施形態においては、4mm×4mmの凸部を有する5mm×140mmのポリイミドフィルムを誘電体フィルム15として用いる。

【0040】

地板11は、面状の導体により構成される。本実施形態においては、2.0mm×2.0mmの正形状の導体箔（例えば、銅箔）を地板11として用いる。同軸ケーブル5の外側導体は、地板11上の中央部に接続される。同軸ケーブル5の外側導体が接続される地板11上の点を、以下、第1の給電点1Pと呼ぶ。

20

【0041】

放射素子12は、線状又は帯状の導体により構成される。本実施形態においては、幅1.5mmの帯状の導体箔（例えば、銅箔）を放射素子12として用いる。放射素子12は、直線状であり、その長手軸が地板11の上辺と平行になるように配置される。同軸ケーブル5の内側導体は、放射素子12の右翼12c（後述）の左端部に接続される。同軸ケーブル5の内側導体が接続される放射素子12上の点を、以下、第2の給電点1Qと呼ぶ。

【0042】

放射素子12には、幅3mm、深さ0.5mmの切欠12aが形成されている。切欠12aは、放射素子12の下縁から上縁に向かって掘り込まれており、地板11の上端部が、切欠12aに嵌入する。なお、本明細書においては、放射素子12のうち、図1において切欠12aよりも左側に位置している部分を左翼12bと呼び、図1において切欠12aよりも右側に位置している部分を右翼12cと呼ぶ。

30

【0043】

放射素子12の左翼12bには、幅3mm、長さ7mmの分枝12dが形成されている。分枝12dは、放射素子12の左翼12bから下方へ引き出され、放射素子12の短手軸（長手軸と直交する軸）と平行に延在する。分枝12dを設けることによって、放射素子12に新たな電流路が生じる。その結果、アンテナ1の共振周波数がシフトする。

40

【0044】

なお、アンテナ1においては、高周波側要求帯域内に共振点を設けるために、放射素子12の右翼12cの長さを33mmとし、低周波側要求帯域内に共振点を設けるために、放射素子12の左翼12bの長さを103mmとしている。したがって、放射素子12の全長は、切欠12aの幅3mmと合わせて139mmとなる。

【0045】

短絡部13は、地板11と放射素子12とを短絡するためのものであり、線状又は帯状の導体により構成される。本実施形態においては、幅0.5mmの帯状の導体箔（例えば、銅箔）を短絡部13として用いる。

【0046】

50

本実施形態においては、4つの直線部13a～13dからなる帯状の導体箔を短絡部13として用いる。ここで、第1の直線部13aは、地板11の下端から右方へ引き出され、放射素子12の長手軸と平行に延在する。また、第2の直線部13bは、第1の直線部13aの右端から上方へ引き出され、放射素子12の短手軸と平行に延在する。また、第3の直線部13cは、第2の直線部13bの上端から左方へ引き出され、放射素子12の長手軸と平行に延在する。また、第4の直線部13dは、第3の直線部13cの左端から上方へ引き出され、放射素子12の短手軸と平行に延在する。そして、第4の直線部13dの上端は、放射素子12の右翼12cの左端に至る。

【0047】

アンテナ1において注目すべき第1の点は、図1に示すように、地板11から引き出された同軸ケーブル5と放射素子12から引き出された分枝12dとを互いに交差させる構成を採用している点である。この構成により、放射素子12と同軸ケーブル5の外側導体との間に電磁結合が生じる。換言すれば、分枝12dが放射素子12と同軸ケーブル5の外側導体との間に介在するインダクタとして機能する。分枝12dの形状及び/又はサイズを変更すれば、この電磁結合の強さが変化し、その結果、アンテナ1の入力インピーダンスが変化する。すなわち、分枝12dを整合パターンとして機能させることができる。

【0048】

なお、本実施形態においては、1本の分枝12dを同軸ケーブル5と交差させる構成を採用しているが、これに限定されるものではない。すなわち、分枝12dと同様に構成された2本以上の分枝を同軸ケーブル5と交差させる構成を採用してもよい。この場合、各分枝の形状及び/又はサイズを変更することによっても、分枝の本数を変更することによっても、アンテナ1の入力インピーダンスを変化させることができる。このため、アンテナ1の入力インピーダンスをより広範囲に亘って変化させることが可能になる。

【0049】

アンテナ1において注目すべき第2の点は、図1に示すように、分枝12dの先端を通る放射素子12（の長手軸）と平行な直線Mを引いたときに、この直線Mと放射素子12とに挟まれる領域の内部に、地板11を配置する構成を採用している点である。この構成により、アンテナ1の高さを、放射素子12の幅と分枝12dの長さとの和と同程度に抑えることができる。すなわち、アンテナ1の低姿勢化を図ることができる。

【0050】

なお、上記の構成を実現し得るのは、地板11のサイズを小型化しているからである。図1に示すように、地板11の上部を切欠12aに嵌入させる構成を採用する場合には、放射素子12の短手方向に関する地板11のサイズを、分枝12dの長さと切欠12aの深さとの和よりも短くすることによって、上記の構成を実現することができる。また、地板11の上部を切欠12aに嵌入させない構成を採用する場合には、放射素子12の短手方向に関する地板11のサイズを、分枝12dの長さよりも短くすることによって、上記の構成を実現することができる。なお、このように地板11のサイズを小型化する場合、同軸ケーブル5をシャーシ等の導体面に沿って敷設することが好ましい。この場合、同軸ケーブル5の外側導体と結合（静電結合及び/又は電磁結合）したシャーシ等の導体面によって、地板11の機能を補完できるからである。

【0051】

なお、アンテナ1は、折り曲げたときに所期の性能を発揮するように設計されたものである。より具体的に言うと、その端面がコの字（Uの字）形をなすよう、放射素子12の短手軸方向に延在する2本の直線L～L'でアンテナ1を折り曲げたときに所期の性能を発揮するように設計されている。

【0052】

《3G/LTE用アンテナの特性、及び、分枝の効果》

3G/LTE用アンテナとして機能するアンテナ1の特性について、図2～図3を参照して説明する。なお、アンテナ1は、後述するアンテナ2（図5参照）及びアンテナ3（図9参照）と組み合わせて使用することを想定して設計されたものであり、以下に示す特

10

20

30

40

50

性は、特定の組み合わせ方でアンテナ 2 ~ 3 と組み合わせた状態で得られたものである。この特定の組み合わせ方については、図 1 3 を参照して後述する。

【 0 0 5 3 】

図 2 は、V S W R (Voltage Standing Wave Ratio) 及び効率 (ゲイン) の周波数依存性を表すグラフである。低周波側要求帯域と高周波側要求帯域との両方において、V S W R の値が 3 以下に抑えられていること、つまり、リターンロスが十分に小さく抑えられていることが、図 2 のグラフから見て取れる。また、低周波側要求帯域と高周波側要求帯域との両方において、ゲインの値が - 3 . 5 d B 以上に保たれていることが、図 2 のグラフから見て取れる。すなわち、低周波側要求帯域と高周波側要求帯域との両方がアンテナ 1 の動作帯域となっていることが、図 2 のグラフから見て取れる。

10

【 0 0 5 4 】

図 3 は、7 8 7 M H z における放射パターンを示すグラフである。(a) は、x y 面における放射パターンを示し、(b) は、y z 面における放射パターンを示し、(c) は、z x 面における放射パターンを示す。少なくとも 7 8 7 M H z において、略無指向な放射パターンが実現されていることが、図 3 の各グラフから見て取れる。

【 0 0 5 5 】

次に、分枝 1 2 d の効果を、図 4 を参照して確認する。図 4 は、分枝 1 2 d を設けた場合に得られる V S W R の周波数依存性と、分枝 1 2 d を省いた場合に得られる V S W R の周波数依存性を表すグラフである。

【 0 0 5 6 】

20

分枝 1 2 d を設けることによって、共振周波数が高周波側にシフトすると共に、インピーダンス整合が図られ、動作帯域の帯域幅が拡大することが、図 4 から見て取れる。例えば、V S W R が 3 以下となる周波数帯域をアンテナ 1 の動作帯域と見做した場合、分枝 1 2 d を設けることによって、アンテナ 1 の動作帯域の帯域幅が約 1 . 5 倍に拡大する。

【 0 0 5 7 】

〔 D A B 用アンテナ 〕

D A B 用アンテナとして機能するアンテナ 2 について、以下、図 5 ~ 図 8 を参照して説明する。なお、D A B 用アンテナとは、D A B 向け周波数帯域の何れかにおいて動作するアンテナのことを指す。以下に説明するアンテナ 2 は、1 7 4 M H z 以上 2 4 0 M H z 以下の周波数帯域 (以下「要求帯域」と記載) において動作するものとする。

30

【 0 0 5 8 】

《 D A B 用アンテナの構成 》

D A B 用アンテナとして機能するアンテナ 2 の構成について、図 5 を参照して説明する。図 5 は、アンテナ 2 の平面図である。なお、以下に説明するアンテナ 2 の各部の寸法は、例示であって、これに限定されるものではない。すなわち、以下に説明するアンテナ 2 の各部の寸法は、材料の選択や設計方法 (構成方法) などに応じて適宜変更し得るものである。

【 0 0 5 9 】

アンテナ 2 は、第 1 の放射素子 2 1 と、第 2 の放射素子 2 2 とを備えたダイポールアンテナである。本実施形態においては、これらを構成する導体箔を 1 対の誘電体フィルム 2 5 で挟み込む構成を採用している。なお、本実施形態においては、5 0 m m x 8 0 m m のポリイミドフィルムを誘電体フィルム 2 5 として用いる。

40

【 0 0 6 0 】

第 1 の放射素子 2 1 及び第 2 の放射素子 2 2 は、何れも、線状又は帯状の導体により構成される。本実施形態においては、幅 3 . 5 m m の帯状の導体箔 (例えば、銅箔) を第 1 の放射素子 2 1 として用い、幅 1 . 0 m m の帯状の導体箔 (例えば、銅箔) を第 2 の放射素子 2 2 として用いる。

【 0 0 6 1 】

第 1 の放射素子 2 1 は、直線状であり、その長さは、3 2 . 5 m m である。同軸ケーブル 6 の外側導体は、第 1 の放射素子 2 1 の右端部に接続される。同軸ケーブル 6 の外側導

50

体が接続される第1の放射素子21上の点2Pを、以下、第1の給電点と呼ぶ。

【0062】

第2の放射素子22は、第1の放射素子21の周りを旋回する螺旋状である。同軸ケーブル6の内側導体は、第2の放射素子22の最内周において、第1の放射素子21の右端部に対向する箇所に接続される。同軸ケーブル6の内側導体が接続される第2の放射素子22上の点2Qを、以下、第2の給電点と呼ぶ。

【0063】

本実施形態においては、第2の放射素子22の形状を、直線部と四分円部とを交互に連ねた、反時計周りに $9 \times 360^\circ$ 旋回する螺旋状としている。ここで、内周側の端部から数えて $4k + 1$ 番目($k = 0, 1, \dots, 8$)の直線部は、第1の放射素子21の下方において第1の放射素子21の長手軸と平行に延在し、その長さは、 31.5 mm ($k = 0$)又は 33 mm ($k = 1, 2, \dots, 8$)である。また、内周側の端部から数えて $4k + 2$ 番目($k = 0, 1, \dots, 8$)の直線部は、第1の放射素子21の右方において第1の放射素子21の短手軸と平行に延在し、その長さは、 3.5 mm である。また、内周側の端部から数えて $4k + 3$ 番目($k = 0, 1, \dots, 8$)の直線部は、第1の放射素子21の上方において第1の放射素子21の長手軸と平行に延在し、その長さは、 33 mm である。また、内周側の端部から数えて $4k + 4$ 番目($k = 0, 1, \dots, 8$)の直線部は、第1の放射素子21の左方において第1の放射素子21の短手軸と平行に延在し、その長さは、 6 mm である。一方、四分円部の半径は、第2の放射素子22が螺旋を成すよう、最内周から遠ざかる(最外周に近づく)に従って次第に大きくなっている。なお、最内周の四分円部の外周半径は、 2.5 mm であり、最外周の四分円部の外周半径は、 22.5 mm である。

【0064】

アンテナ2においては、要求帯域内に共振点を持たせるために、放射素子21~22の全長(第1の放射素子21の長さとの和)を 75 cm ($\lambda/2$)程度にすることが求められる。前述したように第2の放射素子22の形状を螺旋状としているのは、この要求を満たす放射素子21~22を $50 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$ の領域内に収めるためである。

【0065】

第2の放射素子22には、短絡部22a1~22a2と接地部22b1~22b2とが設けられている。短絡部22a1~22a2及び接地部22b1~22b2は、VSWRの値が規定値(例えば、2.5)を超える領域が要求帯域内に形成されることを防止するための構成である。

