(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1月2日(02.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/004928 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 9/42 (2006.01) *H01Q 21/06* (2006.01)
H01Q 1/52 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/022207

(22) 国際出願日： 2024年6月19日(19.06.2024)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

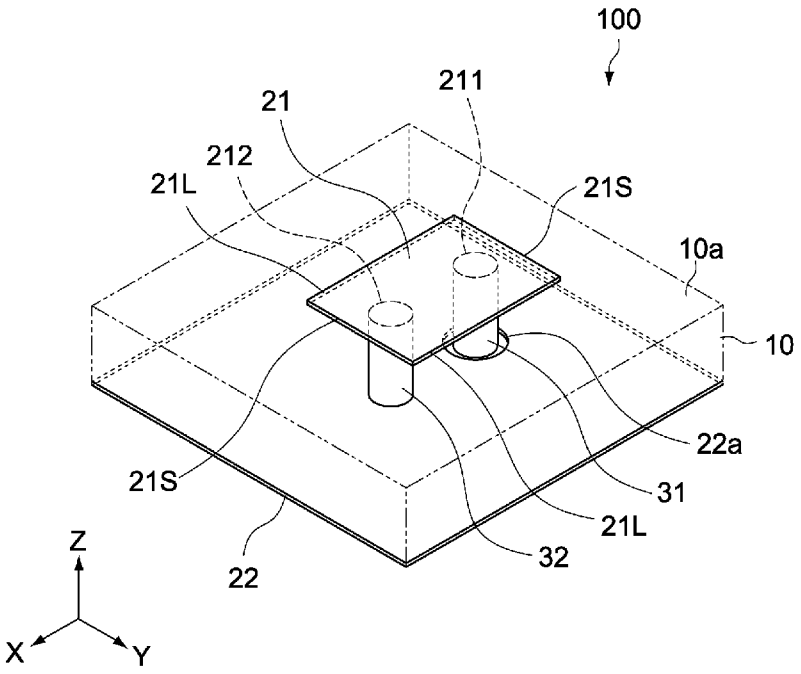
(30) 優先権データ：
特願 2023-105712 2023年6月28日(28.06.2023) JP

(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(**SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目１４番１号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 坪井 覚(**TSUBOI, Satoru**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目１４番１号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 吉野 功高(**YOSHINO, Yoshitaka**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目１４番１号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 辻 大俊(**TSUJI, Takatoshi**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目１４番１号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 今井 正志(**IMAI, Tadashi**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目１４番１号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(54) **Title:** ANTENNA ELEMENT, ANTENNA ARRAY, AND ANTENNA MODULE

(54) 発明の名称： アンテナ素子、アンテナアレイおよびアンテナモジュール



(57) **Abstract:** [Problem] To provide an antenna element, an antenna array, and an antenna module capable of achieving miniaturization and a wider bandwidth with a simple structure. [Solution] An antenna element according to one aspect of the present technology is provided with: a first conductor layer having a planar element shape; a second conductor layer; a dielectric layer; a first interlayer connection part; and a second interlayer connection part. The second conductor layer is connected to a ground potential. The dielectric layer is provided between the first conductor layer and the second conductor layer. The first interlayer connection part penetrates the dielectric layer, and connects the first conductor layer to

WO 2025/004928 A1

［続葉有］

(74) 代理人：弁理士法人南青山国際特許事務所 (MINAMI AOYAMA PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS)；〒1070062 東京都港区南青山６－１１－３ 南青山三樹ビル６Ｆ Tokyo (JP).

(81) 指定国（表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能）：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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)）

a power supply part. The second interlayer connection part penetrates the dielectric layer, and connects the first conductor layer and the second conductor layer.

(57) 要約：【課題】簡素な構造で小型化、広帯域化を実現することができるアンテナ素子、アンテナアレイおよびアンテナモジュールを提供する。 【解決手段】本技術の一形態に係るアンテナ素子は、平面素子形状の第１導体層と、第２導体層と、誘電体層と、第１層間接続部と、第２層間接続部とを具備する。前記第２導体層は、グランド電位に接続される。前記誘電体層は、前記第１導体層と前記第２導体層との間に設けられる。前記第１層間接続部は、前記誘電体層を貫通し、前記第１導体層を給電部へ接続する。前記第２層間接続部は、前記誘電体層を貫通し、前記第１導体層と前記第２導体層との間を接続する。

明　細　書

発明の名称 ：

アンテナ素子、アンテナアレイおよびアンテナモジュール

技術分野

[0001]　本技術は、例えばミリ波の電磁波を送信あるいは受信可能なアンテナ素子、アンテナアレイおよびアンテナモジュールに関する。

背景技術

[0002]　高周波領域に用いられるアンテナにおいては、波長の短さから素子の小型化が可能なため、電子基板上に導電材料で形成されるパターンアンテナが一般的である。特に近年、セルラやレーダー用途に用いられるミリ波領域における小型アンテナでは、限られたスペースの中により安価・小型で高利得、さらには広帯域で指向性の高いアンテナ構造が求められている。量産性が高く指向性アンテナとしてもっとも広く使用されてきたアンテナ構造としては、平面アンテナであるパッチアンテナが広く知られている（例えば特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０２２－５１８９０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　しかしパッチアンテナは、単一素子でカバーできる比帯域は数%程度であり、広帯域化には複数素子によるアレイ化や積層内を跨いで配置した素子同士の共振構造などより複雑な構造が必要となり、スペース面およびコスト面での制約が存在する。

[0005]　以上のような事情に鑑み、本技術の目的は、簡素な構造で小型化、広帯域化を実現することができるアンテナ素子、アンテナアレイおよびアンテナモジュールを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本技術の一形態に係るアンテナ素子は、平面素子形状の第１導体層と、第２導体層と、誘電体層と、第１層間接続部と、第２層間接続部とを具備する。

前記第２導体層は、グランド電位に接続される。

前記誘電体層は、前記第１導体層と前記第２導体層との間に設けられる。

前記第１層間接続部は、前記誘電体層を貫通し、前記第１導体層を給電部へ接続する。

前記第２層間接続部は、前記誘電体層を貫通し、前記第１導体層と前記第２導体層との間を接続する。

[0007] 上記アンテナ素子は、第１導体層が放射素子、第２導体層が地導体板として機能するとともに、第１層間接続部、第１導体層および第２層間接続部でループアンテナを形成する。これにより、簡素な構造で小型化、広帯域化を実現することができる。

[0008] 前記第１導体層は、典型的には、前記第２導体層よりも小さい面積で形成される。これにより目的とする周波数帯域での安定した共振を実現することができる。

[0009] 前記第１層間接続部と、前記第１導体層と、前記第２層間接続部とにより形成されるループ長は、使用電波の１波長以下、例えば半波長に相当する大きさであってもよい。これによりアンテナ素子のさらなる小型化を図ることができる。

[0010] 前記第１導体層の平面形状は、長辺および短辺を有する矩形であってもよい。

[0011] 前記第１導体層は、前記第１層間接続部が接続される第１領域と、前記第２層間接続部が接続される第２領域とを有し、前記第１領域および前記第２領域は、前記第１導体層の周縁部から離間して配置されてもよい。これにより電波の指向性を広げることができる。

[0012] 前記第１領域と前記第２領域は、前記長辺に平行な方向に配置されてもよ

いし、前記長辺に平行な方向と交差する方向に配置されてもよい。

[0013] 前記誘電体層は、誘電体材料で構成された誘電体基板であり、前記第１導体層は、前記誘電体基板の第１主面に形成された金属層であり、前記第２導体層は、前記第１主面とは反対側の前記誘電体基板の第２主面に形成された金属層であってもよい。

[0014] 前記第２導体層は、前記第１層間接続部よりも大きな開口径で形成された開口部を有してもよい。これにより、第１層間接続部と第２導体層との間の電気的絶縁構造を簡素化できる。

[0015] 前記第１層間接続部および前記第２層間接続部は、前記誘電体層に設けられたスルーホールめっき又は埋込ビアであってもよい。

[0016] 本技術の一形態に係るアンテナアレイは、複数のアンテナ素子を具備する。

前記複数のアンテナ素子は、平面素子形状の第１導体層と、グランド電位に接続される第２導体層と、前記第１導体層と前記第２導体層との間に設けられた誘電体層と、前記誘電体層を貫通し前記第１導体層を給電部へ接続する第１層間接続部と、前記誘電体層を貫通し前記第１導体層と前記第２導体層との間を接続する第２層間接続部とをそれぞれ有する。

前記複数のアンテナ素子各々の前記第１導体層は、前記誘電体層の一方の表面に配列される。

[0017] 前記複数のアンテナ素子のうち少なくとも１つは送信用のアンテナ素子であり、他の少なくとも１つは受信用のアンテナ素子であってもよい。

[0018] 前記複数のアンテナ素子は、前記表面上において相互に直交する第１の軸方向および第２の軸方向に沿ってマトリクス状に配列されてもよい。

[0019] 前記第１導体層は、前記第１の軸方向に平行な長辺と、前記第２の軸方向に平行な短辺とを有する矩形の平面形状を有し、前記第１の軸方向に配列される２つの前記第１導体層の互いに対向する短辺は、前記２つの第１導体層の間隔を部分的に拡張する切欠き部を有してもよい。

[0020] 前記複数のアンテナ素子各々の前記第２導体層は、共通の導体層で形成さ

れてもよい。

[0021] 本技術の一形態に係るアンテナモジュールは、複数のアンテナ素子と、信号処理回路とを具備する。

前記複数のアンテナ素子は、平面素子形状の第１導体層と、グランド電位に接続される第２導体層と、前記第１導体層と前記第２導体層との間に設けられた誘電体層と、前記誘電体層を貫通し前記第１導体層を給電部へ接続する第１層間接続部と、前記誘電体層を貫通し前記第１導体層と前記第２導体層との間を接続する第２層間接続部と、をそれぞれ有する。

前記信号処理回路は、前記複数のアンテナ素子に接続される。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本技術の第１の実施形態に係るアンテナ素子の透過斜視図である。

[図2]上記アンテナ素子の側断面図である。

[図3]上記アンテナ素子の電圧定在波比の一例を示すシミュレーション結果である。

[図4]上記アンテナ素子の６０ＧＨｚでの方位角平面における放射特性を示すシミュレーション結果である。

[図5]上記アンテナ素子の６０ＧＨｚでの仰角平面における放射特性を示すシミュレーション結果である。

[図6]比較例１に係るアンテナ素子の透過斜視図である。

[図7]比較例１に係るアンテナ素子の側断面図である。

[図8]比較例１に係るアンテナ素子の電圧定在波比の一例を示すシミュレーション結果である。

[図9]比較例１に係るアンテナ素子の６０ＧＨｚでの方位角平面における放射特性を示すシミュレーション結果である。

[図10]比較例１に係るアンテナ素子の６０ＧＨｚでの仰角平面における放射特性を示すシミュレーション結果である。

[図11]比較例２に係るアンテナ素子の透過斜視図である。

[図12]比較例２に係るアンテナ素子の側面図である。

[図13]比較例２に係るアンテナ素子の電圧定在波比の一例を示すシミュレーション結果である。

[図14]比較例２に係るアンテナ素子の６０ＧＨｚでの方位角平面における放射特性を示すシミュレーション結果である。

[図15]比較例２に係るアンテナ素子の６０ＧＨｚでの仰角平面における放射特性を示すシミュレーション結果である。

[図16]図１に示すアンテナ素子と図６に示す比較例１のアンテナ素子とのアンテナ特性と指向性を比較したシミュレーション結果である。

[図17]本技術の第２の実施形態に係るアンテナモジュールの透過斜視図である。

[図18]上記アンテナモジュールの平面図である。

[図19]上記アンテナモジュールの回路構成を示すブロック図である。

[図20]アイソレーション処理が施されていない上記アンテナモジュールの構成を示す図１７と同様な斜視図である。

[図21]上記アンテナモジュールにおいて送信アンテナに対する一の受信アンテナのアイソレーション特性を示すシミュレーション結果である。

[図22]上記アンテナモジュールにおいて送信アンテナに対する他の受信アンテナのアイソレーション特性を示すシミュレーション結果である。

[図23]上記アンテナモジュールにおいて送信アンテナに対するさらに他の受信アンテナのアイソレーション特性を示すシミュレーション結果である。

[図24]上記アンテナモジュールにおいて受信アンテナ間のアイソレーション特性の一例を示すシミュレーション結果である。

[図25]上記アンテナモジュールにおいて受信アンテナ間のアイソレーション特性の他の一例を示すシミュレーション結果である。

[図26]上記アンテナモジュールにおいて受信アンテナ間のアイソレーション特性のさらに他の一例を示すシミュレーション結果である。

[図27]上記アイソレーション処理の他の構成例を示す説明図である。

[図28]図１に示すアンテナ素子の他の構成例を示す斜視図である。

[図29]図２８に示すアンテナ素子の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）特性と、６０ＧＨｚでの方位角平面および仰角平面における放射特性を示すシミュレーション結果である。

[図30]図１に示すアンテナ素子の他の構成例を示す斜視図である。

[図31]図３０に示すアンテナ素子の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）特性と、６０ＧＨｚでの方位角平面および仰角平面における放射特性を示すシミュレーション結果である。

[図32]図１に示すアンテナ素子の他の構成例を示す斜視図である。

[図33]図３２に示すアンテナ素子の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）特性と、６０ＧＨｚでの方位角平面および仰角平面における放射特性を示すシミュレーション結果である。

[図34]図１に示すアンテナ素子の他の構成例を示す斜視図である。

[図35]図３４に示すアンテナ素子の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）特性と、６０ＧＨｚでの方位角平面および仰角平面における放射特性を示すシミュレーション結果である。

[図36]図１に示すアンテナ素子の他の構成例を示す斜視図である。

[図37]図３６に示すアンテナ素子の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）特性と、６０ＧＨ　ｚでの方位角平面および仰角平面における放射特性を示すシミュレーション結果である。

[図38]図１に示すアンテナ素子の他の構成例を示す斜視図である。

[図39]図３８に示すアンテナ素子の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）特性と、６０ＧＨｚでの方位角平面および仰角平面における放射特性を示すシミュレーション結果である。

[図40]第２実施形態に対応するアンテナモジュールの一例を示す図である。

[図41]図４０に示すアンテナモジュールのアイソレーション特性を示す図である。

[図42]第４実施形態に係るアンテナモジュールの透過斜視図である。

[図43]第４実施形態に係るアンテナモジュールの平面図である。

[図44]第４実施形態に係るアンテナモジュールのアイソレーション特性を示す図である。

[図45]第４実施形態の変形例に係るアンテナモジュールの透過斜視図である。

[図46]第４実施形態の変形例に係るアンテナモジュールのアイソレーション特性を示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本技術に係る実施形態を、図面を参照しながら説明する。

[0024] ＜第１の実施形態＞

図１は、本技術の第１の実施形態に係るアンテナ素子１００の透過斜視図、図２はその側断面図である。なお、図においてＸ軸、Ｙ軸およびＺ軸は相互に直交する３軸方向を示しており、それぞれアンテナ素子１００の縦方向（前後方向）、横方向（幅方向）および厚み方向（高さ方向）に相当する。

[0025] ［アンテナ素子の基本構成］

本実施形態のアンテナ素子１００は、送信用、受信用あるいは送受信用のミリ波アンテナとして構成される。アンテナ素子１００は、アンテナ素子１００は、誘電体層１０と、第１導体層２１と、第２導体層２２と、第１層間接続部３１と、第２層間接続部３２とを備える。アンテナ素子１００は、誘電体多層基板（両面配線基板）により構成される。

[0026] 誘電体層１０は、第１導体層２１と第２導体層２２との間に設けられる。誘電体層１０は、リジッド性を有する誘電体基板であり、上記誘電体多層基板を構成する絶縁層に相当する。誘電体層１０は、平面形状が矩形であり、縦（Ｘ軸方向）および横（Ｙ軸方向）の長さが例えば約５ｍｍで形成される。誘電体層１０の厚み（Ｚ軸方向）は、誘電体層１０を構成する誘電体材料の誘電率、使用する電波の波長に応じて設定され、６０ＧＨｚ帯の電波を使用する本実施形態では、例えば０．６５ｍｍである。

[0027] 誘電体層１０を構成する誘電体材料としては、例えば、ＦＲ４、ＢＴレジン、ポリテトラフルオロエチレンなどの絶縁性有機材料、セラミックスなど

の絶縁性無機材料などが挙げられる。誘電体層１０の誘電率は特に限定されず、アンテナ素子１００が送信または受信する電波の周波数に応じて任意に設定可能である。例えば、６０ＧＨｚ帯域の電磁波の送受信用途の場合には、誘電体基板１０としては、誘電率が例えば３．６の材料が使用される。

