

(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2月23日(23.02.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/022017 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 1/52 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/030047

(22) 国際出願日: 2022年8月5日(05.08.2022)

(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 2021-133550 2021年8月18日(18.08.2021) JP

(71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 伊澤 正裕 (IZAWA, Masahiro);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番
1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

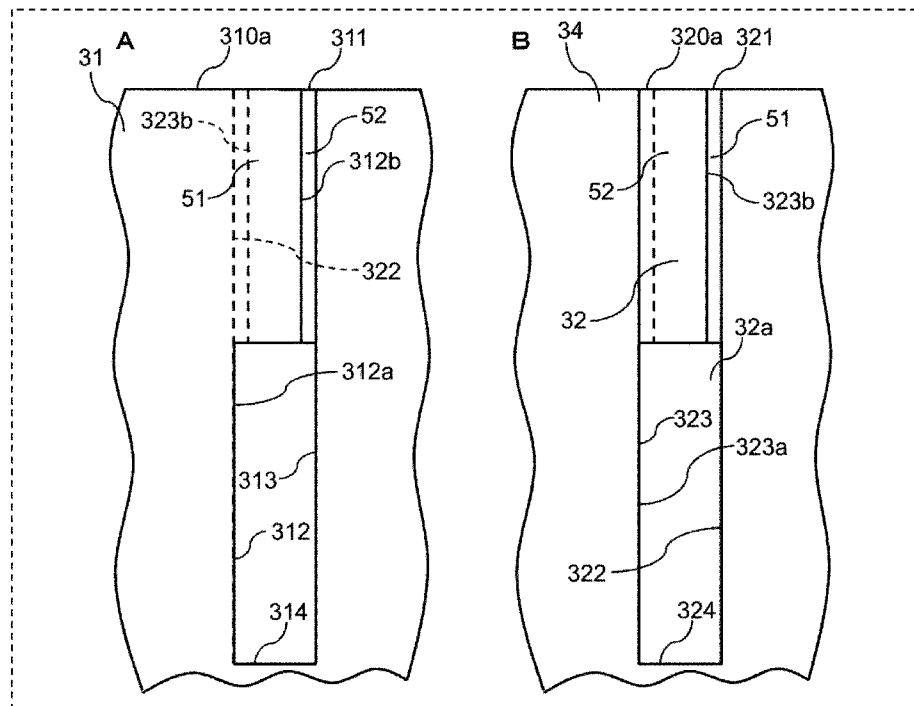
(74) 代理人: 山尾 憲人, 外(YAMAO, Norihito et al.);
〒5300017 大阪府大阪市北区角田町 8 番
1 号 大阪梅田ツインタワーズ・ノース
青山特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, 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,

(54) Title: ANTENNA DEVICE

(54) 発明の名称: アンテナ装置

図 7



(57) Abstract: Provided is an antenna device that can reduce leakage of radio waves to the back surface side of antenna elements while improving the isolation between the antenna elements. The antenna device comprises a ground electrode that is on the back surface side of first and second antenna elements. The ground electrode includes ground layers that each have a slit that is between the first and second antenna elements as seen from the thickness direction of the ground electrode. A first edge of the slit that is on the first antenna element side includes a first section and a second section,

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))

which is closer than the first section to a second edge that is on the second antenna element side. A fourth edge of the slit that is on the second antenna element side includes a third section and a fourth section. The third section is further to the second antenna element side than the first section, and the fourth section is closer than the third section to a third edge that is on the first antenna element side and further to the first antenna element side than the second section.

(57) 要約：アンテナ素子間のアイソレーションの改善を図りながらアンテナ素子の後面側への電波の漏れの低減を可能にするアンテナ装置を提供する。アンテナ装置は、第1及び第2アンテナ素子の後面側にあるグラウンド電極を備える。グラウンド電極は、グラウンド電極の厚み方向から見て第1及び第2アンテナ素子間にあるスリットをそれぞれ有するグラウンド層を含む。スリットにおいて、第1アンテナ素子側の第1辺は、第1部位と第1部位よりも第2アンテナ素子側の第2辺に近い第2部位を含む。スリットにおいて、第2アンテナ素子側の第4辺は、第1部位よりも第2アンテナ素子側にある第3部位と第3部位よりも第1アンテナ素子側の第3辺に近く第2部位よりも第1アンテナ素子側にある第4部位を含む。

明 細 書

発明の名称： アンテナ装置

技術分野

[0001] 本開示は、アンテナ装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1は、素子のアイソレーションのためにグラウンドプレーンフィルタを用いるシステムを開示する。特許文献1に開示されたシステムは、グラウンドプレーンと、複数のアンテナエレメントと、フィルタとを含む。フィルタは、グラウンドプレーンにおける複数のアンテナエレメント間の部位に形成された8つのスロットで構成される。8つのスロットは、アンテナエレメント間の直線経路に直交する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許出願公開第2008/94302号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1は、グラウンドプレーンにおけるアンテナ間の部位にスロット（スリット）を形成することで、アンテナ間のアイソレーションを改善する技術を提供する。しかしながら、特許文献1では、アンテナ間のアイソレーションの改善が図れるが、アンテナからの電波がグラウンドプレーンのスリットを通してアンテナ素子の後面側（裏側）に漏れる可能性がある。つまり、スリットを通してアンテナ素子の後面側への放射が強くなる。これは、正面方向への指向性の低下の一因となる。

[0005] 本開示は、アンテナ素子間のアイソレーションの改善を図りながら、アンテナ素子の後面側への電波の漏れの低減を可能にす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] 本開示の一態様にかかるアンテナ装置は、第1アンテナ素子及び第2アンテナ素子と、第1アンテナ素子及び第2アンテナ素子の後面側にあり第1アンテナ素子及び第2アンテナ素子に結合されるグラウンド電極とを備える。グラウンド電極は、グラウンド電極の厚み方向に並ぶ第1及び第2グラウンド層を含む。第1グラウンド層は、グラウンド電極の厚み方向から見て第1アンテナ素子と第2アンテナ素子との間にあって第1グラウンド層においてグラウンド電極の所定の辺に対応する辺から第1アンテナ素子と第2アンテナ素子とを結ぶ第1方向に交差する第2方向に延び、第1アンテナ素子側の第1辺と、第2アンテナ素子側の第2辺とを含む第1スリットを有する。第2グラウンド層は、第2グラウンド層においてグラウンド電極の所定の辺に対応する辺から第2方向に延びてグラウンド電極の厚み方向において第1スリットと並び、第1アンテナ素子側の第3辺と、第2アンテナ素子側の第4辺とを含む第2スリットを有する。第1スリットの第1辺は、第1部位と、第1部位よりも第2辺に近い第2部位とを含む。第2スリットの第4辺は、第1方向において第1部位と並び第1部位よりも第2アンテナ素子側にある第3部位と、第1方向において第2部位と並び第3部位よりも第3辺に近く第2部位よりも第1アンテナ素子側にある第4部位とを含む。

発明の効果

[0007] 本開示の態様は、アンテナ素子間のアイソレーションの改善を図りながら、アンテナ素子の後面側への電波の漏れの低減を可能にする。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1にかかるアンテナ装置の構成例の平面図

[図2]図1のアンテナ装置の底面図

[図3]図1のアンテナ装置の概略側面図

[図4]図1のアンテナ装置のグラウンド電極の分解斜視図

[図5]Aはグラウンド電極の最上層となるグラウンド層の構成例の部分平面図、Bはグラウンド電極の第2層となるグラウンド層の構成例の部分平面図である。

[図6]Aはグラウンド電極の第3層となるグラウンド層の構成例の部分平面図であ

り、Bはグラウンド電極の最下層となるグラウンド層の構成例の部分平面図である。

[図7] Aは図4のグラウンド電極の構成例の部分平面図であり、Bは図4のグラウンド電極の構成例の部分底面図である。

[図8] 図1のアンテナ装置のグラウンド電極の部分拡大斜視図

[図9] 図8のP1で示す部位の拡大図

[図10] 比較例1のアンテナ装置のアイソレーションの測定の結果のグラフ

[図11] 比較例2のアンテナ装置のアイソレーションの測定の結果のグラフ

[図12] 実施の形態1のアンテナ装置のアイソレーションの測定の結果のグラフ

[図13] 実施の形態2にかかるアンテナ装置の構成例の平面図

[図14] 図13のアンテナ装置の部分拡大斜視図

[図15] 図13のアンテナ装置の別の部分拡大斜視図

[図16] 実施の形態1のアンテナ装置のアイソレーションの測定の結果のグラフ

[図17] 実施の形態2のアンテナ装置のアイソレーションの測定の結果のグラフ

[図18] 実施の形態3にかかるアンテナ装置の構成例の平面図

[図19] 図18のアンテナ装置の部分拡大斜視図

[図20] 図18のアンテナ装置の別の部分拡大斜視図

[図21] 実施の形態4にかかるアンテナ装置の構成例の部分平面図

[図22] 実施の形態5にかかるアンテナ装置の構成例の部分平面図

[図23] 実施の形態6にかかるアンテナ装置の構成例の部分平面図

発明を実施するための形態

[0009] [1. 実施の形態]

以下、場合によって図面を参照しながら、本開示の実施の形態について説明する。ただし、以下の実施の形態は、本開示を説明するための例示であり、本開示を以下の内容に限定する趣旨ではない。上下左右等の位置関係は、

特に断らない限り、図面に示す位置関係に基づくものとする。以下の実施の形態において説明する各図は、模式的な図であり、各図中の各構成要素の大きさ及び厚さそれぞれの比が、必ずしも実際の寸法比を反映しているとは限らない。また、各要素の寸法比率は図面に図示された比率に限られるものではない。

[0010] なお、以下の説明において、複数ある構成要素を互いに区別する必要がある場合には、「第 1」、「第 2」等の接頭辞を構成要素の名称に付すが、構成要素に付した符号により互いに区別可能である場合には、文章の読みやすさを考慮して、「第 1」、「第 2」等の接頭辞を省略する場合がある。

[0011] [1. 1 実施の形態 1]

[1. 1. 1 構成]

図 1 は、実施の形態 1 にかかるアンテナ装置 1 の構成例の平面図である。図 2 は、アンテナ装置 1 の底面図である。図 3 は、アンテナ装置 1 の概略側面図である。図 3 では、アンテナ装置 1 の構成を分かりやすくするために、図 1 及び図 2 とはアンテナ装置 1 の構成要素の寸法比を異ならせている。

[0012] アンテナ装置 1 は、所定の周波数帯域で通信するために機器に搭載される。図 1 のアンテナ装置 1 は、第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b と、第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b が搭載される基板 7 とを備える。

[0013] 図 1 に示すように、第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b の各々は、平面アンテナ（例えば、パッチアンテナ）である。第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b の各々は、第 1 周波数帯域及び第 1 周波数帯域より高い第 2 周波数帯域に対応するように構成される。第 1 周波数帯域及び第 2 周波数帯域は、例えば、UWB による無線通信に用いられる周波数帯域である。一例として、第 1 周波数帯域の中心周波数は 6.5 GHz であり、第 2 周波数帯域の中心周波数は 8.0 GHz である。第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b の各々は、従来周知の平面アンテナであってよいから、詳細な説明は省略する。

[0014] 図1及び図2に示すように、基板7は、矩形の板状である。第1アンテナ素子2a及び第2アンテナ素子2bは、基板7の一面に、基板7の長さ方向に沿って並べて配置される。

[0015] 図3に示すように、基板7は、グランド電極3と、誘電体層6とを含む。基板7は、多層基板を利用して構成されている。多層基板の例としては、低温同時焼成セラミックス（LTCC）多層基板、エポキシ、ポリイミド等の樹脂から構成される樹脂層を複数積層して形成された多層樹脂基板、より低い誘電率を有する液晶ポリマ（LCP）から構成される樹脂層を複数積層して形成された多層樹脂基板、フッ素系樹脂から構成される樹脂層を複数積層して形成された多層樹脂基板、及び、LTCC以外のセラミックス多層基板が挙げられる。

[0016] グランド電極3は、第1アンテナ素子2a及び第2アンテナ素子2bに対するグランドとして用いられる。図3に示すように、グランド電極3は、第1アンテナ素子2a及び第2アンテナ素子2bの後面側にある。グランド電極3は、第1アンテナ素子2a及び第2アンテナ素子2bに結合される。図1及び図2に示すように、グランド電極3は、矩形状である。グランド電極3は、長さ方向（図1及び図2での左右方向）、幅方向（図1及び図2での上下方向）、及び厚み方向（図3での上下方向）を有する。グランド電極3は、第1辺3aと、第2辺3bと、第3辺3cと、第4辺3dとを有する。第1辺3a及び第3辺3cは、互いに対向し、グランド電極3の長さ方向に沿う。第2辺3b及び第4辺3dは、互いに対向し、グランド電極3の幅方向に沿う。グランド電極3は、第1アンテナ素子2a及び第2アンテナ素子2bを包括的に覆う大きさを有する。

[0017] 図3に示すように、グランド電極3は、多層構造である。以下、図3、図5～図7を参照してグランド電極3について更に詳細に説明する。

[0018] 図4は、グランド電極3の分解斜視図である。図4に示すように、グランド電極3は、複数のグランド層31～34を含む。図3に示すように、複数のグランド層31～34は、グランド電極3の厚み方向に並ぶ。複数のグラ

ンド層 3 1 ～ 3 4 間の間隔は、誘電体層 6 で規定される。

[0019] グランド層 3 1 は、複数のグラント層 3 1 ～ 3 4 のうち、第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b に最も近い。グラント層 3 1 は、基板 7 の最上層である。グラント層 3 1 は、基板 7 の前面を規定する。グラント層 3 1 は、矩形状である。グラント層 3 1 は、グラント電極 3 の第 1 ～ 第 4 辺 3 a ～ 3 d にそれぞれ対応する第 1 ～ 第 4 辺 3 1 0 a ～ 3 1 0 d を有する。グラント層 3 1 は、スリット 3 1 a を有する。スリット 3 1 a は、グラント層 3 1 の長さ方向の中央部 3 1 b にある。グラント層 3 1 は、グラント層 3 1 の長さ方向の両端部にそれぞれ第 1 開口 3 1 c 及び第 2 開口 3 1 d を有する。第 1 開口 3 1 c は第 1 アンテナ素子 2 a より大きい。第 2 開口 3 1 d は第 2 アンテナ素子 2 b より大きい。

[0020] グランド層 3 2 は、複数のグラント層 3 1 ～ 3 4 のうち、グラント層 3 1 の次に第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b に近い。グラント層 3 2 は、基板 7 の中間層（第 2 層）である。グラント層 3 2 は、グラント層 3 1 と同様の矩形状である。グラント層 3 2 は、グラント電極 3 の第 1 ～ 第 4 辺 3 a ～ 3 d にそれぞれ対応する第 1 ～ 第 4 辺 3 2 0 a ～ 3 2 0 d を有する。グラント層 3 2 は、スリット 3 2 a を有する。スリット 3 2 a は、グラント層 3 2 の長さ方向の中央部 3 2 b にある。グラント層 3 2 は、グラント層 3 2 の長さ方向の両端部にそれぞれ第 1 開口 3 2 c 及び第 2 開口 3 2 d を有する。第 1 開口 3 2 c は第 1 アンテナ素子 2 a より大きい。第 2 開口 3 2 d は第 2 アンテナ素子 2 b より大きい。本実施の形態では、グラント層 3 2 の第 1 開口 3 2 c の大きさはグラント層 3 1 の第 1 開口 3 1 c の大きさと等しい。本実施の形態では、グラント層 3 2 の第 2 開口 3 2 d の大きさはグラント層 3 1 の第 2 開口 3 1 d の大きさと等しい。

[0021] グランド層 3 3 は、複数のグラント層 3 1 ～ 3 4 のうち、グラント層 3 2 の次に第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b に近い。グラント層 3 3 は、基板 7 の中間層（第 3 層）である。グラント層 3 3 は、グラント層 3 1, 3 2 と同様の矩形状である。グラント層 3 3 は、グラント電極 3 の第

1～第4辺3 a～3 dにそれぞれ対応する第1～第4辺3 3 0 a～3 3 0 dを有する。グラント層3 3は、スリット3 3 aを有する。スリット3 3 aは、グラント層3 3の長さ方向の中央部3 3 bにある。グラント層3 3は、グラント層3 3の長さ方向の両端部にそれぞれ第1開口3 3 c及び第2開口3 3 dを有する。第1開口3 3 cは第1アンテナ素子2 aより大きい。第2開口3 3 dは第2アンテナ素子2 bより大きい。本実施の形態では、グラント層3 3の第1開口3 3 cの大きさはグラント層3 1の第1開口3 1 cの大きさと等しい。本実施の形態では、グラント層3 3の第2開口3 3 dの大きさはグラント層3 1の第2開口3 1 dの大きさと等しい。

[0022] グラント層3 4は、複数のグラント層3 1～3 4のうち、第1アンテナ素子2 a及び第2アンテナ素子2 bから最も遠い。グラント層3 4は、基板7の最下層である。グラント層3 4は基板7の後面を規定する。グラント層3 4は、グラント層3 1～3 3と同様の矩形状である。グラント層3 4は、グラント電極3の第1～第4辺3 a～3 dにそれぞれ対応する第1～第4辺3 4 0 a～3 4 0 dを有する。グラント層3 4は、スリット3 4 aを有する。スリット3 4 aは、グラント層3 4の長さ方向の中央部3 4 bにある。グラント層3 4は、グラント層3 4の長さ方向の両端部にそれぞれ開口を有していない。グラント層3 4の長さ方向の両端部は、第1アンテナ素子2 a及び第2アンテナ素子2 bそれぞれの後面にそれぞれ対向する。

[0023] 複数のグラント層3 1～3 4は、第1アンテナ素子2 a及び第2アンテナ素子2 bに結合される。本実施の形態では、グラント層3 1～3 4は、誘電体層6に形成される層間配線により互いに電氣的に結合される。第1アンテナ素子2 aは、グラント層3 1～3 3の第1開口3 1 c～3 3 c内に位置し、誘電体層6に形成される層間配線によりグラント層3 4に電氣的に結合される。第2アンテナ素子2 bは、グラント層3 1～3 3の第2開口3 1 d～3 3 d内に位置し、誘電体層6に形成される層間配線によりグラント層3 4に電氣的に結合される。これにより、グラント電極3が第1アンテナ素子2 a及び第2アンテナ素子2 bに対してグラントとして機能し得る。

[0024] さらに、上述したようにグラウンド層31～34は、スリット31a～34aをそれぞれ有する。以下、グラウンド層31～34のスリット31a～34aについて、図5～図9を参照してさらに説明する。なお、図5～図9では、図面の見やすさを考慮して、誘電体層6の図示を省略している。

[0025] 図5Aはグラウンド層31の構成例の部分平面図であり、グラウンド層31のスリット31a近傍を示す。スリット31aは、グラウンド電極3の厚み方向から見て第1アンテナ素子2aと第2アンテナ素子2bとの間にある。図5Aに示すように、スリット31aは、グラウンド層31の第1辺310aから第1アンテナ素子2aと第2アンテナ素子2bとを結ぶ第1方向（図5Aの左右方向）に交差する第2方向（図5Aの上下方向）に延びる。第1辺310aは、グラウンド層31においてグラウンド電極3の所定の辺（本実施の形態では第1辺3a）に対応する辺である。第1アンテナ素子2aと第2アンテナ素子2bとを結ぶ線は、例えば、第1アンテナ素子2aの中心と第2アンテナ素子2bの中心とを結ぶ線である。本実施の形態では、第1方向は、グラウンド電極3の長さ方向に対応し、第2方向は、グラウンド電極3の幅方向に対応する。

[0026] 図5Aのスリット31aは、開放端311と、第1アンテナ素子2a側（図5Aでの左側）の辺312と、第2アンテナ素子2b側（図5Aでの右側）の辺313と、閉塞端314とを含む。スリット31aは、直線状である。スリット31aは、スリット31aの幅が一様ではなく、スリット31aの幅が狭い部位と広い部位とを有する。より詳細には、スリット31aにおいて、第2アンテナ素子2b側の辺313は直線状であるが、第1アンテナ素子2a側の辺312は直線状ではなく、第2アンテナ素子2b側の辺313との間の距離が変化する形状である。辺312は、辺313との距離が異なる第1及び第2部位312a、312bを含む。第2部位312bは、第1部位312aよりも辺313に近い。第2部位312bは、グラウンド層31において第1部位312aよりも辺313に突出する第1片51における辺313側の端部である。第1片51は、矩形状である。スリット31aの

幅は、第1部位312aよりも第2部位312bにおいて狭い。第2部位312bは、第1部位312aよりもスリット31aの開放端311側にある。第2部位312bは、スリット31aの中央よりもスリット31aの開放端311側にある。本実施の形態において、第2部位312bは、スリット31aの開放端311にある。

[0027] 図5Bはグラウンド層32の構成例の部分平面図であり、グラウンド層32のスリット32a近傍を示す。スリット32aは、グラウンド電極3の厚み方向から見て第1アンテナ素子2aと第2アンテナ素子2bとの間にある。図5Bに示すように、スリット32aは、グラウンド層32の第1辺320aから第2方向（図5Bの上下方向）に延びる。第1辺320aは、グラウンド層32においてグラウンド電極3の所定の辺（本実施の形態では第1辺3a）に対応する辺である。

[0028] 図5Bのスリット32aは、開放端321と、第1アンテナ素子2a側（図5Bでの左側）の辺322と、第2アンテナ素子2b側（図5Bでの右側）の辺323と、閉塞端324とを含む。スリット32aは、直線状である。スリット32aは、スリット32aの幅が一様ではなく、スリット32aの幅が狭い部位と広い部位とを有する。より詳細には、スリット32aにおいて、第1アンテナ素子2a側の辺322は直線状であるが、第2アンテナ素子2b側の辺323は直線状ではなく、辺322との間の距離が変化する形状である。辺323は、辺322との距離が異なる第3及び第4部位323a、323bを含む。第4部位323bは、第3部位323aよりも辺322に近い。第4部位323bは、グラウンド層32において第3部位323aよりも辺322に突出する第2片52における辺322側の端部である。第2片52は、矩形状である。第4部位323bは、第3部位323aよりもスリット32aの開放端321側にある。第4部位323bは、スリット32aの中央よりもスリット32aの開放端321側にある。本実施の形態において、第4部位323bは、スリット32aの開放端321にある。

[0029] 図6Aはグラウンド層33の構成例の部分平面図であり、グラウンド層33の

スリット33a近傍を示す。スリット33aは、グラウンド電極3の厚み方向から見て第1アンテナ素子2aと第2アンテナ素子2bとの間にある。図6Aに示すように、スリット33aは、図6Aに示すように、スリット33aは、グラウンド層33の第1辺330aから第2方向（図6Aの上下方向）に延びる。第1辺330aは、グラウンド層33においてグラウンド電極3の所定の辺（本実施の形態では第1辺3a）に対応する辺である。図6Aのスリット33aは、開放端331と、第1アンテナ素子2a側（図6Aでの左側）の辺332と、第2アンテナ素子2b側（図6Aでの右側）の辺333と、閉塞端334とを含む。スリット33aは、直線状である。スリット33aの幅は一様である。

