

(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
2023年1月19日(19.01.2023)



(10) 国際公開番号

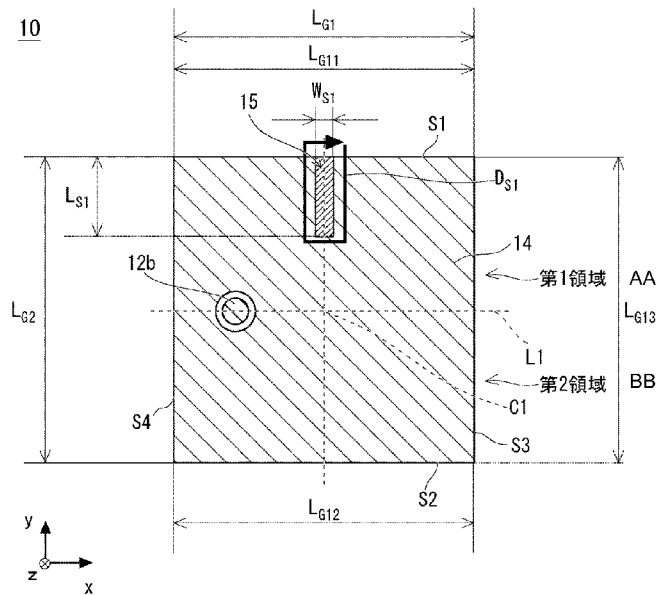
WO 2023/286751 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 13/08 (2006.01) *H01Q 13/10* (2006.01)
H01Q 1/22 (2006.01) *H01Q 21/24* (2006.01)
H01Q 1/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/027336
- (22) 国際出願日: 2022年7月12日(12.07.2022)
- (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 2021-117657 2021年7月16日(16.07.2021) JP
- (71) 出願人: A G C 株式会社 (AGC INC.) [JP/JP];
〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 加藤 友祐 (KATO Yusuke); 〒1008405
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C
株式会社内 Tokyo (JP). 竹内 彰一 (TAKEUCHI
Shoichi); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一
丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP). 東
海林 英明 (SHOJI Hideaki); 〒1008405 東京都
千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式
会社内 Tokyo (JP). 佐山 稔貴 (SAYAMA Toshiki);
〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番
1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP).

(54) Title: ANTENNA AND VEHICLE ANTENNA DEVICE

(54) 発明の名称: アンテナ及び車両用アンテナ装置

[図3]



AA First region
BB Second region

(57) Abstract: The present invention provides an antenna and a vehicle antenna device that enable size reduction. An antenna (10) comprises: a dielectric body (13); a radiation conductor (11) that is disposed on the first main surface side of the dielectric body (13); and a ground conductor (14) that is disposed on the second main surface side of the dielectric body (13). The ground conductor (14) is a planar conductor that is disposed in a rectangular region which has a length in a first direction L_{G1} and a length in a second direction L_{G2} . When the ground

(74) 代理人: 家入 健 (IEIRI Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目3番8 アサヒビルディング5階 響国際特許事務所 Kanagawa (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

conductor (14) is divided into a first region and a second region, the ground conductor (14) has a slit (15) that extends from the outer edge of the ground conductor in the first region towards the internal side of the ground conductor (14).

(57) 要約: 小型化を実現可能なアンテナ及び車両用アンテナ装置を提供する。アンテナ (10) は、誘電体 (13) と、誘電体 (13) の第1主面側に配置される放射導体 (11) と、誘電体 (13) の第2主面側に配置される接地導体 (14) と、を備える。接地導体 (14) は、第1方向の長さ L_{G1} 、及び第2方向の長さ L_{G2} の矩形領域内に配置される平面導体である。接地導体 (14) を第1領域及び第2領域に分けたとき、接地導体 (14) は、第1領域における接地導体の外縁を起点として、接地導体 (14) の内側に向かって延伸するスリット (15) を有する。

明 細 書

発明の名称： アンテナ及び車両用アンテナ装置

技術分野

[0001] 本発明は、アンテナ及び車両用アンテナ装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、自動車等の車両には、GHz帯の周波数の電波を送受信する平面タイプのパッチアンテナ等の車両用アンテナ装置が導入されつつある。上記したパッチアンテナの一例として、人工衛星から送信される信号を受信するパッチアンテナが挙げられる。例えば、特許文献1及び特許文献2には、所定周波数帯のGPS（Global Positioning System）信号を含むGNSS（Global Navigation Satellite System）信号を受信可能なパッチアンテナが開示されている。特許文献2には、当該パッチアンテナが自動車のルーフに搭載され、このパッチアンテナがアンテナケースによりカバーされる例が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-048145号公報

特許文献2：特開2019-193167号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ここで、特許文献1及び特許文献2に開示されているパッチアンテナは、所定の周波数の電波を送受信する放射導体の面積より、誘電体基板を介して放射導体と対向する接地導体の面積を大きくする必要がある。そのため、パッチアンテナを車両に設置する場合、接地導体の面積を考慮して、パッチアンテナを設置しなければならず、一定の配置スペースを確保しなければならないという制約がある。したがって、パッチアンテナの接地導体の面積を考慮せずに、パッチアンテナを車両に配置可能なアンテナの実現が望まれる。

[0005] 本発明は、小型化を実現可能なアンテナ及び車両用アンテナ装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様にかかるアンテナは、誘電体と、前記誘電体の第1主面側に配置される放射導体と、前記誘電体の第2主面側に配置される接地導体と、を備え、前記接地導体は、第1方向の長さ L_{G1} 、及び第2方向の長さ L_{G2} の矩形領域内に配置され、前記放射導体を送受する電波の空気中の波長を λ とすると、前記 L_{G1} は、 $0.7 \times (\lambda/2) \leq L_{G1} \leq 1.4 \times (\lambda/2)$ を満たし、前記 L_{G2} は、 $0.7 \times (\lambda/2) \leq L_{G2} \leq 1.4 \times (\lambda/2)$ を満たし、前記放射導体に給電する給電点を前記誘電体の厚さ方向に投影した仮想給電点と、前記接地導体の平面視における重心とを結ぶ仮想直線により、前記接地導体を第1領域及び第2領域に分けたとき、前記接地導体は、前記第1領域における前記接地導体の外縁を起点として、前記接地導体の内側に向かって延伸する第1スリットを有し、前記第1スリットの端部は、前記接地導体の外縁よりも内側に位置する、アンテナである。

[0007] 上述のアンテナにおいて、前記放射導体は、前記第1方向の長さ L_{R1} 、及び前記第2方向の長さ L_{R2} の矩形領域内に配置され、前記長さ L_{R1} と前記長さ L_{R2} とは、 $L_{R1} = L_{R2}$ を満たしてもよい。

[0008] 上述のアンテナにおいて、前記接地導体は、前記誘電体の平面視において四角形状でもよい。

[0009] 上述のアンテナにおいて、前記誘電体の平面視において、前記接地導体を構成する4つの辺のうち、前記仮想給電点に最も近い辺を最近辺とし、前記最近辺と隣接し、前記第1領域の外縁を含む辺を第1辺とし、前記第1辺の長さを L_{G1} とすると、前記第1スリットは、前記第1辺の midpoint $\pm 0.4 \times L_{G1}$ 範囲内の位置を起点としてもよい。

[0010] 上述のアンテナにおいて、前記接地導体の平面視において、前記第1スリットの外周長を D_{S1} 、前記放射導体を送受する電波の空気中の波長を λ とすると、 $0.13 \times \lambda \leq D_{S1} \leq 0.45 \times \lambda$ を満たしてもよい。

- [0011] 上述のアンテナにおいて、前記接地導体は、前記第2領域における前記接地導体の外縁を起点として、前記接地導体の内側に向かって延伸する第2スリットを有してもよい。
- [0012] 上述のアンテナにおいて、前記接地導体は、前記誘電体の平面視において四角形状であり、前記誘電体の平面視において、前記接地導体を構成する4つの辺のうち、前記仮想給電点に最も近い辺を最近辺とし、前記最近辺と隣接し、前記第2領域の外縁を含む辺を第2辺とし、前記第2辺の長さを L_{G12} とすると、前記第2スリットは、前記第2辺の midpoint $\pm 0.4 \times L_{G12}$ 範囲内の位置を起点としてもよい。
- [0013] 上述のアンテナにおいて、前記接地導体の平面視において、前記第2スリットの外周長を D_{S2} 、前記放射導体を送受する電波の空気中の波長を λ とすると、 $0.13 \times \lambda \leq D_{S2} \leq 0.45 \times \lambda$ を満足してもよい。
- [0014] 上述のアンテナにおいて、前記第2スリットの外周長 D_{S2} は、前記第1スリットの外周長 D_{S1} と略等しくてもよい。
- [0015] 上述のアンテナにおいて、前記接地導体は、前記接地導体の平面視において、前記第1スリットの起点と、前記第2スリットの起点との間の位置を起点として、前記接地導体の内側に向かって延伸する第3スリットを有してもよい。
- [0016] 上述のアンテナにおいて、前記接地導体は、前記誘電体の平面視において四角形状であり、前記誘電体の平面視において、前記接地導体を構成する4つの辺のうち、前記仮想給電点に最も近い辺を最近辺とし、前記最近辺と対向する辺を第3辺とし、前記第3辺の長さを L_{G13} とすると、前記第3スリットは、前記第3辺の midpoint $\pm 0.4 \times L_{G13}$ 範囲内の位置を起点としてもよい。
- [0017] 上述のアンテナにおいて、前記接地導体の平面視において、前記第3スリットの外周長を D_{S3} 、前記放射導体を送受する電波の空気中の波長を λ とすると、 $0.13 \times \lambda \leq D_{S3} \leq 0.45 \times \lambda$ を満足してもよい。
- [0018] 上述のアンテナにおいて、前記第3スリットの外周長 D_{S3} は、前記第1ス

リットの外周長 D_{s1} 及び前記第2スリットの外周長 D_{s2} と略等しくてもよい。

[0019] 上述のアンテナにおいて、前記放射導体は、前記誘電体の平面視において四角形状であり、4つの角のうち対角となる2つの角に、第1切り欠き及び第2切り欠きを有してもよい。

[0020] 上述のアンテナにおいて、前記放射導体は、直線偏波を送受可能でもよい。

[0021] 上述のアンテナにおいて、前記放射導体は、円偏波を送受可能でもよい。

[0022] 本発明の第1の態様にかかる車両用アンテナ装置は、放射導体が直線偏波を送受可能な上述のアンテナを備え、前記アンテナは、車両に取り付けられ、前記放射導体は、法線方向が前記車両の進行方向に対して 30° 以内の角度で設置される。

[0023] 上述の車両用アンテナ装置において、前記アンテナは、ウィンドシールドと対向して車室側に設置されてもよい。

[0024] 本発明の第2の態様にかかる車両用アンテナ装置は、放射導体が円偏波を送受可能な上述のアンテナを備え、前記アンテナは、車両に取り付けられ、前記放射導体は、法線方向が鉛直方向に対して 30° 以内の角度で設置される。

[0025] 上述の車両用アンテナ装置において、前記アンテナは、ルーフガラスと対向して車室側に設置されてもよい。

発明の効果

[0026] 本発明の一態様によれば、小型化を実現可能なアンテナ及び車両用アンテナ装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]例1にかかるアンテナの平面図である。

[図2]例1にかかるアンテナの断面図である。

[図3]例1にかかるアンテナの底面図である。

[図4]スリットの外周長と、放射導体を送受信する電波の波長と、F/B比との

関係を示す図である。

[図5]例2にかかるアンテナの平面図である。

[図6]例2にかかるアンテナの断面図である。

[図7]例2にかかるアンテナの底面図である。

[図8]例3にかかるアンテナの底面図である。

[図9]例4にかかるアンテナの断面図である。

[図10]例4にかかるアンテナの底面図である。

[図11]車両を上方視で示す図である。

[図12]例5にかかるアンテナの正面図である。

[図13]例5にかかるアンテナの断面図である。

[図14]例6にかかるアンテナの断面図である。

[図15]例7にかかるアンテナの断面図である。

[図16]スリットの効果を説明するための図である。

[図17]車両を上方視で示す図である。

[図18]例2Aにかかるアンテナの底面図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明を適用した具体的な実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。説明を明確にするため、以下の記載及び図面は、適宜、省略、及び簡略化がなされている。各図面において、同一の要素には同一の符号が付されており、必要に応じて重複説明は省略されている。なお、各実施形態において、平行、水平、垂直などの方向には、本発明の効果を損なわない程度のずれが許容される。また、実施の形態を説明するための図面において、方向について特に記載しない場合には、図面上での方向をいうものとする。

[0029] (第1の実施形態)

[例1]

図1～図3を用いて、第1の実施形態の例1にかかるアンテナ10の構成例について説明する。図1は、例1にかかるアンテナ10の平面図である。

図2は、例1にかかるアンテナ10の断面図であり、図1の切断線11-11において切断したときの断面図である。図3は、例1にかかるアンテナ10の底面図である。図1～図3に示すように、アンテナ10は、放射導体11と、接続導体12と、誘電体13と、接地導体14とを備える。

[0030] まず、図2を参照して、アンテナ10の構成例について説明する。放射導体11は、誘電体13のz軸正方向側の主面（x-y平面）である第1主面に設けられる。放射導体11は、所定の周波数帯域の電波を送受信可能である。所定の周波数帯域は、4G LTE（Long Term Evolution）から5Gの周波数帯域まででもよく、例えば、700MHzから6GHz（いわゆる、sub 6）の周波数帯域でもよいがこれらに限定されない。つまり、所定の周波数帯域とは、700MHz未満の周波数帯域でもよく、6GHz超の周波数帯、例えば、28GHz帯域やミリ波と言われる30GHz超の周波数帯、例えば79GHz帯域でもよい。また、例1にかかるアンテナ10の放射導体11は、垂直偏波及び水平偏波を含む直線偏波を送受信可能である。とくに、アンテナ10は、DSRC（Dedicated Short Range Communications）と呼ばれる専用狭帯通信にも適用できる。

[0031] 放射導体11は、誘電体13の厚さ方向に配置されている接続導体12と接続される。放射導体11には、放射導体11に給電する給電点12aが設けられている。放射導体11は、給電点12aにおいて、厚さ方向に延伸する接続導体12を介して、放射導体11に給電する伝送線路（不図示）と接続される。なお、伝送線路は、典型的には同軸ケーブルでもよく、同軸ケーブルに限らず、マイクロストリップライン、ストリップライン、コプレーナウェーブガイド、GCPW（グランドプレーン付きコプレーナウェーブガイド、コプレーナストリップ、スロットライン、導波管などでもよい。

[0032] 誘電体13は、セラミックスでもよく、樹脂でもよく、ガラスでもよく、空気でもよい。上述したように、誘電体13の第1主面には、放射導体11が設けられる。また、誘電体13の第1主面と反対側の主面（x-y平面）である第2主面には、接地導体14が設けられる。なお、誘電体13が空気

の場合、誘電体 1 3 の第 1 主面は放射導体 1 1 と同一面となる $x-y$ 平面を指し、誘電体 1 3 の第 2 主面は接地導体 1 4 と同一面となる $x-y$ 平面を指す。なお、誘電体 1 3 が空気の場合、不図示の支持体により放射導体 1 1 および接地導体 1 4 が固定されればよい。さらに、誘電体 1 3 が空気の場合、不図示の伝送線路が給電点 1 2 a に接続されればよいので、例えば同軸ケーブルの芯線と給電点 1 2 a が直結させることで、接続導体 1 2 を備えなくてもよい。

