

(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
2015 年 7 月 23 日(23.07.2015)



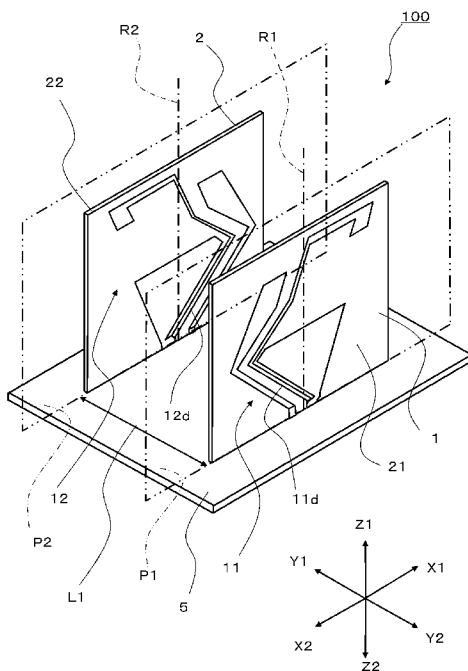
(10) 国際公開番号

WO 2015/107983 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 21/28 (2006.01) H01Q 9/40 (2006.01)
H01Q 9/38 (2006.01) H01Q 21/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/050458
- (22) 国際出願日: 2015 年 1 月 9 日(09.01.2015)
- (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 2014-004222 2014 年 1 月 14 日(14.01.2014) JP
- (71) 出願人: アルプス電気株式会社(ALPS ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 柴山 貴光(SHIBAYAMA, Takamitsu); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 野▲崎▼ 照夫(NOZAKI, Teruo); 〒1700013 東京都豊島区東池袋 1-2-1 オーク池袋ビルディング 3 F Tokyo (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, 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, 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))

(54) Title: ANTENNA DEVICE

(54) 発明の名称: アンテナ装置



(57) Abstract: [Problem] To provide an antenna device capable of maintaining an isolation characteristic even if a device body is downsized when the device has two antennas each provided with a plurality of antenna elements. [Solution] An antenna device (100) provided with a ground plate (5), a first antenna (1) and a second antenna (2), wherein the first antenna (1) comprises a first antenna element (11), the first antenna element (11) includes an aggregate of a plurality of first conductor pieces (11d) that are neither parallel nor perpendicular to a perpendicular (R1) to the ground plate, the second antenna (2) comprises a second antenna element (12), the second antenna element (12) includes an aggregate of a plurality of second conductor pieces (12d) that are neither parallel nor perpendicular to a perpendicular (R2), and when the first antenna (1) and the second antenna (2) are viewed while overlapping each other, the first conductor piece (11d) and the second conductor piece (12d) that correspond to each other face opposite directions to each other with respect to the perpendicular (R1) or the perpendicular (R2).

(57) 要約: 【課題】複数のアンテナ素子が設けられたアンテナを2つ有する場合に、装置本体が小型化されても、アイソレーション特性を維持できるアンテナ装置を提供する。【解決手段】グラウンド板5と第1アンテナ1と第2アンテナ2とを備えたアンテナ装置100であって、第1アンテナ1は、第1アンテナ素子11を有し、第1アンテナ素子11はグラウンド板の垂線R1に対して平行ではなく垂直でもない複数の第1導体片11dの集合体を含み、第2アンテナ2は、第2アンテナ素子12を有し、第2アンテナ素子12は垂線R2に対して平行ではなく垂直でもない複数の第2導体片12dの集合体を含み、第1アンテナ1と第2アンテナ2とを重ねて見た時に、互いに対応する第1導体片11dと第2導体片12dとが、垂線R1又は垂線R2に対して互いに逆方向に向いている。

て見た時に、互いに対応する第1導体片11dと第2導体片12dとが、垂線R1又は垂線R2に対して互いに逆方向に向いている。

WO 2015/107983 A1

明 細 書

発明の名称： アンテナ装置

技術分野

[0001] 本発明は、通信用のアンテナ装置に係り、特に複数のアンテナを有するアンテナ装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、無線通信ネットワークにおいては、周波数利用効率の向上、データレートの向上を目的として、LTE (Long Term Evolution) システムが世界中で実用化されようとしている。LTEシステムにおいては、互いに異なる複数の周波数帯域を用いてデータの送受信を行なうことが決められている。このようなシステムでは、複数の周波数帯域に対応するため複数のアンテナ素子を同一絶縁基板上に有したアンテナ装置が用いられる。

[0003] また、最近では、2つのアンテナを組み合わせでデータの送受信を行い、利用できる周波数帯域を擬似的に広げるMIMO (Multiple Input Multiple Output) と呼ばれる技術が開発されている。このような技術を利用したシステムにおいては、同一周波数で送受信可能な2つのアンテナを互いの近傍に設置したアンテナ装置が用いられる。

[0004] 複数のアンテナ素子を同一絶縁基板上に有する場合、又は2つのアンテナを互いの近傍に設置した場合において、互いのアンテナ素子間又は互いのアンテナ間のアイソレーションを十分確保することが要求される。また、最近では、アンテナ装置の小型化も要求されるようになってきている。

[0005] そこで、このような要求に対し、特許文献1によるアンテナ装置900のような、隣接した周波数帯域に対応する複数のアンテナ素子を有し、複数のアンテナ素子間のアイソレーション特性を改善したアンテナ装置が提案されている。特許文献1によるアンテナ装置について、図8を用いて説明する。

[0006] アンテナ装置900は、地板910と、第1の周波数帯域に対応する第1のアンテナ素子911と、第1の周波数帯域の近傍又は第1の周波数帯域と

重なる第2の周波数帯域に対応する第2のアンテナ素子912と、第1のアンテナ素子911に給電を行う第1の給電部913と、第2のアンテナ素子912に給電を行う第2の給電部914とを備える。そして、第1のアンテナ素子911を地板910の長辺に対して直交する方向に配置すると共に、第2のアンテナ素子912を地板910の長辺に対して平行な方向に配置する構成とした。

[0007] アンテナ装置900では、第1のアンテナ素子911と第2のアンテナ素子912の配置を互いに直交するように配置することにより、アンテナ素子間の結合を低減させることができ、アンテナ素子間のアイソレーション特性を改善することができるとしている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2006-229529号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 特許文献1に開示されたような、複数の周波数帯域に対応するために複数のアンテナ素子が設けられたアンテナが1つのみである場合、複数のアンテナ素子間のアイソレーションを確保することは、特許文献1に開示された発明による技術で対応できる。しかしながら、複数の周波数帯域に対応するために複数のアンテナ素子が設けられたアンテナを、2つ有するように配置したアンテナ装置である場合、特許文献1に開示された発明による技術だけでは、装置本体が小型化された場合に、アンテナ間アイソレーション特性を維持することは困難であった。

