

(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
2019年3月28日(28.03.2019)



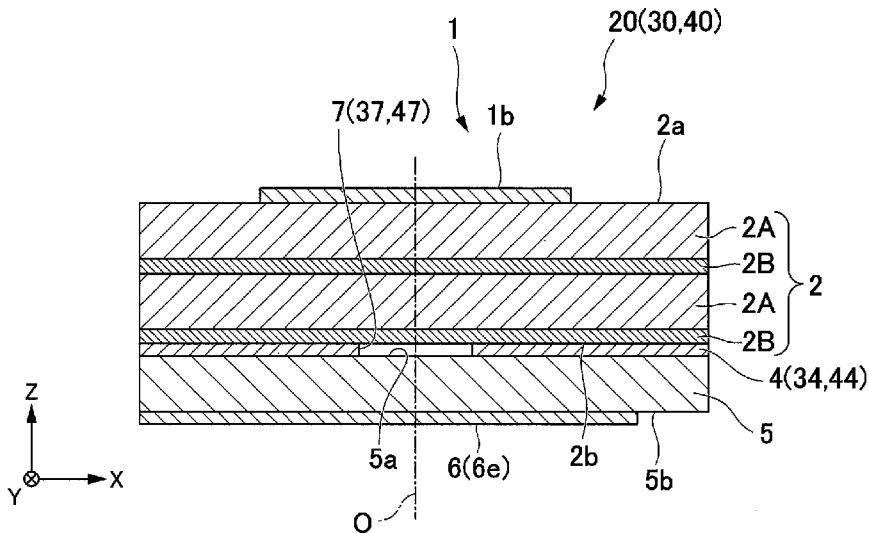
(10) 国際公開番号

WO 2019/058932 A1

- (51) 国際特許分類: *H01Q 13/08* (2006.01) *H01Q 21/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/032371
- (22) 国際出願日: 2018年8月31日(31.08.2018)
- (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 2017-181338 2017年9月21日(21.09.2017) 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: カウシャル シャレンドラ (KAUSHAL Shailendra); 〒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). 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).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: ANTENNA DEVICE

(54) 発明の名称: アンテナ装置



(57) Abstract: An antenna device comprising: a first dielectric layer; a planar patch antenna arranged on a first surface of the first dielectric layer and comprising an electrode section for electromagnetic coupling; a ground conductor plate arranged on a second surface on the opposite side to the first surface in the first dielectric layer and having a slot formed therein that constitutes a nonconductive section extending in a first direction and is at a position facing the electrode section; a second dielectric layer fixed to the ground conductor plate so as to face the first dielectric layer having the ground conductor plate interposed therebetween; and a linear power supply conductor formed in the second dielectric layer so as to face the ground conductor plate having the second dielectric layer interposed therebetween, having the tip thereof extending in a second direction intersecting the first direction when viewed from the normal direction of the patch antenna, and being arranged in a positional relationship so as to intersect the slot when viewed from the normal direction.



WO 2019/058932 A1

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

The slot comprises: a first opening having a constant first width in the second direction; and a second opening connected to both ends of the first opening in the first direction and being widened more than the first width, in the vicinity of a section connecting to the first opening.

(57) 要約 : アンテナ装置であって、第1の誘電体層と、前記第1の誘電体層の第1の表面に配置され、電磁結合用の電極部を備える平板形のパッチアンテナと、前記第1の誘電体層において前記第1の表面と反対側の第2の表面に配置され、前記電極部と対向する位置に、第1の方向に延びる無導体部を構成するスロットが形成された地導体板と、前記地導体板を挟んで前記第1の誘電体層と対向するように前記地導体板に固定された第2の誘電体層と、前記第2の誘電体層を挟んで前記地導体板と対向するように前記第2の誘電体層に形成され、先端部が前記パッチアンテナの法線方向に見て前記第1の方向と交差する第2の方向に延び、前記法線方向に見て前記スロットと交差する位置関係に配置された線状の給電用導体と、を備え、前記スロットは、前記第2の方向において一定の第1の幅を有する第1の開口部と、前記第1の開口部の前記第1の方向の両端部に連通して接続され、前記第1の開口部との接続部近傍で前記第1の幅よりも拡幅された第2の開口部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： アンテナ装置

技術分野

[0001] 本発明は、アンテナ装置に関する。

本願は、2017年9月21日に、日本に出願された特願2017-181338号に基づき優先権を主張し、これらの内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 高速無線通信の分野において、電磁結合給電方式の平面アンテナを備えるアンテナ装置が知られている。

例えば、特許文献1には、接地層である給電用スロット層に矩形の給電用スロットが形成され、分配合成器が給電用スロット層を介して放射素子と電磁的に結合されているフェーズドアレーアンテナ装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開平11-74717号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1に記載の技術では、電磁結合の結合効率が良好にならないため、反射損失が大きくなる場合がある。

インピーダンス整合をとるためには、給電用スロットの短手方向の開口幅を一定に保つ必要がある。しかし、矩形の給電用スロットの場合、長手方向の両端部における形状によって電磁結合の結合効率が低下する。

[0005] 本発明は、上記のような問題に鑑みてなされたものであり、電磁結合給電方式の平面アンテナを用いる場合でも反射損失を低減できるアンテナ装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1の態様は、アンテナ装置であって、第1の誘電体層と、前記

第1の誘電体層の第1の表面に配置され、電磁結合用の電極部を備える平板形のパッチアンテナと、前記第1の誘電体層において前記第1の表面と反対側の第2の表面に配置され、前記電極部と対向する位置に、第1の方向に延びる無導体部を構成するスロットが形成された地導体板と、前記地導体板を挟んで前記第1の誘電体層と対向するように前記地導体板に固定された第2の誘電体層と、前記第2の誘電体層を挟んで前記地導体板と対向するように前記第2の誘電体層に形成され、先端部が前記パッチアンテナの法線方向に見て前記第1の方向と交差する第2の方向に延び、前記法線方向に見て前記スロットと交差する位置関係に配置された線状の給電用導体と、を備え、前記スロットは、前記第2の方向において一定の第1の幅を有する第1の開口部と、前記第1の開口部の前記第1の方向の両端部に連通して接続され、前記第1の開口部との接続部近傍で前記第1の幅よりも拡幅された第2の開口部と、を備える。

[0007] 本発明の第2態様は、上記第1態様に係るアンテナ装置において、前記第2の開口部は、前記法線方向から見て、多角形であってもよい。

[0008] 本発明の第3態様は、上記第1態様に係るアンテナ装置において、前記第2の開口部は、前記法線方向から見て、円形であってもよい。

[0009] 本発明の第4態様は、上記第1～第3態様のいずれか一態様に係るアンテナ装置において、前記給電用導体は、前記法線方向から見て、前記第1の開口部の前記第1の方向における中心を横断しており、前記給電用導体の先端は、前記第1の開口部の前記第2の方向における中心から前記第1の開口部の前記第1の方向の長さに等しい位置に形成されていてもよい。

[0010] 本発明の第5態様は、上記第1～第4態様のいずれか一態様に係るアンテナ装置において、前記第2の方向は、前記第1の方向と直交しており、前記給電用導体の前記先端部は、前記法線方向に見て前記スロットと直交するように配置されてもよい。

発明の効果

[0011] 上記本発明に係る態様のアンテナ装置によれば、電磁結合給電方式の平面

アンテナを用いる場合でも反射損失を低減できる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]本実施形態のアンテナ装置の一例を示す模式的な分解斜視図である。
- [図2]本実施形態のアンテナ装置の主要部の構成の一例を示す模式的な縦断面図である。
- [図3]本実施形態のアンテナ装置のパッチアンテナの一例を示す模式的な平面図である。
- [図4]本実施形態のアンテナ装置における給電用導体とスロットの位置関係を示す模式的な平面図である。
- [図5]本実施形態のアンテナ装置に用いるスロットの開口形状の一例を示す模式的な平面図である。
- [図6]比較例のアンテナ装置に用いるスロットの開口形状の一例を示す模式的な平面図である。
- [図7]本実施形態のアンテナ装置における全ゲインを示すグラフである。
- [図8]本実施形態のアンテナ装置における反射損失 (S_{11}) を示すグラフである。
- [図9]本実施形態のアンテナ装置におけるアベレージゲイン XZ (E面) を示すグラフである。
- [図10]本実施形態のアンテナ装置におけるアベレージゲイン YZ (H面) を示すグラフである。
- [図11]本実施形態のアンテナ装置のゲインを示す立体グラフである。
- [図12]本実施形態のアンテナ装置の全ゲインを示すグラフである。
- [図13]本実施形態のアンテナ装置のスロット部の S_{11} と比較例のスロット部の S_{11} とを示すグラフである。
- [図14]本実施形態の第1変形例のアンテナ装置のスロット部の構成を示す模式図である。
- [図15]本実施形態の第2変形例のアンテナ装置のスロット部の構成を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下では、本発明の実施形態のアンテナ装置について図面を参照して説明する。

図1は、本実施形態のアンテナ装置の一例を示す模式的な分解斜視図である。図2は、本実施形態のアンテナ装置の主要部の構成の一例を示す模式的な縦断面図である。図3は、本実施形態のアンテナ装置のパッチアンテナの一例を示す模式的な平面図である。図4は、本実施形態のアンテナ装置における給電用導体とスロットの位置関係を示す模式的な平面図である。図5は、本実施形態のアンテナ装置に用いるスロットの開口形状の一例を示す模式的な平面図である。