[0028] 第１導体層２１は、上記誘電体多層基板における一方の表面側に形成された導体層に相当し、本実施形態では誘電体層１０の第１主面１０ａ（図１および図２において上面）に形成された金属層である。第１導体層２１は、アンテナ素子１００の放射素子として構成される。

[0029] 第１導体層２１は、第２導体層２２よりも小さい面積で形成されており、平面形状が例えば矩形の平面素子形状の平面パターンに形成される。平面素子形状とは、例えばパッチアンテナのような放射素子を形成する導体部の平面形状（パッチ形状）をいう。第１導体層２１の大きさ（各辺の長さ）は特に限定されず、使用する電波の周波数帯域に応じて任意に設定可能であり、本実施形態ではＸ軸方向に沿った長辺２１Ｌの長さが約１．６ｍｍ、Ｙ軸方向に沿った短辺２１Ｓの長さが約１．０ｍｍである。

[0030] なお、第１導体層２１の平面形状は矩形に限られず、矩形以外の多角形のほか、円形や楕円形、あるいはこれらを組み合わせた形状であってもよい。また、矩形の少なくとも一部（例えば、辺や頂点）が任意の形状に変形されてもよい。

[0031] 第２導体層２２は、上記誘電体多層基板における他方の表面側に形成された導体層に相当し、本実施形態では誘電体層１０の第１主面１０ａとは反対側の第２主面１０ｂ（図１および図２において下面）に形成された金属層である。第２導体層２２は、アンテナ素子１００の地導体板として構成される。グランド電位Ｇに電気的に接続されることで、第２導体層２２は、誘電体層１０の裏面１０ｂの全域にわたって形成されるが、勿論これに限られない。

[0032] 第１導体層２１および第２導体層２２を構成する金属は特に限定されず、例えば、銅やアルミニウム等が挙げられる。第１導体層２１および第２導体

層２２の厚みは特に限定されず、互いに同一の厚みで形成されてもよいし、互いに異なる厚みで形成されてもよい。

[0033] 第１層間接続部３１は、誘電体層１０をその厚み方向（Ｚ軸方向）に貫通し、第１導体層２１を給電部Ｆへ接続する。第１層間接続部３１は、第１導体層２１と電気的に接続される円柱状の導電体であり、本実施形態では誘電体層１０に設けられたスルーホールめっき又は導電材料が充填された埋込ビアで形成される。第２導体層２２は、第１層間接続部３１の外径よりも大きな開口径で形成された開口部２２ａを有する。第１層間接続部３１は、開口部２２ａの周縁部と非接触で開口部２２ａ内に収容されることで、第２導体層２２から電気的に絶縁される。開口部２２ａと第１層間接続部３１との間の環状領域は誘電体層１０と同一の材料又はこれと異なる誘電体材料で充填されてもよい。

[0034] 第２層間接続部３２は、誘電体層１０をその厚み方向（Ｚ軸方向）に貫通し、第１導体層２１と第２導体層２２との間を電気的に接続する。第２層間接続部３２は、第１層間接続部３１と同様に円柱状の導電体であり、本実施形態では誘電体層１０に設けられたスルーホールめっき又は導電材料で充填された埋込ビアで形成される。第２層間接続部３２は、第１層間接続部３１と同径、同一の高さで形成される。

[0035] 第１層間接続部３１および第２層間接続部３２は、第１導体層２１に対して垂直に接続される。したがって第１層間接続部３１および第２層間接続部３２の長さ（高さ）は、誘電体層１０の厚み（０．６５ｍｍ）に相当する。第１導体層２１は、図１に示すように、第１層間接続部３１が接続される第１領域２１１と、第２層間接続部３２が接続される第２領域２１２とを有する。第１領域２１１および第２領域２１２は、いずれも第１導体層２１の面内であって、第１導体層２１の周縁部から離間して配置される。

[0036] 本実施形態では、第１領域２１１と第２領域２１２は、第１導体層２１の中心に関して対称な位置に、長辺２１Ｌに平行な方向（Ｘ軸方向）に配置される。これに限られず、第１領域２１１と第２領域２１２は、後述するよう

に長辺２１Ｌに平行な方向（Ｘ軸方向）と交差する方向に配置されてもよい（図３８参照）。

[0037] 以上のように構成される本実施形態のアンテナ素子１００は、第１導体層２１、第１層間接続部３１および第２層間接続部３２により、幅方向（Ｙ軸方向）に平行な軸心を有するループアンテナとして構成される。

[0038] 本実施形態のアンテナ素子１００は、使用する電波の周波数帯域が６０ＧＨｚ（例えば、５７ＧＨｚ～６４ＧＨｚ）となるように第１導体層２１の各辺（長辺２１Ｌ、短辺２１Ｓ）の長さが設定される。すなわち、第１導体層２１が層間接続部３１，３２の軸径および配置間隔よりも大きい長さおよび幅の平面素子形状に形成されているため、第１導体層２１の周縁部に電流密度が集中し、したがって第１導体層２１の各辺の長さの設定で比帯域の増加を図ることができる。

[0039] また、第１層間接続部３１と、第２層間接続部３２と、第１導体層２１とにより形成されるループ長（誘電体層１０の誘電率による波長短縮を含む実効長）が、使用する電波の１波長以下、より好ましくは、当該電波の半波長に相当する大きさとなるように設定される。本実施形態では、上記実効長が２．４７７ｍｍであり、６０ＧＨｚの電波の半波長に相当する大きさとされる。

[0040] 本実施形態のアンテナ素子１００によれば、ループ長に対応する共振周波数と第１導体層２１の周回長に対応する共振周波数とを含む複数の共振周波数を有するため、単一素子でカバーできる比帯域（帯域幅を中心周波数で割った値）を増加させることができる。

[0041] 図３は、アンテナ素子１００の電圧定在波比（ＶＳＷＲ：Voltage Standing Wave Ratio）の一例を示すシミュレーション結果である。図４は、アンテナ素子１００の６０ＧＨｚでの方位角平面（ＸＺ平面）における放射特性を示すシミュレーション結果であり、図５はアンテナ素子１００の６０ＧＨｚでの仰角平面（ＹＺ平面）における放射特性を示すシミュレーション結果である。図４および図５において０°方向（上方向）が天面方向（＋Ｚ方向）

に相当する。

[0042] 図３に示すようにＶＳＷＲ比が１．５以下である周波数帯域は、５９ＧＨｚ～６７ＧＨｚであり、比帯域は１２．７％であった。また図４および図５に示すように、天面方向に向かって広範囲にバランスのよい指向特性が得られた。

[0043] 以上のように本実施形態によれば、単一素子構造でありながら広帯域に渡って共振しているアンテナ特性を得ることができる。

[0044] ［比較例］

続いて、本実施形態のアンテナ素子１００の放射特性を、以下に説明する比較例１，２に係るアンテナ構造と比較して説明する。

[0045] （比較例１）

図６は、比較例１に係るアンテナ素子１０１の透過斜視図、図７はその側断面図である。このアンテナ素子１０１は、裏面給電型のパッチアンテナの代表的な構造を示している。

[0046] すなわち、アンテナ素子１０１は、誘電体層１１０と、誘電体層１１０の表面に形成された放射素子としての第１導体層１２１と、誘電体層１１０の裏面に形成された地導体板としての第２導体層１２２と、誘電体層１１０を貫通し第１導体層１２１を給電点に接続する層間接続部１３１とを有する。層間接続部１３１は、第２導体層１２２と電気的に絶縁される。ここでは、第１導体層１２１の形状を長辺が１．２ｍｍ、短辺が１．０ｍｍの矩形状とした。

[0047] 図８は、アンテナ素子１０１の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）の一例を示すシミュレーション結果である。図９は、アンテナ素子１０１の６０ＧＨｚでの方位角平面（ＸＺ平面）における放射特性を示すシミュレーション結果であり、図１０はアンテナ素子１０１の６０ＧＨｚでの仰角平面（ＹＺ平面）における放射特性を示すシミュレーション結果である。図９および図１０において０°方向（上方向）が天面方向（＋Ｚ方向）に相当する。

[0048] 図８に示すように、比較例１のアンテナ素子１０１においてはＶＳＷＲ比

が１．５以下となる周波数帯域は５７ＧＨｚ～６１ＧＨｚであり、比帯域は６．７％であった。これに対して本実施形態のアンテナ素子１００によれば、上述のように比帯域が１２．７％であることから（図３参照）、比較例１よりも比帯域を約２倍に増加させることができる。これにより比較例１に係るアンテナ素子１０１よりも周波数帯域の広帯域化を実現することができる。

[0049] なお、アンテナ指向性に関しては、図９および図１０に示す比較例１のアンテナ素子１０１とほぼ同等の特性であった。このことから本実施形態によれば、パッチアンテナ構造と同等のアンテナ指向性を有しつつ、周波数帯域の拡大を図ることができる。

[0050] （比較例２）

図１１は、比較例２に係るアンテナ素子１０２の斜視図、図１２はその側面図である。このアンテナ素子１０２は、地導体板１２４に対して垂直に形成されたループ形状のアンテナ構造体１２３を備える。アンテナ構造体の一端は給電点に接続され、他端は地導体板１２４に接続される。ループ長は６０ＧＨｚの電波の半波長に相当する大きさとした。

[0051] 図１３は、アンテナ素子１０２の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）の一例を示すシミュレーション結果である。図１４は、アンテナ素子１０２の６０ＧＨｚでの方位角平面（ＸＺ平面）における放射特性を示すシミュレーション結果であり、図１５はアンテナ素子１０２の６０ＧＨｚでの仰角平面（ＹＺ平面）における放射特性を示すシミュレーション結果である。図１４および図１５において０°方向（上方向）が天面方向（＋Ｚ方向）に相当する。

[0052] 図１３に示すように、比較例２のアンテナ素子１０２においてはＶＳＷＲ比が１．５以下となる周波数帯域は５８ＧＨｚ～６０ＧＨｚであり、比帯域は６．６％であった。これに対して本実施形態のアンテナ素子１００によれば、上述のように比帯域が１２．７％であることから（図３参照）、比較例２よりも比帯域を約２倍に増加させることができる。これにより比較例１に係るアンテナ素子１０１よりも周波数帯域の広帯域化を実現することができ

る。

[0053] また指向性に関しては、比較例１と異なり、ダイポールアンテナのような８の字型の特性となり、ミリ波領域で使われる、放射面（天面）への指向性アンテナには向かない構造であるといえる。このことから本実施形態によれば、代表的なループアンテナ構造と比較して、天面方向に向かって広範囲にバランスのよい指向特性を実現しつつ、周波数帯域の広帯域化を図ることができる。

[0054] 図１６は、本実施形態のアンテナ素子１００と比較例１のアンテナ素子１０１とのアンテナ特性と指向性を比較したシミュレーション結果である。ここでは、各素子を６０ＧＨｚの共振周波数にて同じサイズで形成し、５０～６５ＧＨｚまでのアンテナ特性と指向性を５ＧＨｚ間隔で測定した。

[0055] 図１６に示すように、本実施形態のアンテナ素子１００は、比較例１のアンテナ素子１０１と同様な指向特性が得られた。一方、本実施形態によれば、５５ＧＨｚ～６５ＧＨｚにおいて天面方向のアンテナ利得が比較例１を上回る結果が得られた。

これまではアンテナを広帯域化・高利得化するにはアンテナ素子を複数個要するアレイ形状にしたり、積層基板の層数を増やして中間に反射・広帯域化のパターンを追加したりする等の手法が用いられていたが、本実施形態によれば安価且つ簡単な手法で広帯域化を実現することができる。

[0056] ＜第２の実施形態＞

図１７は、本技術の第２の実施形態に係るアンテナモジュール３００の透過斜視図、図１８はその平面図、図１９はアンテナモジュール３００の回路構成を示すブロック図である。なお図において上述の第１の実施形態と対応する部分については同一の符号を付し、その説明は省略する。

[0057] 本実施形態のアンテナモジュール３００は、アンテナアレイ２００と、信号処理回路３０１（図１９）とを備える。アンテナアレイ２００および信号処理回路３０１は、共通の誘電体多層基板１に形成あるいは搭載される。

[0058] ［アンテナアレイ］

アンテナアレイ２００は、複数のアンテナ素子１００を有する。複数のアンテナ素子１００は、１つの送信アンテナＴｘと、３つの受信アンテナＲｘ１，Ｒｘ２，Ｒｘ３とを含む。各アンテナ素子１００は同一の構成を有し、第１の実施形態で説明したアンテナ素子と同様に構成される。送信アンテナは１つに限られず、２つ以上であってもよい。また、受信アンテナは３つに限られず、２つまたは４つ以上であってもよい。

[0059] 各アンテナ素子１００の第１導体層２１は、誘電体層１０の第１主面１０ａ上に各々独立して配列される。各第１導体層２１は、同様な平面素子形状に形成され、本実施形態ではＸ軸方向に長辺、Ｙ軸方向に短辺をそれぞれ有する概略矩形に形成される。これら各アンテナ素子１００は、図１８に示すように、誘電体層１０の第１主面１０ａ上においてＸ軸方向およびＹ軸方向に沿ってマトリクス状に配列される。

[0060] 一方、各アンテナ素子１００の第２導体層２２は、グランド電位に接続された共通の導体層で形成される。第２導体層２２には、各アンテナ素子１００の第１層間接続部３１の形成領域に開口部２２ａが設けられることで、第２導体層２２と各第１層間接続部３１との間が電気的に絶縁される。各アンテナ素子１００の第１層間接続部３１は、誘電体層１０の第２主面１０ｂに形成された図示しない信号伝送ラインを介して信号処理回路３０１に接続される。信号伝送ラインとしては、マイクロストリップ線路、ストリップ線路、コプレーナウェーブガイド線路などの種々の信号線路が採用可能である。

[0061] ［信号処理回路］

信号処理回路３０１は、送信アンテナＴｘへ送信されるミリ波信号を生成するとともに、受信アンテナＲｘ１～Ｒｘ３で受信されたミリ波信号を処理して到来角を算出するミリ波レーダーＩＣであり、給電部に相当する。誘電体多層基板１にはさらに、図１９に示すように信号処理回路３０１へ供給する電圧を調整するレギュレータ３０２、信号処理回路３０１の駆動用パラメータ等を格納したメモリ３０３、これら信号処理回路、レギュレータ３０２およびメモリ３０３を図示しない外部装置と電気的に接続するためのコネク

タ３０４などが搭載される。

[0062] 本実施形態のアンテナモジュール３００は、ＭＩＭＯ（Multi Input Multi Output）レーダーアンテナとして構成される。本実施形態によれば、同一基板上に送信用および受信用の各アンテナが搭載されるため、上述の第１の実施形態と同様の作用効果が得られるとともに、アンテナ装置の小型化および薄型化を図ることができる。

[0063] ［アイソレーション特性の改善］

上述のようにアンテナアレイ２００を構成する各アンテナ素子１００の第１導体層２１は、Ｘ軸方向に平行な長辺と、Ｙ軸方向に平行な短辺とを有する矩形の平面形状を有する。このため、正方形状の誘電体層１０の第１主面１０ａ上に各アンテナ素子１００を配列する場合、Ｙ軸方向に隣り合うアンテナ素子１００の間隔と比較して、Ｘ軸方向に隣り合うアンテナ素子１００の間隔が小さくなる。

[0064] そこで本実施形態では、Ｘ軸方向に配列される２つの第１導体層２１の互いに対向する短辺２１ｓには、これら２つの第１導体層２１の間隔を部分的に拡張する切欠き部２１０が設けられる。これにより、例えば図２０に示すように切欠き部２１０を備えていないアンテナアレイ２００と比較して、Ｘ軸方向に隣り合う２つのアンテナ素子１００間（送信アンテナＴｘと受信アンテナＲｘ１との間、および、２つの受信アンテナＲｘ２，Ｒｘ３との間）におけるアイソレーション特性を改善させることができる。

[0065] 切欠き部２１０の形状は特に限定されず、本実施形態では円弧状に形成される。これ以外にも図２７に示すように、切欠き部２１０は、三角形状に形成されてもよいし、矩形状あるいは台形状に形成されてもよい。このように切欠き部２１０を第１導体層２１の短辺２１Ｓの一部に設けることで、第１導体層２１の周回長が大きく変化することを防ぐことができる。これにより、広帯域化を確保しつつアイソレーション特性の改善を図ることができる。