[0010] 本発明は、このような従来技術の実情に鑑みてなされたもので、その目的は、複数のアンテナ素子が設けられたアンテナを2つ有する場合に、装置本体が小型化されても、必要とされるアンテナ間アイソレーション特性を維持できるアンテナ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0011] この課題を解決するために、本発明のアンテナ装置は、グラウンド板と、前記グラウンド板の一方の面側に設けられた第1アンテナと、前記グラウンド板の一方の面側に設けられた第2アンテナと、を備えたアンテナ装置であって、前記第1アンテナによって形成される第1平面と前記第2アンテナによって形成される第2平面とは互いに平行に対面していると共に、前記グラウンド板に対してそれぞれ垂直に立設しており、前記第1アンテナは、第1アンテナ素子を有し、前記第1アンテナ素子は前記グラウンド板の垂線に対して平行ではなく垂直でもない複数の第1導体片の集合体を含み、前記第2アンテナは、第2アンテナ素子を有し、前記第2アンテナ素子は前記垂線に対して平行ではなく垂直でもない複数の第2導体片の集合体を含み、前記第1アンテナと前記第2アンテナとを重ねて見た時に、互に対応する前記第1導体片と前記第2導体片とが、前記垂線に対して互いに逆方向に向いている、という特徴を有する。
- [0012] このように構成されたアンテナ装置では、第1アンテナと第2アンテナとを重ねて見た時に、互に対応する第1導体片と第2導体片とを、グラウンド板の垂線に対して互いに逆方向に向くように構成したため、互に対応する第1導体片及び第2導体片それぞれのアンテナ偏波面同士を交差させることができる。その結果、互に対応する第1導体片と第2導体片との結合を低減させることができ、アンテナ装置本体を小型化した場合においても、第1アンテナと第2アンテナとの間の必要とされるアンテナ間アイソレーション特性を維持することができる。
- [0013] また、上記の構成において、前記第1アンテナと前記第2アンテナとを重ねて見た時に、互に対応する前記第1導体片と前記第2導体片とのなす角度が直角である、という特徴を有する。
- [0014] このように構成されたアンテナ装置では、第1アンテナと第2アンテナとを重ねて見た時に、互に対応する第1導体片と第2導体片とのなす角度を直角に設定したので、互に対応する第1導体片及び第2導体片それぞれの

アンテナ偏波面同士を直交させることができる。その結果、互いに対応する第1導体片と第2導体片との結合を更に低減させることができ、第1アンテナと第2アンテナとの間のアンテナ間アイソレーションを更に高めることができる。

[0015] また、上記の構成において、前記第2アンテナ素子を裏返した時の形状が前記第1アンテナ素子の形状と合同であって、前記第1アンテナと前記第2アンテナとを重ねて見た時に、互いに対応する前記第1導体片と前記第2導体片とが、前記垂線に対してそれぞれ 45° の角度を有する、という特徴を有する。

[0016] このように構成されたアンテナ装置では、第1アンテナと第2アンテナとの各特性を同一にすることができると共に、第1アンテナと第2アンテナとの間のアンテナ間アイソレーションを最大限に高めることができる。

発明の効果

[0017] 本発明のアンテナ装置は、第1アンテナと第2アンテナとを重ねて見た時に、互いに対応する第1導体片と第2導体片とを、グランド板の垂線に対して互いに逆方向に向くように構成したため、互いに対応する第1導体片及び第2導体片それぞれのアンテナ偏波面同士を交差させることができる。その結果、互いに対応する第1導体片と第2導体片との結合を低減させることができ、アンテナ装置本体を小型化した場合においても、第1アンテナと第2アンテナとの間の必要とされるアンテナ間アイソレーション特性を維持することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の実施形態に係るアンテナ装置の外観を示す斜視図である。

[図2]第1アンテナと第2アンテナとの関係を示す斜視図である。

[図3]LTEシステムにおける各周波数帯域の関係を示す図である。

[図4]第1アンテナにおける第1アンテナ素子を示す正面図である。

[図5]第2アンテナにおける第2アンテナ素子を示す正面図である。

[図6]第1アンテナと第2アンテナとを重ねて見た時の正面図である。

[図7]アンテナ装置のアンテナ間アイソレーション特性を示すグラフである。

[図8]従来例に係るアンテナ装置の平面図である。

発明を実施するための形態

[0019] [実施形態]

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。尚、本明細書では、特に断りの無い限り、各図面のX1側を右側、X2側を左側、Y1側を奥側、Y2側を手前側、Z1側を上側、Z2側を下側として説明する。

[0020] 最初に、実施形態に係るアンテナ装置100の外観形状、及び第1アンテナ1と第2アンテナ2それぞれにおける第1アンテナ素子11と第2アンテナ素子12の構成について図1乃至図5を用いて説明する。

[0021] 図1は、実施形態に係るアンテナ装置100の最終的な外観を示す斜視図であり、図2は、第1アンテナ1と第2アンテナ2との関係を示す斜視図である。また、図3は、LTEシステムにおける第1周波数帯域、第2周波数帯域、第3周波数帯域の各周波数帯域の関係を示す図である。更に、図4は、第1アンテナ1における第1アンテナ素子11の形状を示す正面図であり、図5は、第2アンテナ2における第2アンテナ素子12の形状を示す正面図である。

[0022] アンテナ装置100は、LTEシステムに対応すると共に、MIMOシステムにも対応したアンテナ装置であり、LTEシステムのマルチバンド周波数帯域に使用されるアンテナ素子を複数有するアンテナをMIMOシステム用に2つ備えていて、それぞれのアンテナは同一周波数で送受信可能となっている。アンテナ装置100は、小型化されたアンテナ装置であり、小型化されても十分なアンテナ間アイソレーションを維持することのできるアンテナ装置である。アンテナ間距離としては、より近接させることが要求されるが、アンテナ間アイソレーションとしては約10dB以上が必要とされる。また、アンテナ装置100は、車載用を想定しており、車両のルーフ上に取り付けられて使用される。

[0023] 図1に示すように、アンテナ装置100は、合成樹脂で形成された鯊の鰭の形状（シャークフィン形状）を持ったケース31内に収納されている。シャークフィン形状は、先端に行くほど細くなると共に、側面も内側に絞った曲面とされた流線型の外形形状となっている。アンテナ装置100は、第1アンテナ1と第2アンテナ2とグラウンド板5とを有している。第1アンテナ1と第2アンテナ2とは、ケース31で覆われることにより外部の環境から保護されることになる。また、第1アンテナ1と第2アンテナ2とはケーブル32によって車両内の通信機器（図示せず）にそれぞれ接続される。

[0024] グラウンド板5は台座（図示せず）に搭載され、台座はグラウンド板5と共に車両の屋根に、ネジ留めや磁石等によって取り付けられる。グラウンド板5は、金属によって形成されたグラウンドプレーンであって、絶縁基板上に金属箔パターンで形成されていても良いし、金属板によって形成されても良い。グラウンド板5を車両の屋根に直接接続するか、又は静電容量結合等によって車両の屋根に結合させることによって、グラウンド板5から車両の屋根へグラウンドプレーンを拡張させることができる。そのため、車両の屋根全体をアンテナ装置100のグラウンドとして使用することができ、アンテナ装置100の性能向上に貢献させることができる。

[0025] アンテナ装置100は、図1で示したケース31の内部において、前述したグラウンド板5と、グラウンド板5の一方の面側に設けられた第1アンテナ1と、同じくグラウンド板5の一方の面側に設けられた第2アンテナ2とが、図2に示すように構成されている。第1アンテナ1は、第1絶縁基板21と、第1絶縁基板21上に形成された第1アンテナ素子11とを有して構成されている。また、第2アンテナ2は、第2絶縁基板22と、第2絶縁基板22上に形成された第2アンテナ素子12とを有して構成されている。

[0026] 第1絶縁基板21と第2絶縁基板22とは、それぞれグラウンド板5に対して垂直に取り付けられていると共に、互いに平行に対面している。即ち、第1アンテナ1によって形成される第1平面P1と第2アンテナ2によって形成される第2平面P2とは互いに平行に対面していると共に、グラウンド板5

に対してそれぞれ垂直に立設している。また、第1アンテナ素子11が設けられた第1絶縁基板21と第2アンテナ素子12が設けられた第2絶縁基板22、言い換えれば、第1アンテナ1と第2アンテナ2とは、それぞれアンテナ間距離L1だけ離れて真横に並んで取り付けられている。

[0027] 前述したように、アンテナ装置100は、LTEシステムに対応するように構成されている。LTEシステムに用いられる周波数帯域は、図3に示すように、3つの帯域に分かれている。最も周波数の低い周波数帯域が、0.7GHz~0.96GHzの第1周波数帯域であり、次の周波数帯域が、1.7GHz~2.2GHzの第2周波数帯域であり、最も周波数の高い周波数帯域が、2.5GHz~2.7GHzの第3周波数帯域である。そのため、第1アンテナ1及び第2アンテナ2は、どちらも0.7GHz~0.96GHzの第1周波数帯域、1.7GHz~2.2GHzの第2周波数帯域、及び2.5GHz~2.7GHzの第3周波数帯域の信号を送受信できるように構成されている。