【0066】

短絡部22a1~22a2は、第2の放射素子22上の相異なる点同士を短絡する面状の導体である。より具体的に言うと、第1の短絡部22a1は、第2の放射素子22を構成する直線部のうち、第1の放射素子21の下方に位置する2本の直線部(内周側から数えて3~4番目の直線部)を短絡する長方形の導体箔(例えばアルミ箔)である。また、第2の短絡部22a2は、第2の放射素子22を構成する直線部のうち、第1の放射素子21の右方に位置する5本の直線部(内周側から数えて4~8番目の直線部)を短絡する長方形の導体箔(例えばアルミ箔)である。

【0067】

接地部22b1~22b2は、第2の放射素子22の最外周上の点をグラウンドに接続する線状又は帯状の導体である。より具体的に言うと、第1の接地部22b1は、第2の放射素子22の最外周を構成する四分円部のうち、第1の放射素子21の左上に位置する四分円部上の点をグラウンドに接続する帯状の導体箔(例えばアルミ箔)である。また、第2の接地部22b2は、第2の放射素子22の最外周を構成する四分円部のうち、第1の放射素子21の左下に位置する四分円部上の点をグラウンドに接続する帯状の導体箔(例えばアルミ箔)である。

【0068】

10

20

30

40

50

《DAB用アンテナの特性、並びに、短絡部及び接地部の効果》

次に、DAB用アンテナとして機能するアンテナ2の特性について、図6～図7を参照して説明する。なお、アンテナ2は、前述したアンテナ1（図1参照）及び後述するアンテナ3（図9参照）と組み合わせて使用することを想定して設計されたものであり、以下に示す特性は、特定の組み合わせ方でアンテナ1、3と組み合わせた状態で得られたものである。この特定の組み合わせ方については、図13を参照して後述する。

【0069】

図6は、VSWR及び効率（ゲイン）の周波数依存性を表すグラフである。要求帯域全域において、VSWRの値が2.5以下に抑えられていること、つまり、リターンロスが十分に小さく抑えられていることが、図6のグラフから見て取れる。また、要求帯域全域において、ゲインの値が-3.5dB以上に保たれていることが、図6のグラフから見て取れる。すなわち、要求帯域全域がアンテナ2の動作帯域となっていることが、図6のグラフから見て取れる。

【0070】

図7は、240MHzにおける放射パターンを表すグラフである。（a）は、xy面における放射パターンを示し、（b）は、yz面における放射パターンを示し、（c）は、zx面における放射パターンを示す。少なくとも240MHzにおいて、略無指向な放射パターンが実現されていることが、図7のグラフから見て取れる。

【0071】

次に、短絡部22a～22b及び接地部22c～22dの効果を、図8を参照して確認する。図8は、短絡部22a～22b及び接地部22c～22dを省略した場合に得られるVSWRの周波数依存性を表すグラフである。

【0072】

短絡部22a～22b及び接地部22c～22dを省略した場合、要求帯域内にVSWR値が規定値（例えば、2.5）を超える領域が現れることが、図8から見て取れる。短絡部22a～22b及び接地部22c～22dを設けた場合、このような領域が現れないことは、図6に示した通りである。すなわち、短絡部22a～22b及び接地部22c～22dを設けることによって、要求帯域全域に亘ってVSWRの値を2.5以下に抑え得ることが、図6のグラフと図8のグラフとを比較することによって確認できる。

【0073】

なお、アンテナ2は、後述するように、導体板4（図13参照）と平行に配置された場合、導体板4との間に電磁結合及び静電結合を生じる。この場合、アンテナ2は、パッチアンテナと見做すこともできる。

【0074】

〔GPS用アンテナ〕

GPS用アンテナとして機能するアンテナ3について、以下、図9～図11を参照して説明する。なお、GPS用アンテナとは、GPS向け周波数の何れかにおいて動作するアンテナのことを指す。以下に説明するアンテナ3は、1575.42MHz（以下、「要求周波数」と記載）において動作するものとする。

【0075】

《GPS用アンテナの構成》

GPS用アンテナとして機能するアンテナ3の構成について、図9を参照して説明する。図9は、アンテナ3の平面図である。なお、以下に説明するアンテナ3の各部の寸法は、例示であって、これに限定されるものではない。すなわち、以下に説明するアンテナ3の各部の寸法は、材料の選択や設計方法（構成方法）などに応じて適宜変更し得るものである。

【0076】

アンテナ3は、図9に示すように、放射素子31と、2つの短絡部32a～32bと、無給電素子33とを備えたループアンテナである。本実施形態においては、これらを構成する導体箔を1対の誘電体フィルム35で挟み込む構成を採用している。なお、本実施形

10

20

30

40

50

態においては、50 mm × 80 mmのポリイミドフィルムを誘電体フィルム35として用いる。

【0077】

放射素子31は、線状又は帯状の導体により構成される。本実施形態においては、短軸42 mm、長軸70 mmの楕円上を通る、最小幅2 mm、最大幅5 mmの帯状の導体箔（例えば、銅箔）を放射素子31として用いる。放射素子31の両端は、上記楕円の中心から見て6時方向に位置し、放射素子31の幅は、上記楕円の中心から見て0時方向及び6時方向において最小となり、3時方向及び9時方向において最大となる。

【0078】

放射素子31の始端部（放射素子31を時計回りに辿ったときに始点となる端部）には、上記楕円の中心に向かって突出する第1突出部31aが形成されている。第1突出部31aは、L字状であり、放射素子31の始端部から上方に延伸する第1直線部と、この第1直線部の上端から右方に延伸する第2直線部とにより構成される。また、放射素子31の終端部（放射素子31を時計回りに辿ったときに終点となる端部）には、上記楕円の中心に向かって突出する第2突出部31bが形成されている。第2突出部31bは、L字状であり、放射素子31の終端部から上方に延伸する第1直線部と、この第1直線部の上端から左方に延伸する第2直線部とにより構成される。第1突出部31aと第2突出部31bとは、第1突出部31aの第2直線部が、放射素子31の終端部と第2突出部31bの第2直線部との間に入り込むように組み合わせられる。

【0079】

同軸ケーブル7の内側導体は、第1突出部31a（より具体的には、第1突出部31aの第2直線部）に接続される。同軸ケーブル7の内側導体が接続される第1突出部31a上の点3Pを、以下、第1の給電点と呼ぶ。一方、同軸ケーブル7の外側導体は、第2突出部31b（より具体的には上記第4の直線部）に接続される。同軸ケーブル7の外側導体が接続される第2突出部31b上の点3Qを、以下、第2の給電点と呼ぶ。第2の給電点3Qから上方に向かって引き出された同軸ケーブル7は、誘電体フィルム35の中央に設けられた貫通穴を通してアンテナ3の裏面へと導かれ、3時方向に引き出される。

【0080】

2つの短絡部32a～32bは、アンテナ3の共振周波数を要求周波数にシフトさせると共に、インピーダンス整合を図るべく、アンテナ3の入力インピーダンスを変化させるための構成である。

【0081】

第1短絡部32aは、線状又は帯状の導体により構成され、放射素子31上の相異なる2点を短絡する。具体的には、上記楕円の中心から見て0時方向に位置する放射素子31上の点（以下「0時点」と記載）と、上記楕円の中心から見て9時方向に位置する放射素子31上の点（以下「9時点」と記載）とを短絡する。本実施形態においては、放射素子31の0時点から下方に延伸する第1直線部と、放射素子31の9時点から右方に延伸する第2直線部とを有する帯状の導体箔（例えば銅箔）を第1短絡部32aとして用いる。

【0082】

第2短絡部32bは、線状又は帯状の導体により構成され、放射素子31上の相異なる2点を短絡する。具体的には、上記楕円の中心から見て6時方向に位置する放射素子31上の点（以下「6時点」とも記載）と、上記楕円の中心から見て3時方向に位置する放射素子31上の点（以下「3時点」とも記載）とを短絡する。本実施形態においては、放射素子31の6時点から上方に延伸する第1直線部と、放射素子31の3時点から左方に延伸する第2直線部とを有する帯状の導体箔（例えば銅箔）を第2短絡部32bとして用いる。

【0083】

無給電素子33は、インピーダンス整合を図るべく、アンテナ3の入力インピーダンスを変化させるための構成である。

【0084】

無給電素子 33 は、放射素子 31 の外周に沿う外縁を有する面状の導体により構成される。本実施形態においては、放射素子 31 の外周に沿う外縁の他に、誘電体フィルム 35 の外周に沿う外縁を有する略 L 字形の導体箔（例えば、銅箔）を無給電素子 33 として用いる。なお、無給電素子 33 は、放射素子 31 から離隔されており、無給電素子 33 と放射素子 31 との間には、直流的な導通がない。

【0085】

なお、ループアンテナは、ゲインがアンテナ形成面の法線方向に集中した放射パターンを有しているため、GPS 波の受信に適している。何故なら、アンテナ形成面を水平に保っておけば、天頂方向に位置する衛星から到来する GPS 波を何時でも感度良く受信できるからである。しかしながら、このようなゲインの集中が極端になり過ぎると、衛星が天頂以外の方向に位置する場合や、アンテナ形成面を水平に保てなかった場合に、受信障害を生じる可能性がある。前述した無給電素子 33 は、インピーダンス整合を図る機能の他に、このようなゲインの集中を緩和する機能を有する。このため、無給電素子 33 をループアンテナに付加することによって、このような受信障害が生じる可能性を低減するという効果を奏する。

【0086】

なお、アンテナ 3 は、後述するように、導体板 4（図 13 参照）と平行に配置された場合、導体板 4 との間に電磁結合及び静電結合を生じる。この場合、アンテナ 3 は、パッチアンテナと見做すこともできる。

【0087】

《GPS 用アンテナの特性、並びに、短絡部及び無給電素子の効果》

次に、GPS 用アンテナとして機能するアンテナ 3 の特性について、図 10～図 11 を参照して説明する。なお、アンテナ 3 は、前述したアンテナ 1（図 1 参照）及びアンテナ 2（図 5 参照）と組み合わせて使用することを想定して設計されたものであり、以下に示す特性は、特定の組み合わせ方でアンテナ 1～2 と組み合わせた状態で得られたものである。この特定の組み合わせ方については、図 13 を参照して後述する。

【0088】

図 10 は、アンテナ 3 の入力反射係数 S_{11} の大きさの周波数依存性を表すグラフである。要求周波数における入力反射係数 S_{11} の大きさが -20 dB 以下に抑えられていることが、図 10 のグラフから見て取れる。すなわち、要求周波数がアンテナ 3 の動作帯域に含まれており、また、要求周波数におけるリターンロスが十分に小さく抑えられていることが、図 10 のグラフから見て取れる。

【0089】

図 11 は、 1575.42 MHz におけるアンテナ 3 の放射パターンを示すグラフである。（a）は、水平右旋円偏波（RHCP: Right Handed Circularly Polarized Wave）と水平左旋円偏波（LHCP: Left Handed Circularly Polarized Wave）とに関する放射パターンを示し、（b）は、垂直右旋円偏波と垂直左旋円偏波とに関する放射パターンを示す。 $\theta = 0^\circ$ に関して 0 dBi 以上のゲインが得られることが、図 11 に示すグラフから見て取れる。また、図 11 からは、 60° に関し -10 dBi 以上のゲインが得られることが見て取れる。このように比較的広い角度域に関して比較的高いゲインが得られるのは、アンテナ形成面の法線方向へのゲインの集中を緩和する機能を無給電素子 33 が有しているからに他ならない。

【0090】

次に、短絡部 32a～32b 及び無給電素子 33 の効果を、図 12 を参照して確認する。図 12 は、入力反射係数 S_{11} の大きさの周波数依存性を表すグラフである。（a）は、無給電素子 33 を省いた場合の結果を示し、（b）は、短絡部 32a～32b 及び無給電素子 33 を省いた場合の結果を示す。

【0091】

図 12（a）のグラフを図 10 のグラフと比較すると、無給電素子 33 を省くことによって、要求周波数における入力反射係数 S_{11} の大きさが大きくなることが分かる。こ

10

20

30

40

50

れは、無給電素子 3 3 を設けることによって、インピーダンス整合が図られ、その結果、要求周波数におけるリターンロスが低下することを意味する。

【 0 0 9 2 】

また、図 1 2 (b) のグラフを図 1 2 (a) のグラフと比較すると、短絡部 3 2 a ~ 3 2 b を省くことによって、共振周波数が要求周波数からずれ、共振周波数における入力反射係数 S_{11} の大きさが大きくなることが分かる。これは、第 1 短絡部 3 2 a を設けることによって、放射素子 3 1 に新たな電流路が生じ、その結果、共振周波数がシフトすることを意味する。また、第 2 短絡部 3 2 a を設けることによって、インピーダンス整合が図られ、その結果、共振周波数におけるリターンロスが低下することを意味する。

