(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
2025年4月3日(03.04.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/069764 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 13/08 (2006.01) *H01Q 15/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/029055

(22) 国際出願日： 2024年8月15日(15.08.2024)

(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 2023-168456 2023年9月28日(28.09.2023) 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 (JP).

(72) 発明者: 南谷 夏海 (**MINAMITANI, Natsumi**); 〒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 (JP).

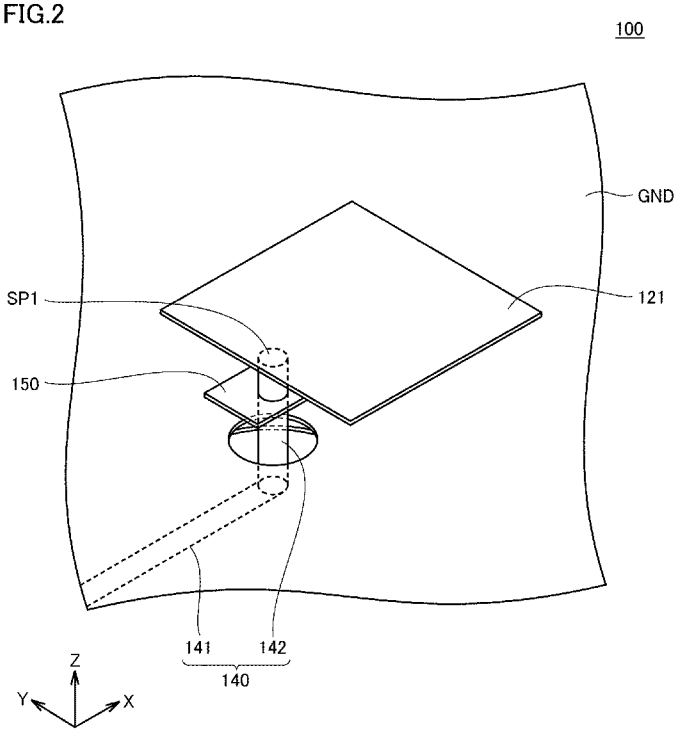
(74) 代理人: 弁理士法人深見特許事務所 (**FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.**); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目２番４号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト (JP).

(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,

(54) **Title:** ANTENNA MODULE AND COMMUNICATION APPARATUS EQUIPPED WITH SAME

(54) 発明の名称： アンテナモジュールおよびそれを搭載した通信装置

FIG.2



(57) **Abstract:** An antenna module (100) comprises a dielectric substrate (130), a planar radiation element (121), a ground electrode (GND), a power supply wire (140), and an auxiliary electrode (150). The dielectric substrate (130) has main surfaces (131, 132) which are opposite from each other. The ground electrode (GND) is disposed further to the main surface (132) side than the radiation element (121) and is opposite from the radiation element (121). The power supply wire (140) carries a high frequency signal to a feeding point (SP1) of the radiation element (121). The auxiliary electrode

WO 2025/069764 A1

[続葉有]

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)）

(150) is connected to the power supply wire (140) and disposed between the radiation element (121) and the ground electrode (GND). The feeding point (SP1) is disposed at a position which is offset from the center of the radiation element (121) in a first direction. When seen in plan view from the normal direction of the dielectric substrate (130), the auxiliary electrode (150) protrudes from the radiation element (121) toward the first direction.

(57) 要約：アンテナモジュール（１００）は、誘電体基板（１３０）と、平板形状の放射素子（１２１）と、接地電極（ＧＮＤ）と、給電配線（１４０）と、補助電極（１５０）とを備える。誘電体基板（１３０）は、互いに対向する主面（１３１，１３２）を有する。接地電極（ＧＮＤ）は、放射素子（１２１）よりも主面（１３２）側に、放射素子（１２１）に対向して配置されている。給電配線（１４０）は、放射素子（１２１）の給電点（ＳＰ１）に高周波信号を伝達する。補助電極（１５０）は、給電配線（１４０）に接続され、放射素子（１２１）と接地電極（ＧＮＤ）との間に配置されている。給電点（ＳＰ１）は、放射素子（１２１）の中心から第１方向にオフセットした位置に配置されている。誘電体基板（１３０）の法線方向から平面視した場合に、補助電極（１５０）は、第１方向に向かって放射素子（１２１）から突出している。

明　細　書

発明の名称 ： アンテナモジュールおよびそれを搭載した通信装置

技術分野

[0001]　本開示は、アンテナモジュールおよびそれを搭載した通信装置に関し、より特定的には、サブテラヘルツ周波数帯域の高周波信号に対応するアンテナの指向性を向上させるための技術に関する。

背景技術

[0002]　国際公開第２０１４／０４５９６６号明細書（特許文献１）には、ストリップラインおよびビアを介してパッチアンテナに高周波信号を給電する構成が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第２０１４／０４５９６６号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　近年、無線通信装置において、１００ＧＨｚを超える、いわゆるサブテラヘルツの周波数帯域における通信の開発が進められている。サブテラヘルツの周波数帯域を用いるとスペクトル帯域幅を広げることができるため、たとえば１００Ｇｂｐｓ以上の大容量かつ高速通信が可能となる。

[0005]　一方で、１００ＧＨｚを超える周波数帯域の信号の場合、放射素子が配置される誘電体基板の表面に生じる表面波の影響が大きくなる傾向にある。パッチアンテナの場合、素子中心からオフセットした位置に給電点が設けられるため、放射素子から生じる電磁界に非対称性が生じる。上記のように表面波の影響が大きくなると、電磁界の非対称性が顕著になるので、放射される電波のビーム方向（指向性）に傾きが生じやすくなる。そうすると、所望の放射方向のアンテナゲインが低下し得る。

[0006]　本開示は、このような課題を解決するためになされたものであって、その

目的は、サブテラヘルツの周波数帯域に対応したアンテナモジュールの指向性を改善することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係るアンテナモジュールは、誘電体基板と、平板形状の第１放射素子と、接地電極と、第１給電配線と、平板形状の第１電極とを備える。誘電体基板は、互いに対向する第１主面および第２主面を有する。第１放射素子は、誘電体基板に配置されている。接地電極は、誘電体基板において、第１放射素子よりも第２主面側に、第１放射素子に対向して配置されている。第１給電配線は、第１放射素子の第１給電点に高周波信号を伝達する。第１電極は、第１給電配線に接続され、第１放射素子と接地電極との間に配置されている。第１給電点は、第１放射素子の中心から第１方向にオフセットした位置に配置されている。誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、第１電極は、第１方向に向かって第１放射素子から突出している。

発明の効果

[0008] 本開示に係るアンテナモジュールにおいては、放射素子に高周波信号を伝達する給電配線に、給電点のオフセット方向（第１方向）に延在する平板電極（第１電極）が接続されており、当該平板電極が放射素子から第１方向に突出している。これにより、放射素子から第１方向に広がる電気力線の一部は、上記平板電極を介して接地電極に至る。そのため、放射素子から第１方向に広がる電気力線は、平板電極がない場合に比べて、放射素子に近い位置において接地電極と結合する。これにより、放射素子から第１方向への電気力線の広がりが抑制されるので、第１方向へのビームの傾きが低減される。したがって、アンテナモジュールの指向性を改善することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態１に係るアンテナモジュールが適用される通信装置の全体構成図である。

[図2]実施の形態１に係るアンテナモジュールの内部構造を示す斜視図である。

[図3]図２のアンテナモジュールの平面図および側面透過図である。

[図4]実施の形態１および比較例のアンテナモジュールの電磁界分布およびアンテナゲインの一例を示す図である。

[図5]補助電極の幅を変更したときのアンテナゲインを説明するための図である。

[図6]実施の形態２に係るアンテナモジュールの側面透過図である。

[図7]実施の形態３に係るアンテナモジュールの側面透過図である。

[図8]実施の形態４に係るアンテナモジュールの斜視図である。

[図9]実施の形態５に係るアンテナモジュールの斜視図である。

[図10]実施の形態６に係るアンテナモジュールの平面図である。

[図11]変形例１のアンテナモジュールの平面図である。

[図12]変形例２のアンテナモジュールの平面図である。

[図13]実施の形態７に係るアンテナモジュールの平面図である。

[図14]実施の形態８に係るアンテナモジュールの側面透過図である。

[図15]実施の形態９に係るアンテナモジュールの斜視図である。

[図16]実施の形態１０に係るアンテナモジュールの側面透過図である。

[図17]実施の形態１１に係るアンテナモジュールの側面透過図である。

[図18]実施の形態１２に係るアンテナモジュールの側面透過図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0011] ［実施の形態１］

（通信装置の基本構成）

図１は、本実施の形態に係る通信装置１０のブロック図の一例である。通信装置１０は、たとえば、携帯電話、スマートフォンあるいはタブレットなどの携帯端末、通信機能を備えたパーソナルコンピュータ、または基地局などである。本実施の形態に係るアンテナモジュール１００に用いられる電波

の周波数帯域は、１００ＧＨｚを超える、いわゆるサブテラヘルツの周波数帯域の電波である。

[0012] 図１を参照して、通信装置１０は、アンテナモジュール１００と、ベースバンド信号処理回路を構成するＢＢＩＣ２００とを備える。アンテナモジュール１００は、給電回路の一例であるＲＦＩＣ１１０と、アンテナ装置１２０とを備える。通信装置１０は、ＢＢＩＣ２００からアンテナモジュール１００へ伝達された信号を高周波信号にアップコンバートしてアンテナ装置１２０から放射するとともに、アンテナ装置１２０で受信した高周波信号をダウンコンバートしてＢＢＩＣ２００にて信号を処理する。

[0013] 図１では、説明を容易にするために、アンテナ装置１２０を構成する複数の放射素子１２１のうち、４つの放射素子１２１に対応する構成のみ示され、同様の構成を有する他の放射素子１２１に対応する構成については省略されている。なお、図１においては、アンテナ装置１２０が二次元のアレイ状に配置された複数の放射素子１２１で形成される例を示しているが、放射素子１２１は必ずしも複数である必要はなく、１つの放射素子１２１でアンテナ装置１２０が形成される場合であってもよい。また、複数の放射素子１２１が一列に配置された一次元アレイであってもよい。実施の形態１においては、放射素子１２１は、略正方形の平板状を有するパッチアンテナを例として説明するが、放射素子１２１の形状は円形、楕円形、あるいは、六角形のような他の多角形であってもよい。

[0014] ＲＦＩＣ１１０は、スイッチ１１１Ａ～１１１Ｄ，１１３Ａ～１１３Ｄ，１１７と、パワーアンプ１１２ＡＴ～１１２ＤＴと、ローノイズアンプ１１２ＡＲ～１１２ＤＲと、減衰器１１４Ａ～１１４Ｄと、移相器１１５Ａ～１１５Ｄと、信号合成／分波器１１６と、ミキサ１１８と、増幅回路１１９とを備える。

[0015] 高周波信号を送信する場合には、スイッチ１１１Ａ～１１１Ｄ，１１３Ａ～１１３ＤがパワーアンプＡＴ～１１２ＤＴ側へ切換えられるとともに、スイッチ１１７が増幅回路１１９の送信側アンプに接続される。高周波

信号を受信する場合には、スイッチ１１１Ａ～１１１Ｄ，１１３Ａ～１１３Ｄがローノイズアンプ１１２ＡＲ～１１２ＤＲ側へ切換えられるとともに、スイッチ１１７が増幅回路１１９の受信側アンプに接続される。

[0016] ＢＢＩＣ２００から伝達された信号は、増幅回路１１９で増幅され、ミキサ１１８でアップコンバートされる。アップコンバートされた高周波信号である送信信号は、信号合成／分波器１１６で４分波され、４つの信号経路を通過して、それぞれ異なる放射素子１２１に給電される。このとき、各信号経路に配置された移相器１１５Ａ～１１５Ｄの移相度が個別に調整されることにより、アンテナ装置１２０の指向性を調整することができる。また、減衰器１１４Ａ～１１４Ｄは送信信号の強度を調整する。

[0017] 各放射素子１２１で受信された高周波信号である受信信号は、それぞれ、異なる４つの信号経路を経由し、信号合成／分波器１１６で合波される。合波された受信信号は、ミキサ１１８でダウンコンバートされ、増幅回路１１９で増幅されてＢＢＩＣ２００へ伝達される。

[0018] ＲＦＩＣ１１０は、例えば、上記回路構成を含む１チップの集積回路部品として形成される。あるいは、ＲＦＩＣ１１０における各放射素子１２１に対応する機器（スイッチ、パワーアンプ、ローノイズアンプ、減衰器、移相器）については、対応する放射素子１２１毎に１チップの集積回路部品として形成されてもよい。

[0019] （アンテナモジュールの構成）

次に図２および図３を用いて、実施の形態１におけるアンテナモジュール１００の構成の詳細を説明する。図２は、アンテナモジュール１００の内部構造を示す斜視図である。図３は、アンテナモジュール１００の平面図（上図（Ａ））および側面透過図（下図（Ｂ））である。

[0020] 図２および図３を参照して、アンテナモジュール１００は、放射素子１２１およびＲＦＩＣ１１０に加えて、誘電体基板１３０と、接地電極ＧＮＤと、給電配線１４０と、補助電極１５０とを含む。なお、図２および以降の斜視図においては、内部構造を説明するために、各素子が配置される誘電体基

板１３０の誘電体が省略されている。

[0021] 誘電体基板１３０は、互いに対向する矩形形状の２つの主面１３１，１３２を含む略直方体の形状を有している。なお、以降の説明においては、誘電体基板１３０の主面１３１，１３２の法線方向をＺ軸方向とする。誘電体基板１３０の各主面の一方の辺に沿った方向をＸ軸方向とし、他方の辺に沿った方向をＹ軸方向とする。また、各図において、Ｚ軸の正方向を上方側、負方向を下方側とも称する場合がある。

[0022] 誘電体基板１３０は、たとえば、低温同時焼成セラミックス（ＬＴＣＣ：Low Temperature Co-fired Ceramics）多層基板、エポキシ、ポリイミドなど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ー（Liquid Crystal Polymer：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、ＰＥＴ（Polyethylene Terephthalate）材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、あるいは、ＬＴＣＣ以外のセラミックス多層基板である。なお、誘電体基板１３０は必ずしも多層構造でなくてもよく、単層の基板であってもよい。

[0023] 誘電体基板１３０は、法線方向（Ｚ軸方向）から平面視すると矩形形状を有している。誘電体基板１３０の上面側の主面１３１に近い位置に放射素子１２１が配置されている。放射素子１２１は、誘電体基板１３０の表面に露出する態様で配置されてもよいし、図３の例のように誘電体基板１３０の内層に配置されてもよい。