[0028] 図4に示すように、第1アンテナ1は、第1絶縁基板21上に構成された第1アンテナ素子11、第1給電点1a、及び第1接地点1bで構成されている。第1アンテナ素子11は、上記第1周波数帯域から第3周波数帯域までの信号を送受信できるように、低周波用第1アンテナ素子11a、無給電第1アンテナ素子11b、及び高周波用第1アンテナ素子11cで構成されている。

[0029] 低周波用第1アンテナ素子11aは、複数の第1導体片11dの集合体を含み、LTEシステムにおける最も周波数の低い周波数帯域である第1周波数帯域の信号を取り扱うように形成されている。複数の第1導体片11dの内の1つの第1導体片11dの一端が第1給電点1aに接続されていて、その第1導体片11dの他端には他の複数の第1導体片11dが連続して接続されている。無給電第1アンテナ素子11bも、複数の第1導体片11dの内の1つの第1導体片11dの一端が第1接地点1bに接続されていて、その第1導体片11dの他端には他の第1導体片11dが接続されている。

[0030] 低周波用第1アンテナ素子11a及び無給電第1アンテナ素子11bを構成している導体片の内、各第1導体片11dは、全て、グラウンド板5の垂線R1に対して傾斜して形成されている。即ち、各第1導体片11dは、垂線R1に対して平行でもなく垂直でもない。尚、低周波用第1アンテナ素子11aには、グラウンド板5の垂線R1に対して垂直な導体片も存在するが、この導体片は、無給電第1アンテナ素子11bのインダクタンス成分を増加させるための導体片であり、第1導体片11dではなく、アンテナ間アイソレーション特性の改善には特に寄与していない。

[0031] 図4からわかるように、無給電第1アンテナ素子11bの各第1導体片11dが低周波用第1アンテナ素子11aの各第1導体片11dに沿って設けられている。無給電第1アンテナ素子11bは、低周波用第1アンテナ素子11aによって取り扱われる周波数帯域を広帯域化するために設けられたものであり、第1給電点1aには接続されておらず、第1接地点1bに接続されている。無給電第1アンテナ素子11bの各第1導体片11dを、給電素子である低周波用第1アンテナ素子11aの各第1導体片11dに、無給電第1アンテナ素子11bの共振周波数の波長に比べて非常に短い離間距離で沿わせることにより、無給電第1アンテナ素子11bを低周波用第1アンテナ素子11aに容量結合させることができる。即ち、無給電第1アンテナ素子11bは、低周波用第1アンテナ素子11aから給電されて、新たな共振周波数を有するアンテナ素子となる。

[0032] 無給電第1アンテナ素子11bのアンテナ長は、低周波用第1アンテナ素子11aのアンテナ長に比べて幾分短く設定されている。従って、無給電第1アンテナ素子11bによる新たな共振周波数は、低周波用第1アンテナ素子11aの共振周波数より高くなり、結果として、低周波用第1アンテナ素子11aによる周波数帯域を高いほうに広げることが可能となる。即ち、低周波用第1アンテナ素子11aによる周波数帯域を広帯域化することができる。

[0033] 高周波用第1アンテナ素子11cは、その導体の一端が第1給電点1aに

接続されていると共に、一端から開放端に向かって、その幅が漸次広くなるように構成されていて、その形状は、第1給電点1aを1つの頂点とする略三角形形状となっている。

[0034] 高周波用第1アンテナ素子11cの導体のうち最も電界強度の強いアンテナ開放端部が幅広に形成してあるので、キャパシタンス成分がより増大することとなる。そして一般的に共振回路では、キャパシタンス成分が大きくなると共振周波数が小さくなるので、開放端が幅広になっていない導体と比べたとき、アンテナ放射導体の長さが同等であればアンテナ共振周波数が小さくなる。即ち、アンテナ開放端部を幅広にすることによって、所望の周波数に共振させるうえで必要となる放射導体の長さをより短く設定することができるので、アンテナ装置全体の寸法を低減できる。

[0035] 低周波用第1アンテナ素子11aのアンテナ長は、第1周波数帯域に対応した長さに設定されており、具体的には、第1周波数帯域内における所定周波数信号の波長の約 $1/4$ に設定されている。また、高周波用第1アンテナ素子11cのアンテナ長は、第1周波数帯域より周波数の高い第2周波数帯域に対応した長さに設定されており、具体的には、第2周波数帯域における所定周波数信号の波長の約 $1/4$ に設定されている。

[0036] 低周波用第1アンテナ素子11aの給電点側の第1導体片11dは、高周波用第1アンテナ素子11cの導体に沿って設けられている。一般的に、アンテナ素子の導体同士を近接させて配置することにより、互いのインピーダンスマッチングを行なうことが可能となる。アンテナ素子のインピーダンスは、アンテナ素子の導体の長さ及び幅によって決定されるインダクタンス成分と、アンテナ素子の導体とグランド間、又は、隣り合う2個のアンテナ素子それぞれの導体間に発生するキャパシタンス成分とによって決定する。特に、隣り合う2個のアンテナ素子の導体同士を近接させ、その離間距離及び対向させている導体の長さを調整することにより、隣り合う2個のアンテナ素子それぞれの導体間に発生するキャパシタンス成分を調整することができる。その結果、それぞれのアンテナ素子のインピーダンスを調整することが

できる。

[0037] 第1アンテナ1においては、低周波用第1アンテナ素子11aの第1導体片11dを、高周波用第1アンテナ素子11cの導体に沿って設け、それぞれの導体間の離間距離及び各導体の長さを調整することによって、それぞれのインピーダンスマッチングを行なうようにしている。尚、この調整は、第1アンテナ1の設計段階において実施されるものであり、そのため第1アンテナ1の性能は、設計段階でほぼ決定されることになる。

[0038] 低周波用第1アンテナ素子11aのアンテナ長は、第1周波数帯域の約3倍の周波数帯域に当たる2.5GHzから2.7GHzの周波数帯域、即ち第3周波数帯域も送受信できるように構成されている。具体的には、低周波用第1アンテナ素子11aのアンテナ長は、第3周波数帯域の中の所定周波数信号の波長の約3/4に設定されている。ここで、上記第3周波数帯域の中の所定周波数は、上記第1周波数帯域の中の所定周波数の約3倍の周波数に相当する。

[0039] 上記のように、低周波用第1アンテナ素子11aのアンテナ長は、第1周波数帯域を送受信できるように設定されていると同時に、第1周波数帯域の約3倍の周波数に当たる第3周波数帯域をも送受信できるように設定されていることになる。そのため、周波数の大きく異なる2つの周波数帯域の送受信を、1つの素子だけで実現することができる。従って、マルチバンド対応のアンテナ装置100の小型化に貢献することができる。

[0040] 尚、図4において、低周波用第1アンテナ素子11aの各導体片と無給電第1アンテナ素子11bの各第1導体片11dと高周波用第1アンテナ素子11cとは、金属製の導体からなる。この金属製の導体は、図4に示した第1絶縁基板21上に金属箔パターンによって形成されたものでも良いし、絶縁基板を使用せず、金属板を切り抜いて組み合わせた構成のものであっても良い。

[0041] 図5に示すように、第2アンテナ2は、第2絶縁基板22上に構成された第2アンテナ素子12、第2給電点2a、及び第2接地点2bで構成されて

いる。第2アンテナ素子12は、上記第1周波数帯域から第3周波数帯域までの信号を送受信できるように、低周波用第2アンテナ素子12a、無給電第2アンテナ素子12b、及び高周波用第2アンテナ素子12cで構成されている。