[0066] 図２１は、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ１のアイソレーション特性を示すシミュレーション結果である。図中実線は切欠き部２１０を

有する（以下、アイソレーション処理有りともいう）ときの特性を示し、破線は切欠き部２１０が無い（以下、アイソレーション処理無しともいう）ときの特性を示している。同図に示すように、アイソレーション処理有りの場合は、アイソレーション処理無しの場合と比較して、約１ｄＢの改善がみられる。

[0067] 図２２は、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ２のアイソレーション特性を示すシミュレーション結果である。図中実線はアイソレーション処理有りのときの特性を示し、破線はアイソレーション処理無しのときの特性を示している。同図に示すようにこの実験では、アイソレーション処理有りの場合と無しの場合とで大きな差は見られなかった。これは、送信アンテナＴｘと受信アンテナＲｘ２が互いに対角関係の位置にあり、物理的な距離が大きいためであると考えられる。

[0068] 図２３は、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ３のアイソレーション特性を示すシミュレーション結果である。図中実線はアイソレーション処理有りのときの特性を示し、破線はアイソレーション処理無しのときの特性を示している。同図に示すように、アイソレーション処理有りの場合は、アイソレーション処理無しの場合と比較して、６０ＧＨｚ～６４ＧＨｚの帯域において大幅な改善がみられる。これは、送信アンテナＴｘと受信アンテナＲｘ３は第１導体層２１の長辺どうしが対向するため切欠き部２１０の形成による影響はないが、第１導体層２１の周縁部における電流密度が高いため、切欠き部２１０の形状効果によって特定周波数でのフィルタのような機能が得られるためと考えられる。

[0069] 図２４は、受信アンテナＲｘ２と受信アンテナＲｘ３との間のアイソレーション特性を示すシミュレーション結果である。図中実線はアイソレーション処理有りのときの特性を示し、破線はアイソレーション処理無しのときの特性を示している。同図に示すように、アイソレーション処理有りの場合は、アイソレーション処理無しの場合と比較して、約２ｄＢの改善がみられる。

[0070] 図２５は、受信アンテナＲｘ１と受信アンテナＲｘ３との間のアイソレーション特性を示すシミュレーション結果である。図中実線はアイソレーション処理有りのときの特性を示し、破線はアイソレーション処理無しのときの特性を示している。同図に示すようにこの実験では、アイソレーション処理有りの場合と無しの場合とで大きな差は見られなかった。これは、受信アンテナＲｘ１と受信アンテナＲｘ３が互いに対角関係の位置にあり、物理的な距離が大きいためであると考えられる。

[0071] 図２６は、受信アンテナＲｘ１と受信アンテナＲｘ２との間のアイソレーション特性を示すシミュレーション結果である。図中実線はアイソレーション処理有りのときの特性を示し、破線はアイソレーション処理無しのときの特性を示している。同図に示すように、アイソレーション処理有りの場合は、アイソレーション処理無しの場合と比較して、６０ＧＨｚ～６４ＧＨｚの帯域において大幅な改善がみられる。これは、図２３に示す結果と同様に、切欠き部２１０の形状効果によって特定周波数でのフィルタのような機能が得られるためと考えられる。

[0072] ＜第３の実施形態＞

［アンテナ素子の他の構成例］

続いて、本技術に係るアンテナ素子の他の構成例について説明する。なお各図において図１と対応する部分については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0073] 図２８に示すアンテナ素子１５１は、放射素子としての第１導体層２１が地導体板としての第２導体層２２と同一の面積で形成されている点で、図１に示すアンテナ素子１００と相違する。ここでは、第１導体層２１および第２導体層２２の各辺の長さをそれぞれ３ｍｍとした。

[0074] 図２９は、アンテナ素子１５１の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）特性と、６０ＧＨｚでの方位角平面（ＸＺ平面）および仰角平面（ＹＺ平面）における放射特性を示すシミュレーション結果である。同図に示すように、第１導体層２１の面積が広すぎることで共振状態が変化してしまい、６０ＧＨｚ帯用の

アンテナとしては成立が困難であった。このため、第１導体層２１は、例えば、少なくとも第２導体層２２よりも小さい面積で形成する必要があり、使用帯域に応じて第１導体層２１の周回長の最適化を図るのが好適である。

[0075] 図３０に示すアンテナ素子１５２は、Ｚ軸方向から見たときに、放射素子としての第１導体層２１の周縁部（長辺および短辺）が第１層間接続部３１（第１領域２１１）と第２層間接続部３２（第２領域２１２）の外周部に接する帯状に形成されている点で、図１に示すアンテナ素子１００と相違する。ここでは、第１導体層２１の短辺の長さを０．３ｍｍ、長辺の長さを１．１ｍｍとした。

[0076] 図３１は、アンテナ素子１５２の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）特性と、６０ＧＨｚでの方位角平面（ＸＺ平面）および仰角平面（ＹＺ平面）における放射特性を示すシミュレーション結果である。同図に示すように、６０ＧＨｚ帯に共振が発生するが、アンテナの放射特性はループアンテナの指向性のままであった。

[0077] 一方、図３２に示すアンテナ素子１５３は、Ｚ軸方向から見たときに、放射素子としての第１導体層２１の周縁部（長辺および短辺）よりも内側に第１層間接続部３１（第１領域２１１）と第２層間接続部３２（第２領域２１２）の外周部が位置する帯状に形成されている点で、図３０に示すアンテナ素子１５２と相違する。ここでは、第１導体層２１の短辺の長さを０．５ｍｍ、長辺の長さを１．３ｍｍとした。

[0078] 図３３は、アンテナ素子１５３の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）特性と、６０ＧＨｚでの方位角平面（ＸＺ平面）および仰角平面（ＹＺ平面）における放射特性を示すシミュレーション結果である。同図に示すように、６０ＧＨｚ帯を中心に帯域が広がりはじめ、アンテナとしても天面への放射特性が大きくなる。

[0079] また、図３４に示すアンテナ素子１５４は、放射素子としての第１導体層２１の短辺の長さを１．０ｍｍ、長辺の長さを１．３ｍｍとした点で、図３２に示すアンテナ素子１５３と相違する。

[0080] 図３５は、アンテナ素子１５４の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）特性と、６０ＧＨｚでの方位角平面（ＸＺ平面）および仰角平面（ＹＺ平面）における放射特性を示すシミュレーション結果である。同図に示すように、帯域がさらに広がり、アンテナの放射パターンが天面方向に最適化されていくことがわかる。

[0081] さらに、図３６に示すアンテナ素子１５５は、放射素子としての第１導体層２１の短辺の長さを０．５ｍｍ、長辺の長さを１．６ｍｍとした点で、図３４に示すアンテナ素子１５４と相違する。

[0082] 図３７は、アンテナ素子１５５の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）特性と、６０ＧＨｚでの方位角平面（ＸＺ平面）および仰角平面（ＹＺ平面）における放射特性を示すシミュレーション結果である。同図に示すように、Ｙ軸方向へも同様に複数共振が生まれて帯域がより広がり、アンテナの放射パターンも天面に対して強くなっていくことがわかる。

[0083] そして、図３８に示す２つのアンテナ素子１５６は、放射素子としての第１導体層２１に接続される第１層間接続部３１および第２層間接続部３２が長辺に平行な方向（Ｘ軸方向）と交差する方向に配置される点で、図１に示すアンテナ素子１００と相違する。ここでは、第２層間接続部３２が第１導体層２１の隅部に配置された例を示している。

[0084] 図３９は、アンテナ素子１５６の電圧定在波比（ＶＳＷＲ）特性と、６０ＧＨｚでの方位角平面（ＸＺ平面）および仰角平面（ＹＺ平面）における放射特性を示すシミュレーション結果である。同図に示すように、図１に示すアンテナ素子１００のＶＳＷＲ特性（図３）および放射特性（図４，図５）と同様なシミュレーション結果が得られることから、本構成例においても第１の実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

[0085] ＜第４の実施形態＞

［アイソレーション特性の改善における他の例］

次に、本技術における第４実施形態について説明する。この第４実施形態においては、上述の第２実施形態で説明したアイソレーション特性を改善す

る形態における他の例について説明する。

[0086] ここで、上述の第２実施形態においては、各第１導体層２１において、Ｘ軸方向で互いに対向する短辺に切欠き部２１０を設けることで、アイソレーション特性を改善する方法について説明した。一方、第４実施形態では、切欠き部２１０の他に、さらに他の観点での改善を加えることで、アイソレーション特性をさらに改善する。

[0087] ここでの説明では、まず、上述の第２実施形態に対応する形態について一例をあげて説明する。図４０は、上述の第２実施形態に対応するアンテナモジュール３００の一例を示す図である。

[0088] 図４０に示すように、アンテナモジュール３００（アンテナアレイ２００）は、複数のアンテナ素子１００を有しており、この複数のアンテナ素子１００は、１つの送信アンテナＴｘと、３つの受信アンテナＲｘ１，Ｒｘ２，Ｒｘ３とを含む。送信アンテナＴｘ及び受信アンテナＲｘ１，Ｒｘ２，Ｒｘにおけるそれぞれの第１導体層２１は、Ｘ軸方向で互いに対向する短辺に切欠き部２１０を有している。

[0089] アンテナモジュール３００は、平面方向での形状が矩形とされており、ここでの例では、Ｘ軸方向での長さが５．０ｍｍとされており、Ｙ軸方向での幅が５．０ｍｍとされている。

[0090] また、Ｙ軸方向において、受信アンテナＲｘ１の中心位置と、受信アンテナＲｘ２の中心位置との間の距離、並びに、受信アンテナＲｘ１の中心位置と、受信アンテナＲｘ３の中心位置との間の距離は、２．５ｍｍとされている。また、Ｘ軸方向において、受信アンテナＲｘ２の中心位置と、受信アンテナＲｘ３の中心位置との間の距離、並びに、受信アンテナＲｘ１の中心位置と、受信アンテナＲｘ３の中心位置との間の距離は、２．５ｍｍとされている。

[0091] また、ＸＹ方向（平面方向）において、送信アンテナＴｘの中心位置と、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ３、Ｒｘ３の中心位置との間の距離Ｄは、２ｍｍとされている。なお、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ３、Ｒｘ３の

平面方向での中心位置は、Ｙ軸方向において、受信アンテナＲｘ１の中心位置と、受信アンテナＲｘ２の中心位置との間の中点の位置であって、かつ、Ｘ軸方向において、受信アンテナＲｘ２の中心位置と、受信アンテナＲｘ３の中心位置との間の中点の位置である。

[0092] 図４１は、図４０に示すアンテナモジュール３００のアイソレーション特性を示す図である。図４１において横軸は、アンテナ素子１００において使用される電波の周波数［ＧＨｚ］を示しており、縦軸は、アイソレーション特性［ｄＢ］を示している。なお、縦軸の値［ｄＢ］は、低い方がアイソレーション特性が高いことを意味する。

[0093] また、図４１において、３つのグラフは、それぞれ、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ１のアイソレーション特性（Ｔｘ→Ｒｘ１）、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ２のアイソレーション特性（Ｔｘ→Ｒｘ２）、及び送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ３のアイソレーション特性（Ｔｘ→Ｒｘ３）を示している。

[0094] また、図４１の右上には、送信アンテナＴｘによる受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３への影響を可視化するためのマップ（サーモグラフィー形式）が示されている。

[0095] 第２実施形態において上述したように、図４０に示す形態では、第１導体層２１に切欠き部２１０が設けられているので、切欠き部２１０が無い形態に比べて、アイソレーション特性は向上する。

[0096] 一方、アイソレーション特性については、さらなる改善が見込まれる。そこで、第４実施形態では、このアイソレーション特性をさらに改善する。

[0097] 図４２は、第４実施形態に係るアンテナモジュール４００の透過斜視図である。図４３は、第４実施形態に係るアンテナモジュール４００の平面図である。この第４実施形態の説明では、上述の第２実施形態（及び図４０、図４１）と異なる点を中心に説明する。

[0098] 典型的には、この第４実施形態においては、送信アンテナＴｘに対する、受信アンテナＲｘ１，Ｒｘ２，Ｒｘ３のアイソレーション特性を向上させる

ために、主に以下の（Ａ）～（Ｃ）による３つの手法が用いられる。

（Ａ）各第１導体層２１に対して、それぞれ、切欠き部２１０を設ける（上述の第２実施形態と同様）。

（Ｂ）平面方向（ＸＹ方向）において、送信アンテナＴｘと、受信アンテナＲｘ１，Ｒｘ２，Ｒｘ３との間の距離を離す。

（Ｃ）送信アンテナＴｘから、受信アンテナＲｘ１，Ｒｘ２，Ｒｘ３への電界を遮蔽するための遮蔽層４１を設ける。（ｃ）遮蔽層４１と、第２導体層２２とを繋ぐ第３層間接続部４２を設けて、遮蔽層４１をグランド電位へと落とす。

[0099] 図４２及び図４３に示すように、アンテナモジュール４００（アンテナアレイ）は、複数のアンテナ素子１００を有しており、この複数のアンテナ素子１００は、１つの送信アンテナＴｘと、３つの受信アンテナＲｘ１，Ｒｘ２，Ｒｘ３とを含む。送信アンテナＴｘ及び受信アンテナＲｘ１，Ｒｘ２，Ｒｘおけるそれぞれの第１導体層２１は、Ｘ軸方向で互いに対向する短辺に切欠き部２１０を有している。

[0100] アンテナモジュール４００は、平面方向での形状が、Ｘ軸方向に長い矩形とされており、ここでの例では、Ｘ軸方向（第１導体層２１の長辺に平行な方向）での長さが１２．５ｍｍとされており、Ｙ軸方向（第１導体層２１の短辺に平行な方向）での幅が７．５ｍｍとされている（図４０では、５ｍｍ×５ｍｍ）。なお、第４実施形態において説明される具体的な数値については、単なる一例であり、適宜変更することができる。

[0101] また、Ｙ軸方向において、受信アンテナＲｘ１の中心位置と、受信アンテナＲｘ２の中心位置との間の距離、並びに、受信アンテナＲｘ１の中心位置と、受信アンテナＲｘ３の中心位置との間の距離は、２．５ｍｍとされている。また、Ｘ軸方向において、受信アンテナＲｘ２の中心位置と、受信アンテナＲｘ３の中心位置との間の距離、並びに、受信アンテナＲｘ１の中心位置と、受信アンテナＲｘ３の中心位置との間の距離は、２．５ｍｍとされている。

[0102] また、ＸＹ方向（平面方向）において、送信アンテナＴｘの中心位置と、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ３、Ｒｘ３の中心位置との間の距離Ｄは、５ｍｍとされている。なお、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ３、Ｒｘ３の平面方向での中心位置は、Ｙ軸方向において、受信アンテナＲｘ１の中心位置と、受信アンテナＲｘ２の中心位置との間の中点の位置であって、かつ、Ｘ軸方向において、受信アンテナＲｘ２の中心位置と、受信アンテナＲｘ３の中心位置との間の中点の位置である。

[0103] ここで、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３の相対位置関係は、図４０に示した例（及び第２実施形態）と同じである。一方、送信アンテナＴｘの中心位置と、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ３、Ｒｘ３の中心位置との間の距離Ｄは、図４０に示した例では、２ｍｍであったのに対して、ここでの例では、５ｍｍとなっており、図４０に示した例よりもその距離が長くされている。

[0104] この第４実施形態を、図４０に示す例（及び第２実施例）と比べると、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒ３の相対位置関係が固定されたまま、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒ３が、Ｘ軸方向において送信アンテナＴｘから離れる方向に移動されている。なお、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒ３の相対位置関係が固定されているのは、本技術においてＭＩＭＯが用いられている関係上、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒ３の相対位置関係はおおよそ決まっているためである。

[0105] このように、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ３、Ｒｘ３の中心位置を、送信アンテナＴｘの中心位置から遠ざけることで、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ３、Ｒｘ３のアイソレーション特性を改善することができる。

[0106] 典型的には、送信アンテナＴｘの中心位置と、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ３、Ｒｘ３の中心位置との間のＸＹ方向（平面方向）における距離Ｄは、使用電波の半波長（１／２λ）以上とされる。なお、距離Ｄを半波長（１／２λ）以上の長さとすることで、送信アンテナＴｘに対する受信アンテ