各図面は模式図のため、寸法や形状は誇張または簡略化されている（以下の他の図面も同様）。

[0014] 図1に示す本実施形態のアンテナ装置20は、電磁結合給電方式の平面アンテナを備える。例えば、アンテナ装置20は、IoT (Internet of Things) 分野における通信、あるいはWiGig (Wireless Gigabit) などの高速無線通信などにおけるアンテナ装置として用いることが可能である。

図1、2に示すように、アンテナ装置20は、パッチアンテナ1、第1の誘電体層2、地導体板4、第2の誘電体層5、および給電用導体6が、この順に積層されている。

以下では、積層方向をZ軸方向とし、Z軸方向に直交しかつ互いに直交する2軸方向をX軸方向（第2の方向）、Y軸方向（第1の方向）と称する。ここでの座標系は右手系である。

[0015] 図1に示すように、パッチアンテナ1は、後述する第1の誘電体層2の第1面2a（第1の表面）上に、予め決められた配列パターンに基づいてパターンニングされている。パッチアンテナ1および第1面2aの法線方向はZ軸方向である。

パッチアンテナ1は、後述する給電用導体6から電磁結合給電される平面アンテナである。各パッチアンテナ1の形状は特に限定されない。

本実施形態では、パッチアンテナ1は、一例として、X軸方向およびY軸方向に並ぶ正方格子状に複数配列されている。具体的には、パッチアンテナ1は8×8の正方格子状に64個配列されている。

図3に示すように、本実施形態では、各パッチアンテナ1は、一例として、4個の放射素子1aと、各放射素子1aをアレー化するデバイダーである分割回路パターン1dと、を備える。

[0016] 各放射素子1aは、X軸方向およびY軸方向にそれぞれ延びる辺を有する方形に形成されている。各放射素子1aは、X軸方向およびY軸方向に並ぶ略正方格子状である矩形格子状に配列されている。

分割回路パターン1dは、電磁結合用の電極部1bと、電極部1bと各放射素子1aとを互いに電氣的に接続する4本の配線部1cと、を備える。

電極部1bは、各放射素子1aの配置位置の中心を結ぶ対角線の交点を中心としてX軸方向に延びる矩形に形成されている。電極部1bにおける給電点は、電極部1bの中心部に形成される。

各配線部1cは、電極部1bの4つの角部におけるY軸方向の側部からそれぞれが接続する放射素子1aに向かって延びている。具体的には、各配線部1cは、それぞれが接続する放射素子1aに向かってY軸方向に延びてから、それぞれが接続する放射素子1aのX軸方向の側部の中央部に対向する位置でX軸方向に向かうように屈曲している。

このため、各配線部1cの経路長は互いに等しい。

[0017] 図3に示すように、このような構成の各パッチアンテナ1は、X軸方向における幅が W_x 、Y軸方向における幅が W_y の矩形領域の角部に配置されている。

例えば、60GHz帯の無線通信用途では、 W_x 、 W_y は、それぞれ、4.4mm、4.52mmであってもよい。

この場合、各放射素子1aのX軸方向における幅 W_{ax} 、Y軸方向における幅 W_{ay} は、それぞれ、1.15mm、1.15mmであってもよい。電極部1bのX軸方向における幅 W_{bx} 、Y軸方向における幅 W_{by} は、それぞれ、0

、8 mm、0.4 mmであってもよい。各配線部1cの線幅は、0.13 mmであってもよい。

例えば、このようなパッチアンテナ1の4分の1実効長（以下、単に実効長）は、1.15 mmになる。

パッチアンテナ1は、例えば、銅などの金属材料によって形成される。

[0018] 図1、2に示すように、第1の誘電体層2は、必要な放射特性に応じて誘電率、層厚が規定された平板状部材である。第1の誘電体層2は、単層の誘電体であってもよいし、複数の誘電体が貼り合わされていてもよい。単層とするか、複数層とするかは、例えば、材料コストなどを考慮して決められてもよい。

図2に示す例では、一定の厚さを有する誘電体2Aが、誘電体である樹脂接着層2Bによって接合された場合の例が示されている。第1の誘電体層2における第1面2aと反対側の表面である第2面2b（第2の表面）は、樹脂接着層2Bで構成されている。第2面2bを構成する樹脂接着層2Bは、後述する地導体板4を接合する。

[0019] 図1、2に示すように、地導体板4は、各パッチアンテナ1と対向する位置にスロット7が形成された導体の板状部材である。地導体板4は接地されている。

地導体板4は、第2面2bを構成する樹脂接着層2Bを介して、第1の誘電体層2に固定されている。

[0020] スロット7は、地導体板4における無導体部である。図3、4に示すように、スロット7は、第1の方向であるY軸方向に延びている。スロット7の開口形状は、パッチアンテナ1のインピーダンスと後述する給電用導体6とのインピーダンス整合をとることが可能な形状である。

本実施形態におけるスロット7は、図5に示すように、Z軸方向から見て、H字形である。具体的には、スロット7は、矩形の第1の開口部7aと、第1の開口部7aの長手方向（第1の方向）の両端部にそれぞれ形成された第2の開口部7bと、を備える。

図3に示すように、スロット7の中心（図心）は、パッチアンテナ1における電極部1bの中心（図心）と重なるように配置されている。このため、Z軸方向から見ると、スロット7は、電極部1bと電極部1bの中心で直交し、電極部1bをY軸方向に横断する。

第1の開口部7aは、信号が通過する通過信号部を構成する。各第2の開口部7bは、通過信号部の両端部におけるインピーダンスを増大させる開口部である。

スロット7の長手方向（第1の方向）の長さd3は、パッチアンテナ1の実効長に合わせることがより好ましい。

[0021] 第1の開口部7aは、短手方向（第2の方向）であるX軸方向の幅（第1の幅）が W_2 、長手方向であるY軸方向（第1の方向）の長さがd1（ただし、 $d_1 > W_2$ ）の矩形に開口している。

第1の開口部7aの短手方向の幅 W_2 は、例えば、結合インピーダンスを 112Ω にするため、 0.75mm であることがより好ましい。例えば、パッチアンテナ1のインピーダンスが 220Ω の場合、 W_2 は、 0.2mm であることがより好ましい。

[0022] 各第2の開口部7bは、第1の開口部7aによる結合インピーダンスより大きなインピーダンスを形成するため、第1の開口部7aの短手方向の幅 W_2 から拡幅する形状に設けられる。

図5に示す例では、各第2の開口部7bは、Y軸方向の長さがd2、X軸方向の幅が W_3 （ただし、 $W_3 > W_2$ ）の矩形に開口している。

例えば、第2の開口部7bにおいて、d2、 W_3 は、それぞれ、 0.2mm 、 0.4mm であってもよい。この場合、第1の開口部7aの長さd1は、 0.75mm （ $= 1.15\text{mm} - 2 \times 0.2\text{mm}$ ）である。

[0023] 以上説明したスロット7のより好ましい数値例によれば、電磁結合給電部の結合インピーダンスは、電極部1bの中心部において 112Ω である。

[0024] 図2に示すように、第2の誘電体層5は、後述する給電用導体6からスロット7を通してパッチアンテナ1に電磁給電できるように、地導体板4と後

述する給電用導体6とを一定の絶縁距離だけ離すように設けられている。

このため、第2の誘電体層5の第1面5aには地導体板4が配置されており、第2の誘電体層5の第2面5bには、後述する給電用導体6が配置されている。

給電効率を向上するため、第2の誘電体層5の比誘電率 ϵ_r はできるだけ小さいことが好ましい。例えば、第2の誘電体層5の比誘電率 ϵ_r は、1以上2.5以下であることがより好ましい。

例えば、第2の誘電体層5の比誘電率 ϵ_r が2.2の場合、第2の誘電体層5の層厚は、130 μm であることがより好ましい。

[0025] 図2に示すように、給電用導体6は、第2の誘電体層5の第2面5b上にパターンニングされている。給電用導体6は、図示略の外部回路と所定のインピーダンスを有する接続路を介して電氣的に接続可能である。

図4に示すように、給電用導体6の先端部には、Z軸方向から見て、各スロット7および各パッチアンテナ1の電極部1bとそれぞれ重なるように形成された複数の先端線路6e（先端部）が形成されている。

各先端線路6eは、給電用導体6の開放端を構成する線状の導体である。本実施形態では、各先端線路6eは、図5に示すように、Z軸方向から見て、各スロット7の第1の開口部7aの長手方向の中心を通り、X軸方向に延びている。このため、Z軸方向から見て、先端線路6eは、第1の開口部7aと直交するように、第1の開口部7aを横断している。

先端線路6eの線幅W1は、非常に幅の広い線幅はより多くのロスおよび放射をもたらす、非常に細い線幅は製造が困難であるため、製造および後方放射の最小化が可能になるように決定されている。例えば、先端線路6eの線幅W1は、0.1mmであってもよい。

第1の開口部7aの中心軸線Oから先端線路6eの先端6fまでの長さ（スタブ長）は、 d_s である。本実施形態では、リアクタンス成分を合わせるため、スタブ長 d_s は、第1の開口部7aの長さ d_1 に一致されている。上述のスロット7の数値例の場合、スタブ長 d_s は、0.75mmである。