[0042] 低周波用第2アンテナ素子12aは、複数の第2導体片12dの集合体を含み、LTEシステムにおける最も周波数の低い周波数帯域である第1周波数帯域の信号を取り扱うように形成されている。複数の第2導体片12dの内の1つの第2導体片12dの一端が第1給電点1aに接続されていて、その第2導体片12dの他端には他の複数の第2導体片12dが連続して接続されている。無給電第2アンテナ素子12bも、複数の第2導体片12dの内の1つの第2導体片12dの一端が第2接地点2bに接続されていて、その第2導体片12dの他端には他の第2導体片12dが接続されている。

[0043] 高周波用第2アンテナ素子12cは、その導体の一端が第2給電点2aに接続されていると共に、一端から開放端に向かって、その幅が漸次広くなるように構成されていて、その形状は、第2給電点2aを1つの頂点とする略三角形状となっている。

[0044] 低周波用第2アンテナ素子12a、無給電第2アンテナ素子12b、及び高周波用第2アンテナ素子12cを含む第2アンテナ素子12は、第2アンテナ素子12を左右方向に裏返した時の形状が、第1アンテナ素子11の形状と合同になるように構成されている。言い換えれば、第2アンテナ素子12を左右方向に裏返して、第1アンテナ素子11と重ねて見た時に、各アンテナ素子が完全に重なって見えることになり、結果として、1つのアンテナ素子だけが存在するように見えるように、第2アンテナ素子12が構成されている。

[0045] 上述のように、第2アンテナ素子12を左右方向に裏返した時の形状が、第1アンテナ素子11の形状と合同になるように構成されている。そのため、第2アンテナ素子12において、低周波用第2アンテナ素子12aが低周波用第1アンテナ素子11aに対応し、無給電第2アンテナ素子12bが無

給電第1アンテナ素子11bに対応し、高周波用第2アンテナ素子12cが高周波用第1アンテナ素子11cに対応する。また、第2アンテナ2の第2給電点2aが第1アンテナ1の第1給電点1aに相当し、第2アンテナ2の第2接地点2bが第1アンテナ1の第1接地点1bに相当する。従って、第2アンテナ素子12の各アンテナ素子の働きは、第1アンテナ素子11の各アンテナ素子の働きと全く同等である。よって、第2アンテナ2についてのこれ以上の説明は省略する。

[0046] 次に、図2、図6及び図7を用いて第1アンテナ1と第2アンテナ2との取り付け構造について説明する。図6は、第1アンテナ1と第2アンテナ2とを重ねて見た時の正面図であり、図7は、本発明のアンテナ装置100のアンテナ間アイソレーション特性を示すグラフである。

[0047] 図2に示すように、第1アンテナ素子11及び第2アンテナ素子12それぞれの第1導体片11d及び第2導体片12dは、グラウンド板5の垂線R1又は垂線R2に対して平行ではなく垂直でもない。そのため、図6に示すように、第1アンテナ1と第2アンテナ2とを平行に移動して重ねて見た時に、互いに対応する第1導体片11dと第2導体片12dとがそれぞれ垂線R1又は垂線R2に対して互いに逆方向に向くことになる。互いに対応する第1導体片11dと第2導体片12dとをそれぞれ垂線R1又は垂線R2に対して互いに逆方向に向かせることにより、それぞれの間のアイソレーションを改善させることができる。

[0048] また、第1アンテナ1と第2アンテナ2とを重ねて見た時に、第1アンテナ素子11及び第2アンテナ素子12それぞれの各第1導体片11d及び各第2導体片12dの内、互いに対応する第1導体片11dと第2導体片12dとのなす角度が直角となっているものがある。例えば、図6に示す低周波用第1アンテナ素子11aの、第1給電点1aから2つめの第1導体片11dと低周波用第2アンテナ素子12aの、第2給電点2aから2つめの第2導体片12dとのなす角度 α を、角度 $\alpha = 90^\circ$ としている。角度 $\alpha = 90^\circ$ とすることにより、互いに対応する第1導体片11dと第2導体片12d

との間のアイソレーションを更に改善させることができる。

[0049] 第1給電点1aから3つめの第1導体片11dと第2給電点2aから3つめの第2導体片12dとのなす角度 β は、角度 $\beta < 90^\circ$ となっている。これは、アンテナ間アイソレーション以外のアンテナ特性を確保するために、これらの第1導体片11dと第2導体片12dとを、より上側方向に伸ばすようにするためである。角度 β は、種々のアンテナ特性をそれぞれバランス良く得るためにその値が選択される。尚、アンテナ間アイソレーションを良くするためには、角度 $\beta > 45^\circ$ が好ましく、角度 $\beta = 90^\circ$ が最も好ましい。

[0050] 更に、アンテナ装置100では、第2アンテナ素子12を裏返した時の形状が、第1アンテナ素子11の形状と合同となるように設定した。そのため、第1アンテナ1と第2アンテナ2とを重ねて見た時に、互いに対応する第1導体片11dと第2導体片12dとが、それぞれ垂線R1又は垂線R2に対してそれぞれ 45° の角度をなすように設定される。例えば、図6に示す無給電第1アンテナ素子11bの、第1接地点1bから1つめの第1導体片11dと垂線R1とのなす角度 γ_1 と、無給電第2アンテナ素子12bの、第2接地点2bから1つめの第2導体片12dと垂線R2とのなす角度 γ_2 との関係は、角度 $\gamma_1 = \text{角度}\gamma_2 = 45^\circ$ となる。

[0051] 次に、第1アンテナ1と第2アンテナ2とをグラウンド板5上に取り付けた時の、アンテナ間距離L1について、図2を用いて説明する。

[0052] 一般的に、平行に取り付けられた2つのアンテナのアンテナ間距離は、取り扱う周波数の波長の $1/4$ 以上に設定することによってそれぞれのアンテナのアンテナ性能を確保することができる。従って、図2に示す第1アンテナ1と第2アンテナ2との間のアンテナ間距離L1は、通常、取り扱う周波数の最低周波数近辺の信号の波長の $1/4$ に設定することになる。LTEシステムでは、 0.7GHz が最低周波数となるため、アンテナ間距離L1は、 0.7GHz 近辺の信号の波長の $1/4$ ($\lambda/4$)に設定することになる。

[0053] 例えば、 0.7 GHz 近辺の信号として 0.75 GHz の信号を選択し、アンテナ間距離 L_1 を 0.75 GHz の信号の波長の $1/4$ に設定した場合、その寸法は約 100 mm となる。即ち、アンテナ間距離 L_1 を約 100 mm に設定すれば、その周波数近辺のアンテナ性能を確保することができる。尚、 0.75 GHz より高い周波数については、アンテナ間距離 L_1 が必然的にその信号の波長の $1/4$ 以上になるため、アンテナ性能を確保することができる。

[0054] しかし、アンテナ装置として小型化が要求された場合、アンテナ間距離を短くすることが必要となってくる。そこで、本発明のアンテナ装置 100 では、第 1 アンテナ 1 及び第 2 アンテナ 2 との間のアンテナ間距離 L_1 (図 2 参照) を、アンテナ装置 100 本体の形状を小さくするため、 0.75 GHz の信号の波長の $1/6$ 、即ち $L_1 = \lambda/6 = \text{約 } 67\text{ mm}$ に設定した。その場合の第 1 アンテナ 1 及び第 2 アンテナ 2 との間のアンテナ間アイソレーションのデータを図 7 の実線で示す。尚、比較のため、本発明を適用せず、第 2 アンテナ 2 を裏返して取り付けた場合、即ち同一方向から第 1 アンテナ 1 と第 2 アンテナ 2 とを重ねて見た時に、アンテナ素子の形状が完全に重なって見えるように取り付けた場合で、 $L_1 = \lambda/4 = \text{約 } 100\text{ mm}$ に設定した時のアンテナ間アイソレーションのデータを図 7 の破線で示す。また、同じく本発明を適用せず、第 2 アンテナ 2 を裏返して取り付けた場合で、 $L_1 = \lambda/6 = \text{約 } 67\text{ mm}$ に設定した時のアンテナ間アイソレーションのデータを図 7 の一点鎖線で示す。