ナＲｘ１、Ｒｘ３、Ｒｘ３のアイソレーション特性が向上することが実験結果から分かっている。

[0107] 一方、距離Ｄを大きくすればするほど、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ３、Ｒｘ３のアイソレーション特性が改善するとも思われるが、改善傾向は、距離Ｄがある一定の距離以上となると頭打ちとなることが実験結果から分かっている。また、当然ながら距離Ｄを大きくすればするほど、アンテナモジュール４００が大型化してしまうといった問題もある。アンテナモジュール４００が大型化してしまうと、ミリ波レーダーＩＣ３０１と、受信アンテナＴｘ、受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ２との間の伝送損失が発生し、システム全体の性能が悪化してしまうといった問題もある。

[0108] このため、典型的には、送信アンテナＴｘの中心位置と、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ３、Ｒｘ３の中心位置との間のＸＹ方向（平面方向）における距離Ｄは、使用電波の波長の１．５倍（１．５λ））以下とされる。これにより、アンテナモジュール４００を大型化せずに、アイソレーション特性を適切に改善することができる。

[0109] また、アンテナモジュール４００（アンテナアレイ）は、誘電体層１０の表面１０ａにおいて、送信アンテナＴｘの第１導体層２１と、受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３の第１導体層２１との間に設けられた遮蔽層４１を有している。この遮蔽層４１は、送信用アンテナＴｘから受信用アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３へ直接飛び込む不要な電界（電波）を遮蔽することが可能とされている。

[0110] 遮蔽層４１は、誘電体層１０の表面１０ａにおいて、送信アンテナＴｘにおける第１導体層２１を囲むように環状（かつ帯状）に形成されている。ここでの例では、遮蔽層４１は、矩形の環状とされているが、この形状については、楕円形の環状等の他の形状であっても構わない。

[0111] 遮蔽層４１は、典型的には、誘電体層１０の表面１０ａに形成された金属層である。遮蔽層４１に用いられる金属材料としては、例えば、銅やアルミ

ニウム等が挙げられるが、材料については特に限定されない。また、この材料についは、第１導体層２１及び第２導体層と同じ材料が用いられてもよいし、異なる材料が用いられてもよい。遮蔽層４１の厚みについても特に限定されず、第１導体層２１および第２導体層２２と同一の厚みであってもよいし、異なる厚みであってもよい。

[0112] ここでの例では、遮蔽層４１の外周の長さは、３．５ｍｍ×３．５ｍｍ（Ｘ軸×Ｙ軸）とされており、遮蔽層４１の幅（帯の幅）は、０．２５ｍｍとされている。また、Ｙ軸方向において、遮蔽層４１の内周と、送信アンテナＴｘにおける第１導体層２１の長辺との間の距離は、１ｍｍとされている。また、Ｘ軸方向において、遮蔽層４１の内周と、送信アンテナＴｘにおける第１導体層２１の短辺との間の距離は、０．６ｍｍとされている。

[0113] また、アンテナモジュール４００（アンテナアレイ）は、複数の第３層間接続部４２を有している。この第３層間接続部４２は、誘電体層１０をその厚み方向（Ｚ軸方向）に貫通し、遮蔽層４１と第２導体層２２との間を電気的に接続する。第３層間接続部４２は、第１層間接続部３１及び第２層間接続部３２と同様に円柱状の導電体であり、誘電体層１０に設けられたスルーホールめっき又は導電材料で充填された埋込ビアで形成される。

[0114] 第３層間接続部４２は、遮蔽層４１及び第２導体層２２に対して垂直に接続されるので、第３層間接続部４２の長さ（高さ）は、誘電体層１０の厚み（０．６５ｍｍ）に相当する。第３層間接続部４２の径は、例えば、遮蔽層４１の幅（帯の幅）と同じ大きさとされる。第３層間接続部４２の径は、第１層間接続部３１及び第２層間接続部３２と同じ径であってもよいし、異なる径であってもよい。

[0115] 複数の第３層間接続部４２は、遮蔽層４１の周方向に沿って、所定の間隔（０．８ｍｍ）で配置される。なお、ここでの例では、複数の第３層間接続部４２は、遮蔽層４１の全周にわたって設けられておらず、遮蔽層４１の全周のうち一部について設けられている。具体的には、複数の第３層間接続部４２は、遮蔽層４１における矩形の４辺のうち、Ｙ軸方向に沿う１辺に対応

する箇所（送信アンテナＴｘ及び受信アンテナＲｘの間の１辺）と、Ｘ軸方向に沿う方向の２辺に対応する箇所とに設けられている。なお、複数の第３層間接続部４２は、遮蔽層４１の全周にわたって設けられていてもよい。

[0116] ここで、遮蔽層４１は、複数の第３層間接続部４２を介して第２導体層２２と接続される。第２導体層２２は、グランドされているので、対応して、遮蔽層４１もグランド電位とされる。このように、遮蔽層４１をグランド電位とすることで、送信用アンテナＴｘから受信用アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３への電界（電波）を適切に遮蔽することができる。

[0117] 図４４は、アンテナモジュール４００のアイソレーション特性を示す図である。図４４において横軸は、アンテナ素子１００において使用される電波の周波数［ＧＨｚ］を示しており、縦軸は、アイソレーション特性［ｄＢ］を示している。なお、縦軸の値［ｄＢ］は、低い方がアイソレーション特性が高いことを意味する。

[0118] また、図４４において、３つのグラフは、それぞれ、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ１のアイソレーション特性（Ｔｘ→Ｒｘ１）、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ２のアイソレーション特性（Ｔｘ→Ｒｘ２）、及び送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ３のアイソレーション特性（Ｔｘ→Ｒｘ３）を示している。

[0119] また、図４４の右上には、送信アンテナＴｘによる受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３への影響を可視化するためのマップ（サーモグラフィー形式）が示されている。

[0120] 図４４（第４実施形態）と、図４１（第２実施形態）とを比較すると、Ｔｘ→Ｒｘ１のグラフ、Ｔｘ→Ｒｘ２のグラフ、Ｔｘ→Ｒｘ３のグラフは、全体的に下側に下がる傾向となっている。これは、つまり、上記（Ａ）「切欠き部２１０」、（Ｂ）「距離Ｄ」、及び（Ｃ）「遮蔽層４２」の組み合わせである第４実施形態では、上記（Ａ）「切欠き部」のみの第２実施形態に比べて、さらにアイソレーション特性が改善されていることを意味している。

[0121] また、図４４における３つのグラフでは、アイソレーション特性を示す値

が、略３０［ｄＢ］以下とされている。このように、アイソレーション特性を示す値を３０［ｄＢ］以下とすることで、十分なアイソレーション特性を得ることができる。

[0122] ［作用等］

以上説明したように、第４実施形態では、誘電体層１０の表面１０ａにおいて、送信アンテナＴｘの第１導体層２１と、受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３の第１導体層２１との間に、送信アンテナＴｘから受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３への電界を遮蔽する遮蔽層４１（金属層）が設けられる。これにより、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３のアイソレーション特性をさらに改善することができる。

[0123] また、第４実施形態では、遮蔽層４１は、誘電体層１０の表面１０ａにおいて、送信アンテナＴｘの第１導体層２１を囲むように環状に形成される。これにより、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３のアイソレーション特性をさらに改善することができる。

[0124] また、第４実施形態では、誘電体層１０を貫通し遮蔽層４１と第２導体層２２との間を接続する第３層間接続部４２が設けられる。これにより、遮蔽層４１をグランド電位とすることができ、送信用アンテナＴｘから受信用アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３への電界（電波）を適切に遮蔽することができる。

[0125] また、第４実施形態において、第３層間接続部４２は、誘電体層１０に設けられたスルーホールめっき又は埋込ビアとされる。これにより、遮蔽層４１と第２導体層２２との間を適切に接続することができる。

[0126] また、第４実施形態では、使用電波の波長をλとし、送信アンテナＴｘの中心位置と、前受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３の中心位置との間の平面方向での距離をＤとしたとき、０．５λ≦Ｄ≦１．５λとされる。距離Ｄを半波長（１／２λ）以上の長さとすることで、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ３、Ｒｘ３のアイソレーション特性をさらに改善することができる。また、距離Ｄを、使用電波の波長の１．５倍（１．５λ

）以下とすることで、アンテナモジュール４００を大型化せずに、アイソレーション特性を適切に改善することができる。

[0127] ＜第４実施形態における各種変形例＞

次に、第４実施形態における各種変形例について説明する。

[0128] 上述の第４実施形態では、（Ａ）「切欠き部２１０」、（Ｂ）「距離Ｄ」、及び（Ｃ）「遮蔽層４２」の３つの組み合わせが用いられる場合について説明した。一方、（Ａ）「切欠き部２１０」、（Ｂ）「距離Ｄ」、及び（Ｃ）「遮蔽層４２」の組み合わせについては、以下に示すいずれの組み合わせであってもよい。

１．（Ａ）「切欠き部２１０」のみの形態（第２実施形態）

２．（Ｂ）「距離Ｄ」のみの形態

３．（Ｃ）「遮蔽層４２」のみの形態

４．（Ａ）「切欠き部２１０」及び（Ｂ）「距離Ｄ」の組み合わせの形態

５．（Ａ）「切欠き部２１０」及び（Ｃ）「遮蔽層４２」の組み合わせの形態

６．（Ｂ）「距離Ｄ」及び（Ｃ）「遮蔽層４２」の組み合わせの形態

７．（Ａ）「切欠き部２１０」、（Ｂ）「距離Ｄ」及び（Ｃ）「遮蔽層４２」の組み合わせの形態（第４実施形態）

[0129] ここで、上記（Ｃ）における「遮蔽層４２」を含む形態の場合、つまり、上記３．５．６．７．の４つの形態においては、（ｃ）「第３層間接続部４２」が設けられてもよいし、一方、（ｃ）「第３層間接続部４２」を省略することもできる。従って、上記３．５．６．７．の４つの形態は、（ｃ）「第３層間接続部４２」の有無に応じて、２つに分岐するが、このいずれの形態であってもよい。なお、上述の第４実施形態では、７．（Ａ）「切欠き部２１０」、（Ｂ）及び（Ｃ）の３つの組み合わせであって、かつ、（ｃ）を含む形態について代表的に説明している。

[0130] ここで、上記４．における（Ａ）「切欠き部２１０」及び（Ｂ）「距離Ｄ」の組み合わせの形態について、一例を挙げて代表的に説明する。

[0131] 図４５は、第４実施形態の変形例に係るアンテナモジュール５００の透過斜視図である。図４５に示すアンテナモジュール５００では、図４２に示すアンテナモジュール４００と比較して、遮蔽部４１及び第３層間接続部４２が省略されている。それ以外については、図４２と同じである。

[0132] なお、アンテナモジュール５００において、送信アンテナＴｘ及び受信アンテナＲｘ１，Ｒｘ２，Ｒｘおけるそれぞれの第１導体層２１には、Ｘ軸方向で互いに対向する短辺に切欠き部２１０が設けられている。また、ＸＹ方向（平面方向）において、送信アンテナＴｘの中心位置と、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ３、Ｒｘ３の中心位置との間の距離Ｄは、５ｍｍとされている。つまり、距離Ｄは、０．５λ≦Ｄ≦１．５λの条件を満たす。

[0133] 図４６は、アンテナモジュール５００のアイソレーション特性を示す図である。図４６において横軸は、アンテナ素子１００において使用される電波の周波数［ＧＨｚ］を示しており、縦軸は、アイソレーション特性［ｄＢ］を示している。なお、縦軸の値［ｄＢ］は、低い方がアイソレーション特性が高いことを意味する。

[0134] また、図４６において、３つのグラフは、それぞれ、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ１のアイソレーション特性（Ｔｘ→Ｒｘ１）、送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ２のアイソレーション特性（Ｔｘ→Ｒｘ２）、及び送信アンテナＴｘに対する受信アンテナＲｘ３のアイソレーション特性（Ｔｘ→Ｒｘ３）を示している。

[0135] また、図４６の右上には、送信アンテナＴｘによる受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３への影響を可視化するためのマップ（サーモグラフィー形式）が示されている。

[0136] 図４６（第４実施形態変形例）と、図４１（第２実施形態）とを比較すると、Ｔｘ→Ｒｘ１のグラフ、Ｔｘ→Ｒｘ２のグラフ、Ｔｘ→Ｒｘ３のグラフは、全体的に下側に下がる傾向となっている。これは、つまり、上記（Ａ）「切欠き部２１０」、（Ｂ）「距離Ｄ」の組み合わせである第４実施形態の変形例では、上記（Ａ）「切欠き部」のみの第２実施形態に比べて、さらに

アイソレーション特性が改善されていることを意味している。

[0137] 以上の説明では、遮蔽層４１が送信アンテナＴｘの第１導体層２１の周囲を全体的に囲む形態について説明した。一方、遮蔽層４１は、送信アンテナＴｘの第１導体層２１の周囲を部分的に囲むように形成されてもよい。典型的には、遮蔽層４１は、送信アンテナＴｘの第１導体層２１と、受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３の第１導体層２１との間に介在されるように形成されていればよい。

[0138] また、以上の説明では、遮蔽層４１が送信アンテナＴｘ側を囲む場合について説明したが、遮蔽層４２は、受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３を（部分的又は全体的に）囲むように形成されていてもよい。この場合、遮蔽層４１は、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３をまとめて全体的に囲むように形成されていてもよいし、３つの受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３を個別に囲むように形成されていてもよい。

[0139] なお、遮蔽層４１が受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３側に設けられる場合、典型的には、遮蔽層４１に第３層間接続部４２が設けられて、遮蔽層４１がグランド電位に設定される。

[0140] ここで、遮蔽層４１が受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３側に設けられる場合において、遮蔽層４１がグランド電位に設定されない場合、遮蔽層４１が逆にアイソレーション特性に悪影響を与えることが実験結果から分かっている。これは、グランドされていない遮蔽層４１が、受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３の近傍に設けられると、この遮蔽層４１が、送信アンテナＴｘからの電界（電波）の受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３への橋渡し役となってしまうためである。従って、遮蔽層４１が受信アンテナＲｘ１、Ｒｘ２、Ｒｘ３側に設けられる場合、典型的には、遮蔽層４１に第３層間接続部４２が設けられて、遮蔽層４１がグランド電位に設定される。

[0141] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

（１）平面素子形状の第１導体層と、

グランド電位に接続される第２導体層と、

前記第１導体層と前記第２導体層との間に設けられた誘電体層と、

前記誘電体層を貫通し、前記第１導体層を給電部へ接続する第１層間接続部と

前記誘電体層を貫通し、前記第１導体層と前記第２導体層との間を接続する第２層間接続部と

を具備するアンテナ素子。

（２）上記（１）に記載のアンテナ素子であって、

前記第１導体層は、前記第２導体層よりも小さい面積で形成される

アンテナ素子。

（３）上記（２）に記載のアンテナ素子であって、

前記第１層間接続部と、前記第１導体層と、前記第２層間接続部とにより形成されるループ長は、使用電波の１波長以下である

アンテナ素子。

（４）上記（３）に記載のアンテナ素子であって、

前記ループ長は、使用電波の半波長に相当する大きさである

アンテナ素子。

（５）上記（２）～（４）のいずれか１つに記載のアンテナ素子であって、

前記第１導体層の平面形状は、長辺および短辺を有する矩形である

アンテナ素子。

（６）上記（５）に記載のアンテナ素子であって、

前記第１導体層は、前記第１層間接続部が接続される第１領域と、前記第２層間接続部が接続される第２領域とを有し、

前記第１領域および前記第２領域は、前記第１導体層の周縁部から離間して配置される

アンテナ素子。

（７）上記（６）に記載のアンテナ素子であって、

前記第１領域と前記第２領域は、前記長辺に平行な方向に配置される

アンテナ素子。

（８）上記（６）または（７）に記載のアンテナ素子であって、

前記第１領域と前記第２領域は、前記長辺に平行な方向と交差する方向に配置される

アンテナ素子。

（９）上記（１）～（８）のいずれか１つに記載のアンテナ素子であって、

前記誘電体層は、誘電体材料で構成された誘電体基板であり、

前記第１導体層は、前記誘電体基板の第１主面に形成された金属層であり、

前記第２導体層は、前記第１主面とは反対側の前記誘電体基板の第２主面に形成された金属層である

アンテナ素子。

（１０）上記（１）～（９）のいずれか１つに記載のアンテナ素子であって、

前記第２導体層は、前記第１層間接続部の外径より大きな開口径で形成された開口部を有する

アンテナ素子。

（１１）上記（１）～（１０）のいずれか１つに記載のアンテナ素子であって、

前記第１層間接続部および前記第２層間接続部は、前記誘電体層に設けられたスルーホールめっき又は埋込ビアである

アンテナ素子。

（１２）　平面素子形状の第１導体層と、グランド電位に接続される第２導体層と、前記第１導体層と前記第２導体層との間に設けられた誘電体層と、前記誘電体層を貫通し前記第１導体層を給電部へ接続する第１層間接続部と、前記誘電体層を貫通し前記第１導体層と前記第２導体層との間を接続する第２層間接続部と、をそれぞれ有する複数のアンテナ素子を具備し、