[0026] 図4に示すように、各先端線路6eは、Y軸方向において隣り合う2本の先端線路6eが、先端6fと反対側の端部において、Y軸方向に延びる第1線路6dによって互いに接続されている。各第1線路6dの線幅は、先端線路6eの線幅W1に等しい。

X軸方向において隣り合う2本の第1線路6dは、それぞれの長手方向の長さを2等分する位置において、X軸方向に延びる第2線路6cによって互いに接続されている。各第2線路6cの線幅は、長手方向の両端部を除いては、先端線路6eの線幅W1に等しい。

各第2線路6cにおいて、第1線路6dとの接続部の近傍には、線幅が、W1から段階的に拡幅する拡幅部6bが形成されている。

[0027] 本実施形態における拡幅部6bは、給電用導体6におけるインピーダンスを適正化するように設けられている。例えば、拡幅部6bは、第2線路6cの中間部から端部に向かって、線幅が、W11、W12、W13（ただし、 $W11 < W12 < W13$ ）のように3段階に拡幅している。線幅W11、W12、W13のそれぞれの部分の長さは、L11、L12、L13である。

拡幅部6bの具体的な数値例としては、例えば、線幅W11、W12、W13は、それぞれ、0.12mm、0.22mm、0.3mmであってもよい。例えば、長さL11、L12、L13は、いずれも、0.5mmであってもよい。

[0028] 第2線路6cの長手方向の長さを2等分する位置には、拡幅部6bを介して線幅W1の第3線路6aが接続されている。第3線路6aは、X軸方向およびY軸方向に互いに隣り合う4つの先端線路6eの群を、同様にして配線されたY軸方向において隣り合う図示略の4つの先端線路6eの群と接続している。

このようにして、給電用導体6は、各先端線路6eを対称的な導体パターンの繰り返しによって、ツリー形に接続するように形成されている。

このため、外部回路との接続部から各先端線路6eに到るまでの給電用導体6のインピーダンスは均等である。

[0029] このようなアンテナ装置 20 は、例えば、以下のようにして製造される。

まず、第 2 の誘電体層 5 の第 1 面 5 a、第 2 面 5 b にそれぞれ導体膜が形成された後、例えば、エッチングなどによって、それぞれ地導体板 4、給電用導体 6 がパターンニングされる。さらに、地導体板 4 上に、誘電体 2 A が貼り合わされた第 1 の誘電体層 2 が貼り合わせられる。この後、第 1 の誘電体層 2 の第 1 面 2 a に、導体膜が成膜され、例えば、エッチングなどによって、パッチアンテナ 1 がパターンニングされる。

第 1 の誘電体層 2 にパッチアンテナ 1 がパターンニングされてから、第 1 の誘電体層 2 と地導体板 4 が貼り合わせられてもよい。

[0030] 次に、本実施形態のアンテナ装置 20 の作用について説明する。

図 6 は、比較例のアンテナ装置に用いるスロットの開口形状の一例を示す模式的な平面図である。

[0031] アンテナ装置 20 と対比して説明するための比較例のアンテナ装置 120 について説明する。

図 6 に示すように、比較例のアンテナ装置 120 は、上記実施形態のアンテナ装置 20 の地導体板 4 に代えて、地導体板 104 を備える。

地導体板 104 は、地導体板 4 のスロット 7 に代えて、スロット 107 を備える。

スロット 107 は、スロット 7 と同様な位置に形成されている。ただし、スロット 107 は、Y 軸方向の長さが d_3 、X 軸方向の幅が W_2 の矩形の開口である。このため、スロット 107 では、上記実施形態の各第 2 の開口部 7 b が削除され、第 1 の開口部 7 a の長さが d_3 に延長された場合と同様な形状である。

[0032] アンテナ装置においては、効率的な送受信を行うため、外部回路との接続路のインピーダンスとインピーダンス整合をとる必要がある。

アンテナ装置 20 において、給電用導体 6 は、インピーダンスを整合させるため、配線パターン、線幅などが上述のような構成であることによって、インピーダンスが適正化されている。同様な給電用導体 6 を備える比較例の

アンテナ装置 120 もこの点は同様である。

[0033] さらに、先端線路 6 e からパッチアンテナ 1 の電極部 1 b までの電磁結合給電部における結合インピーダンスも整合がとられる必要がある。

本実施形態では、地導体板 4 におけるスロット 7 の第 1 の開口部 7 a の配置および開口形状が適正化されることと、スロット 7 に第 2 の開口部 7 b が設けられることと、先端線路 6 e のスタブ長である d_s が適正化されること、とによって、結合インピーダンスの整合がとられている。

特に、第 1 の開口部 7 a の両端部において拡幅された第 2 の開口部 7 b が設けられることによって、第 1 の開口部 7 a の両端部の外側に、高インピーダンスの領域が形成される。このため、第 1 の開口部 7 a において、効率的に信号が通過するため、全体として反射損失が低減される。

[0034] これに対して、比較例のアンテナ装置 120 のスロット 107 は、長手方向の両端部に高インピーダンスの領域を備えていない。このため、スロット 107 の長手方向の両端部では、インピーダンスが $200\ \Omega$ である。これに対して本実施形態では、第 2 開口部 7 b によってスロット 7 の両端部のインピーダンスが $200\ \Omega$ よりも高い。

この結果、比較例のアンテナ装置 120 の反射損失は、本実施形態のアンテナ装置 20 に比べると大きくなる。

[0035] 次に、数値シミュレーションによって検討したアンテナ装置 20 の特性について説明する。

図 7 は、本実施形態のアンテナ装置における全ゲインを示すグラフである。図 8 は、本実施形態のアンテナ装置における反射損失 (S_{11}) を示すグラフである。図 9 は、本実施形態のアンテナ装置におけるアベレージゲイン XZ (E 面) を示すグラフである。図 10 は、本実施形態のアンテナ装置におけるアベレージゲイン YZ (H 面) を示すグラフである。図 11 は、本実施形態のアンテナ装置のゲインを示す立体グラフである。図 12 は、本実施形態のアンテナ装置の全ゲインを示すグラフである。図 13 は、本実施形態のアンテナ装置のスロット部の S_{11} と比較例のスロット部の S_{11} とを示

すグラフである。

[0036] 以下の数値シミュレーションにおける具体的な数値は、上記実施形態において、例示された数値が用いられている。

図7には、XZ面およびYZ面の全ゲインのシミュレーション結果が示されている。図7において、横軸は仰角 θ （度）、縦軸はゲイン（dB_i）である。図7において、曲線200（破線）はXZ面における全ゲインを、曲線201（実線）はYZ面における全ゲインを表す。XZ面は電気面（E面）であり、YZ面は磁気面（H面）である。

図7における曲線200、201に示されたように、アンテナ装置20では、仰角0度～±4度の範囲において、XZ面およびYZ面とも良好な全ゲインが得られている。

[0037] 図8には、反射損失（S₁₁）の周波数特性が示されている。図8において、横軸は周波数（GHz）、縦軸は反射損失（dB）である。

図8において曲線203に示されるように、約56GHzから約64GHzまでの範囲において、反射損失が−10dB以下である。このため、アンテナ装置20は、60GHz帯の無線通信用途において良好な反射損失特性を有する。

[0038] 図9、10にはアベレージゲインのシミュレーション結果が示されている。図9にはXZ面のアベレージゲインが、図9にはYZ面のアベレージゲインがそれぞれ示されている。図9、10において、横軸は仰角 θ （度）、縦軸はゲイン（dB_i）である。

図9、10において、実線で示す曲線204、206は共偏波成分のゲインを、破線で示す曲線205、207は交差偏波成分のゲインを表す。

図9、10によれば、XZ面においても、YZ面においても、ほぼ同様なアベレージゲイン特性を有する。このため、双方向利得の変化がない。

[0039] 図11には上述の各グラフの元となったゲインのシミュレーション結果の立体グラフが示されている。

さらに、図12には、図8に対応する周波数領域における全ゲイン（dB

i) が示されている。図12における曲線208によれば、約58GHzから約64GHzの間で、約25dBiの安定したゲインが得られている。

[0040] 図13には、実施形態のアンテナ装置20と、比較例のアンテナ装置120とにおける、それぞれのスロット部の反射損失S11のシミュレーション結果が示されている。図13において、横軸は周波数(GHz)、縦軸は反射損失S11(dB)である。曲線209(実線)はアンテナ装置20のスロット部のS11を表し、曲線210(破線)はアンテナ装置120のスロット部のS11を表す。

図13に示すように、S11が-10dB以下の範囲は、曲線209では、58.8GHzから63.5GHzであるのに対して、曲線210では、60GHzから62.5GHzである。このため、S11が良好となる周波数帯域は、比較例に比べて本実施形態では約2倍である。

この原因は、本実施形態のアンテナ装置20では、スロット7が、第2の開口部7bを備えるH字の開口形状を有するのに対して、比較例のアンテナ装置120では、スロット107が矩形であるためと考えられる。

[0041] 以上説明したように、本実施形態のアンテナ装置20によれば、電磁結合給電方式の平面アンテナを用いる場合でも反射損失を低減できる。

[0042] (第1変形例)

本実施形態のアンテナ装置20の第1変形例について説明する。

図14は、本実施形態の第1変形例のアンテナ装置のスロット部の構成を示す模式図である。

[0043] 図1に示すように、本変形例のアンテナ装置30は、上記実施形態における地導体板4に代えて、地導体板34を備える。図14に示すように、地導体板34は、上記実施形態におけるスロット7に代えてスロット37を備える。