[0055] 図 7 の破線で示すように、 0.75 GHz の信号の波長の $1/4$ ($\lambda/4$) に設定した場合には、本発明を適用しなくても、アンテナ間アイソレーションは 10 dB 以上であり、十分な特性が得られている。しかし、本発明を適用せず、2つのアンテナ間の距離を、 0.75 GHz の信号の波長の $1/6$ ($\lambda/6$) に設定した場合、即ち約 67 mm まで短くなるように設定した場合、図 7 の一点鎖線で示すように、アンテナ間アイソレーション特性が悪化することが確認される。約 0.8 GHz 以上の場合は 10 dB 以上である

ため問題ないと考えられるが、 $0.7\text{ GHz} \sim 0.8\text{ GHz}$ の帯域では 10 dB を切っており、十分なアンテナ間アイソレーション特性を得られていないことが分かる。

[0056] 図7の実線で示すように、本発明を適用した場合、第1アンテナ1と第2アンテナ2との間のアンテナ間アイソレーションは約 10 dB である。これは、本発明を適用せずに、第1アンテナ1と第2アンテナ2との間のアンテナ間距離 L_1 を 0.75 GHz の信号の波長の $1/4$ に設定した場合とほぼ同等である。また、本発明を適用せずに、第1アンテナ1と第2アンテナ2との間のアンテナ間距離 L_1 を 0.75 GHz の信号の波長の $1/6$ に設定した場合に対して約 2 dB 改善されている。

[0057] 従って、本発明によるアンテナ装置100は、第1アンテナ1と第2アンテナ2との間のアンテナ間距離 L_1 を 0.75 GHz の信号の波長の $1/4$ (100 mm)に設定した場合に得られるアンテナ間アイソレーション特性を、アンテナ間距離 L_1 を 0.75 GHz の信号の波長の $1/6$ (67 mm)に短くした場合においても得ることができる。言い換えれば、第1アンテナ1と第2アンテナ2との間の必要とされるアンテナ間アイソレーション特性を維持したまま、アンテナ装置100本体の $Y_1 - Y_2$ 方向の寸法を 33 mm 、即ち 33% 小さくすることができる。

[0058] このように、アンテナ装置100では、第1アンテナ1と第2アンテナ2とを重ねて見た時に、互いに対応する第1導体片11dと第2導体片12dとを、垂線 R_1 又は垂線 R_2 に対して互いに逆方向に向くように構成した。そのため、互いに対応する第1導体片11d及び第2導体片12dそれぞれのアンテナ偏波面同士を交差させることができる。その結果、互いに対応する第1導体片11dと第2導体片12dとの結合を低減させることができ、アンテナ装置100本体を小型化した場合においても、第1アンテナ1と第2アンテナ2との間の必要とされるアンテナ間アイソレーション特性を維持することができる。

[0059] また、第1アンテナ1と第2アンテナ2とを重ねて見た時に、互いに対応

する第1導体片11dと第2導体片12dとのなす角度を直角に設定したので、互いに対応する第1導体片11d及び第2導体片12dそれぞれのアンテナ偏波面同士を直交させることができる。その結果、互いに対応する第1導体片11dと第2導体片12dとの結合を更に低減させることができ、第1アンテナ1と第2アンテナ2との間のアンテナ間アイソレーションを更に高めることができる。

[0060] また、第2アンテナ素子12を裏返した時の形状と第1アンテナ素子11の形状とを合同になるように設定したので、第1アンテナ1と第2アンテナ2との各特性を同一にすることができると共に、第1アンテナ1と第2アンテナ2との間のアンテナ間アイソレーションを最大限に高めることができる。

[0061] 以上説明したように、本発明のアンテナ装置は、第1アンテナと第2アンテナとを重ねて見た時に、互いに対応する第1導体片と第2導体片とを、グラウンド板の垂線に対して互いに逆方向に向くように構成したため、互いに対応する第1導体片及び第2導体片それぞれのアンテナ偏波面同士を交差させることができる。その結果、互いに対応する第1導体片と第2導体片との結合を低減させることができ、アンテナ装置本体を小型化した場合においても、第1アンテナと第2アンテナとの間の必要とされるアンテナ間アイソレーション特性を維持することができる。

[0062] 以上のように、本発明の実施形態に係るアンテナ装置100について説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、要旨を逸脱しない範囲で種々変更して実施することが可能である。

符号の説明

[0063]

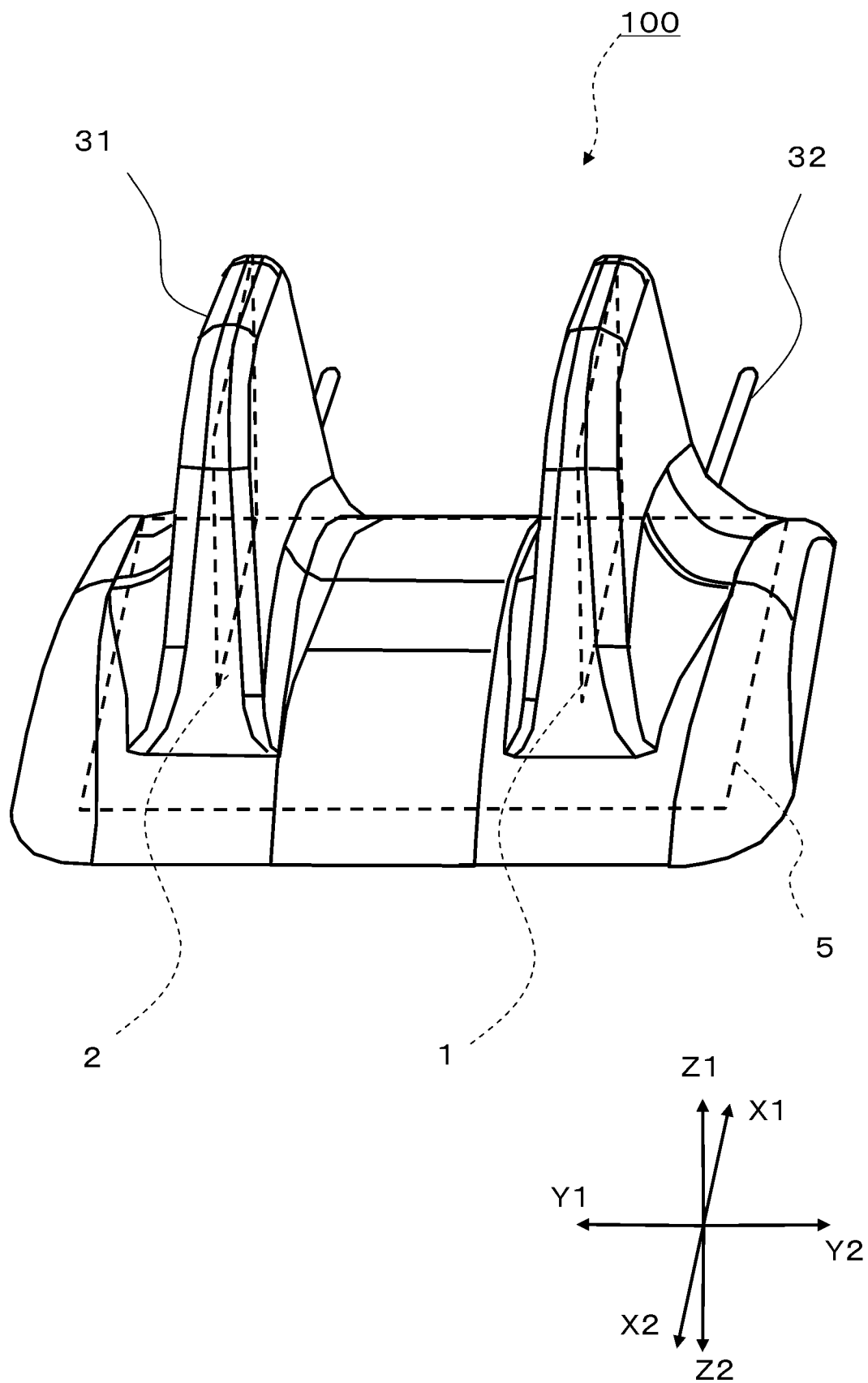
1	第1アンテナ
1 a	第1給電点
1 b	第1接地点
2	第2アンテナ
2 a	第2給電点