[0033] また、本明細書では、誘電体 1 3 が空気を含まない場合、基板として可視化できるため、「誘電体 1 3」と称する他に「誘電体基板 1 3」とも称する。さらに、後述する「誘電体 2 3」と「誘電体基板 2 3」との関係も同様である。このように、接地導体 1 4 は、誘電体 1 3 を介して、放射導体 1 1 と対向して配置される。誘電体 1 3 の内部には、放射導体 1 1 の給電点 1 2 a に対応する厚さ方向に接続導体 1 2 が設けられる。なお、誘電体 1 3 は、平面視において、放射導体 1 1 と同じ形状でもよく、異なってもよい。さらに、誘電体 1 3 は、平面視において、接地導体 1 4 と同じ形状でもよく、異なってもよい。

[0034] 接地導体 1 4 は、グランド面を形成する導体である。接地導体 1 4 は、給電点 1 2 a と、誘電体 1 3 を介して対向する位置である点 1 2 b において、放射導体 1 1 に給電する伝送線路（不図示）と接続可能に構成される。点 1 2 b は、放射導体 1 1 に設けられた給電点 1 2 a と、誘電体 1 3 を介して対向する点であり、放射導体 1 1 に給電する給電点 1 2 a を誘電体 1 3 の厚さ方向に投影した点である。以降の説明では、点 1 2 b を仮想給電点 1 2 b と称する。

[0035] 次に、図 1 を参照して、放射導体 1 1 について説明する。放射導体 1 1 は、平面導体でもよく、放射導体 1 1 の一部に、 z 軸方向の成分を含む凸部及び凹部のうち少なくとも 1 つを有する略平面導体でもよく、放射導体 1 1 の一部が z 軸方向の成分を含んで屈曲している略平面導体でもよい。放射導体 1 1 は、平面視において四角形状でもよく、例えば、矩形でもよく、台形で

もよい。また、放射導体 11 は、平面視において多角形でもよく、さらに、外縁に曲線を有する任意の形状でもよく、円形や楕円形でもよい。放射導体 11 は、誘電体 13 の平面視において、第 1 方向である x 軸正方向の長さが長さ L_{R1} [mm]、第 1 方向と直交する第 2 方向である y 軸負方向の長さが長さ L_{R2} [mm] の矩形領域内に配置される。なお、以降の説明では、とくにことわりがない場合、放射導体 11 は、配置される矩形領域と同じ形状の平面導体として説明する。具体的には、放射導体 11 は、2 辺の長さが長さ L_{R1} であり、他の 2 辺の長さが長さ L_{R2} である矩形の平面導体として説明する。

[0036] 次に、図 3 を参照して、接地導体 14 について説明する。接地導体 14 は、給電点 12a と対向する位置に仮想給電点 12b が形成されている。接地導体 14 は、接続導体 12 に接しないように、接地導体 14 の平面視において、接続導体 12 の面積よりも大きい面積の孔が形成されている。また、接地導体 14 は、接地導体 14 の内側に向かって延伸するスリット 15 を有している。スリット 15 は、接地導体 14 の平面視において、導体を含まない領域に相当する。つまり、接地導体 14 の平面視において、スリット 15 の内部は、導体を含まない領域である。

[0037] 接地導体 14 は、平面導体でもよく、接地導体 14 の一部に、 z 軸方向の成分を含む凸部及び凹部のうち少なくとも 1 つを有する略平面導体でもよく、接地導体 14 の一部が z 軸方向の成分を含んで屈曲している略平面導体でもよい。接地導体 14 は、平面視において四角形状でもよく、例えば、矩形でもよく、台形でもよい。また、接地導体 14 は、平面視において多角形でもよく、さらに、外縁に曲線を有する任意の形状でもよく、円形や楕円形でもよい。また、接地導体 14 の形状は、誘電体 13 の平面視において、放射導体 11 の形状と同じ形状でもよく、異なる形状でもよい。接地導体 14 は、第 1 方向である x 軸正方向の長さが L_{G1} [mm]、第 1 方向と直交する第 2 方向である y 軸負方向の長さが L_{G2} [mm] の矩形領域内に配置される。なお、以降の説明では、とくにことわりがない場合、接地導体 14 は、配置

される矩形領域と同じ形状の平面導体として説明する。具体的には、接地導体 14 は、2 辺の長さが L_{G1} であり、他の 2 辺の長さが L_{G2} である矩形の平面導体として説明する。

[0038] 接地導体 14 は、放射導体 11（アンテナ 10）が送受する電波の空気中の波長を λ [mm] とするとき、 $0.7 \times (\lambda / 2) \leq L_{G1} \leq 1.4 \times (\lambda / 2)$ を満たし、 $0.7 \times (\lambda / 2) \leq L_{G2} \leq 1.4 \times (\lambda / 2)$ を満たすとよい。 L_{G1} は、 $0.8 \times (\lambda / 2) \leq L_{G1} \leq 1.3 \times (\lambda / 2)$ を満たすと好ましく、 $0.9 \times (\lambda / 2) \leq L_{G1} \leq 1.2 \times (\lambda / 2)$ を満たすとより好ましい。 L_{G2} は、 $0.8 \times (\lambda / 2) \leq L_{G2} \leq 1.3 \times (\lambda / 2)$ を満たすと好ましく、 $0.9 \times (\lambda / 2) \leq L_{G2} \leq 1.2 \times (\lambda / 2)$ を満たすとより好ましい。

[0039] 接地導体 14 は、 $0.7 \times L_{R1} \leq L_{G1} \leq 1.4 \times L_{R1}$ を満たし、かつ $0.7 \times L_{R2} \leq L_{G2} \leq 1.4 \times L_{R2}$ を満たす矩形領域内に配置されるとよい。なお、このとき、長さ L_{R1} と長さ L_{R2} とは、 $L_{R1} = L_{R2}$ の関係を満たす。特許文献 1 及び特許文献 2 に開示されているパッチアンテナ等の一般的なパッチアンテナは、接地導体 14 の面積が、放射導体 11 の面積の 1.3 倍よりも大きい。これに対して、例 1 にかかるアンテナ 10 は、接地導体 14 がスリット 15 を備えることにより、特許文献 1 及び特許文献 2 に開示されているパッチアンテナよりも、接地導体 14 の面積を小さくできる。

[0040] また、 $L_{R1} = L_{R2}$ の関係を満たす条件において、接地導体 14 は、 $0.8 \times L_{R1} \leq L_{G1} \leq 1.3 \times L_{R1}$ を満たし、かつ $0.8 \times L_{R2} \leq L_{G2} \leq 1.3 \times L_{R2}$ を満たす矩形領域内に配置されると好ましい。さらに、 $L_{R1} = L_{R2}$ の関係を満たす条件において、接地導体 14 は、 $0.9 \times L_{R1} \leq L_{G1} \leq 1.2 \times L_{R1}$ を満たし、かつ $0.9 \times L_{R2} \leq L_{G2} \leq 1.2 \times L_{R2}$ を満たす矩形領域内に配置されるとより好ましい。

[0041] 次に、スリット 15 の詳細を説明する前に、以降、使用する用語について説明する。まず、スリット 15 の位置を説明するために、接地導体 14 の領域を仮想的に分割した仮想領域を定義する。具体的には、仮想給電点 12b

(の中心)と、接地導体14の平面視における重心C1とを結ぶ仮想直線L1により、接地導体14を仮想的に分割し、分割された領域をそれぞれ第1領域及び第2領域として定義する。図3を用いて説明すると、接地導体14のうち、仮想直線L1よりもy軸正方向の領域は、第1領域として定義され、仮想直線L1よりもy軸負方向の領域は、第2領域として定義される。なお、仮想直線L1よりもy軸負方向の領域が第1領域として定義され、仮想直線L1よりもy軸正方向の領域が第2領域として定義されてもよい。

[0042] 次に、接地導体14を構成する4つの辺のうち、仮想給電点12bに最も近い辺を最近辺として定義する。また、最近辺に隣接し、第1領域の外縁を含む辺を第1辺とし、最近辺に隣接し、第2領域の外縁を含む辺を第2辺とし、最近辺と対向する辺を第3辺として定義する。以降の説明では、第1辺の長さを L_{G11} [mm] とし、第2辺の長さを L_{G12} [mm] とし、第3辺の長さを L_{G13} [mm] とする。図3を用いて説明すると、接地導体14を構成する4つの辺である辺S1～S4のうち、仮想給電点12bに最も近い辺は、辺S4であるため、辺S4が最近辺である。第1辺は、辺S4に隣接し、第1領域の外縁を含む辺である辺S1である。第2辺は、辺S4に隣接し、第2領域の外縁を含む辺である辺S2である。第3辺は、最近辺S4と対向する辺である辺S3である。また、接地導体14が、上記の矩形領域と同じ形状である場合、長さ L_{G11} は、長さ L_{G1} であり、長さ L_{G12} は、長さ L_{G1} であり、長さ L_{G13} は、長さ L_{G2} である。

[0043] スリット15は、第1領域における接地導体14の外縁を起点として、接地導体14の内側に向かって延伸するように接地導体14に形成される。また、スリット15は、スリット15の起点とは逆側の端部が、接地導体14の外縁よりも内側に位置するように接地導体14に形成される。スリット15の起点とは逆側の端部は、第1領域に位置してもよく、第2領域に位置してもよく、第1領域と第2領域との境界に位置してもよい。例えば、スリット15の起点とは逆側の端部が第2領域に位置する場合、スリット15の長さを L_{S1} [mm] とすると、長さ L_{S1} は、長さ L_{G2} よりも短くなるように接

地導体 14 に形成されてもよい。スリット 15 の起点は、第 1 辺である辺 S1 の中点±0.4×L_{G11} 範囲内の位置でもよく、辺 S1 の中点±0.1×L_{G11} 範囲内の位置でもよい。スリット 15 の形状は、三角形形状や四角形状でもよく、多角形を含む任意の形状でもよい。

また、スリット 15 は、スリット 15 を構成する各辺が直線でもよく、曲線を含んでもよく、波線を含んでもよく、例えば、屈曲部分を含むメアング形状でもよい。なお、以降の説明では、スリット 15 は、矩形状として説明する。

[0044] スリット 15 は、接地導体 14 の平面視において、スリット 15 の外周長を D_{S1} [mm] とし、放射導体 11 が送受する電波の空気中の波長を λ [mm] とするとき、以下の式 (1a) を満たすように、接地導体 14 に形成される。

$$0.13 \times \lambda \leq D_{S1} \leq 0.45 \times \lambda \quad \dots (1a)$$

[0045] また、長さ D_{S1} [mm] は、以下の式 (1b) を満たすと好ましく、式 (1c) を満たすとより好ましい。

$$0.19 \times \lambda \leq D_{S1} \leq 0.39 \times \lambda \quad \dots (1b)$$

$$0.24 \times \lambda \leq D_{S1} \leq 0.34 \times \lambda \quad \dots (1c)$$

[0046] スリット 15 の外周長は、図 3 の太い矢印に沿うようにして表されている長さである。

例えば、図 3 のように、スリット 15 の形状が矩形である場合、スリット 15 の幅を W_{S1} [mm] とすると、外周長 D_{S1} は、2×L_{S1}+2×W_{S1} により算出される。

[0047] 次に、例 1 にかかるアンテナ 10 のピークアンテナ利得について説明する。例 1 にかかるアンテナ 10 のピークアンテナ利得と、例 1 にかかるアンテナ 10 に対して、スリット 15 が設けられていない構成のピークアンテナ利得とをシミュレーションで求めた。なお、例 1 にかかるアンテナ 10 において、接地導体 14 にスリット 15 が設けられていない構成を「デフォルト構成 1」と称して説明する。さらに、シミュレーションでは、誘電体 13 は、

空気であるとして計算し、後述する他のシミュレーションにおいても、とくにことわりが無い場合、誘電体 13 (誘電体 23) が空気であるとして計算する。

[0048] ピークアンテナ利得を算出するため、アンテナ 10 及びデフォルト構成 1 が送受信する電波の空気中の波長 λ を 190 mm (周波数: 1.575 GHz) に設定した。アンテナ 10 及びデフォルト構成 1 の放射導体 11 の長さ L_{R1} 及び長さ L_{R2} を 74 mm に設定し、アンテナ 10 及びデフォルト構成 1 の接地導体 14 の各辺の長さを 74 mm に設定した。また、アンテナ 10 のスリット 15 の長さ L_{S1} を 24.6 mm に設定し、幅 W_{S1} を 1.5 mm に設定した。また、誘電体 13 (空気) の厚さは 1 mm に設定した。

[0049] このとき、アンテナ 10 のピークアンテナ利得は 7.5 dBi であり、デフォルト構成 1 のピークアンテナ利得は 4.0 dBi であった。デフォルト構成 1 のように、接地導体 14 の面積が、放射導体 11 の面積とほぼ同等となるように接地導体 14 を構成すると、ピークアンテナ利得が低下してしまう。言い換えると、特許文献 1 及び特許文献 2 に開示されるパッチアンテナの接地導体の面積を小さくし、デフォルト構成 1 のようにすると、ピークアンテナ利得が低下してしまう。これに対して、アンテナ 10 のピークアンテナ利得は、従来のパッチアンテナのように、ピークアンテナ利得が低下しない。すなわち、アンテナ 10 は、接地導体 14 がスリット 15 を備えることから、接地導体 14 の面積を小さくしても、ピークアンテナ利得の低下を抑制できる。

[0050] 次に、例 1 にかかるアンテナ 10 の送受信性能を説明する。本明細書では、アンテナ 10 の送受信性能を、アンテナ 10 の FB (Front-Back) 比を用いて説明する。FB 比は、アンテナ 10 の電波放射方向 (Front 方向) と、アンテナ 10 の電波放射方向と反対方向 (Back 方向) との放射電力比 [dB] を示す指標値である。アンテナ 10 における FB 比を、アンテナ 10 の電波放射方向 (Front 方向) の利得 [dBi] と、アンテナ 10 の電波放射方向と反対方向 (Back 方向) の利得 [dBi] と、を

シミュレーションで求めた。なお、以降の説明では、F B 比を、F B r a t i o とも記載する。

[0051] ここで、アンテナ 1 0 の F B 比は 9. 4 d B であり、デフォルト構成 1 の F B 比は 0 d B であった。デフォルト構成 1 のように、接地導体 1 4 の面積が、放射導体 1 1 の面積とほぼ同等となるように接地導体 1 4 を構成すると、B a c k 方向にも F r o n t 方向と同程度の電力で電波が放射されてしまう。言い換えると、従来のパッチアンテナの場合、接地導体の面積を小さくし、デフォルト構成 1 のようにすると、B a c k 方向にも F r o n t 方向と同程度の電力で電波が放射されてしまう。これに対して、アンテナ 1 0 の F B 比は、デフォルト構成 1 よりも大きくなるため、デフォルト構成 1 よりも F r o n t 方向に対して高い電力で電波を放射できる。すなわち、アンテナ 1 0 は、接地導体 1 4 がスリット 1 5 を備えることから、接地導体 1 4 の面積を小さくしても、高い F B 比を実現でき、F r o n t 方向に対して高い電力で電波を放射できる。これは、接地導体 1 4 がスリット 1 5 を有することで、電流が流れる経路が、およそスリット 1 5 の外周長分、長くなるためである。

[0052] 次に、図 4 を用いて、アンテナ 1 0 のスリット 1 5 の外周長と、アンテナ 1 0 の放射導体 1 1 が送受信する電波の波長と、アンテナ 1 0 の F B 比との関係について説明する。図 4 の横軸は、スリット 1 5 の外周長 D_{s1} を、放射導体 1 1 が送受信する電波の（空気中の）波長 λ で規格化した値を表し、縦軸は、アンテナ 1 0 の F B 比を表している。図 4 に示すように、長さ D_{s1} を、波長 λ で規格化した値が 0. 1 3 ~ 0. 4 5 の範囲において、F B 比は 1 以上となる。すなわち、長さ D_{s1} が、波長 λ との関係で、式 (1 a) を満たすことにより、B a c k 方向よりも、F r o n t 方向に対して高い電力で電波を放射できる。また、長さ D_{s1} が、式 (1 b) を満たすことにより F B 比はより向上し、式 (1 c) を満たすことにより F B 比はさらに向上する。