[0024] 誘電体基板１３０において、放射素子１２１よりも主面１３２側に、放射素子１２１に対向して接地電極ＧＮＤが全面にわたって配置されている。また、誘電体基板１３０の主面１３２には、はんだバンプ１６０を介してＲＦＩＣ１１０が実装されている。なお、ＲＦＩＣ１１０は、はんだ接続に代えて、多極コネクタを用いて誘電体基板１３０に接続されてもよい。

[0025] 放射素子１２１の給電点ＳＰ１には、給電配線１４０を介して、ＲＦＩＣ

１１０から高周波信号が供給される。給電配線１４０は、はんだバンプ１６０からＸ軸方向に延在する配線パターン１４１と、当該配線パターン１４１の端部からＺ軸方向に延在するビア１４２とを含む。ビア１４２は、接地電極ＧＮＤを貫通して、放射素子１２１の給電点ＳＰ１に接続される。給電点ＳＰ１は放射素子１２１の中心からＸ軸の負方向（第１方向）にオフセットしている。給電点ＳＰ１に高周波信号を供給することによって、放射素子１２１からは、Ｘ軸方向を偏波方向とする電波がＺ軸方向に放射される。

[0026] 補助電極１５０は、矩形形状を有する平板電極である。補助電極１５０は、給電配線１４０のビア１４２に接続されており、放射素子１２１と接地電極ＧＮＤとの間に配置されている。誘電体基板１３０の法線方向から平面視した場合に、補助電極１５０は、ビア１４２との接続点からＸ軸の負方向に延在しており、放射素子１２１の端部からＸ軸の負方向に突出している。

[0027] （指向性）

次に、図４を用いて、アンテナモジュールの指向性および補助電極１５０の機能について説明する。図４においては、実施の形態１のアンテナモジュール１００および比較例のアンテナモジュール１００Ｘについての、ＺＸ平面における電磁界分布（上段）およびアンテナゲイン（下段）の一例が示されている。なお、アンテナモジュール１００Ｘにおいては、アンテナモジュール１００における補助電極１５０が設けられていない。

[0028] 一般的に、パッチアンテナを有するアンテナモジュールにおいて、給電配線１４０を介して放射素子１２１に高周波信号を供給すると、フリンジング効果によって放射素子１２１と接地電極ＧＮＤとの間で電磁界結合が生じる。このとき、高周波信号として１００ＧＨｚを超えるサブテラヘルツの周波数帯域の信号が供給されると、誘電体基板１３０の表面に生じる表面波の影響が大きくなり、放射素子１２１の表面に沿った方向（すなわち、偏波方向）に電気力線が広がりやすくなる。特に、パッチアンテナのように給電点がオフセットした非対称の構成においては、図４の比較例に示されるように、Ｘ軸の正方向に生じる電気力線（矢印ＡＲ１２）に比べて、給電点に近いＸ

軸の負方向に生じる電気力線（矢印ＡＲ１１）の方が、放射素子１２１からより遠い位置において接地電極ＧＮＤと結合する。

[0029] そうすると、放射素子１２１から放射される電波によって生じる電磁界分布は、矢印ＡＲ１３のように、Ｚ軸方向（すなわち、放射素子１２１の法線方向）からＸ軸の負方向に傾いた分布になる。これによって、放射素子１２１によって生じるビームパターンもＺ軸方向からＸ軸の負方向に傾き（矢印ＡＲ１４）、指向性が悪化し得る。

[0030] 一方で、実施の形態１のアンテナモジュール１００においては、放射素子１２１のＸ軸の負方向の端部から生じる電気力線は、給電配線１４０のビア１４２に接続された補助電極１５０を介して接地電極ＧＮＤへと導かれる（矢印ＡＲ２１，ＡＲ２２）。これにより、比較例のアンテナモジュール１００Ｘに比べて、放射素子１２１に近い位置で、放射素子１２１と接地電極ＧＮＤとが結合する。そのため、補助電極１５０の寸法および位置を適切に調整することによって、Ｘ軸の正方向の端部から生じる電気力線（矢印ＡＲ２３）と同等の距離で、放射素子１２１と接地電極ＧＮＤとを結合させることができる。そうすると、図４の矢印ＡＲ２４のように、放射素子１２１から放射される電波によって生じる電磁界分布の傾きが緩和され、ビームパターンもＺ軸方向に沿った方向になる（矢印ＡＲ２５）。したがって、サブテラヘルツの周波数帯域の信号を用いる場合においても、補助電極１５０を配置することによって、アンテナモジュールの指向性を改善することができる。

[0031] 補助電極１５０を上記のように機能させるためには、補助電極１５０の寸法および配置を適切に設定することが必要となる。

[0032] たとえば、放射素子１２１からの補助電極１５０の突出量Ｌ２は、放射素子１２１のＸ軸方向の寸法Ｌ１の１／２以下となるように設定することが望ましい（Ｌ２／Ｌ１≦１／２）。補助電極１５０の突出量Ｌ２があまりに大きいと、補助電極１５０から生じる電気力線の接地電極ＧＮＤとの結合位置が放射素子１２１から遠くなる。そのため、結果的に補助電極１５０の効果がなくなってしまう。一方で、突出しない構成では、上述のような電気力線

の誘導効果は生じない。

[0033] 補助電極１５０のＹ軸方向（第２方向）の寸法Ｌ３（すなわち、幅）は、放射素子１２１の寸法Ｌ１の１／１０以上、かつ、２／３以下となるように設定することが望ましい（１／１０≦Ｌ２／Ｌ１≦２／３）。補助電極１５０の幅が狭すぎると、放射素子１２１からの電気力線を十分に受けることができないため、補助電極１５０による電気力線の誘導効果が発揮できず、結果的にビームパターンを修正することができなくなる。

[0034] 一方、補助電極１５０の幅が放射素子１２１に近づくと、補助電極１５０自体が共振して、放射素子１２１の一部として機能してしまう。これにより、ビームパターンの修正効果が得られなくなったり、アンテナとして正常に動作できなくなったりする場合がある。

[0035] 図５は、補助電極１５０の幅を変更した場合のアンテナゲインの変化を示した図である。図５の例では、放射素子１２１の寸法Ｌ１が５３０μｍの場合に、補助電極１５０の幅Ｌ３が１５０μｍ，３５０μｍ，４００μｍの時のアンテナゲインが示されている。幅Ｌ３が１５０μｍの場合は放射素子１２１の寸法Ｌ１の約１／５に対応し、幅Ｌ３が３５０μｍの場合は放射素子１２１の寸法Ｌ１の約２／３に対応する。幅Ｌ３が３５０μｍの場合は、放射素子１２１の寸法Ｌ１の２／３超えの寸法になる。

[0036] 図５に示されるように、補助電極１５０の幅Ｌ３が放射素子１２１の寸法Ｌ１の２／３よりも大きくなると、ビームパターンが左右方向に分かれてしまい、Ｚ軸方向のアンテナゲインが極端に低くなっている。すなわち、アンテナとして正常に動作しなくなっている。

[0037] また、ビア１４２における補助電極１５０の接続位置については、所定の範囲内とすることが必要である。Ｚ軸方向における補助電極１５０と接地電極ＧＮＤとの距離をＨ２とすると、補助電極１５０は、当該距離Ｈ２が放射素子１２１と接地電極ＧＮＤとの距離Ｈ１の１／３以上、かつ、２／３以下となる位置に配置することが望ましい。距離Ｈ２が小さすぎると、補助電極１５０が接地電極ＧＮＤと近接してしまい、結果的に接地電極ＧＮＤと直接

結合する場合と同等になってしまうため、電気力線の誘導効果がなくなってしまう。一方、距離Ｈ２が大きすぎると、補助電極１５０が放射素子１２１に近接して、補助電極１５０が放射素子１２１の一部として機能してしまうため、ビームパターンの修正効果が得られなくなる。

[0038] したがって、補助電極１５０の寸法および配置を、上記のような範囲内で調整することによって、アンテナモジュールの指向性を改善することが可能となる。

[0039] 以上のように、パッチアンテナの給電点に高周波信号を伝達する給電配線のビア部分に、所定の寸法の補助電極を、放射素子から突出するように配置することによって、サブテラヘルツの周波数帯域の高周波信号を用いる場合の、アンテナモジュールの指向性を改善することができる。

[0040] 実施の形態１における「放射素子１２１」は、本開示における「第１放射素子」に対応する。実施の形態１における「主面１３１」および「主面１３２」は、本開示における「第１主面」および「第２主面」にそれぞれ対応する。実施の形態１における「給電配線１４０」は、本開示における「第１給電配線」に対応する。実施の形態１における「補助電極１５０」は、本開示における「第１電極」に対応する。

[0041] ［実施の形態２］

実施の形態２においては、複数の補助電極が配置される構成について説明する。図６は、実施の形態２に係るアンテナモジュール１００Ａの側面透過図である。アンテナモジュール１００Ａは、実施の形態１のアンテナモジュール１００の構成に加えて、補助電極１５１をさらに含んでいる。図６において、アンテナモジュール１００と重複する要素の説明は繰り返さない。

[0042] 図６を参照して、補助電極１５１は、補助電極１５０と同様に、給電配線１４０のビア１４２に接続された平板電極である。補助電極１５１は、誘電体基板１３０の法線方向において、補助電極１５０と接地電極ＧＮＤとの間に配置されている。補助電極１５１のＸ軸方向の寸法は、補助電極１５０のＸ軸方向に寸法よりも長い。そのため、補助電極１５１は、補助電極１５０

よりもＸ軸の負方向に突出している。

[0043] このような構成によって、放射素子１２１で生じた電気力線を、補助電極１５０および補助電極１５１を介して接地電極ＧＮＤに確実に誘導することができる。そのため、アンテナモジュールの指向性の改善の安定度を高めることができる。

[0044] なお、図６には示されていないが、補助電極１５１のＹ軸方向の寸法は、補助電極１５０のＹ軸方向の寸法以上であることが望ましい。補助電極１５１の方が補助電極１５０よりも幅が狭いと、補助電極１５０から生じる電気力線を補助電極１５１で十分に受けることができなくなり得る。また、実施の形態１で説明したように、補助電極１５１の幅を放射素子１２１の寸法Ｌ１の２／３以下とすることが望ましい。

[0045] 実施の形態２における「補助電極１５１」は、本開示における「第２電極」に対応する。

[0046] ［実施の形態３］

実施の形態３においては、補助電極が複数の電極で形成される構成について説明する。図７は、実施の形態３に係るアンテナモジュール１００Ｂの側面透過図である。アンテナモジュール１００Ｂは、実施の形態１のアンテナモジュール１００の構成に加えて、補助電極１５２およびビアＶ１をさらに含んでいる。図７において、アンテナモジュール１００と重複する要素の説明は繰り返さない。

[0047] 図７を参照して、アンテナモジュール１００Ｂにおいては、補助電極１５０におけるＸ軸の負方向の端部付近にビアＶ１が接続されている。ビアＶ１は、補助電極１５０からＺ軸の負方向、すなわち接地電極ＧＮＤに向かう方向に延在している。そして、ビアＶ１の下方側の端部に補助電極１５２が接続されている。

[0048] 補助電極１５２は、たとえば矩形形状を有する平板形状の電極であり、ビアＶ１との接続部分からＸ軸の負方向に延在している。そして、補助電極１５２は、補助電極１５０よりもＸ軸の負方向に突出している。

[0049] このような構成とすることによって、補助電極１５１で受けた放射素子１２１からの電気力線を、補助電極１５２から接地電極ＧＮＤへと誘導することができる。

[0050] アンテナモジュール１００Ｂにおいても、実施の形態２のアンテナモジュール１００Ａと同様に、放射素子１２１からの電気力線を接地電極ＧＮＤまで複数段で確実に誘導することができるので、アンテナモジュールの指向性の改善の安定度を高めることができる。

[0051] なお、実施の形態２のアンテナモジュール１００Ａと比較した場合、アンテナモジュール１００Ｂは、補助電極１５０にビアＶ１を介して補助電極１５２が接続されており、補助電極１５０および補助電極１５２が一体となって１つの補助電極として機能する。そのため、電界の緩やかな調整が行ないやすく、微調整を行なう場合に適している。

[0052] また、補助電極１５２は、放射素子１２１と接地電極ＧＮＤとの間の層に配置されているため、アンテナの動作に対して少なからず影響を及ぼす可能性がある。補助電極１５２は、アンテナモジュール１００Ａにおける補助電極１５１に比べて電極サイズが小さいため、補助電極１５１に比べてアンテナの動作への影響を小さくすることができる。

[0053] 一方で、実施の形態２のアンテナモジュール１００Ａの場合、補助電極１５０と補助電極１５１が独立しているため、実施の形態３のアンテナモジュール１００Ｂよりも、電界の変化を大きく設定することができる。すなわち、アンテナモジュール１００Ａの構成は、電界の粗調整を行なう場合に適している。

[0054] アンテナモジュール１００Ａおよびアンテナモジュール１００Ｂの構成を採用するかは、所望の要求仕様および変動させる電界の大きさに応じて適宜選択される。

[0055] 実施の形態３における「補助電極１５２」は、本開示における「第３電極」に対応する。実施の形態３における「ビアＶ１」は、本開示における「第１ビア」に対応する。

[0056] ［実施の形態４］

実施の形態４においては、補助電極の形状の変形例について説明する。図８は、実施の形態４に係るアンテナモジュール１００Ｃの斜視図である。アンテナモジュール１００Ｃは、実施の形態１のアンテナモジュール１００における補助電極１５０に代えて、補助電極１５０Ａを含んでいる。図８において、アンテナモジュール１００と重複する要素の説明は繰り返さない。

[0057] 図８を参照して、アンテナモジュール１００Ｃにおける補助電極１５０Ａは、Ｚ軸方向から平面視した場合に略Ｔ字形状を有する平板電極である。誘電体基板１３０の法線方向から平面視した場合に、補助電極１５０Ａにおいて放射素子１２１から突出した部分（第１部分）のＹ軸方向の寸法は、補助電極１５０Ａと放射素子１２１とが重なる部分（第２部分）のＹ軸方向の寸法よりも大きい。

[0058] 補助電極１５０Ａと放射素子１２１との重複面積が大きくなると、放射素子１２１と給電配線１４０との間のインピーダンスへの影響が増加し得る。そのため、放射素子１２１と重なる部分の補助電極１５０Ａの寸法を小さくすることによって、補助電極１５０Ａの追加に伴うインピーダンスのミスマッチの影響を低減することができる。