以下、上記実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0044] スロット37は、上記実施形態の第2の開口部7bに代えて、Z軸方向から見てほぼ三角形(厳密には台形)の第2の開口部37bを備える。

各第2の開口部37bでは、X軸方向における開口幅が、第1の開口部7aのY軸方向における各端部から、第1の開口部7aの中心から遠ざかるにしたがって漸次拡幅している。各第2の開口部37bのX軸方向における幅は、W2からW33（ただし、 $W33 > W2$ ）まで拡がっている。各第2の開口部37bにおけるY軸方向の先端は、中心軸線Oに直交する直線状である。

各第2の開口部37bの形状は、中心軸線Oに関して非対称でもよいが、本変形例では、一例として、中心軸線Oに関して線対称である。

[0045] 上記のようにアンテナ装置30は、第2の開口部37bがZ軸方向から見てほぼ三角形であり、上記実施形態におけるスロット7の第2の開口部7bのように矩形でない点が上記実施形態とは異なる。しかし、第2の開口部37bは、第1の開口部7aの幅よりもX軸方向に拡幅されているため、第2の開口部7bと同様、第1の開口部7aよりも高インピーダンスの開口部である。

このため、アンテナ装置30は、上記実施形態と同様に、電磁結合給電部の結合インピーダンスを適正化でき、電磁結合給電方式の平面アンテナを用いる場合でも反射損失を低減できる。

[0046]（第2変形例）

本実施形態のアンテナ装置20の第2変形例について説明する。

図15は、本実施形態の第2変形例のアンテナ装置のスロット部の構成を示す模式図である。

[0047] 図1に示すように、本変形例のアンテナ装置40は、上記実施形態における地導体板4に代えて、地導体板44を備える。図15に示すように、地導体板44は、上記実施形態におけるスロット7に代えてスロット47を備える。

以下、上記実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0048] スロット47は、上記実施形態の第2の開口部7bに代えて、Z軸方向から見てほぼ円形（厳密には中心角が 180° より大きい円弧状）の第2の開

口部47bを備える。

第2の開口部47bの内径は、 $W43$ （ただし、 $W43 > W2$ ）である。このため、第2の開口部47bでは、X軸方向における開口幅が、第1の開口部7aのY軸方向における各端部から第1の開口部7aの中心から遠ざかるにしたがって幅が $W43$ になるまで漸次拡幅し、そこからは、第1の開口部7aの中心から遠ざかるにしたがって漸次縮幅している。

[0049] 上記のようにアンテナ装置40は、第2の開口部47bがZ軸方向から見てほぼ円形であり、上記実施形態におけるスロット7の第2の開口部7bのように矩形でない点が異なる。しかし、第2の開口部47bは、第1の開口部7aの幅よりもX軸方向に拡幅されているため、第2の開口部7bと同様、第1の開口部7aよりも高インピーダンスの開口部である。

このため、アンテナ装置40は、上記実施形態と同様に、電磁結合給電部の結合インピーダンスを適正化でき、電磁結合給電方式の平面アンテナを用いる場合でも反射損失を低減できる。

[0050] 上記実施形態および各変形例の説明では、Z軸方向から見た第2の開口部の開口形状が、それぞれ四角形、三角形、円形の場合の例で説明した。しかし、第2の開口部は、第1の開口部との接続部から第1の開口部よりも拡幅するように形成されていれば、他の形状であってもよい。例えば、第2の開口部の開口形状としては、五角形以上の多角形、楕円形などであってもよい。例えば、第2の開口部の開口形状としては、適宜の多角形の辺が、凹または凸の曲線に置換された開口形状であってもよい。例えば、第2の開口部の開口形状としては、種々の直線または曲線の組み合わせによって、第1の開口部から拡幅する拡幅部と拡幅部から縮幅する縮幅部とを備える開口形状であってもよい。

[0051] 上記実施形態の説明では、4つの放射素子1aが略正方格子状の矩形格子状に配列されてパッチアンテナ1が形成され、さらにパッチアンテナ1が正方格子状に配列される場合の例で説明した。

しかし、4つの放射素子1aは第1の方向と第2の方向とにおける配列ピ

ッチがより大きく異なる矩形格子状に配列されていてもよい。同様に、パッチアンテナ 1 も正方格子状の配列には限定されず、矩形格子状に配列されていてもよい。

[0052] 上記実施形態および各変形例の説明では、給電用導体の先端部とスロットとが法線方向から見て直交する場合の例で説明したが、給電用導体の先端部とスロットとは法線方向から見て互いに交差していれば、交差角度は直角には限定されない。

[0053] 以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はこの実施形態に限定されることはない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。

また、本発明は前述した説明によって限定されることはなく、添付の特許請求の範囲によってのみ限定される。

符号の説明

[0054] 1…パッチアンテナ, 1 a…放射素子, 1 b…電極部, 2…第 1 の誘電体層, 2 a…第 1 面 (第 1 の表面), 2 b…第 2 面 (第 2 の表面), 4、3 4、4 4…地導体板, 5…第 2 の誘電体層, 6…給電用導体, 6 b…拡幅部, 6 e…先端線路 (先端部), 6 f…先端, 7、3 7、4 7…スロット, 7 a…第 1 の開口部, 7 b、3 7 b、4 7 b…第 2 の開口部, 2 0、3 0、4 0…アンテナ装置

請求の範囲

[請求項1]

第1の誘電体層と、

前記第1の誘電体層の第1の表面に配置され、電磁結合用の電極部を備える平板形のパッチアンテナと、

前記第1の誘電体層において前記第1の表面と反対側の第2の表面に配置され、前記電極部と対向する位置に、第1の方向に延びる無導体部を構成するスロットが形成された地導体板と、

前記地導体板を挟んで前記第1の誘電体層と対向するように前記地導体板に固定された第2の誘電体層と、

前記第2の誘電体層を挟んで前記地導体板と対向するように前記第2の誘電体層に形成され、先端部が前記パッチアンテナの法線方向に見て前記第1の方向と交差する第2の方向に延び、前記法線方向に見て前記スロットと交差する位置関係に配置された線状の給電用導体と、

を備え、

前記スロットは、

前記第2の方向において一定の第1の幅を有する第1の開口部と、

前記第1の開口部の前記第1の方向の両端部に連通して接続され、

前記第1の開口部との接続部近傍で前記第1の幅よりも拡幅された第2の開口部と、を備える、アンテナ装置。

[請求項2]

前記第2の開口部は、前記法線方向から見て、多角形である、請求項1に記載のアンテナ装置。

[請求項3]

前記第2の開口部は、前記法線方向から見て、円形である、請求項1に記載のアンテナ装置。

[請求項4]

前記給電用導体は、前記法線方向から見て、前記第1の開口部の前記第1の方向における中心を横断しており、

前記給電用導体の先端は、前記第1の開口部の前記第2の方向における中心から前記第1の開口部の前記第1の方向の長さ等に等しい位置

に形成されている、

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

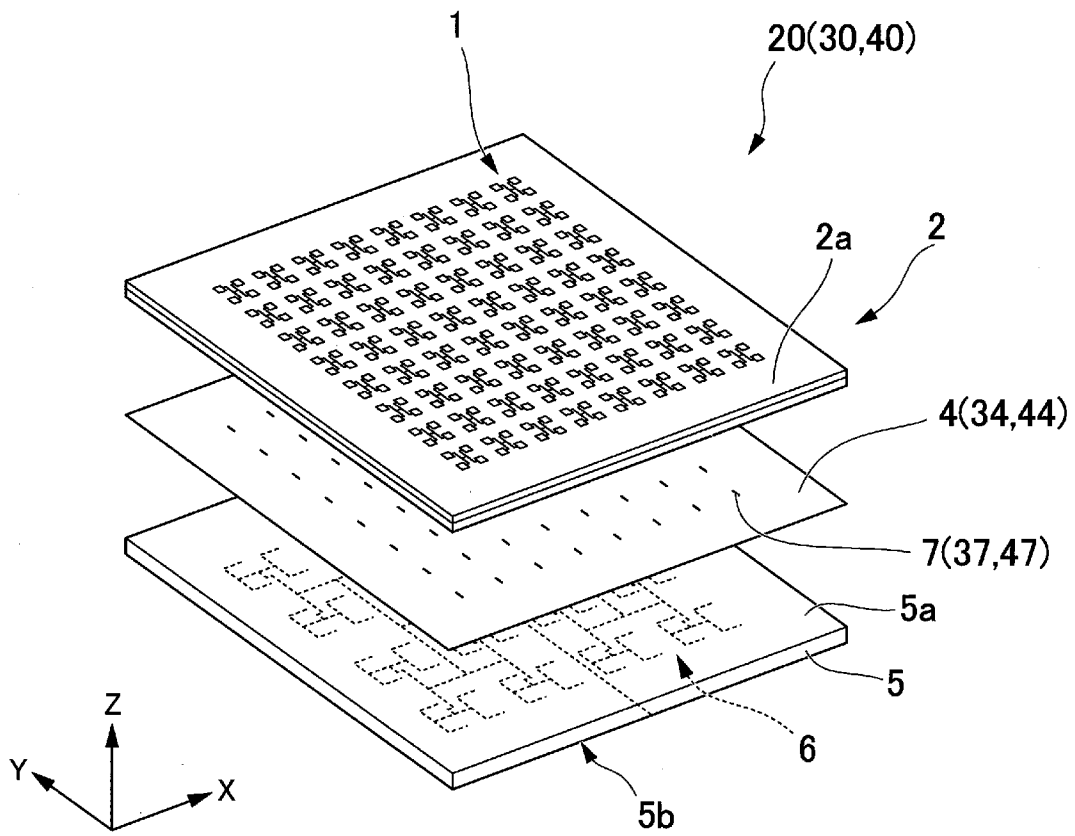
[請求項5]