[0053] 以上のように、接地導体 1 4 がスリット 1 5 を有することで、従来のパッチアンテナと比較して、接地導体 1 4 の面積を小さくしてもピークアンテナ

利得の低下を抑制でき、さらに、高いF B比を実現できる。言い換えると、接地導体14がスリット15を有することで、スリット15を有しない従来のパッチアンテナと同等のピークアンテナ利得及び高いF B比を実現し、さらに接地導体14の面積を小さくできる。したがって、例1にかかるアンテナ10によれば、小型化を実現できる。

[0054] [例2]

続いて、例1の変形例に相当する例2について、図5～図7を用いて説明する。図5は、例2にかかるアンテナ20の平面図である。図6は、例2にかかるアンテナ20の断面図であり、図5の切断線V1-V1において切断したときの断面図である。図7は、例2にかかるアンテナ20の底面図である。図5～図7に示すように、アンテナ20は、放射導体21と、接続導体12と、誘電体23と、接地導体24とを備える。なお、アンテナ20は、例1にかかるアンテナ10と基本的に同様の構成であるため、適宜割愛して説明する。

[0055] まず、図6を参照して、アンテナ20の構成例について説明する。放射導体21は、誘電体23の第1主面に配置される。接地導体24は、誘電体23の第2主面に配置される。図5に示すように、放射導体21は、円形の形状である平面導体である。

[0056] 次に、図7を参照して、接地導体24について説明する。接地導体24は、円形状の平面導体である。なお、接地導体24は、接地導体14と同様に、接地導体24の一部に、z軸方向の成分を含む凸部及び凹部のうち少なくとも1つを有する略平面導体でもよく、接地導体24の一部がz軸方向の成分を含んで屈曲している略平面導体でもよい。接地導体24は、接地導体24の内側に向かって延伸するスリット25を有している。また、第1領域と第2領域との分割の考え方については、例1と同様である。スリット25は、第1領域における接地導体24の外縁を起点として、接地導体24の内側に向かって延伸するように、接地導体24に形成される。また、スリット25は、スリット25の起点とは逆側の端部が、接地導体24の外縁よりも内

側に位置する。なお、スリット25の起点とは逆側の端部は、第1領域内に位置しても、第2領域内に位置してもよい。

[0057] 例2にかかるアンテナ20は、例1にかかるアンテナ10と同様に、接地導体24がスリット25を有する。そのため、例2にかかるアンテナ20は、例1にかかるアンテナ10と同様に、ピークアンテナ利得の低下を抑制するとともに高いFB比を実現でき、さらに接地導体24の面積を小さくできる。すなわち、例2にかかるアンテナ20を用いることにより、例1にかかるアンテナ10と同様に、小型化を実現できる。

[0058] [例2A]

続いて、例2の変形例に相当する例2Aのアンテナ20Aについて（例2と共通する、図5及び図6と）例2Aにおける図18を用いて説明する。なお、図5及び図6については、例2と同様であって、例2にかかるアンテナ20と基本的に同様の構成であるため、図18を参照して、適宜割愛して説明する。

[0059] 接地導体54は、円形状の平面導体である。なお、接地導体54は、接地導体14と同様に、接地導体54の一部に、z軸方向の成分を含む凸部及び凹部のうち少なくとも1つを有する略平面導体でもよく、接地導体54の一部がz軸方向の成分を含んで屈曲している略平面導体でもよい。接地導体54は、接地導体54の内側に向かって延伸するスリット55とスリット65を有している。また、第1領域と第2領域との分割の考え方については、例1と同様である。スリット55は、第1領域における接地導体54の外縁を起点として、接地導体54の内側に向かって延伸するように、接地導体54に形成される。また、スリット65は、第2領域における接地導体54の外縁を起点として、接地導体54の内側に向かって延伸するように、接地導体54に形成される。また、スリット55及びスリット65の長手方向の延伸方向は、仮想直線L1と直交するとともに、重心C1を通る直線に沿って配置した。

[0060] ピークアンテナ利得を算出するため、アンテナ20Aが送受信する電波の

(空気中の) 波長 λ を176mm(周波数: 1.7GHz)に設定した。例2Aにかかるアンテナ20Aのピークアンテナ利得と、例2Aにかかるアンテナ20Aに対して、スリット55及びスリット65が設けられていない構成のピークアンテナ利得とをシミュレーションで求めた。なお、例2Aにかかるアンテナ20Aにおいて、接地導体54にスリット55及びスリット65が設けられていない構成を「デフォルト構成1A」と称して説明する。

[0061] 例2Aでは、アンテナ20A及びデフォルト構成1Aの放射導体21の長さ L_{R1} 及び長さ L_{R2} を90mmに設定し、アンテナ20A及びデフォルト構成1Aの接地導体54の各辺の長さも90mmに設定した。また、アンテナ20Aのスリット55の長さ L_{S1} を24.6mm、幅 W_{S1} を1.48mmに設定し、スリット65の長さ L_{S2} を24.6mm、幅 W_{S2} を1.48mmに設定した。また、誘電体13(空気)の厚さは6.5mmに設定した。

[0062] ここで、アンテナ20AのFB比は8.5dBであり、デフォルト構成1AのFB比は0dBであった。デフォルト構成1Aのように、接地導体54の面積が、放射導体11の面積とほぼ同等となるように接地導体54を構成すると、Back方向にもFront方向と同程度の電力で電波が放射されてしまう。従来のパッチアンテナの場合、接地導体の面積を小さくし、デフォルト構成1Aのようにすると、Back方向にもFront方向と同程度の電力で電波が放射されてしまう。これに対して、アンテナ20AのFB比は、デフォルト構成1Aよりも大きくなるため、デフォルト構成1AよりもFront方向に対して高い電力で電波を放射できる。すなわち、アンテナ20Aは、接地導体54がスリット55及びスリット65を備えることから、接地導体54の面積を小さくしても、高いFB比を実現でき、Front方向に対して高い電力で電波を放射できる。

[0063] [例3]

続いて、例3について説明する。例3は、例1及び例2とは異なるアンテナの例であり、図8を用いて、例3にかかるアンテナ30の構成例について説明する。図8は、例3にかかるアンテナ30の底面図である。例3にかか

るアンテナ30は、例1にかかるアンテナ10の接地導体14が接地導体34に置き換わった構成である。例3にかかるアンテナ30は、接地導体34に加えて、例1にかかるアンテナ10と同様に、放射導体11と、接続導体12と、誘電体13とを備える。なお、アンテナ30の正面図及び断面図は、図1及び図2と同様であり、放射導体11及び誘電体13は、例1にかかるアンテナ10と同様であるため説明を割愛する。また、接地導体34は、基本的には接地導体14と同様の構成であるため、接地導体14と共通する説明は適宜割愛する。

[0064] 接地導体34は、スリット15及びスリット35を備える。スリット35は、第2スリットと称されてもよい。スリット15（第1スリット）は、例1にかかるアンテナ10と同様であるため説明を割愛する。

[0065] スリット35は、第2領域における接地導体34の外縁を起点として、接地導体34の内側に向かって延伸するように、接地導体34に形成される。また、スリット35は、スリット35の起点とは逆側の端部が、接地導体34の外縁よりも内側に位置するように、接地導体34に形成される。ここで、（矩形状の）スリット35の長さを L_{s2} [mm] とすると、スリット35は、長さ L_{s2} が、長さ L_{G2} よりも短くなるように、接地導体34に形成されてもよい。スリット35の起点は、第2辺である辺S2の中点 $\pm 0.4 \times L_{G12}$ 範囲内の位置でもよく、辺S2の中点 $\pm 0.1 \times L_{G12}$ 範囲内の位置でもよい。長さ L_{G12} は、第2辺である辺S2の長さである。スリット35の形状は、四角形状でもよく、任意の形状でもよい。また、スリット35は、スリット35を構成する各辺が直線でもよく、一部に曲線や波線が含まれてもよく、例えば、屈曲部分を含むメアンダ形状でもよい。なお、以降の説明では、スリット35は、矩形状として説明する。

[0066] スリット35の長さ L_{s2} は、スリット15の長さ L_{s1} と略等しくてもよく、異なってもよい。略等しいとは、長さ L_{s2} が、 $0.95 \times L_{s1} \leq L_{s2} \leq 1.05 \times L_{s1}$ を満たすことでもよい。スリット35の幅 W_{s2} [mm] は、スリット15の幅 W_{s1} と略等しくてもよく、異なってもよい。略等しいとは、

幅 W_{S2} が、 $0.95 \times W_{S1} \leq W_{S2} \leq 1.05 \times W_{S1}$ を満たすことでもよい。スリット35の外周長 D_{S2} [mm] は、スリット15の外周長 D_{S1} と略等しくてもよく、異なってもよい。略等しいとは、スリット35の外周長 D_{S2} が、 $0.9 \times D_{S1} \leq D_{S2} \leq 1.1 \times D_{S1}$ を満たすことでもよい。なお、スリット35の外周長は、図7の太い一点鎖線の矢印に沿うようにして表されている長さである。例えば、図7のように、スリット35の形状が矩形である場合、スリット35の幅を W_{S2} とすると、外周長 D_{S2} は、 $2 \times L_{S2} + 2 \times W_{S2}$ により算出される。

[0067] また、スリット35は、接地導体34の平面視において、スリット35の外周長を D_{S2} [mm] とし、放射導体11が送受する電波の空気中の波長を λ [mm] とするとき、以下の式(2a)を満たすように、接地導体34に形成される。

$$0.13 \times \lambda \leq D_{S2} \leq 0.45 \times \lambda \quad \dots (2a)$$

[0068] また、長さ D_{S2} [mm] は、以下の式(2b)を満たすと好ましく、式(2c)を満たすとより好ましい。

$$0.19 \times \lambda \leq D_{S2} \leq 0.39 \times \lambda \quad \dots (2b)$$

$$0.24 \times \lambda \leq D_{S2} \leq 0.34 \times \lambda \quad \dots (2c)$$

[0069] 次に、例3にかかるアンテナ30のピークアンテナ利得について説明する。例3にかかるアンテナ30のピークアンテナ利得を、デフォルト構成1のピークアンテナ利得と比較することで評価した。なお、例3にかかるアンテナ30及びデフォルト構成1のピークアンテナ利得をシミュレーションで求めた。

[0070] シミュレーション条件は、例1と同様であり、ピークアンテナ利得を算出するため、アンテナ30及びデフォルト構成1が送受信する電波の(空気中の)波長 λ を190mm(周波数: 1.575GHz)に設定した。アンテナ30及びデフォルト構成1の放射導体11の長さ L_{R1} 及び長さ L_{R2} を74mmに設定し、アンテナ30及びデフォルト構成1の接地導体14の各辺の長さを74mmに設定した。また、アンテナ30のスリット15の長さ L_{S1}

を24.6 mmに設定し、幅 W_{s1} を1.5 mmに設定した。アンテナ30のスリット35の長さ L_{s2} を24.6 mmに設定し、幅 W_{s2} を1.5 mmに設定した。また、誘電体13（空気）の厚さは1 mmに設定した。

[0071] アンテナ30のピークアンテナ利得は7.5 dBiであり、デフォルト構成1のピークアンテナ利得は4.0 dBiであった。アンテナ30は、例1にかかるアンテナ10と同様に、ピークアンテナ利得の低下を抑制できる。

[0072] 次に、例3にかかるアンテナ30の送受信性能を、FB比を用いて説明する。アンテナ30及びデフォルト構成1のFB比をシミュレーションにより求めた。アンテナ30及びデフォルト構成1に関するシミュレーション条件は、ピークアンテナ利得を求める際に用いた条件と同様とした。アンテナ30のFB比は21.1 dBであり、デフォルト構成1のFB比は0 dBであった。アンテナ30のFB比は、デフォルト構成1よりも大きくなるため、デフォルト構成1よりもFront方向に対して高い電力で電波を放射できる。

また、例1にかかるアンテナ10のFB比は、9.4 dBであるため、アンテナ30は、例1にかかるアンテナ10よりもFront方向に対して高い電力で電波を放射できる。

これは、接地導体34がスリット15だけでなく、スリット35も有していることにより、電流が流れる経路が、およそスリット35の外周長分、例1にかかるアンテナ10よりも長くなるためである。すなわち、接地導体34がスリット15及びスリット35を有することで、特許文献1及び特許文献2に開示されているパッチアンテナと同等のピークアンテナ利得及び高いFB比を実現し、さらに接地導体34の面積を小さくできる。さらに、接地導体34がスリット15及びスリット35を有することで、例1にかかるアンテナ10よりもFront方向に高い電力で電波を放射できる。したがって、例3にかかるアンテナ30によれば、小型化を実現でき、所望の電波放射方向に対して高い電力で電波を放射できる。

[0073] [例4]

続いて、例４について説明する。例４は、例１～例３とは異なるアンテナの例であり、図９を用いて、例４にかかるアンテナ４０の構成例について説明する。図９は、例４にかかるアンテナ４０の第１領域と第２領域の境界（仮想直線Ｌ１）に沿った断面図である。

図１０は、例４にかかるアンテナ４０の底面図である。例４にかかるアンテナ４０は、例３にかかるアンテナ３０の接地導体３４が接地導体４４に置き換わった構成である。図９に示すように、例４にかかるアンテナ４０は、接地導体４４に加えて、例３にかかるアンテナ３０と同様に、放射導体１１と、接続導体１２と、誘電体１３とを備える。なお、アンテナ４０の正面図は、図１と同様であり、放射導体１１及び誘電体１３は、例１にかかるアンテナ１０及び例３にかかるアンテナ３０と同様であるため説明を割愛する。また、接地導体４４は、基本的には接地導体３４と同様の構成であるため、接地導体３４と共通する説明は適宜割愛する。

[0074] 図１０に示すように、接地導体４４は、スリット１５、スリット３５及びスリット４５を備える。スリット４５は、第３スリットと称されてもよい。スリット１５（第１スリット）及びスリット３５（第２スリット）は、それぞれ、例１にかかるアンテナ１０及び例３にかかるアンテナ３０と同様であるため説明を割愛する。なお、図１０に示す一例では、接地導体４４は、仮想直線Ｌ１上にスリット４５が形成されているため、図９に示すように、仮想直線Ｌ１に沿った接地導体４４の長さが、放射導体１１の長さに比べて短い。

[0075] スリット４５は、第３辺を起点として、接地導体４４の内側に向かって延伸するように、接地導体４４に形成される。また、スリット４５は、スリット４５の起点とは逆側の端部が、接地導体４４の外縁（この場合、最近辺）よりも内側に位置するように、接地導体４４に形成される。つまり、スリット４５の長さを L_{s3} [mm] とすると、スリット４５は、長さ L_{s3} が、長さ L_{G1} よりも短くなるように、接地導体４４に形成されてもよい。スリット４５の起点は、第３辺である辺Ｓ３の中点 $\pm 0.4 \times L_{G13}$ 範囲内の位置でもよ

く、辺 S_3 の中点 $\pm 0.1 \times L_{G13}$ 範囲内の位置でもよい。長さ L_{G13} は、第3辺である辺 S_3 の長さである。スリット45の形状は、四角形状でもよく、任意の形状でもよい。また、スリット45は、スリット45を構成する各辺が直線でもよく、一部に曲線や波線が含まれてもよく、例えば、屈曲部分を含むメアング形状でもよい。なお、以降の説明では、スリット45は、矩形形状として説明する。