前記複数のアンテナ素子各々の前記第１導体層は、前記誘電体層の一方の表面に配列される

アンテナアレイ。

（１３）上記（１２）に記載のアンテナアレイであって、

前記複数のアンテナ素子のうち少なくとも１つは送信用のアンテナ素子であり、他の少なくとも１つは受信用のアンテナ素子である

アンテナアレイ。

（１４）上記（１３）に記載のアンテナアレイであって、

前記複数のアンテナ素子は、前記表面上において相互に直交する第１の軸方向および第２の軸方向に沿ってマトリクス状に配列される

アンテナアレイ。

（１５）上記（１４）に記載のアンテナアレイであって、

前記第１導体層は、前記第１の軸方向に平行な長辺と、前記第２の軸方向に平行な短辺とを有する矩形の平面形状を有し、

前記第１の軸方向に配列される２つの前記第１導体層の互いに対向する短辺は、前記２つの第１導体層の間隔を部分的に拡張する切欠き部を有する

アンテナアレイ。

（１６）上記（１２）～（１５）のいずれか１つに記載のアンテナアレイであって、

前記複数のアンテナ素子各々の前記第２導体層は、共通の導体層で形成される

アンテナアレイ。

（１７）上記（１３）～（１６）のうちいずれか１つに記載のアンテナアレイであって、

前記誘電体層の前記表面において、前記送信用のアンテナ素子の前記第１導体層と、前記受信用のアンテナ素子の前記第１導体層との間に設けられ、前記送信用のアンテナ素子から前記受信用のアンテナへの電界を遮蔽する遮蔽層

をさらに具備するアンテナアレイ。

（１８）　上記（１７）に記載のアンテナアレイであって、

前記遮蔽層は、前記誘電体層の前記表面において、前記送信用のアンテナ素子における第１導体層を囲むように環状に形成される

アンテナアレイ。

（１９）　上記（１７）又は（１８）に記載のアンテナアレイであって、

前記誘電体層を貫通し前記遮蔽層と前記第２導体層との間を接続する第３層間接続部

をさらに具備するアンテナアレイ。

（２０）　上記（１９）に記載のアンテナアレイであって、

前記第３層間接続部は、前記誘電体層に設けられたスルーホールめっき又は埋込ビアである

アンテナアレイ。

（２１）　上記（１７）～（２０）のうちいずれか１つに記載のアンテナアレイであって、

前記遮蔽層は、前記誘電体層の前記表面に形成された金属層である

アンテナアレイ。

（２２）上記（１３）～（２１）のうちいずれか１つに記載のアンテナアレイであって、

前記複数のアンテナ素子は、１つの送信用のアンテナ素子と、複数の受信用のアンテナ素子とを含み、

使用電波の波長をλとし、前記１つの送信用のアンテナ素子の中心位置と、前記複数の受信用アンテナ素子の中心位置との間の平面方向での距離をＤとしたとき、０．５λ≦Ｄである

アンテナアレイ。

（２３）上記（２２）に記載のアンテナアレイであって、

Ｄ≦１．５λである

アンテナアレイ。

（２４）　平面素子形状の第１導体層と、

グランド電位に接続される第２導体層と、

前記第１導体層と前記第２導体層との間に設けられた誘電体層と、

前記誘電体層を貫通し、前記第１導体層を給電部へ接続する第１層間接続部と、

前記誘電体層を貫通し、前記第１導体層と前記第２導体層との間を接続する第２層間接続部と

をそれぞれ有する複数のアンテナ素子と、

前記複数のアンテナ素子に接続された信号処理回路と

を具備するアンテナモジュール。

符号の説明

[0142] １０…誘電体層

１０ａ…第１主面

１０ｂ…第２主面

２１…第１導体層

２２…第２導体層

２２ａ…開口部

３１…第１層間接続部

３２…第２層間接続部

４１…遮蔽層

４２…第３層間接続部

１００，１５１～１５６…アンテナ素子

２００…アンテナアレイ

２１０…切欠き部

３００、４００、５００…アンテナモジュール

３０１…信号処理回路

請求の範囲

[請求項1] 平面素子形状の第１導体層と、

グランド電位に接続される第２導体層と、

前記第１導体層と前記第２導体層との間に設けられた誘電体層と、

前記誘電体層を貫通し、前記第１導体層を給電部へ接続する第１層間接続部と

前記誘電体層を貫通し、前記第１導体層と前記第２導体層との間を接続する第２層間接続部と

を具備するアンテナ素子。

[請求項2] 請求項１に記載のアンテナ素子であって、

前記第１導体層は、前記第２導体層よりも小さい面積で形成されるアンテナ素子。

[請求項3] 請求項２に記載のアンテナ素子であって、

前記第１層間接続部と、前記第１導体層と、前記第２層間接続部とにより形成されるループ長は、使用電波の１波長以下である

アンテナ素子。

[請求項4] 請求項３に記載のアンテナ素子であって、

前記ループ長は、使用電波の半波長に相当する大きさである

アンテナ素子。

[請求項5] 請求項２に記載のアンテナ素子であって、

前記第１導体層の平面形状は、長辺および短辺を有する矩形であるアンテナ素子。

[請求項6] 請求項５に記載のアンテナ素子であって、

前記第１導体層は、前記第１層間接続部が接続される第１領域と、前記第２層間接続部が接続される第２領域とを有し、

前記第１領域および前記第２領域は、前記第１導体層の周縁部から離間して配置される

アンテナ素子。

[請求項7] 請求項６に記載のアンテナ素子であって、

前記第１領域と前記第２領域は、前記長辺に平行な方向に配置される

アンテナ素子。

[請求項8] 請求項６に記載のアンテナ素子であって、

前記第１領域と前記第２領域は、前記長辺に平行な方向と交差する方向に配置される

アンテナ素子。

[請求項9] 請求項１に記載のアンテナ素子であって、

前記誘電体層は、誘電体材料で構成された誘電体基板であり、

前記第１導体層は、前記誘電体基板の第１主面に形成された金属層であり、

前記第２導体層は、前記第１主面とは反対側の前記誘電体基板の第２主面に形成された金属層である

アンテナ素子。

[請求項10] 請求項１に記載のアンテナ素子であって、

前記第２導体層は、前記第１層間接続部の外径より大きな開口径で形成された開口部を有する

アンテナ素子。

[請求項11] 請求項１に記載のアンテナ素子であって、

前記第１層間接続部および前記第２層間接続部は、前記誘電体層に設けられたスルーホールめっき又は埋込ビアである

アンテナ素子。

[請求項12] 平面素子形状の第１導体層と、グランド電位に接続される第２導体層と、前記第１導体層と前記第２導体層との間に設けられた誘電体層と、前記誘電体層を貫通し前記第１導体層を給電部へ接続する第１層間接続部と、前記誘電体層を貫通し前記第１導体層と前記第２導体層との間を接続する第２層間接続部と、をそれぞれ有する複数のアンテ

ナ素子を具備し、

前記複数のアンテナ素子各々の前記第１導体層は、前記誘電体層の一方の表面に配列される

アンテナアレイ。

[請求項13] 請求項１２に記載のアンテナアレイであって、

前記複数のアンテナ素子のうち少なくとも１つは送信用のアンテナ素子であり、他の少なくとも１つは受信用のアンテナ素子である

アンテナアレイ。

[請求項14] 請求項１３に記載のアンテナアレイであって、

前記複数のアンテナ素子は、前記表面上において相互に直交する第１の軸方向および第２の軸方向に沿ってマトリクス状に配列される

アンテナアレイ。

[請求項15] 請求項１４に記載のアンテナアレイであって、

前記第１導体層は、前記第１の軸方向に平行な長辺と、前記第２の軸方向に平行な短辺とを有する矩形の平面形状を有し、

前記第１の軸方向に配列される２つの前記第１導体層の互いに対向する短辺は、前記２つの第１導体層の間隔を部分的に拡張する切欠き部を有する

アンテナアレイ。

[請求項16] 請求項１２に記載のアンテナアレイであって、

前記複数のアンテナ素子各々の前記第２導体層は、共通の導体層で形成される

アンテナアレイ。

[請求項17] 請求項１３に記載のアンテナアレイであって、

前記誘電体層の前記表面において、前記送信用のアンテナ素子の前記第１導体層と、前記受信用のアンテナ素子の前記第１導体層との間に設けられ、前記送信用のアンテナ素子から前記受信用のアンテナへの電界を遮蔽する遮蔽層

をさらに具備するアンテナアレイ。

[請求項18] 請求項１７に記載のアンテナアレイであって、

前記遮蔽層は、前記誘電体層の前記表面において、前記送信用のアンテナ素子における第１導体層を囲むように環状に形成される

アンテナアレイ。

[請求項19] 請求項１７に記載のアンテナアレイであって、

前記誘電体層を貫通し前記遮蔽層と前記第２導体層との間を接続する第３層間接続部

をさらに具備するアンテナアレイ。

[請求項20] 請求項１９に記載のアンテナアレイであって、

前記第３層間接続部は、前記誘電体層に設けられたスルーホールめっき又は埋込ビアである

アンテナアレイ。

[請求項21] 請求項１７に記載のアンテナアレイであって、

前記遮蔽層は、前記誘電体層の前記表面に形成された金属層である

アンテナアレイ。

[請求項22] 請求項１３に記載のアンテナアレイであって、

前記複数のアンテナ素子は、１つの送信用のアンテナ素子と、複数の受信用のアンテナ素子とを含み、

使用電波の波長をλとし、前記１つの送信用のアンテナ素子の中心位置と、前記複数の受信用アンテナ素子の中心位置との間の平面方向での距離をＤとしたとき、０．５λ≦Ｄである

アンテナアレイ。

[請求項23] 請求項２２に記載のアンテナアレイであって、

Ｄ≦１．５λである

アンテナアレイ。

[請求項24] 平面素子形状の第１導体層と、

グランド電位に接続される第２導体層と、

前記第１導体層と前記第２導体層との間に設けられた誘電体層と、

前記誘電体層を貫通し、前記第１導体層を給電部へ接続する第１層間接続部と、

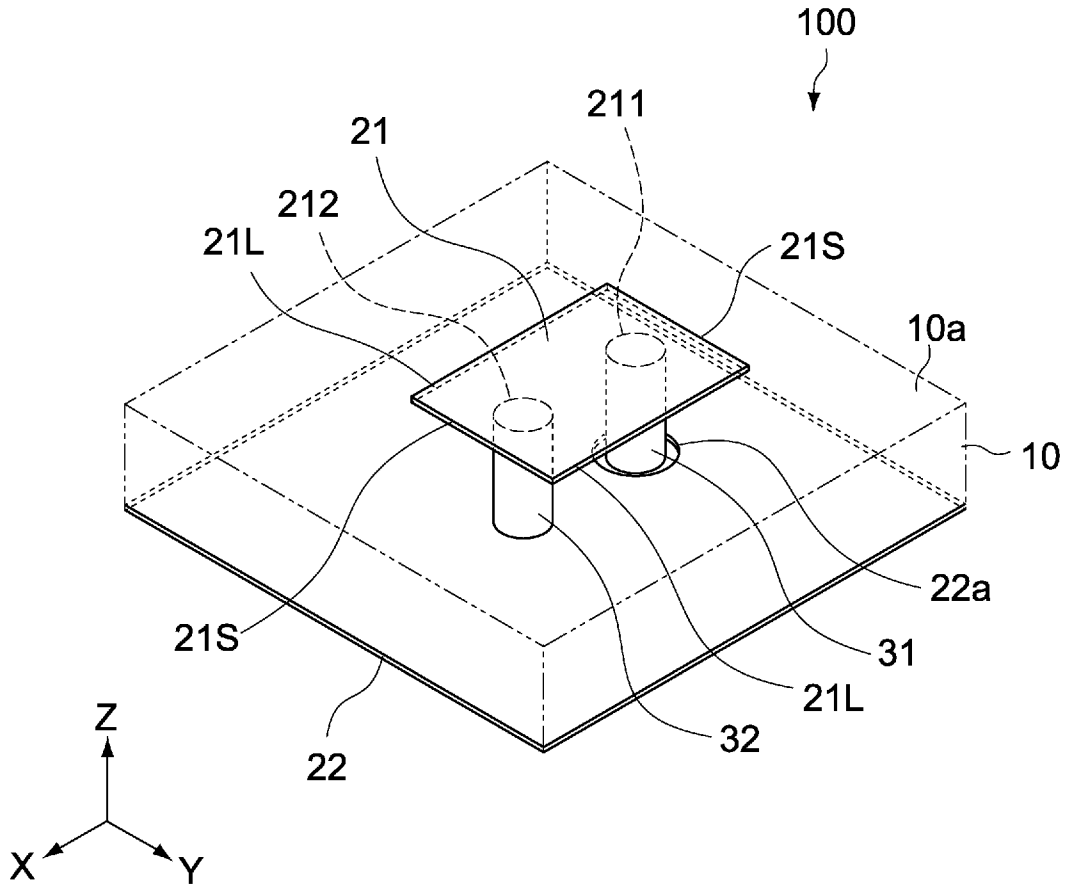
前記誘電体層を貫通し、前記第１導体層と前記第２導体層との間を接続する第２層間接続部と