2 b	第 2 接地点	5	グラウンド板
1 1	第 1 アンテナ素子		
1 1 a	低周波用第 1 アンテナ素子		
1 1 b	無給電第 1 アンテナ素子		
1 1 c	高周波用第 1 アンテナ素子		
1 1 d	第 1 導体片		
1 2	第 2 アンテナ素子		
1 2 a	低周波用第 2 アンテナ素子		
1 2 b	無給電第 2 アンテナ素子		
1 2 c	高周波用第 2 アンテナ素子		
1 2 d	第 2 導体片		
2 1	第 1 絶縁基板		
2 2	第 2 絶縁基板		
3 1	ケース		
3 2	ケーブル		
1 0 0	アンテナ装置		
P 1	第 1 平面		
P 2	第 2 平面		
R 1	垂線		
R 2	垂線		
L 1	アンテナ間距離		

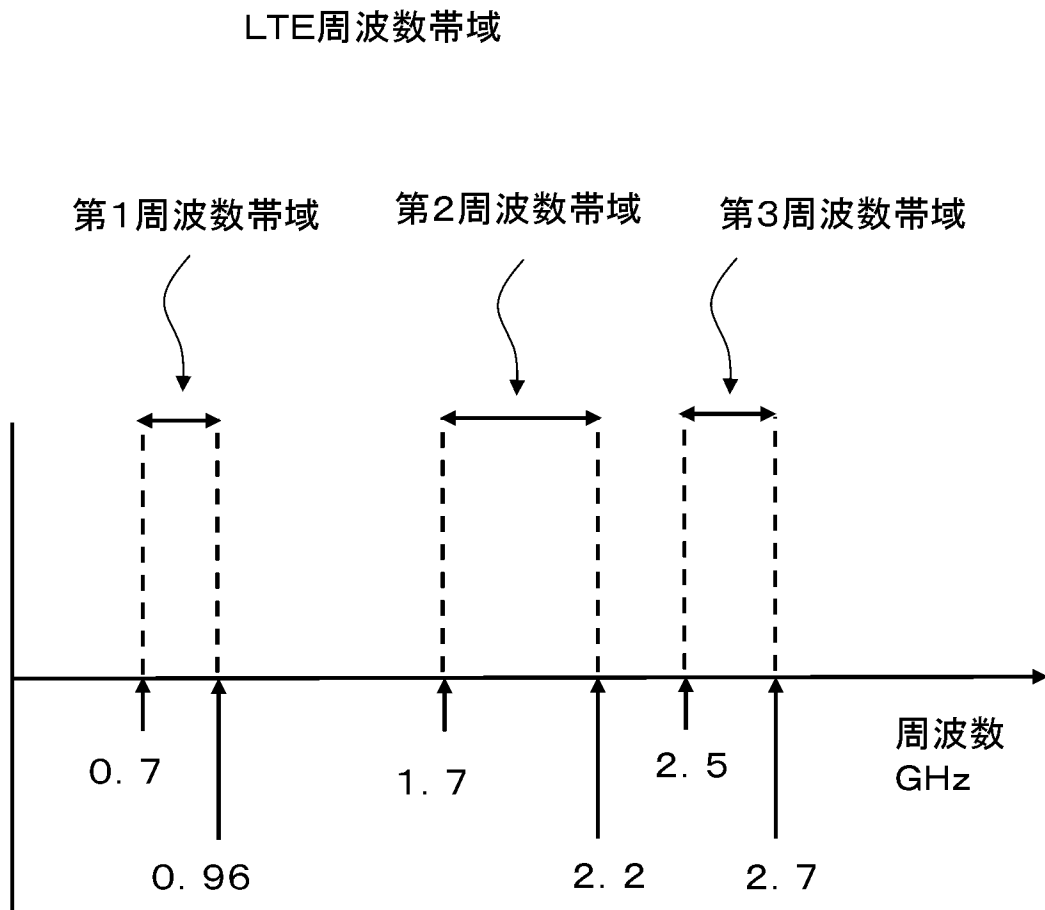
請求の範囲

- [請求項1] グラウンド板と、前記グラウンド板の一方の面側に設けられた第1 アンテナと、前記グラウンド板の一方の面側に設けられた第2 アンテナと、を備えたアンテナ装置であって、
- 前記第1 アンテナによって形成される第1 平面と前記第2 アンテナによって形成される第2 平面とは互いに平行に対面していると共に、前記グラウンド板に対してそれぞれ垂直に立設しており、
- 前記第1 アンテナは、第1 アンテナ素子を有し、前記第1 アンテナ素子は前記グラウンド板の垂線に対して平行ではなく垂直でもない複数の第1 導体片の集合体を含み、
- 前記第2 アンテナは、第2 アンテナ素子を有し、前記第2 アンテナ素子は前記垂線に対して平行ではなく垂直でもない複数の第2 導体片の集合体を含み、
- 前記第1 アンテナと前記第2 アンテナとを重ねて見た時に、互に対応する前記第1 導体片と前記第2 導体片とが、前記垂線に対して互いに逆方向に向いている、ことを特徴とするアンテナ装置。
- [請求項2] 前記第1 アンテナと前記第2 アンテナとを重ねて見た時に、互に対応する前記第1 導体片と前記第2 導体片とのなす角度が直角である、ことを特徴とする請求項1 に記載のアンテナ装置。
- [請求項3] 前記第2 アンテナ素子を裏返した時の形状が前記第1 アンテナ素子の形状と合同であって、
- 前記第1 アンテナと前記第2 アンテナとを重ねて見た時に、互に対応する前記第1 導体片と前記第2 導体片とが、前記垂線に対してそれぞれ45°の角度を有する、ことを特徴とする請求項2 に記載のアンテナ装置。