[0030] 図6Bはグラウンド層34の構成例の部分平面図であり、グラウンド層34のスリット34a近傍を示す。スリット34aは、グラウンド電極3の厚み方向から見て第1アンテナ素子2aと第2アンテナ素子2bとの間にある。図6Bに示すように、スリット34aは、グラウンド層34の第1辺340aから第2方向（図6Bの上下方向）に延びる。第1辺340aは、グラウンド層34においてグラウンド電極3の所定の辺（本実施の形態では第1辺3a）に対応する辺である。図6Bのスリット34aは、開放端341と、第1アンテナ素子2a側（図6Bでの左側）の辺342と、第2アンテナ素子2b側（図6Bでの右側）の辺343と、閉塞端344とを含む。スリット34aは、直線状である。スリット34aの幅は一様である。

[0031] 次に、グラウンド層31～34のスリット31a～34a間の位置関係について図7～図9を参照して説明する。図7Aはグラウンド電極3の構成例の部分平面図であり、スリット31a～34a近傍を示す。図7Bはグラウンド電極3の構成例の部分底面図であり、スリット31a～34a近傍を示す。図8は、グラウンド電極3の部分拡大斜視図であり、スリット31a～34a近傍を示す。図9は、図8のP1で示す部位の拡大図である。

[0032] 図8及び図9に示すように、グラウンド層31～34のスリット31a～34aは、グラウンド電極3の厚み方向において並ぶ。

- [0033] スリット31a～34aにおいて、開放端311～341は、グランド電極3の厚み方向において一致する。スリット31a～34aにおいて、閉塞端314～344は、グランド電極3の厚み方向において一致する。スリット31a～34aの長さは、互いに等しい。スリット31a～34aの長さは、例えば、スリット31a～34aの開放端311～341と閉塞端314～344との間の距離である。本実施の形態において、スリット31a～34aの各々は、第1周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。
- [0034] 図8及び図9に示すように、スリット31aにおいては、第1部位312aは、第1方向において第3部位323aと並びし、第3部位323aよりも第1アンテナ素子2a側にある。第2部位312bは、第1方向において第4部位323bと並び、第1部位312aよりも第2辺313に近く、第4部位323bよりも第2アンテナ素子2b側にある。スリット32aにおいて、第3部位323aは、第1方向において第1部位312aと並び、第1部位312aよりも第2アンテナ素子2b側にある。第4部位323bは、第1方向において第2部位323bと並び、第3部位323aよりも第3辺322に近く、第2部位312bよりも第1アンテナ素子2a側にある。
- [0035] これによって、図7に示すように、グランド層31のスリット31aの第1部位312aと辺313との間の空間とグランド層32のスリット32aの第3部位323aと辺322との間の空間とは、グランド電極3の厚み方向において対向するから、グランド層31、32を貫通する空間を構成する。一方で、グランド層31のスリット31aの第2部位312bと辺313との間の空間とグランド層32のスリット32aの第4部位323aと辺322との間の空間とは、グランド電極3の厚み方向において重ならないから、グランド層31、32を貫通する空間を構成しない。つまり、グランド層31の第1片51とグランド層32の第2片52とが、グランド電極3の厚み方向において所定間隔を隔てて重なるようになっている。
- [0036] 図7Aに示すように、スリット31aの第1アンテナ素子2a側の辺312の第1部位312aは、グランド電極3の厚み方向において、スリット3

2 a の第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 3 2 2 と一致する。図 7 B に示すように、スリット 3 2 a の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 2 3 の第 3 部位 3 2 3 a は、グラウンド電極 3 の厚み方向において、スリット 3 1 a の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 1 3 と一致する。

[0037] スリット 3 3 a においては、スリット 3 3 a の第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 3 3 2 は、グラウンド電極 3 の厚み方向において、スリット 3 1 a の第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 3 1 2 の第 1 部位 3 1 2 a 及びスリット 3 2 の第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 3 2 2 と一致する。スリット 3 3 a の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 3 3 は、グラウンド電極 3 の厚み方向において、スリット 3 2 a の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 2 3 の第 3 部位 3 2 3 a 及びスリット 3 1 a の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 1 3 と一致する。

[0038] スリット 3 4 a においては、スリット 3 4 a の第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 3 4 2 は、グラウンド電極 3 の厚み方向において、スリット 3 1 a の第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 3 1 2 の第 1 部位 3 1 2 a 及びスリット 3 2 a の第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 3 2 2 と一致する。スリット 3 4 a の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 4 3 は、グラウンド電極 3 の厚み方向において、スリット 3 2 a の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 2 3 の第 3 部位 3 2 3 a 及びスリット 3 1 a の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 1 3 と一致する。

[0039] グラウンド電極 3 では、グラウンド電極 3 の厚み方向に直交する面内において、グラウンド層 3 1 のスリット 3 1 a の開放端 3 1 1 と、グラウンド層 3 2 の第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 3 2 2 と、グラウンド層 3 1 の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 1 3 と、グラウンド層 3 1 の閉塞端 3 1 4 とで囲まれる空間が、スリット構造 4 を構成する。スリット構造 4 は、開放端 4 0 と、第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 4 1 と、第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 4 2 とを含む。開放端 4 0 は、グラウンド層 3 1 のスリット 3 1 a の開放端 3 1 1 により規定される。第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 4 1 は、グラウンド層 3 2 の第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 3 2 2 により規定される。第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 4 2 は、グラウンド層 3 1 の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 1 3 により規定される。本

実施の形態では、グランド電極 3 の厚み方向に直交する面内において、スリット構造 4 の形状は、グランド層 3 3, 3 4 のスリット 3 3 a, 3 4 a の形状に一致する。スリット構造 4 はスリット 3 1 a ~ 3 4 a により規定される。スリット 3 1 a ~ 3 4 a は、グランド層 3 1 ~ 3 4 の中央部 3 1 b ~ 3 4 b にある。グランド層 3 1 ~ 3 4 の中央部 3 1 b ~ 3 4 b は、グランド電極 3 において第 1 アンテナ素子 2 a と第 2 アンテナ素子 2 b との間の部位である。スリット構造 4 は、第 1 アンテナ素子 2 a と第 2 アンテナ素子 2 b との間にある。

[0040] グランド電極 3 では、グランド層 3 1 は、第 1 片 5 1 を有する。第 1 片 5 1 は、グランド電極 3 の厚み方向に直交する面内において、グランド層 3 2 の第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 3 2 2 から第 2 アンテナ素子 2 b 側に延びる。グランド層 3 2 は、第 2 片 5 2 を有する。第 2 片 5 2 は、グランド電極 3 の厚み方向に直交する面内において、グランド層 3 1 の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 1 3 から第 1 アンテナ素子 2 a 側に延びる。グランド層 3 1 の第 1 片 5 1 とグランド層 3 2 の第 2 片 5 2 とは、グランド電極 3 の厚み方向において所定間隔を隔てて重なる。第 1 片 5 1 と第 2 片 5 2 とが、対向構造 5 を構成する。

[0041] 対向構造 5 は、グランド電極 3 の厚み方向に直交する面内において、スリット構造 4 内に位置する。本実施の形態では、対向構造 5 は、第 1 片 5 1 と第 2 片 5 2 との組を一つ含む。上述したように、第 2 部位 3 1 2 b は、スリット 3 1 a の中央よりもスリット 3 1 a の開放端 3 1 1 側にあり、第 4 部位 3 2 3 b は、スリット 3 2 a の中央よりもスリット 3 2 a の開放端 3 2 1 側にある。そのため、第 1 片 5 1 及び第 2 片 5 2 は、スリット構造 4 の中央よりスリット構造 4 の開放端 4 0 側にある。本実施の形態において、第 2 部位 3 1 2 b は、スリット 3 1 a の開放端 3 1 1 にあり、第 4 部位 3 2 3 b は、スリット 3 2 a の開放端 3 2 1 にある。そのため、第 1 片 5 1 及び第 2 片 5 2 は、スリット構造 4 の開放端 4 0 にある。

[0042] 図 7 では、第 1 片 5 1 及び第 2 片 5 2 の長さは互い等しい。第 1 片 5 1 及

び第2片52の長さは、スリット構造4の長さの $1/2$ 以下である。これによって、グラウンド電極3の厚み方向から見て、対向構造5において第1片51と第2片52との重複部分の面積は、スリット構造4の面積の $1/2$ 以下としている。つまり、グラウンド電極3の厚み方向から見て、グラウンド電極3におけるスリット31aの第2部位312bとスリット32aの第4部位323bとの間の部分の面積は、グラウンド電極3におけるスリット31aの第2アンテナ素子2b側の辺313とスリット32aの第1アンテナ素子2a側の辺322との間の部分の面積の $1/2$ 以下である。

[0043] グラウンド電極3においては、グラウンド層31～34がスリット31a～34aをそれぞれ有することによって、図1～図3に示すスリット構造4及び対向構造5が構成される。

[0044] 以上述べたアンテナ装置1では、グラウンド電極3は、スリット構造4と、スリット構造4内にある対向構造5とを備える。対向構造5は、スリット構造4の第1アンテナ素子2a側の第1辺41から第2アンテナ素子2b側に延びる第1片51と、スリット構造4の第2アンテナ素子2b側の第2辺42から第1アンテナ素子2a側に延びて第1片51に重なる第2片52とを含む。対向構造5の第1片51及び第2片52は、スリット構造4内において容量結合し得る。

[0045] スリット構造4は、第1アンテナ素子2aと第2アンテナ素子2bとの間のアイソレーションの改善のために設けられる。スリット構造4の長さは、第1アンテナ素子2aと第2アンテナ素子2bとの間のアイソレーションの改善を考慮して、決定される。本実施の形態では、スリット構造4は、第1周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。一例として、スリット構造4の長さは、第1周波数帯域に対応する波長の $1/4$ の電気長に基づいて設定される。ここで、本実施の形態では、スリット構造4内に対向構造5がある。アンテナ装置1では、スリット構造4内に対向構造5がない場合に比べて、スリット構造4において電波が通ることができる領域を狭くできる。さらに、対向構造5は容量を持つキャパシタとして機能し、対向構造5の第

1 片 5 1 及び第 2 片 5 2 はスリット構造 4 の厚み方向となるグラウンド電極 3 の厚み方向において対向する。そのため、アンテナ装置 1 では、スリット構造 4 内に対向構造 5 がない場合に比べて、スリット構造 4 の長さを短くしても、第 1 周波数帯域に対応する波長の $1/4$ の電気長を維持できる。つまり、アンテナ装置 1 では、スリット構造 4 内に対向構造 5 を設けているため、スリット構造 4 の長さ自体は第 1 周波数帯域に対応する波長の $1/4$ より短い。そのため、第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b からの電波がスリット構造 4 を通って第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b の後面側に回り込んでしまう可能性を低減できる。このように、本実施の形態のアンテナ装置 1 は、アンテナ素子間のアイソレーションの改善を図りながら、アンテナ素子の後面側への電波の漏れの低減が可能となる。

[0046] [1. 1. 2 評価]

本実施の形態のアンテナ装置 1 は、第 1 周波数帯域（6.5 GHz 付近の周波数帯域）及び第 2 周波数帯域（8.0 GHz 付近の周波数帯域）の電波を放射する。グラウンド電極 3 のスリット構造 4 は、第 1 周波数帯域での第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b 間のアイソレーションの改善のために、第 1 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。本実施の形態のアンテナ装置 1 のアイソレーションの改善の効果を確認するために、アイソレーションの測定を行った。アイソレーションの測定は、本実施の形態のアンテナ装置 1 と、比較例 1 及び比較例 2 のアンテナ装置とについて実施された。比較例 1 のアンテナ基板は、スリット構造 4 を備えていない点を除き、アンテナ装置 1 と同じである。比較例 2 のアンテナ基板は、対向構造 5 を備えておらず、スリット構造 4 の長さが第 1 周波数帯域に対応する波長の $1/4$ に等しい点を除き、アンテナ装置 1 と同じである。

[0047] 図 10 は、比較例 1 のアンテナ装置のアイソレーションの測定の結果のグラフである。図 11 は、比較例 2 のアンテナ装置のアイソレーションの測定の結果のグラフである。図 12 は、実施の形態 1 のアンテナ装置 1 のアイソレーションの測定の結果のグラフである。具体的には、図 10～図 12 は、

横軸に周波数、縦軸にアイソレーションを示したグラフであり、アイソレーションが高いほど低い位置、すなわちアイソレーションが改善されるほど低い位置に表示される。アイソレーションの測定を行った周波数の範囲は、6.0 GHz～7.0 GHzである。

[0048] 図10～図12から明らかなように、本実施の形態のアンテナ装置1によれば、6.5 GHz近傍において、アイソレーションが改善されていることが確認できた。比較例1に対応する図10において、6.5 GHz近傍でのアイソレーションは19.4 dBである。比較例2に対応する図11において、6.5 GHz近傍でのアイソレーションは20.2 dBである。本実施の形態のアンテナ装置1に対応する図12において、6.5 GHz近傍でのアイソレーションは21.9 dBである。

[0049] このように、本実施の形態のアンテナ装置1によれば、単にスリット構造4だけをグラウンド電極3に形成した場合よりも、第1周波数帯域に対応する6.5 GHz近傍での第1アンテナ素子2a及び第2アンテナ素子2b間のアイソレーションの改善が図れている。

[0050] さらに、本実施の形態のアンテナ装置1と、比較例1及び比較例2のアンテナ装置とについて、ピーク効率及びピークゲインの測定を行った。ピーク効率及びピークゲインの測定は、第1周波数帯域に対応する6.5 GHz近傍のピークと、第2周波数帯域に対応する8.0 GHz近傍のピークとについて実施された。ピーク効率の測定の結果、本実施の形態のアンテナ装置1及び比較例2のアンテナ装置は、比較例1のアンテナ装置よりも、特に6.5 GHz近傍のピークにおいてピーク効率が改善されたことが確認できた。これは、本実施の形態のアンテナ装置1及び比較例2のアンテナ装置において、6.5 GHz近傍でのアイソレーションの改善が図れているためである。一方、ピークゲインの測定の結果では、比較例2は、8.0 GHz近傍のピークにおいてピークゲインが比較例1よりも悪化した。これは、第2周波数帯域の電波のスリット構造4からの漏れの影響と考えられる。これに対して、本実施の形態のアンテナ装置1は、8.0 GHz近傍のピークにおいて

ピークゲインが比較例 1 と同程度であった。これは、スリット構造 4 内に対向構造 5 があり、さらに、スリット構造 4 の長さ自体が比較例 2 よりも短い
ためと考えられる。すなわち、本実施の形態のアンテナ装置 1 は、比較例 2
と同様に 6.5 GHz 近傍でのアイソレーションの改善が図れ、さらに比較
例 2 に比べて 8.0 GHz 近傍のピークでのピークゲインの改善が図れる。

[0051] [1. 1. 3 効果等]

以上述べたように、アンテナ装置 1 は、第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b と、第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b の後面側にあり第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b に結合されるグラウンド電極 3 とを備える。グラウンド電極 3 は、グラウンド電極 3 の厚み方向に並ぶ第 1 及び第 2 グランド層（グラウンド層 3 1, 3 2）を含む。第 1 グランド層（グラウンド層 3 1）は、グラウンド電極 3 の厚み方向から見て第 1 アンテナ素子 2 a と第 2 アンテナ素子 2 b との間であって第 1 グランド層（グラウンド層 3 1）においてグラウンド電極 3 の所定の辺 3 a に対応する辺 3 1 0 a から第 1 アンテナ素子 2 a と第 2 アンテナ素子 2 b とを結ぶ第 1 方向に交差する第 2 方向に延び、第 1 アンテナ素子 2 a 側の第 1 辺 3 1 2 と、第 2 アンテナ素子 2 b 側の第 2 辺 3 1 3 とを含む第 1 スリット（スリット 3 1 a）を有する。第 2 グランド層（グラウンド層 3 2）は、第 2 グランド層（グラウンド層 3 2）においてグラウンド電極 3 の所定の辺 3 a に対応する辺 3 2 0 a から第 2 方向に延びてグラウンド電極 3 の厚み方向において第 1 スリット（スリット 3 1 a）と並び、第 1 アンテナ素子 2 a 側の第 3 辺 3 2 2 と、第 2 アンテナ素子 2 b 側の第 4 辺 3 2 3 とを含む第 2 スリット（スリット 3 2 a）を有する。第 1 スリット（スリット 3 1 a）の第 1 辺 3 1 2 は、第 1 部位 3 1 2 a と、第 1 部位 3 1 2 a よりも第 2 辺 3 1 3 に近い第 2 部位 3 1 2 b とを含む。第 2 スリット（スリット 3 2 a）の第 4 辺 3 2 3 は、第 1 方向において第 1 部位 3 1 2 a と並び第 1 部位 3 1 2 a よりも第 2 アンテナ素子 2 b 側にある第 3 部位 3 2 3 a と、第 1 方向において第 2 部位 3 2 3 b と並び第 3 部位 3 2 3 a よりも第 3 辺 3 2 2 に近く第 2 部位 3 1 2 b よりも第 1 アンテナ素子

2 a 側にある第4部位3 2 3 bとを含む。この構成は、第1及び第2アンテナ素子2 a, 2 b間のアイソレーションの改善を図りながら、第1及び第2アンテナ素子2 a, 2 bの後面側への電波の漏れの低減を可能にする。

[0052] アンテナ装置1において、第1スリット（スリット3 1 a）の第1辺3 1 2の第1部位3 1 2 aは、グラウンド電極3の厚み方向において、第2スリット（スリット3 2 a）の第3辺3 2 2と一致する。第2スリット（スリット3 2 a）の第4辺3 2 3の第3部位3 2 3 aは、グラウンド電極3の厚み方向において、第1スリット（スリット3 1 a）の第2辺3 1 3と一致する。この構成は、第1スリット（スリット3 1 a）及び第2スリット（スリット3 2 a）をコンパクトに構成できる。

[0053] アンテナ装置1において、グラウンド電極3は、第1及び第2グラウンド層（グラウンド層3 1, 3 2）とグラウンド電極3の厚み方向に並ぶ第3グラウンド層（グラウンド層3 3, 3 4）を含む。第3グラウンド層（グラウンド層3 3, 3 4）は、第3グラウンド層（グラウンド層3 3, 3 4）においてグラウンド電極3の所定の辺に対応する辺3 3 0 a, 3 4 0 aから第2方向に延びてグラウンド電極3の厚み方向において第1及び第2スリット（スリット3 1 a, 3 2 a）と並ぶ第3スリット（スリット3 3 a, 3 4 a）を有する。この構成は、グラウンド層の数を増やしながらかも、第1及び第2アンテナ素子（アンテナ素子2 a, 2 b）間のアイソレーションの改善を図りながら、第1及び第2アンテナ素子（アンテナ素子2 a, 2 b）の後面側への電波の漏れの低減を可能にする。

[0054] アンテナ装置1において、第3スリット（スリット3 3 a, 3 4 a）は、第1アンテナ素子2 a側の第5辺3 3 2, 3 4 2と、第2アンテナ素子2 b側の第6辺3 3 3, 3 4 3とを含む。第3スリット（スリット3 3 a, 3 4 a）の第5辺3 3 2, 3 4 2は、グラウンド電極3の厚み方向において、第1スリット（スリット3 1 a）の第1辺3 1 2の第1部位3 1 2 a及び第2スリット（スリット3 2 a）の第3辺3 2 2と一致する。第3スリット（スリット3 3 a, 3 4 a）の第6辺3 3 3, 3 4 3は、グラウンド電極3の厚み方

向において、第2スリット（スリット32a）の第4辺323の第3部位323a及び第1スリット（スリット31a）の第2辺312と一致する。この構成は、第3スリット（スリット33a, 34a）をコンパクトに構成できる。

[0055] アンテナ装置1において、第1グラウンド層（グラウンド層31）と第2グラウンド層（グラウンド層32）とは、隣り合う。この構成は、アンテナ素子2a, 2bの後面側への電波の漏れをさらに低減できる。

[0056] アンテナ装置1において、第1グラウンド層（グラウンド層31）は、第1～第3グラウンド層（グラウンド層31～34）のうち第1アンテナ素子2a及び第2アンテナ素子2bに最も近い。第2グラウンド層（グラウンド層32）は、第1～第3グラウンド層（グラウンド層31～34）のうち第1グラウンド層（グラウンド層31）の次に第1アンテナ素子2a及び第2アンテナ素子2bに近い。この構成は、第1及び第2アンテナ素子2a, 2bの後面側への電波の漏れをさらに低減できる。

[0057] アンテナ装置1において、第2部位312bは、第1部位312aよりも第1スリット（スリット31a）の開放端311側にある。第4部位323bは、第3部位323aよりも第2スリット（スリット32a）の開放端321にある。この構成は、第1及び第2アンテナ素子2a, 2bの後面側への電波の漏れをさらに低減できる。

[0058] アンテナ装置1において、第2部位312bは、第1スリット（スリット31a）の中央よりも第1スリット（スリット31a）の開放端311側にある。第4部位323bは、第2スリット（スリット32a）の中央よりも第2スリット（スリット32a）の開放端321にある。この構成は、第1及び第2アンテナ素子2a, 2bの後面側への電波の漏れをさらに低減できる。

[0059] アンテナ装置1において、第2部位312bは、第1スリット（スリット31a）の開放端311にある。第4部位323bは、第2スリット（スリット32a）の開放端321にある。この構成は、第1及び第2アンテナ素

子 2 a, 2 b の後面側への電波の漏れをさらに低減できる。

[0060] アンテナ装置 1 において、第 1 スリット（スリット 3 1 a）と第 2 スリット（スリット 3 2 a）との組は、第 2 部位 3 1 2 b と第 4 部位 3 2 3 b との組を一つ含む。この構成は、第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b の後面側への電波の漏れをさらに低減できる。

[0061] アンテナ装置 1 において、グランド電極 3 の厚み方向から見て、グランド電極 3 における第 1 スリット（スリット 3 1 a）の第 1 辺 3 1 2 の第 2 部位 3 1 2 b と第 2 スリット（スリット 3 2 a）の第 4 辺 3 2 3 の第 4 部位 3 2 3 b との間の部分の面積は、グランド電極 3 における第 1 スリット（スリット 3 1 a）の第 2 辺 3 1 3 と第 2 スリット（スリット 3 2 a）の第 3 辺 3 2 2 との間の部分の面積の $1/2$ 以下である。この構成は、第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b の後面側への電波の漏れをさらに低減できる。

[0062] アンテナ装置 1 において、第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b の各々は、第 1 周波数帯域及び第 1 周波数帯域より高い第 2 周波数帯域に対応するように構成される。第 1 スリット（スリット 3 1 a）及び第 2 スリット（スリット 3 2 a）の各々は、第 1 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。この構成は、第 1 周波数帯域での第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b 間のアイソレーションの改善を図りながら、第 2 周波数帯域での第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b の後面側への電波の漏れの低減を可能にする。

[0063] アンテナ装置 1 において、第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b の各々は、平面アンテナである。この構成は、アンテナ装置 1 の小型化を可能にする。

[0064] [1. 2 実施の形態 2]

[1. 2. 1 構成]

図 1 3 は、実施の形態 2 にかかるアンテナ装置 1 A の構成例の平面図である。図 1 3 のアンテナ装置 1 A は、第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b と、第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b が搭載される