前記第 2 の方向は、前記第 1 の方向と直交しており、

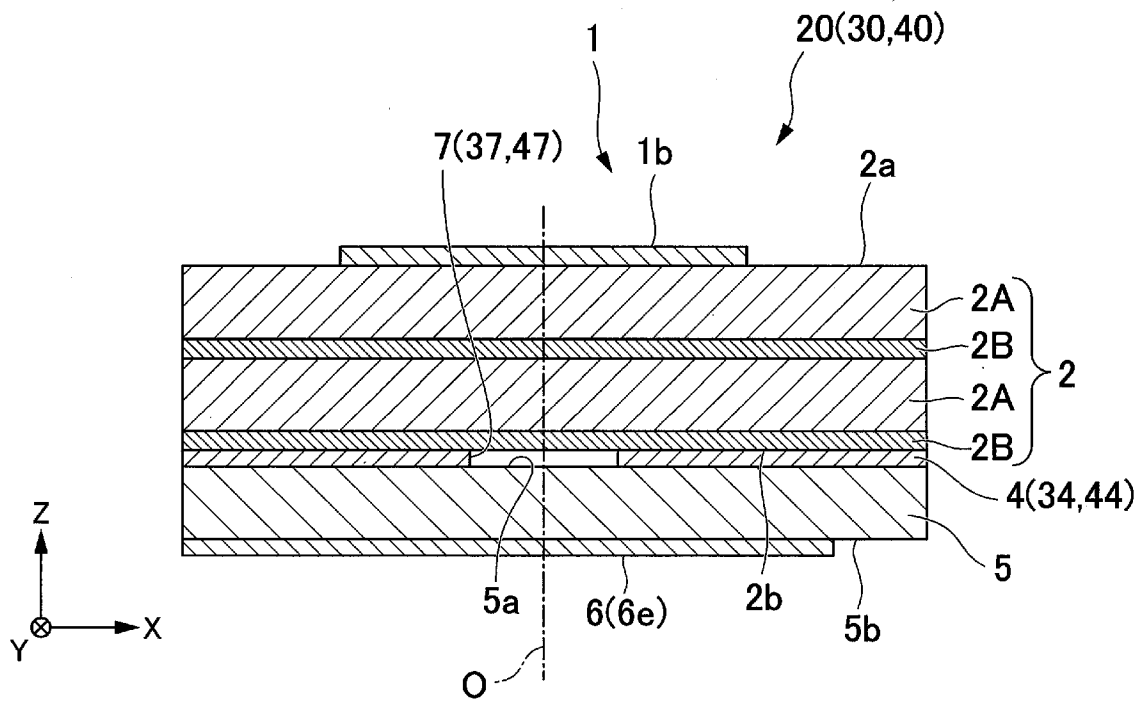
前記給電用導体の前記先端部は、前記法線方向に見て前記スロットと直交するように配置されている、

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

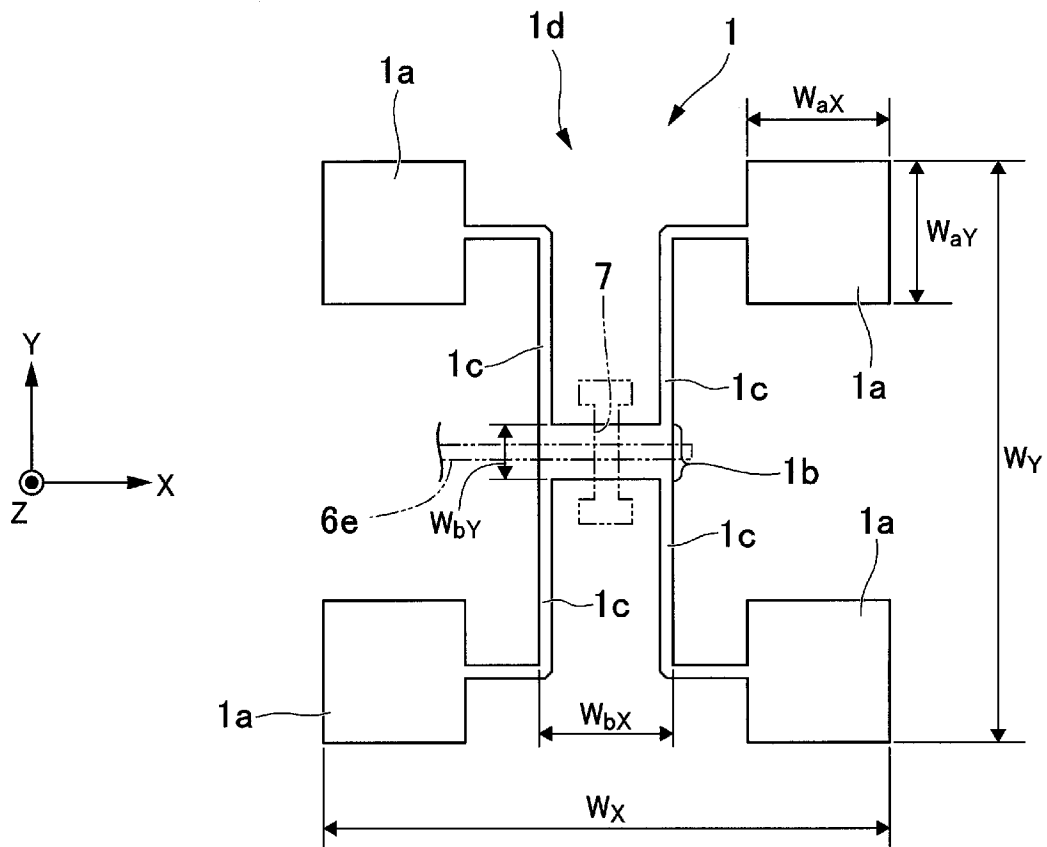
[図1]



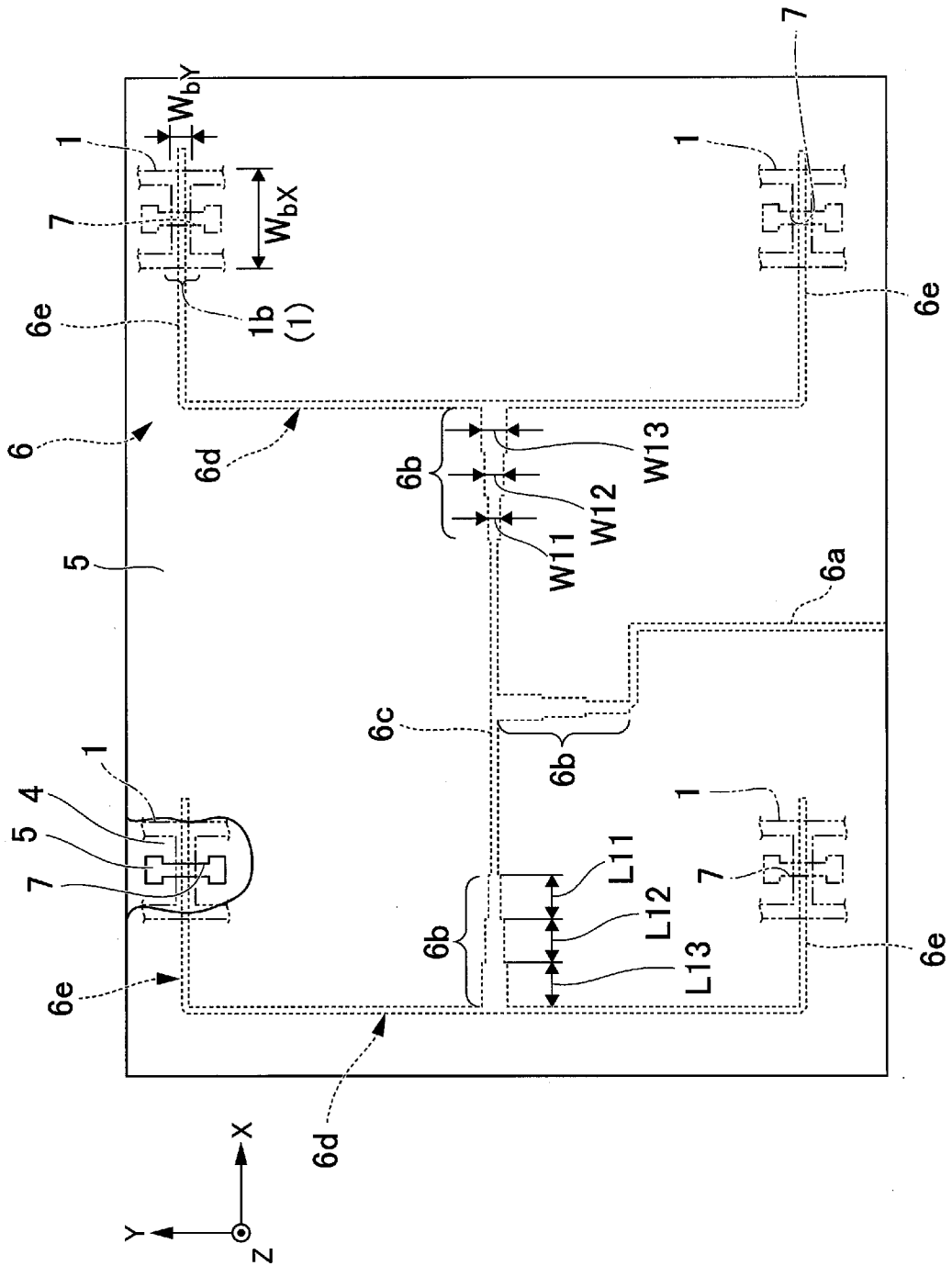
[図2]