[0059] また、放射素子１２１から突出した部分については、アンテナモジュール１００における補助電極１５０と同様の寸法範囲に設定することによって、サブテラヘルツの周波数帯域の高周波信号を用いる場合の、アンテナモジュールの指向性を改善することができる。

[0060] ［実施の形態５］

実施の形態５においては、放射素子の一方端が接地されたパッチアンテナに、補助電極を配置した構成について説明する。図９は、実施の形態５に係るアンテナモジュール１００Ｄの斜視図である。アンテナモジュール１００Ｄは、実施の形態１のアンテナモジュール１００における放射素子１２１に代えて、放射素子１２２を含んでいる。図９において、アンテナモジュール１００と重複する要素の説明は繰り返さない。

[0061] 図９を参照して、放射素子１２２は、放射素子１２１と同様に平板電極であるが、Ｘ軸方向の寸法が放射素子１２１の約１／２のサイズとなっている。そして、給電点ＳＰ１から遠い方の端部が接地電極ＧＮＤに接続されている。すなわち、放射素子１２２は、偏波方向の寸法が１／４波長の長さに設定された、いわゆるハーフパッチアンテナである。そして、放射素子１２２に高周波信号を伝達する給電配線１４０のビア１４２に、補助電極１５０が接続されている。

[0062] 放射素子１２２においても、開放端とされているＸ軸の負方向の端部から接地電極ＧＮＤに向かって電気力線が生じる。そのため、補助電極１５０を設けることによって、放射素子１２２から生じる電気力線を、補助電極１５０を介して接地電極ＧＮＤへと誘導することができる。これにより、サブテラヘルツの周波数帯域の高周波信号を用いる場合の表面波の影響を抑制して、アンテナモジュールの指向性を改善することができる。

[0063] 実施の形態５における「放射素子１２２」は、本開示における「第１放射素子」に対応する。

[0064] ［実施の形態６］

実施の形態６および変形例１，２においては、放射素子の素子形状のバリエーションについて説明する。

[0065] 図１０は、実施の形態６に係るアンテナモジュール１００Ｅの平面図である。アンテナモジュール１００Ｅは、実施の形態１のアンテナモジュール１００における放射素子１２１に代えて、放射素子１２１Ａを含んでいる。

[0066] 放射素子１２１Ａは、誘電体基板１３０の法線方向から平面視した場合に略円形形状を有している。そして、放射素子１２１Ａの中心からＸ軸の負方向にオフセットした位置に給電点ＳＰ１が配置されており、給電点ＳＰ１に高周波信号を供給する給電配線１４０に補助電極１５０が接続されている。補助電極１５０は、放射素子１２１ＡからＸ軸の負方向に突出している。

[0067] このような円形形状の放射素子を有するパッチアンテナの場合にも、給電配線のビアに補助電極を設けることによって、アンテナモジュールの指向性

を改善することができる。

[0068] 実施の形態６における「放射素子１２１Ａ」は、本開示における「第１放射素子」に対応する。

[0069] （変形例１）

図１１は、変形例１のアンテナモジュール１００Ｆの平面図である。アンテナモジュール１００Ｆは、実施の形態１のアンテナモジュール１００における放射素子１２１に代えて、放射素子１２１Ｂを含んでいる。

[0070] 放射素子１２１Ｂは、誘電体基板１３０の法線方向から平面視した場合に、Ｘ軸方向およびＹ軸方向に沿って突出した突出部を有する略十字形状を有している。言い換えれば、放射素子１２１Ｂは、アンテナモジュール１００における略正方形の放射素子１２１の４つの角部に切欠部が形成された構成となっている。

[0071] 給電点ＳＰ１は、Ｘ軸の負方向に突出した突出部に配置されている。そして、給電点ＳＰ１に高周波信号を供給する給電配線１４０に補助電極１５０が接続されている。補助電極１５０は、放射素子１２１ＢからＸ軸の負方向に突出している。

[0072] このような十字形状の放射素子を有するパッチアンテナの場合にも、給電配線のビアに補助電極を設けることによって、アンテナモジュールの指向性を改善することができる。さらに、放射素子に切欠部を形成することによって、補助電極を配置することに伴うインピーダンスのミスマッチを調整することができる。

[0073] 変形例１における「放射素子１２１Ｂ」は、本開示における「第１放射素子」に対応する。

[0074] （変形例２）

図１２は、変形例２のアンテナモジュール１００Ｇの平面図である。アンテナモジュール１００Ｇは、実施の形態１のアンテナモジュール１００における放射素子１２１に代えて、放射素子１２１Ｃを含んでいる。

[0075] 放射素子１２１Ｃは、誘電体基板１３０の法線方向から平面視した場合に

、変形例１の放射素子１２１Ｂと同様にＸ軸方向およびＹ軸方向に沿って突出した突出部を有する略十字形状を有している。しかしながら、放射素子１２１Ｃにおいては、各突出部が、素子の中心に向かって幅が狭くなるテーパ形状となっている。

[0076] そして、Ｘ軸の負方向に突出した突出部に配置されている給電点ＳＰ１に、高周波信号を供給する給電配線１４０に補助電極１５０が接続されている。補助電極１５０は、放射素子１２１ＢからＸ軸の負方向に突出している。

[0077] このような十字形状の放射素子を有するパッチアンテナの場合にも、給電配線のビアに補助電極を設けることによって、アンテナモジュールの指向性を改善することができる。さらに、素子形状をテーパ形状とすることによって、放射素子の複数の長さの部分で共振が生じ、異なる周波数で放射素子が動作し得る。そのため、放射素子１２１Ｃのような形状とすることによって、アンテナモジュール１００における矩形形状の放射素子１２１よりも広帯域化することができる。

[0078] 変形例２における「放射素子１２１Ｃ」は、本開示における「第１放射素子」に対応する。

[0079] ［実施の形態７］

実施の形態７においては、異なる２つの偏波方向に電波を放射可能な、いわゆるデュアル偏波タイプのアンテナモジュールに、本開示の特徴を適用した構成について説明する。

[0080] 図１３は、実施の形態７に係るアンテナモジュール１００Ｈの平面図である。アンテナモジュール１００Ｈは、実施の形態１のアンテナモジュール１００の構成に加えて、給電配線１４３および補助電極１５３をさらに含む。図１３において、アンテナモジュール１００と重複する要素の説明は繰り返さない。

[0081] 給電配線１４３は、放射素子１２１の中心からＹ軸の正方向にオフセットした位置に配置された給電点ＳＰ２において、放射素子１２１に接続されている。給電配線１４３を介して放射素子１２１に高周波信号を供給すること

によって、Ｙ軸方向を偏波方向とする電波がＺ軸の正方向に放射される。

[0082] 補助電極１５３は、給電配線１４３に接続された平板電極である。補助電極１５３は、補助電極１５１と同様に、給電配線１４３における放射素子１２１と接地電極ＧＮＤとの間に配置されている。補助電極１５３は、給電配線１４３との接続点からＹ軸の正方向に延在しており、放射素子１２１からＹ軸の正方向に向かって突出している。

[0083] このような構成とすることによって、Ｘ軸方向を偏波方向とする電波に加えて、Ｙ軸方向を偏波方向とする電波についても指向性を改善することができる。

[0084] 実施の形態７における「給電配線１４３」は、本開示における「第２給電配線」に対応する。実施の形態７における「補助電極１５３」は、本開示における「第４電極」に対応する。実施の形態７における「Ｙ軸方向」は、本開示における「第３方向」に対応する。

[0085] ［実施の形態８］

実施の形態８においては、異なる２つの周波数帯域の電波を放射可能な、いわゆるデュアルバンドタイプのアンテナモジュールに、本開示の特徴を適用した構成について説明する。

[0086] 図１４は、実施の形態８に係るアンテナモジュール１００Ｉの側面透過図である。アンテナモジュール１００Ｉは、実施の形態１のアンテナモジュール１００の構成に加えて、放射素子１２５、給電配線１４５および補助電極１５５をさらに含んでいる。図１４において、アンテナモジュール１００と重複する要素の説明は繰り返さない。

[0087] 図１４を参照して、放射素子１２５は、誘電体基板１３０内において、補助電極１５０と接地電極ＧＮＤとの間に、放射素子１２１および接地電極ＧＮＤに対向して配置されている。図１４には示されていないが、放射素子１２５は、誘電体基板１３０の法線方向から平面視した場合に略正方形の形状を有しており、放射素子１２１の中心と放射素子１２５の中心とが重なるように配置されている。

[0088] 放射素子１２５のサイズは、放射素子１２１のサイズよりも大きい。そのため、放射素子１２５から放射される電波の周波数は、放射素子１２１から放射される電波の周波数よりも低い。

[0089] 放射素子１２５の給電点ＳＰ３には、給電配線１４５を介して、ＲＦＩＣ１１０から高周波信号が供給される。給電配線１４５は、はんだバンプ１６０からＸ軸方向に延在する配線パターン１４６と、当該配線パターン１４６の端部からＺ軸方向に延在するビア１４７とを含む。ビア１４７は、接地電極ＧＮＤを貫通して、放射素子１２５の給電点ＳＰ３に接続される。給電点ＳＰ３は放射素子１２５の中心からＸ軸の正方向（第４方向）にオフセットしている。放射素子１２５からは、Ｘ軸方向を偏波方向とする電波がＺ軸方向に放射される。

[0090] 補助電極１５５は、矩形形状を有する平板電極である。補助電極１５５は、給電配線１４５のビア１４７に接続されている。補助電極１５５は、ビア１４７との接続点からＸ軸の正方向に延在しており、放射素子１２５の端部からＸ軸の正方向に向かって突出している。

[0091] このような構成によって、放射素子１２１から放射される電波に加えて、放射素子１２５から放射される電波についての指向性も改善することができる。

[0092] 実施の形態８における「放射素子１２５」は、本開示における「第２放射素子」に対応する。実施の形態８における「給電配線１４５」は、本開示における「第３給電配線」に対応する。実施の形態８における「補助電極１５５」は、本開示における「第５電極」に対応する。

[0093] ［実施の形態９］

実施の形態９においては、表面波の影響を低減するための接地部材を放射素子の周囲に配置する構成について説明する。

[0094] 図１５は、実施の形態９に係るアンテナモジュール１００Ｊの斜視図である。アンテナモジュール１００Ｊは、実施の形態１のアンテナモジュール１００の構成に加えて、接地部材１７０をさらに含む。図１５において、アン

テナモジュール１００と重複する要素の説明は繰り返さない。

[0095] 図１５に示されたアンテナモジュール１００Ｊの例においては、接地部材１７０は、誘電体基板１３０の法線方向から平面視した場合に、放射素子１２１の周囲に、放射素子１２１を取り囲むように配置された壁状の平板電極である。接地部材１７０の下方側の端部は接地電極ＧＮＤに接続されており、接地部材１７０の上方側の端部は誘電体基板１３０の主面１３１まで続いている。

[0096] なお、接地部材１７０は、図１５のような平板電極に限られない。たとえば、接地部材１７０は、放射素子１２１を取り囲むように複数のビアを配置した構成であってもよい。

[0097] このような接地部材１７０を配置することによって、接地部材１７０が設けられない場合に比べて、誘電体基板１３０の表面を伝播する表面波の広がりを抑制することができる。これにより、補助電極１５０の小型化を行なうこともできる。

[0098] ［実施の形態１０］

実施の形態１０においては、放射素子における給電点とは反対の方向にも補助電極を設ける構成について説明する。

[0099] 図１６は、実施の形態１０に係るアンテナモジュール１００Ｋの側面透過図である。アンテナモジュール１００Ｋは、実施の形態１のアンテナモジュール１００の構成に加えて、補助電極１５４およびビアＶ２をさらに含む。図１６において、アンテナモジュール１００と重複する要素の説明は繰り返さない。

[0100] ビアＶ２は、放射素子１２１の中心に対して給電点ＳＰ１とは反対側（Ｘ軸の正方向）にオフセットした位置において、放射素子１２１に接続されている。ビアＶ２は、放射素子１２１から接地電極ＧＮＤに向かう方向に延在している。ビアＶ２の下方側の端部には、補助電極１５４が接続されている。

[0101] 補助電極１５４は矩形形状の平板電極であり、放射素子１２１と接地電極

ＧＮＤとの間の層に配置されている。補助電極１５４は、ビアＶ２との接続位置からＸ軸の正方向（第５方向）に向かって延在している。そして、誘電体基板１３０の法線方向から平面視した場合に、放射素子１２１の端部からＸ軸の正方向に向かって突出している。この補助電極１５４によって、放射素子１２１のＸ軸の正方向の端部から生じる電気力線の一部は、補助電極１５４を経由して接地電極ＧＮＤに至る。

[0102] 要求される仕様によっては、放射素子１２１のＸ軸の正方向の端部から生じる電気力線についても、より放射素子１２１に近い位置で接地電極ＧＮＤと結合することが必要となる場合がある。このような場合には、補助電極１５０の反対方向に補助電極１５４を配置することよって、補助電極１５４がない場合と比べて、より放射素子１２１に近い位置に電気力線を誘導することができる。

[0103] そして、補助電極１５０および補助電極１５４の放射素子１２１からの突出量、接地電極ＧＮＤからの距離（高さ）、およびＹ軸方向の素子幅を適宜調整することによって、Ｘ軸の正方向および負方向に生じる電気力線のバランスを調整することができる。これにより、放射素子１２１から放射される電波についての指向性を改善することができる。

[0104] 実施の形態１０における「補助電極１５４」は、本開示における「第６電極」に対応する。実施の形態１０における「ビアＶ２」は、本開示における「第２ビア」に対応する。

[0105] ［実施の形態１１］

実施の形態１１においては、電波を集中させるための誘電体レンズを誘電体基板上に配置する構成について説明する。

[0106] 図１７は、実施の形態１１に係るアンテナモジュール１００Ｌの側面透過図である。アンテナモジュール１００Ｌは、実施の形態１のアンテナモジュール１００の構成に加えて、誘電体レンズ１８０をさらに含む。図１７において、アンテナモジュール１００と重複する要素の説明は繰り返さない。

[0107] 図１７を参照して、誘電体レンズ１８０は、Ｚ軸の正方向に突出する曲面

形状の凸部を有する誘電体である。誘電体レンズ１８０は、誘電体基板１３０の主面１３１に配置されており、誘電体基板１３０の法線方向から平面視した場合に、放射素子１２１を覆っている。誘電体レンズ１８０における凸部は、球面形状あるいは非球面形状に形成されており、当該曲面形状における誘電率差による電波の屈折を利用して特定の焦点位置に電波を集中させる機能を有する。