基板 7 A とを備える。

[0065] 図 1 3 に示すように、基板 7 A は、グランド電極 3 A と、誘電体層 6 A とを含む。基板 7 A は、多層基板を利用して構成されている。

[0066] 図 1 3 のグランド電極 3 A は、複数のスリット構造（第 1 スリット構造 4 A 1 及び第 2 スリット構造 4 A 2）及び複数の対向構造（第 1 対向構造 5 A 1 及び第 2 対向構造 5 A 2）を備える点で、図 1 のグランド電極 3 と異なる。図 1 4 は、アンテナ装置 1 A の部分拡大斜視図である。より詳しくは、図 1 4 は、アンテナ装置 1 A における第 1 スリット構造 4 A 1 近傍の部分の拡大斜視図である。図 1 5 は、アンテナ装置 1 A の別の部分拡大斜視図である。より詳しくは、図 1 5 は、アンテナ装置 1 A における第 2 スリット構造 4 A 2 近傍の部分の拡大斜視図である。

[0067] 図 1 3 に示すように、グランド電極 3 A は、矩形状である。グランド電極 3 A は、第 1 辺 3 a a と、第 2 辺 3 b a と、第 3 辺 3 c a と、第 4 辺 3 d a とを有する。第 1 辺 3 a a 及び第 3 辺 3 c a は、互いに対向し、グランド電極 3 A の長さ方向に沿う。第 2 辺 3 b a 及び第 4 辺 3 d a は、互いに対向し、グランド電極 3 A の幅方向に沿う。図 1 4 及び図 1 5 に示すように、グランド電極 3 A は、複数のグランド層 3 1 A ～ 3 4 A を含む。グランド層 3 1 A ～ 3 4 A は、2 組のスリット 3 1 e ～ 3 4 e, 3 1 f ～ 3 4 f を備える点で、実施の形態 1 のグランド層 3 1 ～ 3 4 と異なる。

[0068] 図 1 3 に示すように、グランド電極 3 A は、第 1 スリット構造 4 A 1 と、第 2 スリット構造 4 A 2 と、第 1 対向構造 5 A 1 と、第 2 対向構造 5 A 2 とを備える。

[0069] 図 1 4 に示すように、スリット 3 1 e ～ 3 4 e の組が、第 1 スリット構造 4 A 1 と第 1 対向構造 5 A 1 とを規定する。スリット 3 1 e ～ 3 4 e は、スリット 3 1 a ～ 3 4 a と同様の形状である。スリット 3 1 e においては、第 1 部位 3 1 2 a は、第 1 方向において第 3 部位 3 2 3 a と並び、第 3 部位 3 2 3 a よりも第 1 アンテナ素子 2 a 側にある。第 2 部位 3 1 2 b は、第 1 方向において第 4 部位 3 2 3 b と並び、第 1 部位 3 1 2 a よりも第 2 辺 3 1 3

に近く、第4部位3 2 3 bよりも第2アンテナ素子2 b側にある。スリット3 2 eにおいて、第3部位3 2 3 aは、第1方向において第1部位3 1 2 aと並び、第1部位3 1 2 aよりも第2アンテナ素子2 b側にある。第4部位3 2 3 bは、第1方向において第2部位3 2 3 bと並び、第3部位3 2 3 aよりも第3辺3 2 2に近く、第2部位3 1 2 bよりも第1アンテナ素子2 a側にある。本実施の形態において、スリット3 1 e～3 4 eの各々は、第1周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。

[0070] 第1スリット構造4 A 1は、グランド電極3 Aの第1辺3 a aからグランド電極3 Aの内側に延びており、開放端4 O A 1を有する。第1スリット構造4 A 1は、第1アンテナ素子2 aと第2アンテナ素子2 bとの間にあり、第1アンテナ素子2 a側の第1辺4 1 A 1と、第2アンテナ素子2 b側の第2辺4 2 A 1とを有する。第1アンテナ素子2 a側の辺4 1 A 1は、グランド層3 2 Aの第1アンテナ素子2 a側の辺3 2 2により規定される。第1アンテナ素子2 a側の辺4 2 A 1は、グランド層3 1の第2アンテナ素子2 b側の辺3 1 3により規定される。

[0071] グランド層3 1 Aは、第1片5 1 A 1を有する。第1片5 1 A 1は、グランド電極3 Aの厚み方向に直交する面内において、グランド層3 2 Aの第1アンテナ素子2 a側の辺3 2 2から第2アンテナ素子2 b側に延びる。グランド層3 2 Aは、第2片5 2 A 1を有する。第2片5 2 A 1は、グランド電極3 Aの厚み方向に直交する面内において、グランド層3 1 Aの第2アンテナ素子2 b側の辺3 1 3から第1アンテナ素子2 a側に延びる。グランド層3 1 Aの第1片5 1 A 1とグランド層3 2 Aの第2片5 2 A 1とは、グランド電極3 Aの厚み方向において所定間隔を隔てて重なる。第1片5 1 A 1と第2片5 2 A 1とが、第1対向構造5 A 1を構成する。

[0072] 第1対向構造5 A 1は、グランド電極3 Aの厚み方向に直交する面内において、第1スリット構造4 A 1内に位置する。本実施の形態では、第1対向構造5 A 1は、第1片5 1 A 1と第2片5 2 A 1との組を一つ含む。第1片5 1 A 1及び第2片5 2 A 1は、第1スリット構造4 A 1の開放端4 O A 1

にある。第1片5 1 A 1及び第2片5 2 A 1の長さは互い等しい。第1片5 1 A 1及び第2片5 2 A 1の長さは、第1スリット構造4 A 1の長さの $1/2$ 以下である。これによって、グランド電極3 Aの厚み方向から見て、第1対向構造5 A 1において第1片5 1 A 1と第2片5 2 A 1との重複部分の面積は、第1スリット構造4 A 1の面積の $1/2$ 以下としている。

[0073] 図15に示すように、スリット3 1 f～3 4 fの組が、第2スリット構造4 A 2と第2対向構造5 A 2とを規定する。スリット3 1 f～3 4 fは、スリット3 1 a～3 4 aと同様の形状である。スリット3 1 fにおいては、第1部位3 1 2 aは、第1方向において第3部位3 2 3 aと並び、第3部位3 2 3 aよりも第1アンテナ素子2 a側にある。第2部位3 1 2 bは、第1方向において第4部位3 2 3 bと並び、第1部位3 1 2 aよりも第2辺3 1 3に近く、第4部位3 2 3 bよりも第2アンテナ素子2 b側にある。スリット3 2 fにおいて、第3部位3 2 3 aは、第1方向において第1部位3 1 2 aと並び、第1部位3 1 2 aよりも第2アンテナ素子2 b側にある。第4部位3 2 3 bは、第1方向において第2部位3 2 3 bと並び、第3部位3 2 3 aよりも第3辺3 2 2に近く、第2部位3 1 2 bよりも第1アンテナ素子2 a側にある。本実施の形態において、スリット3 1 f～3 4 fの各々は、第2周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。

[0074] 第2スリット構造4 A 2は、グランド電極3 Aの第3辺3 c aからグランド電極3 Aの内側に延びており、開放端4 0 A 2を有する。第2スリット構造4 A 2は、第1アンテナ素子2 aと第2アンテナ素子2 bとの間にあり、第1アンテナ素子2 a側の第1辺4 1 A 2と、第2アンテナ素子2 b側の第2辺4 2 A 2とを有する。第1アンテナ素子2 a側の辺4 1 A 2は、グランド層3 2 Aの第1アンテナ素子2 a側の辺3 2 2により規定される。第1アンテナ素子2 a側の辺4 2 A 1は、グランド層3 1 Aの第2アンテナ素子2 b側の辺3 1 3により規定される。

[0075] グランド層3 1 Aは、第1片5 1 A 2を有する。第1片5 1 A 2は、グランド電極3 Aの厚み方向に直交する面内において、グランド層3 2 Aの第1

アンテナ素子 2 a 側の辺 3 2 2 から第 2 アンテナ素子 2 b 側に延びる。グラウンド層 3 2 A は、第 2 片 5 2 A 2 を有する。第 2 片 5 2 A 2 は、グラウンド電極 3 A の厚み方向に直交する面内において、グラウンド層 3 1 A の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 1 3 から第 1 アンテナ素子 2 a 側に延びる。グラウンド層 3 1 A の第 1 片 5 1 A 2 とグラウンド層 3 2 A の第 2 片 5 2 A 2 とは、グラウンド電極 3 A の厚み方向において所定間隔を隔てて重なる。第 1 片 5 1 A 2 と第 2 片 5 2 A 2 とが、第 2 対向構造 5 A 2 を構成する。

[0076] 第 2 対向構造 5 A 2 は、グラウンド電極 3 A の厚み方向に直交する面内において、第 2 スリット構造 4 A 2 内に位置する。本実施の形態では、第 2 対向構造 5 A 2 は、第 1 片 5 1 A 2 と第 2 片 5 2 A 2 との組を一つ含む。第 1 片 5 1 A 2 及び第 2 片 5 2 A 2 は、第 2 スリット構造 4 A 2 の開放端 4 0 A 2 にある。第 1 片 5 1 A 2 及び第 2 片 5 2 A 2 の長さは互い等しい。第 1 片 5 1 A 2 及び第 2 片 5 2 A 2 の長さは、第 2 スリット構造 4 A 2 の長さの $1/2$ 以下である。これによって、グラウンド電極 3 A の厚み方向から見て、第 2 対向構造 5 A 2 において第 1 片 5 1 A 2 と第 2 片 5 2 A 2 との重複部分の面積は、第 2 スリット構造 4 A 2 の面積の $1/2$ 以下としている。

[0077] 第 1 スリット構造 4 A 1 及び第 2 スリット構造 4 A 2 の各々は、第 1 アンテナ素子 2 a と第 2 アンテナ素子 2 b との間のアイソレーションの改善のために設けられる。第 1 スリット構造 4 A 1 は、第 1 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。一例として、第 1 スリット構造 4 A 1 の長さは、第 1 周波数帯域に対応する波長の $1/4$ の電気長に基づいて設定される。第 2 スリット構造 4 A 2 は、第 2 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。一例として、第 2 スリット構造 4 A 2 の長さは、第 2 周波数帯域に対応する波長の $1/4$ の電気長に基づいて設定される。

[0078] 第 1 スリット構造 4 A 1 内には第 1 対向構造 5 A 1 がある。アンテナ装置 1 A では、第 1 スリット構造 4 A 1 内に第 1 対向構造 5 A 1 がない場合に比べて、第 1 スリット構造 4 A 1 において電波が通ることができる領域を狭くできる。さらに、第 1 対向構造 5 A 1 は容量を持つキャパシタとして機能す

るため、アンテナ装置 1 A では、第 1 スリット構造 4 A 1 内に第 1 対向構造 5 A 1 がない場合に比べて、第 1 スリット構造 4 A 1 の長さを短くしても、第 1 周波数帯域に対応する波長の $1/4$ の電気長を維持できる。そのため、第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b からの電波が第 1 スリット構造 4 A 1 を通って第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b の後面側に回り込んでしまう可能性を低減できる。

[0079] 第 2 スリット構造 4 A 2 内には第 2 対向構造 5 A 2 がある。アンテナ装置 1 A では、第 2 スリット構造 4 A 2 内に第 2 対向構造 5 A 2 がない場合に比べて、第 2 スリット構造 4 A 2 において電波が通ることができる領域を狭くできる。さらに、第 2 対向構造 5 A 2 は容量を持つキャパシタとして機能するため、アンテナ装置 1 A では、第 2 スリット構造 4 A 2 内に第 2 対向構造 5 A 2 がない場合に比べて、第 2 スリット構造 4 A 2 の長さを短くしても、第 2 周波数帯域に対応する波長の $1/4$ の電気長を維持できる。そのため、第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b からの電波が第 2 スリット構造 4 A 2 を通って第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b の後面側に回り込んでしまう可能性を低減できる。

[0080] このように、本実施の形態のアンテナ装置 1 A は、アンテナ素子（第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b）間のアイソレーションの改善を図りながら、アンテナ素子の後面側への電波の漏れの低減が可能となる。

[0081] [1. 2. 2 評価]

本実施の形態のアンテナ装置 1 A は、第 1 周波数帯域（6.5 GHz 付近の周波数帯域）及び第 2 周波数帯域（8.0 GHz 付近の周波数帯域）の電波を放射する。グラウンド電極 3 A の第 1 スリット構造 4 A 1 は、第 1 周波数帯域での第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b 間のアイソレーションの改善のために、第 1 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。グラウンド電極 3 A の第 2 スリット構造 4 A 2 は、第 2 周波数帯域での第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b 間のアイソレーションの改善のために、第 2 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。本実施の形

態のアンテナ装置 1 A のアイソレーションの改善の効果を確認するために、アイソレーションの測定を行った。アイソレーションの測定は、本実施の形態のアンテナ装置 1 A と、上記実施の形態 1 のアンテナ装置 1 とについて実施された。

[0082] 図 1 6 は、実施の形態 1 のアンテナ装置 1 のアイソレーションの測定の結果のグラフである。図 1 7 は、実施の形態 2 のアンテナ装置 1 A のアイソレーションの測定の結果のグラフである。具体的には、図 1 6 及び図 1 7 は、横軸に周波数、縦軸にアイソレーションを示したグラフであり、アイソレーションが高いほど低い位置、すなわちアイソレーションが改善されるほど低い位置に表示される。アイソレーションの測定を行った周波数の範囲は、5 . 0 G H z ~ 1 0 . 0 G H z である。

[0083] 図 1 6 及び図 1 7 から明らかなように、アンテナ装置 1 によれば、6 . 5 G H z 近傍及び 8 . 0 G H z 近傍において、アイソレーションが改善されていることが確認できた。図 1 6 において、6 . 5 G H z 近傍でのアイソレーションは 2 1 . 9 d B、8 . 0 G H z 近傍でのアイソレーションは 1 7 . 9 d B である。図 1 7 において、6 . 5 G H z 近傍でのアイソレーションは 2 3 . 2 d B、8 . 0 G H z 近傍でのアイソレーションは 1 9 . 2 d B である。

[0084] [1 . 2 . 3 効果等]

以上述べたアンテナ装置 1 A では、第 1 アンテナ素子 2 a 及び第 2 アンテナ素子 2 b の各々は、第 1 周波数帯域及び第 1 周波数帯域より高い第 2 周波数帯域に対応するように構成される。グラウンド電極 3 A は、第 1 及び第 2 スリット（スリット 3 1 e、3 2 e）の第 1 の組と、第 1 及び第 2 スリット（スリット 3 1 f、3 2 f）の第 2 の組とを有する。第 1 の組の第 1 及び第 2 スリット（スリット 3 1 e、3 2 e）の各々は、第 1 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。第 2 の組の第 1 及び第 2 スリット（スリット 3 1 f、3 2 f）の各々は、第 2 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。この構成は、第 1 周波数帯域及び第 2 周波数帯域でのアンテナ素子（

第1及び第2アンテナ素子2a, 2b)間のアイソレーションの改善を図りながら、アンテナ素子(第1及び第2アンテナ素子2a, 2b)の後面側への電波の漏れの低減を可能にする。

[0085] [1. 3 実施の形態3]

図18は、実施の形態3にかかるアンテナ装置1Bの構成例の平面図である。図18のアンテナ装置1Bは、複数(図16では3つ)のアンテナ素子2c~2eと、複数のアンテナ素子2c~2eが搭載される基板7Bとを備える。

[0086] アンテナ素子2c~2eの各々は、平面アンテナ(例えば、パッチアンテナ)である。アンテナ素子2c~2eの各々は、第1周波数帯域及び第1周波数帯域より高い第2周波数帯域に対応するように構成される。第1周波数帯域及び第2周波数帯域は、例えば、UWBによる無線通信に用いられる周波数帯域である。一例として、第1周波数帯域の中心周波数は6.5GHzであり、第2周波数帯域の中心周波数は8.0GHzである。アンテナ素子2c~2eの各々は、従来周知の平面アンテナであってよいから、詳細な説明は省略する。

[0087] 基板7Bは、L字形の板状である。基板7Bは、第1部位71Bと、第2部位72Bと、第3部位73Bを有する。第1部位71Bは、正形状である。第1部位71Bは、第1部位71Bの厚み方向に直交する第1方向(図18における左右方向)の第1辺及び第2辺(図18における左辺及び右辺)と、第1部位71Bの厚み方向及び第1方向に直交する第2方向(図18における上下方向)の第1辺及び第2辺(図18における上辺及び下辺)を有する。第2部位72Bは、第1部位71Bの第1方向の第2辺(図18における右辺)から突出する。第3部位73Bは、第1部位71Bの第2方向の第2辺(図18における下辺)から突出する。

[0088] 基板7Bにおいて、第1~第3部位71B, 72B, 73Bには、3つのアンテナ素子2c, 2d, 2eがそれぞれ配置される。第1部位71B及び第2部位72Bにある2つのアンテナ素子2c, 2dは、第1部位71Bの

第1方向（図18における左右方向）に並ぶ。第1部位71B及び第3部位73Bにある2つのアンテナ素子2c, 2eは、第1部位71Bの第2方向（図18における上下方向）に並ぶ。このように、3つのアンテナ素子2c～2eは、基板7Bに、基板7Bの厚み方向から見てL字形に並ぶように配置される。これによれば、第1方向及び第2方向のそれぞれにおいて受信角度（ θ ）の検出が可能となる。

[0089] 図18に示すように、基板7Bは、グランド電極3Bと、誘電体層6Bとを含む。基板7Bは、多層基板を利用して構成されている。

[0090] グランド電極3Bは、基板7Bと同様にL字状である。グランド電極3Bは、第1辺3abと、第2辺3bbと、第3辺3cbと、第4辺3dbと、第5辺3ebと、第6辺3fbとを有する。第1辺3abは、基板7Bの第2方向の第1端（図18における上端側）の辺であって、第1部位71B及び第2部位72Bに対応する。第2辺3bbは、基板7Bの第2方向の第1端側（図18における左端側）の辺であって、第1部位71B及び第3部位73Bに対応する。第3辺3cbは、基板7Bの第2方向の第2端（図18における下端側）の辺であって、第3部位73Bに対応する。第4辺3dbは、基板7Bの第1方向の第2端側（図18における右端側）の辺であって、第3部位73Bに対応する。第5辺3ebは、基板7Bの第2方向の第2端（図18における下端側）の辺であって、第2部位72Bに対応する。第6辺3fbは、基板7Bの第1方向の第2端側（図18における右端側）の辺であって、第2部位72Bに対応する。

[0091] 図18に示すように、グランド電極3Bは、2つのスリット構造4B1, 4B2と、2つの対向構造5B1, 5B2とを備える。

[0092] 図19は、アンテナ装置1Bの部分拡大斜視図である。より詳しくは、図19は、アンテナ装置1Bにおけるスリット構造4B1近傍の部分の拡大斜視図である。図20は、アンテナ装置1Bの別の部分拡大斜視図である。より詳しくは、図20は、アンテナ装置1Bにおけるスリット構造4B2近傍の部分の拡大斜視図である。

[0093] 図19及び図20に示すように、グラウンド電極3Bは、複数のグラウンド層31B～34Bを含む。

[0094] 図19に示すように、グラウンド層31B～34Bは、スリット31g～34gをそれぞれ有する。スリット31g～34gの組が、スリット構造4B1と対向構造5B1とを規定する。スリット31g～34gは、スリット31a～34aと同様の形状である。スリット31gにおいては、第1部位312aは、第1方向において第3部位323aと並び、第3部位323aよりも第1アンテナ素子2a側にある。第2部位312bは、第1方向において第4部位323bと並び、第1部位312aよりも第2辺313に近く、第4部位323bよりも第2アンテナ素子2b側にある。スリット32gにおいて、第3部位323aは、第1方向において第1部位312aと並び、第1部位312aよりも第2アンテナ素子2b側にある。第4部位323bは、第1方向において第2部位323bと並び、第3部位323aよりも第3辺322に近く、第2部位312bよりも第1アンテナ素子2a側にある。本実施の形態において、スリット31g～34gの各々は、第1周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。

[0095] スリット構造4B1は、グラウンド電極3Bの第1辺3abからグラウンド電極3B内側に延びており、開放端40B1を有する。スリット構造4B1は、第1アンテナ素子2aと第2アンテナ素子2bとの間にあり、第1アンテナ素子2a側の第1辺41B1と、第2アンテナ素子2b側の第2辺42B1とを有する。第1アンテナ素子2a側の辺41B1は、グラウンド層32Bの第1アンテナ素子2a側の辺322により規定される。第1アンテナ素子2a側の辺42B1は、グラウンド層31の第2アンテナ素子2b側の辺313により規定される。

[0096] グラウンド層31Bは、第1片51B1を有する。第1片51B1は、グラウンド電極3Bの厚み方向に直交する面内において、グラウンド層32Bの第1アンテナ素子2a側の辺322から第2アンテナ素子2b側に延びる。グラウンド層32Bは、第2片52B1を有する。第2片52B1は、グラウンド電

極 3 B の厚み方向に直交する面内において、グラウンド層 3 1 B の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 1 3 から第 1 アンテナ素子 2 a 側に延びる。グラウンド層 3 1 B の第 1 片 5 1 B 1 とグラウンド層 3 2 B の第 2 片 5 2 B 1 とは、グラウンド電極 3 B の厚み方向において所定間隔を隔てて重なる。第 1 片 5 1 B 1 と第 2 片 5 2 B 1 とが、対向構造 5 B 1 を構成する。

[0097] 対向構造 5 B 1 は、グラウンド電極 3 B の厚み方向に直交する面内において、スリット構造 4 B 1 内に位置する。本実施の形態では、対向構造 5 B 1 は、第 1 片 5 1 B 1 と第 2 片 5 2 B 1 との組を一つ含む。第 1 片 5 1 B 1 及び第 2 片 5 2 B 1 は、スリット構造 4 B 1 の開放端 4 0 B 1 にある。第 1 片 5 1 B 1 及び第 2 片 5 2 B 1 の長さは互い等しい。第 1 片 5 1 B 1 及び第 2 片 5 2 B 1 の長さは、スリット構造 4 B 1 の長さの $1/2$ 以下である。これによって、グラウンド電極 3 B の厚み方向から見て、対向構造 5 B 1 において第 1 片 5 1 B 1 と第 2 片 5 2 B 1 との重複部分の面積は、スリット構造 4 B 1 の面積の $1/2$ 以下としている。

[0098] 図 20 に示すように、グラウンド層 3 1 B ~ 3 4 B は、スリット 3 1 h ~ 3 4 h をそれぞれ有する。スリット 3 1 h ~ 3 4 h の組が、スリット構造 4 A 2 と対向構造 5 A 2 とを規定する。スリット 3 1 g ~ 3 4 g は、スリット 3 1 a ~ 3 4 a と同様の形状である。スリット 3 1 g においては、第 1 部位 3 1 2 a は、第 1 方向において第 3 部位 3 2 3 a と並び、第 3 部位 3 2 3 a よりも第 1 アンテナ素子 2 a 側にある。第 2 部位 3 1 2 b は、第 1 方向において第 4 部位 3 2 3 b と並び、第 1 部位 3 1 2 a よりも第 2 辺 3 1 3 に近く、第 4 部位 3 2 3 b よりも第 2 アンテナ素子 2 b 側にある。スリット 3 2 g において、第 3 部位 3 2 3 a は、第 1 方向において第 1 部位 3 1 2 a と並び、第 1 部位 3 1 2 a よりも第 2 アンテナ素子 2 b 側にある。第 4 部位 3 2 3 b は、第 1 方向において第 2 部位 3 2 3 b と並び、第 3 部位 3 2 3 a よりも第 3 辺 3 2 2 に近く、第 2 部位 3 1 2 b よりも第 1 アンテナ素子 2 a 側にある。本実施の形態において、スリット 3 1 g ~ 3 4 g の各々は、第 1 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。