[0076] スリット45の長さ L_{S3} は、スリット15の長さ L_{S1} 及びスリット35の長さ L_{S2} と略等しくてもよく、異なってもよい。略等しいとは、長さ L_{S3} が、 $0.95 \times L_{S1} \leq L_{S3} \leq 1.05 \times L_{S1}$ を満たすことでもよく、 $0.95 \times L_{S2} \leq L_{S3} \leq 1.05 \times L_{S2}$ を満たすことでもよい。スリット45の幅である W_{S3} [mm] は、スリット15の幅 W_{S1} 及びスリット35の幅 W_{S2} と略等しくてもよく、異なってもよい。略等しいとは、幅 W_{S3} が、 $0.95 \times W_{S1} \leq W_{S3} \leq 1.05 \times W_{S1}$ を満たすことでもよく、 $0.95 \times W_{S2} \leq W_{S3} \leq 1.05 \times W_{S2}$ を満たすことでもよい。スリット45の外周長 D_{S3} [mm] は、スリット15の外周長 D_{S1} 及びスリット35の外周長 D_{S2} と略等しくてもよく、異なってもよい。略等しいとは、スリット45の外周長 D_{S3} が、 $0.9 \times D_{S1} \leq D_{S3} \leq 1.1 \times D_{S1}$ を満たすことでもよく、 $0.9 \times D_{S2} \leq D_{S3} \leq 1.1 \times D_{S2}$ を満たすことでもよい。なお、スリット45の外周長は、図10の太い二点鎖線の矢印に沿うように表されている長さである。図10のように、スリット45の形状が矩形である場合、スリット45の外周長 D_{S3} は、 $2 \times L_{S3} + 2 \times W_{S3}$ により算出される。

[0077] スリット45は、接地導体44の平面視において、スリット45の外周長 D_{S3} とし、放射導体11が送受する電波の空気中の波長を λ [mm] とするとき、以下の式(3a)を満たすように、接地導体44に形成される。

$$0.13 \times \lambda \leq D_{S3} \leq 0.45 \times \lambda \quad \dots (3a)$$

[0078] また、長さ D_{S3} [mm] は、以下の式(3b)を満たすと好ましく、式(3c)を満たすとより好ましい。

$$0.19 \times \lambda \leq D_{S3} \leq 0.39 \times \lambda \quad \dots (3b)$$

$$0.24 \times \lambda \leq D_{s3} \leq 0.34 \times \lambda \quad \cdots (3c)$$

- [0079] 次に、例4にかかるアンテナ40のピークアンテナ利得について説明する。例4にかかるアンテナ40のピークアンテナ利得を、デフォルト構成1のピークアンテナ利得と比較することで評価した。なお、例4にかかるアンテナ40及びデフォルト構成1のピークアンテナ利得をシミュレーションで求めた。
- [0080] ピークアンテナ利得を算出するため、アンテナ40及びデフォルト構成1が送受信する電波の（空気中の）波長 λ を190mm（周波数：1.575GHz）に設定した。アンテナ40及びデフォルト構成1の放射導体11の長さ L_{R1} 及び長さ L_{R2} を74mmに設定し、アンテナ40及びデフォルト構成1の接地導体14の各辺の長さを74mmに設定した。また、アンテナ40のスリット15の長さ L_{s1} を24.6mmに設定し、幅 W_{s1} を1.5mmに設定した。アンテナ40のスリット35の長さ L_{s2} を24.6mmに設定し、幅 W_{s2} を1.5mmに設定した。アンテナ40のスリット45の長さ L_{s3} を24.6mmに設定し、幅 W_{s3} を1.5mmに設定した。また、誘電体13（空気）の厚さは1mmに設定した。
- [0081] アンテナ40のピークアンテナ利得は7.5dBiであり、アンテナ30のピークアンテナ利得は、7.5dBiであった。このように、アンテナ40は、ピークアンテナ利得が例3にかかるアンテナ30と同等の値となり、ピークアンテナ利得の低下を抑制できる。
- [0082] 次に、例4にかかるアンテナ40の送受信性能を、FB比を用いて説明する。アンテナ40及びデフォルト構成1のFB比をシミュレーションにより求めた。アンテナ40及びデフォルト構成1に関するシミュレーション条件は、ピークアンテナ利得を求める際に用いた条件と同様とした。アンテナ40のFB比は21.1dBであり、アンテナ30のFB比は21.1dBであった。アンテナ40のFB比は、アンテナ30のFB比と同等の値であるため、アンテナ30と同様にFront方向に対して高い電力で電波を放射できる。また、デフォルト構成1のFB比は、0dBであるため、アンテナ

40は、デフォルト構成1のアンテナよりもFront方向に対して高い電力で電波を放射できる。このように、例4にかかるアンテナ40は、接地導体44がスリット15、スリット35及びスリット45を有するため、例3にかかるアンテナ30と同様にFront方向に高い電力で電波を放射できる。したがって、例4にかかるアンテナ40によれば、小型化を実現でき、所望の電波放射方向に対して高い電力で電波を放射できる。

[0083] [アンテナの取り付け例]

続いて、図11を用いて、例4にかかるアンテナ40の車両110への取り付け例について説明する。図11は、車両110を上方視で示す図である。なお、図11では、例4にかかるアンテナ40を図示しているが、例1～例3にかかるアンテナ10～アンテナ30を車両110に取り付ける場合でも同様の取り付け例としてよい。

[0084] 図11に示すように、車両110は、金属ボディ111と、ウィンドシールド112と、リアガラス113と、を備える。車両110は、任意の形状の任意の車両でよい。また、車両110は、固定窓となるサイドガラス、フロントベンチガラス、リアクォーターガラス、及びルーフガラスの少なくとも1つを備えてもよい。

[0085] アンテナ40は、車両110に取り付けられる。アンテナ40は、車両110に取り付けられる場合、車両用アンテナ装置と称されてもよい。アンテナ40は、放射導体11の法線方向が、車両110の進行方向に対して30°以内の角度で設置される。放射導体11の法線方向は、放射導体11の平面と直交する線が示す方向であり、電波放射方向である。放射導体11の法線方向は、放射導体11の平面がx-y平面である場合、放射導体11の法線方向は、z軸正方向である。また、図11において、アンテナ40は、ウィンドシールド112と対向して、車両110の車室側に設置される。なお、アンテナ40は、放射導体11の法線方向が、車両110の進行方向に対して15°以内の角度で設置されると好ましく、10°以内の角度で設置されるとより好ましく、5°以内の角度で設置されるとさらに好ましく、3°

以内の角度で設置されると特に好ましく、 0° の角度で設置されると最も好ましい。

[0086] アンテナ40は、車両110の進行方向に向かって前面にあるウィンドシールド112近傍に配置され、放射導体11の法線方向が、車両110の進行方向に対して 30° 以内の角度で設置される。そのため、アンテナ40が、例えば5.9GHz帯を利用するV2Xアンテナの場合、対向する通信装置（不図示）からの電波を多く受信できる。また、アンテナ40が、例えば、2.4GHz帯や5GHz帯を利用するWi-Fi用のアンテナの場合、当該通信装置から送信される電波は、地面及び建物等により反射され、マルチパスにより複数の電波として、アンテナ40に到達する。アンテナ40が、車両110の進行方向に向かって前面にあるウィンドシールド112と対向して車室側に配置されることで、リアガラス113に配置されるよりも多くの電波を受信できる場合がある。また、上述したように、アンテナ40は、スリット15、スリット35及びスリット45を備えることで、従来のパッチアンテナよりも、小型化を実現できる。とくに、アンテナ40（車両用アンテナ装置）を車両110に取り付ける場合でも、ウィンドシールド112において、乗員の視界を遮らない位置に、配置の自由度を高くできる。なお、アンテナ40は、ウィンドシールド112近傍のみに限らず、リアガラス113近傍のみ、若しくはそれら両方も含めた複数個配置してもよい。さらに、アンテナ40がウィンドシールド112近傍やリアガラス113近傍に設けられる場合、小型化によって、図示しない黒色セラミックス等がコートされた可視光遮蔽膜の領域内に隠蔽しやすくなる。

[0087] なお、上述したように、図11では、車両110には、例4にかかるアンテナ40のみが取り付けられているが、車両110には、例4にかかるアンテナ40の代わりに、例1～例3にかかるアンテナ10～アンテナ30が取り付けられてもよい。もしくは、車両110には、例4にかかるアンテナ40に加えて、例1～例3にかかるアンテナ10～アンテナ30のうちの少なくとも1つがさらに取り付けられてもよい。

[0088] (第2の実施形態)

続いて、第2の実施形態について説明する。第1の実施形態では、放射導体11の形状から、アンテナ10～40は、直線偏波を送受信可能なアンテナであった。第2の実施形態にかかるアンテナは、円偏波を送受信可能なアンテナである。

[0089] [例5]

図12及び図13を用いて、例5にかかるアンテナ50の構成例について説明する。図12は、例5にかかるアンテナ50の正面図である。図13は、例5にかかるアンテナ50の断面図であり、図12の切断線X111-X111において切断したときの断面図である。例5にかかるアンテナ50は、例1にかかるアンテナ10の放射導体11が、放射導体51に置き換わった構成である。図13に示すように、例5にかかるアンテナ50は、放射導体51に加えて、接続導体12と、誘電体13と、接地導体14とを備える。接続導体12、誘電体13及び接地導体14の構成例は、例1と基本的に同様であるため説明を適宜割愛する。また、放射導体51は、基本的には放射導体11と同様の構成であるため、放射導体11と共通する説明は適宜割愛する。

[0090] 次に、図12を参照して、放射導体51について説明する。放射導体51は、所定の周波数帯の円偏波の信号を送受信可能である。具体的には、放射導体51は、円偏波で天頂方向から送信される、所定の周波数帯のGNSS信号を送受信可能でもよい。所定の周波数帯は、1.2GHz帯でもよく、1.6GHz帯でもよい。1.2GHz帯は、例えば、1.226GHz～1.228GHzでもよく、1.6GHz帯は、例えば、1.559GHz～1.606GHzでもよい。さらに、放射導体51は、2.3GHz帯のSバンド(2.320GHz～2.345GHz)のSDARS(Satellite Digital Audio Radio Service)信号を送受信可能でもよい。なお、放射導体51が送受信可能な信号の周波数帯は、上記に限られず、他の周波数帯でもよい。放射導体51が送受信可能な信号の周波数帯は、例えば、5GHz

～6GHz帯でもよい。

[0091] 図12に示すように、放射導体51は、矩形状の4つの角のうち対角となる2つの角に、切り欠き部51a及び切り欠き部51bを有している。切り欠き部51aは、第1切り欠き（第1切り欠き部）と称され、切り欠き部51bは、第2切り欠き（第2切り欠き部）と称されてもよい。放射導体51は、切り欠き部51a及び切り欠き部51bを有することで、円偏波の信号を受信可能に構成される。切り欠き部51a及び切り欠き部51bは、既知の縮退分離素子及び摂動素子に相当し、切り欠き部51a及び切り欠き部51bが無い場合の矩形から削除される部分の面積は、縮退分離法によって定められる面積とする。なお、放射導体51は、矩形状に限られず、矩形以外の四角形状でもよい。

[0092] 次に、例5にかかるアンテナ50の送受信性能を説明する。例5にかかるアンテナ50のFB比と、例5にかかるアンテナ50に対して、スリット15が設けられていない構成のFB比とをシミュレーションで求めた。なお、例5にかかるアンテナ50に対して、スリット15が設けられていない構成を「デフォルト構成2」と称して説明する。

[0093] アンテナ50及びデフォルト構成2のFB比を求めるために、アンテナ50及びデフォルト構成2が送受信する電波の（空気中の）波長 λ を190mm（周波数：1.575GHz）に設定した。アンテナ50及びデフォルト構成2の放射導体51の長さ L_{R1} 及び長さ L_{R2} を74mmに設定し、アンテナ10及びデフォルト構成2の接地導体14の各辺の長さを74mmに設定した。また、アンテナ10のスリット15の長さ L_{S1} を24.6mmに設定し、幅 W_{S1} を1.5mmに設定した。また、誘電体13（空気）の厚さは1mmに設定した。

[0094] アンテナ50のFB比は9.4dBであり、デフォルト構成2のFB比は0dBであった。このように、例5にかかるアンテナ50についても、例1にかかるアンテナ10と同様に、デフォルト構成2よりもFront方向に対して高い電力で電波を放射できる。なお、アンテナ50のピークアンテナ

利得は 7.5 dBi であり、ピークアンテナ利得の低下を抑制できる。

[0095] 以上のように、放射導体 51 が送受信する偏波及び電波の波長が、例 1 と異なる場合でも、接地導体 14 がスリット 15 を有しているため、例 1 と同様に、接地導体 14 の面積を小さくでき、ピークアンテナ利得の低下を抑制し、高い F/B 比を実現できる。すなわち、接地導体 14 がスリット 15 を有することで、従来のパッチアンテナと同等のピークアンテナ利得及び高い F/B 比を実現し、さらに接地導体 14 の面積を小さくできる。したがって、例 5 にかかるアンテナ 50 によれば、小型化を実現できる。

[0096] [例 6]

続いて、図 14 を用いて、例 6 にかかるアンテナ 60 について説明する。図 14 は、例 6 にかかるアンテナ 60 の断面図である。例 6 にかかるアンテナ 60 は、例 3 にかかるアンテナ 30 の放射導体 11 が、例 5 にかかるアンテナ 50 の放射導体 51 に置き換わった構成である。図 14 に示すように、例 6 にかかるアンテナ 60 は、放射導体 51 と、接続導体 12 と、誘電体 13 と、接地導体 34 とを備える。放射導体 51、接続導体 12、誘電体 13、及び接地導体 34 の構成は、それぞれ、例 5、例 1、例 1 及び例 3 と同様であるため、説明を割愛する。

[0097] 例 5 で示したように、例 5 にかかる放射導体 51 の偏波、及び放射導体 51 が送受信する電波の周波数（波長）が、例 1 にかかる放射導体 11 と異なるが、ピークアンテナ利得及び F/B 比の特性は同様であった。例 6 にかかるアンテナ 60 は、例 3 にかかるアンテナ 30 の放射導体 11 が、例 5 にかかる放射導体 51 に置き換わった構成であるため、ピークアンテナ利得及び F/B 比の特性を例 3 と同様にできる。すなわち、接地導体 34 がスリット 15 及びスリット 35 を有することで、例 5 にかかるアンテナ 50 よりも Front 方向に高い電力で電波を放射できる。したがって、例 6 にかかるアンテナ 60 によれば、小型化を実現でき、所望の電波放射方向に対して高い電力で電波を放射できる。

[0098] [例 7]

続いて、図 15 を用いて、例 7 にかかるアンテナ 70 について説明する。図 15 は、例 7 にかかるアンテナ 70 の断面図である。例 7 にかかるアンテナ 70 は、例 4 にかかるアンテナ 40 の放射導体 11 が、例 5 にかかるアンテナ 50 の放射導体 51 に置き換わった構成である。図 15 に示すように、例 7 にかかるアンテナ 70 は、放射導体 51 と、接続導体 12 と、誘電体 13 と、接地導体 44 とを備える。放射導体 51、接続導体 12、誘電体 13、及び接地導体 44 の構成は、それぞれ、例 5、例 1、例 1 及び例 4 と同様であるため、説明を割愛する。