[0108] 誘電体レンズ１８０の誘電率を変更することによって、焦点位置を調整することができる。なお、誘電体レンズ１８０と誘電体基板１３０、および、誘電体レンズ１８０と空間（空気）との間の誘電率の差によって、界面での電波の反射が生じ得る。そのため、誘電率差の小さい材料を採用した場合には、界面で生じる反射損失を低減することができる。

[0109] 一方で、誘電体レンズ１８０の材料として相対的に誘電率の高い材料を用いた場合には、誘電体レンズ１８０内の実効波長が短くなるとともに、界面での屈折率が大きくなるため、相対的に低い誘電率の材料を用いた場合と比べて、小型化を図ることができる。

[0110] サブテラヘルツの周波数帯域の高周波信号は、低い周波数帯域の信号に比べてアンテナゲインを確保しにくい傾向にある。そのため、このような誘電体レンズ１８０を配置することによって、放射される電波を集中させてアンテナゲインを高めることができる。

[0111] このとき、放射素子１２１から放射される電波のビーム方向が誘電体基板１３０の法線方向から傾いていると、誘電体レンズ１８０によって所望の位置に電波を適切に集中させることが困難になり得る。そのため、補助電極１５０を配置してビーム方向を調整することによって、アンテナゲインの集中度を高めることができる。

[0112] ［実施の形態１２］

実施の形態１２においては、周波数帯域の調整のために、誘電体基板とは異なる誘電体を誘電体基板上に配置する構成について説明する。

[0113] 図１８は、実施の形態１２に係るアンテナモジュール１００Ｍの側面透過

図である。アンテナモジュール１００Ｍは、実施の形態１のアンテナモジュール１００の構成に加えて、誘電体基板１３０の主面１３１に配置された誘電体１９０をさらに含む。図１８において、アンテナモジュール１００と重複する要素の説明は繰り返さない。

[0114] 誘電体１９０は、誘電体基板１３０と異なる誘電率を有しており、主面１３１の全面にわたって配置されている。すなわち、誘電体基板１３０の法線方向から平面視した場合に、誘電体１９０は放射素子１２１を覆っている。

[0115] 誘電体基板１３０の表面を伝播する電界の表面波は、誘電体基板１３０を構成する誘電体の誘電率の影響を受ける。基板の誘電率が相対的に高い場合には、誘電率が低い場合に比べて表面波の広がりが大きくなる。

[0116] そのため、誘電体１９０として誘電体基板１３０の誘電率よりも高い誘電率を有する材料を用いることによって、表面波の広がりを大きくして、周波数帯域を拡大することができる。

[0117] 一方で、表面波の影響によって過度に周波数帯域が広くなり、所望のアンテナゲインを確保できない場合には、誘電体１９０として誘電体基板１３０の誘電率よりも低い誘電率を有する材料を用いることによって表面波の影響を低減させて、アンテナゲインを増加させることができる。

[0118] 誘電体１９０の誘電率は、要求される周波数帯域幅、アンテナゲイン、および、誘電体基板１３０に用いられる誘電体の誘電率等を考慮して適宜選択される。

[0119] この場合も、給電配線のビアに補助電極を設けることによって、アンテナモジュールの指向性を改善することができる。

[0120] ［態様］

上述した複数の例示的な実施形態は、以下の態様の具体例であることが当業者により理解される。

[0121] （第１項）一態様に係るアンテナモジュールは、誘電体基板と、平板形状の第１放射素子と、接地電極と、第１給電配線と、平板形状の第１電極とを備える。誘電体基板は、互いに対向する第１主面および第２主面を有する。

第１放射素子は、誘電体基板に配置されている。接地電極は、誘電体基板において、第１放射素子よりも第２主面側に、第１放射素子に対向して配置されている。第１給電配線は、第１放射素子の第１給電点に高周波信号を伝達する。第１電極は、第１給電配線に接続され、第１放射素子と接地電極との間に配置されている。第１給電点は、第１放射素子の中心から第１方向にオフセットした位置に配置されている。誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、第１電極は、第１方向に向かって第１放射素子から突出している。

[0122] （第２項）第１項に記載のアンテナモジュールにおいて、第１放射素子からの第１電極の突出量は、第１放射素子における第１方向の寸法の１／２以下である。

[0123] （第３項）第１項または第２項に記載のアンテナモジュールにおいて、第１電極は、誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、第１放射素子から突出した第１部分と、第１放射素子と重なる第２部分とを含む。第１電極の面に沿って第１方向と直交する方向を第２方向とした場合、第１部分の第２方向の寸法は、第１放射素子における第１方向の寸法の１／１０以上、かつ、２／３以下である。

[0124] （第４項）第３項に記載のアンテナモジュールの第１電極において、第１部分における第２方向の寸法は、第２部分における第２方向の寸法よりも大きい。

[0125] （第５項）第１項～第４項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、第１給電配線において、第１電極と接地電極との間に接続された第２電極をさらに備える。誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、第２電極は、第１方向に向かって、第１電極から突出している。

[0126] （第６項）第１項～第４項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、第１電極から接地電極に向かって延在する第１ビアと、第１ビアに接続された平板形状の第３電極とをさらに備える。誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、第３電極は、第１方向に向かって、第１電極から突出している。

[0127] （第７項）第１項～第６項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、第２給電配線と、平板形状の第４電極とをさらに備える。第２給電配線は、第１放射素子の中心から第３方向にオフセットした位置に配置された第２給電点に高周波信号を供給する。第４電極は、第２給電配線に接続されている。第３方向は、第１方向と交差している。第４電極は、第２給電配線における、第１放射素子と接地電極との間に接続されている。誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、第４電極は、第３方向に向かって第１放射素子から突出している。

[0128] （第８項）第１項～第６項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、第２放射素子と、第３給電配線と、第５電極とをさらに備える。第２放射素子は、第１電極と接地電極との間に配置され、誘電体基板の法線方向から平面視した場合に第１放射素子と重なる。第３給電配線は、第２放射素子の中心から第４方向にオフセットした位置に配置された第３給電点に高周波信号を伝達する。第５電極は、第３給電配線に接続され、第２放射素子と接地電極との間に配置されている。第２放射素子の寸法は、第１放射素子の寸法よりも大きい。誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、第５電極は、第４方向に向かって第２放射素子から突出している。

[0129] （第９項）第１項～第６項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、第２ビアと、平板形状の第６電極とをさらに備える。第２ビアは、第１放射素子の中心から第１方向とは反対側の第５方向にオフセットした位置において第１放射素子に接続されている。第６電極は、第２ビアに接続され、第１放射素子と接地電極との間に配置されている。誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、第６電極は、第５方向に向かって第１放射素子から突出している。

[0130] （第１０項）第１項～第９項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、第１放射素子の周囲に、第１放射素子を取り囲むように配置され、接地電極と電気的に接続された接地部材をさらに備える。

[0131] （第１１項）第１項～第１０項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、誘電体基板の第１主面において、誘電体基板の法線方向から平面視した場合に第１放射素子を覆うように配置された誘電体をさらに備える。誘電体の誘電率は、誘電体基板の誘電率とは異なっている。

[0132] （第１２項）第１項～第１０項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、誘電体基板の第１主面に配置され、法線方向に凸形状を有する誘電体レンズをさらに備える。誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、誘電体レンズは第１放射素子を覆っている。

[0133] （第１３項）第１項に記載のアンテナモジュールにおいて、誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、第１放射素子は略矩形形状である。

[0134] （第１４項）第１項に記載のアンテナモジュールにおいて、第１電極の面に沿って第１方向と直交する方向を第２方向とすると、誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、第１放射素子は、第１方向および第２方向に沿って突出した突出部を有する略十字形状である。

[0135] （第１５項）第１４項に記載のアンテナモジュールにおいて、第１電極において、突出部は、第１放射素子の中心方向に向かうにつれて幅が狭くなるテーパ形状を有している。

[0136] （第１６項）第１項に記載のアンテナモジュールにおいて、誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、第１放射素子は略円形形状である。

[0137] （第１７項）第１項に記載のアンテナモジュールにおいて、第１放射素子の中心から第１方向とは反対側の第１放射素子の端部は接地電極に接続されている。

[0138] （第１８項）第１項～第１７項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、平板形状の第３放射素子と、第４給電配線と、平板形状の第７電極とを備える。第３放射素子は、誘電体基板の法線方向から平面視した場合に第１放射素子に隣接して配置されるとともに、接地電極に対向して配置されている。第４給電配線は、第３放射素子の第４給電点に高周波信号を伝達する。第７電極は、第４給電配線に接続され、第３放射素子と接地電極との間に

配置されている。第４給電点は、第３放射素子の中心から第１方向にオフセットした位置に配置されている。誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、第７電極は、第１方向に向かって第３放射素子から突出している。

[0139] （第１９項）第１項～第１８項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、各放射素子に高周波信号を供給する給電回路をさらに備える。

[0140] （第２０項）一態様に係る通信装置は、第１項～第１９項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールを搭載している。

[0141] 今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0142] １０　通信装置、１００，１００Ａ～１００Ｍ，１００Ｘ　アンテナモジュール、１１０　ＲＦＩＣ、１１１Ａ～１１１Ｄ，１１３Ａ～１１３Ｄ，１１７　スイッチ、１１２ＡＲ～１１２ＤＲ　ローノイズアンプ、１１２ＡＴ～１１２ＤＴ　パワーアンプ、１１４Ａ～１１４Ｄ　減衰器、１１５Ａ～１１５Ｄ　移相器、１１６　信号合成／分波器、１１８　ミキサ、１１９　増幅回路、１２０　アンテナ装置、１２１，１２１Ａ～１２１Ｃ，１２２，１２５　放射素子、１３０　誘電体基板、１３１，１３２　主面、１４０，１４３，１４５　給電配線、１４１，１４６　配線パターン、１４２，１４７，Ｖ１，Ｖ２　ビア、１５１～１５５，１５０Ａ　補助電極、１６０　はんだバンプ、１７０　接地部材、１８０　誘電体レンズ、１９０　誘電体、２００　ＢＢＩＣ、ＧＮＤ　接地電極、ＳＰ１～ＳＰ３　給電点。

請求の範囲

[請求項1] 互いに対向する第１主面および第２主面を有する誘電体基板と、

前記誘電体基板に配置された平板形状の第１放射素子と、

前記誘電体基板において、前記第１放射素子よりも前記第２主面側に、前記第１放射素子に対向して配置された接地電極と、

前記第１放射素子の第１給電点に高周波信号を伝達する第１給電配線と、

前記第１給電配線に接続され、前記第１放射素子と前記接地電極との間に配置された平板形状の第１電極とを備え、

前記第１給電点は、前記第１放射素子の中心から第１方向にオフセットした位置に配置されており、

前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第１電極は、前記第１方向に向かって前記第１放射素子から突出している、アンテナモジュール。

[請求項2] 前記第１放射素子からの前記第１電極の突出量は、前記第１放射素子における前記第１方向の寸法の１／２以下である、請求項１に記載のアンテナモジュール。

[請求項3] 前記第１電極は、前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、

前記第１放射素子から突出した第１部分と、

前記第１放射素子と重なる第２部分とを含み、

前記第１電極の面に沿って前記第１方向と直交する方向を第２方向とした場合、前記第１部分の前記第２方向の寸法は、前記第１放射素子における前記第１方向の寸法の１／１０以上、かつ、２／３以下である、請求項１または請求項２に記載のアンテナモジュール。

[請求項4] 前記第１電極において、前記第１部分における前記第２方向の寸法は、前記第２部分における前記第２方向の寸法よりも大きい、請求項３に記載のアンテナモジュール。

[請求項5] 前記第１給電配線において、前記第１電極と前記接地電極との間に接続された第２電極をさらに備え、

前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第２電極は、前記第１方向に向かって、前記第１電極から突出している、請求項１～請求項４のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項6] 前記第１電極から前記接地電極に向かって延在する第１ビアと、

前記第１ビアに接続された平板形状の第３電極とをさらに備え、

前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第３電極は、前記第１方向に向かって、前記第１電極から突出している、請求項１～請求項４のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項7] 前記第１放射素子の中心から第３方向にオフセットした位置に配置された第２給電点に高周波信号を供給する第２給電配線と、

前記第２給電配線に接続された平板形状の第４電極とをさらに備え、

前記第３方向は、前記第１方向と交差しており、

前記第４電極は、前記第２給電配線における、前記第１放射素子と前記接地電極との間に接続されており、

前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第４電極は、前記第３方向に向かって前記第１放射素子から突出している、請求項１～請求項６のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項8] 前記第１電極と前記接地電極との間に配置され、前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に前記第１放射素子と重なる第２放射素子と、

前記第２放射素子の中心から第４方向にオフセットした位置に配置された第３給電点に高周波信号を伝達する第３給電配線と、

前記第３給電配線に接続され、前記第２放射素子と前記接地電極との間に配置された第５電極とをさらに備え、

前記第２放射素子の寸法は、前記第１放射素子の寸法よりも大きく

、

前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第５電極は、前記第４方向に向かって前記第２放射素子から突出している、請求項１～請求項６のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項9] 前記第１放射素子の中心から前記第１方向とは反対側の第５方向にオフセットした位置において前記第１放射素子に接続された第２ビアと、

前記第２ビアに接続され、前記第１放射素子と前記接地電極との間に配置された平板形状の第６電極とをさらに備え、

前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第６電極は、前記第５方向に向かって前記第１放射素子から突出している、請求項１～請求項６のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項10] 前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第１放射素子の周囲に、前記第１放射素子を取り囲むように配置され、前記接地電極と電気的に接続された接地部材をさらに備える、請求項１～請求項９のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項11] 前記誘電体基板の前記第１主面において、前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に前記第１放射素子を覆うように配置された誘電体をさらに備え、

前記誘電体の誘電率は、前記誘電体基板の誘電率とは異なっている、請求項１～請求項１０のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項12] 前記誘電体基板の前記第１主面に配置され、前記誘電体基板の法線方向に凸形状を有する誘電体レンズをさらに備え、

前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記誘電体レンズは前記第１放射素子を覆っている、請求項１～請求項１０のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項13] 前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第１放射素

子は略矩形形状である、請求項１に記載のアンテナモジュール。

[請求項14] 前記第１電極の面に沿って前記第１方向と直交する方向を第２方向とすると、

前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第１放射素子は、前記第１方向および前記第２方向に沿って突出した突出部を有する略十字形状である、請求項１に記載のアンテナモジュール。

[請求項15] 前記第１電極において、前記突出部は、前記第１放射素子の中心方向に向かうにつれて幅が狭くなるテーパ形状を有している、請求項１４に記載のアンテナモジュール。

[請求項16] 前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第１放射素子は略円形形状である、請求項１に記載のアンテナモジュール。