- [0099] スリット構造4 B 2は、グラウンド電極3 Bの第2辺3 b bからグラウンド電極3 B内側に延びており、開放端4 O B 2を有する。スリット構造4 B 2は、第1アンテナ素子2 aと第2アンテナ素子2 bとの間にあり、第1アンテナ素子2 a側の第1辺4 1 B 2と、第2アンテナ素子2 b側の第2辺4 2 B 2とを有する。第1アンテナ素子2 a側の辺4 1 B 2は、グラウンド層3 2 Bの第1アンテナ素子2 a側の辺3 2 2により規定される。第1アンテナ素子2 a側の辺4 2 B 2は、グラウンド層3 1の第2アンテナ素子2 b側の辺3 1 3により規定される。
- [0100] グラウンド層3 1 Bは、第1片5 1 B 2を有する。第1片5 1 B 2は、グラウンド電極3 Bの厚み方向に直交する面内において、グラウンド層3 2 Bの第1アンテナ素子2 a側の辺3 2 2から第2アンテナ素子2 b側に延びる。グラウンド層3 2 Bは、第2片5 2 B 2を有する。第2片5 2 B 2は、グラウンド電極3 Bの厚み方向に直交する面内において、グラウンド層3 1 Bの第2アンテナ素子2 b側の辺3 1 3から第1アンテナ素子2 a側に延びる。グラウンド層3 1 Bの第1片5 1 B 2とグラウンド層3 2 Bの第2片5 2 B 2とは、グラウンド電極3 Bの厚み方向において所定間隔を隔てて重なる。第1片5 1 B 2と第2片5 2 B 2とが、対向構造5 B 2を構成する。
- [0101] 対向構造5 B 2は、グラウンド電極3 Bの厚み方向に直交する面内において、スリット構造4 B 2内に位置する。本実施の形態では、対向構造5 B 2は、第1片5 1 B 2と第2片5 2 B 2との組を一つ含む。第1片5 1 B 2及び第2片5 2 B 2は、スリット構造4 B 2の開放端4 O B 2にある。第1片5 1 B 2及び第2片5 2 B 2の長さは互い等しい。第1片5 1 B 2及び第2片5 2 B 2の長さは、スリット構造4 B 2の長さの $1/2$ 以下である。これによって、グラウンド電極3 Bの厚み方向から見て、対向構造5 B 2において第1片5 1 B 2と第2片5 2 B 2との重複部分の面積は、スリット構造4 B 2の面積の $1/2$ 以下としている。
- [0102] スリット構造4 B 1は、アンテナ素子2 c, 2 d間のアイソレーションの改善のために設けられる。スリット構造4 B 2は、アンテナ素子2 c, 2 e

間のアイソレーションの改善のために設けられる。スリット構造4 B 1, 4 B 2の各々は、第1周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。一例として、スリット構造4 B 1, 4 B 2の各々の長さは、第1周波数帯域に対応する波長の $1/4$ の電気長に基づいて設定される。

[0103] スリット構造4 B 1, 4 B 2内には対向構造5 B 1, 5 B 2がある。アンテナ装置1 Bでは、スリット構造4 B 1, 4 B 2内に対向構造5 B 1, 5 B 2がない場合に比べて、スリット構造4 B 1, 4 B 2において電波が通ることができる領域を狭くできる。さらに、対向構造5 B 1, 5 B 2は容量を持つキャパシタとして機能するため、アンテナ装置1 Bでは、スリット構造4 B 1, 4 B 2内に対向構造5 B 1, 5 B 2がない場合に比べて、スリット構造4 B 1, 4 B 2の長さを短くしても、第1周波数帯域に対応する波長の $1/4$ の電気長を維持できる。そのため、アンテナ素子2 c~2 eからの電波がスリット構造4 B 1, 4 B 2を通してアンテナ素子2 c~2 eの後面側に回り込んでしまう可能性を低減できる。

[0104] このように、本実施の形態のアンテナ装置1 Bは、アンテナ素子間のアイソレーションの改善を図りながら、アンテナ素子の後面側への電波の漏れの低減が可能となる。

[0105] [1. 4 実施の形態4]

図2 1は、実施の形態4にかかるアンテナ装置1 Cの構成例の部分平面図である。図2 1では図示されていないが、アンテナ装置1 Cは、アンテナ装置1と同様に、第1及び第2アンテナ素子2 a, 2 bと、基板7とを備える。基板7は、グランド電極3の代わりにグランド電極3 Cを備える。グランド電極3 Cは、グランド電極3と同様に複数のグランド層を有するが、スリット構造4及び対向構造5の代わりにスリット構造4 C及び対向構造5 Cを有する点で、グランド電極3と相違する。

[0106] グランド電極3 Cは、グランド層3 1 C, 3 2 Cを含む複数のグランド層を含む。複数のグランド層は、グランド層3 1 C, 3 2 Cのスリット3 1 i, 3 2 iを含む複数のスリットをそれぞれ有する。複数のスリットの各々は

、第1周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。

[0107] グランド層31Cのスリット31iは、実施の形態1のスリット31aと同様に、開放端311と、第1アンテナ素子2a側（図21での左側）の辺312と、第2アンテナ素子2b側（図21での右側）の辺313と、閉塞端314とを含む。ただし、スリット31iは、実施の形態1のスリット31aとは異なり、複数の第1部位312a1, 312a2及び複数の第2部位312b1, 312b2を有する。

[0108] そのため、グラウンド層31Cは、複数の第2部位312b1, 312b2にそれぞれ対応する複数の第1片51C1, 51C2を有する。第1片51C1, 51C2は、グラウンド電極3Cの厚み方向に直交する面内において、グラウンド層32Cの第1アンテナ素子2a側の辺322から第2アンテナ素子2b側に延びる。

[0109] グランド層32Cのスリット32iは、実施の形態1のスリット32aと同様に、開放端321と、第1アンテナ素子2a側（図21での左側）の辺322と、第2アンテナ素子2b側（図21での右側）の辺323と、閉塞端324とを含む。ただし、スリット32iは、実施の形態1のスリット32aとは異なり、複数の第3部位323a1, 323a2及び複数の第4部位323b1, 323b2を有する。

[0110] そのため、グラウンド層32Cは、複数の第4部位323b1, 323b2にそれぞれ対応する複数の第2片52C1, 52C2を有する。第2片52C1, 52C2は、グラウンド電極3Cの厚み方向に直交する面内において、グラウンド層31Cの第2アンテナ素子2b側の辺313から第1アンテナ素子2a側に延びる。

[0111] グランド層31Cの第1片51C1, 51C2とグラウンド層32Cの第2片52C1, 52C2とは、グラウンド電極3Cの厚み方向において所定間隔を隔てて重なる。第1片51C1, 51C2と第2片52C1, 52C2とが、対向構造5Cを構成する。このように、対向構造5Cは、第1片と第2片との組を2つ含む。

[0112] 第1片51C1, 51C2及び第2片52C1, 52C2の各々は矩形状である。第1片51C1及び第2片52C1の組は、スリット構造4Cの開放端にある。第1片51C2及び第2片52C2の組は、スリット構造4Cの中央と開放端との間にある。図21では、第1片51C1及び第2片52C1の長さは互い等しく、第1片51C2及び第2片52C2の長さは互い等しい。第1片51C1, 51C2の長さの合計は、スリット構造4Cの長さの $1/2$ 以下である。これによって、グランド電極3Cの厚み方向から見て、第1片と第2片との重複部分の面積は、スリット構造4Cの面積の $1/2$ 以下としている。本実施の形態において、第1片と第2片との重複部分の面積は、第1片51C1と第2片52C1との重複部分の面積と第1片51C2と第2片52C2との重複部分の面積との合計である。つまり、対向構造5Cは、第1片と第2片との組を複数含む場合、第1片と第2片との重複部分の面積は、複数組の第1片と第2片の重複部分の面積の合計である。

[0113] 本実施の形態においても、スリット構造4C内には対向構造5Cがある。そのため、第1及び第2アンテナ素子2a, 2bからの電波がスリット構造4Cを通して第1及び第2アンテナ素子2a, 2bの後面側に回り込んでしまう可能性を低減できる。このように、本実施の形態のアンテナ装置1Cは、アンテナ素子間のアイソレーションの改善を図りながら、アンテナ素子の後面側への電波の漏れの低減が可能となる。

[0114] [1.5 実施の形態5]

図22は、実施の形態5にかかるアンテナ装置1Dの構成例の部分平面図である。図22では図示されていないが、アンテナ装置1Dは、アンテナ装置1と同様に、第1及び第2アンテナ素子2a, 2bと、基板7とを備える。基板7は、グランド電極3の代わりにグランド電極3Dを備える。グランド電極3Dは、グランド電極3と同様に複数のグランド層を有するが、スリット構造4及び対向構造5の代わりにスリット構造4D及び対向構造5Dを有する点で、グランド電極3と相違する。

[0115] グランド電極3Dは、グランド層31D, 32Dを含む複数のグランド層

を含む。複数のグラウンド層は、グラウンド層 3 1 D, 3 2 D のスリット 3 1 j, 3 2 j を含む複数のスリットをそれぞれ有する。複数のスリットの各々は、第 1 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。

[0116] グラウンド層 3 1 D のスリット 3 1 j は、実施の形態 1 のスリット 3 1 a と同様に、開放端 3 1 1 と、第 1 アンテナ素子 2 a 側（図 2 2 での左側）の辺 3 1 2 と、第 2 アンテナ素子 2 b 側（図 2 2 での右側）の辺 3 1 3 と、閉塞端 3 1 4 とを含む。ただし、スリット 3 1 j は、実施の形態 1 のスリット 3 1 a とは異なり、複数の第 1 部位 3 1 2 a 1, 3 1 2 a 2 及び複数の第 2 部位 3 1 2 b 1, 3 1 2 b 2 を有する。

[0117] そのため、グラウンド層 3 1 D は、複数の第 2 部位 3 1 2 b 1, 3 1 2 b 2 にそれぞれ対応する複数の第 1 片 5 1 D 1, 5 1 D 2 を有する。第 1 片 5 1 D 1, 5 1 D 2 は、グラウンド電極 3 D の厚み方向に直交する面内において、グラウンド層 3 2 D の第 1 アンテナ素子 2 a 側の辺 3 2 2 から第 2 アンテナ素子 2 b 側に延びる。

[0118] グラウンド層 3 2 D のスリット 3 2 j は、実施の形態 1 のスリット 3 2 a と同様に、開放端 3 2 1 と、第 1 アンテナ素子 2 a 側（図 2 2 での左側）の辺 3 2 2 と、第 2 アンテナ素子 2 b 側（図 2 2 での右側）の辺 3 2 3 と、閉塞端 3 2 4 とを含む。スリット 3 2 j は、実施の形態 1 のスリット 3 2 a と同様に、一つの第 3 部位 3 2 3 a 及び一つの第 4 部位 3 2 3 b を有する。

[0119] そのため、グラウンド層 3 2 D は、一つの第 4 部位 3 2 3 b に対応する一つの第 2 片 5 2 D を有する。第 2 片 5 2 D は、グラウンド電極 3 D の厚み方向に直交する面内において、グラウンド層 3 1 D の第 2 アンテナ素子 2 b 側の辺 3 1 3 から第 1 アンテナ素子 2 a 側に延びる。

[0120] グラウンド層 3 1 D の第 1 片 5 1 D 1, 5 1 D 2 とグラウンド層 3 2 D の第 2 片 5 2 D とは、グラウンド電極 3 D の厚み方向において所定間隔を隔てて重なる。第 1 片 5 1 D 1, 5 1 D 2 と第 2 片 5 2 D とが、対向構造 5 D を構成する。このように、対向構造 5 C は、第 1 片と第 2 片との組を 2 つ含む。本実施の形態では、2 つの第 1 片 5 1 D 1, 5 1 D 2 が一つの第 2 片 5 2 D に対

応する。対向構造5 Dは、第1片と第2片との組を1つ含む。

[0121] 第1片5 1 D 1, 5 1 D 2及び第2片5 2 Dの各々は矩形状である。第1片5 1 D 1は、スリット構造4 Dの開放端にある。第1片5 1 D 2は、スリット構造4 Dの中央と開放端との間にある。第2片5 2 Dは、第1片5 1 D 1, 5 1 D 2と重なるようにスリット構造4 Dの開放端にある。第2片5 2 Dは、スリット構造4 Dの開放端から第1片5 1 D 2における開放端とは反対側の端（図2 2における下端）まで延びる。図2 2では、第1片5 1 D 1, 5 1 D 2の長さは互い等しい。第1片5 1 D 1, 5 1 D 2の長さの合計は、スリット構造4 Dの長さの $1/2$ 以下である。これによって、グランド電極3 Dの厚み方向から見て、第1片と第2片との重複部分の面積は、スリット構造4 Dの面積の $1/2$ 以下としている。本実施の形態において、第1片と第2片との重複部分の面積は、第1片5 1 D 1と第2片5 2 Dとの重複部分の面積と第1片5 1 D 2と第2片5 2 Dとの重複部分の面積との合計である。

[0122] 本実施の形態においても、スリット構造4 D内には対向構造5 Dがある。そのため、第1及び第2アンテナ素子2 a, 2 bからの電波がスリット構造4 Dを通して第1及び第2アンテナ素子2 a, 2 bの後面側に回り込んでしまう可能性を低減できる。このように、本実施の形態のアンテナ装置1 Dは、アンテナ素子間のアイソレーションの改善を図りながら、アンテナ素子の後面側への電波の漏れの低減が可能となる。

[0123] [1. 6 実施の形態6]

図2 1は、実施の形態6にかかるアンテナ装置1 Eの構成例の部分平面図である。図2 1では図示されていないが、アンテナ装置1 Eは、アンテナ装置1と同様に、第1及び第2アンテナ素子2 a, 2 bと、基板7とを備える。基板7は、グランド電極3の代わりにグランド電極3 Eを備える。グランド電極3 Eは、グランド電極3と同様に複数のグランド層を有するが、スリット構造4及び対向構造5の代わりにスリット構造4 E及び対向構造5 Eを有する点で、グランド電極3と相違する。

- [0124] グランド電極 3 E は、グランド層 3 1 E, 3 2 E を含む複数のグランド層を含む。複数のグランド層は、グランド層 3 1 E, 3 2 E のスリット 3 1 k, 3 2 k を含み、スリット構造 4 E 及び対向構造 5 E を規定する複数のスリットをそれぞれ有する。
- [0125] グランド層 3 1 E のスリット 3 1 k は、実施の形態 1 のスリット 3 1 a とは異なり、直線状ではない。スリット 3 1 k は、L 字状である。スリット 3 1 k は、第 1 部 3 1 k 1 と第 2 部 3 1 k 2 とを含む。第 1 部 3 1 k 1 は、グランド層 3 1 E の第 1 辺 3 1 0 a からグランド層 3 1 E の内側に延びる。第 2 部 3 1 k 2 は、第 1 部 3 1 k 1 の先端（閉塞端）から、第 1 部 3 1 k 1 の長さ方向に交差する方向に延びる。本実施の形態では、第 2 部 3 1 k 2 の長さ方向と第 1 部 3 1 k 1 の長さ方向とは互いに直交する。スリット 3 1 k では、第 1 部 3 1 k 1 が、開放端 3 1 1 と、第 1 アンテナ素子 2 a 側（図 2 3 での左側）の辺 3 1 2 と、第 2 アンテナ素子 2 b 側（図 2 3 での右側）の辺 3 1 3 とを含む。スリット 3 1 k は、第 1 部 3 1 k 1 において、第 1 部位 3 1 2 a と第 2 部位 3 1 2 b を有する。
- [0126] グランド層 3 2 E のスリット 3 2 k は、実施の形態 1 のスリット 3 2 a とは異なり、直線状ではない。スリット 3 2 k は、スリット 3 1 k と同様の L 字状である。スリット 3 2 k は、第 1 部 3 2 k 1 と第 2 部 3 2 k 2 とを含む。第 1 部 3 2 k 1 は、グランド層 3 2 E の第 1 辺 3 2 0 a からグランド層 3 2 E の内側に延びる。第 2 部 3 2 k 2 は、第 1 部 3 2 k 1 の先端（閉塞端）から、第 1 部 3 2 k 1 の長さ方向に交差する方向に延びる。本実施の形態では、第 2 部 3 2 k 2 の長さ方向と第 1 部 3 2 k 1 の長さ方向とは互いに直交する。スリット 3 2 k では、第 1 部 3 2 k 1 が、開放端 3 2 1 と、第 1 アンテナ素子 2 a 側（図 2 3 での左側）の辺 3 2 2 と、第 2 アンテナ素子 2 b 側（図 2 3 での右側）の辺 3 2 3 とを含む。スリット 3 2 k は、第 1 部 3 2 k 1 において、第 3 部位 3 2 3 a と第 4 部位 3 2 3 b を有する。
- [0127] スリット 3 1 k, 3 2 k は、実施の形態 1 のスリット 3 1 a, 3 2 a と同様に、第 1 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。ただし、スリ

ット31k, 32kは、第2部31k2, 32k2を有するため、第1部31k1, 32k1の長さがスリット31a, 32aの長さより短い。つまり、アンテナ装置の設計上の制約により、グランド電極の幅方向においてスリットの形成に利用できるスペースが狭い場合でも、スリット31a, 32aではなくスリット31k, 32kなら形成可能となる場合がある。つまり、スリット構造4Eは、直線状ではなくL字状であるため、第1及び第2アンテナ素子2a, 2bからの電波がスリット構造4Eを通過しにくくなる。

[0128] 対向構造5Eは、スリット構造4E内にある。対向構造5Eは、第1片51Eと第2片52Eとを含む。対向構造5Eは、第1片と第2片との組を1つ含む。

[0129] 第1片51Eは、スリット構造4Eの第1部位4Eaの第1アンテナ素子2a側の第1辺41Eから第2アンテナ素子2b側に延びる。第1片51Eは、スリット構造4Eの第1部位4Eaの第2アンテナ素子2b側の第2辺42Eに接触しない。第2片52Eは、スリット構造4Eの第2辺42Eから第1アンテナ素子2a側に延びる。第2片52Eは、スリット構造4Eの第1辺41Eに接触しない。図21に示すように、第2片52Eは、第1片51Eと重なる。より詳細には、第1片51Eと第2片52Eとは、グランド電極3Eの厚み方向において互いに重なる。

[0130] 第1片51E及び第2片52Eの各々は矩形状である。第1片51E及び第2片52Eは、スリット構造4Eの開放端40Eにある。図21では、第1片51E及び第2片52Eの長さは互い等しい。第1片51E及び第2片52Eの長さは、スリット構造4Eの長さの $1/2$ 以下である。グランド電極3Eの厚み方向から見て、第1片51Eと第2片52Eとの重複部分の面積は、スリット構造4Eの面積の $1/2$ 以下としている。

[0131] 本実施の形態においても、スリット構造4E内には対向構造5Eがある。そのため、第1及び第2アンテナ素子2a, 2bからの電波がスリット構造4Eを通過して第1及び第2アンテナ素子2a, 2bの後面側に回り込んでしまう可能性を低減できる。このように、本実施の形態のアンテナ装置1Eは

、アンテナ素子間のアイソレーションの改善を図りながら、アンテナ素子の後面側への電波の漏れの低減が可能となる。

[0132] [2. 変形例]

本開示の実施の形態は、上記実施の形態に限定されない。上記実施の形態は、本開示の課題を達成できれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。以下に、上記実施の形態の変形例を列挙する。以下に説明する変形例は、適宜組み合わせて適用可能である。

[0133] 一変形例において、第1及び第2アンテナ素子は、平面アンテナに限定されない。第1及び第2アンテナ素子は、板状逆F型アンテナであってもよい。第1及び第2アンテナ素子は、基板に搭載可能なアンテナであればよい。

[0134] 一変形例において、第1及び第2アンテナ素子の各々は、第1周波数帯域及び第1周波数帯域より高い第2周波数帯域に対応するように構成されなくてもよい。第1及び第2アンテナ素子の少なくとも一方は、単一の周波数帯域に対応するように構成されてよい。第1及び第2アンテナ素子の少なくとも一方は、3以上の周波数帯域に対応するように構成されてよい。アンテナ素子の周波数帯域は、必ずしもUWBによる無線通信の周波数帯域に限定されない。アンテナ素子の周波数帯域は、例えば、Wi-Fiによる無線通信の周波数帯域であってもよい。Wi-Fiによる無線通信の周波数帯域としては、2.4GHz付近の周波数帯域（例えば、2.4GHz～2.5GHz）、及び、5GHz付近の周波数帯域（例えば、5.15GHz～5.8GHz）が挙げられる。アンテナ素子の周波数帯域は、例えば、2G（第2世代移動通信）規格のミッドバンド、4G（第4世代移動通信）規格のローバンド、5G（第5世代移動通信）規格のローバンド等の周知の周波数帯域から選択されてよい。2G規格は、例えば、GSM（登録商標）規格（GSM: Global System for Mobile Communications）である。4G規格は、例えば、3GPP（登録商標）LTE規格（LTE: Long Term Evolution）である。5G規格は、例えば、5G NR（New Radio）である。アンテナ素子の周波数帯域は、Bluetooth（登録商標）、無線LAN、特定小

電力無線、近距離無線通信の種々の通信規格に用いられる周波数帯域から選択されてよい。

[0135] 一変形例において、アンテナ装置は、3以上のアンテナ素子を備えてよい。グラウンド電極は、3以上のアンテナ素子のうちの任意の2つのアンテナ素子間に、スリットを有してよい。

[0136] 一変形例において、基板の構成は、必ずしも実施の形態の構成に限定されない。例えば、基板の形状は、矩形の板状に限定されない。基板は、多層基板ではなく、両面銅張積層板等であってもよい。この場合、グラウンド電極は、基板の両面のグラウンド層で構成されてよい。

[0137] 一変形例において、グラウンド電極の構成は、必ずしも実施の形態の構成に限定されない。例えば、グラウンド電極の形状は、矩形状に限定されない。グラウンド電極は、第1及び第2アンテナ素子に対応する領域と、所定の辺からスリットを形成できる程度の大きさの領域とを有していればよい。グラウンド電極は、4つのグラウンド層で構成される必要はない。グラウンド層の数は、2、3又は5以上であってもよい。

[0138] 一変形例では、スリットは、グラウンド電極の所定の辺から第1アンテナ素子2aと第2アンテナ素子2bとを結ぶ第1方向に交差する第2方向に延びる部位を含んでいればよい。つまり、スリットは、第2方向に延びた後、途中で曲がっていてもよい。スリットは、直線状に限定されず、実施の形態6のようなL字形であってもよいし、T字形、ミランダ形等のその他の形状であってもよい。スリットは、アイソレーションの改善を図ろうとする周波数帯域に対応する波長に基づく電気長を有するように構成されてよい。スリットは、グラウンド電極に形成されるため、第1アンテナ素子と第2アンテナ素子との中間を通る線に対して対称性を有しているほうが第1及び第2アンテナ素子に対してグラウンド電極の見え方が同じになるため好ましい。