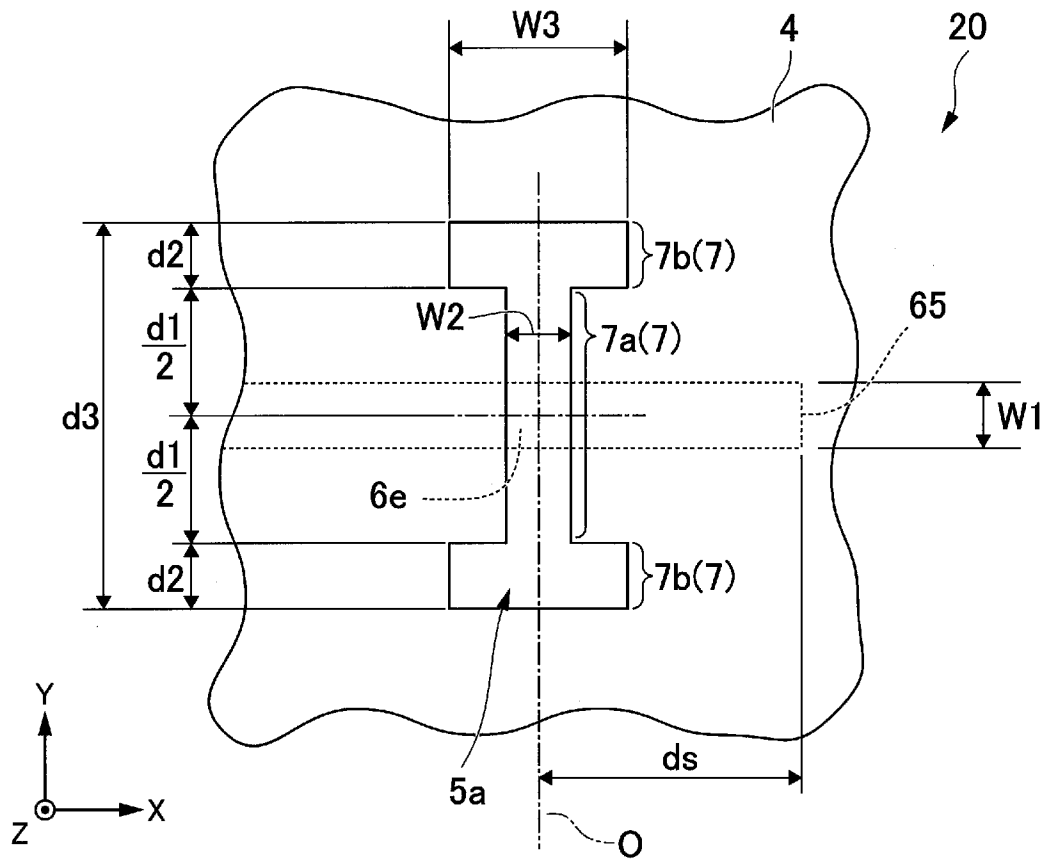
[図3]



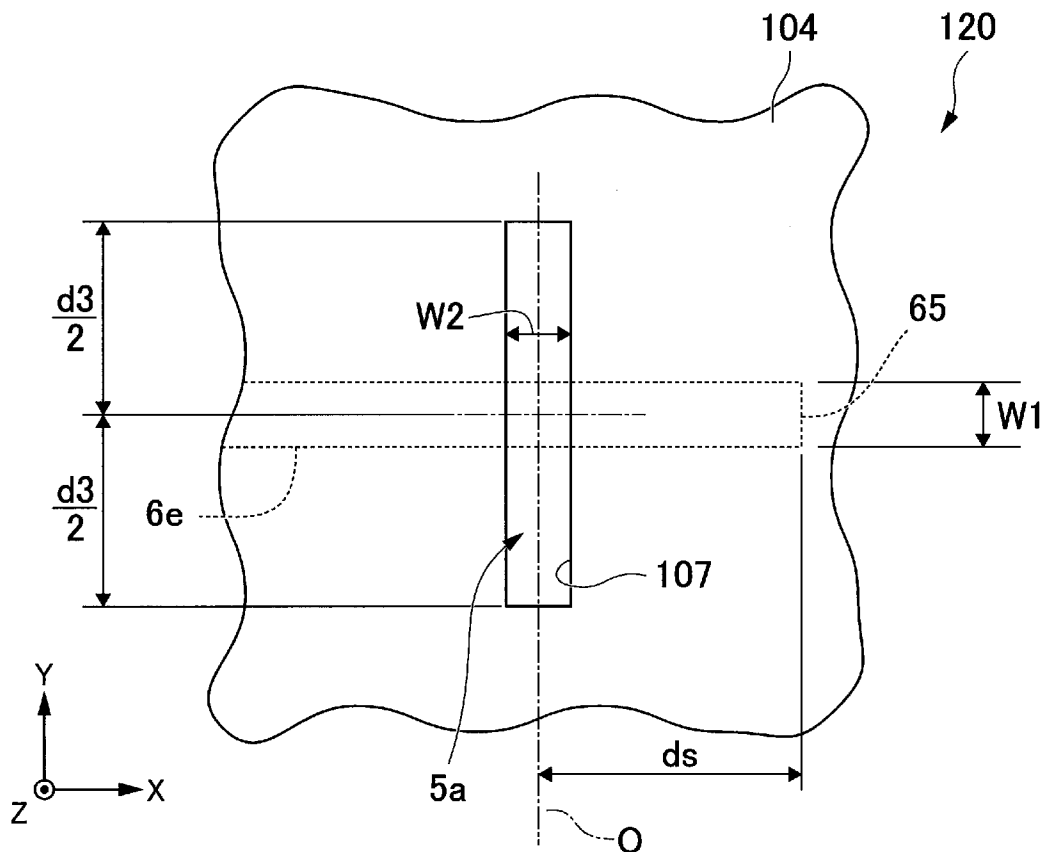
[図4]



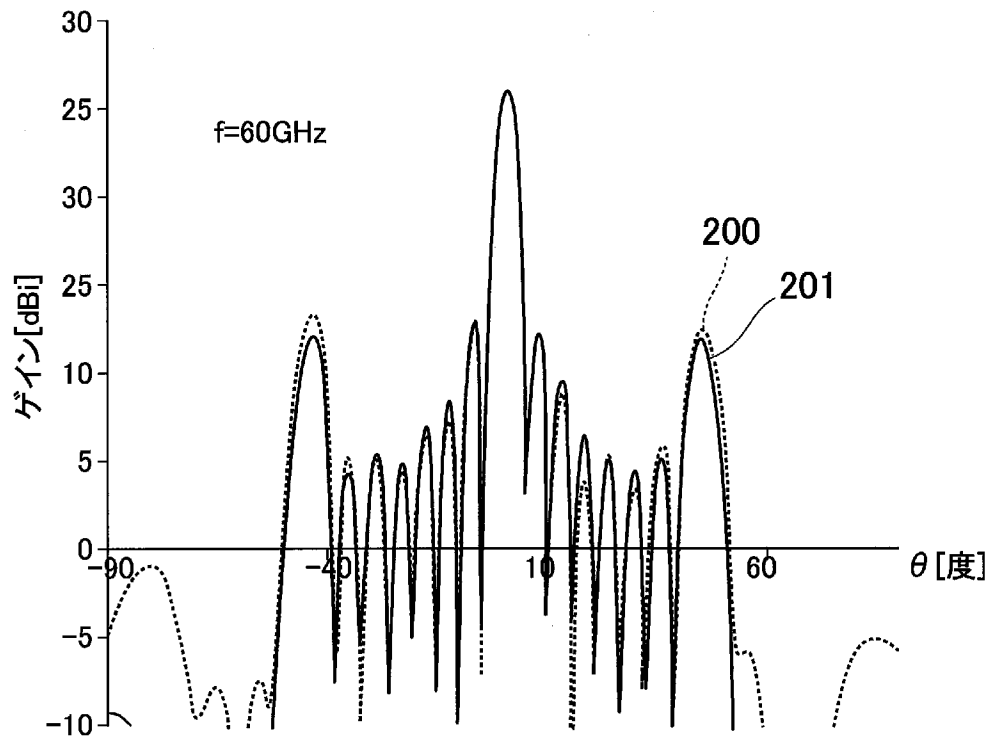
[図5]



