

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 1 月 3 日(03.01.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/003174 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 13/08 (2006.01) H01Q 1/42 (2006.01)
H01Q 1/22 (2006.01) H01Q 5/01 (2006.01)
H01Q 1/32 (2006.01) H01Q 21/30 (2006.01)
H01Q 1/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/067844
- (22) 国際出願日: 2013 年 6 月 28 日(28.06.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-147986 2012 年 6 月 29 日(29.06.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社フジクラ (FUJIKURA LTD.)
[JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場 1 丁目 5 番
1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 官 寧(GUAN, Ning); 〒2858550 千葉県佐
倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ佐倉
事業所内 Chiba (JP). 田山 博育(TAYAMA,
Hiroiku); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番
地 株式会社フジクラ佐倉事業所内 Chiba (JP).
山口 佑一郎(YAMAGUCHI, Yuichiro); 〒2858550
千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジ
クラ佐倉事業所内 Chiba (JP). 千葉 洋(CHIBA,

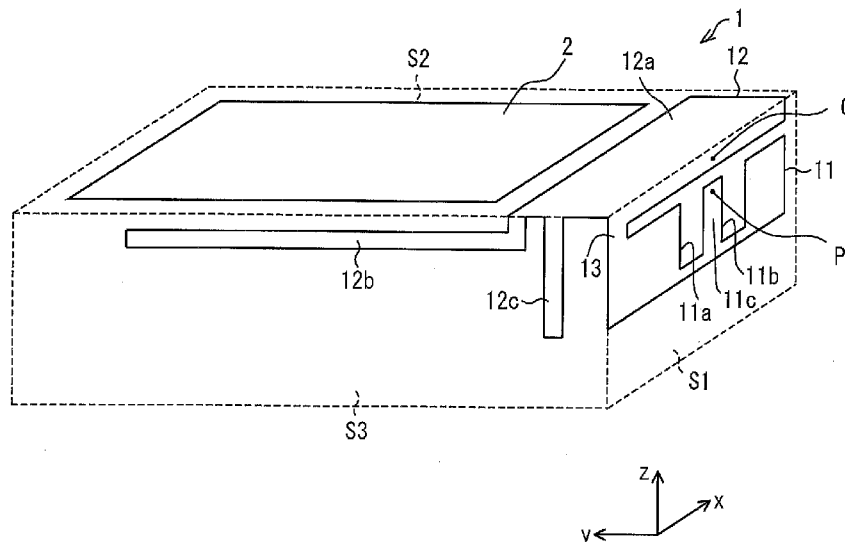
Hiroshi); 〒1358512 東京都江東区木場 1 丁目 5 番
1 号 株式会社フジクラ内 Tokyo (JP). 戸倉 武
(TOGURA, Takeshi); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎
1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ佐倉事業所内
Chiba (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所
(HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK);
〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋 2 丁目北 2
番 6 号 大和南森町ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: INVERTED-F ANTENNA

(54) 発明の名称: 逆 F 型アンテナ



(57) Abstract: A ground plate (11) is positioned on a first plane (S1), and at least a portion of a radiating element (12) is positioned on a second plane (S2). The radiating element (12) is provided with: a grounding section (12c) that extends from a base portion of a short-circuit part (13); and an arm (12b) that extends from the base portion of the short-circuit part (13) in a direction perpendicular to the ground plate (11).

(57) 要約: 地板 (11) を第 1 の平面 (S1) 上に配置し、放射素子 (12) の少なくとも一部分を第 2 の平面 (S2) 上に配置する。また、放射素子 (12) は、短絡部 (13) の付根部分から伸びる接地部 (12c) と、短絡部 (13) の付根部分から地板 (11) と直交する方向に伸びるアーム部 (12b) とを備えている。



WO 2014/003174 A1



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：逆F型アンテナ

技術分野

[0001] 本発明は、逆F型アンテナ、特に、統合アンテナ装置への搭載に適した逆F型アンテナに関する。

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、FM／AM放送、DAB（Digital Audio Broadcast）等の地上デジタル放送、3G（3rd Generation：第3世代携帯電話）、LTE（Long Term Evolution）、GPS（Global Positioning System：全地球測位システム）、VICS（登録商標）（Vehicle Information and Communication System：道路交通情報通信システム）、ETC（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] 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、FM／AM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。

[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、GPS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（登録商標）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、1 0 0 k H z以上1 G H z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、1 G H z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。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2007-158957号」（2007年 6月21日公開）
- 特許文献2：日本国公開特許公報「特開2009- 17116号」（2009年 1月22日公開）
- 特許文献3：日本国公開特許公報「特開2009-267765号」（2009年11月12日公開）
- 特許文献4：日本国公開特許公報「特開2010- 81500号」（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

発明が解決しようとする課題

- [0007] このような統合アンテナに搭載する3 G／L T E用アンテナなどの電話用アンテナとしては、逆F型アンテナが有望である。特に、地板、放射素子、及び短絡部が同一の平面内に形成された平面逆F型アンテナは、基板上のパ

ターンとして実現することが可能であり、統合アンテナへの搭載に適している。

[0008] しかしながら、従来の平面逆F型アンテナにおいては、地板、放射素子、及び短絡部を配置するために広いスペースを要するという問題があった。また、地板を流れる誘導電流によって形成される電磁界が放射素子を流れる電流により形成される電磁界を打ち消してしまうため、高い利得が得にくいという問題があった。

[0009] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、従来の平面逆F型アンテナが有している上記の問題を解消し、統合アンテナに搭載し易い逆F型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

[0010] 上記課題を解決するために、本発明に係る逆F型アンテナは、第1の平面上に配置された地板と、上記第1の平面と交わる（例えば、直交する）第2の平面上に少なくとも一部分が配置された放射素子と、上記地板と上記放射素子とを短絡する短絡部とを備え、上記放射素子は、上記短絡部の付根部分から伸びる接地部であって、先端が接地された接地部と、上記短絡部の付根部分から上記地板と交わる（例えば、直交する）方向に伸びるアーム部であって、先端が開放されたアーム部とを備えている、ことを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明に拠れば、平面逆F型アンテナより狭いスペースに配置することが可能であり、かつ、平面逆F型アンテナより高い利得が得られる逆F型アンテナを実現することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の一実施形態に係る逆F型アンテナの基本構造を示す斜視図である。

[図2]図1に示す逆F型アンテナの第1の具体例を示す展開図である。

[図3]図2に示す逆F型アンテナのVSWR特性を示すグラフである。

[図4]図1に示す逆F型アンテナの第2の具体例を示す展開図である。

[図5]図4に示す逆F型アンテナのVSWR特性を示すグラフである。

[図6]図1に示す逆F型アンテナの第3の具体例を示す展開図である。

[図7]図6に示す逆F型アンテナのVSWR特性を示すグラフである。

[図8]図1に示す逆F型アンテナの第4の具体例を示す展開図である。

[図9]図8に示す逆F型アンテナのVSWR特性を示すグラフである。

[図10]図8に示す逆F型アンテナの低周波側要求帯域における放射パターンを示すグラフである。(a)は、xy平面における利得の方位角依存性を示し、(b)は、zx平面における利得の仰俯角依存性を示し、(c)は、yz平面における利得の仰俯角依存性を示す。

[図11]図8に示す逆F型アンテナの高周波側要求帯域における放射パターンを示すグラフである。(a)は、xy平面における利得の方位角依存性を示し、(b)は、zx平面における利得の仰俯角依存性を示し、(c)は、yz平面における利得の仰俯角依存性を示す。

[図12]図1に示す逆F型アンテナの第5の具体例を示す展開図である。

[図13]図1に示す逆F型アンテナの第6の具体例を示す展開図である。

[図14](a)は、図1に示す逆F型アンテナと同一の平面上に配置可能なループアンテナ2の構成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15]図14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16]図14に示すループアンテナのVSWR特性を示すグラフである。

[図17]図14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18]図14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19]図1に示す逆F型アンテナを搭載した統合アンテナ装置の要部構成を示す分解斜視図及び斜視図である。

[図20]図19に示す統合アンテナ装置が備えているベース部の構成を示す三面図である。

[図21]図19に示す統合アンテナ装置が備え得る付加的構成を示す斜視図である。(a)は、レドームの斜視図であり、(b)は、スペーサの斜視図で

あり、（c）は、ゴムベースの斜視図である。

発明を実施するための形態

[0013] 〔逆F型アンテナ〕

本発明の一実施形態に係る逆F型アンテナについて、図1～図13を参照して説明する。

[0014] なお、接地された面状導体である地板と、上記地板から離間した接地されていない線状又は帯状導体である放射素子とを備えたアンテナのことを、「モノポールアンテナ」という。また、上記モノポールアンテナにおいて、短絡部を更に備え、上記短絡部によって上記地板と上記放射素子とが短絡されているもののことを、「逆Fアンテナ」という。

[0015] 本実施形態に係るアンテナは、後述するように地板、放射素子、及び短絡部を備えている点で上記逆Fアンテナと類似する。このため、本実施形態に係るアンテナのことを、以下、「逆F型アンテナ」と記載する。ただし、本実施形態に係るアンテナは、後述するように放射素子が接地されている点で上記逆Fアンテナと相違する。本実施形態に係るアンテナのことを「逆Fアンテナ」と記載せずに、「逆F『型』アンテナ」と記載しているのは、この点に鑑みてのことである。

[0016] 《逆F型アンテナの基本構成》

まず、本実施形態に係る逆F型アンテナ1の基本構成について、図1を参照して説明する。

[0017] 図1は、逆F型アンテナ1の基本構成を示す斜視図である。なお、逆F型アンテナ1は、単一の平面上に展開可能な2次元アンテナであるが、図1に示すように折り曲げた状態での使用を前提に設計されたものである。

[0018] 逆F型アンテナ1は、図1に示すように、地板11、放射素子12、及び短絡部13を備えている。本実施形態において、地板11、放射素子12、及び短絡部13は、1枚の導体箔（例えば、銅箔）により一体成形されており、例えば、他のループアンテナ2と共にプリント基板上に実装される。この場合、逆F型アンテナ1が実装されたプリント基板を折り曲げることに

って、図 1 に示す逆 F 型アンテナ 1 の立体構造が実現される。

[0019] また、逆 F 型アンテナ 1 は、少なくとも 2 つの周波数帯域において動作する 2 周波アンテナである。具体的には、3 G 向け周波数帯域の何れかと、L T E 向け周波数帯域の何れかにおいて動作する 3 G / L T E 用アンテナである。より具体的には、7 6 1 M H z 以上 9 6 0 M H z 以下の周波数帯域（以下「低周波側要求帯域」と記載）と、1 7 1 0 M H z 以上 2 1 3 0 M H z 以下の周波数帯域（以下「高周波側要求帯域」と記載）とにおいて動作する 3 G / L T E 用アンテナである。

[0020] 以下、逆 F 型アンテナ 1 の各部の特徴について、図 1 を参照しながら説明する。

[0021] 地板 1 1 は、面状導体により構成される。本実施形態においては、長方形状の導体箔を第 1 の平面 S 1（図 1 において z x 面に平行な平面）上に配置し、これを地板 1 1 として用いる。なお、本実施形態においては、地板 1 1 を第 1 の平面 S 1 上に配置する際に、その長手方向が x 軸と平行になるように地板 1 1 の向きを定めている。これにより、逆 F 型アンテナ 1 の低姿勢化（z 軸方向のサイズの縮小）が図られる。

[0022] 地板 1 1 において特筆すべき点は、z 軸正方向側の長辺から z 軸負方向に向かって伸びる 2 つの切欠 1 1 a ~ 1 1 b が形成されており、これら 2 つの切欠 1 1 a ~ 1 1 b の間を z 軸正方向に向かって伸びる矩形部 1 1 c の先端に給電点 P が設けられていることである。後述するように、放射素子 1 2 の主要部 1 2 a は、その長手方向が x 軸と平行になるように向きが定められているので、地板 1 1 の矩形部 1 1 c の長手方向は、放射素子 1 2 の主要部 1 2 a の長手方向と直交することになる。

[0023] このように、長手方向が z 軸と平行になる矩形部 1 1 c に給電点 P を設けることによって、給電点 P の近傍において地板 1 1 を流れる電流の方向が z 軸方向に規制される。このように、給電点 P の近傍において地板 1 1 を流れる電流の方向を z 軸方向に規制することによって、放射素子 1 2 を流れる電流により生成される電磁界が地板 1 1 を流れる電流により生成される電磁界