[0139] 実施の形態1の一変形例において、スリット構造4（スリット31a～34a）は、第2周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有してもよい。この点は、実施の形態3～6においても同様である。

- [0140] 実施の形態1の一変形例において、スリット構造4を構成するスリット3 1 a～3 4 aにおいて、開放端3 1 1～3 4 1は、グラウンド電極3の厚み方向において一致しなくてよいし、閉塞端3 1 4～3 4 4は、グラウンド電極3の厚み方向において一致しなくてよい。スリット3 1 aの第1アンテナ素子2 a側の辺3 1 2の第1部位3 1 2 aは、グラウンド電極3の厚み方向において、スリット3 2 aの第1アンテナ素子2 a側の辺3 2 2と一致しなくてよい。スリット3 2 aの第2アンテナ素子2 b側の辺3 2 3の第3部位3 2 3 aは、グラウンド電極3の厚み方向において、スリット3 1 aの第2アンテナ素子2 b側の辺3 1 3と一致しなくてよい。スリット3 3 aの第1アンテナ素子2 a側の辺3 3 2は、グラウンド電極3の厚み方向において、スリット3 1 aの第1アンテナ素子2 a側の辺3 1 2の第1部位3 1 2 a及びスリット3 2 aの第1アンテナ素子2 a側の辺3 2 2と一致しなくてよい。スリット3 3 aの第2アンテナ素子2 b側の辺3 3 3は、グラウンド電極3の厚み方向において、スリット3 2 aの第2アンテナ素子2 b側の辺3 2 3の第3部位3 2 3 a及びスリット3 1 aの第2アンテナ素子2 b側の辺3 1 3と一致しなくてよい。スリット3 4 aの第1アンテナ素子2 a側の辺3 4 2は、グラウンド電極3の厚み方向において、スリット3 1 aの第1アンテナ素子2 a側の辺3 1 2の第1部位3 1 2 a及びスリット3 2の第1アンテナ素子2 a側の辺3 2 2と一致しなくてよい。スリット3 4 aの第2アンテナ素子2 b側の辺3 4 3は、グラウンド電極3の厚み方向において、スリット3 2の第2アンテナ素子2 b側の辺3 2 3の第3部位3 2 3 a及びスリット3 1 aの第2アンテナ素子2 b側の辺3 1 3と一致しなくてよい。このような場合、スリット構造4として実質的に有効なのは、グラウンド層3 1～3 4を厚み方向に貫通する部分である。そのため、実施の形態1の構成であれば、スリット構造4をコンパクトに構成できる。
- [0141] 実施の形態2の一変形例において、第1及び第2スリット構造4 A 1, 4 A 2は、グラウンド電極3 Aの異なる辺ではなく、第1辺3 a a又は第3辺3 a cと一緒に設けられてもよい。

[0142] 実施の形態3の一変形例において、スリット構造4B1は、第1辺3abではなく第5辺3ebにあってもよい。スリット構造4B2は、第2辺3bbではなく第4辺3dbにあってもよい。

[0143] 一変形例では、スリットの長さは、第1及び第2アンテナ素子間でアイソレーションの改善を図ろうとする周波数帯域に対応する波長の $1/10$ 以上 $1/4$ 以下であるとよい。スリットの幅は、第1及び第2アンテナ素子間でアイソレーションの改善を図ろうとする周波数帯域に対応する波長の $1/100$ 以上であるとよい。

[0144] 一変形例では、対向構造の第1片及び第2片は、必ずしもスリットの開放端にある必要はない。第1片及び第2片は、スリットの中央と開放端との間にあってもよい。第1片及び第2片は、スリットの中央と閉塞端との間にあってもよい。第1片及び第2片がスリットの開放端にあるほうがアイソレーションの改善効果が高くなり得る。

[0145] 一変形例において、対向構造の第1片及び第2片は、必ずしも隣り合うグラウンド層にある必要はない。例えば、実施の形態1において、第2片52は、グラウンド層32ではなく、グラウンド層34にあってもよい。ただし、第1片と第2片とが近いほうが、対向構造の容量を大きくできる。

[0146] 一変形例では、対向構造は、第1片と第2片との組を3以上有してもよい。つまり、グラウンド層は、第1スリットの第2部位と第2スリットの第4部位との組を3以上有してもよい。対向構造が第1片と第2片との組を一つ有するほうがアイソレーションの改善効果が高くなり得る。

[0147] [3. 態様]

上記実施の形態及び変形例から明らかなように、本開示は、下記の態様を含む。以下では、実施の形態との対応関係を明示するためだけに、符号を括弧付きで付している。なお、文章の見やすさを考慮して2回目以降の括弧付きの符号の記載を省略する場合がある。

[0148] 第1の態様は、アンテナ装置(1; 1A; 1B; 1C; 1D; 1E)であって、第1アンテナ素子(2a)及び第2アンテナ素子(2b)と、前記第

1 アンテナ素子 (2 a) 及び前記第 2 アンテナ素子 (2 b) の後面側にあり前記第 1 アンテナ素子 (2 a) 及び前記第 2 アンテナ素子 (2 b) に結合されるグラウンド電極 (3 ; 3 A ; 3 B ; 3 C ; 3 D ; 3 E) とを備える。前記グラウンド電極 (3 ~ 3 E) は、前記グラウンド電極 (3 ~ 3 E) の厚み方向に並ぶ第 1 及び第 2 グラウンド層 (3 1, 3 2 ; 3 1 A, 3 2 A ; 3 1 B, 3 2 B) を含む。前記第 1 グラウンド層 (3 1 ; 3 1 A ; 3 1 B) は、前記第 1 グラウンド層 (3 1 ~ 3 1 B) において前記グラウンド電極 (3 ~ 3 E) の所定の辺 (3 a ; 3 a a, 3 c a ; 3 a b, 3 b b) に対応する辺 (3 1 0 a) から前記第 1 アンテナ素子 (2 a) と前記第 2 アンテナ素子 (2 b) とを結ぶ第 1 方向に交差する第 2 方向に延び、前記第 1 アンテナ素子 (2 a) 側の第 1 辺 (3 1 2) と、前記第 2 アンテナ素子 (2 b) 側の第 2 辺 (3 1 3) とを含む第 1 スリット (3 1 a ; 3 1 e ; 3 1 f ; 3 1 g ; 3 1 h ; 3 1 i ; 3 1 j ; 3 1 k) を有する。前記第 2 グラウンド層 (3 2 ; 3 2 A ; 3 2 B) は、前記第 2 グラウンド層 (3 2 ; 3 2 A ; 3 2 B) において前記グラウンド電極 (3 ~ 3 E) の所定の辺に対応する辺 (3 2 0 a) から前記第 2 方向に延びて前記グラウンド電極 (3 ~ 3 E) の厚み方向において前記第 1 スリット (3 1 a ; 3 1 e ~ 3 1 k) と並び、前記第 1 アンテナ素子 (2 a) 側の第 3 辺 (3 2 2) と、前記第 2 アンテナ素子 (2 b) 側の第 4 辺 (3 2 3) とを含む第 2 スリット (3 2 a ; 3 2 e ; 3 2 f ; 3 2 g ; 3 2 h ; 3 2 i ; 3 2 j ; 3 2 k) を有する。前記第 1 スリット (3 1 a ; 3 1 e ~ 3 1 k) の第 1 辺 (3 1 2) は、第 1 部位 (3 1 2 a) と、前記第 1 部位 (3 1 2 a) よりも前記第 2 辺 (3 1 3) に近い第 2 部位 (3 1 2 b) とを含む。前記第 2 スリット (3 2 a ; 3 2 e ~ 3 2 k) の第 4 辺 (3 2 3) は、前記第 1 方向において前記第 1 部位 (3 1 2 a) と並び前記第 1 部位 (3 1 2 a) よりも前記第 2 アンテナ素子 (2 b) 側にある第 3 部位 (3 2 3 a) と、前記第 1 方向において前記第 2 部位 (3 2 3 b) と並び前記第 3 部位 (3 2 3 a) よりも前記第 3 辺 (3 2 2) に近く前記第 2 部位 (3 1 2 b) よりも前記第 1 アンテナ素子 (2 a) 側にある第 4 部位 (3 2 3 b) とを含む。この態様

は、アンテナ素子（第1及び第2アンテナ素子2 a, 2 b）間のアイソレーションの改善を図りながら、アンテナ素子（第1及び第2アンテナ素子2 a, 2 b）の後面側への電波の漏れの低減を可能にする。

[0149] 第2の態様は、第1の態様に基づくアンテナ装置（1～1 E）である。第2の態様において、前記第1スリット（3 1 a ; 3 1 e～3 1 k）の第1辺（3 1 2）の第1部位（3 1 2 a）は、前記グランド電極（3～3 E）の厚み方向において、前記第2スリット（3 2 a ; 3 2 e～3 2 k）の第3辺（3 2 2）と一致する。前記第2スリット（3 2 a ; 3 2 e～3 2 k）の第4辺（3 2 3）の第3部位（3 2 3 a）は、前記グランド電極（3～3 E）の厚み方向において、前記第1スリット（3 1 a ; 3 1 e～3 1 k）の第2辺（3 1 3）と一致する。この態様は、第1スリット及び第2スリットをコンパクトに構成できる。

[0150] 第3の態様は、第1又は第2の態様に基づくアンテナ装置（1～1 E）である。第3の態様において、前記グランド電極（3～3 E）は、前記第1及び第2グランド層（3 1, 3 2 ; 3 1 A, 3 2 A ; 3 1 B, 3 2 B）と前記グランド電極（3～3 E）の厚み方向に並ぶ第3グランド層（3 3, 3 4 ; 3 3 A, 3 4 A ; 3 3 B, 3 4 B）を含む。前記第3グランド層は、前記第3グランド層において前記グランド電極の所定の辺に対応する辺から前記第2方向に延びて前記グランド電極の厚み方向において前記第1及び第2スリットと並ぶ第3スリット（3 3 a, 3 4 a ; 3 3 e－3 3 f, 3 4 e－3 4 f ; 3 3 g－3 3 h, 3 4 g－3 4 f）を有する。この態様は、グランド層の数を増やしながらかも、アンテナ素子（第1及び第2アンテナ素子2 a, 2 b）間のアイソレーションの改善を図りながら、アンテナ素子（第1及び第2アンテナ素子2 a, 2 b）の後面側への電波の漏れの低減を可能にする。

[0151] 第4の態様は、第3の態様に基づくアンテナ装置（1～1 E）である。第4の態様において、前記第3スリット（3 3 a, 3 4 a ; 3 3 e－3 3 f, 3 4 e－3 4 f ; 3 3 g－3 3 h, 3 4 g－3 4 f）は、前記第1アンテナ素子（2 a）側の第5辺（3 3 2, 3 4 2）と、前記第2アンテナ素子（2

b) 側の第6辺(333, 343)とを含む。前記第3スリットの第5辺は、前記グランド電極の厚み方向において、前記第1スリットの第1辺の第1部位及び前記第2スリットの第3辺と一致する。前記第3スリットの第6辺は、前記グランド電極の厚み方向において、前記第2スリットの第4辺の第3部位及び前記第1スリットの第2辺と一致する。この態様は、第3スリットをコンパクトに構成できる。

[0152] 第5の態様は、第3又は第4の態様に基づくアンテナ装置(1~1E)である。第5の態様において、前記第1グランド層(31; 31A; 31B)と前記第2グランド層(32; 32A; 32B)とは、隣り合う。この態様は、アンテナ素子(第1及び第2アンテナ素子2a, 2b)の後面側への電波の漏れをさらに低減できる。

[0153] 第6の態様は、第5の態様に基づくアンテナ装置(1~1E)である。第6の態様において、前記第1グランド層(31; 31A; 31B)は、前記第1~第3グランド層(31~34; 31A~34A; 31B~34B)のうち前記第1アンテナ素子(2a)及び前記第2アンテナ素子(2b)に最も近い。前記第2グランド層(32; 32A; 32B)は、前記第1~第3グランド層(31~34; 31A~34A; 31B~34B)のうち前記第1グランド層(31; 31A; 31B)の次に前記第1アンテナ素子(2a)及び前記第2アンテナ素子(2b)に近い。この態様は、アンテナ素子(第1及び第2アンテナ素子2a, 2b)の後面側への電波の漏れをさらに低減できる。

[0154] 第7の態様は、第1~第6の態様のいずれか一つに基づくアンテナ装置(1~1E)である。第7の態様において、前記第2部位(312b)は、前記第1部位(312a)よりも前記第1スリット(31a; 31e~31k)の開放端(311)側にある。前記第4部位(323b)は、前記第3部位(323a)よりも前記第2スリット(32a; 32e~32k)の開放端(321)にある。この態様は、アンテナ素子(第1及び第2アンテナ素子2a, 2b)の後面側への電波の漏れをさらに低減できる。

- [0155] 第8の態様は、第7の態様に基づくアンテナ装置（1～1E）である。第8の態様において、前記第2部位（312b）は、前記第1スリット（31a；31e～31k）の中央よりも前記第1スリット（31a；31e～31k）の開放端（311）側にある。前記第4部位（323b）は、前記第2スリット（32a；32e～32k）の中央よりも前記第2スリット（32a；32e～32k）の開放端（321）にある。この態様は、アンテナ素子（第1及び第2アンテナ素子2a，2b）の後面側への電波の漏れをさらに低減できる。
- [0156] 第9の態様は、第7又は第8の態様に基づくアンテナ装置（1～1E）である。第9の態様において、前記第2部位（312b）は、前記第1スリット（31a；31e～31k）の開放端（311）にある。前記第4部位（323b）は、前記第2スリット（32a；32e～32k）の開放端（321）にある。この態様は、アンテナ素子（第1及び第2アンテナ素子2a，2b）の後面側への電波の漏れをさらに低減できる。
- [0157] 第10の態様は、第1～第9の態様のいずれか一つに基づくアンテナ装置（1；1A；1B；1E）である。第10の態様において、前記第1スリット（31a；31e，31f；31k）と前記第2スリット（32a；32e，32f；32k）との組は、前記第2部位（312b）と前記第4部位（323b）との組を一つ含む。この態様は、アンテナ素子（第1及び第2アンテナ素子2a，2b）の後面側への電波の漏れをさらに低減できる。
- [0158] 第11の態様は、第1～第10の態様のいずれか一つに基づくアンテナ装置（1～1E）である。第11の態様において、前記グランド電極（3～3E）の厚み方向から見て、前記グランド電極（3～3E）における前記第1スリット（31a；31e～31h；31k）の第1辺（312）の第2部位（312b）と前記第2スリット（32a；32e～32h；31k）の第4辺（323）の第4部位（323b）との間の部分の面積は、前記グランド電極（3～3E）における前記第1スリット（31a；31e～31h）の第2辺（313）と前記第2スリット（32a；32e～32h）の第

3 辺（3 2 2）との間の部分の面積の $1/2$ 以下である。この態様は、アンテナ素子（第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b）の後面側への電波の漏れをさらに低減できる。

[0159] 第 1 2 の態様は、第 1 ～第 1 1 の態様のいずれか一つに基づくアンテナ装置（1 ; 1 B ～ 1 E）である。第 1 2 の態様において、前記第 1 アンテナ素子（2 a）及び第 2 アンテナ素子（2 b）の各々は、第 1 周波数帯域及び前記第 1 周波数帯域より高い第 2 周波数帯域に対応するように構成される。前記第 1 スリット（3 1 a ; 3 1 g ～ 3 1 k）及び前記第 2 スリット（3 2 a ; 3 2 g ～ 3 2 k）の各々は、前記第 1 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。この態様は、第 1 周波数帯域でのアンテナ素子（第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b）間のアイソレーションの改善を図りながら、第 2 周波数帯域でのアンテナ素子（第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b）の後面側への電波の漏れの低減を可能にする。

[0160] 第 1 3 の態様は、第 1 ～第 1 1 の態様のいずれか一つに基づくアンテナ装置（1 A）である。第 1 3 の態様において、前記第 1 アンテナ素子（2 a）及び第 2 アンテナ素子（2 b）の各々は、第 1 周波数帯域及び前記第 1 周波数帯域より高い第 2 周波数帯域に対応するように構成される。前記グラウンド電極（3 A）は、前記第 1 及び第 2 スリット（3 1 e, 3 2 e）の第 1 の組と、前記第 1 及び第 2 スリット（3 1 f, 3 2 f）の第 2 の組とを有する。前記第 1 の組の第 1 及び第 2 スリット（3 1 e, 3 2 e）の各々は、前記第 1 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。前記第 2 の組の第 1 及び第 2 スリット（3 1 f, 3 2 f）の各々は、前記第 2 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する。この態様は、第 1 周波数帯域及び第 2 周波数帯域でのアンテナ素子（第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b）間のアイソレーションの改善を図りながら、アンテナ素子（第 1 及び第 2 アンテナ素子 2 a, 2 b）の後面側への電波の漏れの低減を可能にする。

[0161] 第 1 4 の態様は、第 1 ～第 1 3 の態様のいずれか一つに基づくアンテナ装置（1 ～ 1 E）である。第 1 4 の態様において、前記第 1 アンテナ素子（2

a) 及び第2アンテナ素子(2b)の各々は、平面アンテナである。この態様は、アンテナ装置(1～1E)の小型化を可能にする。

産業上の利用可能性

[0162] 本開示は、アンテナ装置に適用可能である。具体的には、複数のアンテナ素子を備えるアンテナ装置に、本開示は適用可能である。

符号の説明

[0163] 1～1E アンテナ装置
 2a 第1アンテナ素子
 2b 第2アンテナ素子
 3～3E グランド電極
 3a 第1辺(所定の辺)
 3aa 第1辺(所定の辺)
 3ca 第3辺(所定の辺)
 3ab 第1辺(所定の辺)
 3bb 第2辺(所定の辺)
 31, 31A, 31B グランド層(第1グラウンド層)
 32, 32A, 32B グランド層(第2グラウンド層)
 33, 33A, 33B グランド層(第3グラウンド層)
 34, 34A, 34B グランド層(第4グラウンド層)
 31a スリット(第1スリット)
 312 辺(第1辺)
 312a 部位(第1部位)
 312b 部位(第2部位)
 313 辺(第2辺)
 32a スリット(第2スリット)
 322 辺(第3辺)
 323 辺(第4辺)
 323a 部位(第1部位)

3 2 3 b 部位 (第 2 部位)

3 3 a スリット (第 3 スリット)

3 3 2 辺 (第 5 辺)

3 3 3 辺 (第 6 辺)

3 4 a スリット (第 4 スリット)

3 4 2 辺 (第 5 辺)

3 4 3 辺 (第 6 辺)

請求の範囲

[請求項1]

第1 アンテナ素子及び第2 アンテナ素子と、

前記第1 アンテナ素子及び前記第2 アンテナ素子の後面側にあり、
前記第1 アンテナ素子及び前記第2 アンテナ素子に結合されるグラ
ンド電極と、

を備え、

前記グランド電極は、前記グランド電極の厚み方向に並ぶ第1 及び
第2 グランド層を含み、

前記第1 グランド層は、前記グランド電極の厚み方向から見て前記
第1 アンテナ素子と前記第2 アンテナ素子との間にあって前記第1 グ
ランド層において前記グランド電極の所定の辺に対応する辺から前記
第1 アンテナ素子と前記第2 アンテナ素子とを結ぶ第1 方向に交差す
る第2 方向に延び、前記第1 アンテナ素子側の第1 辺と、前記第2 ア
ンテナ素子側の第2 辺とを含む第1 スリットを有し、

前記第2 グランド層は、前記第2 グランド層において前記グランド
電極の所定の辺に対応する辺から前記第2 方向に延びて前記グランド
電極の厚み方向において前記第1 スリットと並び、前記第1 アンテナ
素子側の第3 辺と、前記第2 アンテナ素子側の第4 辺とを含む第2 ス
リットを有し、

前記第1 スリットの第1 辺は、第1 部位と、前記第1 部位よりも前
記第2 辺に近い第2 部位とを含み、

前記第2 スリットの第4 辺は、

前記第1 方向において前記第1 部位と並び前記第1 部位よりも前
記第2 アンテナ素子側にある第3 部位と、

前記第1 方向において前記第2 部位と並び前記第3 部位よりも前
記第3 辺に近く前記第2 部位よりも前記第1 アンテナ素子側にある第
4 部位と、

を含む、

アンテナ装置。

[請求項2] 前記第1スリットの第1辺の第1部位は、前記グランド電極の厚み方向において、前記第2スリットの第3辺と一致し、

前記第2スリットの第4辺の第3部位は、前記グランド電極の厚み方向において、前記第1スリットの第2辺と一致する、

請求項1に記載のアンテナ装置。

[請求項3] 前記グランド電極は、前記第1及び第2グランド層と前記グランド電極の厚み方向に並ぶ第3グランド層を含み、

前記第3グランド層は、前記第3グランド層において前記グランド電極の所定の辺に対応する辺から前記第2方向に延びて前記グランド電極の厚み方向において前記第1及び第2スリットと並ぶ第3スリットを有する、

請求項1又は2に記載のアンテナ装置。

[請求項4] 前記第3スリットは、前記第1アンテナ素子側の第5辺と、前記第2アンテナ素子側の第6辺とを含み、

前記第3スリットの第5辺は、前記グランド電極の厚み方向において、前記第1スリットの第1辺の第1部位及び前記第2スリットの第3辺と一致し、

前記第3スリットの第6辺は、前記グランド電極の厚み方向において、前記第2スリットの第4辺の第3部位及び前記第1スリットの第2辺と一致する、

請求項3に記載のアンテナ装置。

[請求項5] 前記第1及び第2グランド層は、隣り合う、

請求項3又は4に記載のアンテナ装置。

[請求項6] 前記第1グランド層は、前記第1～第3グランド層のうち前記第1アンテナ素子及び前記第2アンテナ素子に最も近く、

前記第2グランド層は、前記第1～第3グランド層のうち前記第1グランド層の次に前記第1アンテナ素子及び前記第2アンテナ素子に

近い、

請求項 5 に記載のアンテナ装置。

[請求項7] 前記第 2 部位は、前記第 1 部位よりも前記第 1 スリットの開放端側にあり、

前記第 4 部位は、前記第 3 部位よりも前記第 2 スリットの開放端側にある、

請求項 1 ～ 6 のいずれか一つに記載のアンテナ装置。

[請求項8] 前記第 2 部位は、前記第 1 スリットの中央よりも前記第 1 スリットの開放端側にあり、

前記第 4 部位は、前記第 2 スリットの中央よりも前記第 2 スリットの開放端側にある、

請求項 7 に記載のアンテナ装置。

[請求項9] 前記第 2 部位は、前記第 1 スリットの開放端にあり、

前記第 4 部位は、前記第 2 スリットの開放端にある、

請求項 7 又は 8 に記載のアンテナ装置。

[請求項10] 前記第 1 及び第 2 スリットの組は、前記第 2 部位と前記第 4 部位との組を一つ含む、

請求項 1 ～ 9 のいずれか一つに記載のアンテナ装置。

[請求項11] 前記グラウンド電極の厚み方向から見て、前記グラウンド電極における前記第 1 スリットの第 1 辺の第 2 部位と前記第 2 スリットの第 4 辺の第 4 部位との間の部分の面積は、前記グラウンド電極における前記第 1 スリットの第 2 辺と前記第 2 スリットの第 3 辺との間の部分の面積の $1/2$ 以下である、