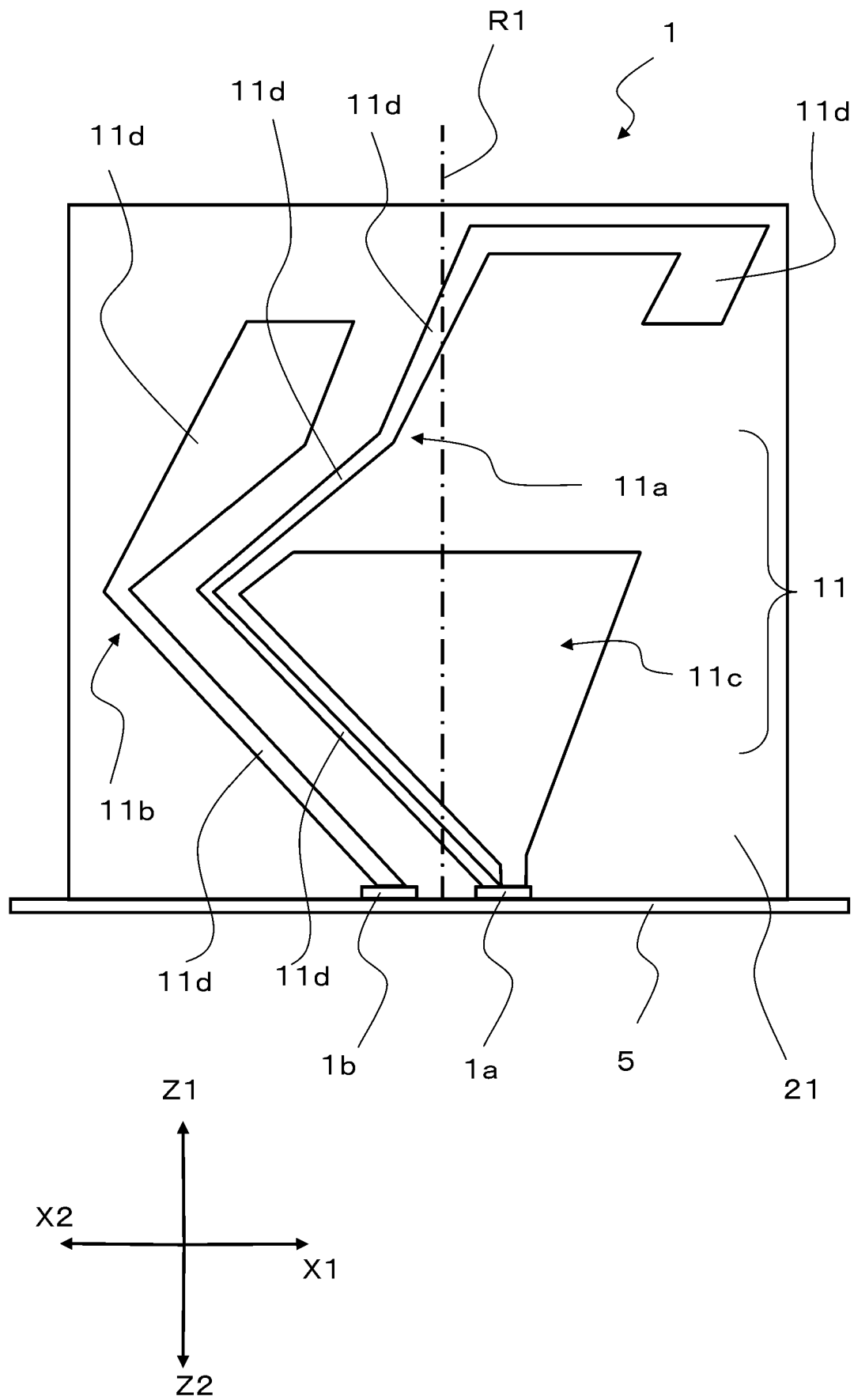
[図1]



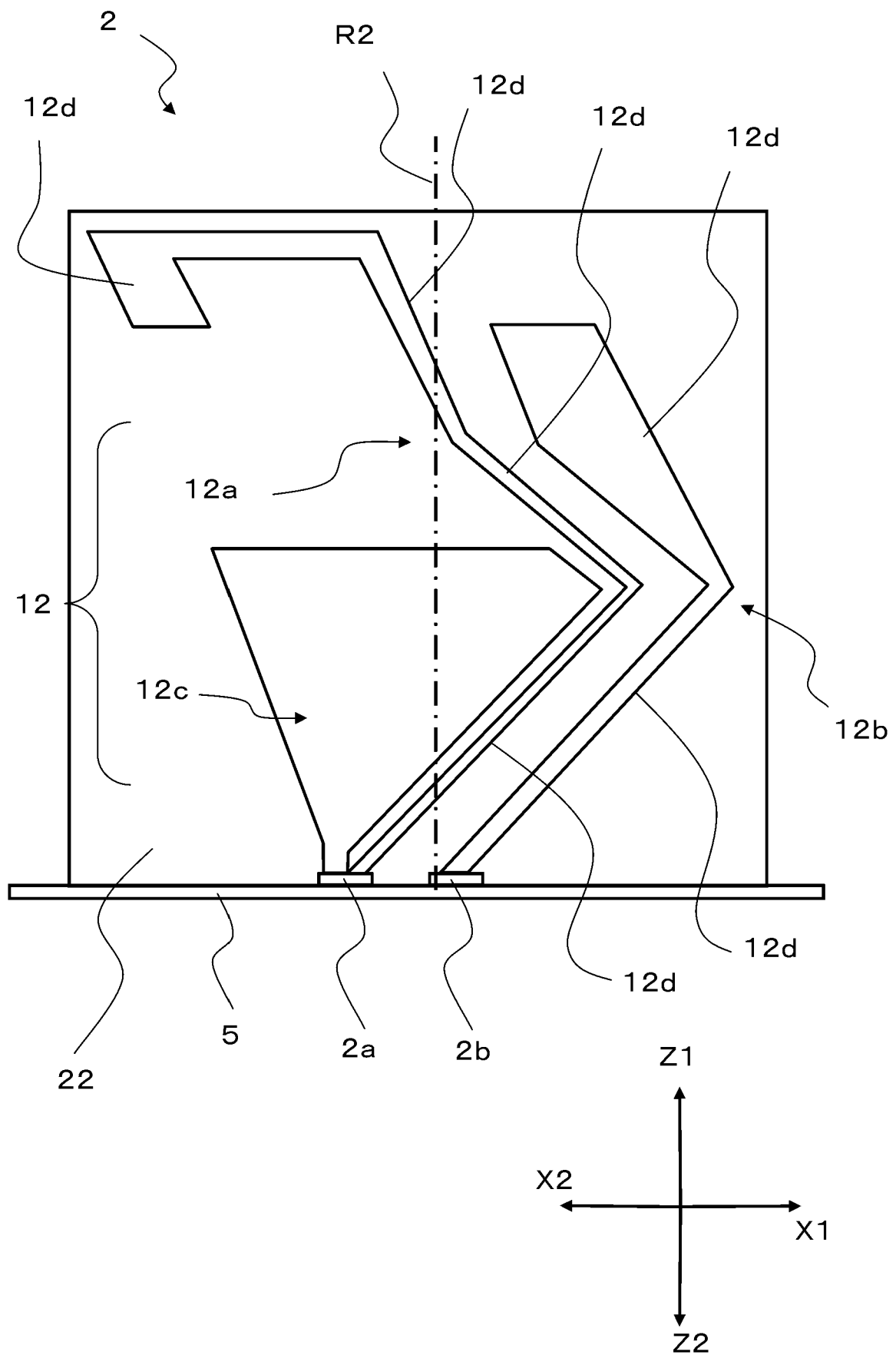
[図3]