に打ち消されることに起因する利得の低下を抑制することができる。

[0024] 放射素子 1 2 は、線状又は帯状導体により構成される。本実施形態においては、帯状の導体箔を、第 1 の平面 S 1 と直交する第 2 の平面 S 2（図 1 において x y 面に平行な平面）上に配置し、これを放射素子 1 2 の主要部 1 2 a として用いる。なお、本実施形態においては、上述したように、放射素子 1 2 の主要部 1 2 a を第 2 の平面 S 2 上に配置する際に、その長手方向が x 軸と平行になるように放射素子 1 2 の主要部 1 2 a の向きを定めている。

[0025] なお、本実施形態においては、放射素子 1 2 を折り曲げることによって、放射素子 1 2 の一部分を地板 1 1 と共に第 1 の平面 S 1 上に配置し、当該部分に給電点 Q を設ける構成を採用している。このように、同軸ケーブルの内側導体が接続される給電点 Q を、同軸ケーブルの外側導体が接続される給電点 P と同一の平面上に配置することによって、同軸ケーブルに掛かるストレスが軽減される。

[0026] 放射素子 1 2 において特筆すべき点は、以下に説明するアーム部 1 2 b と接地部 1 2 c とを備えていることである。なお、本実施形態においては、主要部 1 2 a、アーム部 1 2 b、及び接地部 1 2 c を 1 枚の導体箔により一体成形しているが、これに限定されるものではない。すなわち、個別に形成された主要部 1 2 a、アーム部 1 2 b、及び接地部 1 2 c を互いに接続することによって、放射素子 1 2 を実現しても構わない。

[0027] アーム部 1 2 b は、主要部 1 2 a から伸びる線状又は帯状の導体であり、主要部 1 2 a 側と反対側の端部が開放されたものである。本実施形態においては、主要部 1 2 a の x 軸負方向側の端部から y 軸正方向に直線的に伸びる帯状導体を、第 1 の平面 S 1 及び第 2 の平面 S 2 の双方と直交する第 3 の平面 S 3（図 1 において y z 面と平行な平面）上に配置し、これをアーム部 1 2 b として用いる。逆 F 型アンテナ 1 においては、このようなアーム部 1 2 b を設けることによって、低周波側要求帯域内に共振点を持たせている。

[0028] アーム部 1 2 b に関して注目すべき第 1 の点は、地板 1 1 が配置される第 1 の平面 S 1 と直交する方向に直線的に伸びていることである。これにより

、アーム部 1 2 b によって作り出される共振周波数帯域が広がる。

[0029] アーム部 1 2 b に関して注目すべき第 2 の点は、第 2 の平面 S 2 上ではなく第 3 の平面 S 3 上に配置されていることである。これにより、第 2 の平面 S 2 において他のループアンテナ 2 を配置するためのスペースを、アーム部 1 2 b との干渉を避けるために縮小する必要がなくなる。

[0030] 接地部 1 2 c は、主要部 1 2 a から伸びる線状又は帯状の導体であり、主要部 1 2 a 側と反対側の端部が接地された（グラウンドに接続された）ものである。本実施形態においては、主要部 1 2 a の x 軸負方向側の端部（後述する短絡部 1 3 の付根）から z 軸負方向に伸びる帯状導体を第 3 の面 S 3 上に配置し、これを接地部 1 2 c として用いる。このような接地部 1 2 c を設けることによって、低姿勢化（z 軸方向のサイズの縮小）が図られた逆 F 型アンテナ 1 であっても、十分な強度の電磁波を放射することが可能になる。

[0031] 短絡部 1 3 は、逆 F 型アンテナ 1 において地板 1 1 と放射素子 1 2 とを短絡するための部位であり、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、主要部 1 2 a の x 軸負方向側の端部（上述した接地部 1 2 c の付根）から地板 1 1 の x 軸負方向側の端部へと到る帯状の導体箔を第 1 の平面 S 1 上に配置し、これを短絡部 1 3 として用いる。逆 F 型アンテナ 1 においては、このような短絡部 1 3 を設けることによって、主要部 1 2 a の x 軸負方向側の端部の電位を 0 V に制御している。

[0032] 放射素子 1 2 における給電点 Q の位置は、標準的な逆 F アンテナの設計手法に従って定められている。すなわち、短絡部 1 3 の付根（本実施形態においては主要部 1 2 a の x 軸負方向側の端部）の電位が 0 V に制御されるという仮定の下で、逆 F 型アンテナ 1 の入力インピーダンスが同軸ケーブルの出力インピーダンスと整合するように定められている。しかしながら、主要部 1 2 a の x 軸方向側の端部に短絡部 1 3 を接続するだけでは、当該端部におけるリアクタンスの変動を十分に抑え込むことができない。このため、同軸ケーブルとのインピーダンス整合を保証することができない。そこで、本実施形態においては、主要部 1 2 a の x 軸負方向側の端部に接地部 1 2 c を接

続する構成を採用している。これにより、放射素子 1 2 全体の共振周波数帯域を拡大させることができるので、同軸ケーブルとのインピーダンス整合が保証されることになる。

[0033] 《第 1 の具体例》

本実施形態に係る逆 F 型アンテナ 1 の第 1 の具体例について、図 2 ～図 3 を参照して説明する。

[0034] 図 2 は、逆 F 型アンテナ 1 の第 1 の具体例を示す展開図である。本具体例に係る逆 F 型アンテナ 1 においては、直線 L 及び直線 M を稜線とするように折り曲げることによって、図 1 に示す 3 次元形状が実現される。逆 F 型アンテナ 1 を構成する地板 1 1、放射素子 1 2、及び短絡部 1 3 の特徴については、図 1 を参照して既に説明したとおりである。

[0035] なお、地板 1 1 としては、長辺 3 5 mm、短辺 1 1 mm の長方形の導体箔に、幅 5 mm、長さ 9 mm の切欠 1 1 a ～ 1 1 b を形成したものを利用する。2 つの切欠 1 1 a ～ 1 1 b の間隔は、矩形部 1 1 c の幅が 4 mm となるように決められる。また、放射素子 1 2 に関して、主要部 1 2 a の長さは 5 5 mm とし、アーム部 1 2 b の長さは 6 3 mm とする。

[0036] なお、直線 L を稜線とするように逆 F 型アンテナ 1 を折り曲げる構成に代えて、直線 L' を稜線とするように逆 F 型アンテナ 1 を折り曲げる構成を採用してもよい。前者の構成を採用した場合、放射素子 1 2 の主要部 1 2 a が第 1 の平面 S 1 (図 1 参照) 及び第 2 の平面 S 2 (図 1 参照) の双方に配置されるのに対して、後者の構成を採用した場合、放射素子 1 2 の主要部 1 2 a が第 2 の平面 S 2 のみに配置される。

[0037] また、直線 M を稜線とするように逆 F 型アンテナ 1 を折り曲げる構成に代えて、直線 M' を稜線とするように逆 F 型アンテナ 1 を折り曲げる構成を採用してもよい。前者の構成を採用した場合、放射素子 1 2 のアーム部 1 2 b が第 3 の平面 S 3 (図 1 参照) に配置されるのに対して、後者の構成を採用した場合、放射素子 1 2 のアーム部 1 2 b が第 2 の平面 S 2 に配置される。

[0038] 図 3 は、本具体例に係る逆 F 型アンテナ 1 の V SWR 特性を示すグラフで

ある。図3に示すグラフからは、低周波側要求帯域内に共振点が形成されていること、及び、低周波側要求帯域及び高周波側要求帯域の双方においてVSWRが4以下となる領域が形成されていることが読み取れる。

[0039] このように、低周波側要求帯域内に共振点が形成されるのは、放射素子12にアーム部12bを設けたからである。また、低周波側要求帯域及び高周波側要求帯域の双方においてVSWRが4以下となる領域が形成されるのは、放射素子12に接地部12cを設けたことによって、当該領域におけるインピーダンス整合が図られたからである。

[0040] 《第2の具体例》

本実施形態に係る逆F型アンテナ1の第2の具体例について、図4～図5を参照して説明する。

[0041] 図4は、逆F型アンテナ1の第2の具体例を示す展開図である。第1の具体例に係る逆F型アンテナ1からの変更点は、図4に示すように、放射素子12にアーム部12dを付加した点である。

[0042] ここで、アーム部12dは、主要部12aから伸びる線状又は帯状の導体であり、主要部12a側と反対側の端部が開放されたものである。本具体例においては、主要部12aのx軸正方向側の端部からy軸正方向に直線的に伸びる帯状導体を、第2の平面S2（図1参照）上に配置し、これをアーム部12dとして用いる。

[0043] 図5は、本具体例に係る逆F型アンテナ1のVSWR特性を示すグラフである。図5に示されているように、放射素子12にアーム部12dを付加することによって、低周波側要求帯域に新たな共振点が生じる。これにより、低周波側要求帯域における動作帯域が拡大する。

[0044] 《第3の具体例》

本実施形態に係る逆F型アンテナ1の第3の具体例について、図6～図7を参照して説明する。

[0045] 図6は、逆F型アンテナ1の第3の具体例を示す展開図である。第2の具体例に係る逆F型アンテナ1からの変更点は、図6に示すように、アーム部

1 2 dの一部をメアンダ化した点である。

[0046] 本具体例においては、アーム部 1 2 dの一部をコの字型に折り曲げ、これをメアンダ部 1 2 d 1としている。アーム部 1 2 dの配置に要するスペースを拡大する必要が生じないよう、メアンダ部 1 2 d 1は、アーム部 1 2 dのx軸負方向側に形成される。

[0047] 図 7 は、本具体例に係る逆 F 型アンテナ 1 の V S W R 特性を示すグラフである。図 7 に示されているように、アーム部 1 2 dの一部をメアンダ化することによって、高周波側要求帯域に新たな共振点が生じる。これにより、高周波要求帯域における動作帯域が拡大する。

[0048] 《第 4 の具体例》

本実施形態に係る逆 F 型アンテナ 1 の第 4 の具体例について、図 8 ～図 1 1 を参照して説明する。

[0049] 図 8 は、逆 F 型アンテナ 1 の第 4 の具体例を示す展開図である。第 3 の具体例に係る逆 F 型アンテナ 1 からの変更点は、主要部 1 2 a の中間部とアーム部 1 2 d の中間部とを短絡する短絡部 1 2 e を付加した点である。

[0050] 本具体例における短絡部 1 2 e は、主要部 1 2 a の中間部から y 軸正方向に伸びる第 1 の直線部 1 2 e 1 と、この第 1 の直線部 1 2 e 1 の先端から x 軸正方向に伸び、アーム部 1 2 d の中間部に到る第 2 の直線部 1 2 e 2 とを備えている。これにより、給電点 Q からアーム部 1 2 d の先端に到る電流路に、これらの直線部 1 2 e 1 ～ 1 2 e 2 を通る新たな電流路が追加される。また、短絡部 1 2 e は、第 1 の直線部 1 2 e 1 の中間部から x 軸正方向に伸びる第 3 の直線部 1 2 e 3 と、この第 3 の直線部 1 2 e 3 の中間部から y 軸負方向に伸び、主要部 1 2 a に到る第 4 の直線部 1 2 e 4 とを更に備えている。これにより、給電点 Q からアーム部 1 2 d の先端に到る電流路に、これらの直線部 1 2 e 3 ～ 1 2 e 4 を通る新たな電流路が追加される。

[0051] 図 9 は、本具体例に係る逆 F 型アンテナ 1 の V S W R 特性を示すグラフである。図 9 に示されているように、放射素子 1 2 に短絡部 1 2 e を付加することによって、高周波側要求帯域に新たな共振点が生じる。これにより、高

周波要求帯域における動作帯域が更に拡大する。

[0052] 図10は、低周波側要求帯域（具体的には850MHz）における本具体例に係る逆F型アンテナ1の放射パターンを示すグラフである。（a）は、 xy 平面における利得の方位角（ ϕ ）依存性を示し、（b）は、 zx 平面における利得の仰俯角（ θ ）依存性を示し、（c）は、 yz 平面における利得の仰俯角（ θ ）依存性を示す。図10に示されたとおり、本具体例に係る逆F型アンテナ1は、低周波側要求帯域において方位角に拠らず上半空間において高い利得が得られる。