【 0 0 9 3 】

〔アンテナの組み合わせ方〕

前述した 3 つのアンテナ 1 ~ 3 の組み合わせ方について、図 1 3 を参照して説明する。図 1 3 は、これら 3 つのアンテナ 1 ~ 3 の組み合わせ方を示す三面図である。これら 3 つのアンテナ 1 ~ 3 は、図 1 3 に示すように組み合わせた状態で、導体板 4 の近傍において使用することを想定して設計されてものである（図 1 3 において、導体板 4 は、正面図及び側面図においてのみ図示し、平面図においては図示を省略している）。なお、実施例として後述する統合アンテナ装置 1 0 0（図 1 6 参照）においては、統合アンテナ装置 1 0 0 が備える金属ベース 1 0 1 及び / 又は統合アンテナ装置 1 0 0 が載置される自動車のルーフが導体板 4 に該当する。

【 0 0 9 4 】

アンテナ 1 は、図 1 3 に示すように、その主面が導体板 4 の主面と垂直になるように配置される。また、アンテナ 1 は、平面図に示すように、その端面がコの字型をなすように折り曲げられている。

【 0 0 9 5 】

アンテナ 2 は、図 1 3 に示すように、その主面が導体板 4 の主面と平行になるように配置される。この際、平面図に示すように、アンテナ 2 の主面は、三方からアンテナ 1 の端面に取り囲まれる。また、正面図及び側面図に示すように、アンテナ 2 の端面は、アンテナ 1 の主面の上端（導体板 4 側と反対側の端）と重なる。

【 0 0 9 6 】

アンテナ 3 は、図 1 3 に示すように、その主面が導体板 4 の主面と平行になるように配置される。この際、平面図に示すように、アンテナ 3 の主面は、アンテナ 1 の端面に取り囲まれ、アンテナ 2 の主面と重なる。また、正面図及び側面図に示すように、アンテナ 3 の端面は、アンテナ 1 の主面の上端よりも上方に位置するように配置される。

【 0 0 9 7 】

図 1 3 に示す組み合わせに関して注目すべき第 1 の点は、導体板 4 の主面を基準面として、アンテナ 1 を、その主面が上記基準面と垂直になるように配置し、アンテナ 2 を、その主面が上記基準面と平行になるように、かつ、その端面がアンテナ 1 の主面の上端と重なるように配置する構成を採用している点である。この構成により、上記基準面と垂直な方向に関して、配置に要するスペースを殆ど追加することなく、アンテナ 1 にアンテナ 2 を組み合わせることができる。

【 0 0 9 8 】

なお、図 1 3 においては、側方から見てアンテナ 2 の端面がアンテナ 1 の主面の上端と重なる構成を採用しているが、これに限定されるものではない。すなわち、側方から見てアンテナ 2 の端面が、アンテナ 1 の主面の上端よりも下方、かつ、アンテナ 1 の主面の下端よりも上方に位置する構成であっても、図 1 3 に示す構成と同様の効果を得ることができる。要するに、側方から見てアンテナ 2 の端面がアンテナ 1 の主面と重なる構成であれば、図 1 3 に示す構成と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 9 9 】

ただし、アンテナ 2 が、D A B 用アンテナのように地上送信局から送信される電磁波を受信するものである場合、図 1 3 に示すように、側方から見てアンテナ 2 の端面がアンテナ

10

20

30

40

50

ナ 1 の主面の上端と重なる構成が最良である。何故なら、側方から見てアンテナ 2 の端面がアンテナ 1 の主面の上端よりも下方に位置する場合、側方から到来する電磁波がアンテナ 1 によって遮蔽されてしまうからである。

【 0 1 0 0 】

図 1 3 に示す組み合わせに関して注目すべき第 2 の点は、上方から見てアンテナ 1 の端面がアンテナ 2 の主面の外縁に沿うように、アンテナ 1 を折り曲げている点である。この構成により、上記基準面と平行な方向に関して、配置に要するスペースを殆ど追加することなく、アンテナ 2 にアンテナ 1 を組み合わせることができる。

【 0 1 0 1 】

なお、図 1 3 においては、上方から見てアンテナ 1 の端面がアンテナ 2 の主面の 3 辺に沿うように、アンテナ 1 を 2 箇所折り曲げる構成を採用しているが、これに限定されるものではない。すなわち、上方から見てアンテナ 1 の端面がアンテナ 2 の主面の 2 辺に沿うように、アンテナ 1 を 1 箇所折り曲げる構成、又は、上方から見てアンテナ 1 の端面がアンテナ 2 の主面の 4 辺に沿うように、アンテナ 1 を 4 箇所折り曲げる構成であっても、図 1 3 に示す構成と同様の効果が得られる。

【 0 1 0 2 】

図 1 3 に示す構成において注目すべき第 3 の点は、アンテナ 3 を、その主面が上記基準面と平行になるように配置する構成を採用している点である。これにより、アンテナ 3 を、その主面が上記基準面と垂直になるように配置する構成を採用する場合と比べて、アンテナ 3 をアンテナ 1 ~ 2 に組み合わせる際に生じる上記基準面と垂直な方向に関するスペースの増加を小さくすることができる。

【 0 1 0 3 】

D A B 波を受信するアンテナ 2 を G P S 波を受信するアンテナ 3 よりも上記基準面に近い側に配置する構成は、以下の 2 つの意味で有利な構成である。

【 0 1 0 4 】

まず、G P S 波の標準電界強度は、D A B 波の標準電界強度よりも弱く、 $-130 \sim -140$ d B m 程度である。したがって、より上層に配置された他の平面アンテナの遮蔽作用による減衰が生じると、受信障害を帰結する可能性が高い。一方、D A B 波の標準電界強度は、G P S 波の標準電界強度よりも強く、 -60 d B m 程度である。したがって、より上層に配置された他の平面アンテナの遮蔽作用による減衰が生じて、受信障害を帰結する可能性が低い。このため、受信障害が生じる可能性を最小化するためには、標準電界強度の弱い G P S 波を受信するアンテナ 3 を、標準電界強度の強い D A B 波を受信するアンテナ 2 よりも上層に（上記基準から遠い側に）配置することが好ましい。

【 0 1 0 5 】

なお、より標準電界強度の弱い電磁波を受信する平面アンテナをより標準電界強度の強い電磁波を受信する平面アンテナよりも上層に配置するという設計指針は、言うまでもなく、積層する平面アンテナの枚数に拠らず有効である。

【 0 1 0 6 】

また、G P S 波は、天頂方向から到来する電磁波である。したがって、より上層に配置された他の平面アンテナの遮蔽作用による減衰が生じると、受信障害を帰結する可能性が高い。一方、D A B 波は、水平方向から到来する電磁波である。したがって、より上層に配置された他の平面アンテナの遮蔽作用による減衰が生じて、受信障害を帰結する可能性が低い。このため、受信障害が生じる可能性を最小化するためには、天頂方向から到来する G P S 波を受信するアンテナ 3 を、水平方向から到来する D A B 波を受信するアンテナ 2 よりも上層に（上記基準から遠い側に）配置することが好ましい。

【 0 1 0 7 】

なお、天頂方向から到来する電磁波を受信する平面アンテナを最上層に積層するという設計指針は、言うまでもなく、積層する平面アンテナの枚数に拠らず有効である。

【 0 1 0 8 】

なお、空間の効率的利用という観点からすれば、図 1 4 (a) の正面図に示すように、

10

20

30

40

50

アンテナ 1 をアンテナ 2 よりも下層に配置する構成よりも、図 1 4 (b) の正面図に示すように、アンテナ 1 をアンテナ 2 とアンテナ 3 との中間層に配置する構成の方が有利である。しかしながら、後者の構成を採用した場合、以下に説明するように、アンテナ 1 が所期の性能を発揮することができない。

【 0 1 0 9 】

図 1 5 は、前者の構成を採用した場合に得られるアンテナ 1 の V S W R 特性 (灰色の線で示す) と、後者の構成を採用した場合に得られるアンテナ 1 の V S W R 特性 (黒の線で示す) とを示すグラフである。アンテナ 1 には、前述したように、低周波側要求帯域 (7 6 1 M H z 以上 9 6 0 M H z 以下) と高周波側要求 (1 7 1 0 M H z 以上 2 1 3 0 M H z 以下) との両方において動作することが求められる。しかしながら、後者の構成を採用した場合、高周波側要求帯域の一部で V S W R の値が - 3 d B を超えてしまうことが、図 1 5 のグラフから見て取れる。このことから、アンテナ 1 をアンテナ 2 よりも下層に配置する構成が、空間の効率的利用とアンテナ 1 の V S W R 特性とを両立した最良の構成であることが分かる。

10

【 0 1 1 0 】

〔 実施例 〕

次に、3つのアンテナ 1 ~ 3 を組み合わせた統合アンテナ装置 1 0 0 について、図 1 6 を参照して説明する。図 1 6 は、統合アンテナ装置 1 0 0 の分解斜視図である。

【 0 1 1 1 】

統合アンテナ装置 1 0 0 は、自動車のルーフへの搭載に適した車載用アンテナ装置であり、図 1 6 に示すように、3つのアンテナ 1 ~ 3 に加え、金属ベース 1 0 1 と、回路基板 1 0 2 と、ゴムベース 1 0 3 と、スペーサ 1 0 4 と、レドーム 1 0 5 とを備えている。

20

【 0 1 1 2 】

金属ベース 1 0 1 は、角丸矩形の板状部材であり、その材質はアルミニウムである。金属ベース 1 0 1 の上面には、4つのスペーサ 1 0 1 a が設けられている。これら4つのスペーサ 1 0 1 a は、アンテナ 2 の下面との間に介在し、アンテナ 2 を金属ベース 1 0 1 から離隔させるためのものである。本実施形態において、スペーサ 1 0 1 a の高さは、5 m m に設定される。これにより、アンテナ 2 は、金属ベース 1 0 1 から 5 m m 離隔される。

【 0 1 1 3 】

回路基板 1 0 2 は、長方形の板状部材であり、前述した金属ベース 1 0 1 と後述するゴムベース 1 0 3 との間に挟み込まれる。回路基板 1 0 2 には、2つの増幅回路が形成されている。一方の増幅回路は、D A B 用のアンテナ 2 にて生成された電気信号を増幅するためのものであり、他方の増幅回路は、G P S 用のアンテナ 3 にて生成された電気信号を増幅するためのものである。

30

【 0 1 1 4 】

ゴムベース 1 0 3 は、金属ベース 1 1 と略同一形状の板状部材であり、その材質はゴムである。ゴムベース 1 0 3 の外縁には、下方に迫り出したスカート部が設けられており、前述した金属ベース 1 0 1 は、このスカートに囲まれたゴムベース 1 0 3 の下側の空間に嵌め込まれる。また、ゴムベース 1 0 3 には、金属ベース 1 0 1 の上面に設けられたスペーサ 1 0 1 a を貫通させるための貫通孔が設けられている。これにより、金属ベース 1 0 1 を樹脂ベース 1 0 3 の下側の空間に嵌め込んだとき、金属ベース 1 0 1 の上面に設けられたスペーサ 1 0 1 a がゴムベース 1 0 3 の上側に露出する。

40

【 0 1 1 5 】

スペーサ 1 0 4 は、アンテナ 2 とアンテナ 3 との間に介在する板状部材であり、その材質はモールド成形された樹脂である。スペーサ 1 0 4 は、その厚みにより、アンテナ 2 とアンテナ 3 とを離隔させる。本実施形態において、スペーサ 1 0 4 の厚みは、5 m m に設定される。これにより、アンテナ 2 は、アンテナ 3 から 5 m m 離隔される。

【 0 1 1 6 】

レドーム 1 0 5 は、船底形のドーム状部材であり、その外縁がゴムベースに嵌合する。これにより、ゴムベース 1 0 3 とレドーム 1 0 5 とによって密閉された、アンテナ 1 ~ 3

50

を収容するための空間ができる。この密閉が保たれている限り、屋外環境においてアンテナ 1 ~ 3 が雨水に晒される虞はない。また、レドーム 105 の材質は、樹脂である。このため、アンテナ装置 100 に到来した電磁波の電界強度がレドーム 105 によって減衰する虞はない。

【0117】

統合アンテナ装置 100 には、3つのアンテナ 1 ~ 3 が搭載される。これら 3つのアンテナ 1 ~ 3 の構成、及び、これらの 3つのアンテナ 1 ~ 3 の組み合わせ方は、前述したとおりである。