をそれぞれ有する複数のアンテナ素子と、

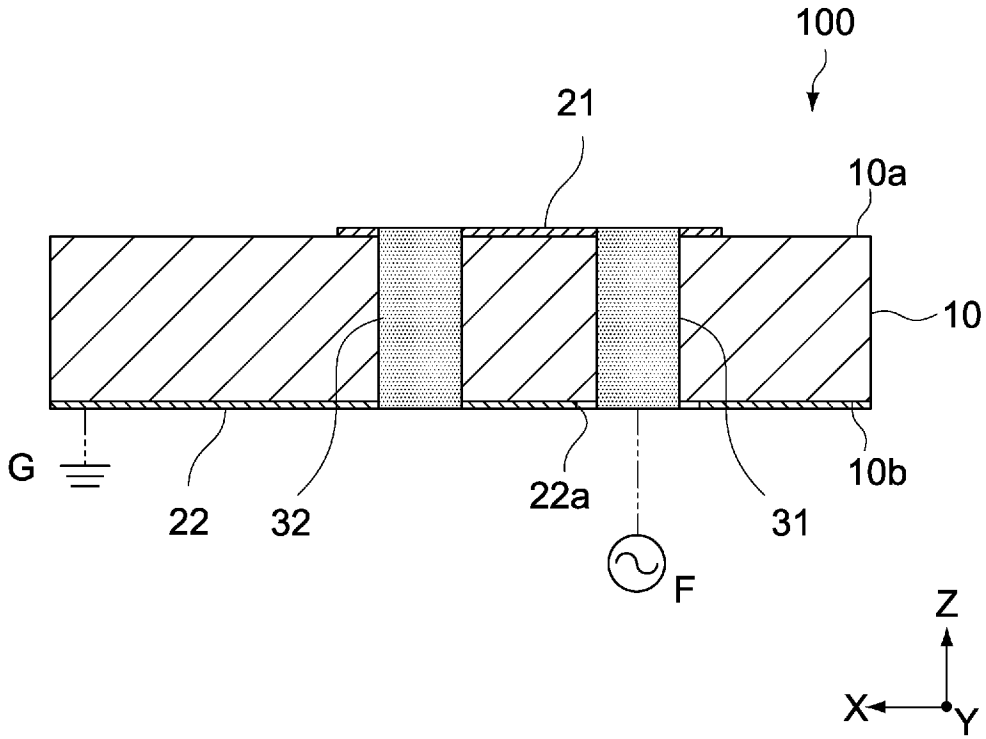
前記複数のアンテナ素子に接続された信号処理回路と

を具備するアンテナモジュール。

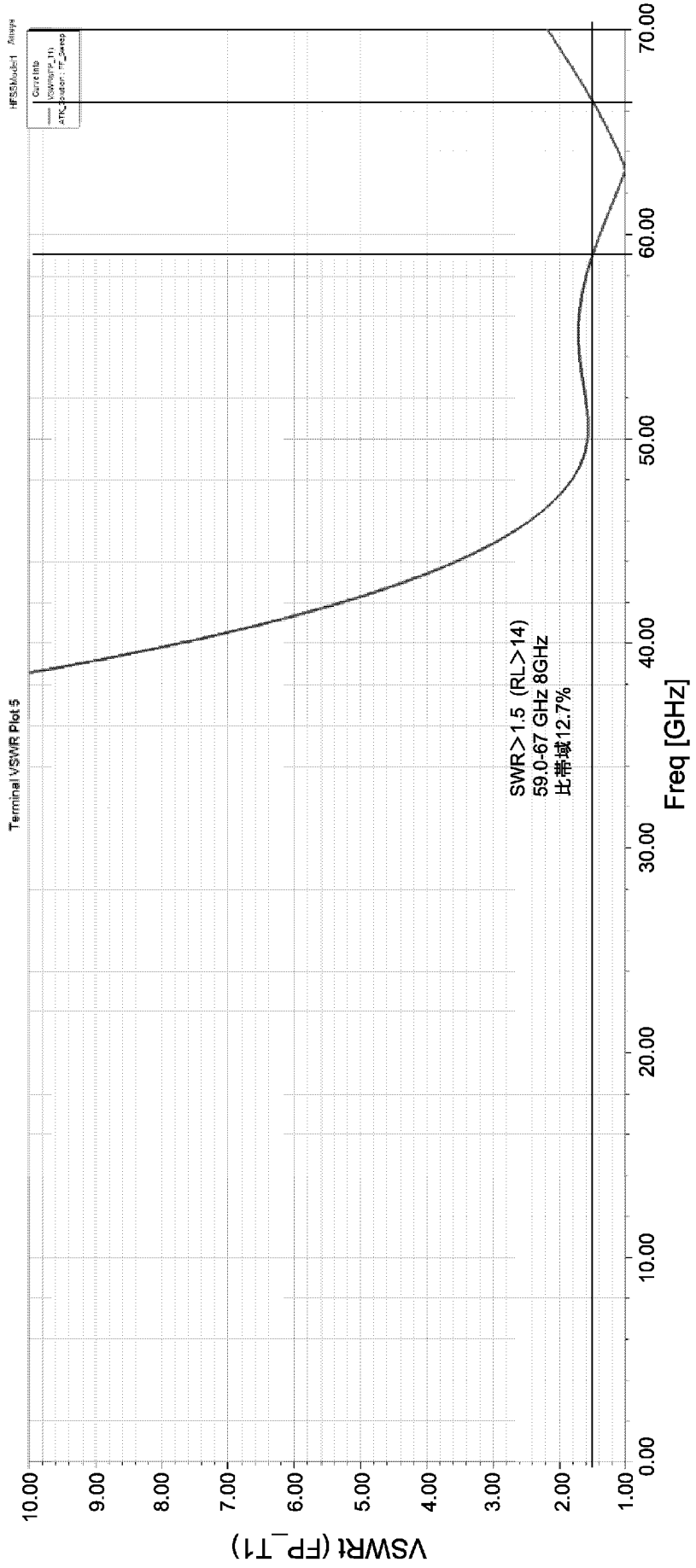
[図1]


100
211
21
212
21L
21S
10a
10
22a
31
21L
32
21S
22
Z
X
Y

[図2]

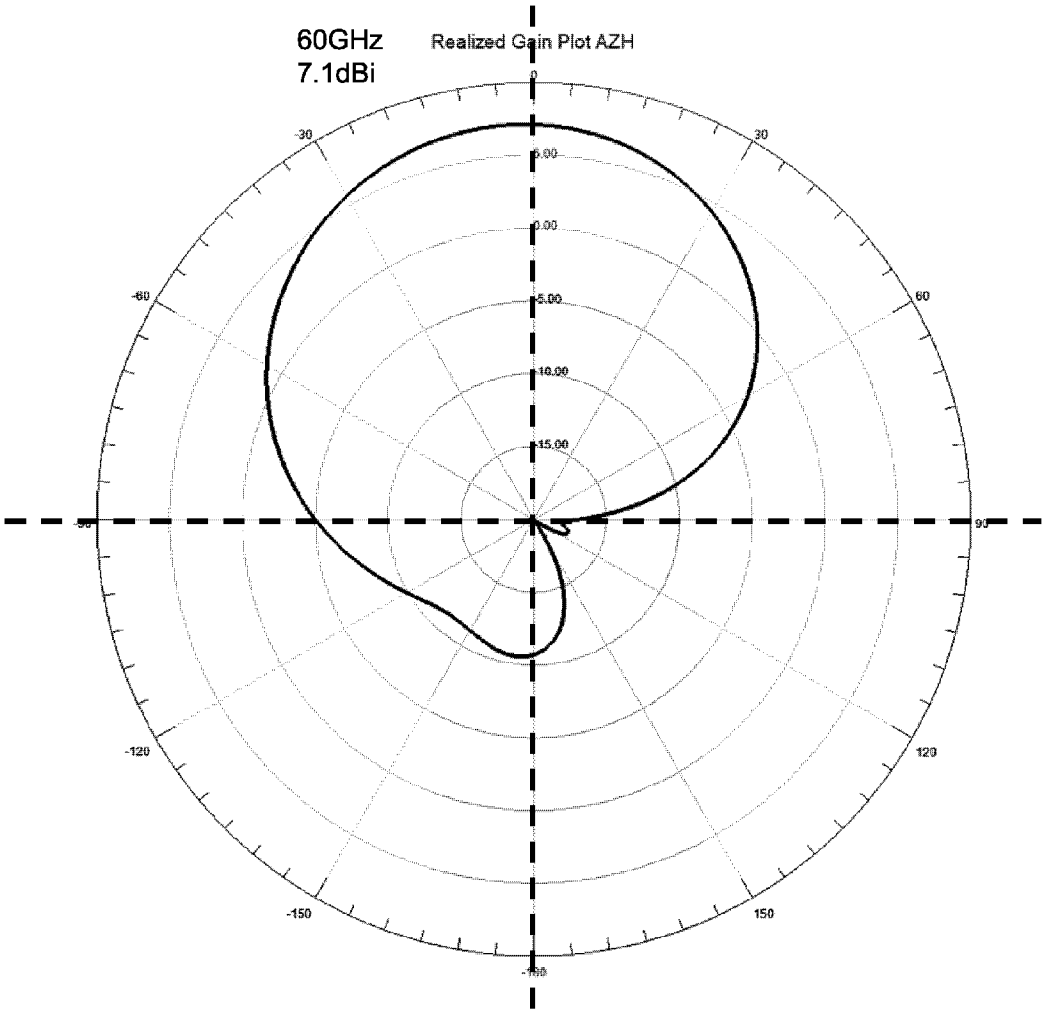

100
21
10a
10
G
22
32
22a
31
10b
F
Z
X
Y

[図3]


Terminal VSWR Plot 5
SWR>1.5 (RL>14)
59.0-67 GHz 8GHz
比帯域12.7%
VSWR (FP_T1)
Freq [GHz]
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00

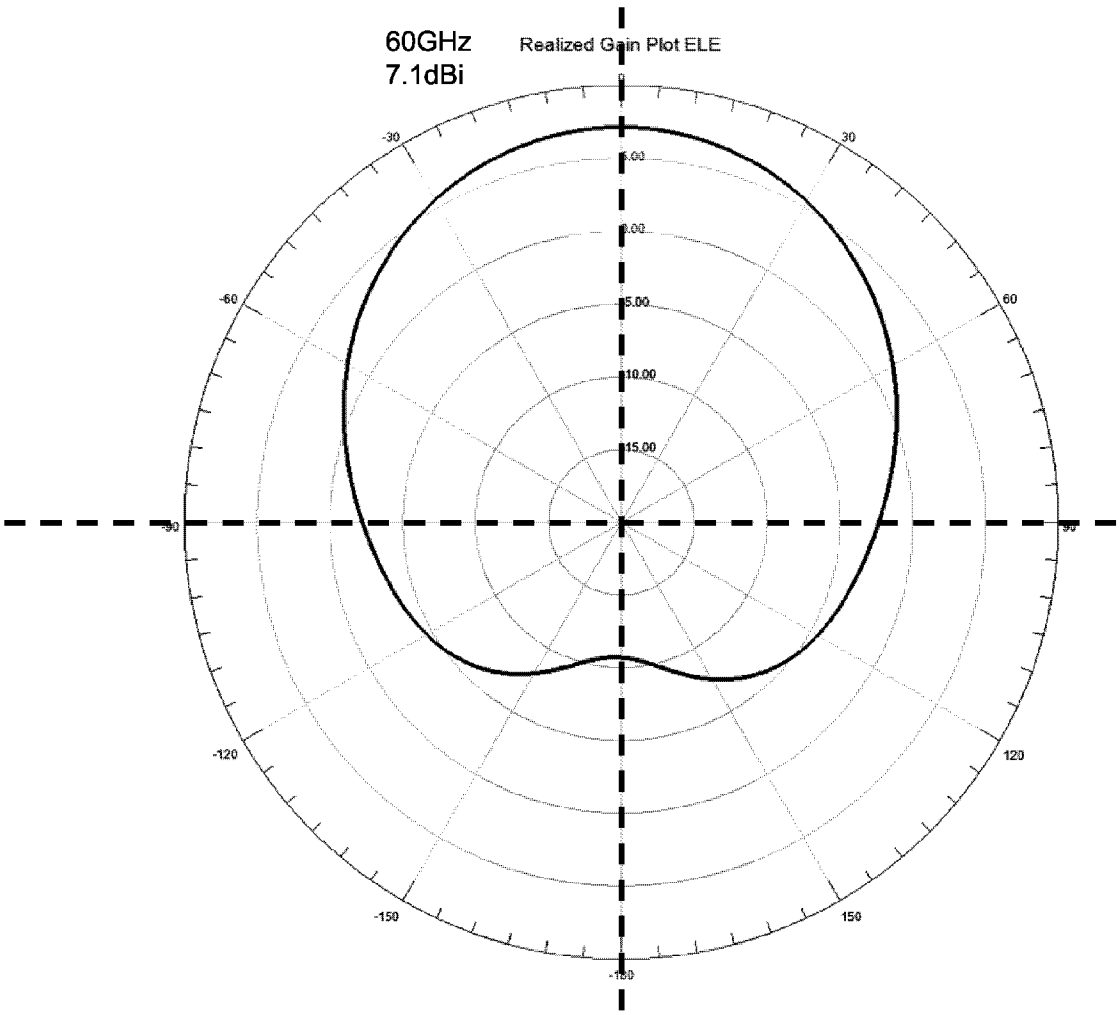
[図4]

XZ面

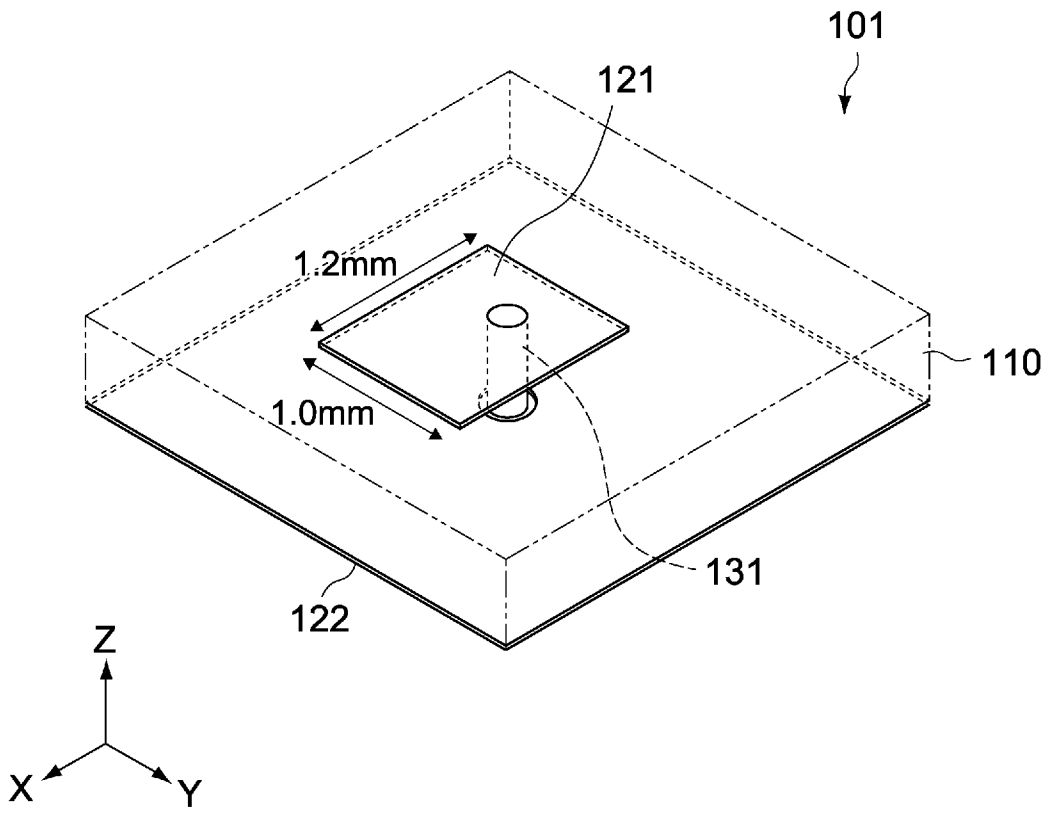

60GHz
7.1dBi
Realized Gain Plot AZH
0
30
60
90
120
150
-30
-60
-90
-120
-150
-180
0.00
-5.00
-10.00
-15.00

[図5]

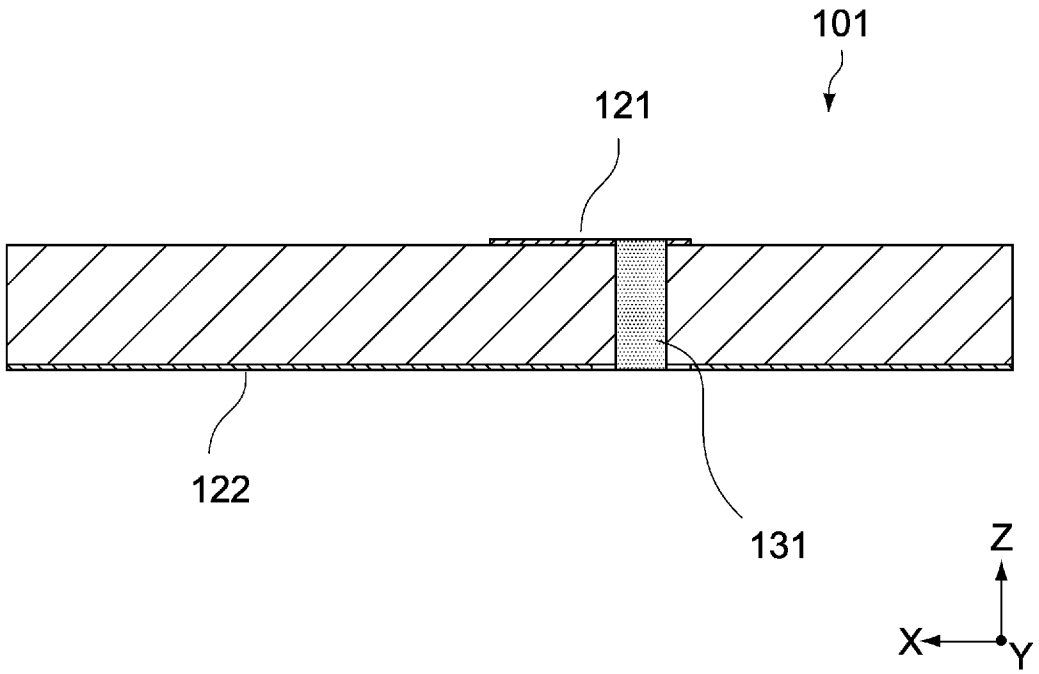
YZ面


60GHz
7.1dBi
Realized Gain Plot ELE
-30
30
-60
60
-90
90
-120
120
-150
150
-180
0
5.00
0.00
5.00
10.00
15.00