[請求項17] 前記第１放射素子の中心から前記第１方向とは反対側の前記第１放射素子の端部は、前記接地電極に接続されている、請求項１に記載のアンテナモジュール。

[請求項18] 前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に前記第１放射素子に隣接して配置されるとともに、前記接地電極に対向して配置された平板形状の第３放射素子と、

前記第３放射素子の第４給電点に高周波信号を伝達する第４給電配線と、

前記第４給電配線に接続され、前記第３放射素子と前記接地電極との間に配置された平板形状の第７電極とを備え、

前記第４給電点は、前記第３放射素子の中心から前記第１方向にオフセットした位置に配置されており、

前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第７電極は、前記第１方向に向かって前記第３放射素子から突出している、請求項１～請求項１７のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項19] 各放射素子に高周波信号を供給する給電回路をさらに備える、請求項１～請求項１８のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項20] 請求項１～請求項１９のいずれか１項に記載のアンテナモジュールを搭載した、通信装置。

[図1]

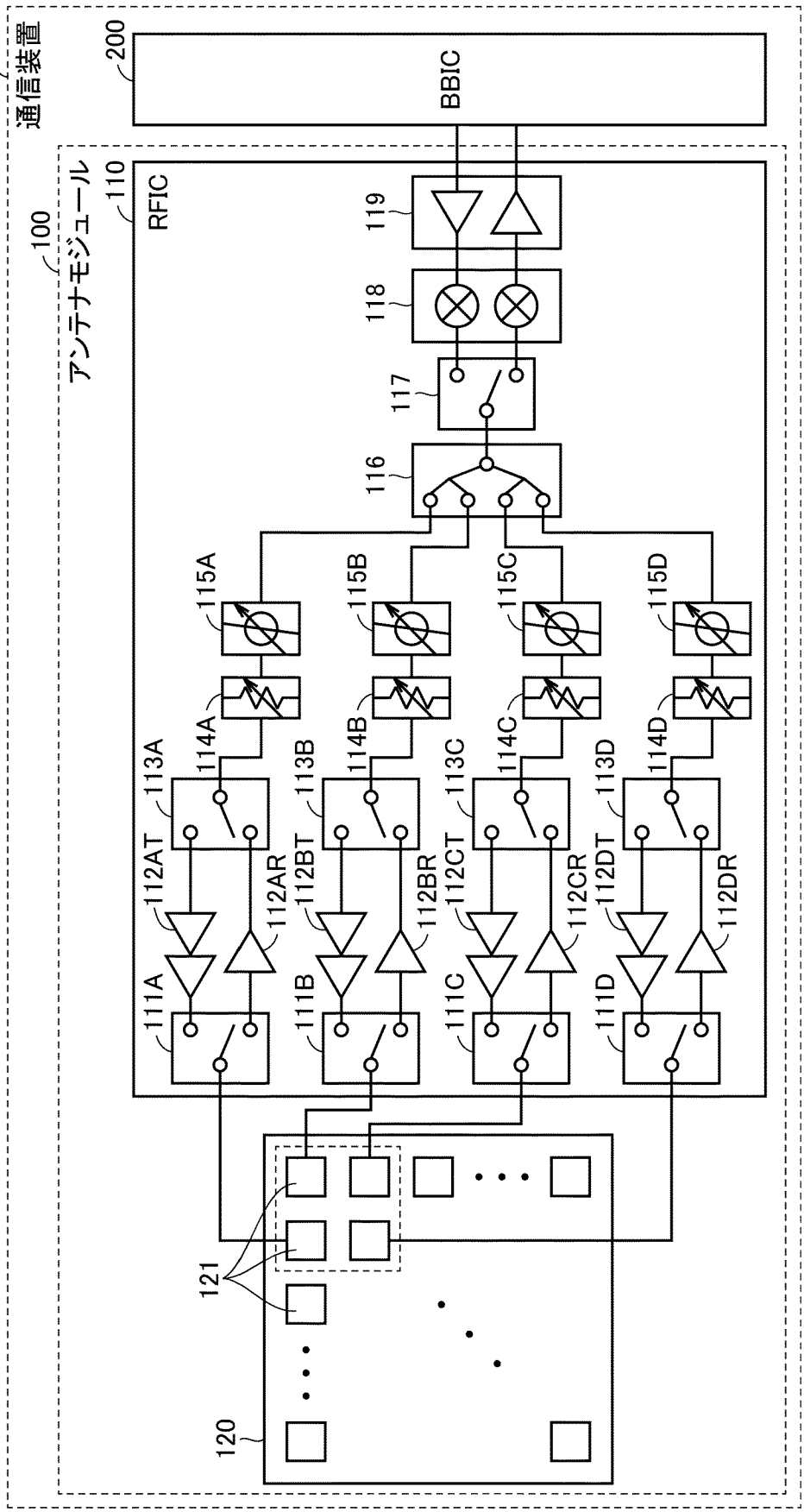
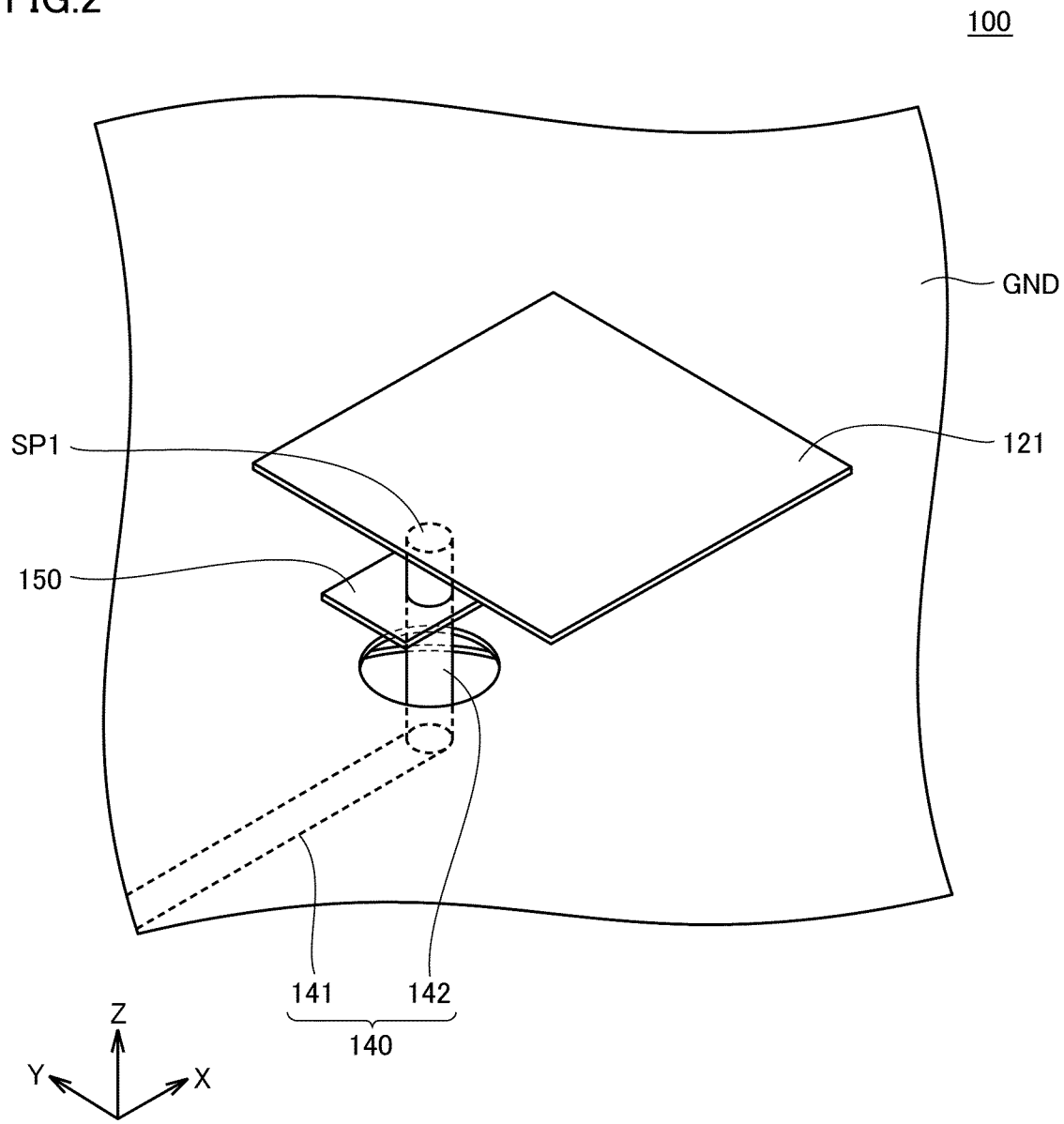

10
通信装置
200
BBIC
100
アンテナモジュール
110
RFIC
119
118
117
116
115A
115B
115C
115D
114A
114B
114C
114D
113A
113B
113C
113D
112AT
112AR
112BT
112BR
112CT
112CR
112DT
112DR
111A
111B
111C
111D
121
120

FIG.1

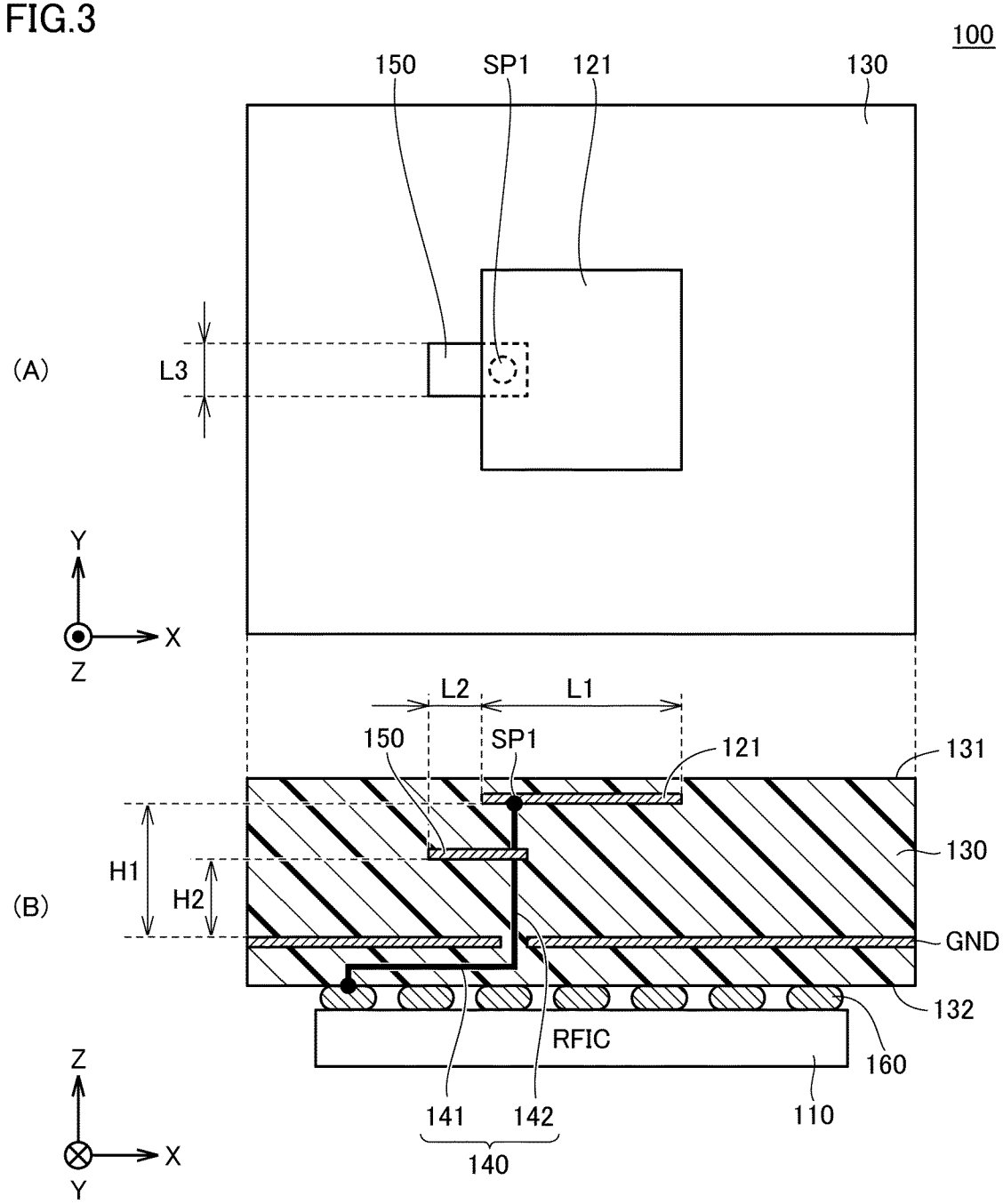
[図2]

FIG.2



[図3]

FIG.3


100
150
SP1
121
130
(A)
L3
Y
X
Z
L2
L1
150
SP1
121
131
130
H1
H2
(B)
GND
132
RFIC
160
Z
X
Y
141
142
110
140

[図4]