【0118】

〔ループアンテナの変形例〕

最後に上述したループアンテナの変形例について、図 17 ~ 図 21 を参照して説明する。

【0119】

《ループアンテナの構成》

まず、本変形例に係るループアンテナ 50 の構成について、図 17 を参照して説明する。図 17 (a) は、ループアンテナ 50 の構成を示す平面図である。図 17 (b) は、ループアンテナ 50 が備えている無給電素子 54 ~ 55 の等価回路を示す回路図である。

【0120】

ループアンテナ 50 は、図 17 に示すように、放射素子 51 と、1 対の給電部 52 a ~ 52 b と、1 対の短絡部 53 a ~ 53 b と、第 1 の無給電素子 54 と、第 2 の無給電素子 55 とを備えている。本変形例において、放射素子 51、給電部 52 a ~ 52 b、及び短絡部 53 a ~ 53 b は、1 枚の導体箔（例えば、銅箔）により一体成形されている。また、第 1 の無給電素子 54 は、放射素子 51 等を構成する導体箔から孤立した他の導体箔により構成されている。また、第 2 の無給電素子 55 は、放射素子 51 等を構成する導体箔からも第 1 の無給電素子 54 を構成する導体箔からも孤立した更に他の導体箔により構成されている。

【0121】

放射素子 51 は、閉曲線上に配置された線状又は帯状導体により構成される。本変形例においては、短軸 45 mm、長軸 52 mm の楕円上に配置された幅 1 mm の帯状の導体箔（例えば、銅箔）を放射素子 51 として用いる。放射素子 51 の一方の端部 51 a は、上記楕円の中心から 0 時方向に伸びる直線を介して、放射素子 51 の他方の端部 51 b と対向している。

【0122】

給電部 52 a は、放射素子 51 の一方の端部 51 a から上記楕円の中心付近に至る線分上に配置された線状又は帯状導体である。本変形例においては、幅 1 mm の帯状の導体箔を給電部 52 a として用いる。給電部 52 a の先端には、同軸ケーブルの外側導体が接続される給電点 P が設けられる。したがって、放射素子 51 の一方の端部 51 a は、この給電部 52 a を介して同軸ケーブルの外側導体と接続されることになる。

【0123】

給電部 52 b は、放射素子 51 の他方の端部 51 b から上記楕円の中心付近に至る線分上に配置された線状又は帯状導体である。本変形例においては、幅 1 mm の帯状の導体箔を給電部 52 b として用いる。給電部 52 b の先端には、同軸ケーブルの内側導体が接続される給電点 Q が設けられる。したがって、放射素子 51 の他方の端部 51 b は、この給電部 52 b を介して同軸ケーブルの内側導体と接続されることになる。

【0124】

短絡部 53 a は、上記楕円の中心から見て 9 時方向に位置する放射素子 51 上の点 51 c と、給電点 P とを短絡するための構成である。本変形例においては、放射素子 51 上の点 51 c から上記楕円の中心付近に至る線分上に配置された、幅 1 mm の帯状の導体箔を短絡部 53 a として用いる。

【0125】

10

20

30

40

50

短絡部 5 3 b は、上記楕円の中心から見て 3 時方向に位置する放射素子 5 1 上の点 5 1 d と、給電点 P とを短絡するための構成である。本変形例においては、放射素子 5 1 上の点 5 1 d から上記楕円の中心付近に至る直線上に配置された、幅 1 mm の帯状の導体箔を短絡部 5 3 b として用いる。

【 0 1 2 6 】

なお、給電部 5 2 b の先端には、給電部 5 2 a 側に突出した突出部が設けられている。そして、給電部 5 2 a の先端は、この突出部に沿うように屈曲している。また、上記楕円の中心の上方に位置する給電部 5 2 a の先端と、該中心の左方に位置する短絡部 5 3 a の先端とは、四分円弧上に配置された帯状導体（幅 2 mm）を介して互いに接続されている。そして、上記楕円の中心の上方に位置する給電部 5 2 b の先端と、該中心の右方に位置する短絡部 5 3 b の先端とは、四分円弧上に配置された帯状導体（幅 2 mm）を介して互いに接続されている。本変形例においては、このような構成を採用することによって、上記楕円の中心から 0 時方向に伸びる直線上に給電点 P 及び給電点 Q の双方を配置することを可能ならしめている。これにより、給電点 P 及び給電点 Q から同直線に沿って引き出された同軸ケーブルに掛かるストレスが軽減される。

【 0 1 2 7 】

第 1 の無給電素子 5 4 は、主要部 5 4 b と、第 1 の延長部 5 4 a と、第 2 の延長部 5 4 c とにより構成されている。主要部 5 4 b は、上記楕円の中心から見て 6 時方向から 9 時方向に亘って放射素子 5 1 の外周に沿う外縁を有する略 L 字型の面状導体である。第 1 の延長部 5 4 a は、上記楕円の中心から見て 9 時方向に位置する主要部 5 4 b の端部から 0 時方向に直線的に伸びる帯状導体である。第 2 の延長部 5 4 c は、上記楕円の中心から見て 6 時方向に位置する主要部 5 4 b の端部から 3 時方向に直線的に伸びる帯状導体である。

【 0 1 2 8 】

ループアンテナ 5 0 において、第 1 の無給電素子 5 4 の第 2 の延長部 5 4 c は、右旋円偏波の利得が最大となる方向（以下、「最大利得方向」と記載）の傾きを変化させるという機能を有する。すなわち、第 2 の延長部 5 4 c の長さを短くすると、右旋円偏波の最大利得方向の傾きが小さくなり、第 2 の延長部 5 4 c の長さを長くすると、右旋円偏波の最大利得方向の傾きが大きくなる。

【 0 1 2 9 】

第 2 の無給電素子 5 5 は、主要部 5 5 b と、第 1 の延長部 5 5 a と、第 2 の延長部 5 5 c とにより構成されている。主要部 5 5 b は、上記楕円の中心から見て 0 時方向から 3 時方向に亘って放射素子 5 1 の外周に沿う外縁を有する略 L 字型の面状導体である。第 1 の延長部 5 5 a は、上記楕円の中心から見て 0 時方向に位置する主要部 5 5 b の端部から 9 時方向に直線的に伸びる帯状導体である。第 2 の延長部 5 5 c は、上記楕円の中心から見て 3 時方向に位置する主要部 5 5 b の端部から 6 時方向に直線的に伸びる帯状導体である。

【 0 1 3 0 】

ループアンテナ 5 0 において、第 2 の無給電素子 5 5 の第 2 の延長部 5 5 c は、共振周波数を変化させるという機能を有する。すなわち、第 2 の延長部 5 5 c の長さを短くすると、共振周波数が高周波側にシフトし、第 2 の延長部 5 5 c の長さを長くすると、共振周波数が低周波側にシフトする。また、第 2 の延長部 5 5 c の長さを変化させると、ループアンテナ 5 0 の位相角が変化する。

【 0 1 3 1 】

第 1 の無給電素子 5 4 の第 1 の延長部 5 4 a の先端と、第 2 の無給電素子 5 5 の第 1 の延長部 5 5 a の先端とは、容量結合している。すなわち、第 1 の無給電素子 5 4 の第 1 の延長部 5 4 a の先端と、第 2 の無給電素子 5 5 の第 1 の延長部 5 5 a の先端との間のギャップ 5 6 は、キャパシタンスを有している。

【 0 1 3 2 】

第 1 の無給電素子 5 4 と第 2 の無給電素子 5 5 とからなる無給電素子群は、図 1 7 (b

10

20

30

40

50

）に示す LC 回路と等価である。図 17 (b) に示す LC 回路において、 L_1 は、第 1 の無給電素子 54 の自己インダクタンスを表し、 L_2 は、第 2 の無給電素子 55 の自己インダクタンスを表す。また、 C_1 は、第 1 の無給電素子 54 とグランド面との間のキャパシタンスを表し、 C_2 は、第 2 の無給電素子 55 とグランド面との間のキャパシタンスを表す。また、 C_3 は、上述したギャップ 56 のキャパシタンスを表す。第 1 の無給電素子 54 と第 2 の無給電素子 55 とからなる無給電素子群は、図 17 (b) に示す LC 回路としての共振周波数を有している。

【 0 1 3 3 】

放射素子 51 に電流が流れると、無給電素子群にも誘導電流が流れる。従って、ループアンテナ 50 の放射する電磁波は、放射素子 51 から放射される電磁波と無給電素子群から放射される電磁波とを重ね合わせたものとなる。ギャップ 56 の間隔を適宜変更し、無給電素子群の共振周波数を放射素子 51 の共振周波数と一致させることによって、当該共振周波数においてループアンテナ 50 から放射される電磁波の強度を、同周波数において放射素子 51 (単体) が放射する電磁波の強度よりも強くすることができる。すなわち、ギャップ 56 の間隔を適宜変更し、無給電素子群の共振周波数を放射素子 51 の共振周波数と一致させることによって、当該共振周波数を含む帯域におけるループアンテナ 50 の VSWR 値を、同帯域における放射素子 51 (単体) の VSWR 値よりも小さくすることができる。

【 0 1 3 4 】

上述したように、ループアンテナ 50 において、第 1 の無給電素子 54 の第 2 の延長部 54c は、右旋円偏波の最大利得方向を変化させるという機能を有する。この点について、図 18 を参照して説明する。

【 0 1 3 5 】

図 18 は、ループアンテナ 50 の放射パターンを示すグラフである。(a) は、延長部 54c が付加されていない場合の放射パターンを示し、(b) は、延長部 54c が付加されている場合の放射パターンを示す。各グラフにおいて、RHCP は、右旋円偏波の放射パターンを表し、LHCP は、左旋円偏波の放射パターンを表す。

【 0 1 3 6 】

延長部 54c が付加されていない場合、図 18 (a) に示すように、右旋円偏波の最大利得方向は、アンテナ形成面 (図 17 における xy 面) と直交する方向 (図 17 における z 軸方向) である。これに対して、延長部 54c を付加した場合、図 18 (b) に示すように、右旋円偏波の最大利得方向が約 30 度傾く。

【 0 1 3 7 】

この最大利得方向の傾きは、延長部 54c の長さを変化させることによって変化する。具体的には、延長部 54c の長さを短くすると、最大利得方向の傾きが小さくなり、延長部 54c の長さを長くすると、最大利得方向の傾きが大きくなる。したがって、右旋円偏波の最大利得方向を測定しながら延長部 54c の長さを調整する工程を含めることによって、右旋円偏波の最大利得方向の傾きが所望の値となるループアンテナ 50 を製造することが可能になる。

【 0 1 3 8 】

上述したように、ループアンテナ 50 においては、第 1 の無給電素子 54 と第 2 の無給電素子 55 との間のギャップ 56 について、その間隔を適宜調整することによって、VSWR 値を低下させることができる。この点について、図 19 を参照して説明する。

【 0 1 3 9 】

図 19 は、1.575 GHz 近傍におけるループアンテナ 50 の VSWR 特性を示すグラフである。図 19 において、VSWR0 は、第 1 の無給電素子 54 及び第 2 の無給電素子 55 の双方を取り去った場合の VSWR 特性を表し、VSWR1 は、第 1 の無給電素子 54 及び第 2 の無給電素子 55 の双方を付加した後の VSWR 特性を表し、VSWR1 は、第 1 の無給電素子 54 及び第 2 の無給電素子 55 の双方を付加し、更に、1.575 GHz の VSWR 値を最小化するようにギャップ 56 のギャップ間隔を調整した後の VSWR

10

20

30

40

50

特性を示す。

【0140】

図19に示すように、第1の無給電素子54及び第2の無給電素子55の双方を付加することによって、1.5GHz以下の帯域においてVSWR値が低下し、更に、ギャップ56のギャップ間隔を調整することによって、1.575GHzにおけるVSWR値が低下する。

【0141】

このように、ギャップ56のギャップ間隔を調整することによって、所望の周波数におけるVSWR値を変化させることができる。したがって、所望の周波数におけるVSWR値を測定しながらギャップ56のギャップ間隔を調整する工程を含めることによって、所望の周波数において低いVSWR値を有するループアンテナ50を製造することが可能になる。

10

【0142】

ループアンテナ50において、放射素子51は楕円の周上に配置されるものとしたが、これに限定されるものではない。例えば、放射素子51は、図20に示すようにメアング化されていてもよいし、図21に示すように長方形の周上に配置されていてもよい。また、ループアンテナ50において、短絡部53a～53bは、図21に示すように省略してもよい。

【0143】

〔ダイポールアンテナの特性に関する補足〕

20

なお、アンテナ2（ダイポールアンテナ）は、アンテナ1（図1参照）及びアンテナ3（図9参照）と組み合わせることなく、単体で利用しても良好な特性が得られるものである。以下、アンテナ2を単体で用いた場合の特性について、図22～図24に基づいて補足する。