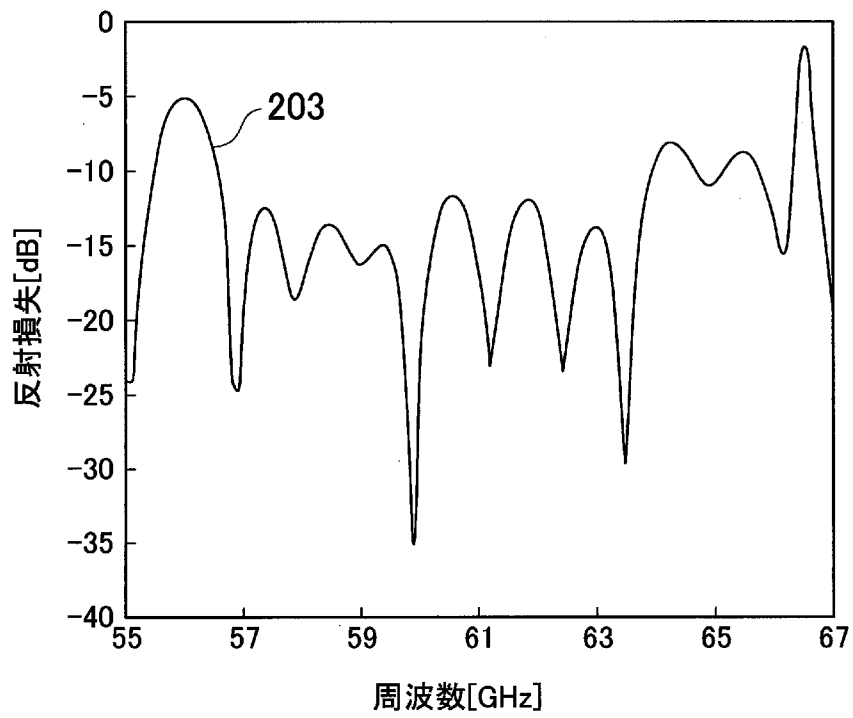
[図6]



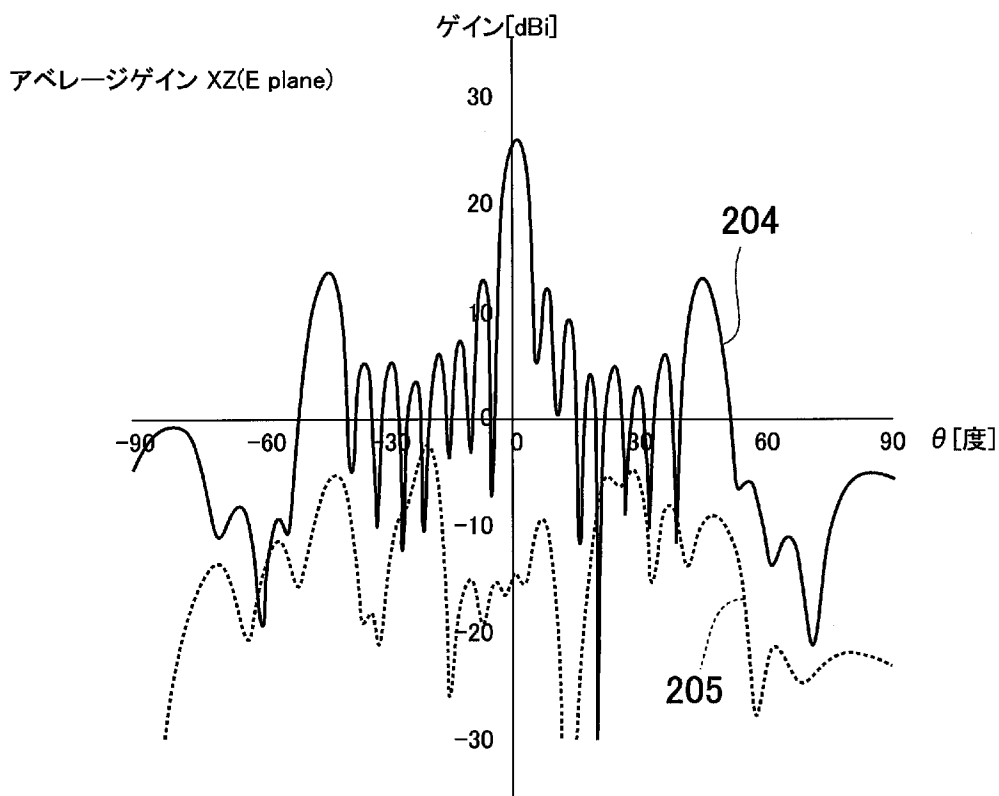
[図7]



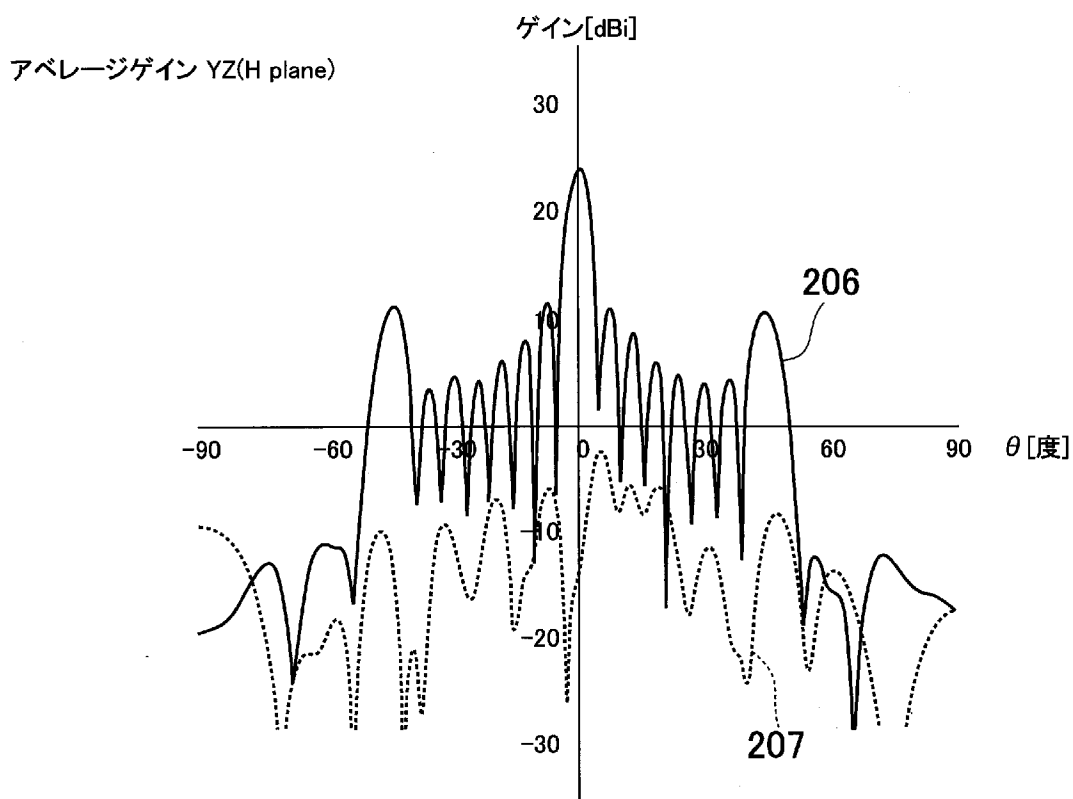
[図8]



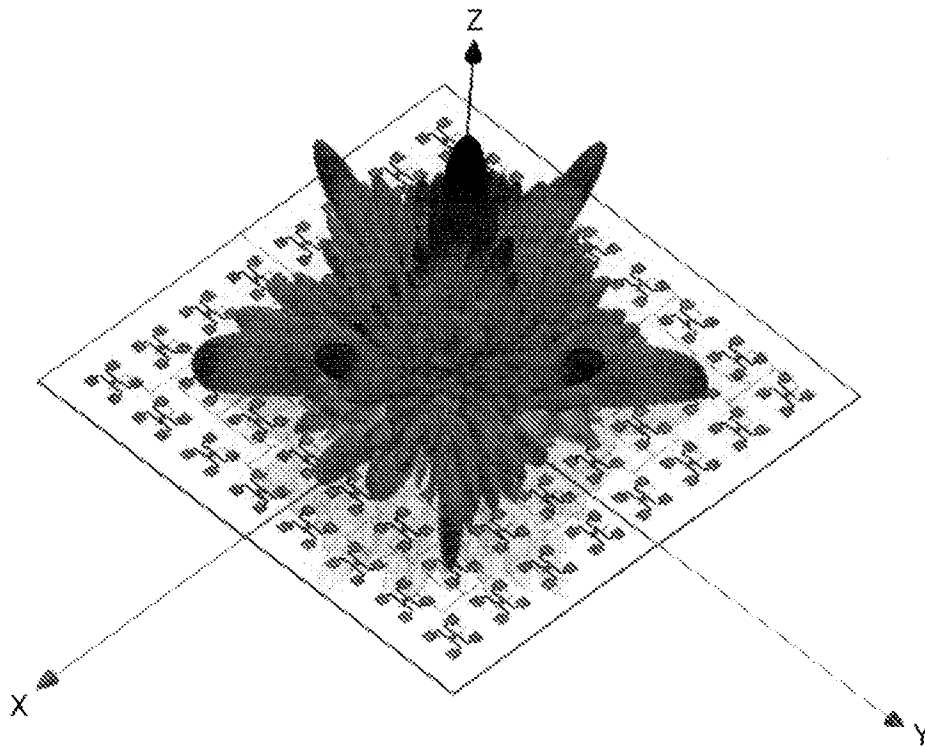
[図9]