[0053] 図11は、高周波側要求帯域（具体的には1800MHz）における本具体例に係る逆F型アンテナ1の放射パターンを示すグラフである。（a）は、 xy 平面における利得の方位角（ ϕ ）依存性を示し、（b）は、 zx 平面における利得の仰俯角（ θ ）依存性を示し、（c）は、 yz 平面における利得の仰俯角（ θ ）依存性を示す。図11に示されたとおり、本具体例に係る逆F型アンテナ1は、高周波側要求帯域においても方位角に拠らず上半空間において高い利得が得られる。

[0054] 図10～図11に示された本具体例に係る逆F型アンテナ1の特性は、その向きが時々刻々変化する自動車に搭載する3G/LTE用アンテナにおいて、極めて有利なものである。

[0055] 《その他の具体例》

なお、本実施形態に係る逆F型アンテナ1は、図12に示す形態や図13に示す形態などに変形することも可能である。

[0056] 図12に示す第5の具体例は、図4に示す第1の具体例に、主要部12aの中間部とアーム部12dの中間部とを短絡する短絡部12f1と、アーム部12dの中間部から伸びる第1の分枝12f2と、主要部12aの中間部から伸びる第2の分枝12f3とを付加したものである。

[0057] 図13に示す第6の具体例は、図4に示す第1の具体例に、主要部12aの中間部とアーム部12dの中間部とを短絡する短絡部12f1と、主要部12aの中間部から伸びる第2の分枝12f3とを付加したものである。

[0058] 第5～第6の具体例に係る逆F型アンテナ1においても、第1～第4の具体例に係る逆F型アンテナ1と同様、3G/LTE用アンテナとして良好な特性が得られる。

[0059] [ループアンテナ]

本実施形態に係る逆F型アンテナ1と同一の平面上に配置することが可能なループアンテナ2について、図14～図18を参照して説明する。

[0060] 《ループアンテナの構成》

まず、ループアンテナ2の構成について、図14を参照して説明する。図14(a)は、ループアンテナ2の構成を示す平面図である。図14(b)は、ループアンテナ2が備えている無給電素子24～25の等価回路を示す回路図である。

[0061] ループアンテナ2は、図14に示すように、放射素子21と、1対の給電部22a～22bと、1対の短絡部23a～23bと、第1の無給電素子24と、第2の無給電素子25とを備えている。本実施形態において、放射素子21、給電部22a～22b、及び短絡部23a～23b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24は、放射素子21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25は、放射素子21等を構成する導体箔からも第1の無給電素子24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。

[0062] 放射素子21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。本実施形態においては、短軸45mm、長軸52mmの楕円上に配置された幅1mmの帯状の導体箔（例えば、銅箔）を放射素子21として用いる。放射素子21の一方の端部21a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21の他方の端部21bと対向している。

[0063] 給電部22aは、放射素子21の一方の端部21a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。本実施形態においては、幅1mmの帯状の導体箔を給電部22aとして用いる。給電部22a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21の一方の端部21aは、この給電部22a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。

[0064] 給電部22bは、放射素子21の他方の端部21b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。本実施形態においては、幅1mmの帯状の導体箔を給電部22bとして用いる。給電部22b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21の他方の端部21bは、この給電部22b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。

[0065] 短絡部23a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21上の点21cと、給電点Pとを短絡するための構成である。本実施形態においては、放射素子21上の点21cから上記楕円の中心付近に至る線分上に配置された、幅1mmの帯状の導体箔を短絡部23aとして用いる。

[0066] 短絡部23b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21上の点21dと、給電点Pとを短絡するための構成である。本実施形態においては、放射素子21上の点21dから上記楕円の中心付近に至る直線上に配置された、幅1mmの帯状の導体箔を短絡部23bとして用いる。

[0067] なお、給電部22bの先端には、給電部22a側に突出した突出部が設けられている。そして、給電部22a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22aの先端と、該中心の左方に位置する短絡部23aの先端とは、四分円弧上に配置された帯状導体（幅2mm）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22bの先端と、該中心の右方に位置する短絡部23bの先端とは、四分円弧上に配置された帯状導体（幅2mm）を介して互いに接続されている。本実施形態においては、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。

[0068] 第1の無給電素子24は、主要部24bと、第1の延長部24aと、第2の延長部24cとにより構成されている。主要部24b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21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24aは、上記楕円の中心から見て9時方向に位置する主要部24b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24cは、上記楕円の中心から見て6時方向に位置する主要部24bの端部から3時方向に直線的に伸びる帯状導体である。

[0069] ループアンテナ2において、第1の無給電素子24の第2の延長部24c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24c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24c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。

[0070] 第2の無給電素子25は、主要部25bと、第1の延長部25aと、第2の延長部25cとにより構成されている。主要部25b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21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25aは、上記楕円の中心から見て0時方向に位置する主要部25b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25cは、上記楕円の中心から見て3時方向に位置する主要部25bの端部から6時方向に直線的に伸びる帯状導体である。

[0071] ループアンテナ2において、第2の無給電素子25の第2の延長部25c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25c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25c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25cの長さを変化させると、ループアンテナ2の位相角が変

化する。

[0072] 第1の無給電素子24の第1の延長部24aの先端と、第2の無給電素子25の第1の延長部25a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24の第1の延長部24aの先端と、第2の無給電素子25の第1の延長部25aの先端との間のギャップ26は、キャパシタンスを有している。

[0073] 第1の無給電素子24と第2の無給電素子25とからなる無給電素子群は、図14(b)に示すLC回路と等価である。図14(b)に示すLC回路において、L1は、第1の無給電素子24の自己インダクタンスを表し、L2は、第2の無給電素子25の自己インダクタンスを表す。また、C1は、第1の無給電素子24とグランド面との間のキャパシタンスを表し、C2は、第2の無給電素子25とグランド面との間のキャパシタンスを表す。また、C3は、上述したギャップ26のキャパシタンスを表す。第1の無給電素子24と第2の無給電素子25とからなる無給電素子群は、図14(b)に示すLC回路としての共振周波数を有している。

[0074] 放射素子21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2の放射する電磁波は、放射素子21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26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12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2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21（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26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12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2のVSWR値を、同帯域における放射素子21（単体）のVSWR値よりも小さくすることができる。

[0075] 上述したように、ループアンテナ2において、第1の無給電素子24の第2の延長部24c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 1 5 を参照して説明する。

[0076] 図 1 5 は、ループアンテナ 2 の放射パターンを示すグラフである。(a) は、延長部 2 4 c 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 2 4 c 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、R H C P は、右旋円偏波の放射パターンを表し、L H C P は、左旋円偏波の放射パターンを表す。

[0077] 延長部 2 4 c が付加されていない場合、図 1 5 (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 1 4 における x y 面) と直交する方向 (図 1 4 における z 軸方向) である。これに対して、延長部 2 4 c を付加した場合、図 1 5 (b) に示すように、右旋円偏波の最大利得方向が約 3 0 度傾く。

[0078] この最大利得方向の傾きは、延長部 2 4 c 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 2 4 c 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 2 4 c 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 2 4 c 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 2 を製造することが可能になる。

[0079] 上述したように、ループアンテナ 2 においては、第 1 の無給電素子 2 4 と第 2 の無給電素子 2 5 との間のギャップ 2 6 について、その間隔を適宜調整することによって、V S W R 値を低下させることができる。この点について、図 1 6 を参照して説明する。

[0080] 図 1 6 は、1. 5 7 5 G H z 近傍におけるループアンテナ 2 の V S W R 特性を示すグラフである。図 1 6 において、V S W R 0 は、第 1 の無給電素子 2 4 及び第 2 の無給電素子 2 5 の双方を取り去った場合の V S W R 特性を表し、V S W R 1 は、第 1 の無給電素子 2 4 及び第 2 の無給電素子 2 5 の双方を付加した後の V S W R 特性を表し、V S W R 2 は、第 1 の無給電素子 2 4 及び第 2 の無給電素子 2 5 の双方を付加し、更に、1. 5 7 5 G H z の V S

WR 値を最小化するようにギャップ 26 のギャップ間隔を調整した後の VSWR 特性を示す。

[0081] 図 16 に示すように、第 1 の無給電素子 24 及び第 2 の無給電素子 25 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 26 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。

[0082] このように、ギャップ 26 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 26 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 2 を製造することが可能になる。

[0083] ループアンテナ 2 において、放射素子 21 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 21 は、図 17 に示すようにメアング化されていてもよいし、図 18 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 2 において、短絡部 23a ~ 23b は、図 18 に示すように省略してもよい。

[0084] [統合アンテナ装置]

本実施形態に係る逆 F 型アンテナ 1 が搭載されたアンテナ装置 100 について、図 19 ~ 図 21 を参照して説明する。なお、アンテナ装置 100 は、複数のアンテナを搭載した統合アンテナ装置である。このため、アンテナ装置 100 のことを、以下、「統合アンテナ装置」と記載する。

[0085] 《要部構成》

統合アンテナ装置 100 の要部構成について、図 19 を参照して説明する。図 19 (a) は、統合アンテナ装置 100 の要部構成を示す分解斜視図であり、図 19 (b) は、統合アンテナ装置 100 の要部構成を示す斜視図である。図 20 は、統合アンテナ装置 100 が備えるベース部 110 の三面図である。

[0086] 統合アンテナ装置 100 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 19 に示すように、ベース部 110 と、回路基板 120 と、第 1 のアンテナ基板 130 と、第 2 のアンテナ基板 140 とを備えている。

[0087] この統合アンテナ装置 100 には、3つのアンテナが搭載される。1つ目のアンテナは、3G (3rd Generation) /LTE (Long Term Evolution) 用の逆F型アンテナ1である。2つ目のアンテナは、GPS (Global Positioning System) 用のループアンテナ2である。これらのアンテナ1～2は、共に、第2のアンテナ基板140に搭載される。3つ目のアンテナは、DAB (Digital Audio Broadcast) 用のダイポールアンテナ3である。このダイポールアンテナ3は、第1のアンテナ基板130に搭載される。なお、ダイポールアンテナ3及び第1のアンテナ基板130は、本実施形態において採用した付加的な構成であり、省略することも可能である。

[0088] ベース部110は、導体により構成された板状部材である。本実施形態においては、金属（具体的には、アルミニウム）により構成された板状部材であって、略矩形状（具体的には、角丸矩形状）の主面を有する板状部材を、ベース部110として用いる。ベース部110の上面には、該面と直交する方向に突出した突出部111が形成されている。ベース部110の上面において、突出部111が形成される領域のことを、以下、「突出部形成領域」と記載する。本実施形態においては、矩形状の突出部形成領域を取り囲む壁状の突起を、突出部111として用いる。なお、ベース部110の詳細については、参照する図面を代えて後述する。

[0089] 回路基板120は、GPS用増幅回路121、DAB用増幅回路122、及びDAB用整合パターン123が実装されたプリント基板（具体的には、リジッド基板）であり、ベース部110の突出部111上に載置される。回路基板120の上面には、GPS用増幅回路121及びDAB用増幅回路122の各々を構成する素子（コイルやコンデンサなど）を接続するための配線パターンと、DAB用整合パターン123とが形成されている。一方、回路基板120の下面には、上記配線パターンと共にマイクロストリップライ

ンを構成するグラウンド板が形成されている。回路基板 120 の接地は、このグラウンド板を突出部 111 の上端面と面接触させることによって実現される。

[0090] 第 1 のアンテナ基板 130 は、ダイポールアンテナ 3 として機能する導体パターンが形成されたプリント基板（具体的には、フレキシブル基板）である。第 1 のアンテナ基板 130 は、（１）１枚の誘電体シート、及び、その誘電体シートの上面又は下面に形成されたダイポールアンテナ 3 により構成されていてもよいし、（２）２枚の誘電体シート、及び、それらの誘電体シートに挟持されたダイポールアンテナ 3 により構成されていてもよい。

[0091] 統合アンテナ装置 100 において、第 1 のアンテナ基板 130 は、ベース部 110 の上面と平行に配置される。この際、第 1 のアンテナ基板 130 の水平方向の位置は、ダイポールアンテナ 3 が突出部形成領域と対向するように定められる。これにより、ダイポールアンテナ 3 は、突出部 111 が形成されていない場合と比べて、ベース部 110 の上面（具体的には、突出部 111 の上端面）に接近することになる。また、本実施形態のように、突出部 111 上に回路基板 120 が載置されている場合には、ダイポールアンテナ 3 が、回路基板 120 の DAB 用整合パターン 123 及びグラウンド板にも接近することになる。