【0144】

図22（a）は、アンテナ2の構成例を示す平面図である。図22（a）に示すアンテナ2においては、短絡部及び接地部が省略されている。

【0145】

図22（b）は、図22（a）に示すように構成されたアンテナ2のVSWR特性を示すグラフである。図22（a）に示すVSWR特性は、アンテナ2を単体で利用した場合（アンテナ1及びアンテナ3と組み合わせずに使用した場合）のVSWR特性である。

30

【0146】

アンテナ2は、短絡部及び接地部を省略したとしても、図22（b）に示すように、要求帯域（DAB帯域）内に共振点を有する。ただし、短絡部及び接地部を省略した場合、図22（b）に示すように、VSWRの値が閾値（例えば4）以下になる帯域の幅は狭い。

【0147】

図23（a）は、アンテナ2の他の構成例を示す平面図である。図23（a）に示すアンテナ2は、3つの短絡部22a1～22a3と2つの接地部22b1～22b2とを有している。

40

【0148】

3つの短絡部22a1～22a3は、何れも、第2の放射素子22を構成する区間のうち、互いに隣接する2つの区間を短絡するものである。より具体的に言うと、第1の短絡部22a1は、第2の放射素子22を構成する直線部のうち、第1の放射素子21の下方（第2の放射素子22の内周側の端部が配置される側）に位置する2本の直線部（内周側から数えて3～4番目の直線部）を短絡する。また、第2の短絡部22a2は、第2の放射素子22を構成する直線部のうち、第1の放射素子21の上方（第2の放射素子22の内周側の端部が配置される側と反対側）に位置する2本の直線部（内周側から数えて1～2番目の直線部）を短絡する。また、第3の短絡部22a3は、第2の放射素子22を構成する直線部のうち、第1の放射素子21の上方に位置する2本の直線部（内周側から数

50

えて1～2番目の直線部)を短絡する。

【0149】

2つの接地部22b1～22b2は、何れも、第2の放射素子22の最外周を構成する区間をグラウンドに接続するものである。より具体的に言うと、第1の接地部22b1は、第2の放射素子22の最外周を構成する四分円部のうち、第1の放射素子21の左上に位置する四分円部上の点をグラウンドに接続する。また、第2の接地部22b2は、第2の放射素子22の最外周を構成する四分円部のうち、第1の放射素子21の左下に位置する四分円部上の点をグラウンドに接続する。

【0150】

図23(b)は、図23(a)に示すように構成されたアンテナ2のVSWR特性を示すグラフである。図23(a)に示すVSWR特性は、アンテナ2を単体で利用した場合(アンテナ1及びアンテナ3と組み合わせずに使用した場合)のVSWR特性である。

10

【0151】

短絡部22a1～22a3及び接地部22b1～22b2を設けたことによって、VSWRの値が閾値(例えば4)以下になる帯域の幅が広がるのが、図23(b)から確かめられる。このように帯域の幅が広がる要因としては、短絡部22a1～22a3を設けたことによって、放射素子22上に形成される電流路のバリエーションが増大した結果生じる、共振点の生成又はシフトが挙げられる。

【0152】

図24(a)は、アンテナ2の更に他の構成例を示す平面図である。図24(a)に示すアンテナ2は、2つの短絡部22a1～22a2と2つの接地部22b1～22b2とを有している。

20

【0153】

2つの短絡部22a1～22a2は、何れも、第2の放射素子22を構成する区間のうち、互いに隣接する3つ以上の区間を短絡するものである。より具体的に言うと、第1の短絡部22a1は、第2の放射素子22を構成する直線部のうち、第1の放射素子21の下方(第2の放射素子22の内周側の端部が配置される側)に位置する6本の直線部(内周側から数えて1～6番目の直線部)を短絡する。また、第2の短絡部22a2は、第2の放射素子22を構成する直線部のうち、第1の放射素子21の上方(第2の放射素子22の内周側の端部が配置される側と反対側)に位置する5本の直線部(内周側から数えて

30

【0154】

2つの接地部22b1～22b2は、何れも、第2の放射素子22の最外周を構成する区間をグラウンドに接続するものである。より具体的に言うと、第1の接地部22b1は、第2の放射素子22の最外周を構成する四分円部のうち、第1の放射素子21の左上に位置する四分円部上の点をグラウンドに接続する。また、第2の接地部22b2は、第2の放射素子22の最外周を構成する四分円部のうち、第1の放射素子21の左下に位置する四分円部上の点をグラウンドに接続する。なお、第1の接地部22b1は、第2の放射素子22を構成する四分円部のうち、第1の放射素子21の左上に位置する4本の四分円部(外周側から数えて1～4番目の四分円部)を短絡する短絡部を兼ねている。

40

【0155】

図24(b)は、図24(a)に示すように構成されたアンテナ2のVSWR特性を示すグラフである。図24(a)に示すVSWR特性は、アンテナ2を単体で利用した場合(アンテナ1及びアンテナ3と組み合わせずに使用した場合)のVSWR特性である。

【0156】

短絡部22a1～22a2及び接地部22b1～22b2を設けたことによって、VSWRの値が閾値(例えば4)以下になる帯域の幅が更に広がるのが、図24(b)から確かめられる。このように帯域の幅が広がる要因としては、短絡部22a1～22a2を用いて短絡する第1の放射素子21の区間の数を3以上としたことによって、放射素子22上に形成される電流路のバリエーションが更に増大した結果生じる、更なる共振点の生

50

成又はシフトが挙げられる。

【 0 1 5 7 】

〔付記事項〕

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。すなわち、請求項に示した範囲で適宜変更した技術的手段を組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 5 8 】

本発明は、例えば、移動体又は移動端末に搭載するアンテナ装置として、あるいは、そのようなアンテナ装置に搭載するアンテナとして、好適に利用することができる。移動体の例としては、自動車、鉄道車両、船舶などが挙げられる。移動端末の例としては、携帯電話端末、PDA (Personal Digital Assistance)、タブレット型PC (Personal Computer) などが挙げられる。

10

【符号の説明】

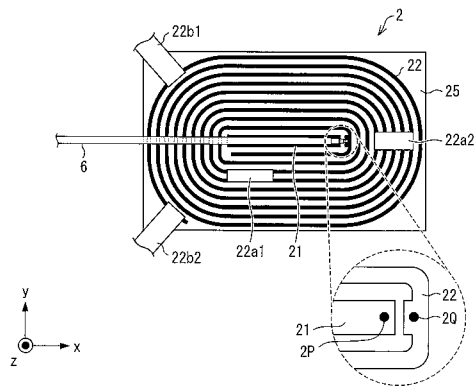
【 0 1 5 9 】

- 1 アンテナ (3 G / L T E 用、逆 F アンテナ)
- 1 1 地板
- 1 2 放射素子
- 1 2 d 分枝
- 1 3 短絡部
- 2 アンテナ (D A B 用、ダイポールアンテナ)
- 2 1 放射素子
- 2 2 放射素子
- 2 2 a 1 短絡部
- 2 2 a 2 短絡部
- 2 2 b 1 接地部
- 2 2 b 2 接地部
- 3 アンテナ (G P S 用、ループアンテナ)
- 3 1 放射素子
- 3 2 a 短絡部
- 3 2 b 短絡部
- 3 3 無給電素子
- 1 0 0 アンテナ装置 (車載用)
- 1 0 1 金属ベース
- 1 0 2 回路基板
- 1 0 3 ゴムベース
- 1 0 4 スペーサ
- 1 0 5 レドーム