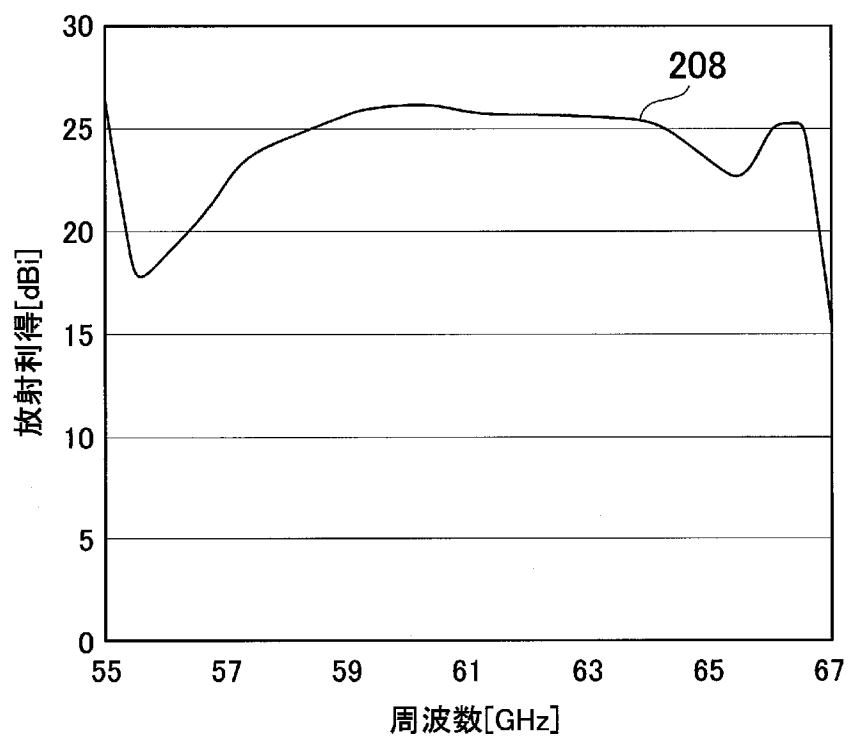
[図10]



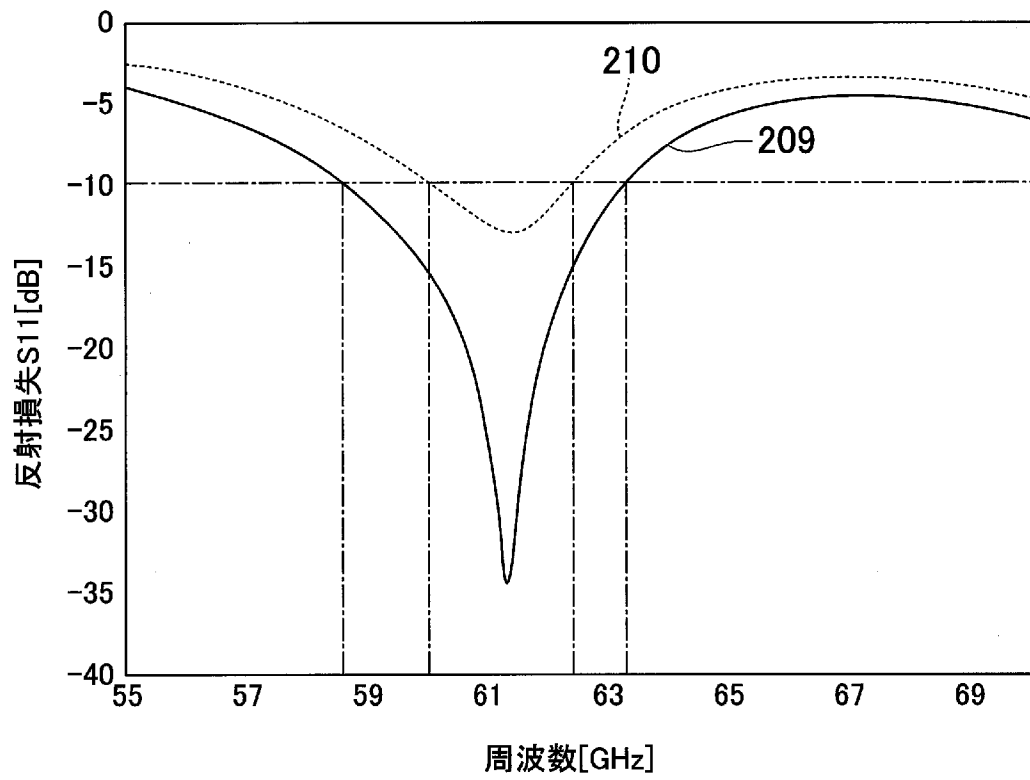
[図11]



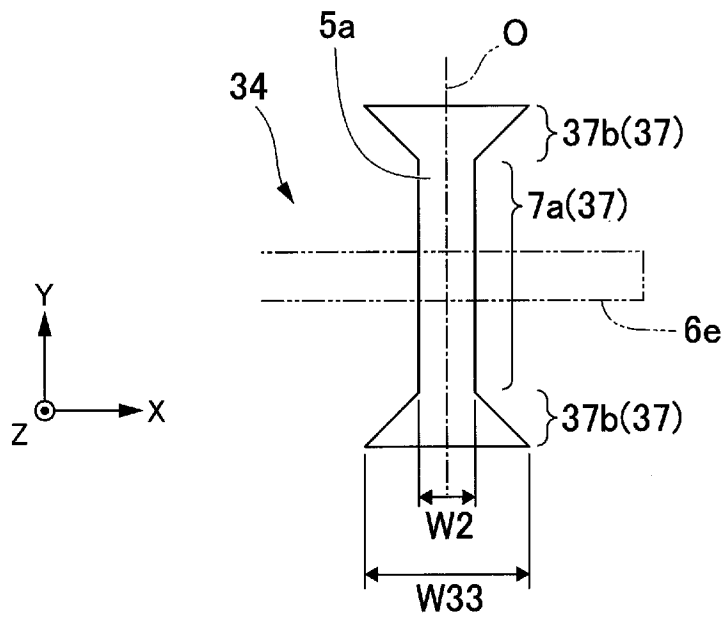
[図12]



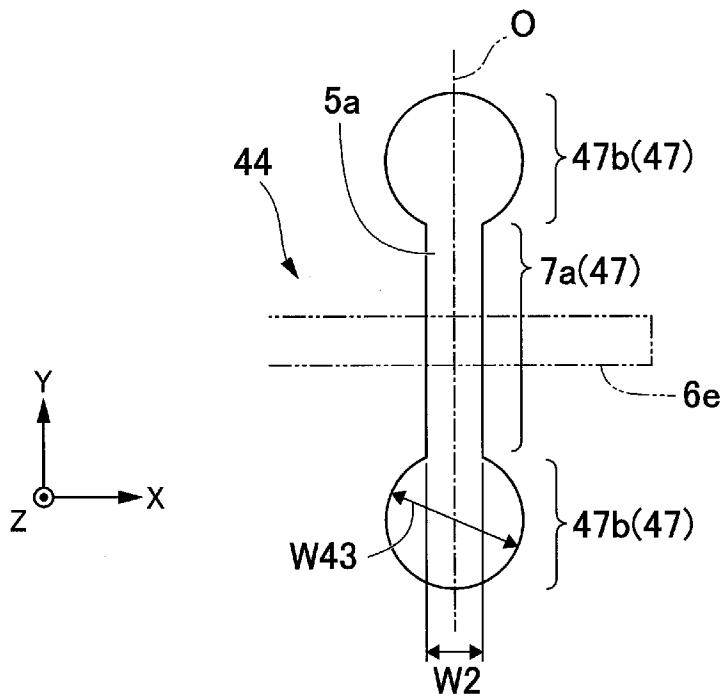
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/032371

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01Q13/08 (2006.01) i, H01Q21/06 (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)

Int.Cl. H01Q13/08, H01Q21/06

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
X Y	JP 2008-306552 A (FUJIKURA LTD.) 18 December 2008, paragraphs [0038], [0083], [0084], fig. 41, 42 (Family: none)	1-3, 5 4
X Y	JP 2008-048090 A (NTT DOCOMO, INC.) 28 February 2008, paragraphs [0009], [0010], fig. 17 (Family: none)	1-2, 5 3-4
Y	JP 2002-033617 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 31 January 2002, paragraph [0024], fig. 3 (Family: none)	3-4

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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 06.11.2018	Date of mailing of the international search report 13.11.2018
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/032371

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 06-232626 A (A T R KOUDENPA TSUSHIN KENKYUSHO KK) 19 August 1994, paragraph [0021] (Family: none)	4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01Q13/08(2006.01)i, H01Q21/06(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 (IPC))

Int.Cl. H01Q13/08, H01Q21/06

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
X Y	JP 2008-306552 A (株式会社フジクラ) 2008.12.18, [0038], [0083]-[0084], 図 41-42 (ファミリーなし)	1-3, 5 4
X Y	JP 2008-048090 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2008.02.28, [0009]-[0010], 図 17 (ファミリーなし)	1-2, 5 3-4
Y	JP 2002-033617 A (三菱電機株式会社) 2002.01.31, [0024], 図 3 (ファミリーなし)	3-4

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 06.11.2018	国際調査報告の発送日 13.11.2018
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 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) 米倉 秀明 電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C (続き) . 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	JP 06-232626 A (株式会社エイ・ティ・アール光電波通信研究所) 1994.08.19, [0021] (ファミリーなし)	4