[0092] 第 2 のアンテナ基板 140 は、逆 F 型アンテナ 1 として機能する導体パターンとループアンテナ 2 として機能する導体パターンとが形成されたプリント基板（具体的には、フレキシブル基板）である。第 2 のアンテナ基板 140 は、（１）１枚の誘電体シート、並びに、その誘電体シートの上面又は下面に形成された逆 F 型アンテナ 1 及びループアンテナ 2 により構成されていてもよいし、（２）２枚の誘電体シート、並びに、それら 2 枚の誘電体シートに挟持された逆 F 型アンテナ 1 及びループアンテナ 2 により構成されていてもよい。

[0093] 第 2 のアンテナ基板 140 は、３つの平面 S1～S3 を構成するように折り曲げられた状態で統合アンテナ装置 100 に実装される。具体的には、第

1の平面S1と、第1の平面S1に直交する第2の平面S2と、第1の平面S1及び第2の平面S2の双方に直交する第3の平面S3とを構成するように折り曲げられた状態で統合アンテナ装置100に実装される。この際、ループアンテナ2は、全体が第1の平面S1上に配置されるのに対して、逆F型アンテナ1は、或る部分（放射素子12の全部又は一部）が第2の平面S2上に配置され、他の部分（地板11の全部、又は、地板11の全部及び放射素子12の一部）が第1の平面S1上に配置される。本実施形態においては、更に他の部分（放射素子12の一部）が第3の平面S3上に配置される。なお、逆F型アンテナ1の配置に関しては、図1も併せて参照されたい。

[0094] 統合アンテナ装置100において、第2のアンテナ基板140は、第2の平面S2がベース部110の上面と平行になるように配置される。この際、第2のアンテナ基板140の水平方向の位置は、ループアンテナ2が突出部形成領域と対向するように定められる。これにより、ループアンテナ2は、突出部111が形成されていない場合と比べて、ベース部110の上面（具体的には、突出部111の上端面）に接近することになる。また、本実施形態のように、突出部111上に回路基板120が載置されている場合には、ループアンテナ2のみが、回路基板120のグランド板にも接近することになる。回路基板120が、逆F型アンテナ1と対向することなくループアンテナ2と対向するように（逆F型アンテナ1側にはみだすことなくループアンテナ2と重なるように）配置されているためである。

[0095] なお、逆F型アンテナ1とベース部110の上面との間隔は、突出部111の有無によって変わらない。すなわち、ベース部110の上面に突出部111を形成することによって、逆F型アンテナ1とベース部110の上面との間隔を保ったまま、ループアンテナ2とベース部110の上面との間隔を小さくすることができる。このことによって得られる効果については、参照する図面を代えて後述する。

[0096] 《ベース部の詳細》

次に、統合アンテナ装置100が備えるベース部110の詳細について、

図20を参照して説明する。図20は、ベース部110の三面図である。

[0097] ベース部110は、上述したとおり、導体により構成された板状部材である。本実施形態においては、ベース部110の材料をアルミニウムとすることによって、統合アンテナ装置100の軽量化を図っている。また、本実施形態においては、ベース部110の上面形状を略矩形（具体的には、角丸矩形）とすることによって、統合アンテナ装置100の空気抵抗（特にベース部110の長辺を自動車の進行方向と平行に配置したときの空気抵抗）を低減している。

[0098] ベース部110の上面には、突出部111が形成されている。突出部111は、ベース部110の上面と直交する方向に突出した構造体である。本実施形態においては、矩形状の突出部形成領域を取り囲む壁状の突起をベース部110の上面に形成し、これを突出部111として用いている。

[0099] 突出部111の高さは一様である。これは、突出部111上に載置される回路基板120を、ベース部110の上面と平行に支持するためである。また、突出部111の上端面は平坦である。これは、突出部111上に載置される回路基板120の下面を、突出部111の上端面と面接触させるためである。また、突出部111の四隅は厚肉化されている。これは、突出部111上に載置される回路基板120の下面が突出部111の上端面と接触する面積を広げるためである。これらの構成を採用することによって、回路基板120の支持及び接地が確実になる。

[0100] 突出部111は、図21の側面図に示すように、ベース部110の上面においてループアンテナ2の放射素子21と対向する位置に形成される。このため、ベース部110の上面と逆F型アンテナ1の放射素子12との間隔をDとすると、ベース部110の上面とループアンテナ2の放射素子21との間隔D'は $D' = D - d$ となる。ここで、dは突出部111の高さである。すなわち、ベース部110の上面に突出部111を形成することによって、逆F型アンテナ1の放射素子12とベース部110の上面との間隔Dを保ったまま、ループアンテナ2の放射素子21とベース部110の上面との間隔

D' を小さくすることができる。

[0101] ここで、逆F型アンテナ1は、自前のグラウンドである地板11を備えており、放射素子12と対向するグラウンド面が近傍に存在しないときに所期の性能を発揮するように設計されている。一方、ループアンテナ2は、自前のグラウンドを備えておらず、放射素子21と対向するグラウンド面が近傍に存在するときに所期の性能を発揮するように設計されている。したがって、ベース部110の上面と逆F型アンテナ1との間隔Dは、所定の値よりも大きくすることが求められ、ベース部110の上面とループアンテナ2との間隔D'は、所定の値よりも小さくすることが求められる。

[0102] ベース部110の上面に突出部111を形成する構成を採用すれば、逆F型アンテナ1の放射素子12とループアンテナ2の放射素子21とが同一の平面（第2の平面S2）上に配置される場合であっても、この要求に応えることができる。ベース部110の上面が上述したグラウンド面として機能する場合であっても、突出部111上に載置された回路基板120のグラウンド板が上述したグラウンド面として機能する場合であっても、この点に変わりはない。

[0103] 以上のように、ベース部110の上面に突出部111を形成する構成を採用すれば、逆F型アンテナ1の放射素子12とループアンテナ2の放射素子21とを同一の平面（第2の平面S2）上に配置することによって統合アンテナ装置100の低姿勢化を図ると共に、逆F型アンテナ1及びループアンテナ2の双方に所期の性能を発揮させることができる。

[0104] 《付加的構成》

次に、統合アンテナ装置100が備え得る付加的な構成について、図21を参照して説明する。統合アンテナ装置100は、レドーム150、スペーサ160、ゴムベース170等の付加的な構成を備え得る。図21（a）は、レドーム150の斜視図であり、図21（b）は、スペーサ160の斜視図であり、図21（c）は、ゴムベース170の斜視図である。

[0105] ゴムベース170は、図21（c）に示すように、ベース部110（図1

9 参照) 上に載置される板状部材であり、その材質はゴムである。ゴムベース 170 の外縁には、下方に迫り出したスカート部が設けられている。ベース部 110 は、このスカート部に囲まれたゴムベース 170 の下側の空間に嵌め込まれる。

[0106] このように、ベース部 110 上に載置された回路基板 120 をゴムベース 170 で覆い隠すことによって、回路基板 120 が雨水に晒されることを防止できる。また、第 1 のアンテナ基板 130 上に形成されたダイポールアンテナ 3 などが、回路基板 120 と短絡することを防止できる。

[0107] スペーサ 160 は、図 21 (b) に示すように、第 1 のアンテナ基板 130 と第 2 のアンテナ基板 140 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 160 は、その厚みによって、第 1 のアンテナ基板 130 と第 2 のアンテナ基板 140 とを離隔させる。本実施形態において、スペーサ 160 の厚みは、5 mm に設定される。これにより、第 2 のアンテナ基板 140 は、第 1 のアンテナ基板 130 から 5 mm 離隔される。

[0108] レドーム 150 は、図 21 (a) に示すように、船底形のドーム状部材であり、その材質は樹脂である。レドーム 150 の外縁をゴムベース 170 の外縁に接合することによって、レドーム 150 とゴムベース 170 との間に、第 1 のアンテナ基板 130 及び第 2 のアンテナ基板 140 を収容する密閉された空間ができる。この密閉が保たれている限り、第 1 のアンテナ基板 130 及び第 2 のアンテナ基板 140 が雨水に晒される虞はない。また、レドーム 150 の材質が樹脂であることから、統合アンテナ装置 100 に到来した電磁波がレドーム 150 によって減衰する虞もない。

[0109] [まとめ]

以上のように、上記各実施形態に係る逆 F 型アンテナは、第 1 の平面上に配置された地板と、上記第 1 の平面と直交する第 2 の平面上に少なくとも一部分が配置された放射素子と、上記地板と上記放射素子とを短絡する短絡部とを備えた逆 F 型アンテナであって、上記放射素子は、上記短絡部の付根部

分から伸びる接地部であって、先端が接地された接地部と、上記短絡部の付根部分から上記地板と直交する方向に伸びるアーム部であって、先端が開放されたアーム部とを備えている、ことを特徴とする。

[0110] 上記逆F型アンテナにおいて、上記地板には、上記第2の平面から遠ざかる方向に伸びる2つの切欠が形成されており、上記2つの切欠の間を上記第2の平面に近づく方向に伸びる矩形部であって、長手方向が上記第2の平面と直交する矩形部に一方の給電点が設けられている、ことが好ましい。

[0111] 上記逆F型アンテナにおいて、上記放射素子は、一部分が上記第1の平面上に配置されており、当該部分に他方の給電点が設けられている、ことが好ましい。

[0112] 上記逆F型アンテナにおいて、上記放射素子は、長手方向が上記第1の平面と上記第2の平面との交線に平行な主要部を備えており、上記アーム部は、上記主要部の一方の端部から上記地板と直交する方向に伸びている、ことが好ましい。

[0113] 上記逆F型アンテナにおいて、上記放射素子は、上記主要部の他方の端部から上記地板と直交する方向に伸びる他のアーム部であって、先端が開放された他のアーム部を備えている、ことが好ましい。

[0114] 上記逆F型アンテナにおいて、上記他のアーム部は、少なくとも一部分がメアング化されている、ことが好ましい。

[0115] 上記逆F型アンテナにおいて、上記放射素子は、上記他のアーム部の中間部と上記主張部の中間部とを短絡する短絡部を備えている、ことが好ましい。

[0116] [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

[0117] 本発明は、例えば、統合アンテナ装置に搭載される 3 G / L T E 用アンテナとして好適に利用することができる。

符号の説明

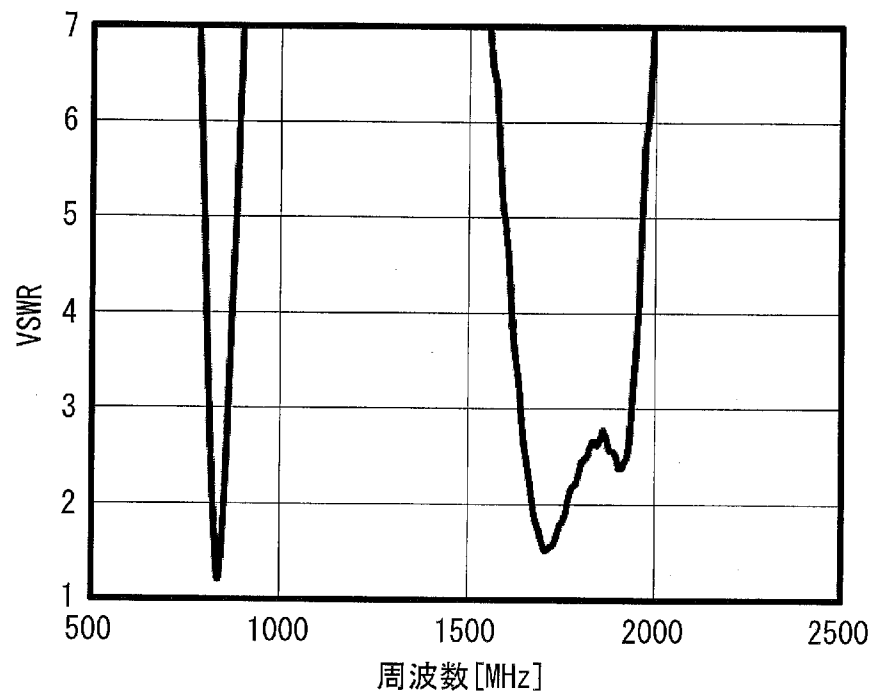
[0118]	1	逆 F 型アンテナ
	1 1	地板
	1 2	放射素子
	1 3	短絡部
	2	ループアンテナ
	2 1	放射素子
	2 2 a ~ 2 2 b	1 対の給電部
	2 3 a ~ 2 3 b	1 対の短絡部
	2 4	第 1 の無給電素子
	2 5	第 2 の無給電素子
	1 0 0	統合アンテナ装置
	1 1 0	ベース部
	1 2 0	回路基板
	1 3 0	第 1 のアンテナ基板
	1 4 0	第 2 のアンテナ基板