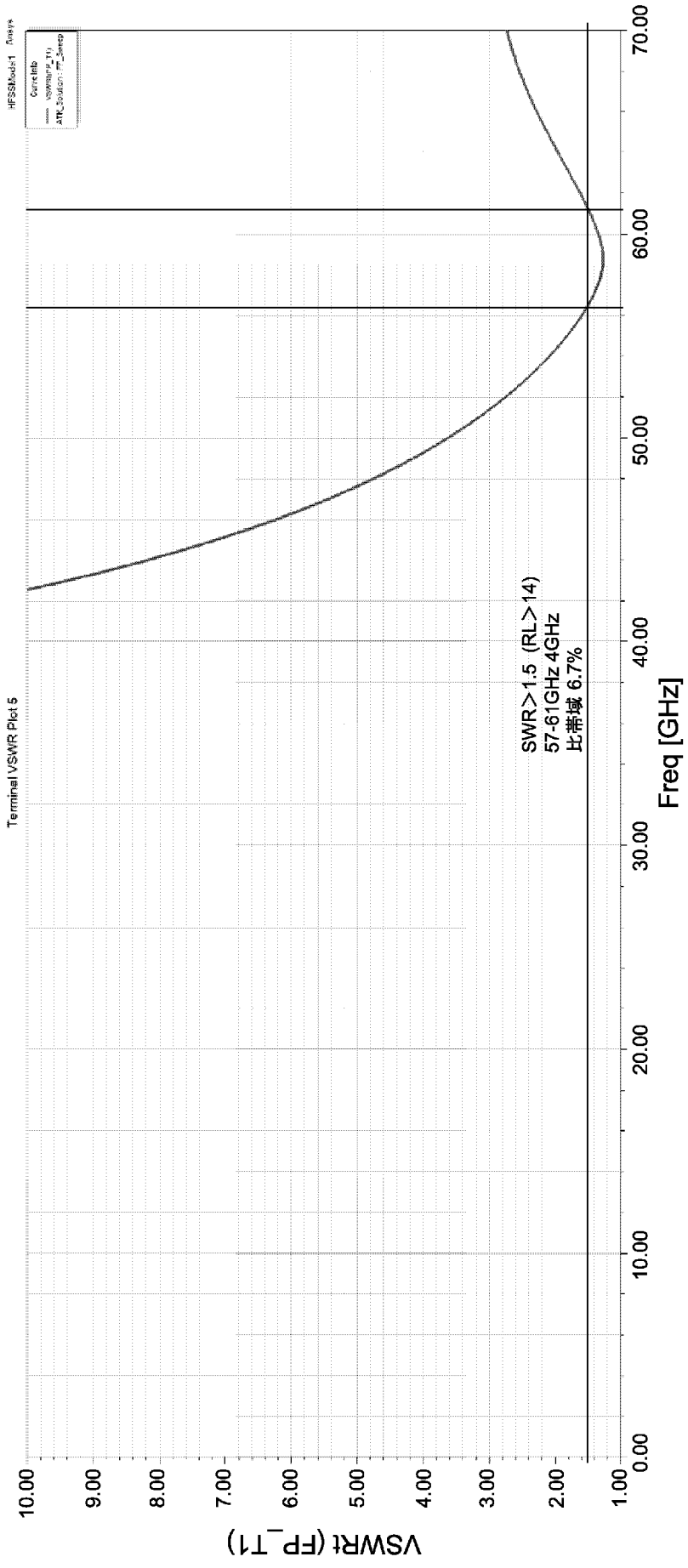
[図6]



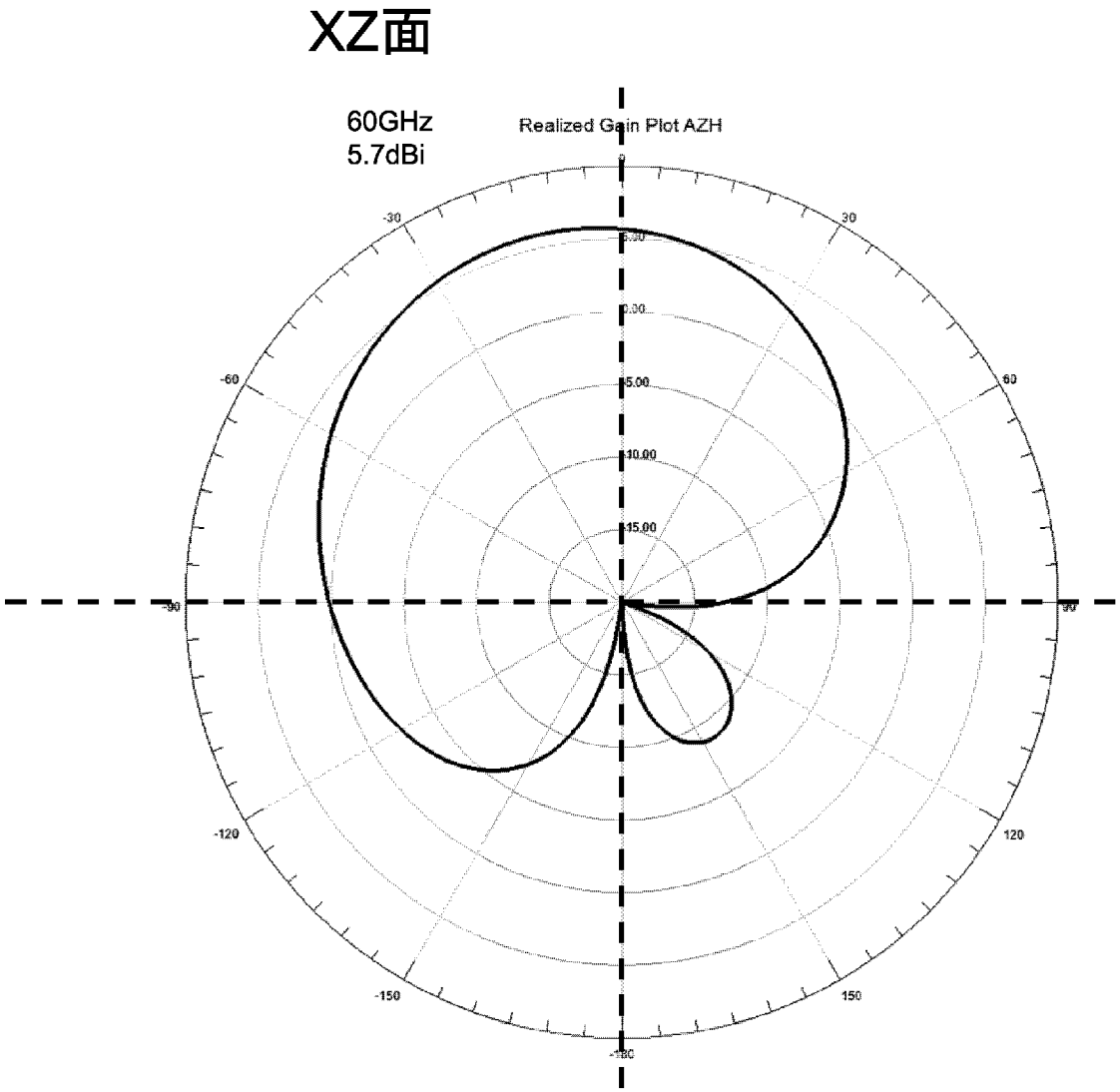
[図7]



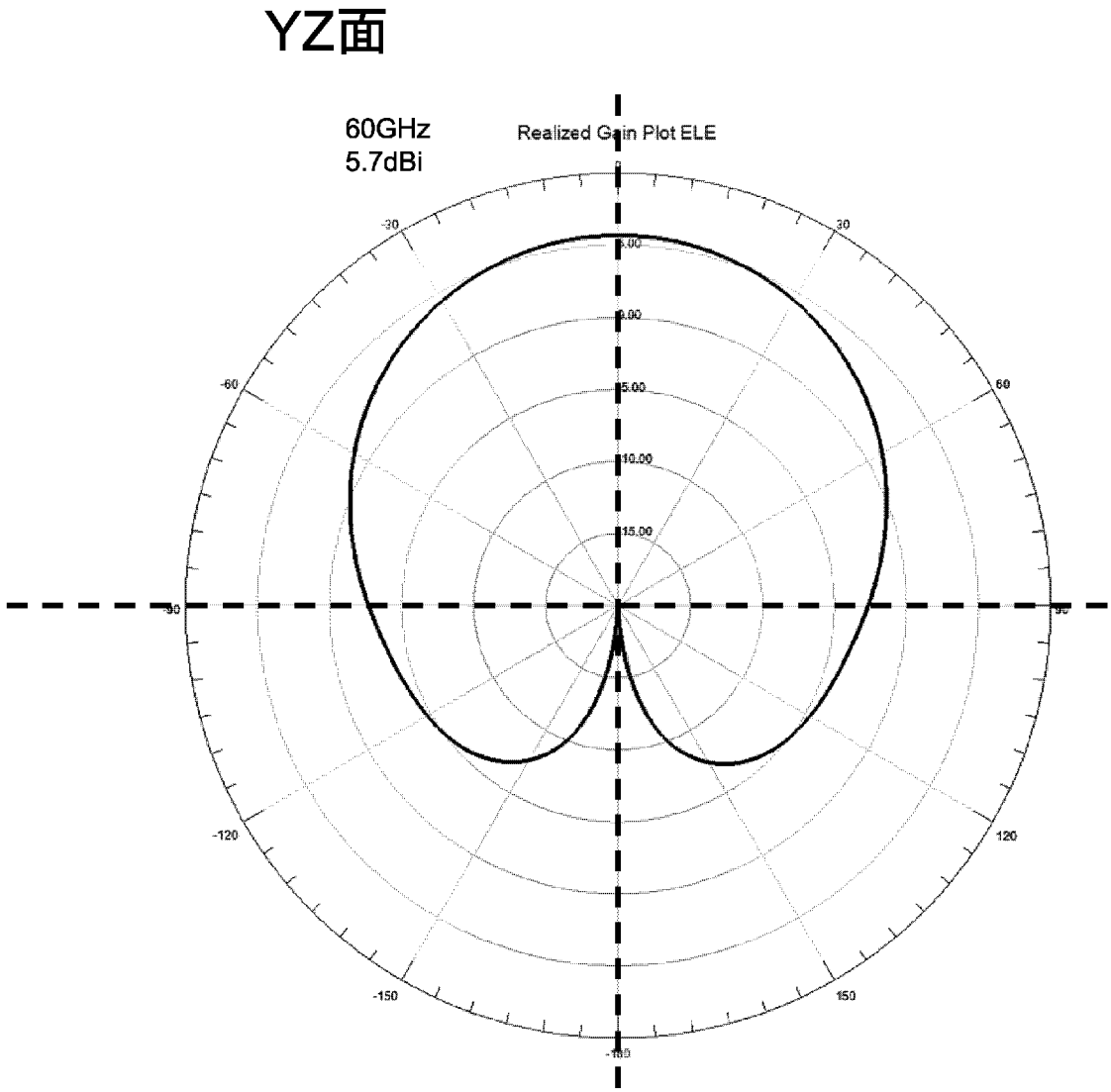
[図8]


Terminal VSWR Plot 5
SWR>1.5 (RL>14)
57-61GHz 4GHz
比帯域 6.7%
VSWRt (FP_T1)
Freq [GHz]
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00

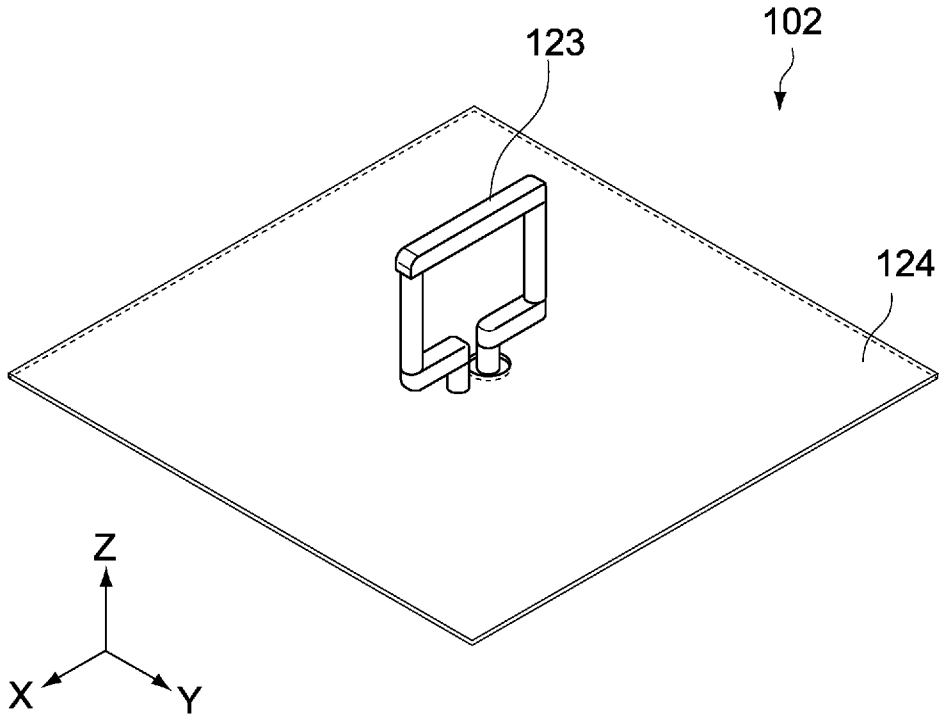
[図9]


XZ面
60GHz
5.7dBi
Realized Gain Plot AZH
-30
30
-60
60
-90
90
-120
120
-150
150
-5.00
-10.00
-15.00

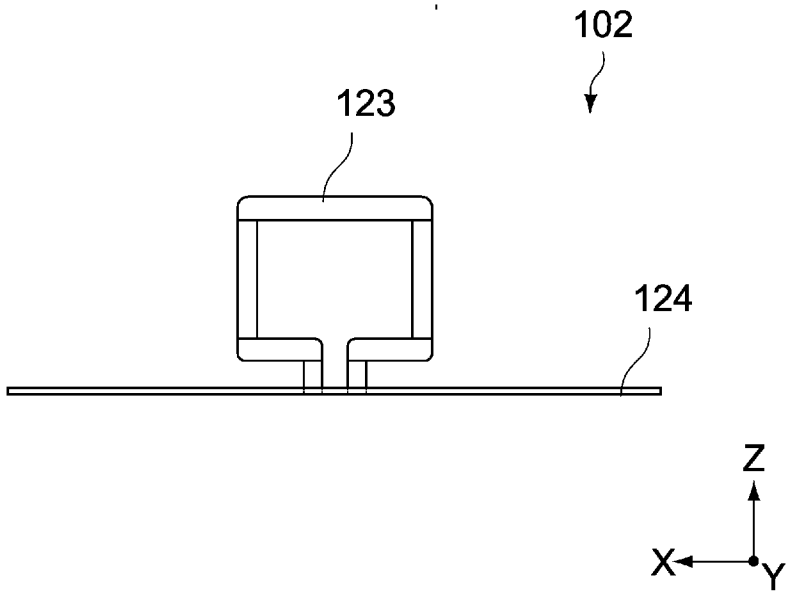
[図10]


YZ面
60GHz
5.7dBi
Realized Gain Plot ELE
-30
30
-60
60
-90
90
-120
120
-150
150
-180
0.00
5.00
10.00
15.00