[0099] 例 5 で示したように、例 5 にかかる放射導体 51 の偏波、及び放射導体 51 が送受信する電波の波長が、例 1 にかかる放射導体 11 と異なるが、ピークアンテナ利得及び F/B 比の特性は同様であった。例 7 にかかるアンテナ 70 は、例 4 にかかるアンテナ 40 の放射導体 11 が、例 5 にかかる放射導体 51 に置き換わった構成であるため、ピークアンテナ利得及び F/B 比の特性を例 4 と同様にできる。すなわち、接地導体 44 が、スリット 15、スリット 35 及びスリット 45 を有することで、例 6 にかかるアンテナ 60 と、ピークアンテナ利得及び F/B 比を同等にできる。

[0100] 次に、図 16 を用いて、放射導体 51 が円偏波の信号を受信する場合のスリット 45 の効果について説明する。図 16 は、スリット 45 の効果を説明するための図である。スリット 45 の効果を説明するために、アンテナ 70 が送受信する電波の周波数と、アンテナ 70 が送受信する電波（円偏波）の天頂軸比（A/R : Axial Ratio）との関係を、スリット 45 を有しないアンテナ 60 の周波数と、軸比との関係と比較することで説明する。

[0101] 図 16 の横軸は、周波数を共振周波数 f_0 で規格化した値（以下、規格化周波数と称する）を表し、縦軸は、軸比を表している。図 16 の実線は、3 つのスリット（スリット 15、35 及び 45）を有しているアンテナ 70 の規格化周波数と軸比との関係（特性）を表している。点線は、2 つのスリット（スリット 15 及び 35）を有しているアンテナ 60 の規格化周波数と軸比との関係（特性）を表している。図 16 に示すように、軸比が最も小さい

規格化周波数は、アンテナ60では1.069であり、アンテナ70では1.0近傍となった。すなわち、アンテナ70は、接地導体44が、スリット45を有することで、アンテナ60の軸比の周波数特性をシフトできる。言い換えると、アンテナ70は、接地導体44が、第3スリットであるスリット45を有していることから、スリット45の外周長等を調整することで、円偏波に近づく軸比(=1.0)を、所望する周波数に調整できる。

[0102] 以上のように、例7にかかるアンテナ70は、接地導体44がスリット15、スリット35及びスリット45を有するため、例6にかかるアンテナ60と同様にFront方向に高い電力で電波を放射できる。したがって、例7にかかるアンテナ70によれば、小型化を実現でき、所望の電波放射方向に対して高い電力で電波を放射できる。また、例7にかかるアンテナ70は、放射導体51が送受信する偏波が円偏波であり、接地導体44が、第3スリットであるスリット45を有することで、(円偏波に近づく)軸比の周波数特性を調整できる。

[0103] [アンテナの取り付け例]

続いて、図17を用いて、例7にかかるアンテナ70の車両120への取り付け例について説明する。図17は、車両120を上方視で示す図である。なお、図17では、例7にかかるアンテナ70を図示しているが、例5及び例6にかかるアンテナ50及びアンテナ60を車両120に取り付ける場合でも同様の取り付け例としてよい。

[0104] 図17に示すように、車両120は、金属ボディ111と、ウィンドシールド112と、リアガラス113と、ルーフガラス121とを備える。車両120は、図11に示した車両110に、ルーフガラス121が追加された構成である。なお、車両120は、任意の形状の任意の車両でよい。また、車両120は、固定窓となるサイドガラス、フロントベンチガラス、及びリアクォーターガラスの少なくとも1つを備えてもよい。

[0105] アンテナ70は、車両120に取り付けられる。アンテナ70は、車両120に取り付けられる場合、車両用アンテナ装置と称されてもよい。アンテナ

ナ70は、放射導体51の法線方向が、車両120の鉛直方向に対して30°以内の角度で設置される。放射導体51の法線方向は、放射導体51の平面と直交する線が示す方向であり、電波放射方向である。放射導体51の法線方向は、放射導体51の平面がx-y平面である場合、放射導体51の法線方向は、z軸正方向である。また、アンテナ70は、ルーフガラス121と対向して、車両120の車室側に設置されてもよく、リアスポイラー等の樹脂製のエアロパーツ内に設置されてもよく、ルーフ上の突起アンテナ（いわゆるシャークフィン）として樹脂カバー内部に設置されてもよい。なお、アンテナ70は、放射導体51の法線方向が、車両120の鉛直方向に対して15°以内の角度で設置されてもよく、10°以内の角度で設置されてもよく、5°以内の角度で設置されてもよく、3°以内の角度で設置されてもよく、0°の角度で設置されてもよい。

[0106] アンテナ70は、車両120の鉛直方向にあるルーフガラス121に対向して配置され、放射導体51の法線方向が、車両120の鉛直方向に対して30°以内の角度で設置されるため、天頂方向から送信されるGNSS等の（円偏波）信号をより多く受信できる。

なお、送受する電波の進行方向によっては、アンテナ70を設置する角度は、仕様に合わせて適宜、設定してもよい。また、上述したように、アンテナ70は、スリット15、スリット35及びスリット45を備えることで、従来のパッチアンテナよりも、小型化を実現できる。したがって、アンテナ70（車両用アンテナ装置）を車両120に取り付ける場合でも、ルーフガラス121において、乗員の視界を遮らない位置に、配置の制限が少ない状態で取り付けできる。さらに、アンテナ70がルーフガラス121近傍に設けられる場合、小型化によって、図示しない黒色セラミックス等がコートされた可視光遮蔽膜の領域内に隠蔽しやすくなる。

[0107] なお、上述したように、図17では、車両120には、例7にかかるアンテナ70のみが取り付けられているが、車両120には、例7にかかるアンテナ70の代わりに、例5にかかるアンテナ50又は例6にかかるアンテナ

6が取り付けられてもよい。もしくは、車両120には、例7にかかるアンテナ70に加えて、例5にかかるアンテナ50及び例6にかかるアンテナ60のうちの少なくとも1つがさらに取り付けられてもよい。

[0108] 以上、本発明を上記実施形態に即して説明したが、本発明は上記実施の形態の構成にのみ限定されるものではなく、本願特許請求の範囲の請求項の発明の範囲内で当業者であればなし得る各種変形、修正、組み合わせを含むことは勿論である。

[0109] この出願は、2021年7月16日に提出された日本出願特願2021-117657を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

[0110] 10、20、20A、30、50、60、70 アンテナ
11、21、51 放射導体
12 接続導体
12a 給電点
12b 点（仮想給電点）
13、23 誘電体
14、24、34、44、54 接地導体
15、25、35、45、55、65 スリット
51a、51b 切り欠き部
110、120 車両
111 金属ボディ
112 ウィンドシールド
113 リアガラス
121 ルーフガラス
S1、S2、S3、S4 辺
C1 重心
L1 仮想直線

請求の範囲

- [請求項1] 誘電体と、
前記誘電体の第1主面側に配置される放射導体と、
前記誘電体の第2主面側に配置される接地導体と、を備え、
前記接地導体は、前記誘電体の平面視において、第1方向の長さ L_{G1} 、及び前記第1方向と直交する第2方向の長さ L_{G2} の矩形領域内に配置され、
前記放射導体を送受する電波の空気中の波長を λ とすると、
前記 L_{G1} は、 $0.7 \times (\lambda / 2) \leq L_{G1} \leq 1.4 \times (\lambda / 2)$ を満たし、
前記 L_{G2} は、 $0.7 \times (\lambda / 2) \leq L_{G2} \leq 1.4 \times (\lambda / 2)$ を満たし、
前記放射導体に給電する給電点を前記誘電体の厚さ方向に投影した仮想給電点と、前記接地導体の平面視における重心とを結ぶ仮想直線により、前記接地導体を第1領域及び第2領域に分けたとき、
前記接地導体は、前記第1領域における前記接地導体の外縁を起点として、前記接地導体の内側に向かって延伸する第1スリットを有し、
前記第1スリットの端部は、前記接地導体の外縁よりも内側に位置する、アンテナ。
- [請求項2] 前記放射導体は、前記第1方向の長さ L_{R1} 、及び前記第2方向の長さ L_{R2} の矩形領域内に配置され、
前記長さ L_{R1} と前記長さ L_{R2} とは、 $L_{R1} = L_{R2}$ を満たす、請求項1に記載のアンテナ。
- [請求項3] 前記接地導体は、前記誘電体の平面視において四角形状である、請求項1または2に記載のアンテナ。
- [請求項4] 前記誘電体の平面視において、前記接地導体を構成する4つの辺のうち、前記仮想給電点に最も近い辺を最近辺とし、

前記最近辺と隣接し、前記第1領域の外縁を含む辺を第1辺とし、前記第1辺の長さを L_{G1} とするとき、

前記第1スリットは、前記第1辺の midpoint $\pm 0.4 \times L_{G1}$ 範囲内の位置を起点とする、請求項3に記載のアンテナ。

[請求項5] 前記接地導体の平面視において、前記第1スリットの外周長を D_{S1} 、前記放射導体を送受する電波の空気中の波長を λ とするとき、

$$0.13 \times \lambda \leq D_{S1} \leq 0.45 \times \lambda$$

を満たす、請求項1～4のいずれか1項に記載のアンテナ。

[請求項6] 前記接地導体は、前記第2領域における前記接地導体の外縁を起点として、前記接地導体の内側に向かって延伸する第2スリットを有する、請求項1～5のいずれか1項に記載のアンテナ。

[請求項7] 前記接地導体は、前記誘電体の平面視において四角形状であり、前記誘電体の平面視において、前記接地導体を構成する4つの辺のうち、前記仮想給電点に最も近い辺を最近辺とし、

前記最近辺と隣接し、前記第2領域の外縁を含む辺を第2辺とし、前記第2辺の長さを L_{G12} とするとき、するとき、

前記第2スリットは、前記第2辺の midpoint $\pm 0.4 \times L_{G12}$ 範囲内の位置を起点とする、請求項6に記載のアンテナ。

[請求項8] 前記接地導体の平面視において、前記第2スリットの外周長を D_{S2} 、前記放射導体を送受する電波の空気中の波長を λ とするとき、

$$0.13 \times \lambda \leq D_{S2} \leq 0.45 \times \lambda$$

を満足する、請求項6または7に記載のアンテナ。

[請求項9] 前記第2スリットの外周長 D_{S2} は、前記第1スリットの外周長 D_{S1} と略等しい、請求項8に記載のアンテナ。

[請求項10] 前記接地導体は、前記接地導体の平面視において、前記第1スリットの起点と、前記第2スリットの起点との間の位置を起点として、前記接地導体の内側に向かって延伸する第3スリットを有する、請求項6～9のいずれか1項に記載のアンテナ。

- [請求項11] 前記接地導体は、前記誘電体の平面視において四角形状であり、
前記誘電体の平面視において、前記接地導体を構成する4つの辺のうち、前記仮想給電点に最も近い辺を最近辺とし、
前記最近辺と対向する辺を第3辺とし、前記第3辺の長さを L_{G13} とするとき、
前記第3スリットは、前記第3辺の midpoint $\pm 0.4 \times L_{G13}$ 範囲内の位置を起点とする、請求項10に記載のアンテナ。
- [請求項12] 前記接地導体の平面視において、前記第3スリットの外周長を D_{S3} 、前記放射導体を送受する電波の空気中の波長を λ とするとき、
 $0.13 \times \lambda \leq D_{S3} \leq 0.45 \times \lambda$
を満足する、請求項10または11に記載のアンテナ。
- [請求項13] 前記第3スリットの外周長 D_{S3} は、前記第1スリットの外周長 D_{S1} 及び前記第2スリットの外周長 D_{S2} と略等しい、請求項12に記載のアンテナ。
- [請求項14] 前記放射導体は、前記誘電体の平面視において四角形状であり、4つの角のうち対角となる2つの角に、第1切り欠き及び第2切り欠きを有する、請求項1～13のいずれか1項に記載のアンテナ。
- [請求項15] 前記放射導体は、直線偏波を送受可能である、請求項1～13のいずれか1項に記載のアンテナ。
- [請求項16] 前記放射導体は、円偏波を送受可能である、請求項14に記載のアンテナ。
- [請求項17] 請求項15に記載のアンテナを備え、
前記アンテナは、車両に取り付けられ、
前記放射導体は、法線方向が前記車両の進行方向に対して 30° 以内の角度で設置される、車両用アンテナ装置。
- [請求項18] 前記アンテナは、ウィンドシールドと対向して車室側に設置される、請求項17に記載の車両用アンテナ装置。
- [請求項19] 請求項16に記載のアンテナを備え、

前記アンテナは、車両に取り付けられ、

前記放射導体は、法線方向が鉛直方向に対して 30° 以内の角度で
設置される、車両用アンテナ装置。

[請求項20] 前記アンテナは、ルーフガラスと対向して車室側に設置される、請求項19に記載の車両用アンテナ装置。

[図1]

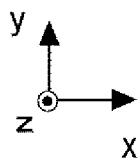
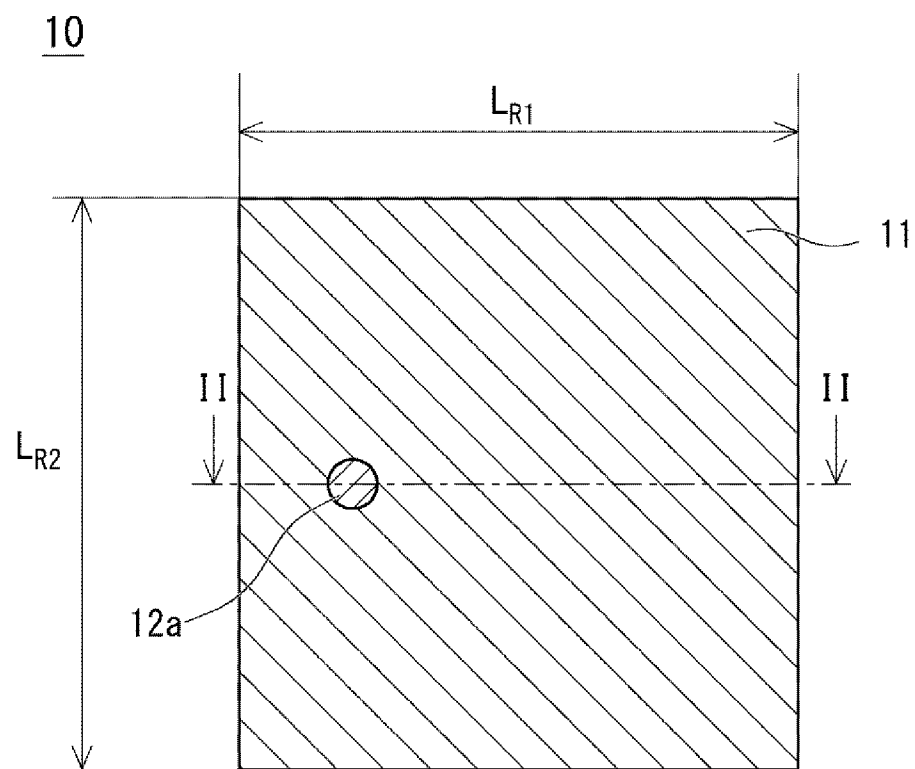
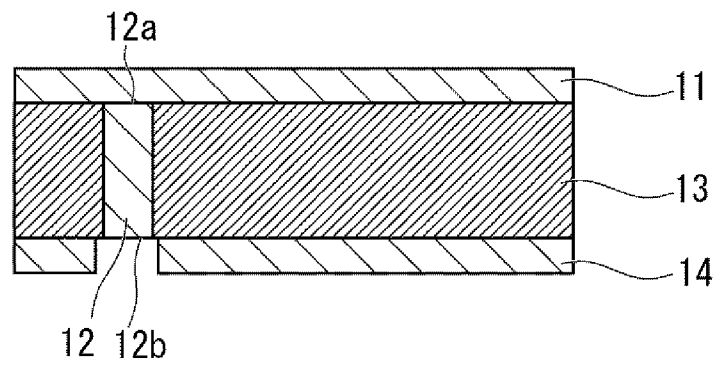