請求の範囲

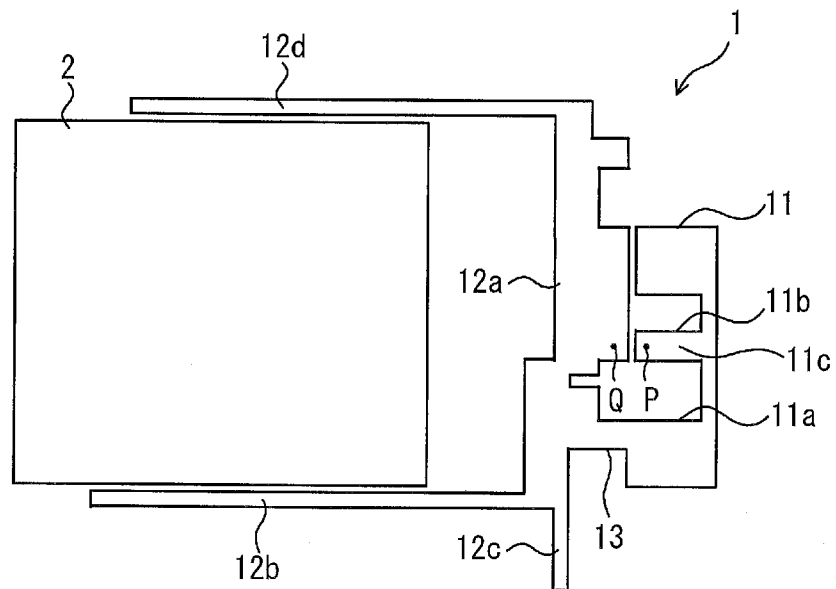
- [請求項1] 第1の平面上に配置された地板と、
 上記第1の平面と交わる第2の平面上に少なくとも一部分が配置された放射素子と、
 上記地板と上記放射素子とを短絡する短絡部とを備え、
 上記放射素子は、上記短絡部の付根部分から伸びる接地部であって、先端が接地された接地部と、上記短絡部の付根部分から上記地板と交わる方向に伸びるアーム部であって、先端が開放されたアーム部とを備えている、
 ことを特徴とする逆F型アンテナ。
- [請求項2] 上記地板には、上記第2の平面から遠ざかる方向に伸びる2つの切欠が形成されており、上記2つの切欠の間を上記第2の平面に近づく方向に伸びる矩形部に一方の給電点が設けられている、
 ことを特徴とする請求項1に記載の逆F型アンテナ。
- [請求項3] 上記放射素子は、一部分が上記第1の平面上に配置されており、当該部分に他方の給電点が設けられている、
 ことを特徴とする請求項2に記載の逆F型アンテナ。
- [請求項4] 上記放射素子は、長手方向が上記第1の平面と上記第2の平面との交線に平行な主要部を備えており、
 上記アーム部は、上記主要部の一方の端部から上記地板と直交する方向に伸びている、ことを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載の逆F型アンテナ。
- [請求項5] 上記放射素子は、上記主要部の他方の端部から上記地板と直交する方向に伸びる他のアーム部であって、先端が開放された他のアーム部を備えている、
 ことを特徴とする請求項4に記載の逆F型アンテナ。
- [請求項6] 上記他のアーム部は、少なくとも一部分がメアング化されている、
 ことを特徴とする請求項5に記載の逆F型アンテナ。

[請求項7] 上記放射素子は、上記他のアーム部の中間部と上記主要部の中間部とを短絡する短絡部を備えている、
ことを特徴とする請求項5又は6に記載の逆F型アンテナ。

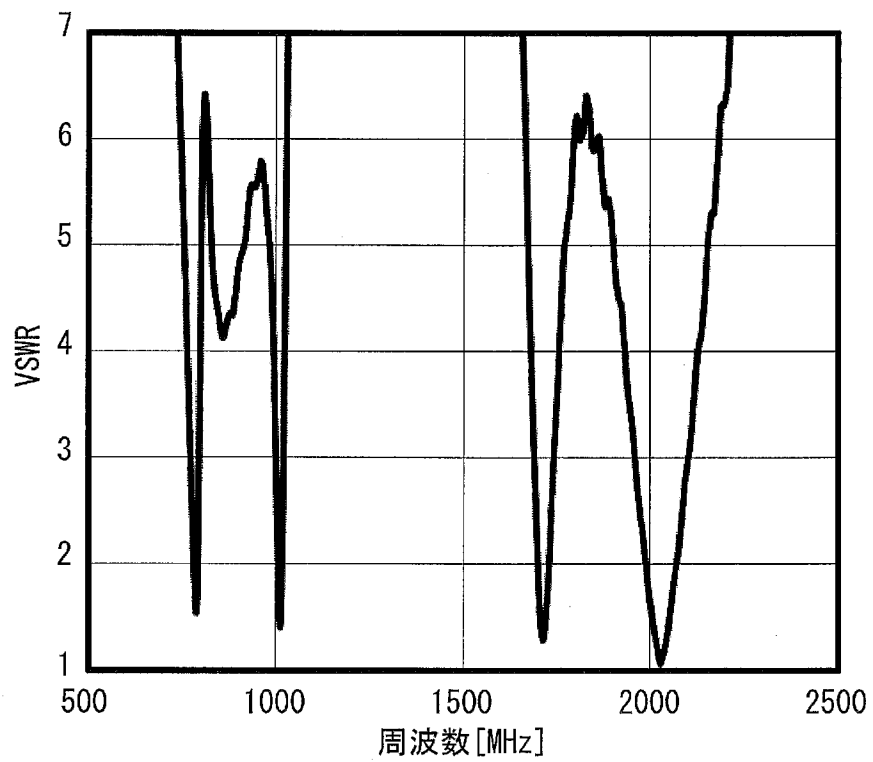
[図3]



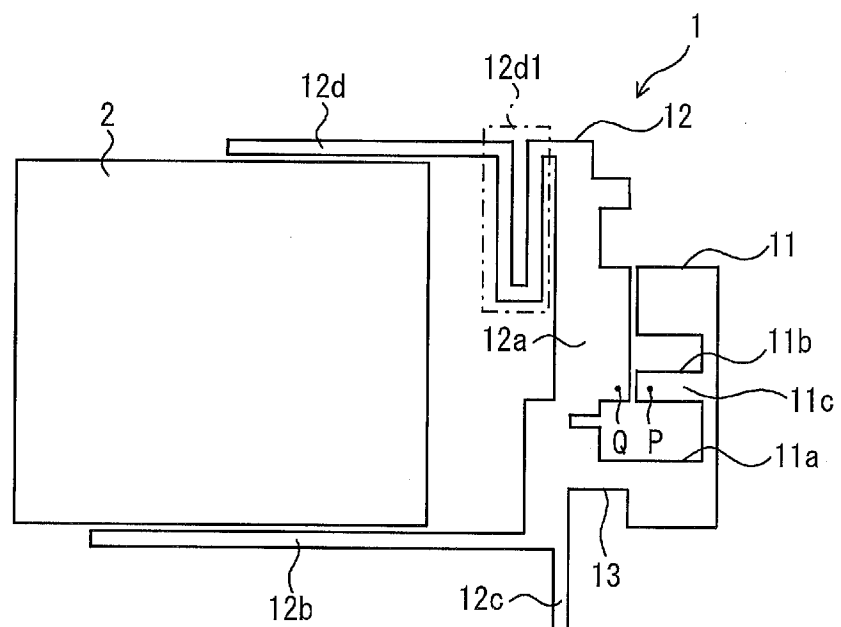
[図4]



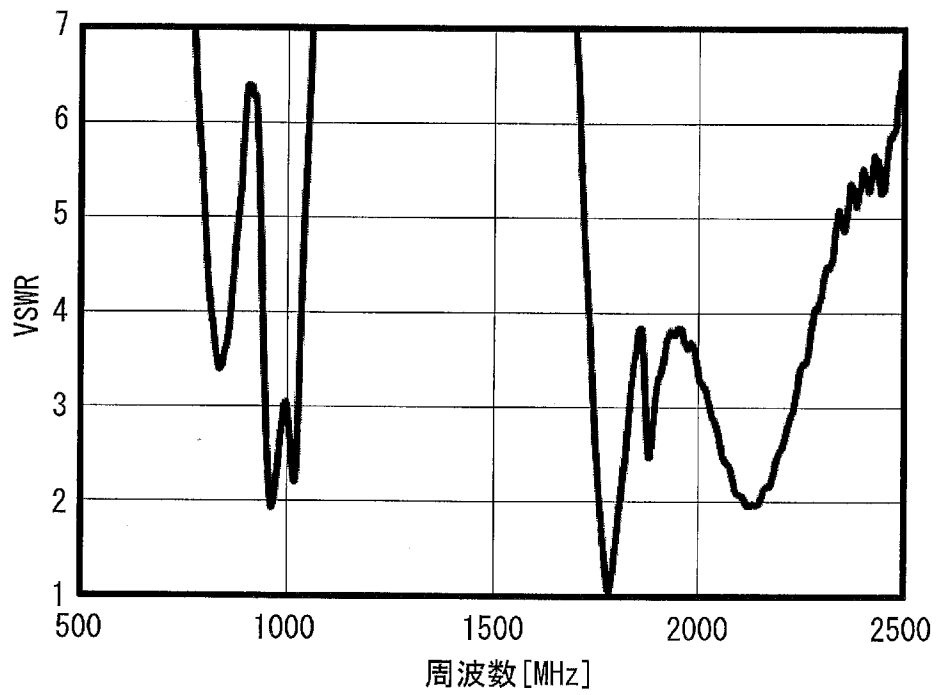
[図5]



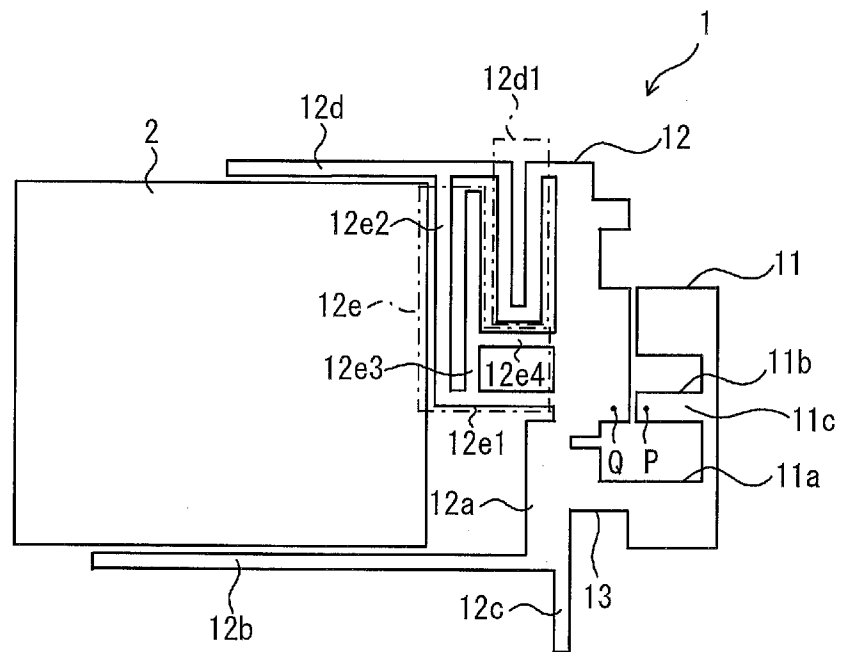
[図6]