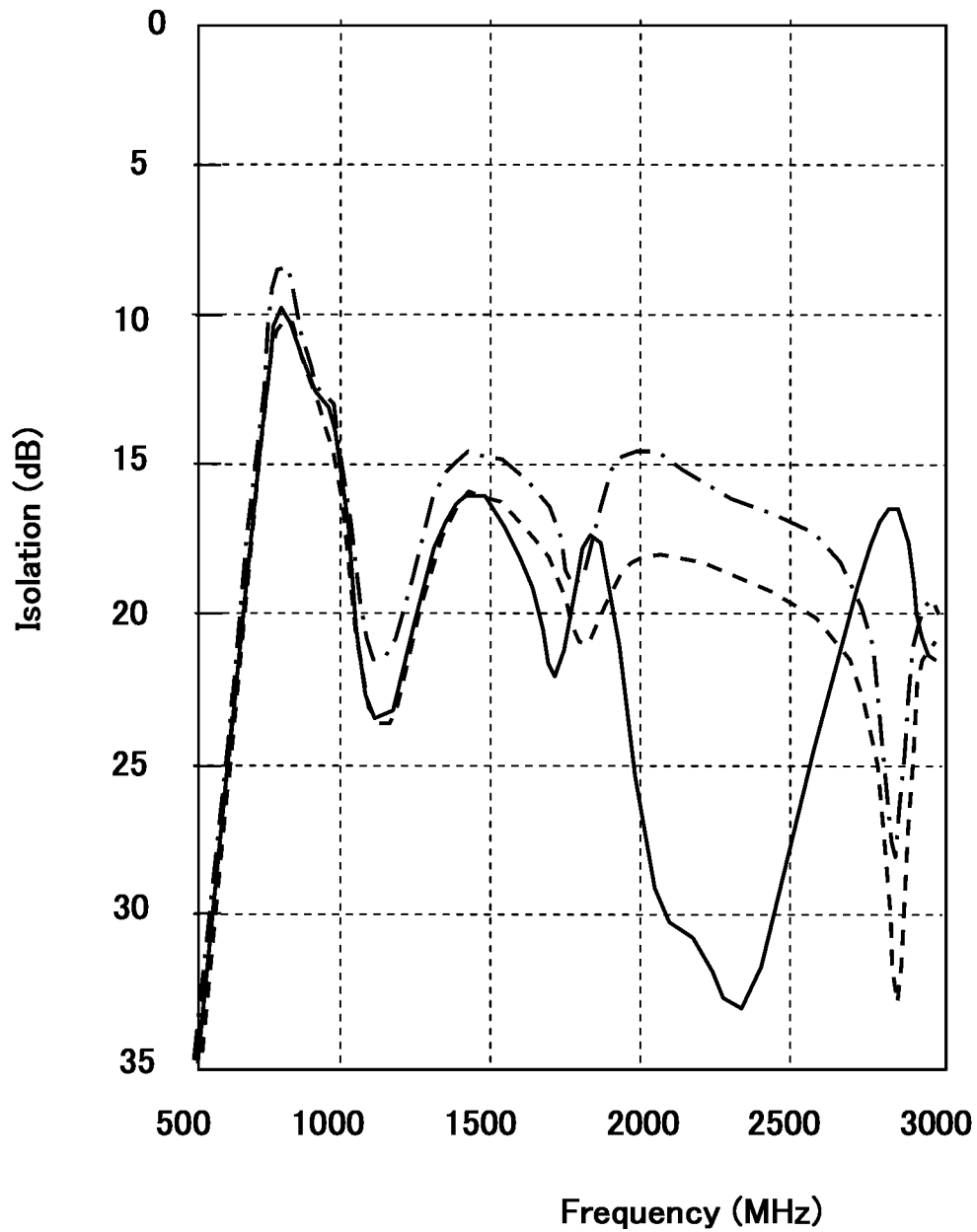
[図4]



[図5]

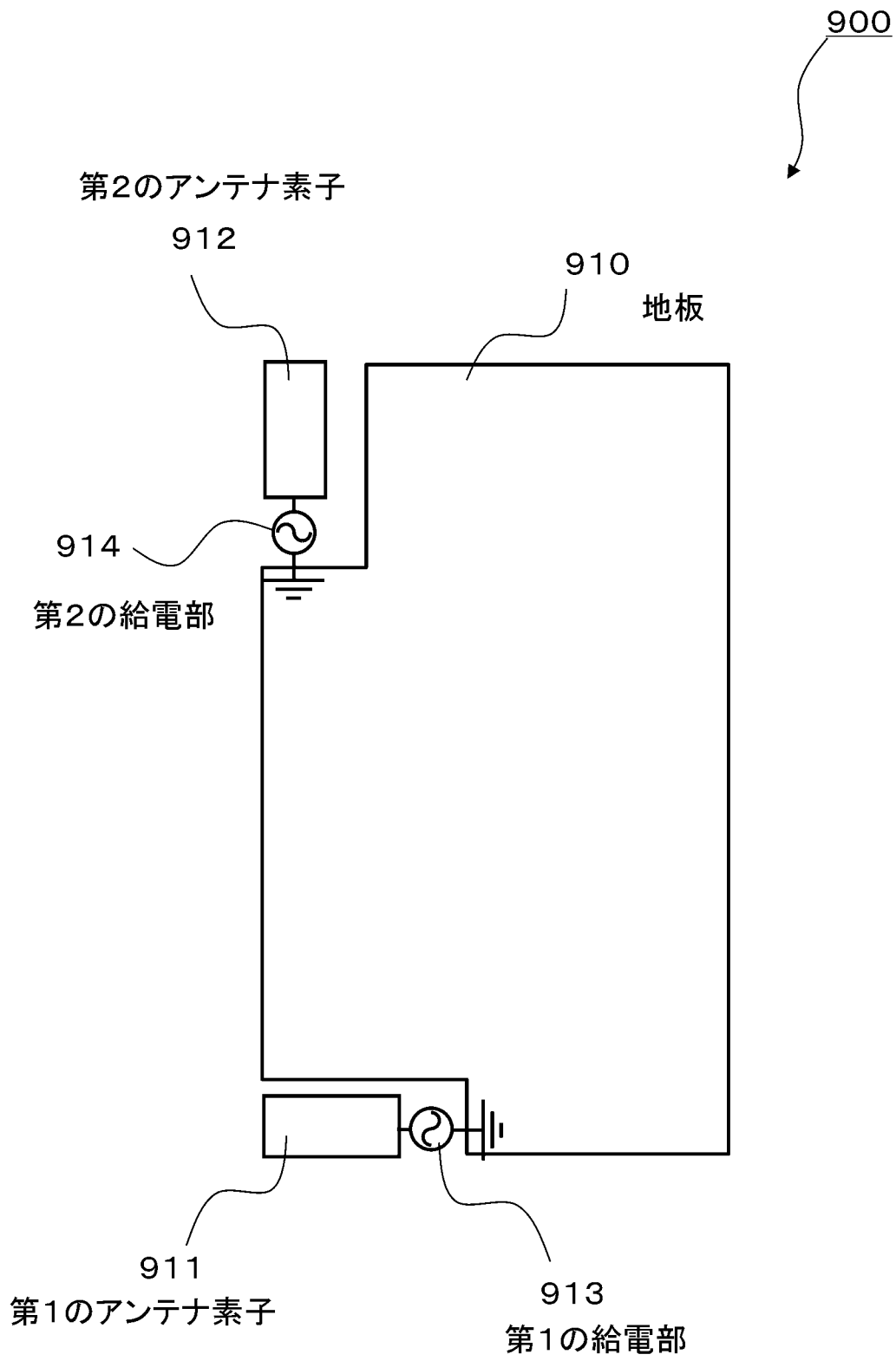


[図7]



- 本発明
アンテナ間距離 = $\lambda / 6$ (at 0.75GHz)
- · - · 発明非適用
アンテナ間距離 = $\lambda / 6$ (at 0.75GHz)
- - - 発明非適用
アンテナ間距離 = $\lambda / 4$ (at 0.75GHz)

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/050458

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q21/28(2006.01)i, H01Q9/38(2006.01)i, H01Q9/40(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)

H01Q21/28, H01Q9/38, H01Q9/40, 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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y	US 2013/0154890 A1 (Cheng-Geng JAN; I-Shan CHEN; Chia-Hong LIN; Tien-Min LIN; Yi-Cheih WANG; Cheng-Hsiung HSU), 20 June 2013 (20.06.2013), claim 5; paragraphs [0007], [0014], [0021], [0040], [0049]; fig. 2 & TW 201324943 A1	1-3
Y	JP 3187451 U (Alps Electric Co., Ltd.), 28 November 2013 (28.11.2013), paragraphs [0041] to [0045], [0028]; fig. 3, 4, 7, 8 (Family: none)	1-3

☐ 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
19 February 2015 (19.02.15)

Date of mailing of the international search report
03 March 2015 (03.03.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

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. H01Q21/28(2006.01)i, H01Q9/38(2006.01)i, H01Q9/40(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. H01Q21/28, H01Q9/38, H01Q9/40, 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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
Y	US 2013/0154890 A1 (Cheng-Geng JAN; I-Shan CHEN; Chia-Hong LIN; Tien-Min LIN; Yi-Cheih WANG; Cheng-Hsiung HSU) 2013.06.20, 請求項 5, 段落 0007, 0014, 0021, 0040, 0049, 図 2 & TW 201324943 A1	1 - 3
Y	JP 3187451 U (アルプス電気株式会社) 2013.11.28, 段落 0041 - 0045, 0028, 図 3, 4, 7, 8 (ファミリーなし)	1 - 3

☐ 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 9 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 3 . 2 0 1 5

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）

佐藤 当秀

5 K

3 7 8 4

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