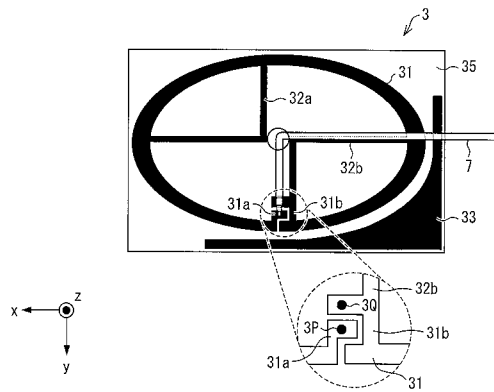
20

30

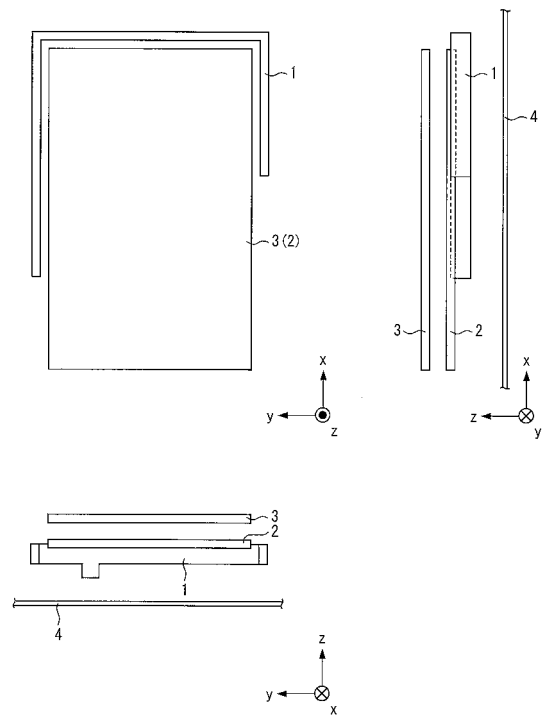
【図 5】



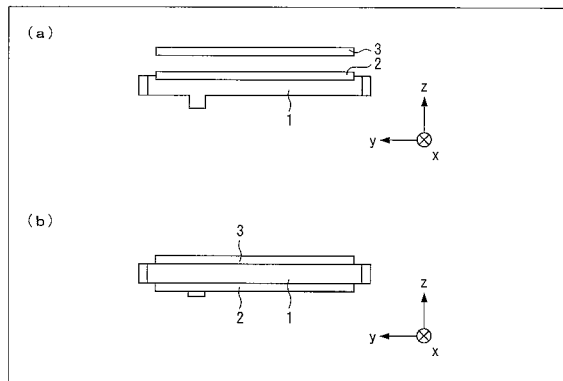
【図 9】



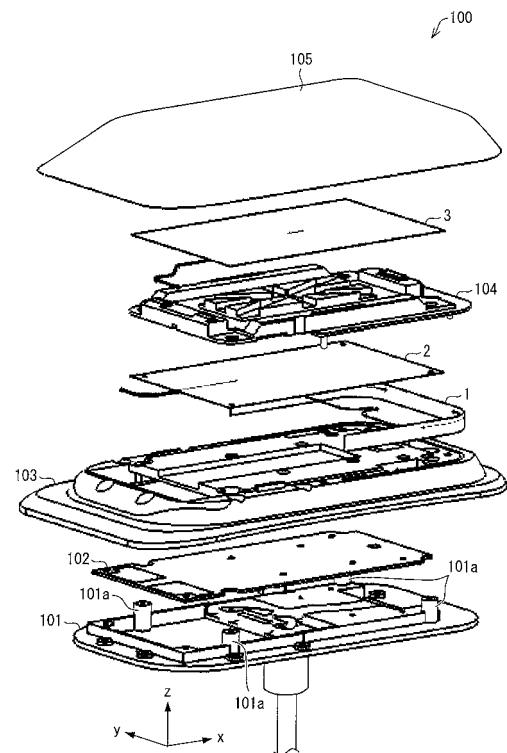
【図 13】



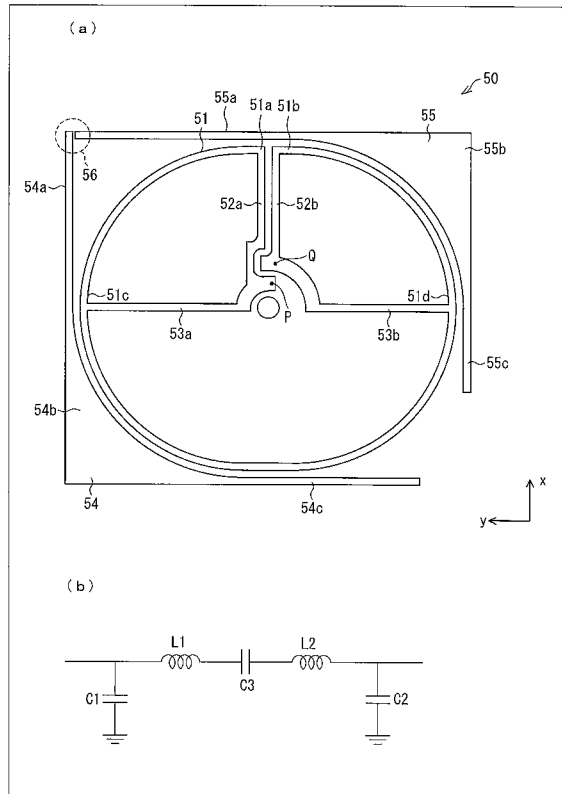
【図 14】



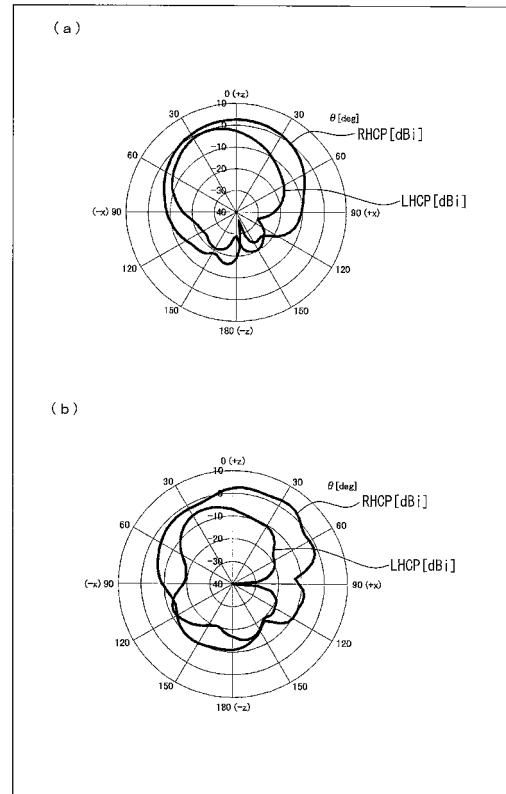
【図 16】



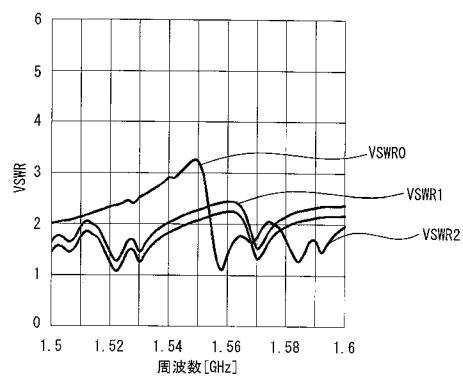
【図 17】



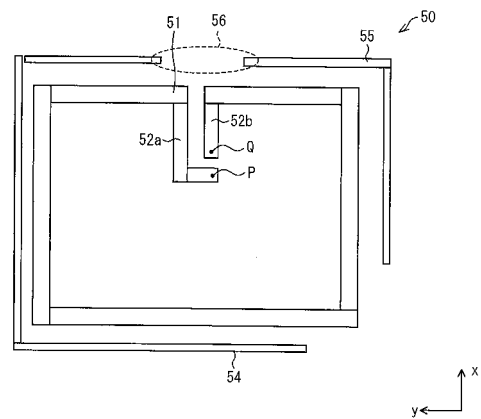
【図 18】



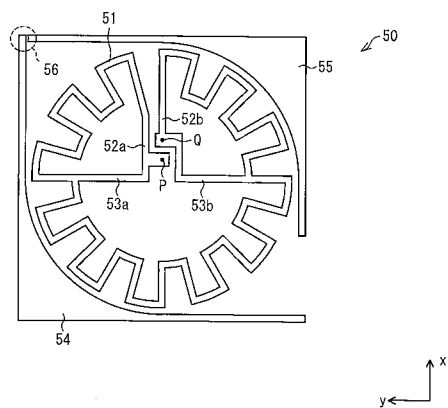
【図 19】



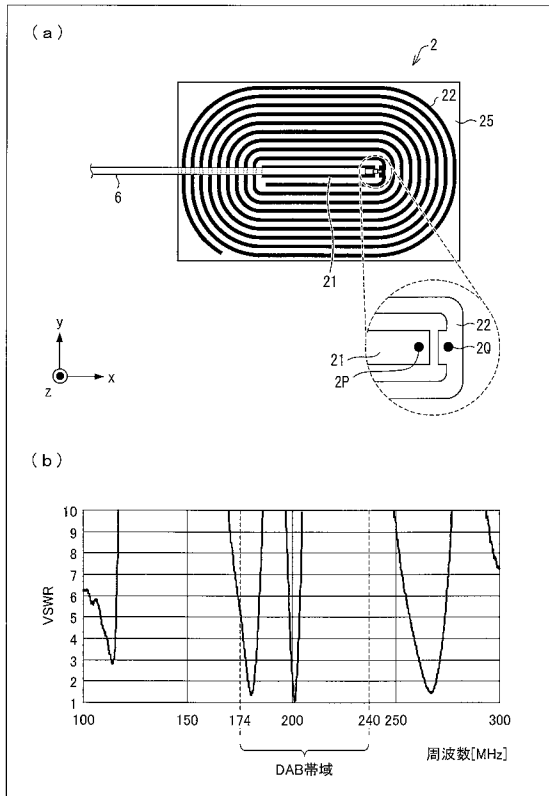
【図 21】



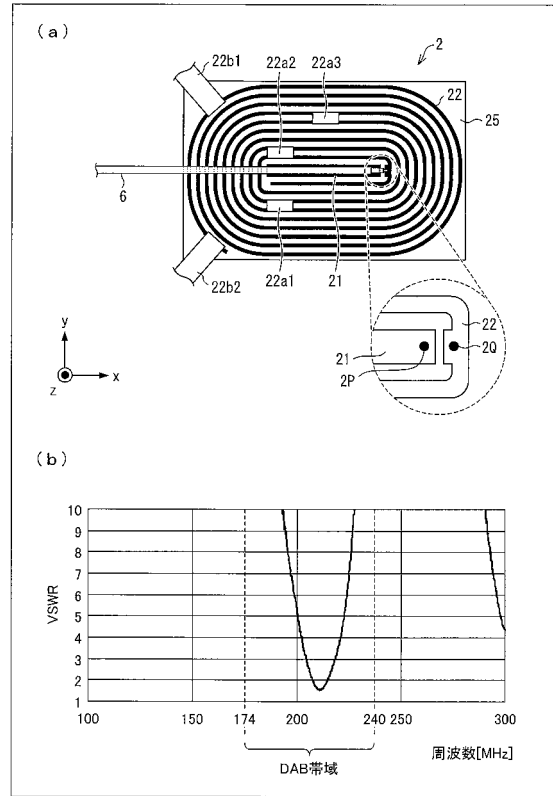
【図 20】



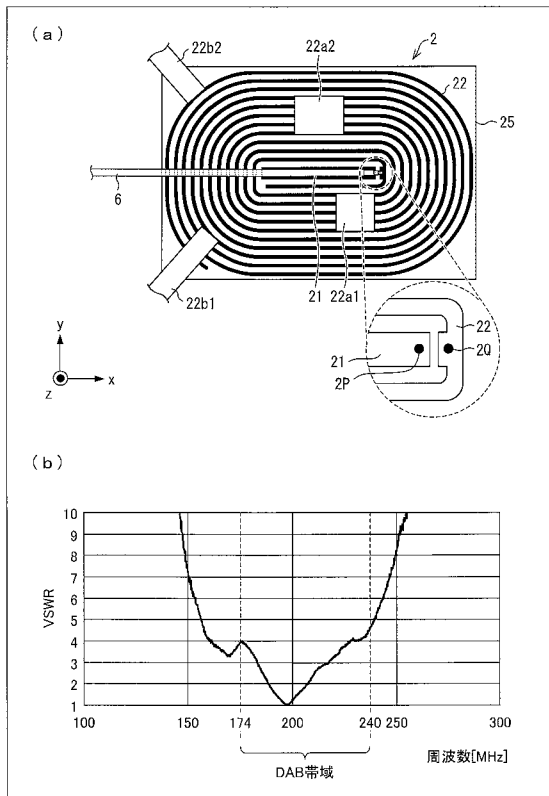