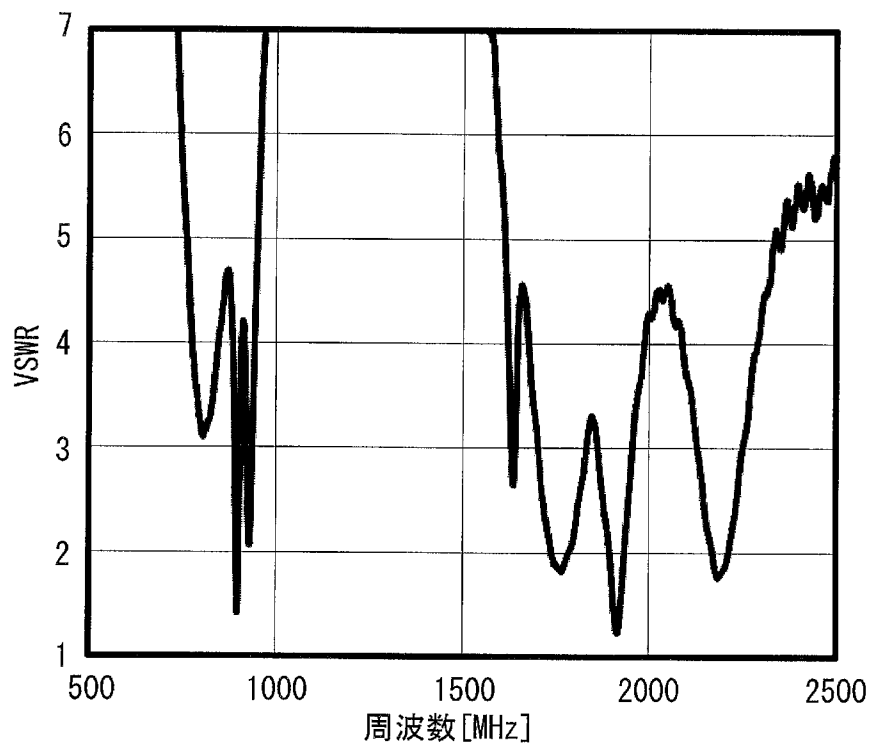
[図7]



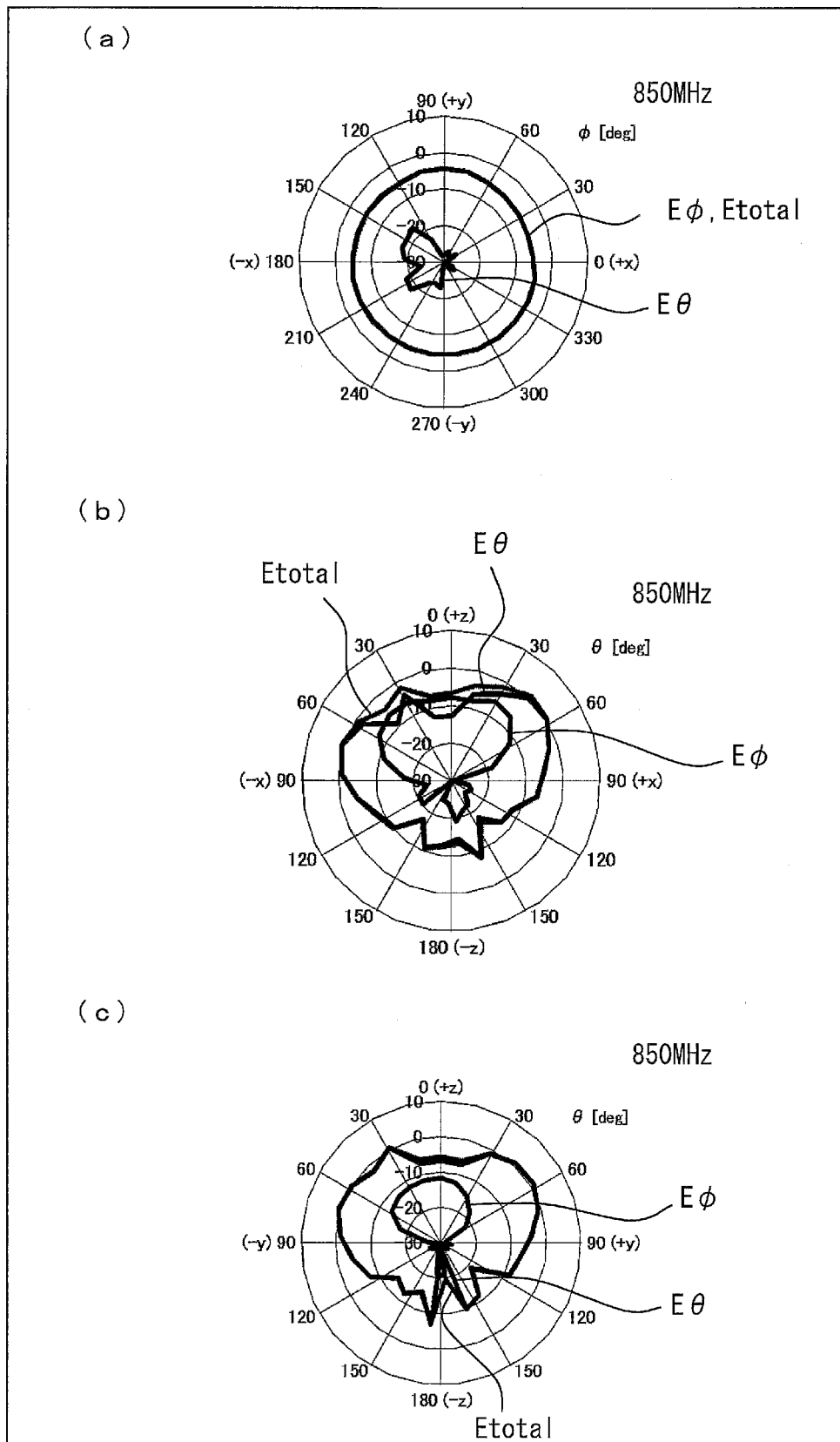
[図8]



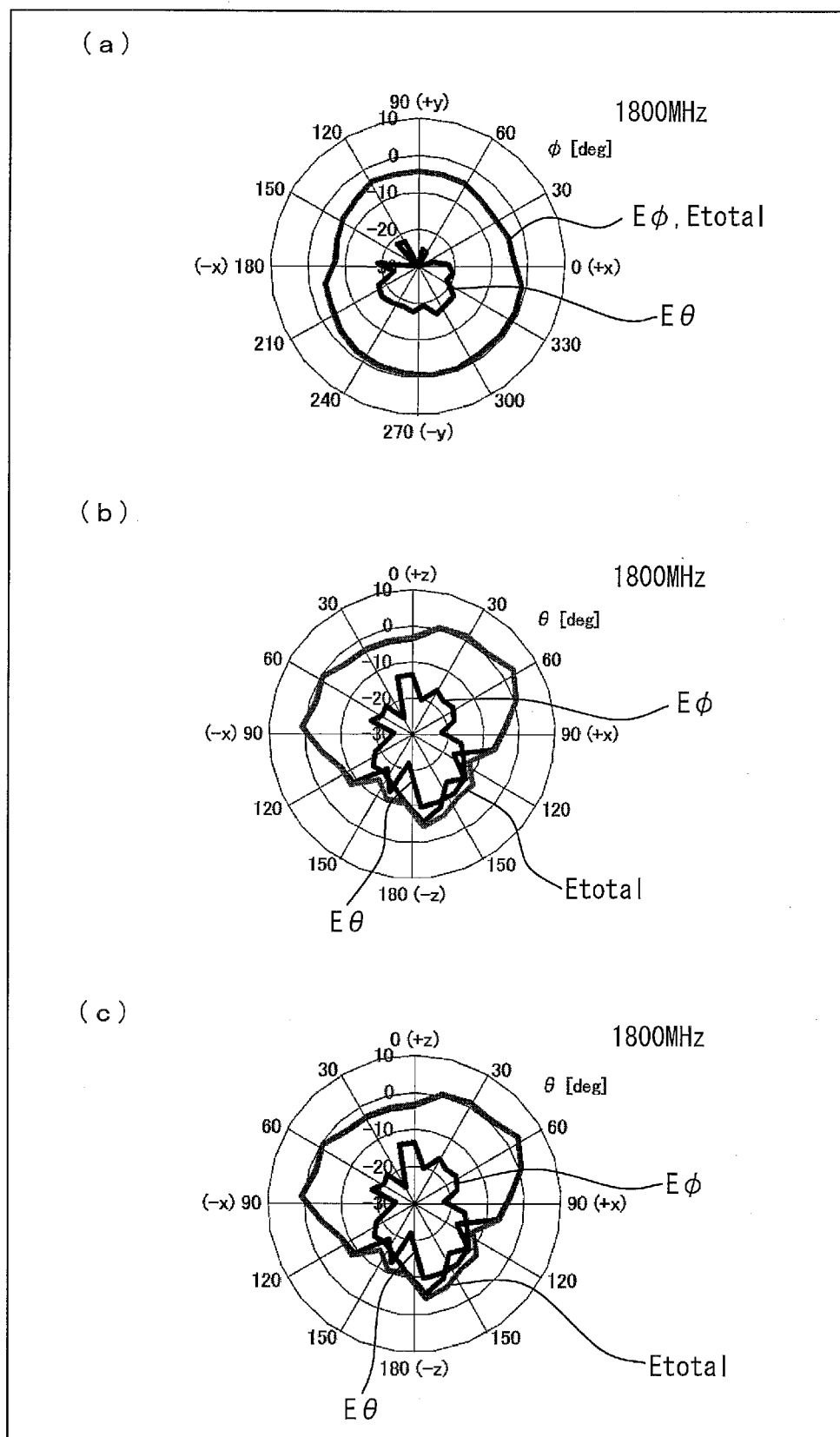
[図9]



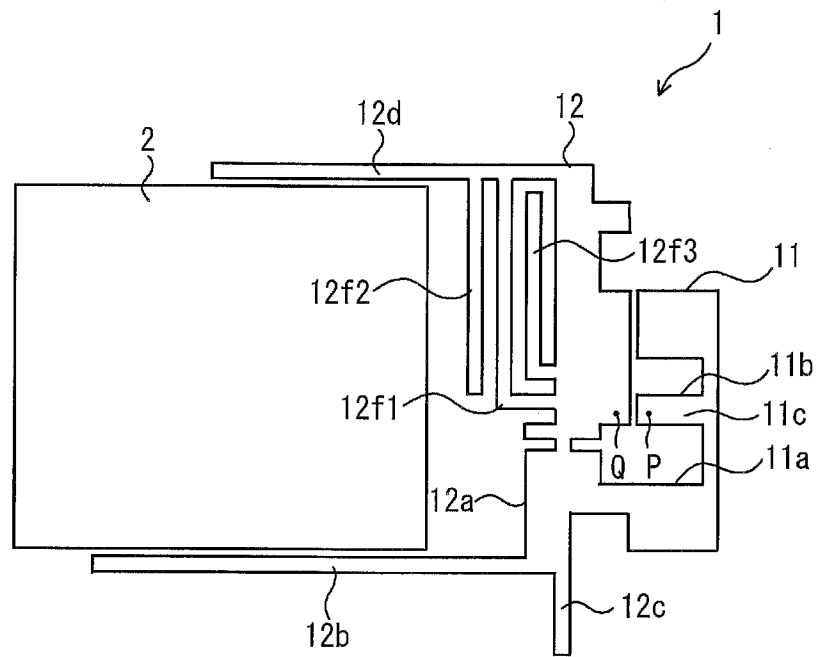
[図10]



[図11]



[図12]



[図13]