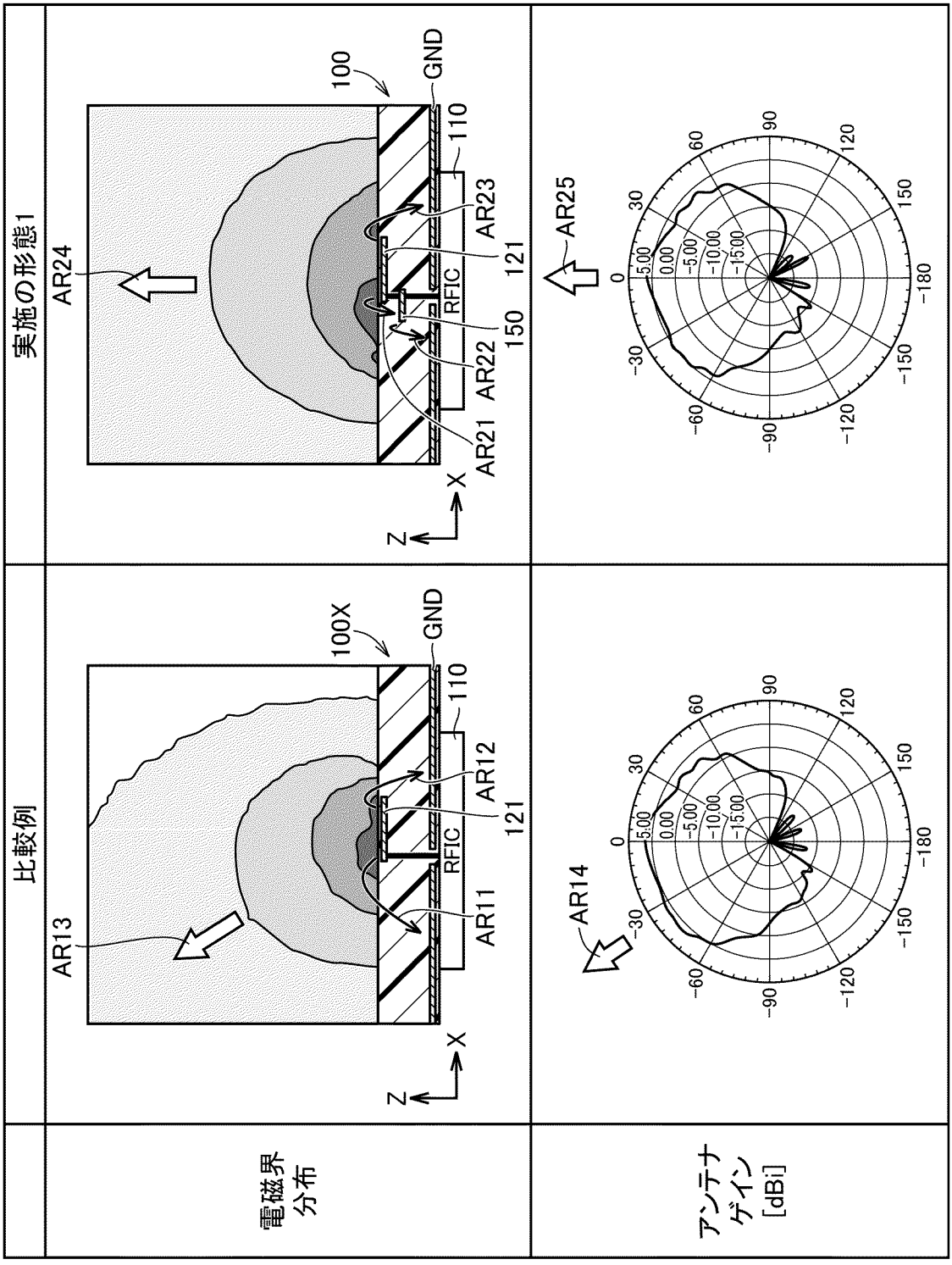
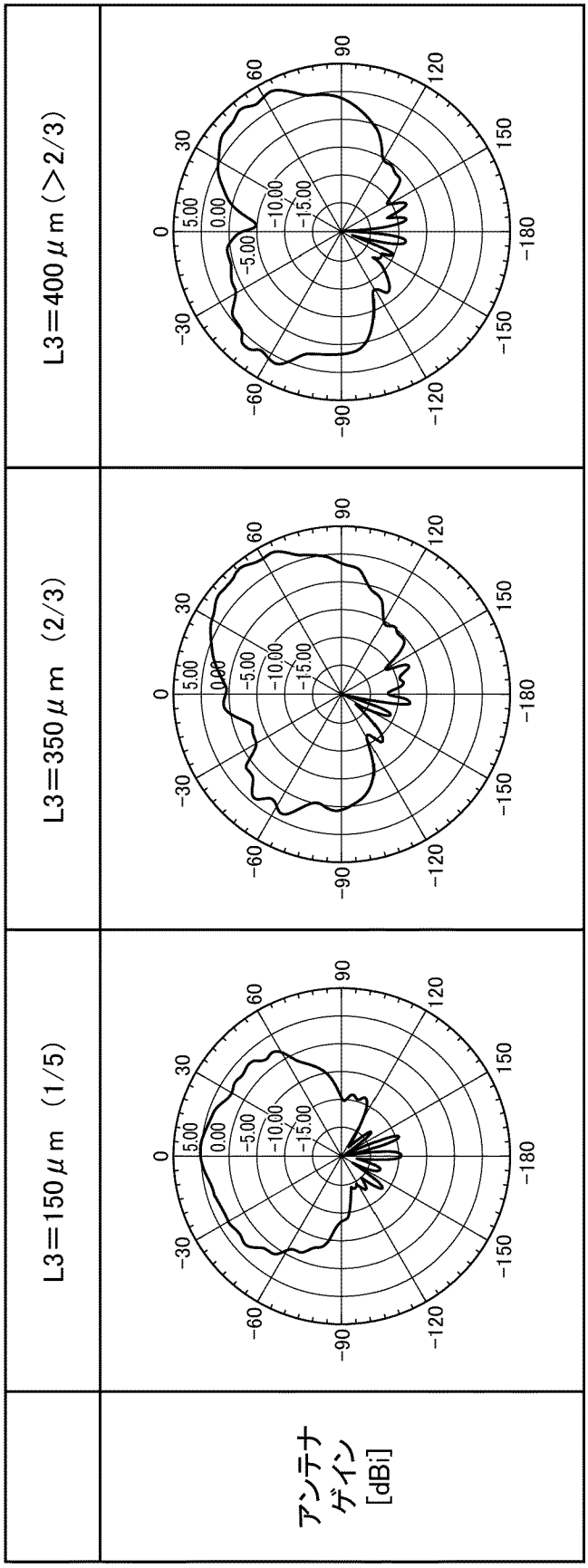

実施の形態1
比較例
電磁界分布
アンテナゲイン[dBi]
AR24
AR25
AR13
AR14
100
100X
GND
110
121
150
RFIC
AR21
AR22
AR23
AR11
AR12
X
Z
0
30
60
90
120
150
180
-30
-60
-90
-120
-150
5.00
0.00
-5.00
-10.00
-15.00

FIG.4

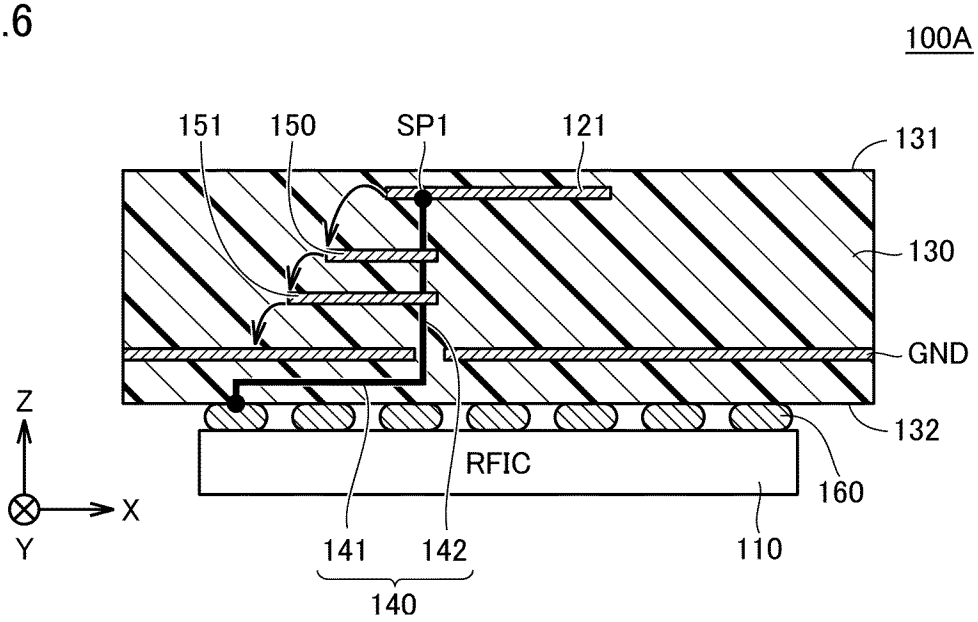
[図5]

FIG.5


L3＝150μm（1/5）
L3＝350μm（2/3）
L3＝400μm（＞2/3）
アンテナゲイン[dBi]
90
60
30
0
-30
-60
-90
120
150
-180
-150
-120
5.00
0.00
-5.00
-10.00
-15.00

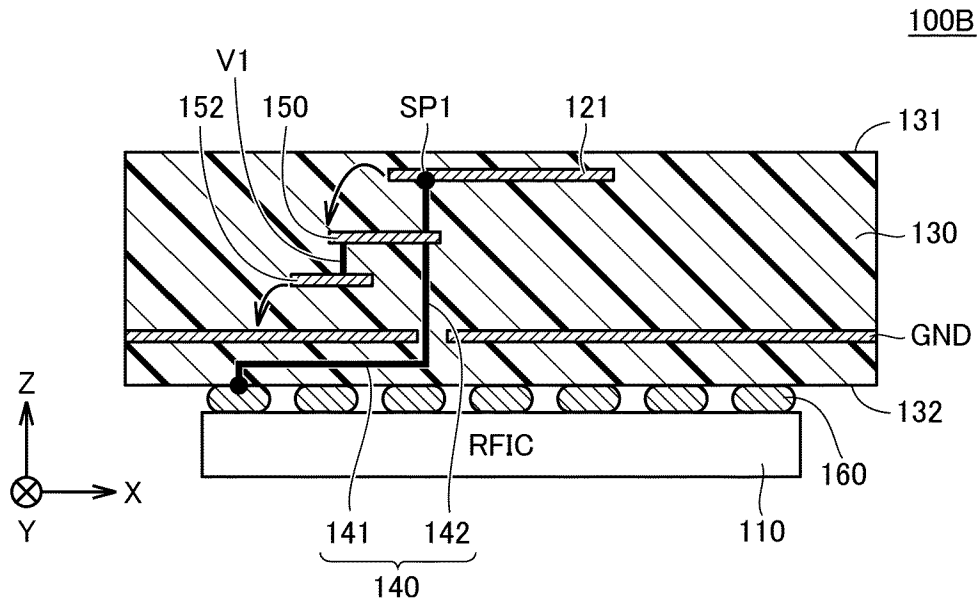
[図6]

FIG.6



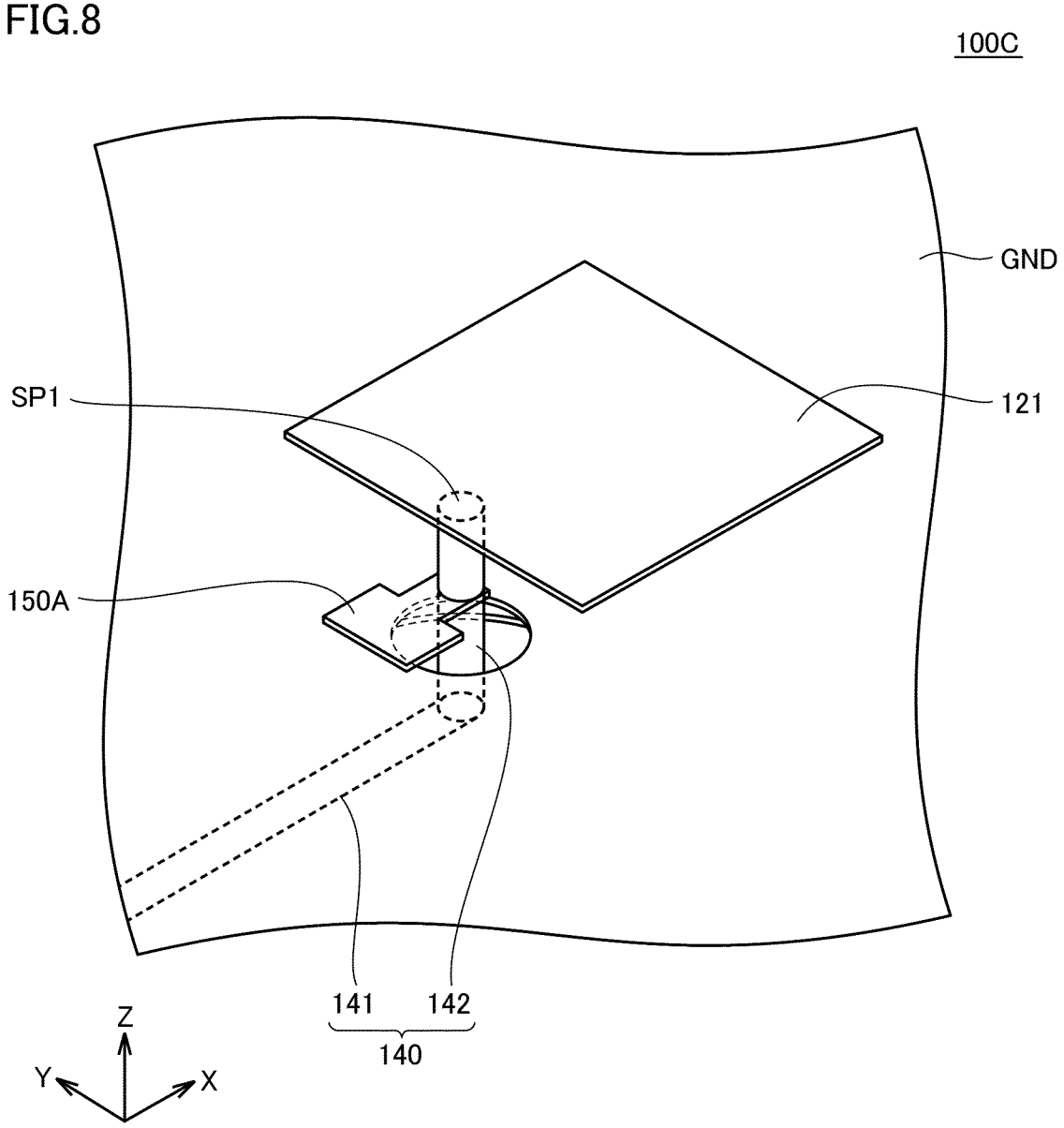
[図7]