【図 2 2】



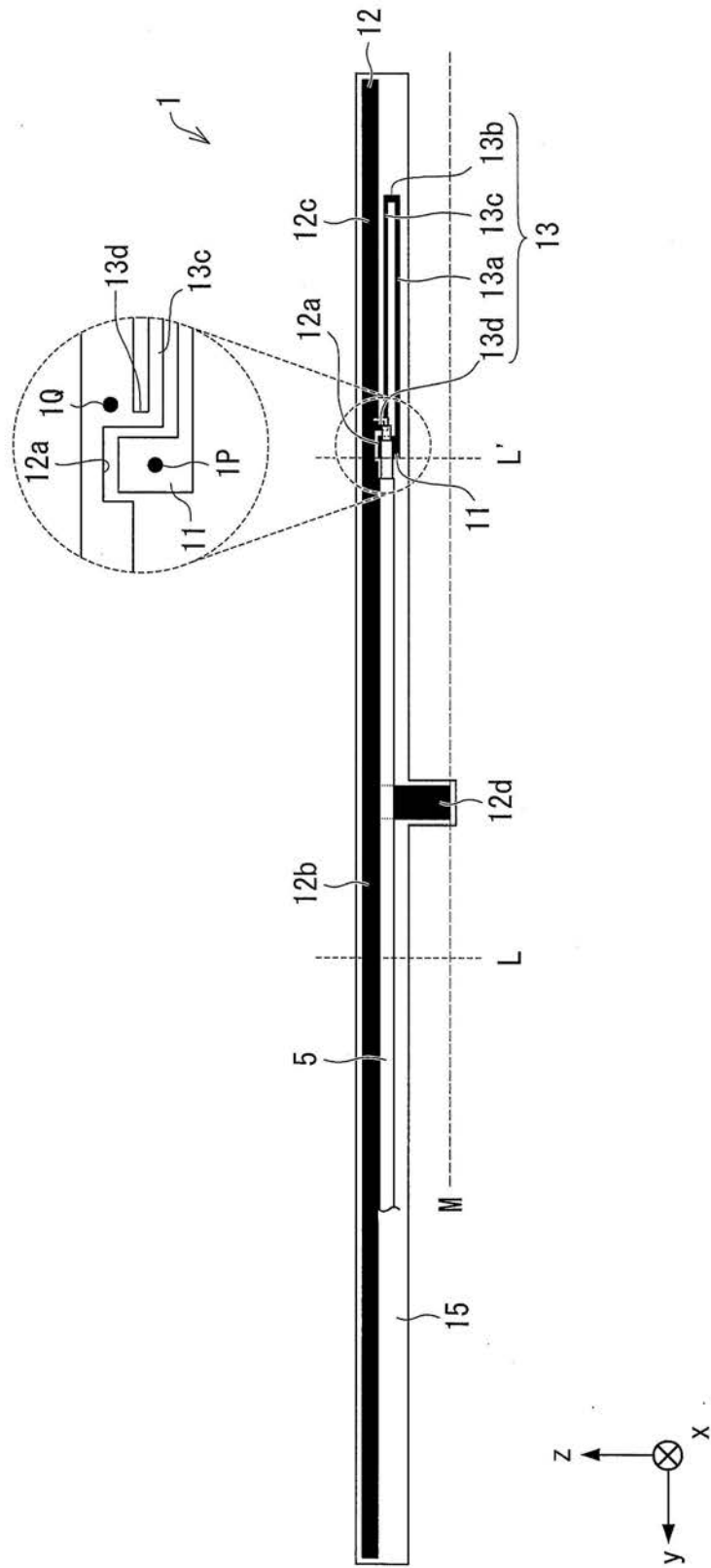
【図 2 3】



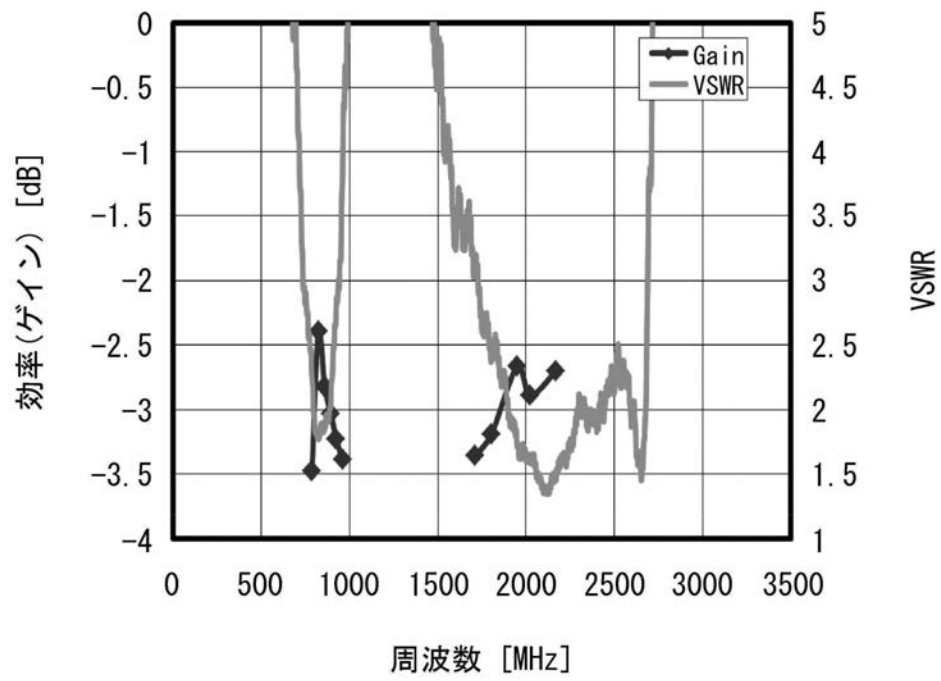
【図 2 4】



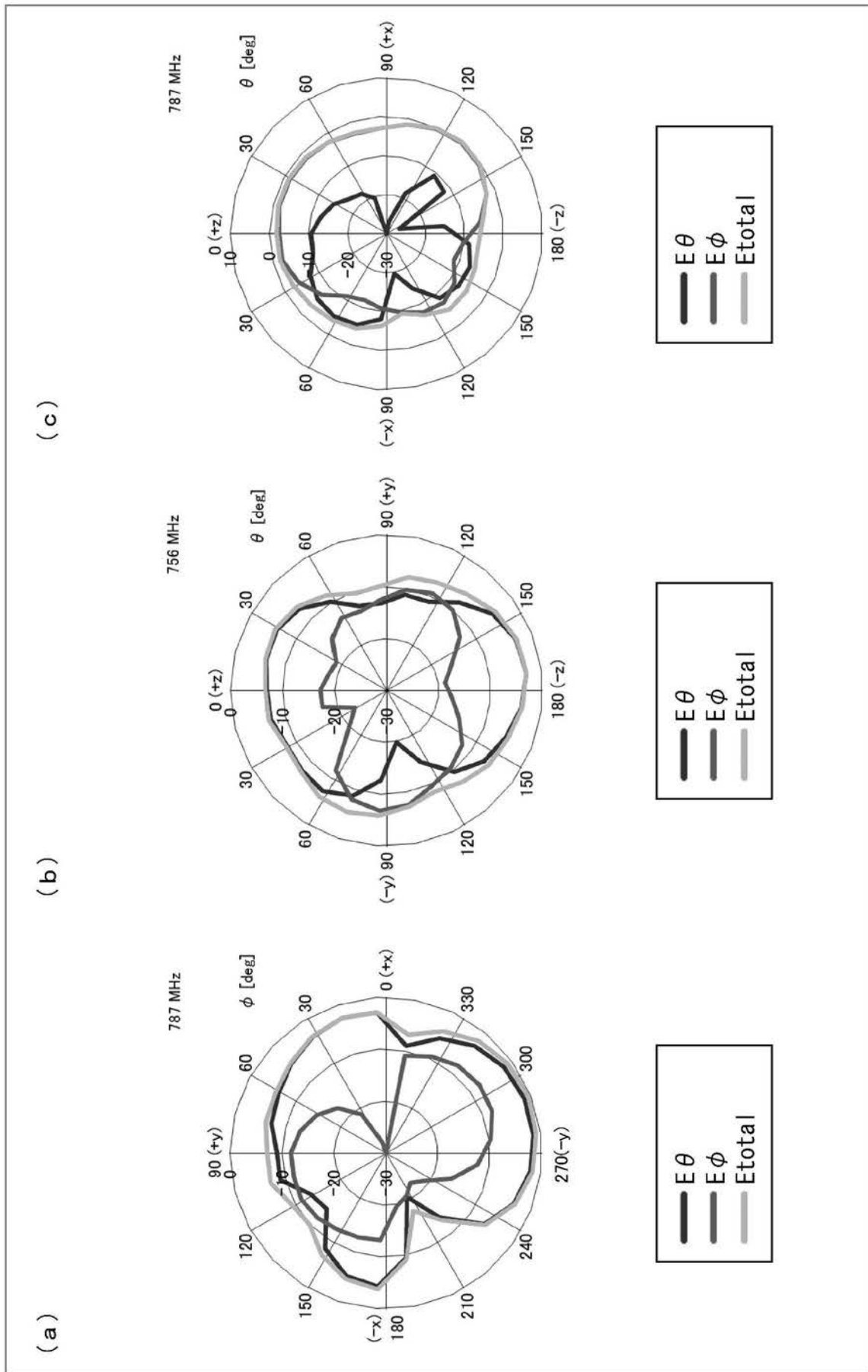
【図 1】



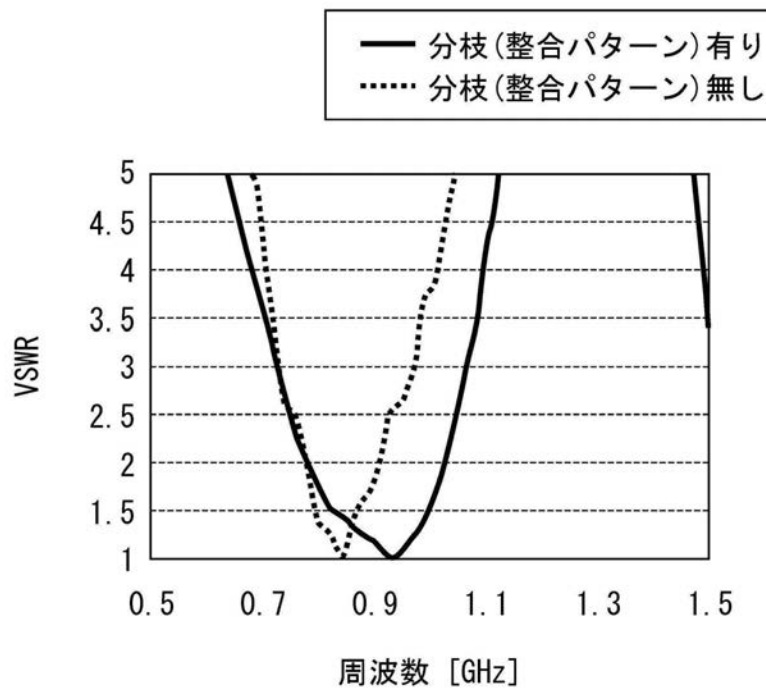
【図 2】



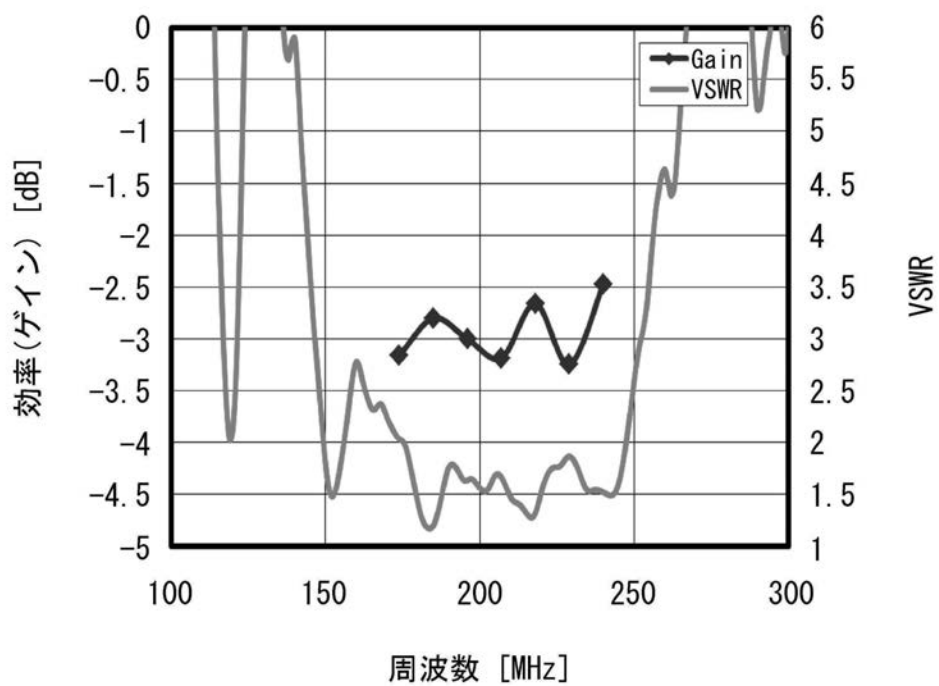
【図 3】



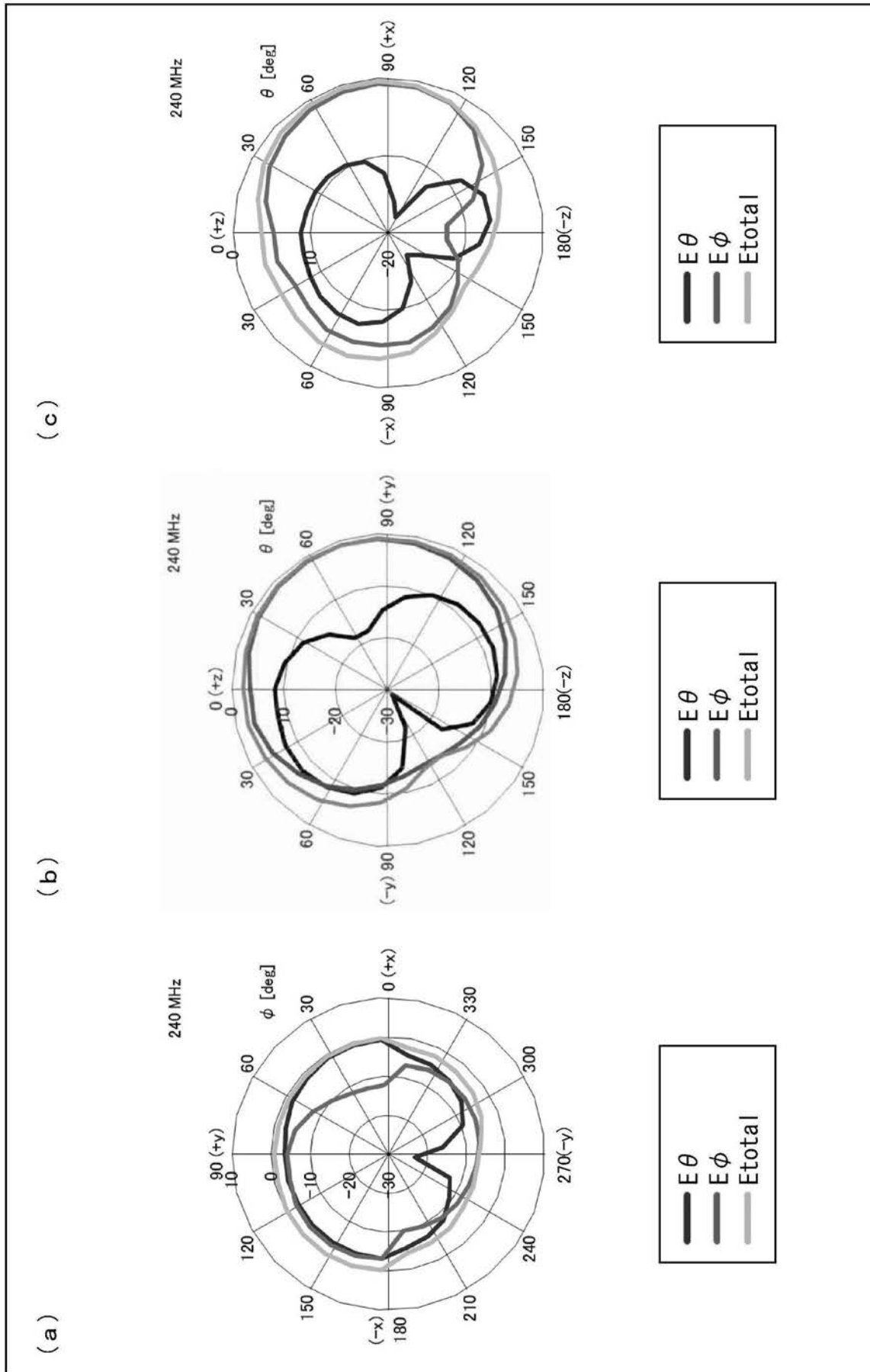
【図 4】



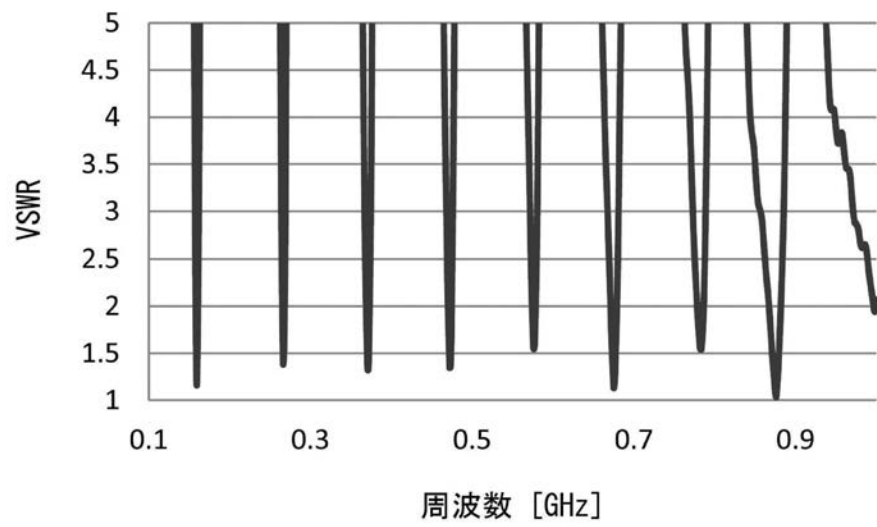
【図 6】



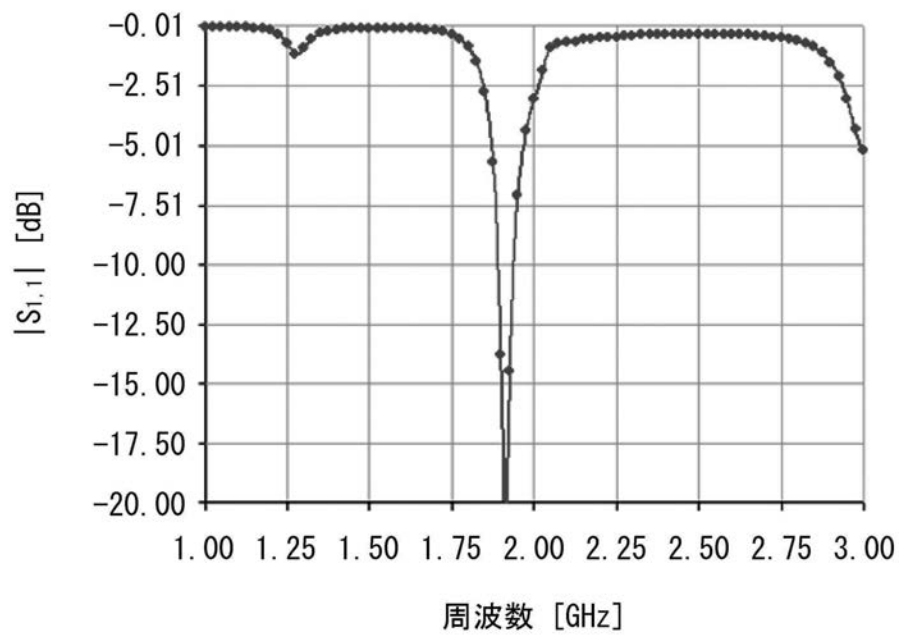
【 図 7 】



【図 8】

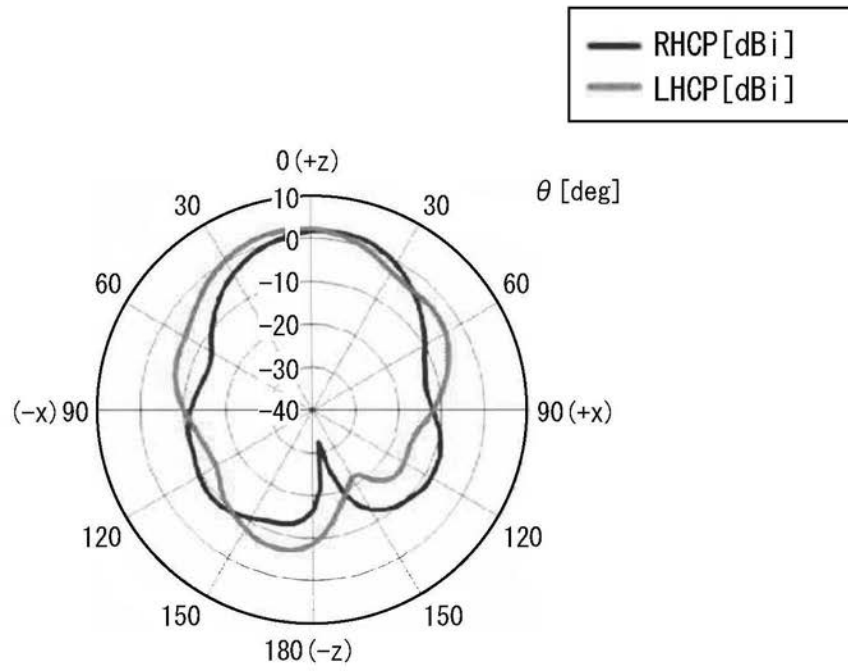


【図 10】

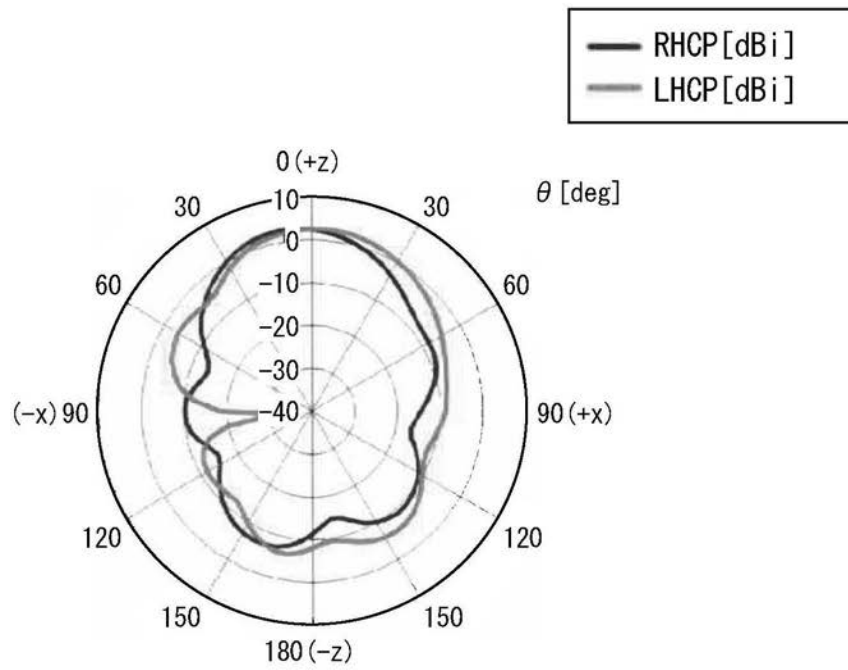


【図 11】

(a)

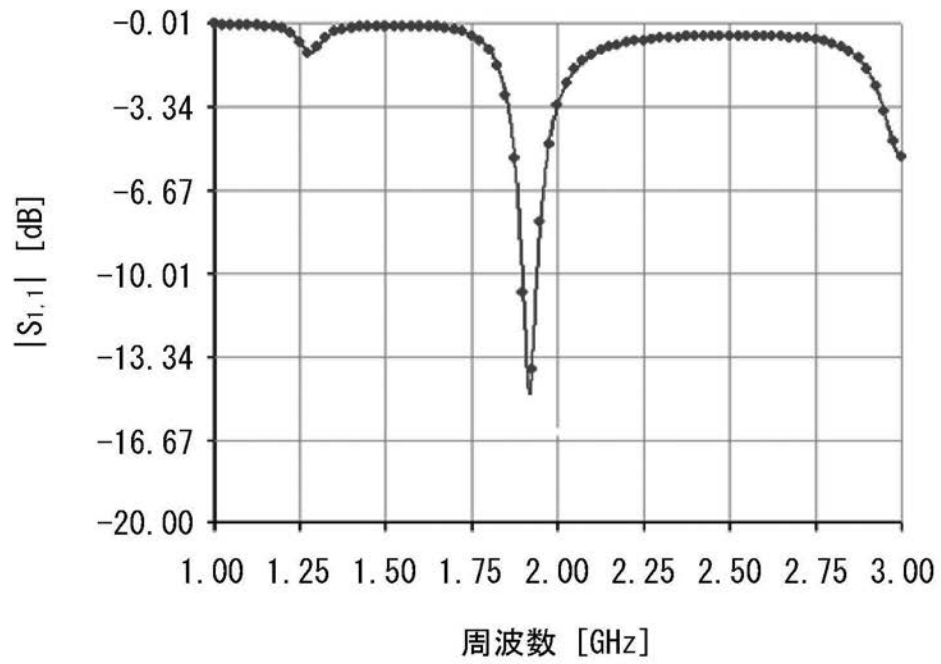


(b)