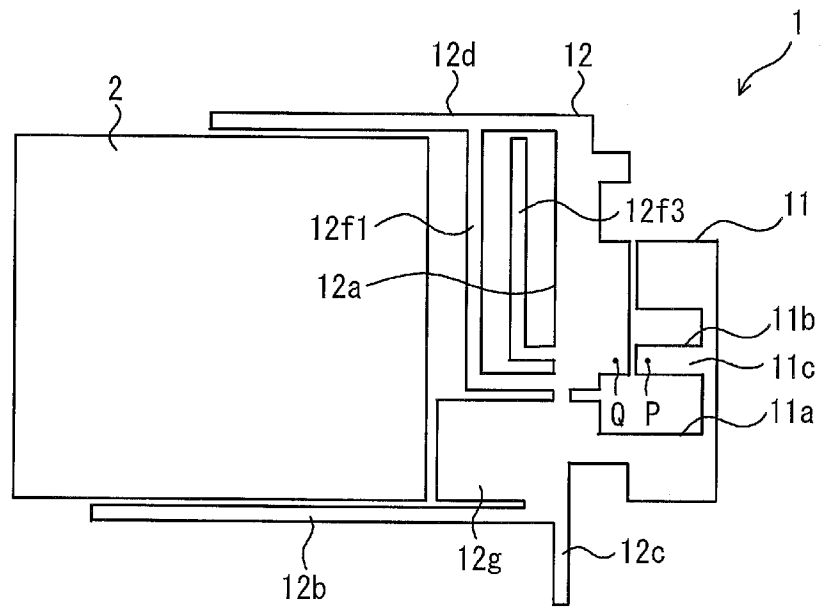
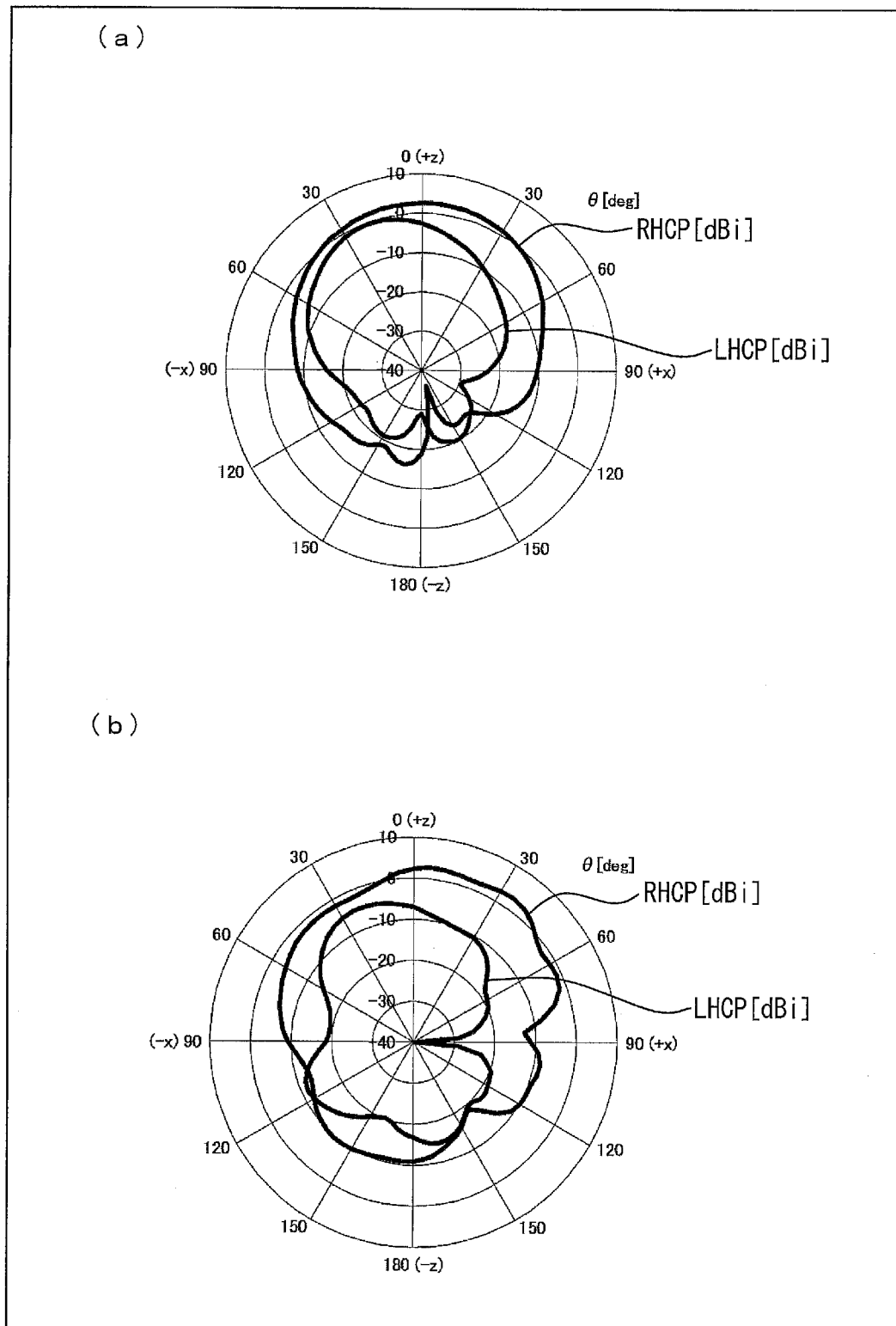


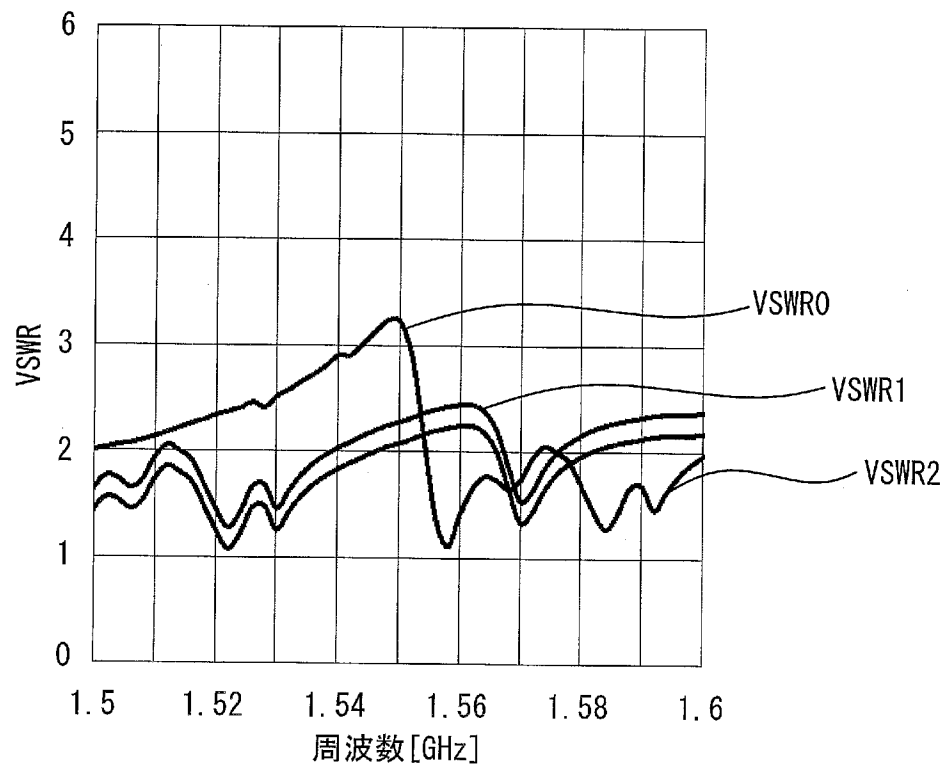
Figure 1(a) is a plan view of a semiconductor device 2. It features a central circular region 21. Within this region, there is a central structure 22 that is divided into two parts, 22a and 22b, by a vertical line. A central hole P is located at the bottom of the central structure. The central region 21 is surrounded by a rectangular frame 24. The frame 24 has a top edge 24a, a bottom edge 24b, a left edge 24c, and a right edge 24d. A vertical strip 25 is located on the right side of the device, extending from the top edge 24a to the bottom edge 24b. The strip 25 has a top part 25a, a middle part 25b, and a bottom part 25c. A small circle 26 is located at the top left corner of the frame 24. A coordinate system with x and y axes is shown in the bottom right corner.

Figure 1(b) is an equivalent circuit diagram. It shows a series combination of components. From left to right, the components are: a capacitor C1 connected to ground, an inductor L1, a capacitor C3, an inductor L2, and a capacitor C2 connected to ground. The components are connected in a series path between two terminals.

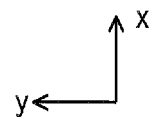
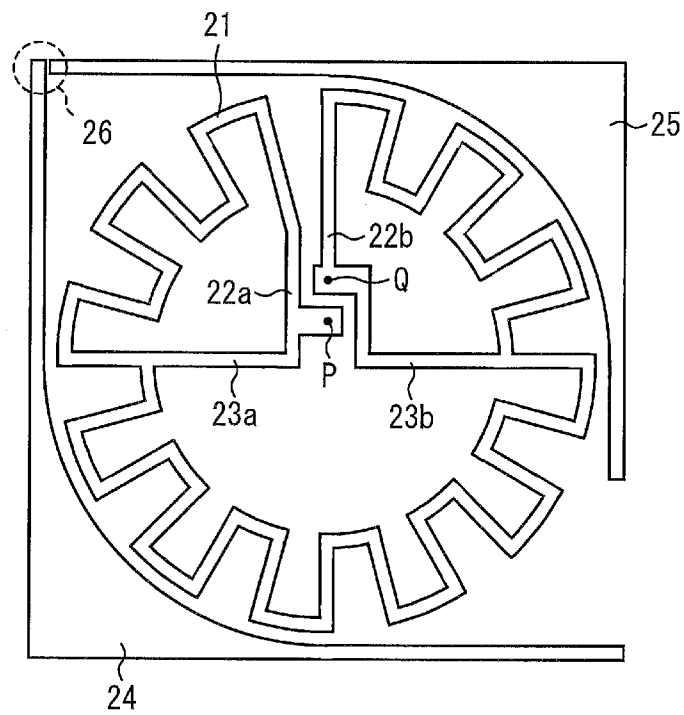
[図15]



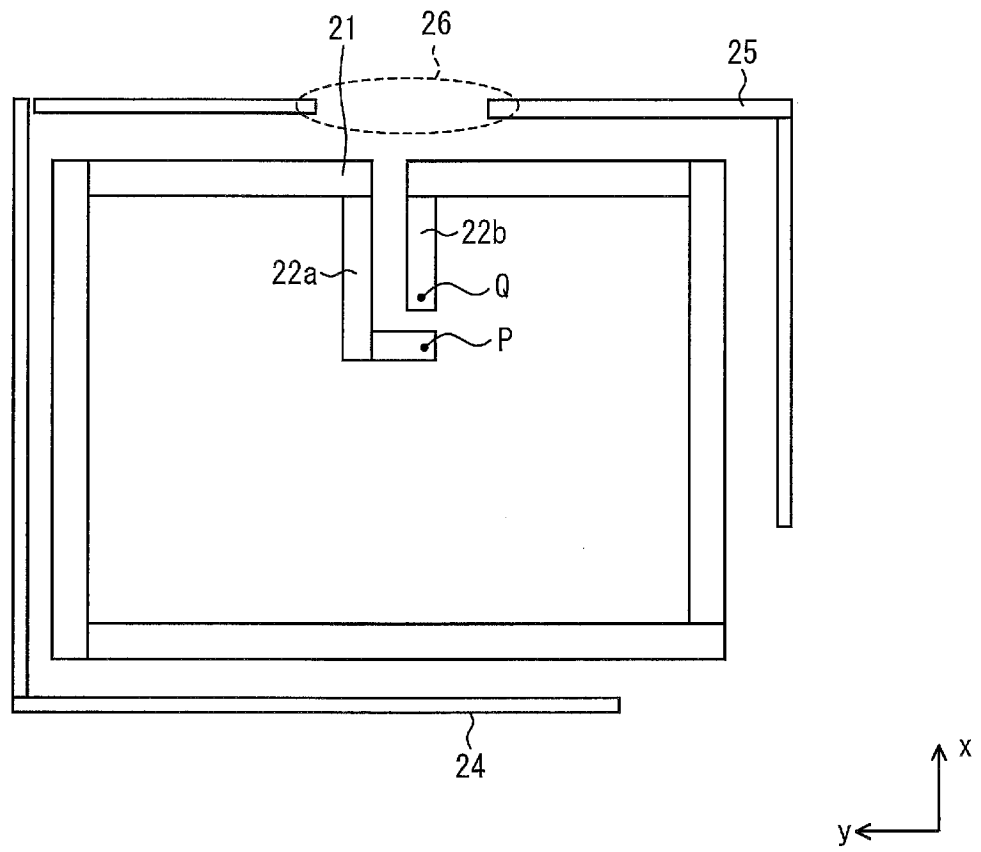
[図16]