FIG.7



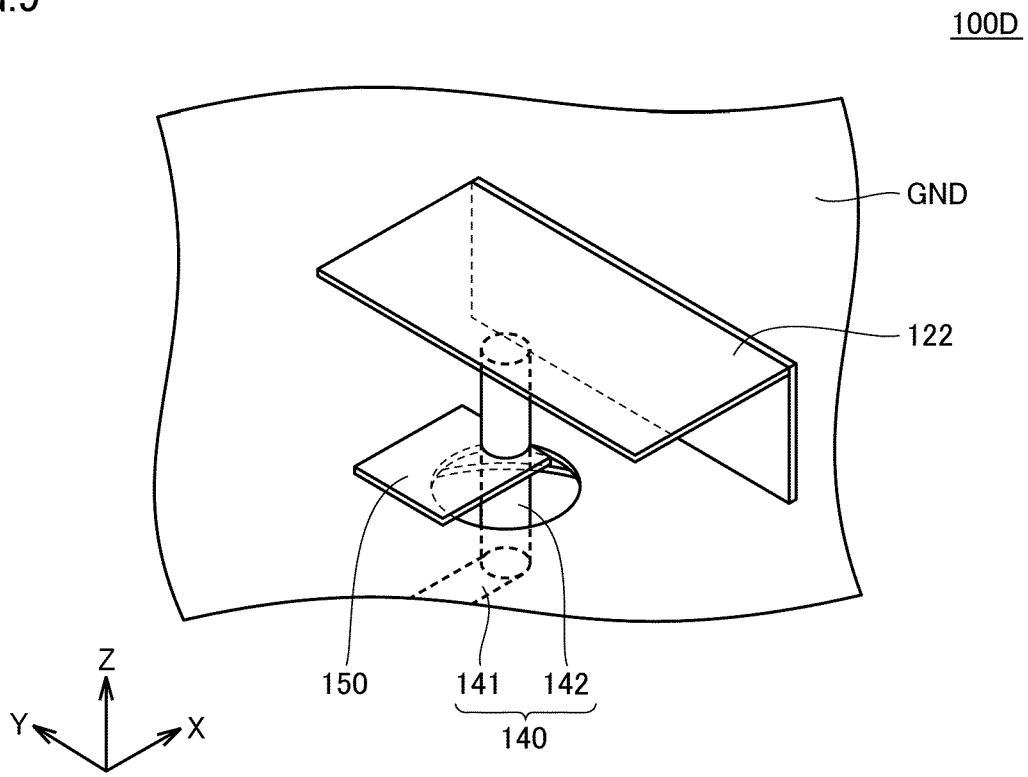
[図8]

FIG.8



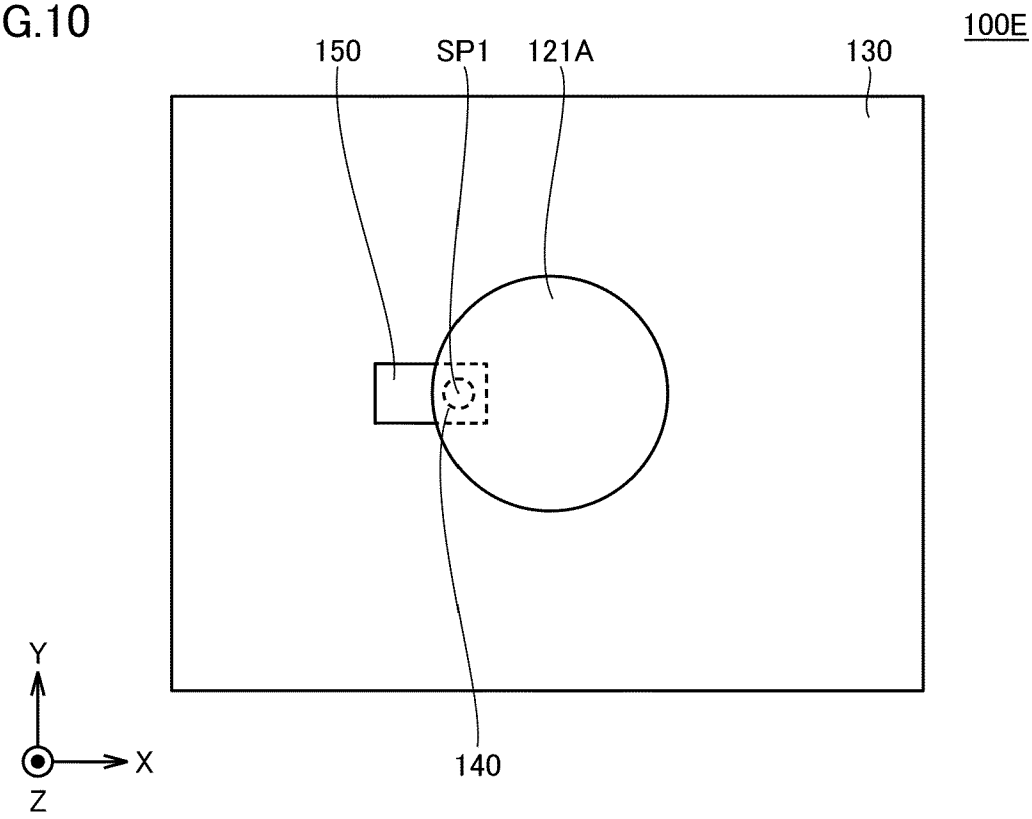
[図9]

FIG.9



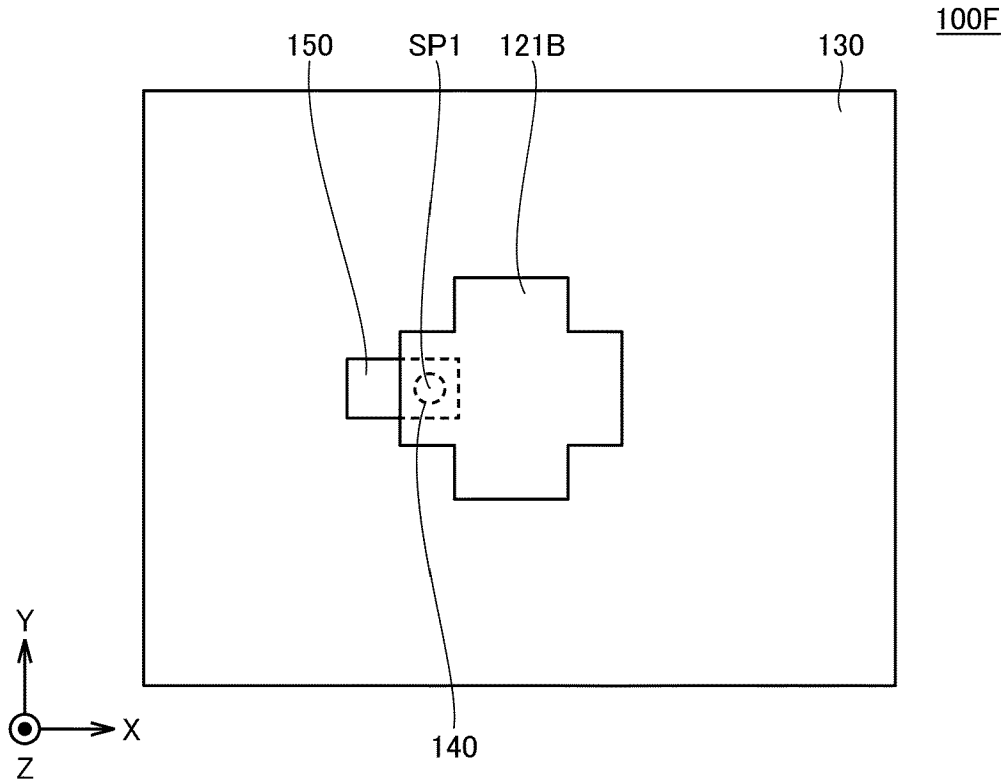
[図10]

FIG.10



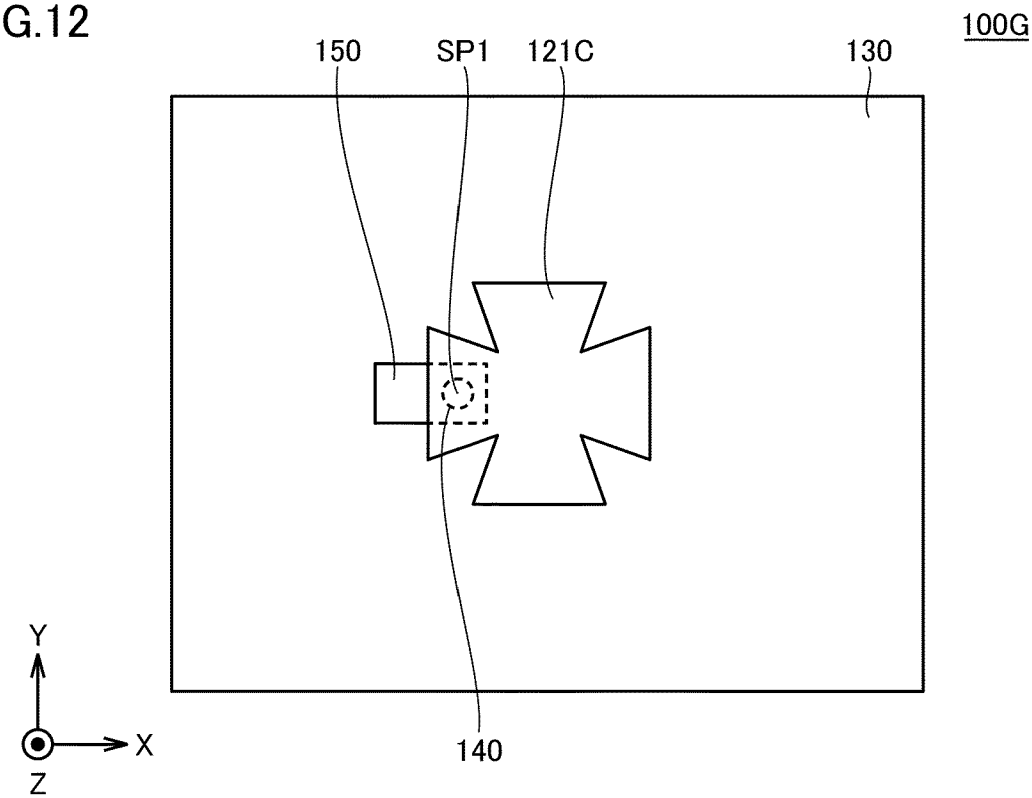
[図11]

FIG.11



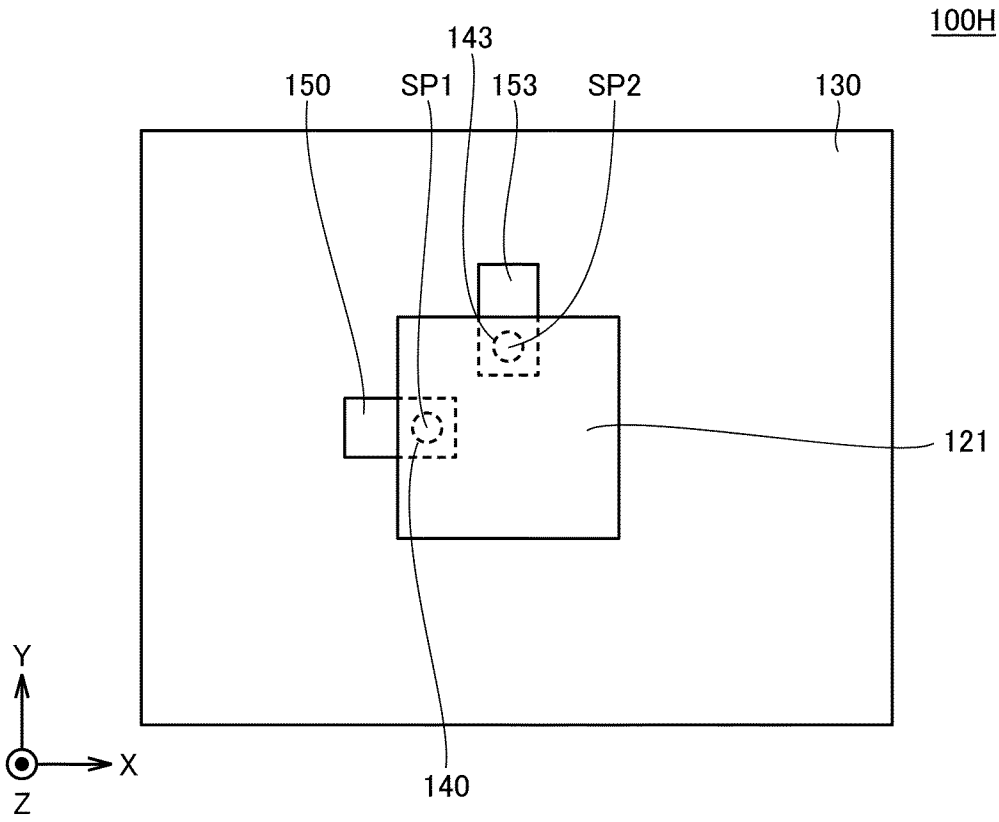
[図12]

FIG.12



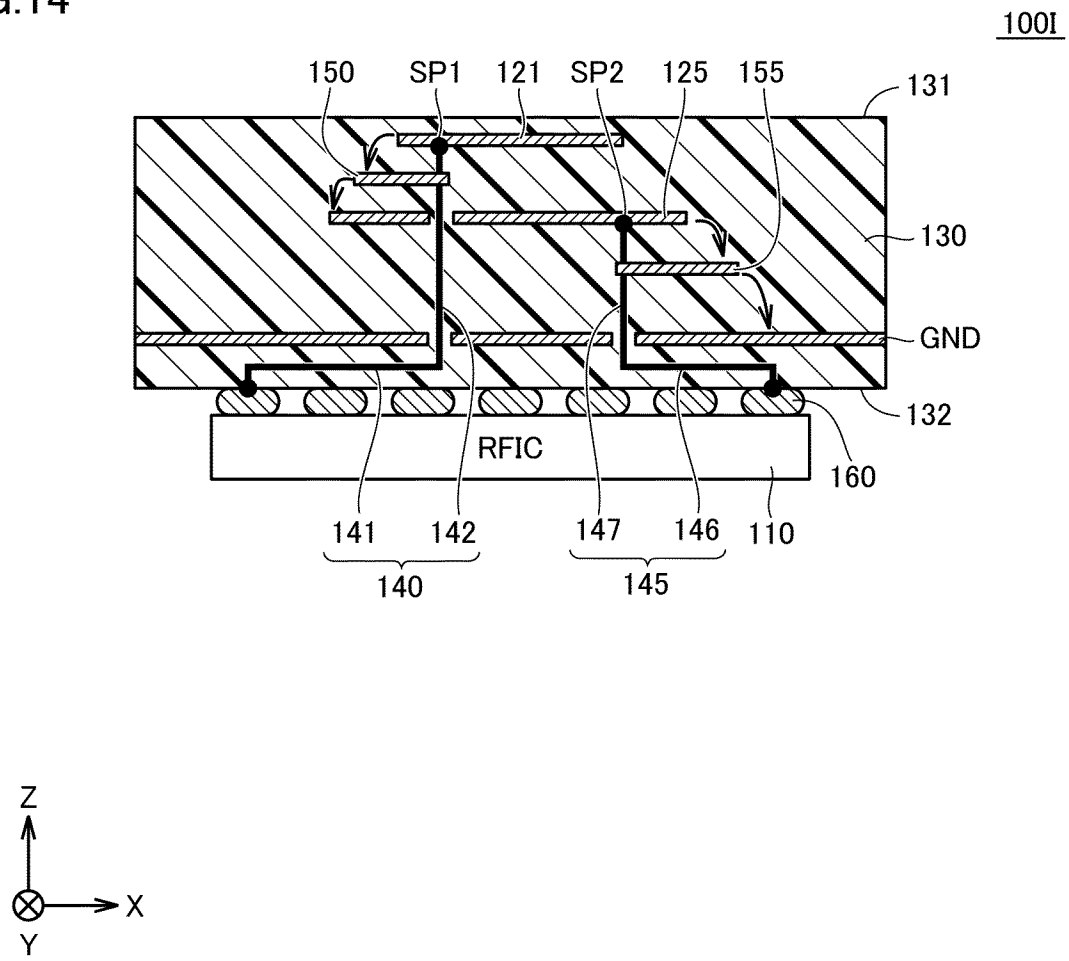
[図13]