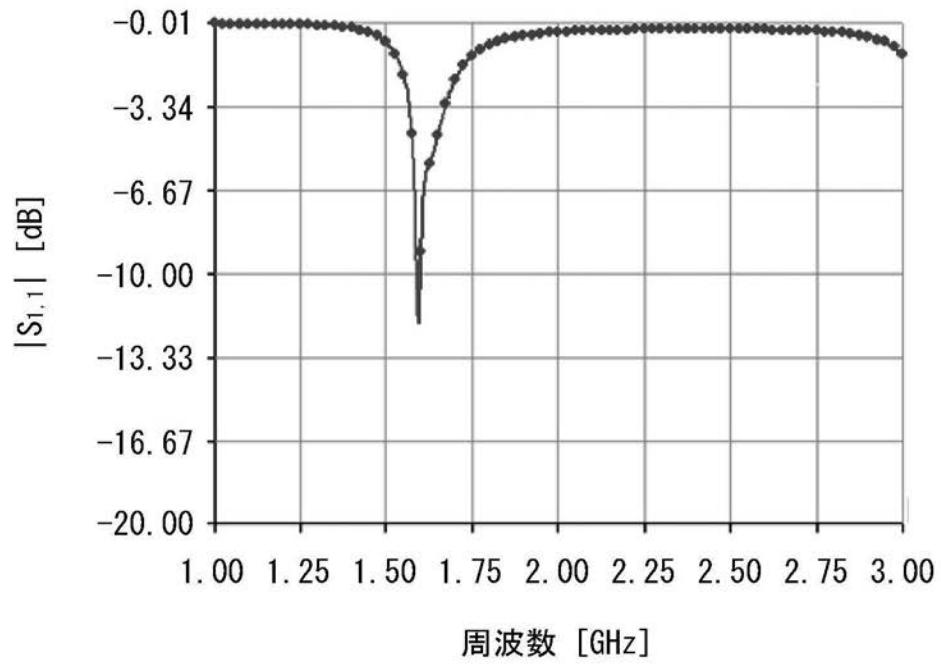


【図 12】

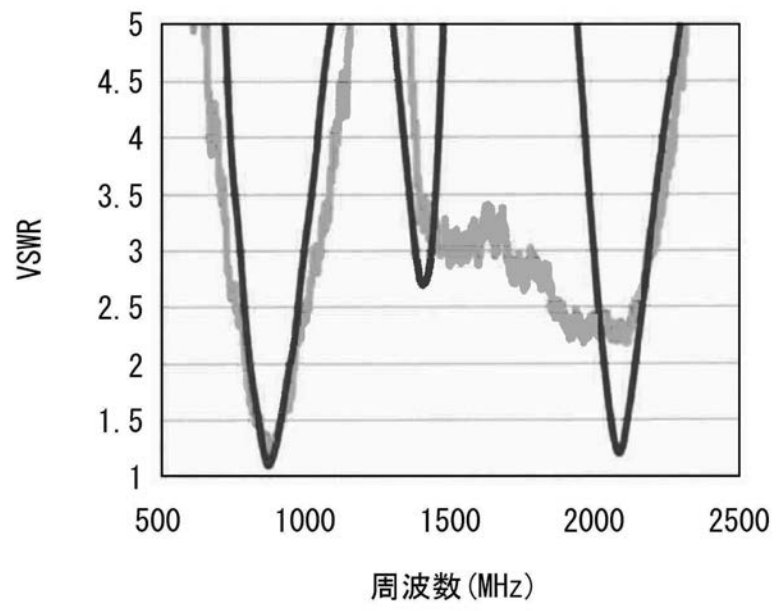
(a)



(b)



【図 15】



フロントページの続き

- (72)発明者 山口 佑一郎
千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉事業所内
- (72)発明者 戸倉 武
千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉事業所内
- (72)発明者 千葉 洋
東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会社フジクラ内

審査官 米倉 秀明

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2010/0328162(US, A1)
特開2012-175349(JP, A)
特開2011-211420(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H01Q | 7/00 |
| H01Q | 5/01 |
| H01Q | 9/16 |
| H01Q | 9/27 |
| H01Q | 13/08 |