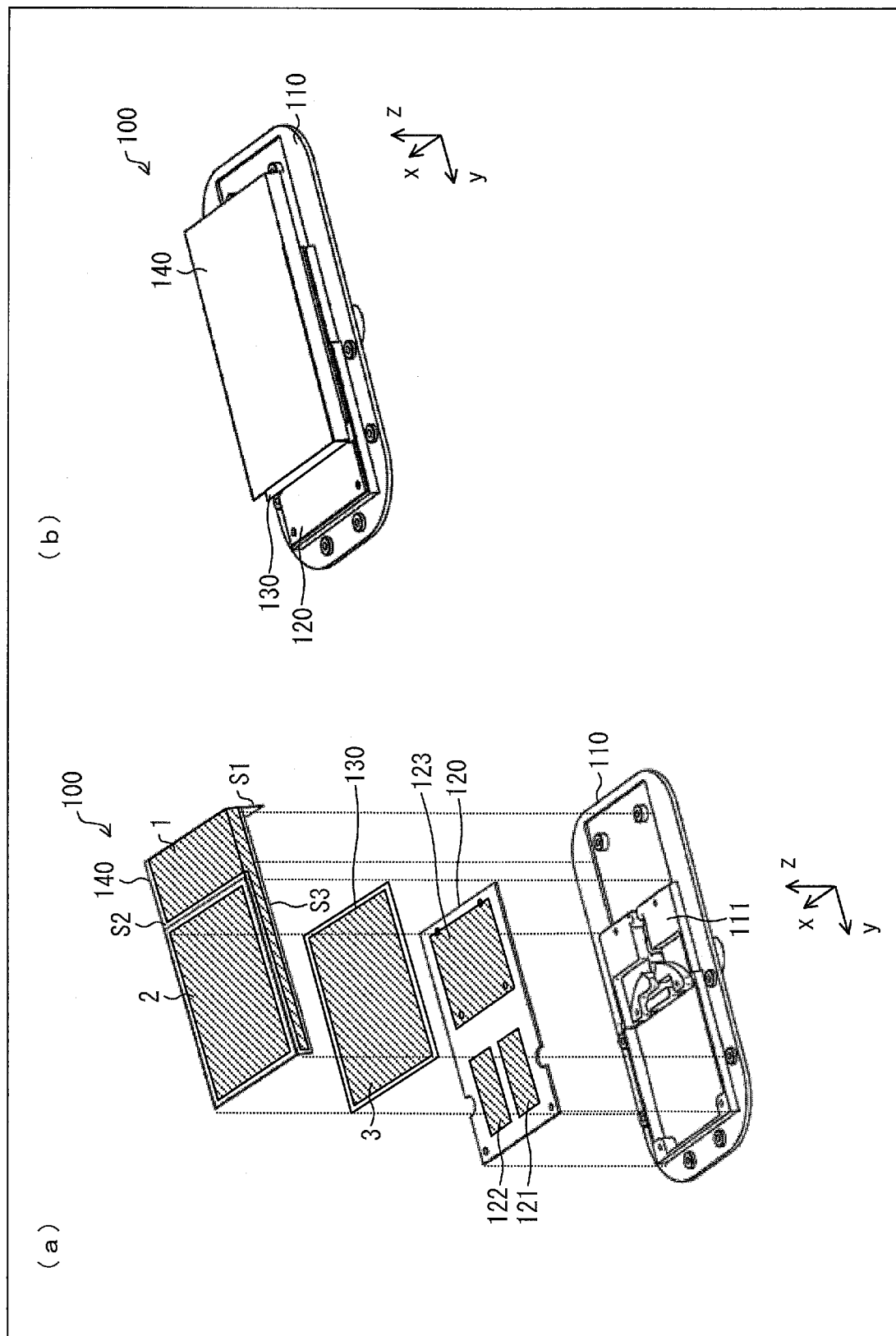
[図17]



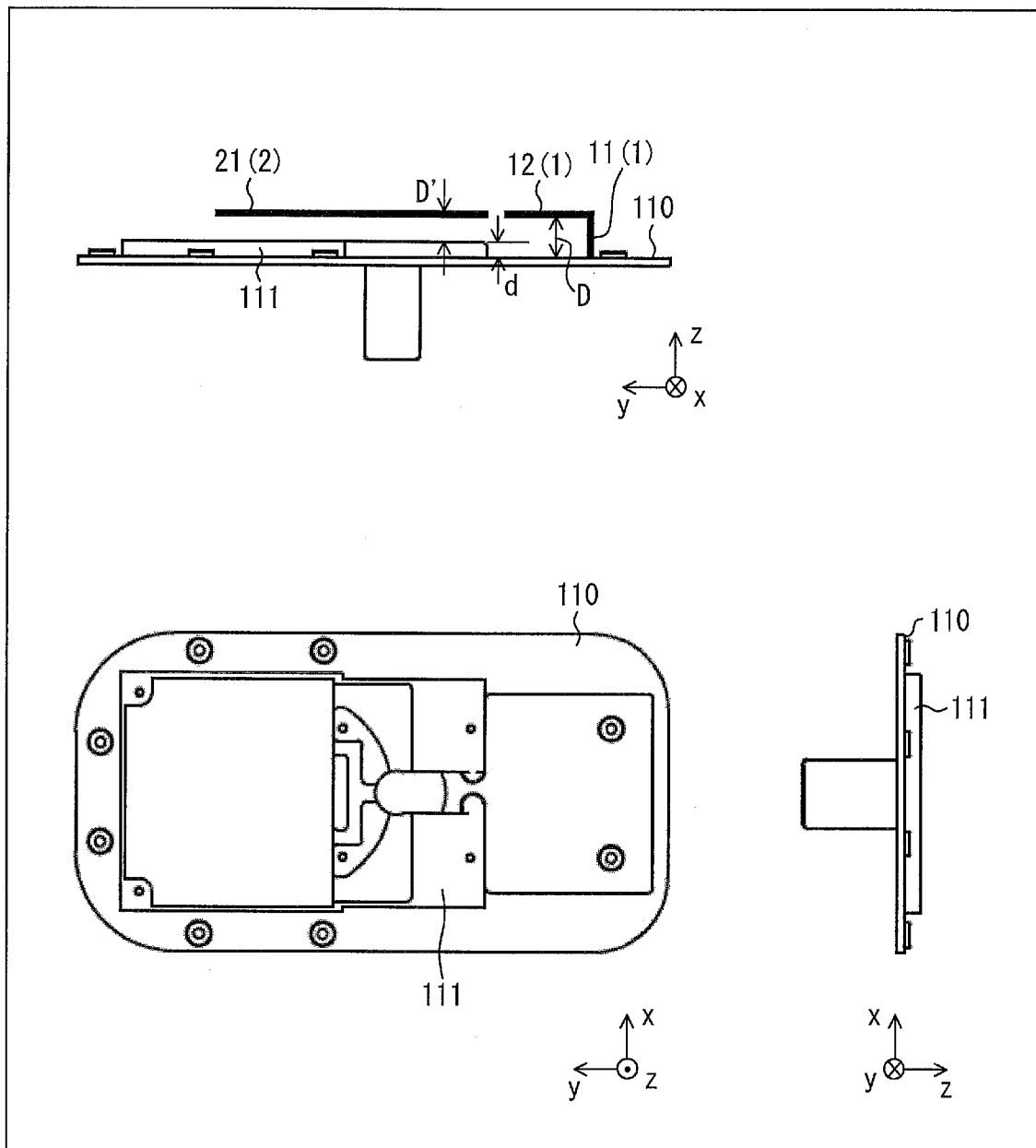
[図18]



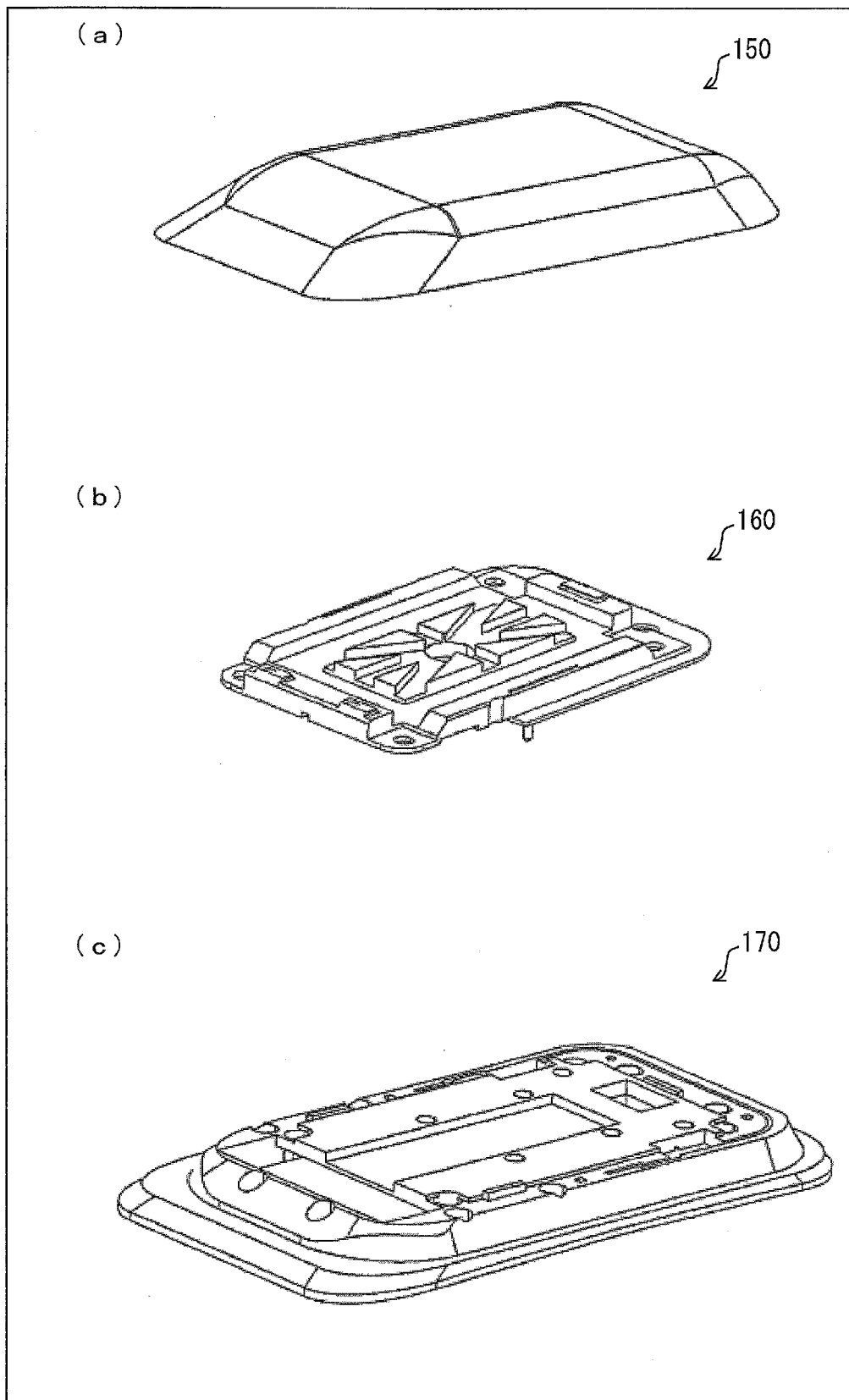
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067844

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q13/08(2006.01)i, H01Q1/22(2006.01)i, H01Q1/32(2006.01)i, H01Q1/38(2006.01)i, H01Q1/42(2006.01)i, H01Q5/01(2006.01)i, H01Q21/30(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01Q13/08, H01Q1/22, H01Q1/32, H01Q1/38, H01Q1/42, H01Q5/01, H01Q21/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-290522 A (Casio Computer Co., Ltd.), 10 December 2009 (10.12.2009), entire text; all drawings & US 2009/0295652 A1 & EP 2128925 A1 & CN 101593871 A	1-7
A	WO 2011/059088 A1 (Hitachi Metals, Ltd.), 19 May 2011 (19.05.2011), entire text; all drawings & US 2012/0146865 A1 & EP 2458681 A1 & CN 102696149 A & KR 10-2012-0092663 A	1-7
A	JP 3175058 U (Cipherlab Co., Ltd.), 19 April 2012 (19.04.2012), entire text; all drawings & US 2013/0120215 A1 & EP 2592689 A & TWU 00M432153	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 September, 2013 (17.09.13)

Date of mailing of the international search report
24 September, 2013 (24.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01Q13/08(2006.01)i, H01Q1/22(2006.01)i, H01Q1/32(2006.01)i, H01Q1/38(2006.01)i,
H01Q1/42(2006.01)i, H01Q5/01(2006.01)i, H01Q21/30(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01Q13/08, H01Q1/22, H01Q1/32, H01Q1/38, H01Q1/42, H01Q5/01, H01Q21/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-290522 A (カシオ計算機株式会社) 2009.12.10, 全文, 全図 & US 2009/0295652 A1 & EP 2128925 A1 & CN 101593871 A	1-7
A	WO 2011/059088 A1 (日立金属株式会社) 2011.05.19, 全文, 全図 & US 2012/0146865 A1 & EP 2458681 A1 & CN 102696149 A & KR 10-2012-0092663 A	1-7
A	JP 3175058 U (欣技資訊股▲分▼有限公司) 2012.04.19, 全文, 全図 & US 2013/0120215 A1 & EP 2592689 A & TWU 00M432153	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 7 . 0 9 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 9 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

麻生 哲朗

5 K

2 9 5 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6