FIG.13



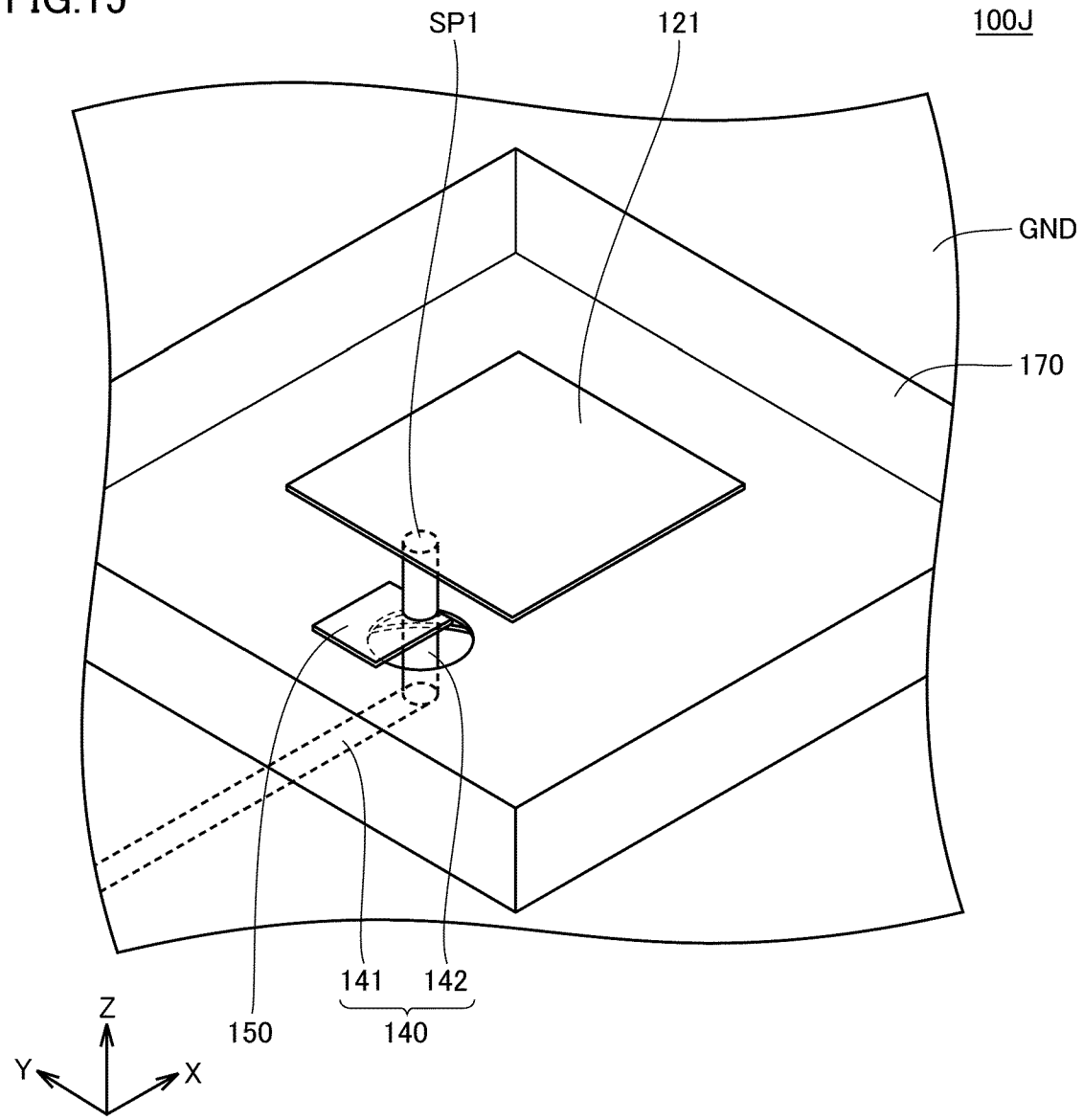
[図14]

FIG.14


100I
150
SP1
121
SP2
125
155
131
130
GND
132
RFIC
160
141
142
147
146
110
140
145
Z
X
Y

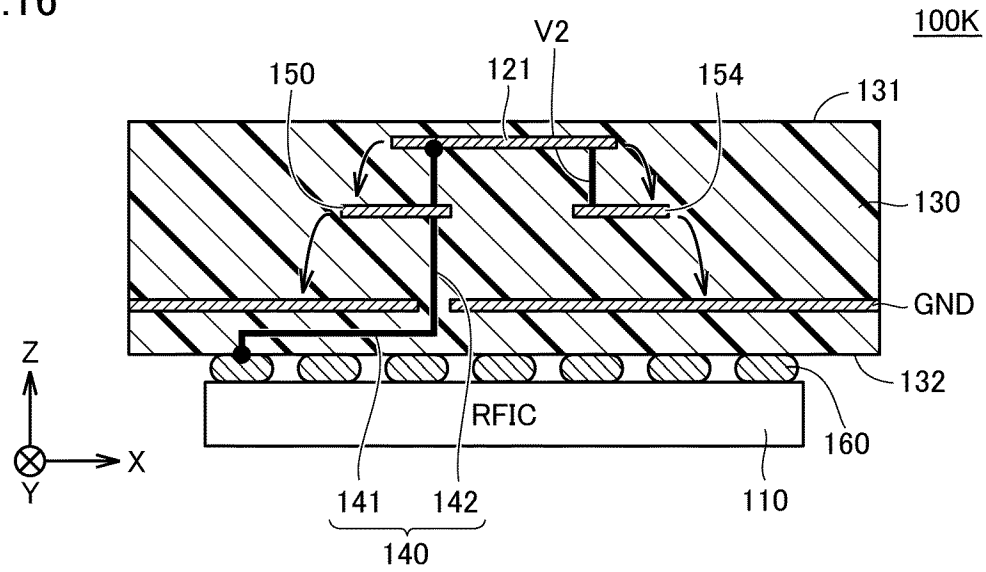
[図15]

FIG.15



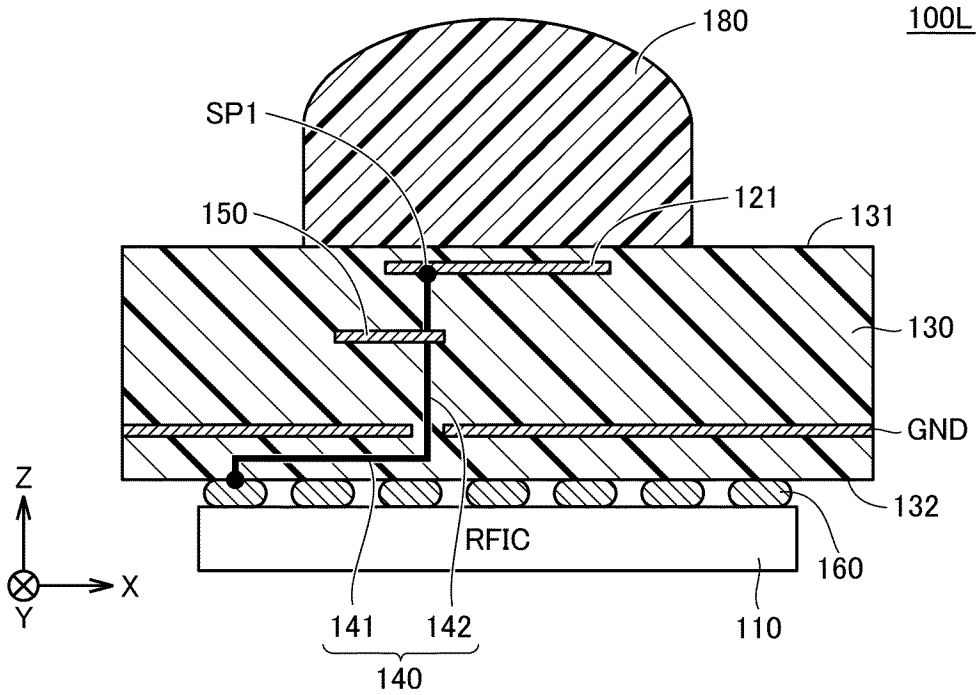
[図16]

FIG.16



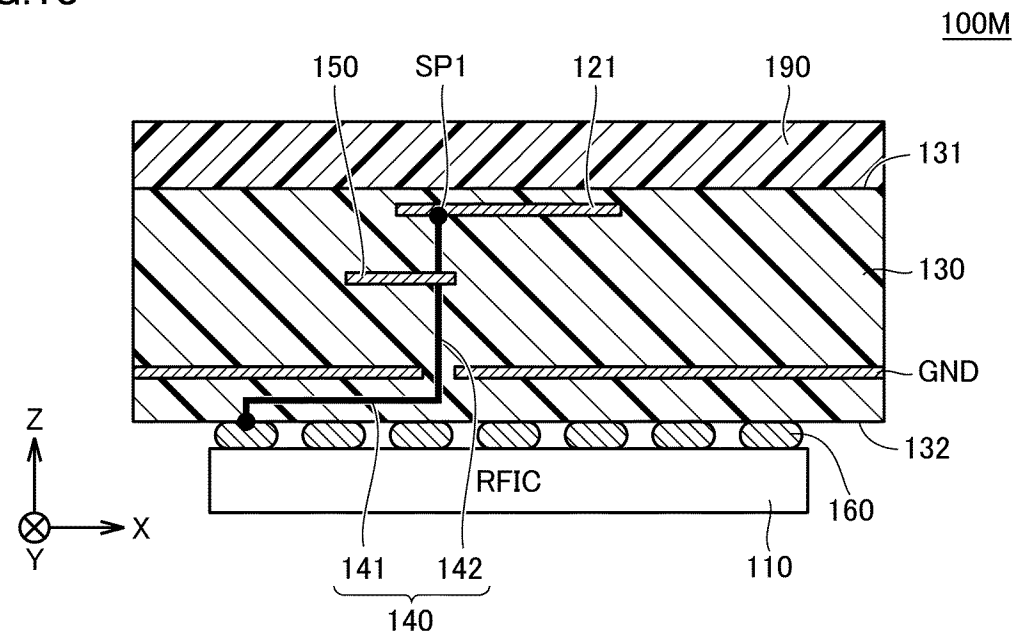
[図17]

FIG.17



[図18]

FIG.18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/029055

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q 13/08(2006.01)i; ***H01Q 15/02***(2006.01)i
FI: H01Q13/08; H01Q15/02

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; H01Q15/02

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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

IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ALIAKBARI, Hanieh et al. 79 GHz Multilayer Series-Fed Patch Antenna Array With Stacked Micro-Via Loading [online]. IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. October 2022, vol. 21, no. 10, pp. 1990-1994, [retrieved on 09 October 2024], Retrieved from the Internet: <URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/9813369>, DOI: 10.1109/LAWP.2022.3187764 sections I-II, fig. 1	1-3, 10, 13, 19
Y		11-12
A		4-9, 14-15-18, 20
X	WO 2019/189050 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 03 October 2019 (2019-10-03) paragraphs [0014]-[0035], [0069]-[0079], fig. 1-3, 22-23	1, 5, 16, 19-20
Y		11-12
A		2-4, 6-10, 13-15, 17-18

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
15 October 2024	**22 October 2024**

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4755820 A (THE SECRETARY OF STATE FOR DEFENCE IN HER BRITANNIC MAJESTY'S GOVERNMENT OF THE UNITED KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN IRELAND) 05 July 1988 (1988-07-05) column 3, lines 16-36, fig. 1	11-12
A		1-10, 13-20
A	JP 2015-8410 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 15 January 2015 (2015-01-15) paragraphs [0013]-[0026], fig. 1	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/029055

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2019/189050 A1	03 October 2019	US 2021/0013608 A1 paragraphs [0041]-[0064], [0108]-[0118], fig. 1-3, 22-23 CN 111937233 A	
US 4755820 A	05 July 1988	EP 217426 A2	
JP 2015-8410 A	15 January 2015	US 2015/0249283 A1 paragraphs [0031]-[0044], fig. 1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/029055

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 15/02(2006.01)i
FI: H01Q13/08; H01Q15/02

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; H01Q15/02

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４年

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

IEEE Xplore

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	ALIAKBARI, Hanieh et al., 79 GHz Multilayer Series-Fed Patch Antenna Array With Stacked Micro-Via Loading [online], IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 2022.10, Vol. 21, No. 10, pp.1990-1994, [retrieved on 2024.10.09], Retrieved from the Internet: <URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/9813369>, DOI: 10.1109/LAWP.2022.3187764 Sections I-II, Fig.1	1-3,10,13,19
Y		11-12
A		4-9,14-15-18,20
X	WO 2019/189050 A1 (株式会社村田製作所) 03.10.2019 (2019-10-03) 段落[0014]-[0035],[0069]-[0079], 図1-3,22-23	1,5,16,19-20
Y		11-12
A		2-4,6-10, 13-15,17-18

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"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	国際調査報告の発送日
15.10.2024	22.10.2024

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）

齊藤　晶 5K 1789

電話番号 03-3581-1101 内線 3596

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	US 4755820 A (THE SECRETARY OF STATE FOR DEFENCE IN HER BRITANNIC MAJESTY'S GOVERNMENT OF THE UNITED KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN IRELAND) 05.07.1988 (1988-07-05) 第3欄第16-36行, 図1	11-12
A		1-10, 13-20
A	JP 2015-8410 A (パナソニックＩＰマネジメント株式会社) 15.01.2015 (2015-01-15) 段落[0013]-[0026], 図1	1-20

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/JP2024/029055

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/189050 A1	03.10.2019	US 2021/0013608 A1 段落[0041]-[0064],[0108]-[0118], 図1-3,22-23 CN 111937233 A	
US 4755820 A	05.07.1988	EP 217426 A2	
JP 2015-8410 A	15.01.2015	US 2015/0249283 A1 段落[0031]-[0044], 図1	