請求項 1 ～ 10 のいずれか一つに記載のアンテナ装置。

[請求項12] 前記第 1 アンテナ素子及び第 2 アンテナ素子の各々は、第 1 周波数帯域及び前記第 1 周波数帯域より高い第 2 周波数帯域に対応するように構成され、

前記第 1 及び第 2 スリットの各々は、前記第 1 周波数帯域に対応す

る波長に基づく長さを有する、

請求項 1 ～ 1 1 のいずれか一つに記載のアンテナ装置。

[請求項13] 前記第 1 アンテナ素子及び第 2 アンテナ素子の各々は、第 1 周波数帯域及び前記第 1 周波数帯域より高い第 2 周波数帯域に対応するように構成され、

前記グランド電極は、前記第 1 及び第 2 スリットの第 1 の組と、前記第 1 及び第 2 スリットの第 2 の組とを有し、

前記第 1 の組の第 1 及び第 2 スリットの各々は、前記第 1 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有し、

前記第 2 の組の第 1 及び第 2 スリットの各々は、前記第 2 周波数帯域に対応する波長に基づく長さを有する、

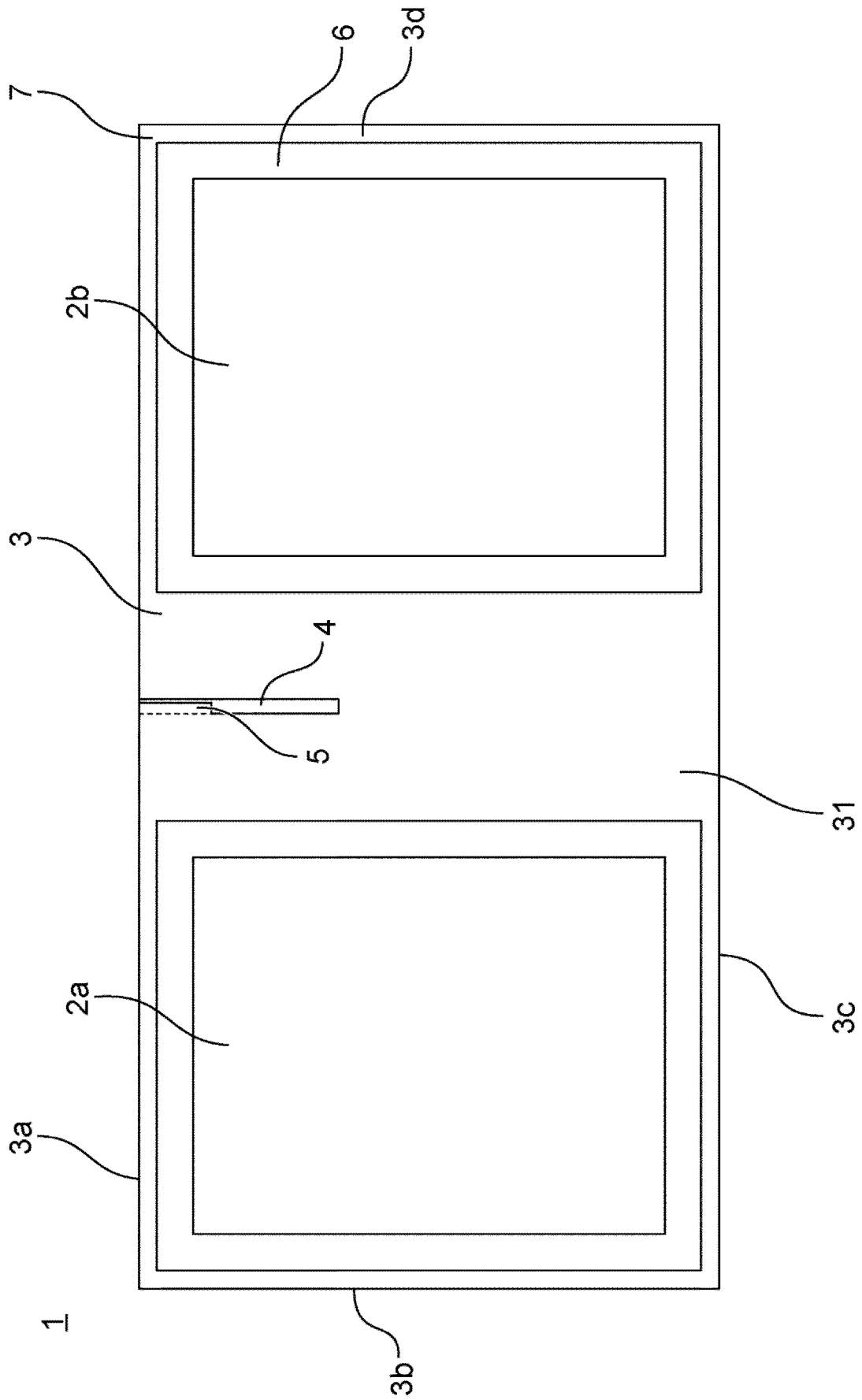
請求項 1 ～ 1 1 のいずれか一つに記載のアンテナ装置。

[請求項14] 前記第 1 アンテナ素子及び第 2 アンテナ素子の各々は、平面アンテナである、

請求項 1 ～ 1 3 のいずれか一つに記載のアンテナ装置。

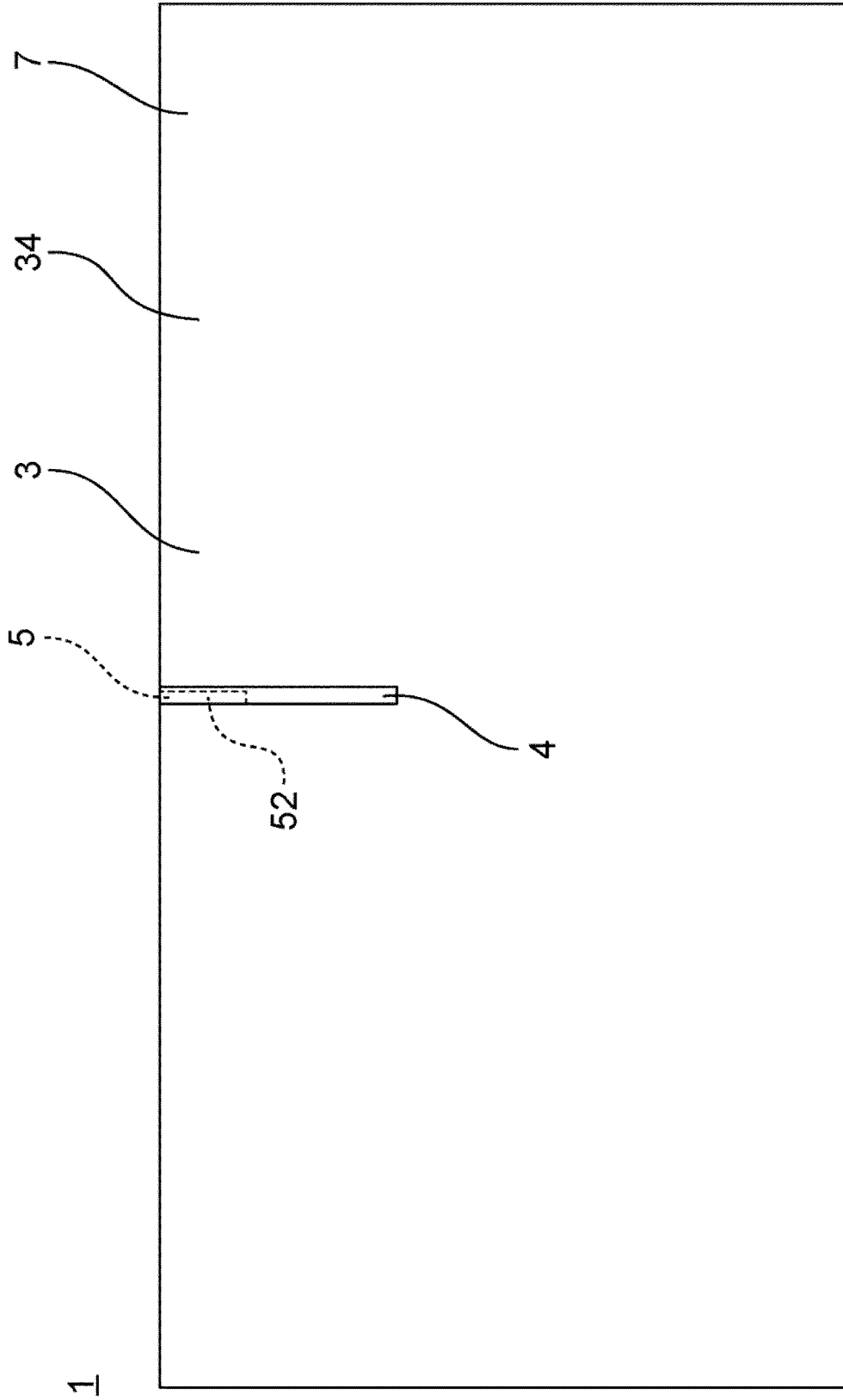
[図1]

図1

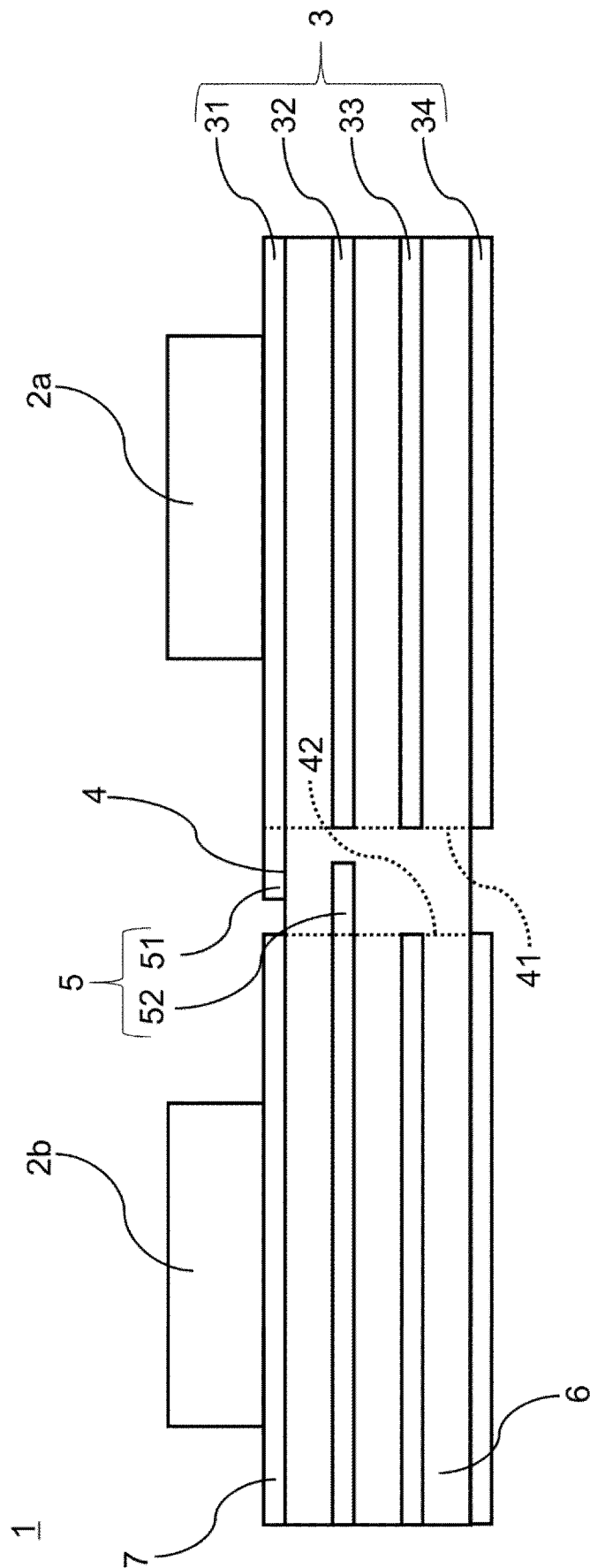


[図2]

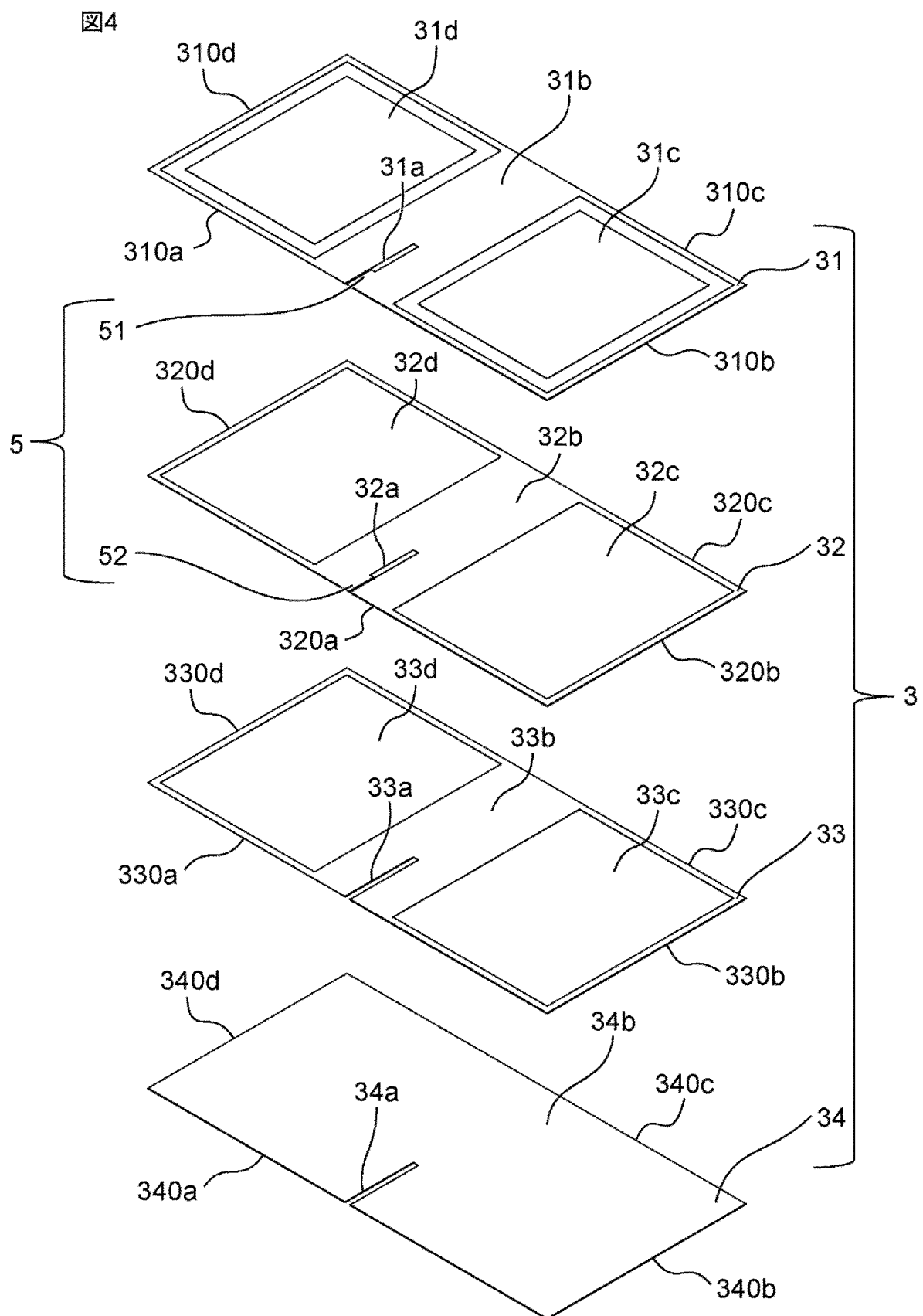
図2



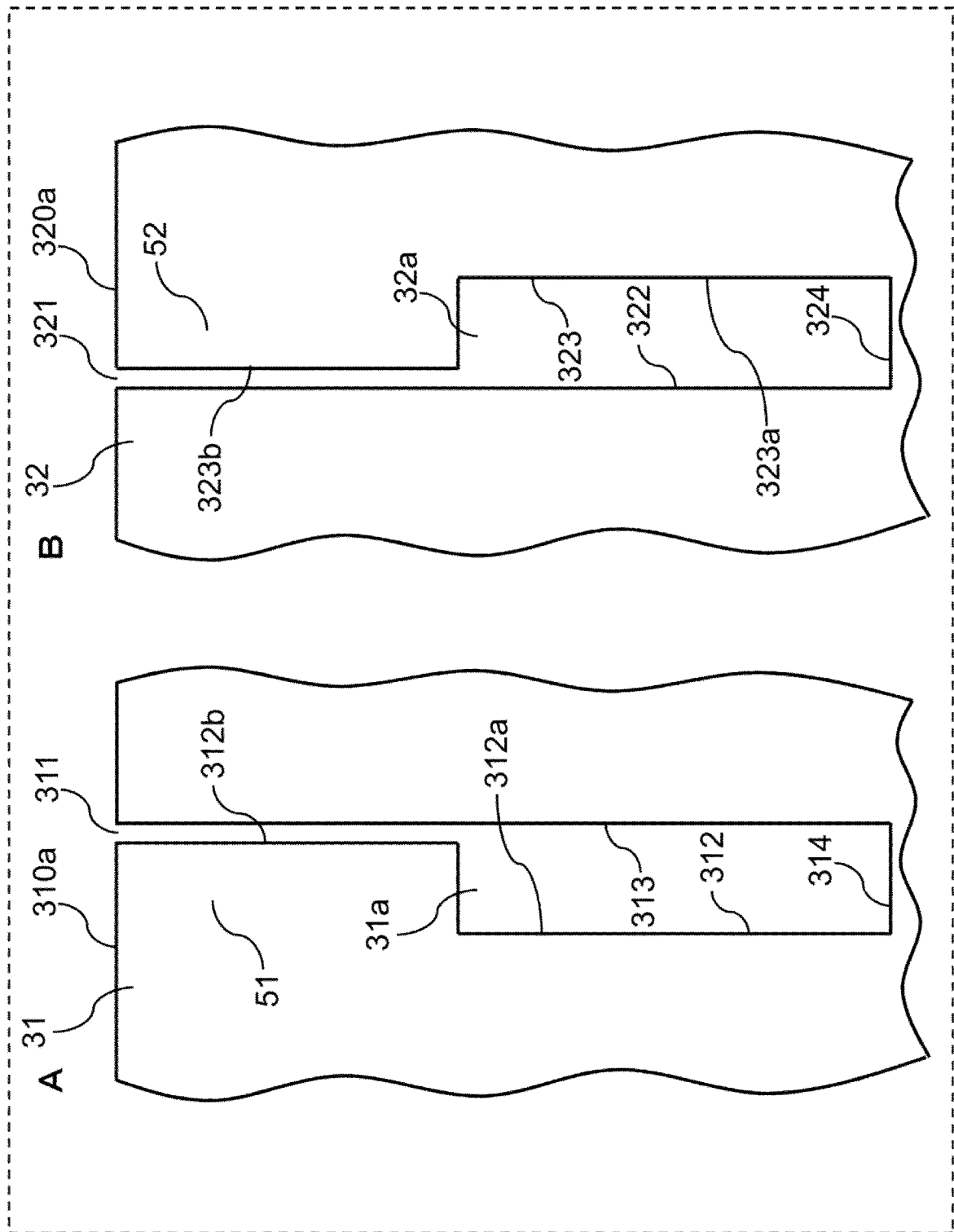
[図3]



[図4]

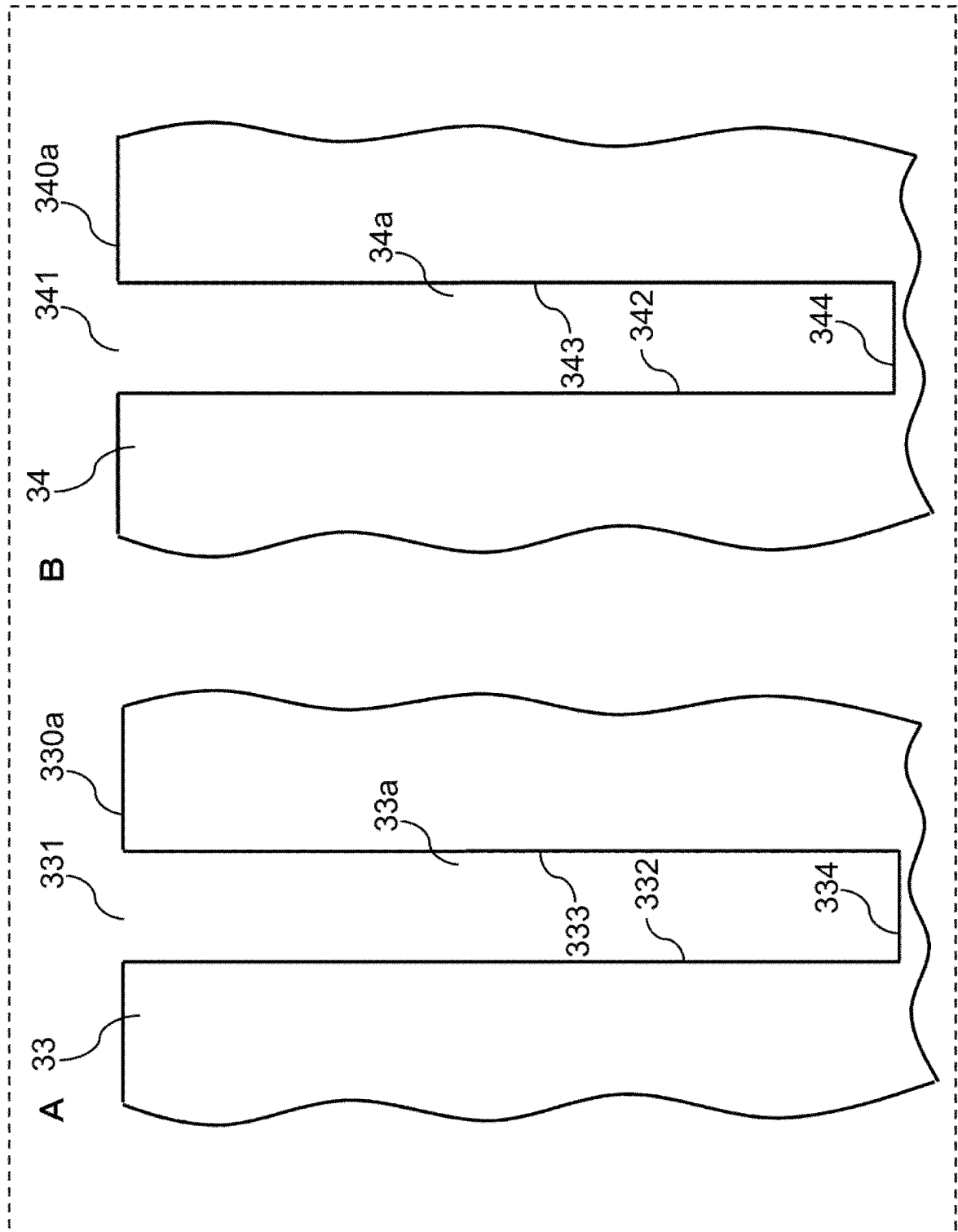


[図5]