Fig. 1

[図2]

10

II-II断面図

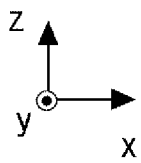


Fig. 2

[図3]

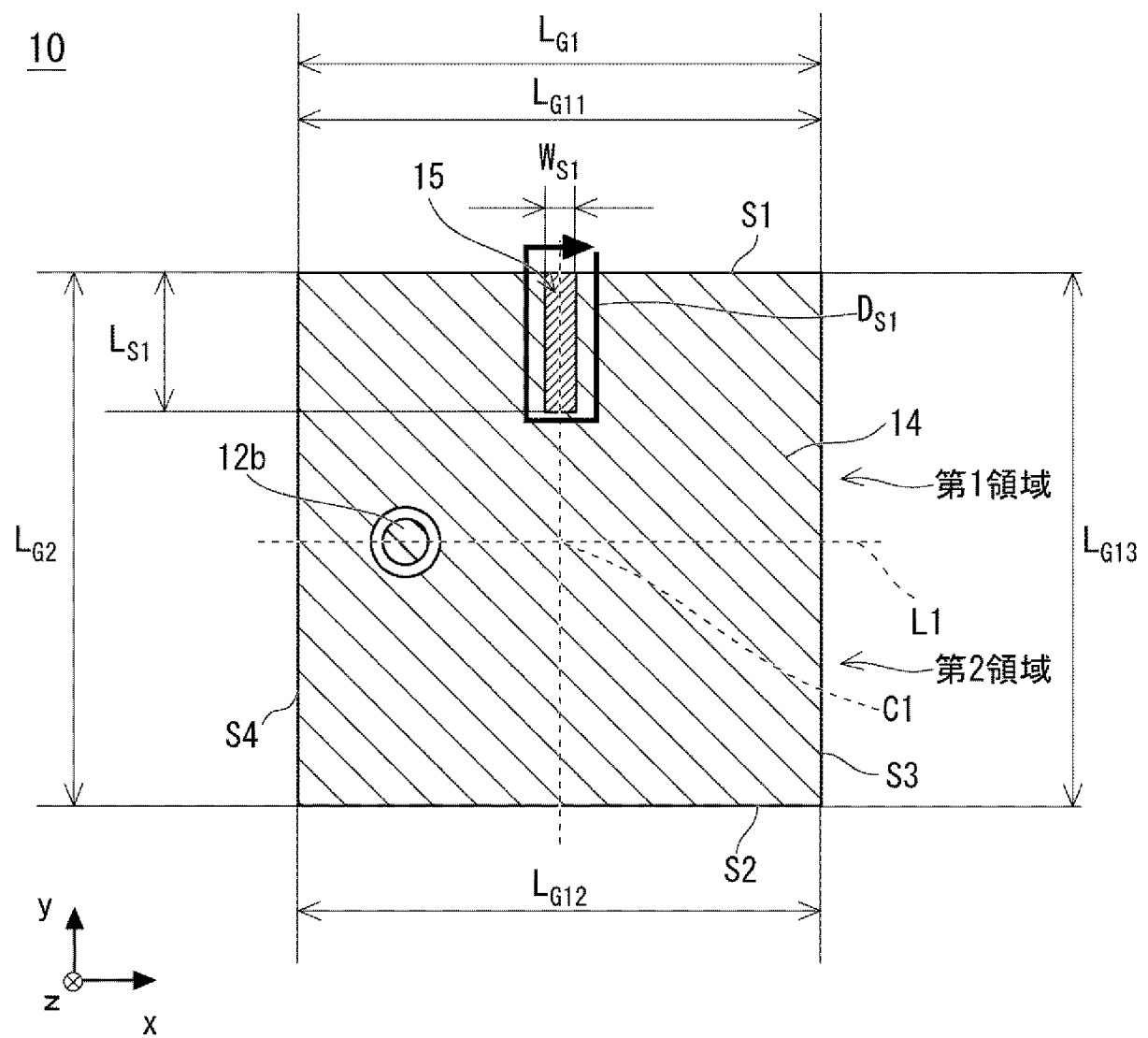


Fig. 3

[図4]

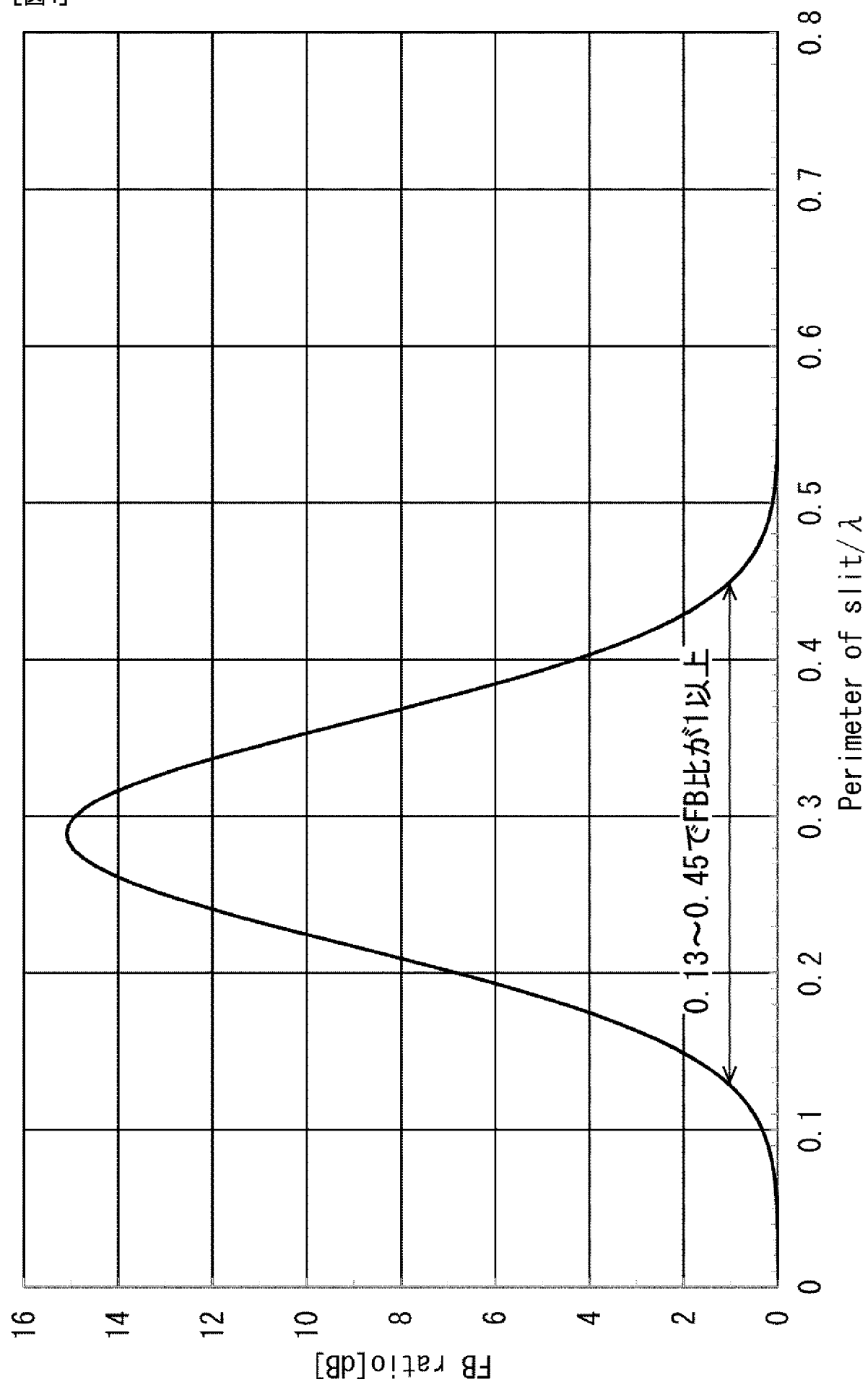


Fig. 4

[図5]

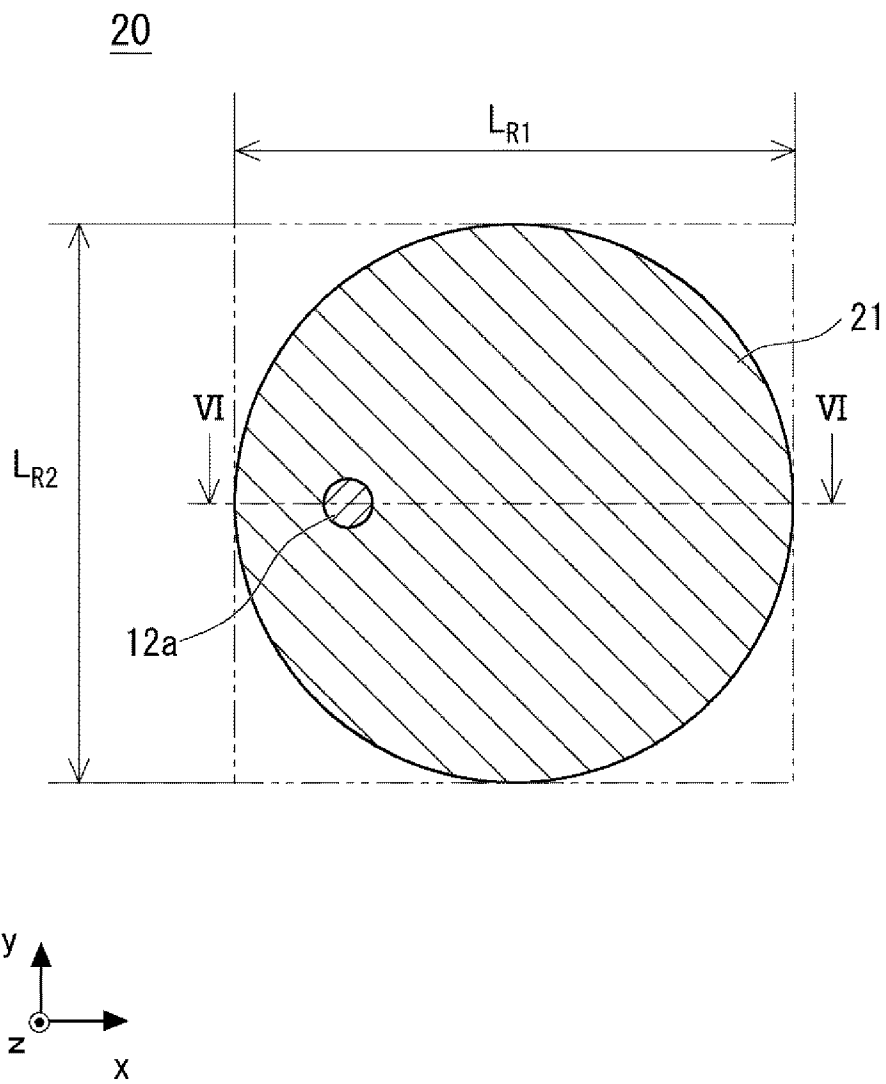


Fig. 5

[図6]

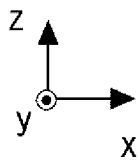
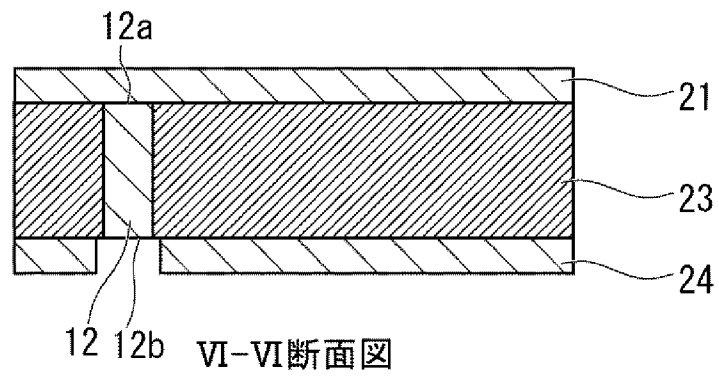
20

Fig. 6

[図7]

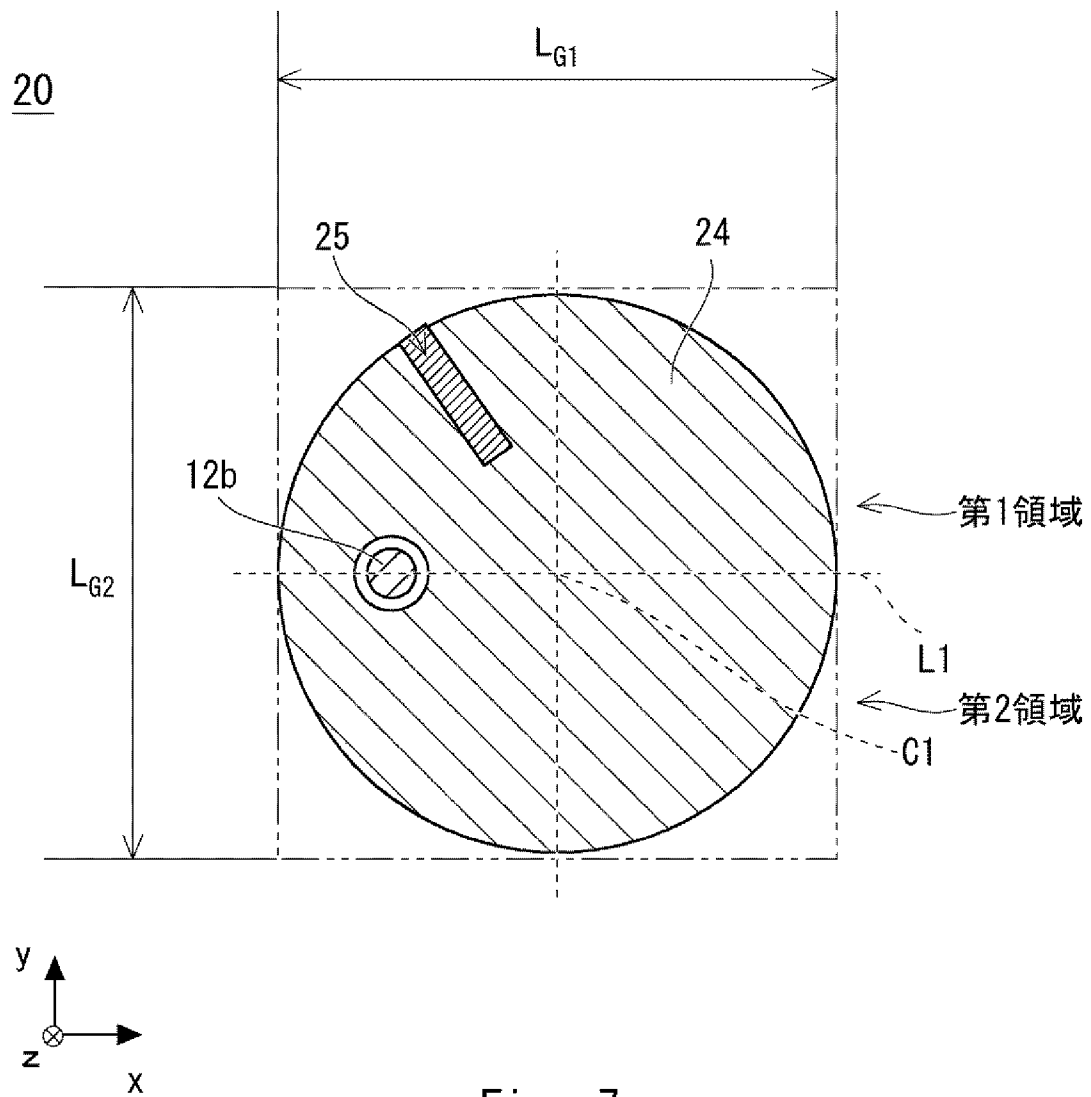


Fig. 7

[図8]

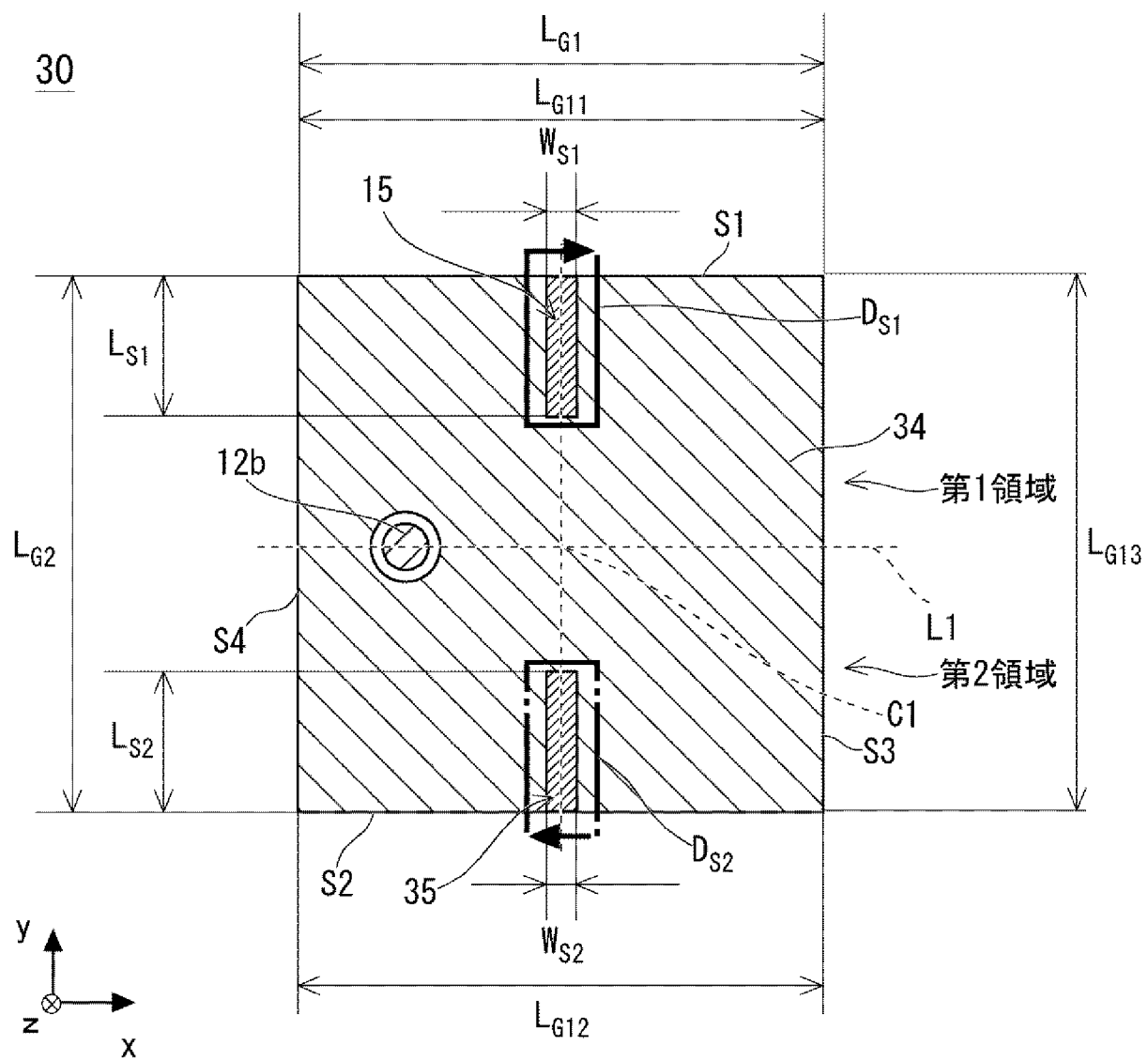


Fig. 8

[図9]

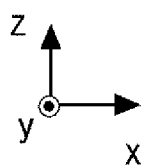
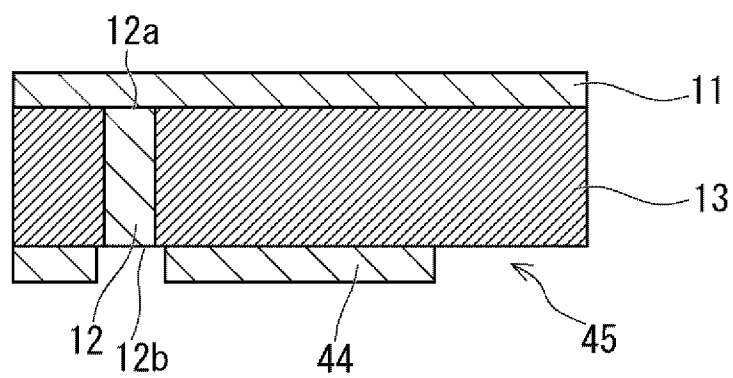
40

Fig. 9

[図10]

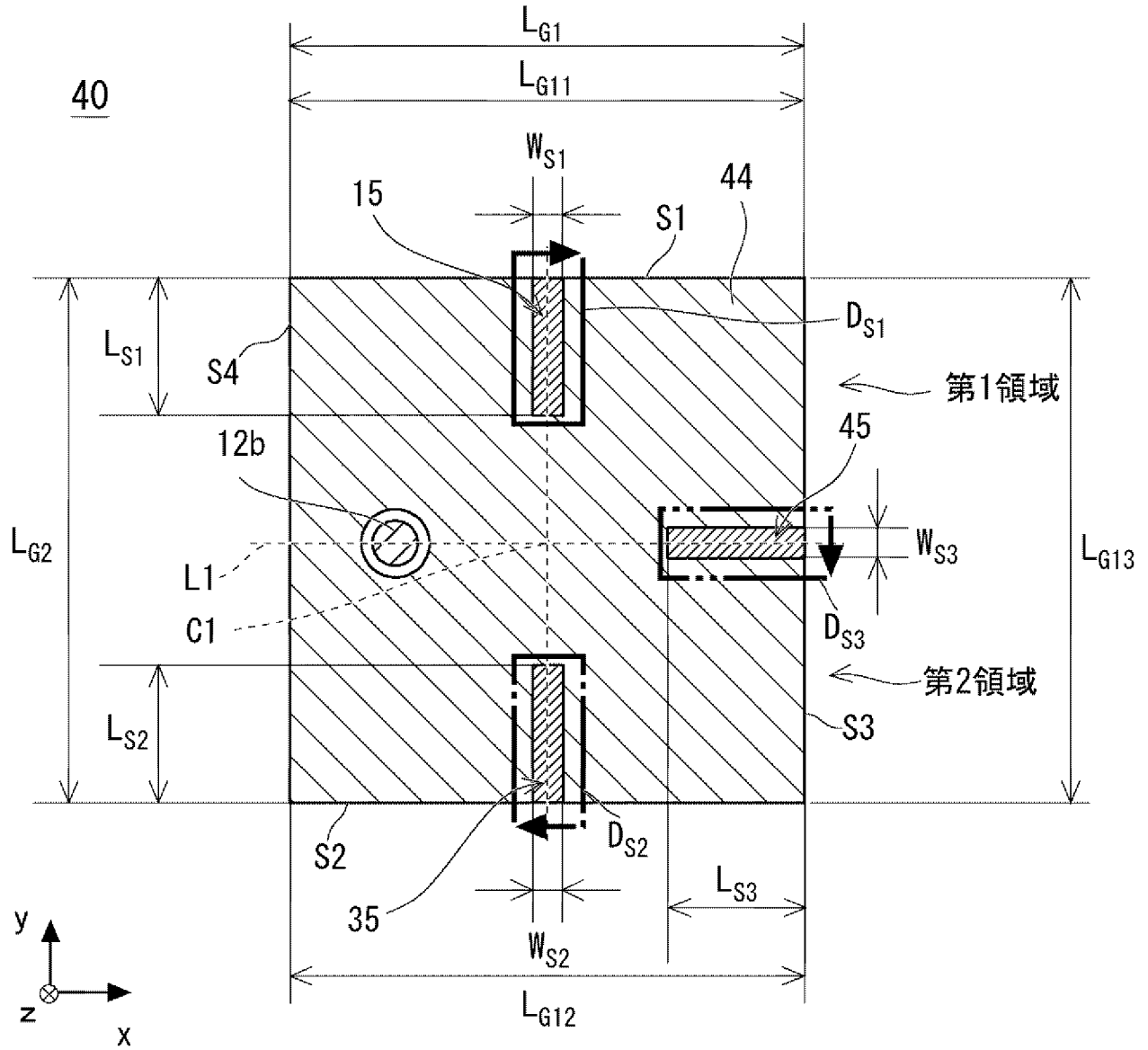


Fig. 10

[図11]

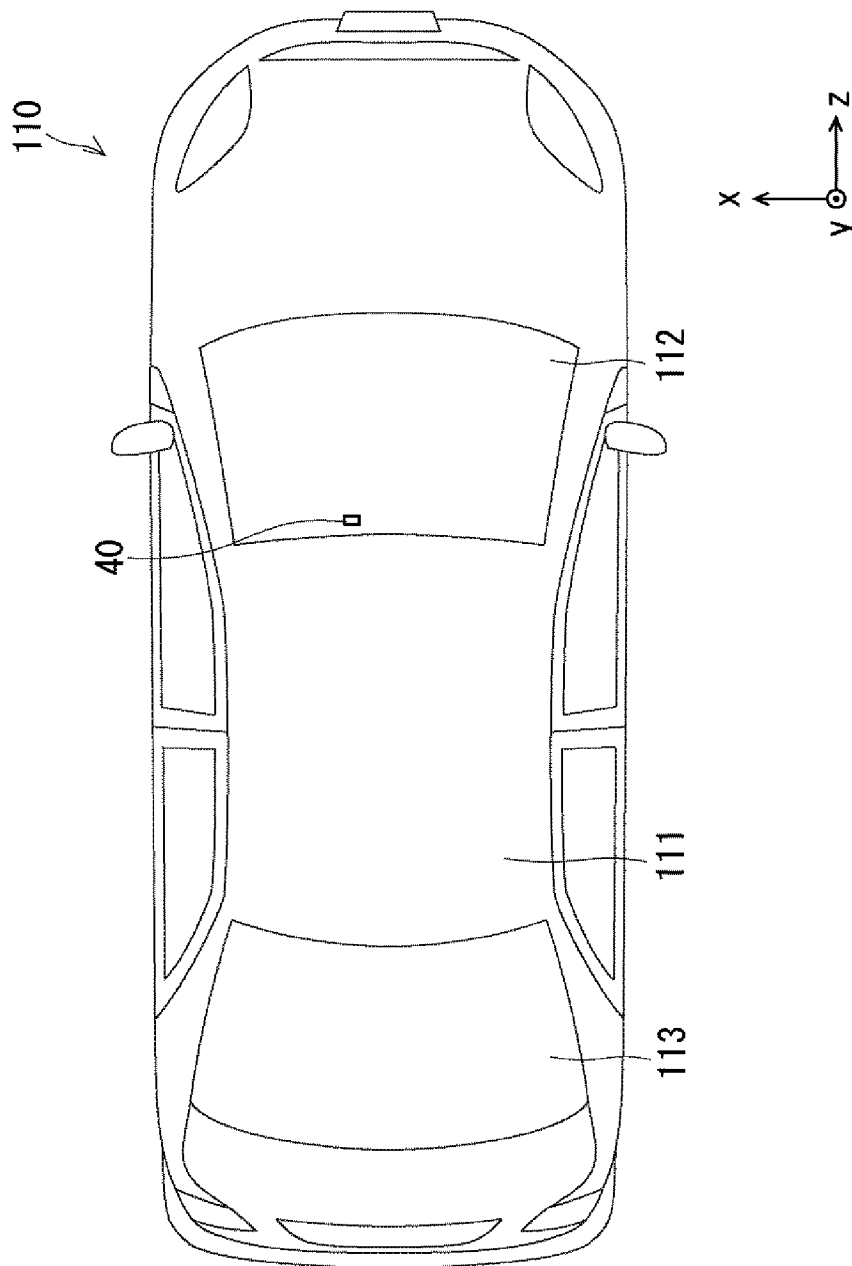
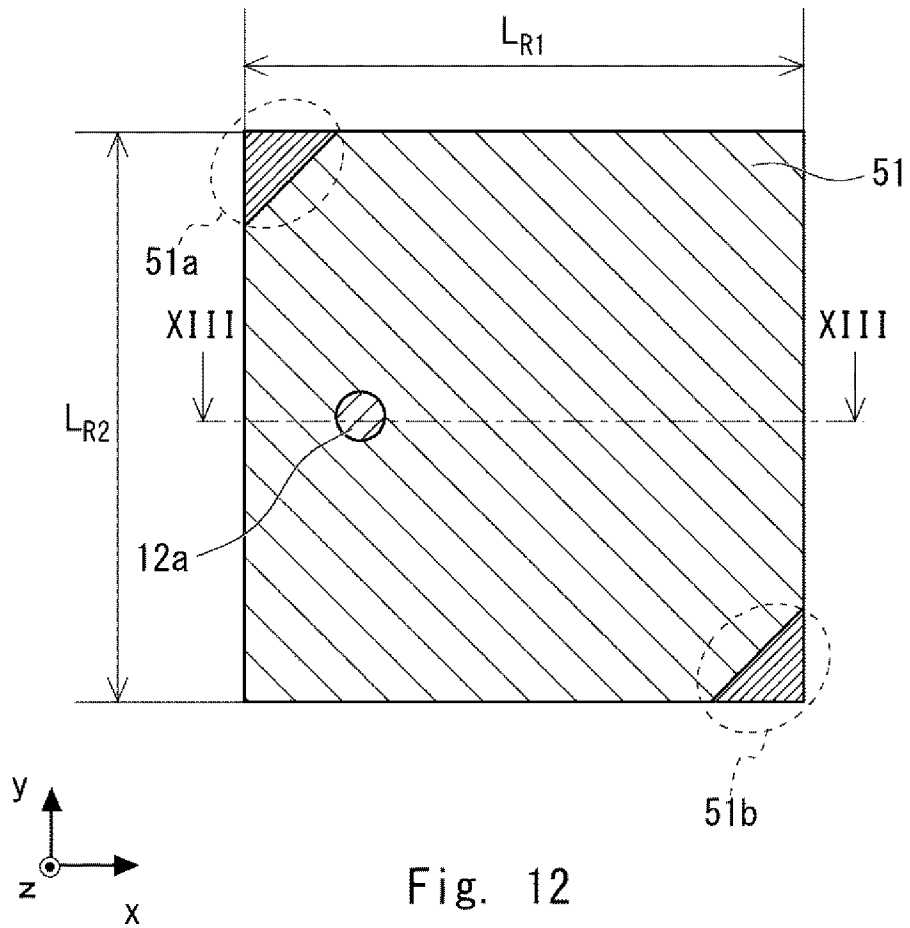
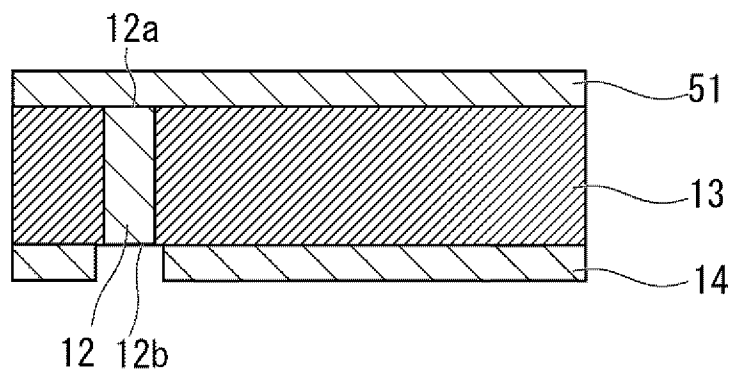