[図5]

[図6]



[図6]

[図7]

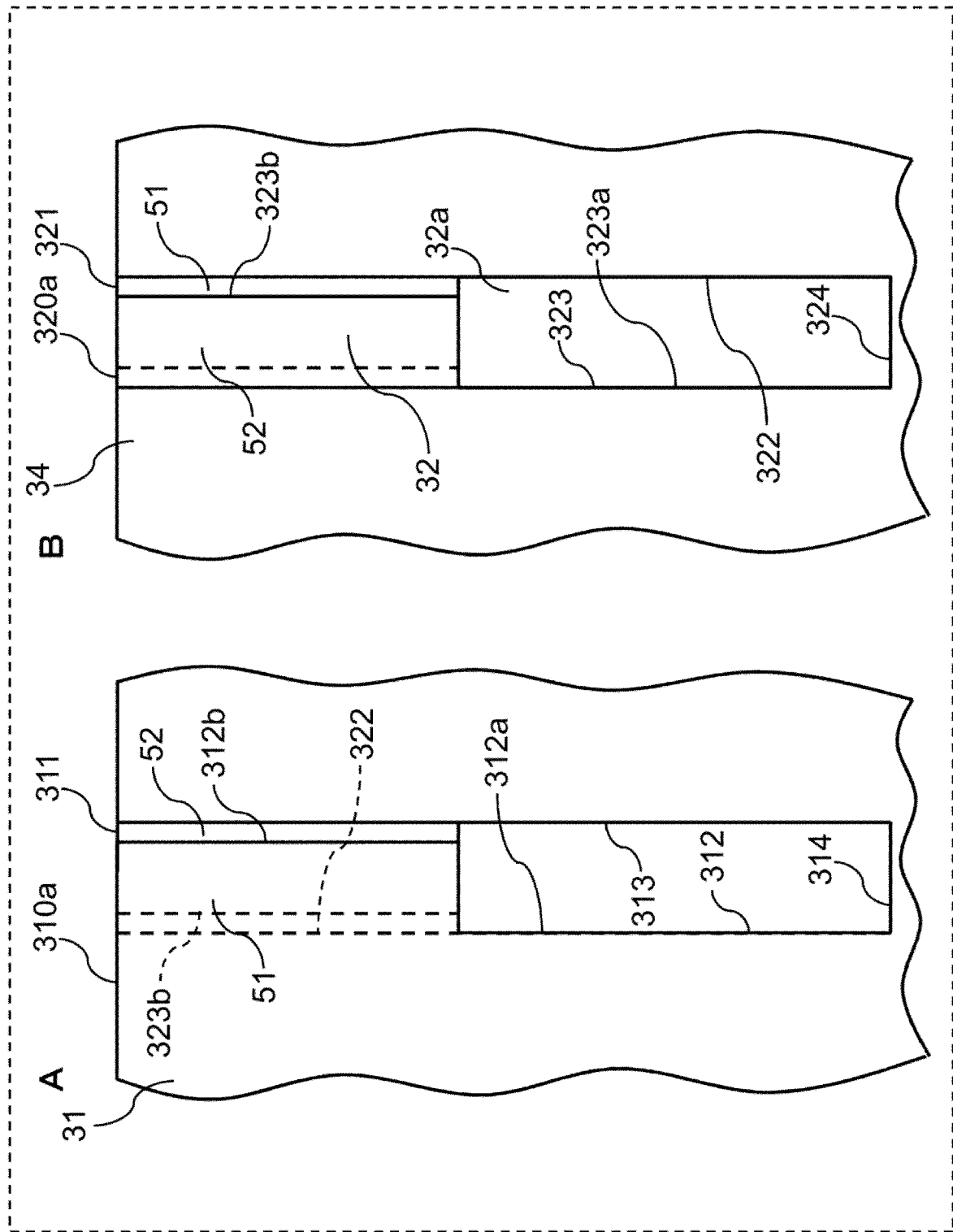
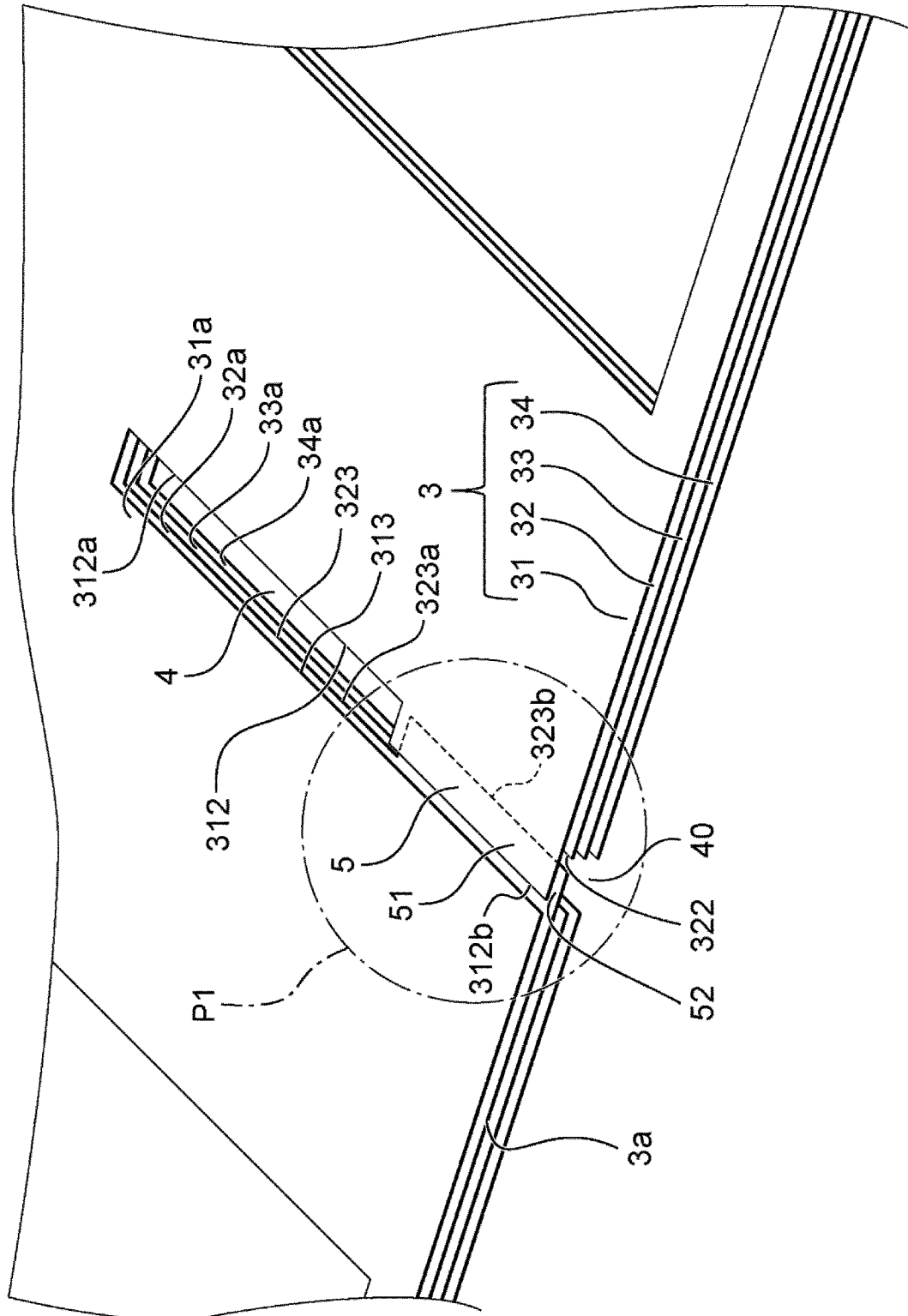


図 7

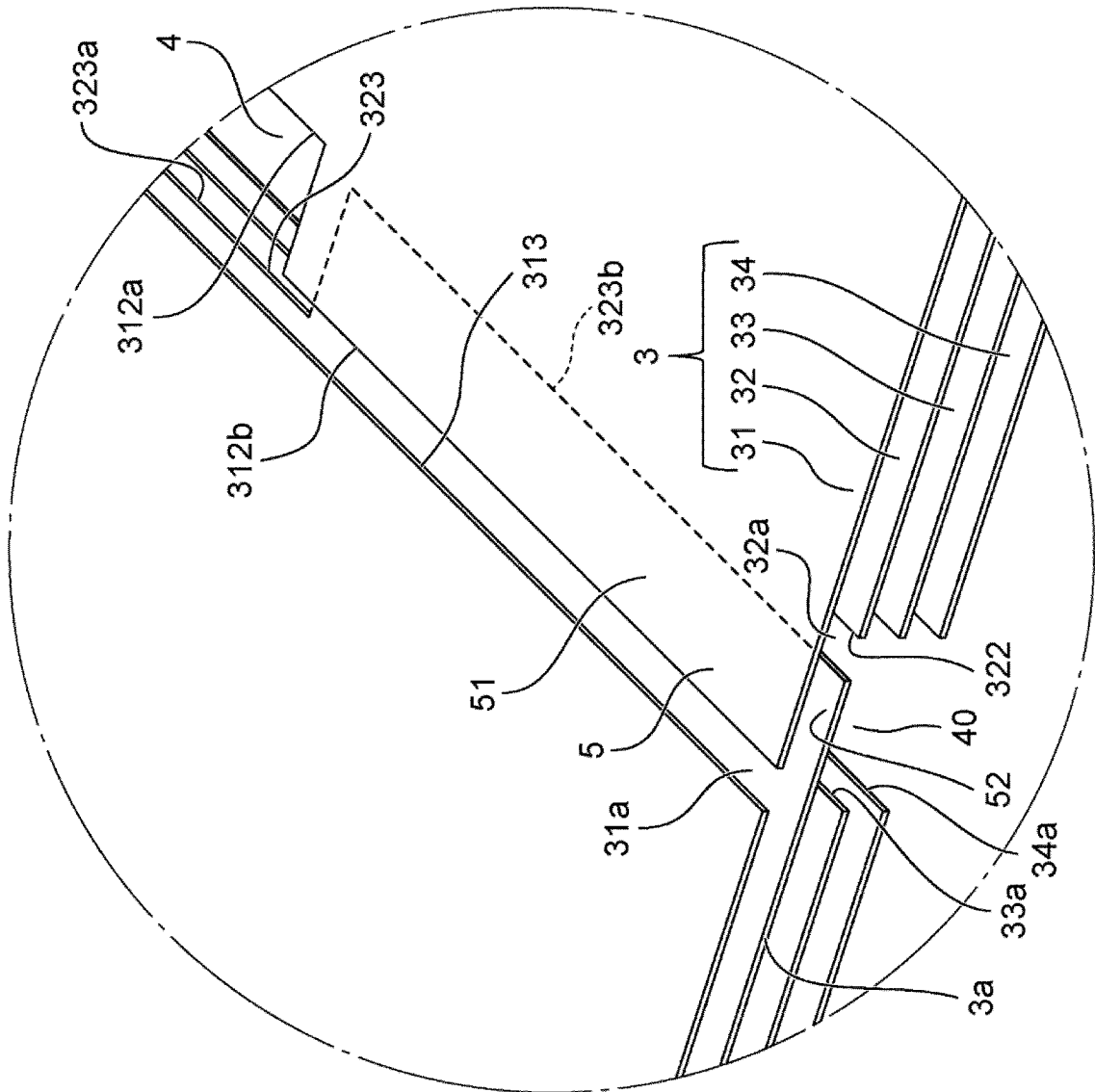
[図8]

図8



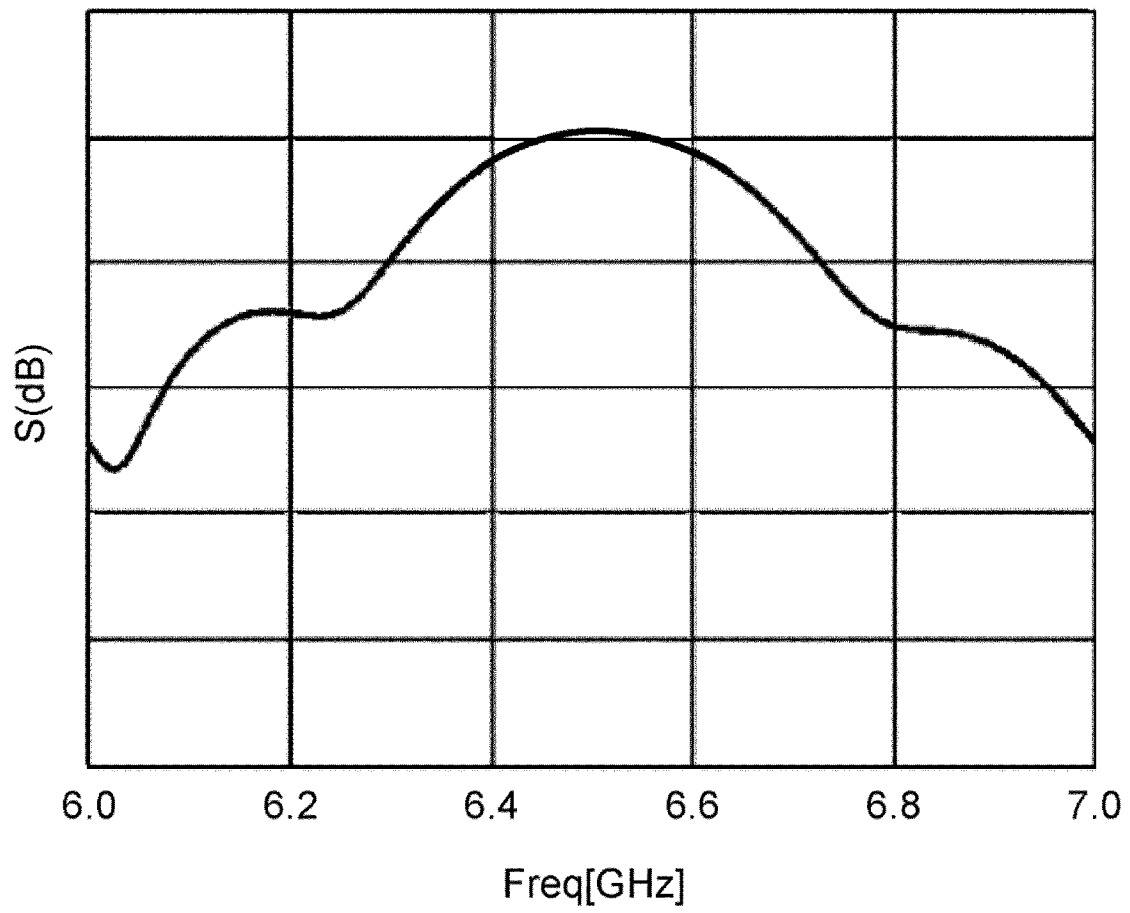
【図9】

图9



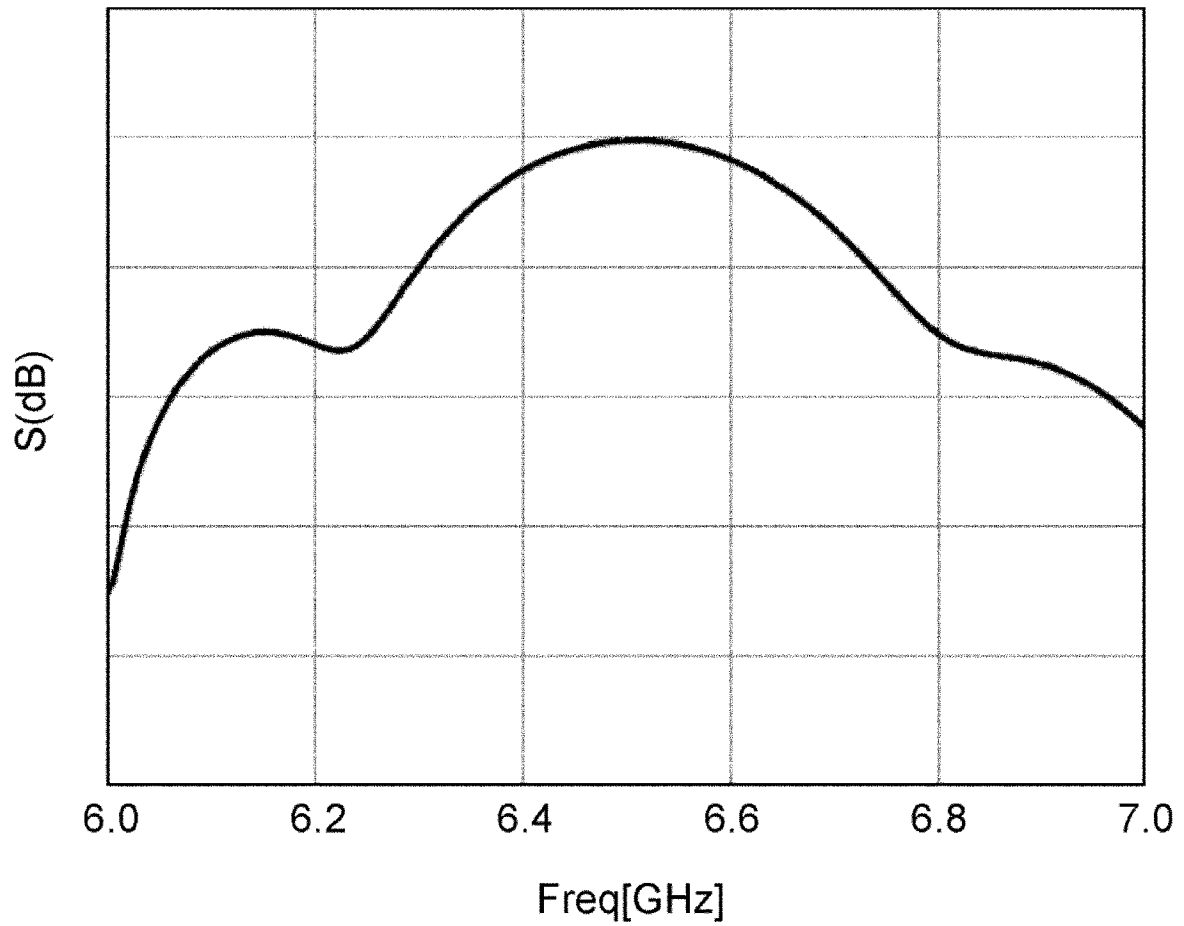
[図10]

図10



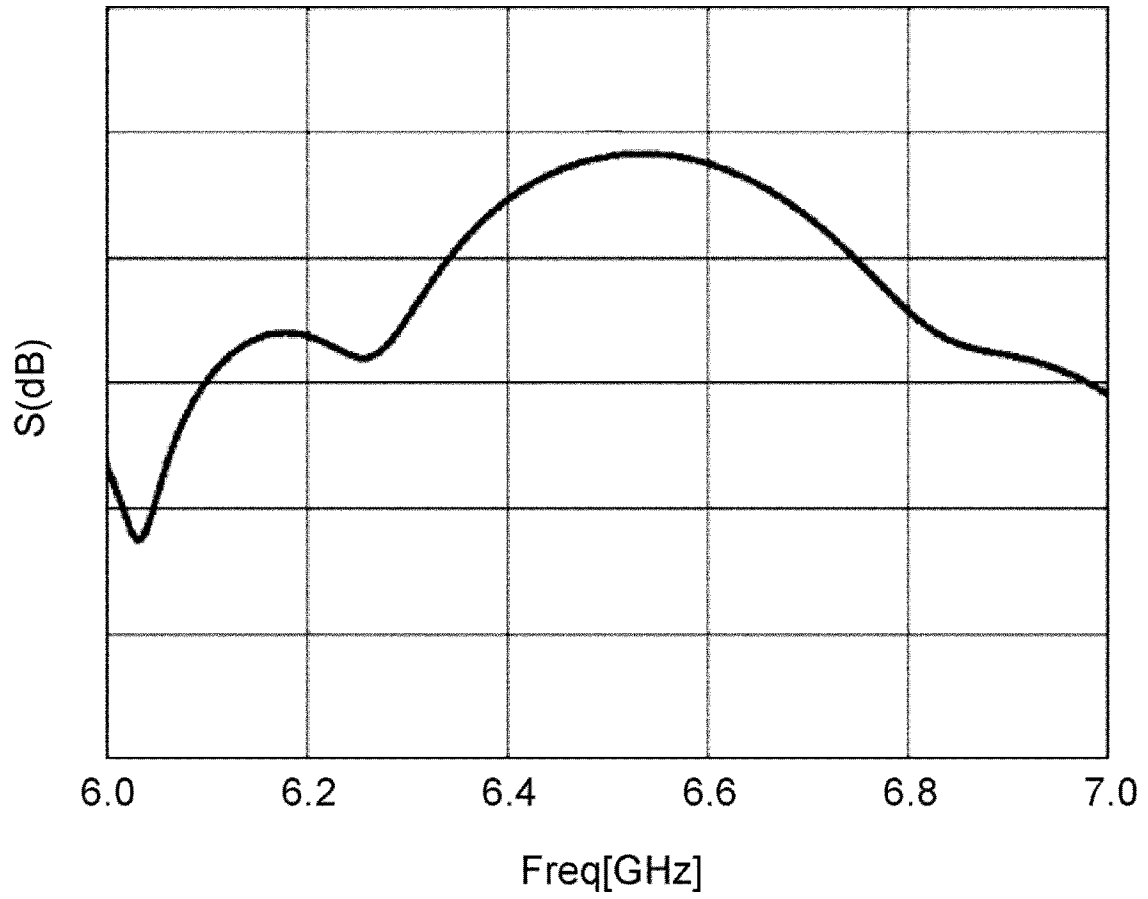
[図11]