Fig. 11

[図12]

50

[図13]

50

XIII-XIII断面図

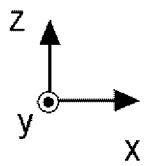


Fig. 13

[図14]

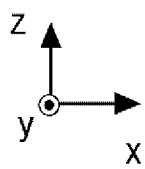
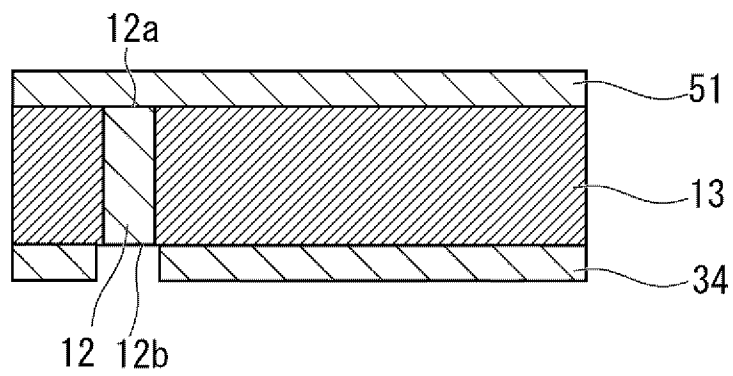
60

Fig. 14

[図15]

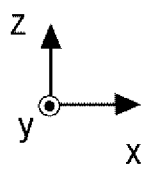
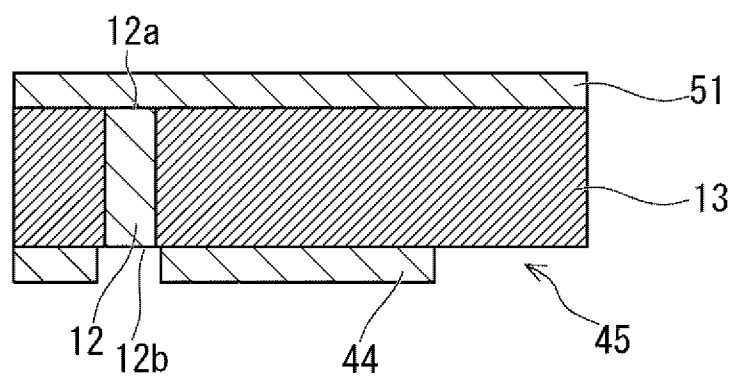
70

Fig. 15

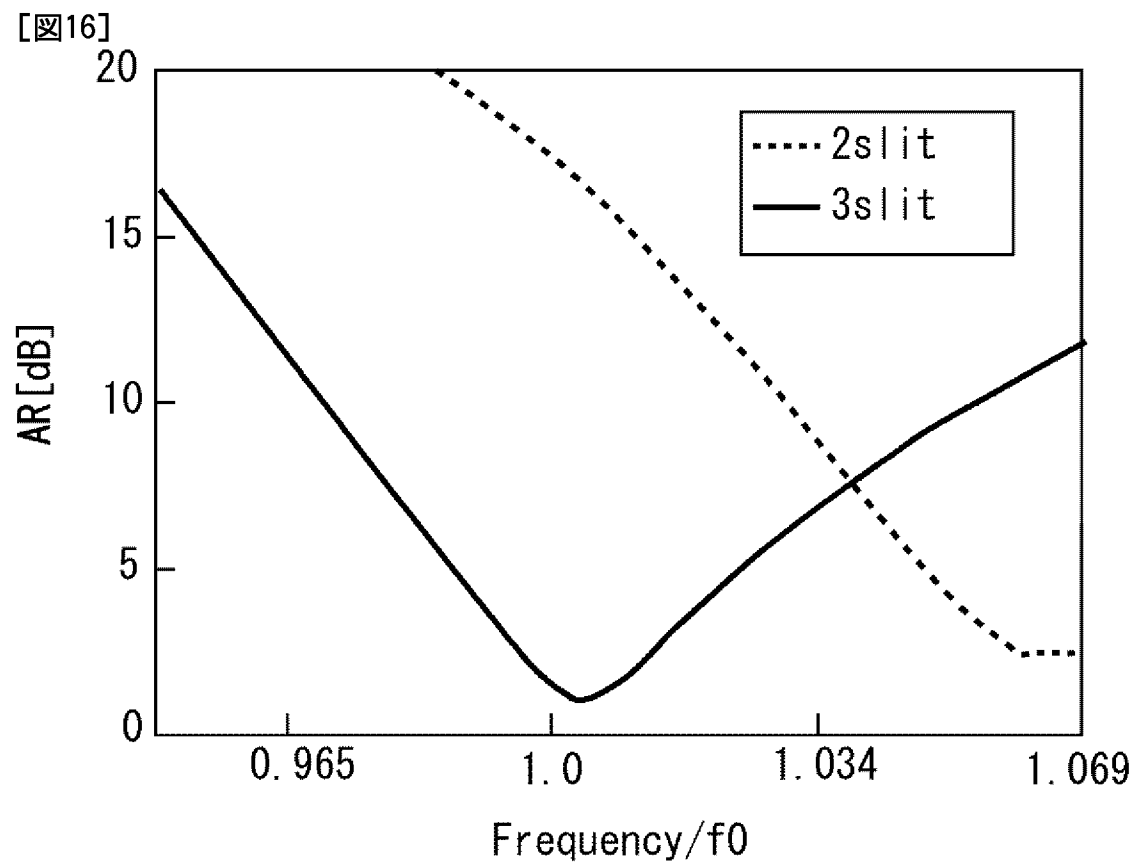


Fig. 16

[図17]

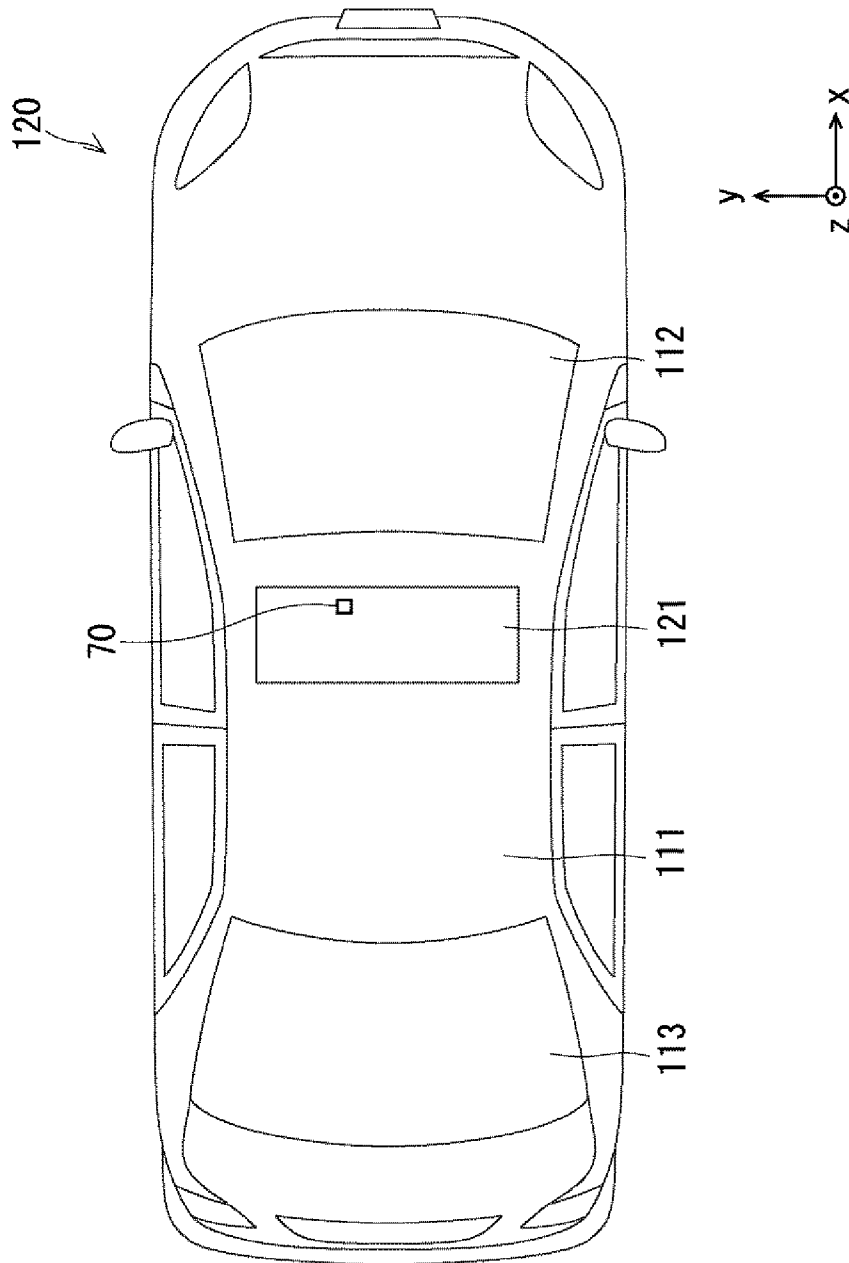


Fig. 17

[図18]

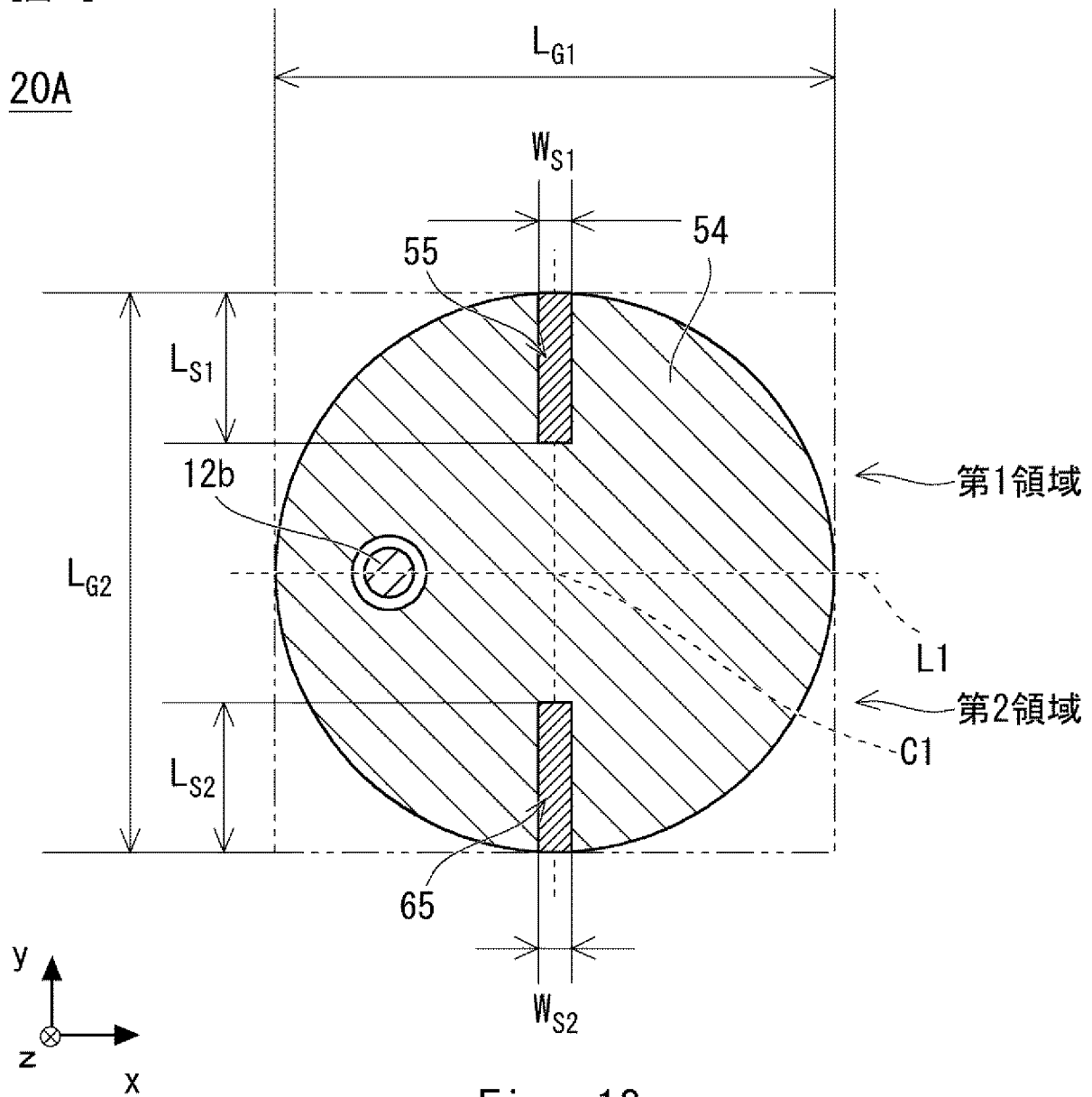
20A

Fig. 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/027336

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01Q 13/08**(2006.01)i; **H01Q 1/22**(2006.01)i; **H01Q 1/32**(2006.01)i; **H01Q 13/10**(2006.01)i; **H01Q 21/24**(2006.01)i

FI: H01Q13/08; H01Q1/22 C; H01Q1/32 A; H01Q13/10; H01Q21/24

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; H01Q13/10; H01Q21/24

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	JP 2005-203873 A (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 28 July 2005 (2005-07-28)	1-4, 6, 7, 10, 11, 14-20
A	paragraphs [0002]-[0005], [0010]-[0018], fig. 1-6	5, 8, 9, 12, 13
A	JP 2000-201014 A (TOA CORP.) 18 July 2000 (2000-07-18)	1-20

☐ 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

12 September 2022

Date of mailing of the international search report

27 September 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/027336

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2005-203873	A	28 July 2005	US 2005/0162318 A1 paragraphs [0003]-[0007], [0018]-[0026], fig. 1-6	
JP	2000-201014	A	18 July 2000	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01Q 13/08(2006.01)i; H01Q 1/22(2006.01)i; H01Q 1/32(2006.01)i; H01Q 13/10(2006.01)i; H01Q 21/24(2006.01)i FI: H01Q13/08; H01Q1/22 C; H01Q1/32 A; H01Q13/10; H01Q21/24		
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）） H01Q13/08; H01Q1/22; H01Q1/32; H01Q13/10; H01Q21/24 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年 国際調査で利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	JP 2005-203873 A（アルプス電気株式会社）28.07.2005（2005-07-28） 段落 [0002]-[0005], [0010]-[0018], 図1-6	1-4, 6, 7, 10, 11, 14-20
A		5, 8, 9, 12, 13
A	JP 2000-201014 A（ティーオーエー株式会社）18.07.2000（2000-07-18）	1-20
☐ 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、一般の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抵触するものではなく、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 12.09.2022		国際調査報告の発送日 27.09.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 白井 亮 5K 3363 電話番号 03-3581-1101 内線 3596

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/027336

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2005-203873	A	28.07.2005	US 2005/0162318 A1 段落 [0003]-[0007], [0018]-[0026], 図1-6	
JP	2000-201014	A	18.07.2000	(ファミリーなし)	