図11



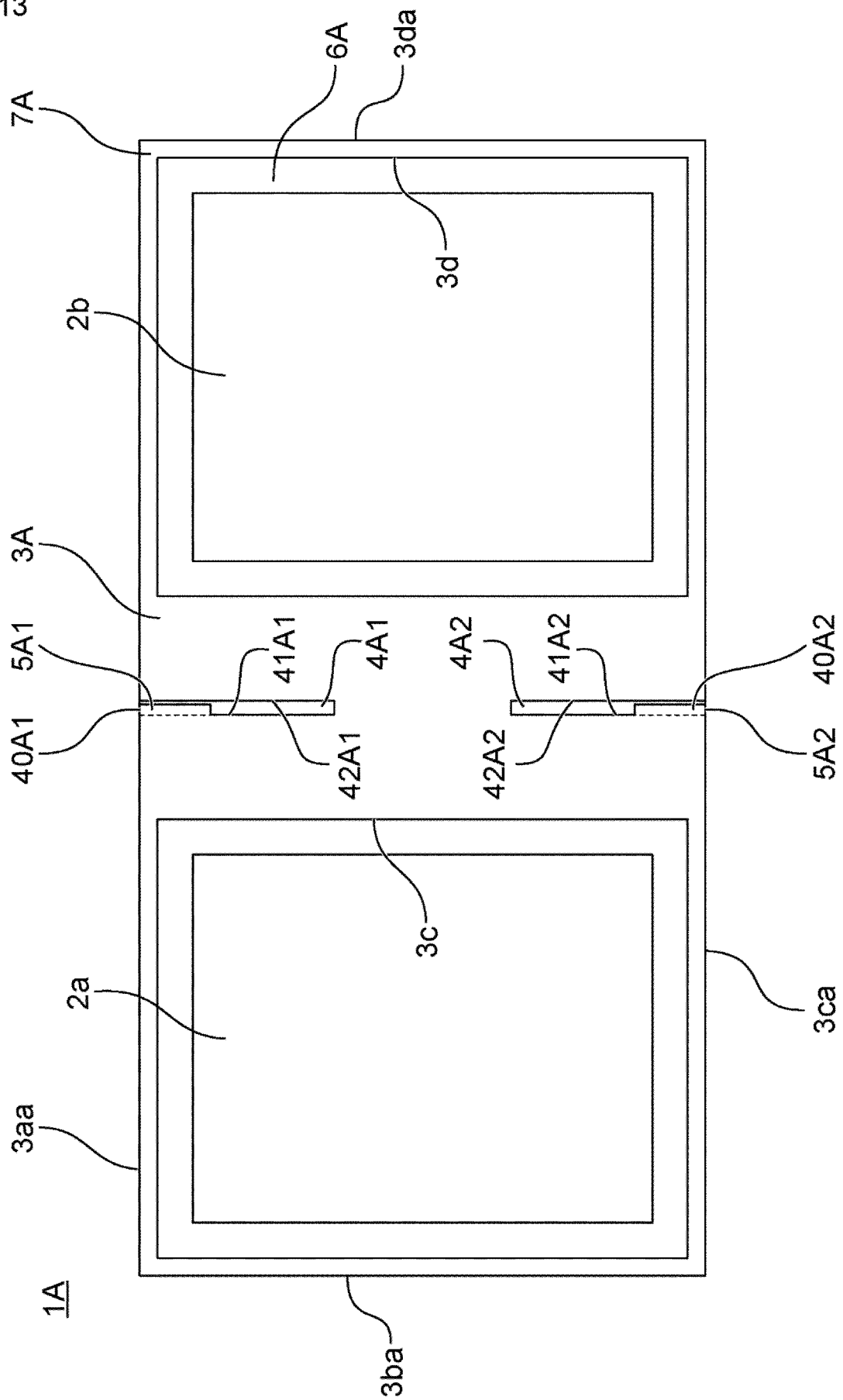
[図12]

図12



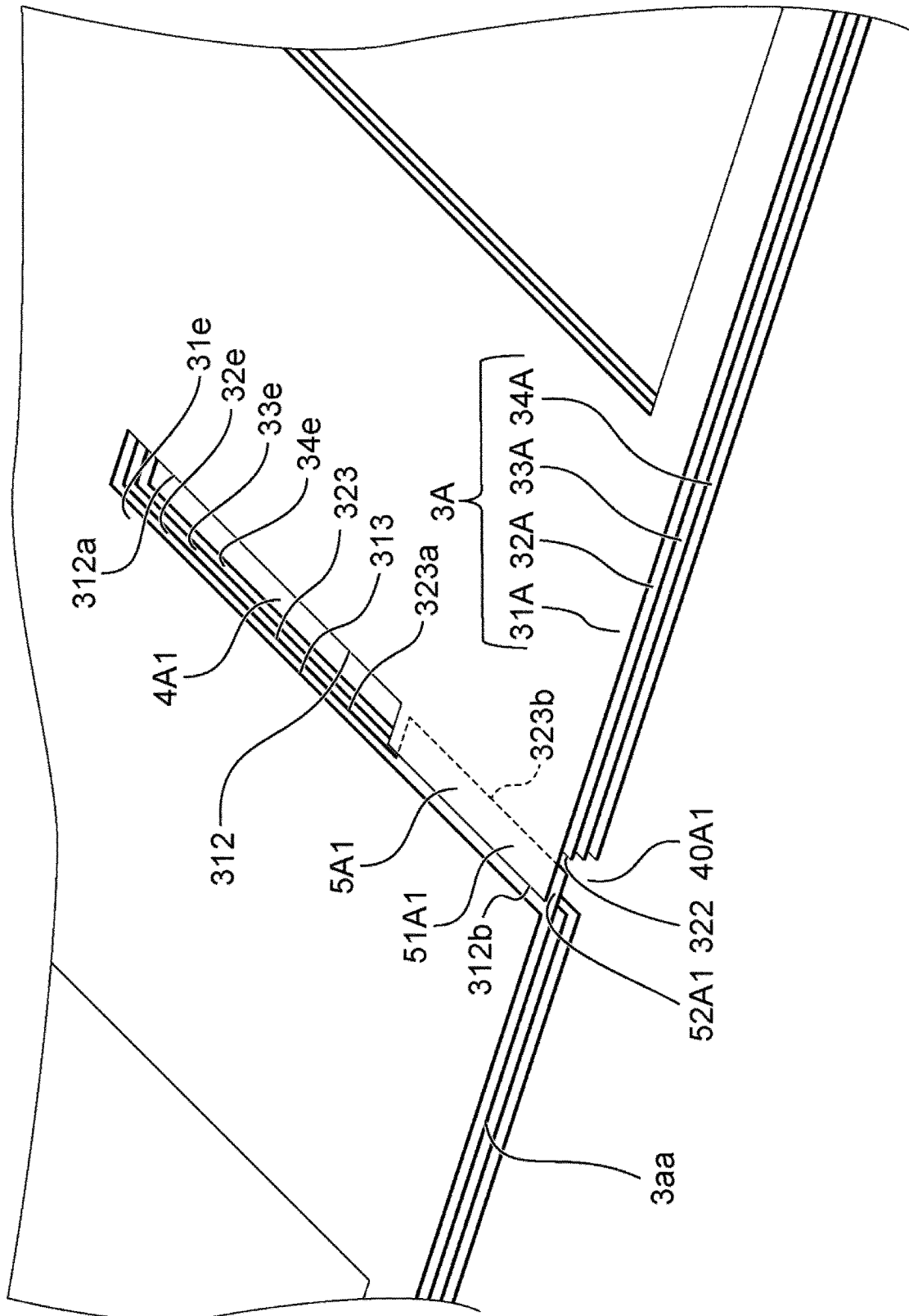
[図13]

図13



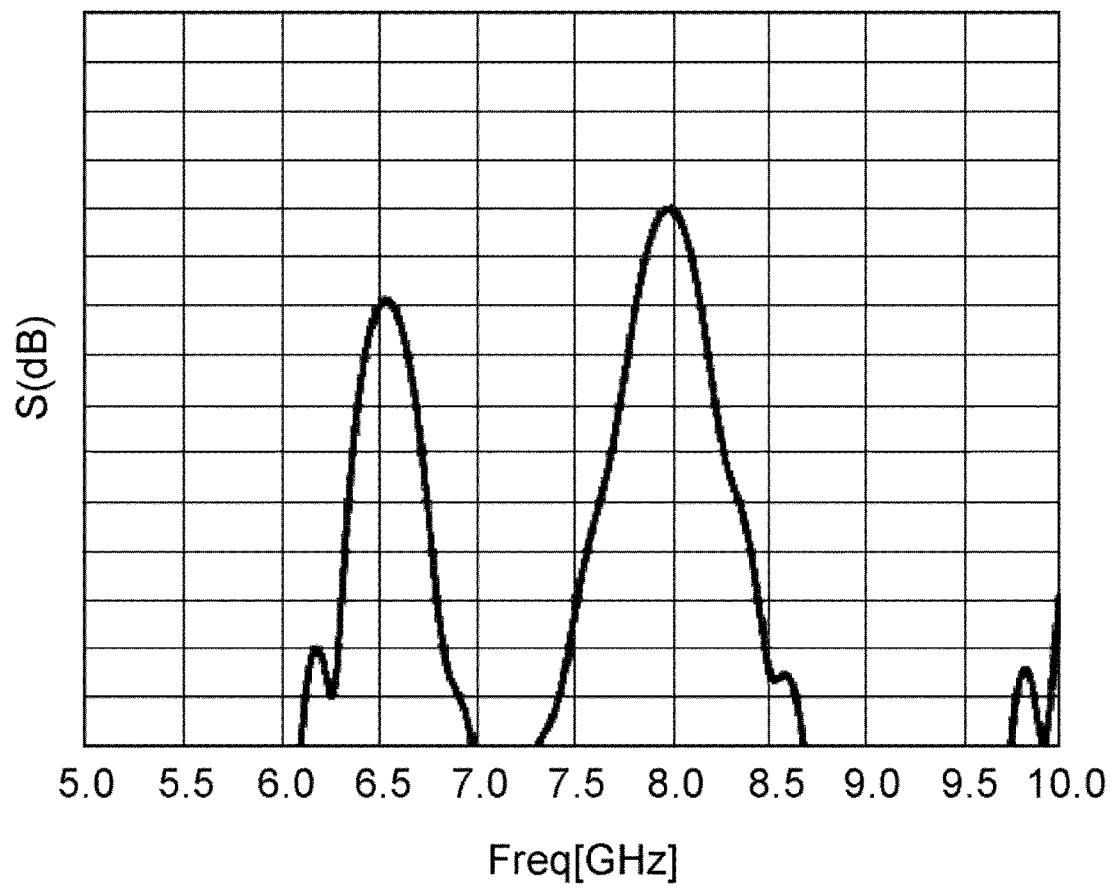
[図14]

図14



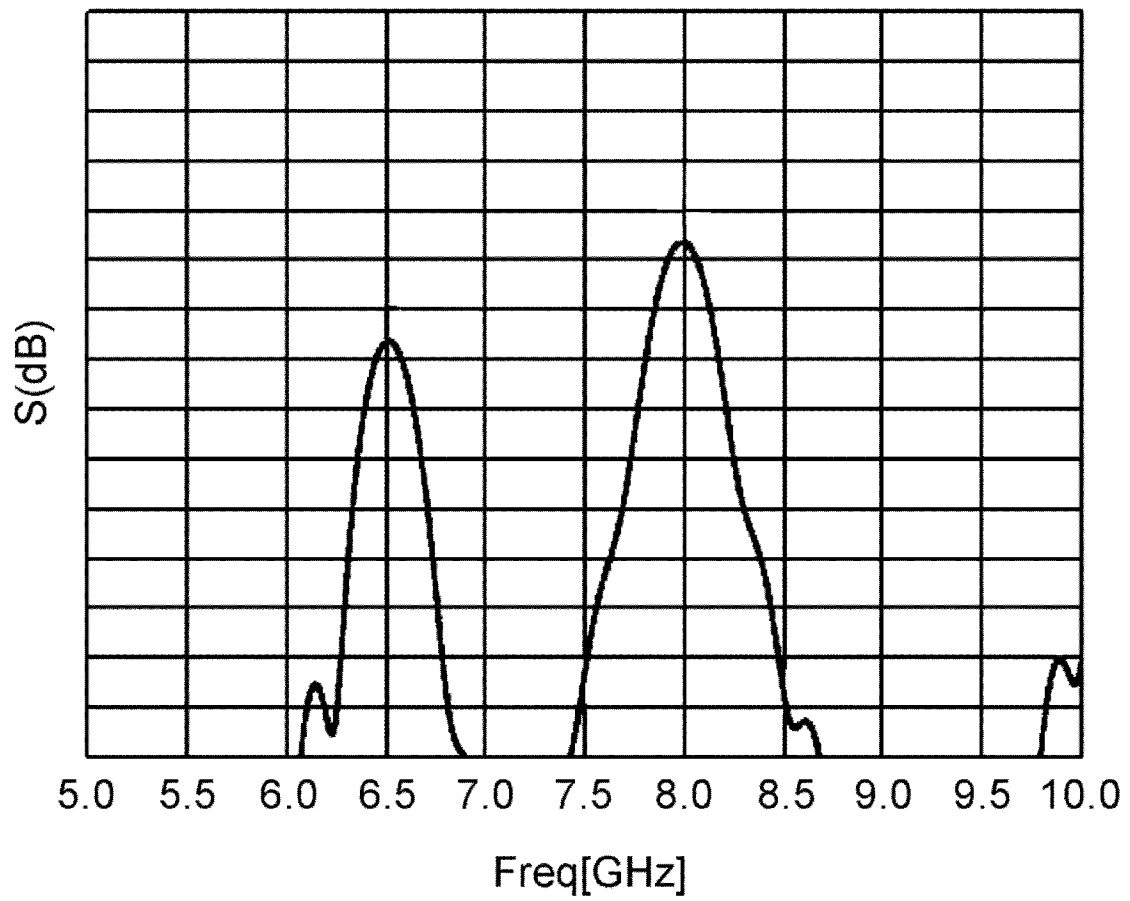
[図16]

図16



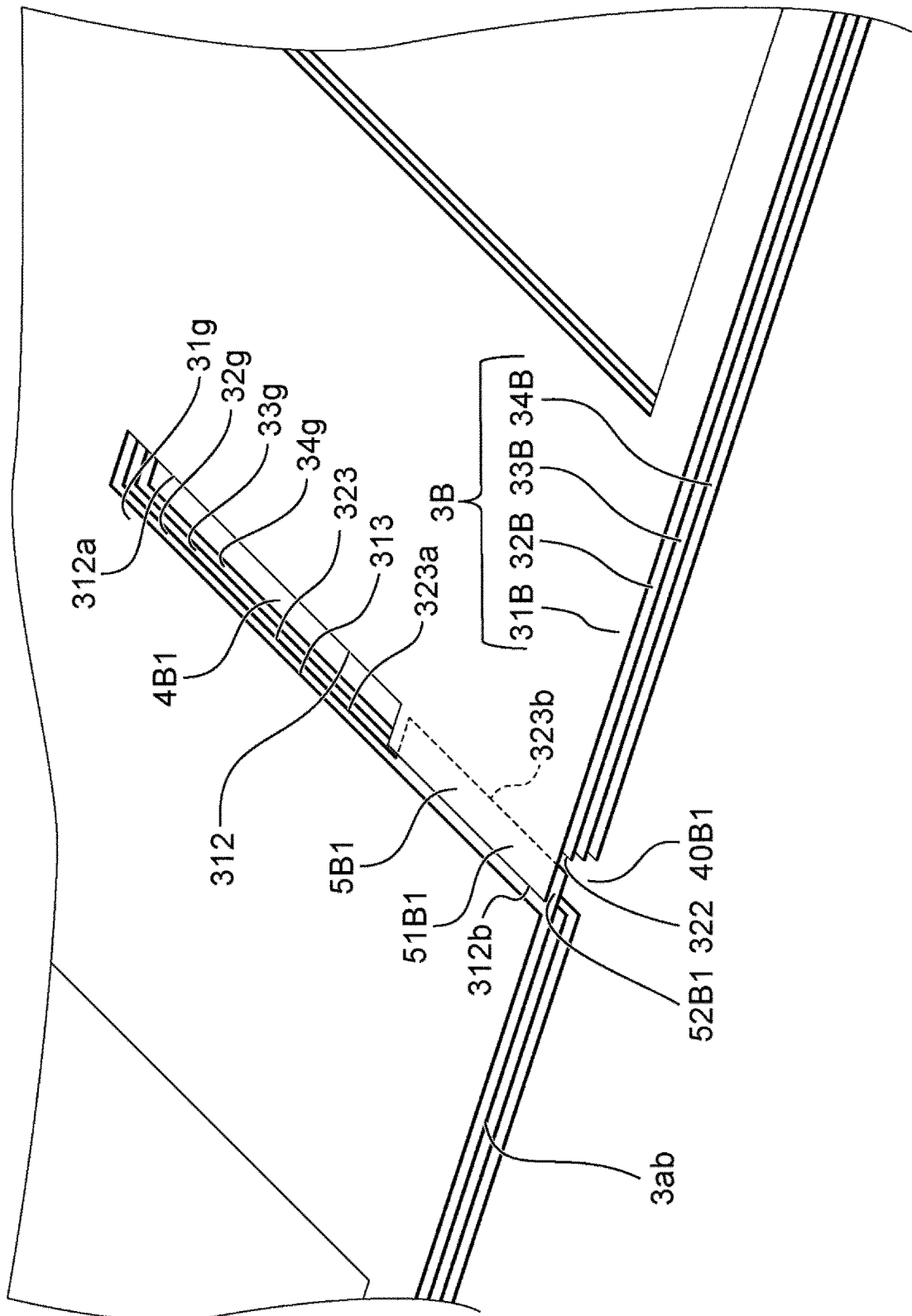
[図17]

図17



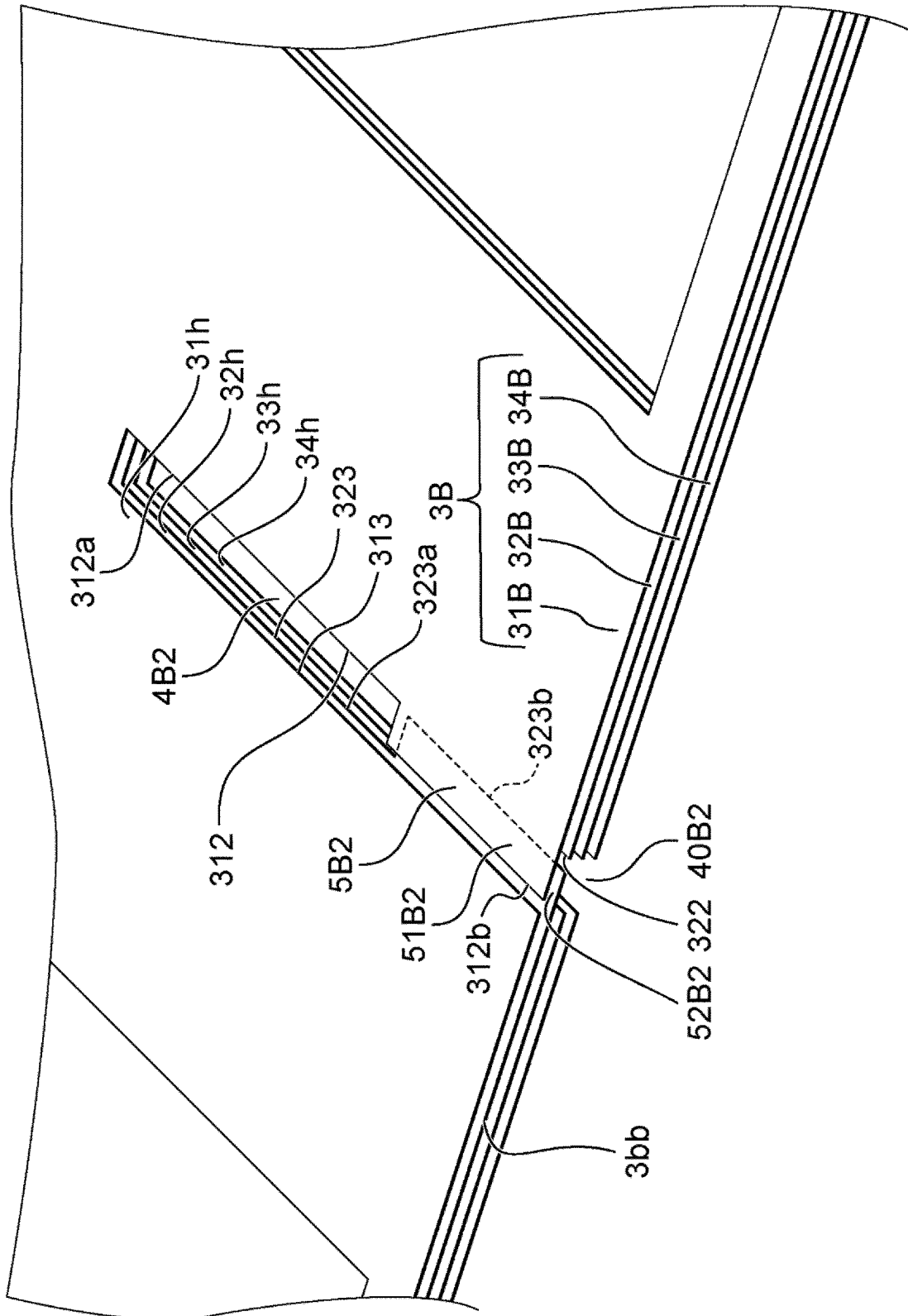
[図19]

図19



[図20]

図20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/030047

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01Q 1/52**(2006.01)i

FI: H01Q1/52

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)

H01Q1/52

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.
A	JP 2017-201754 A (DENSO WAVE INCORPORATED) 09 November 2017 (2017-11-09) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2008-098919 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 24 April 2008 (2008-04-24) entire text, all drawings	1-14
A	US 2012/0139793 A1 (SHARAWI, Mohammad S.) 07 June 2012 (2012-06-07) entire text, all drawings	1-14
A	KR 10-2009-0093120 A (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HANYANG UNIVERSITY) 02 September 2009 (2009-09-02) entire text, all drawings	1-14
A	US 2019/0006764 A1 (YEN, Ming-Ching, CHANG, Kun-Sheng, CHEN, Chien-Wen, LIN, Ching-Chi) 03 January 2019 (2019-01-03) entire text, all drawings	1-14



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

03 October 2022

Date of mailing of the international search report

25 October 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/JP2022/030047

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-201754	A	09 November 2017	(Family: none)	
JP	2008-098919	A	24 April 2008	(Family: none)	
US	2012/0139793	A1	07 June 2012	(Family: none)	
KR	10-2009-0093120	A	02 September 2009	KR	10-0963123 B1
US	2019/0006764	A1	03 January 2019	TW	201906230 A
				TW	I642230 B
				US	10490902 B2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01Q 1/52(2006.01)i FI: H01Q1/52										
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）） H01Q1/52 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> 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）			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
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									
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
A	JP 2017-201754 A（株式会社デンソーウェーブ）09.11.2017（2017 - 11 - 09） 全文、全図	1-14								
A	JP 2008-098919 A（三菱電機株式会社）24.04.2008（2008 - 04 - 24） 全文、全図	1-14								
A	US 2012/0139793 A1（MOHAMMAD S. SHARAWI）07.06.2012（2012 - 06 - 07） 全文、全図	1-14								
A	KR 10-2009-0093120 A（INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HANYANG UNIVERSITY）02.09.2009（2009 - 09 - 02） 全文、全図	1-14								
A	US 2019/0006764 A1（MING-CHING YEN, KUN-SHENG CHANG, CHIEN-WEN CHEN, CHING-CHI LIN）03.01.2019（2019 - 01 - 03） 全文、全図	1-14								
☐ 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、一般的な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 03.10.2022		国際調査報告の発送日 25.10.2022								
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） 佐藤 当秀 5K 3784 電話番号 03-3581-1101 内線 3556								

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/JP2022/030047

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2017-201754	A	09.11.2017	(ファミリーなし)			
JP	2008-098919	A	24.04.2008	(ファミリーなし)			
US	2012/0139793	A1	07.06.2012	(ファミリーなし)			
KR	10-2009-0093120	A	02.09.2009	KR	10-0963123	B1	
US	2019/0006764	A1	03.01.2019	TW	201906230	A	
				TW	1642230	B	
				US	10490902	B2	