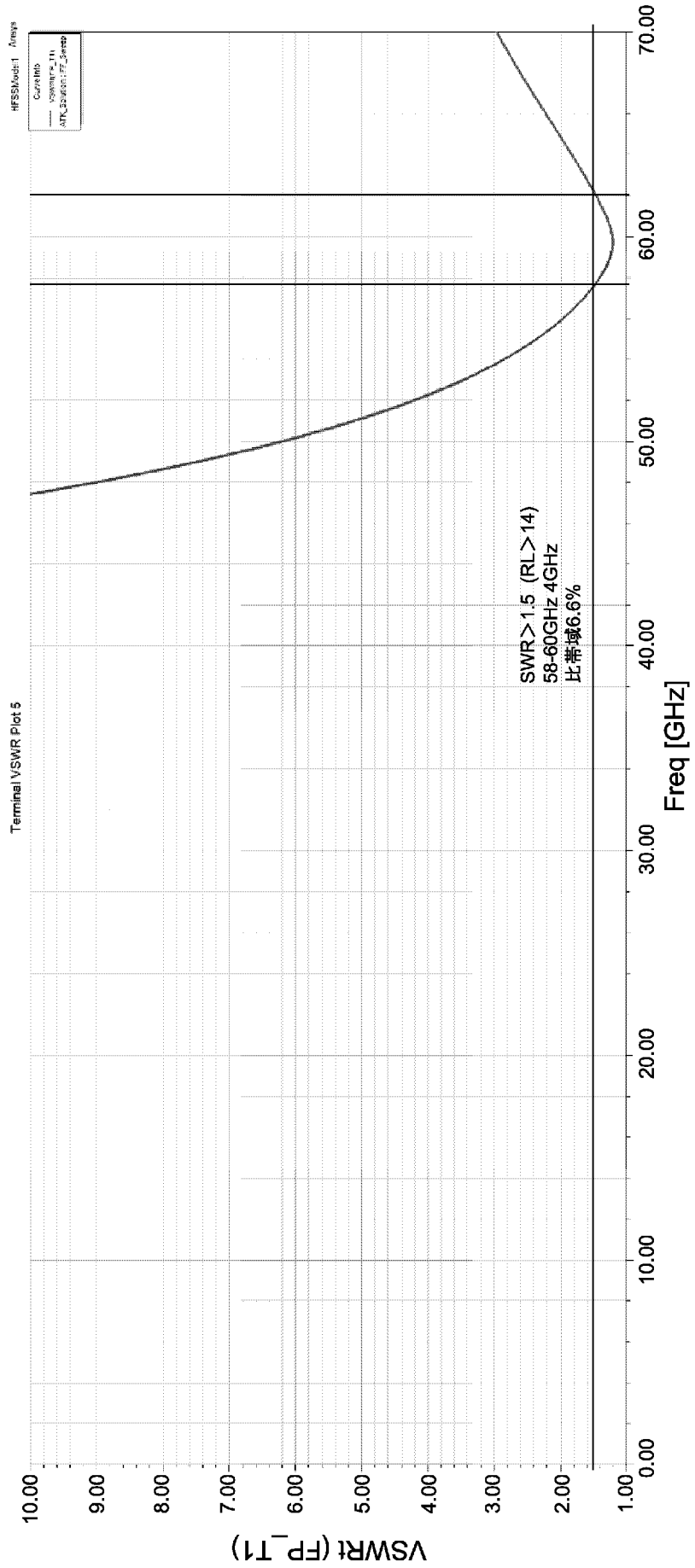
[図11]



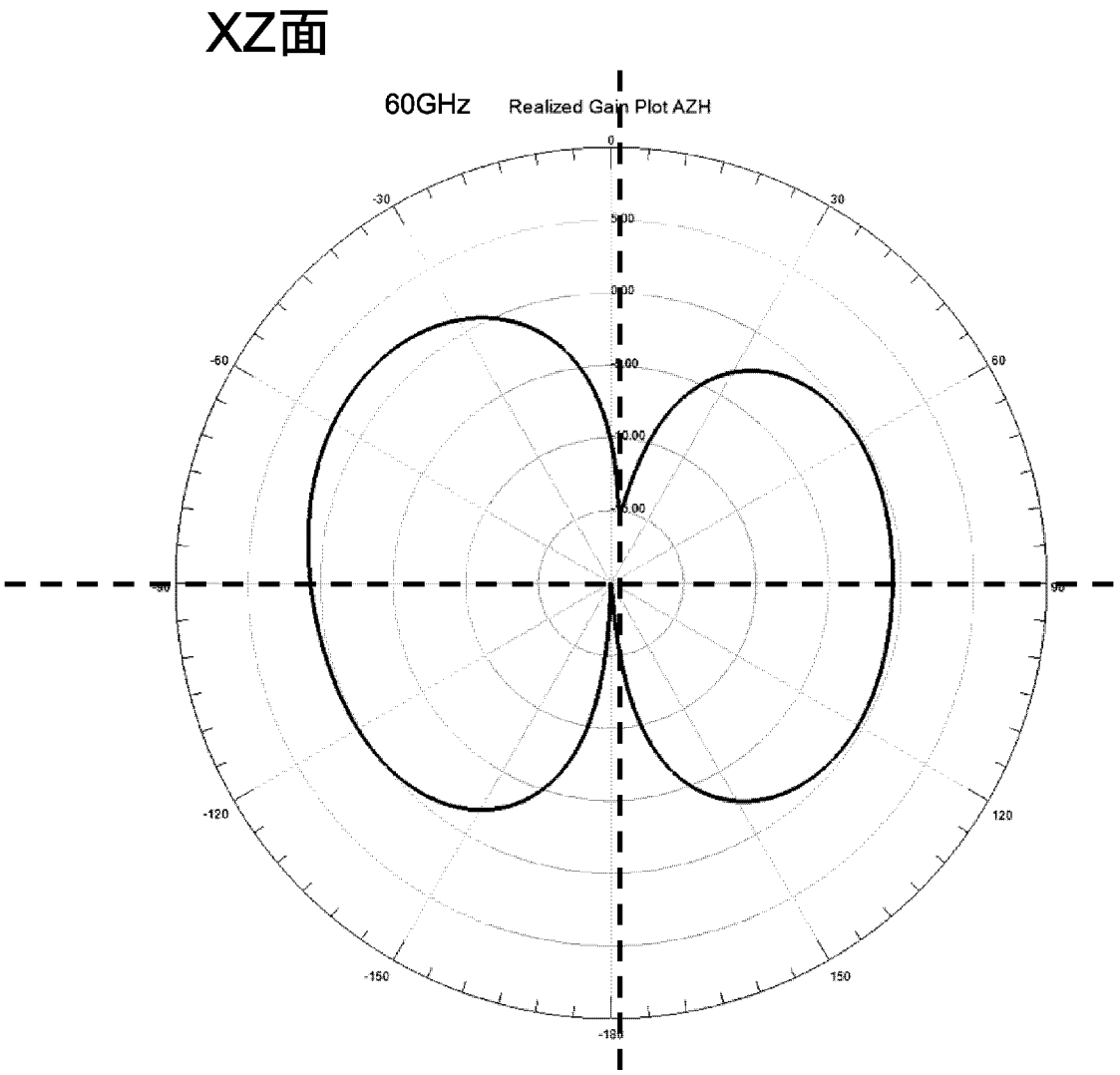
[図12]



[図13]

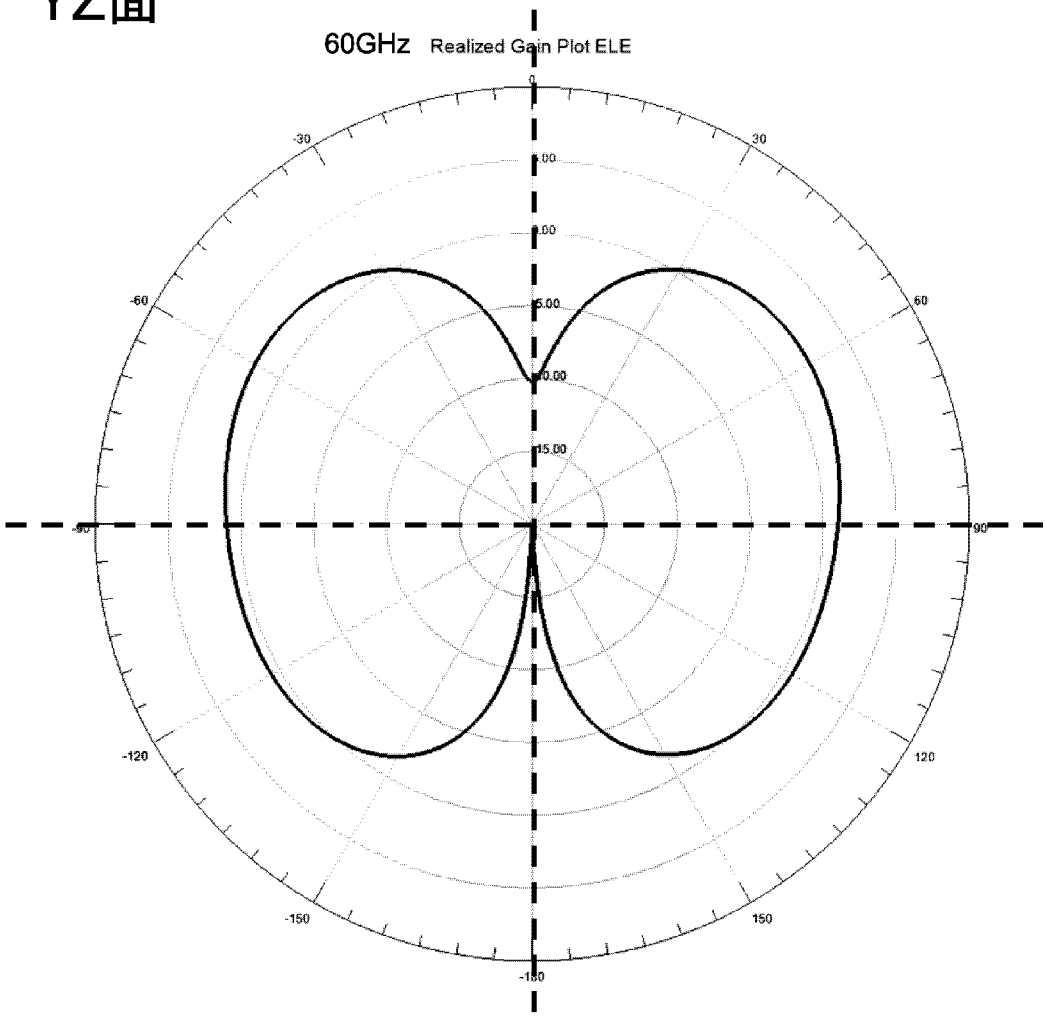

Terminal VSWR Plot 5
SWR>1.5 (RL>14)
58-60GHz 4GHz
比帯域6.6%
VSWR1 (FP_T1)
Freq [GHz]
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00

[図14]

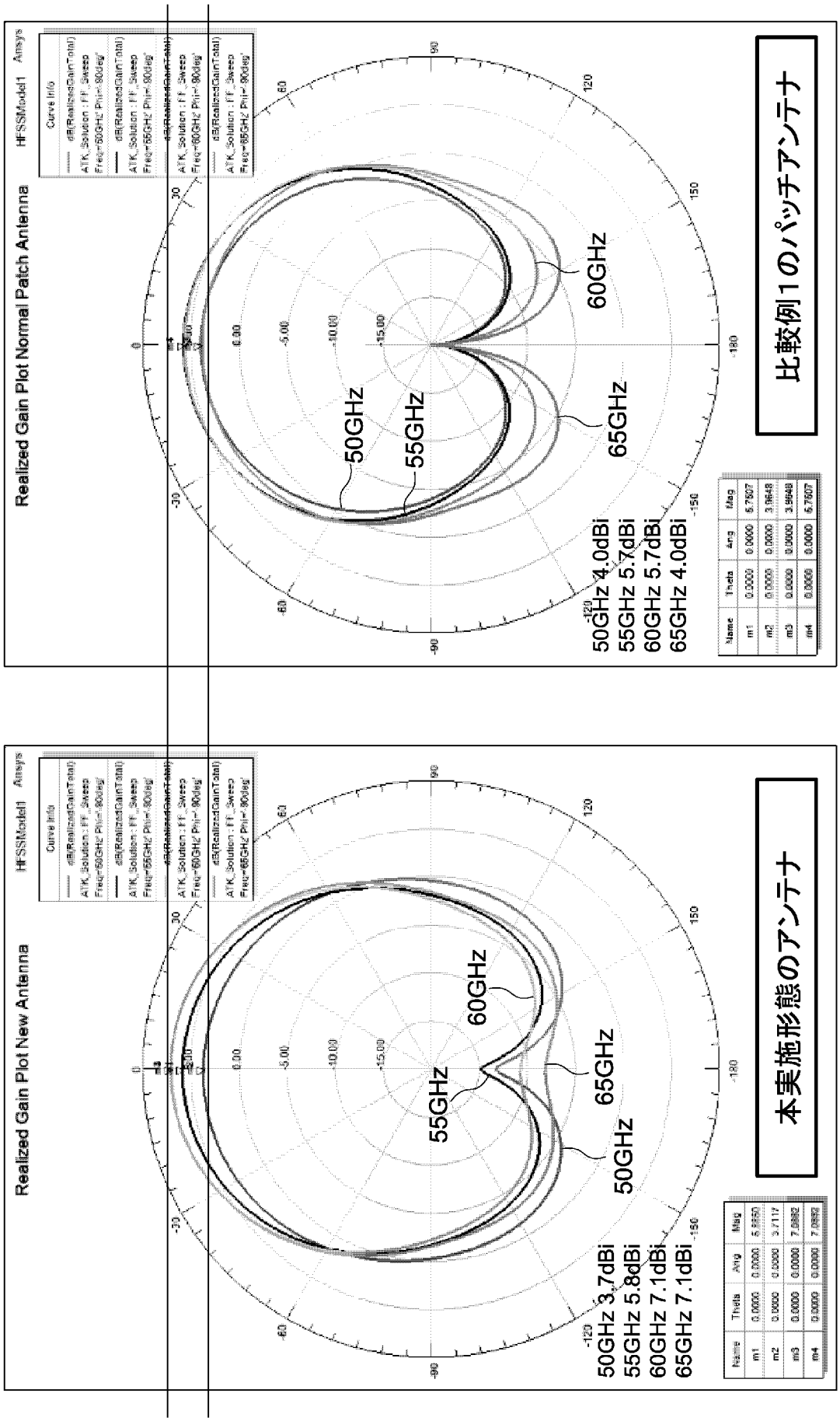

XZ面
60GHz
Realized Gain Plot AZH
0
30
60
90
120
150
-30
-60
-120
-150

[図15]

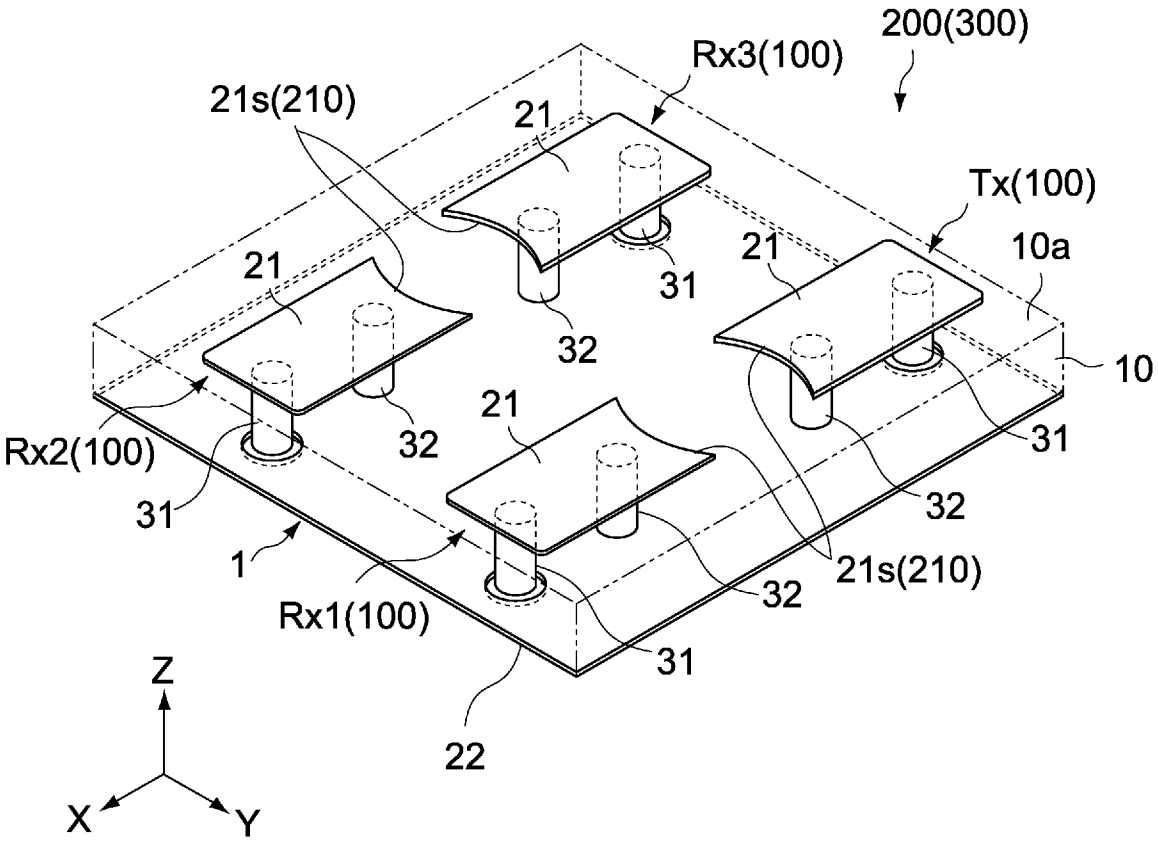
YZ面


60GHz Realized Gain Plot ELE
0
30
-30
60
-60
90
-90
120
-120
150
-150
-180
5.00
0.00
-5.00
-10.00
-15.00

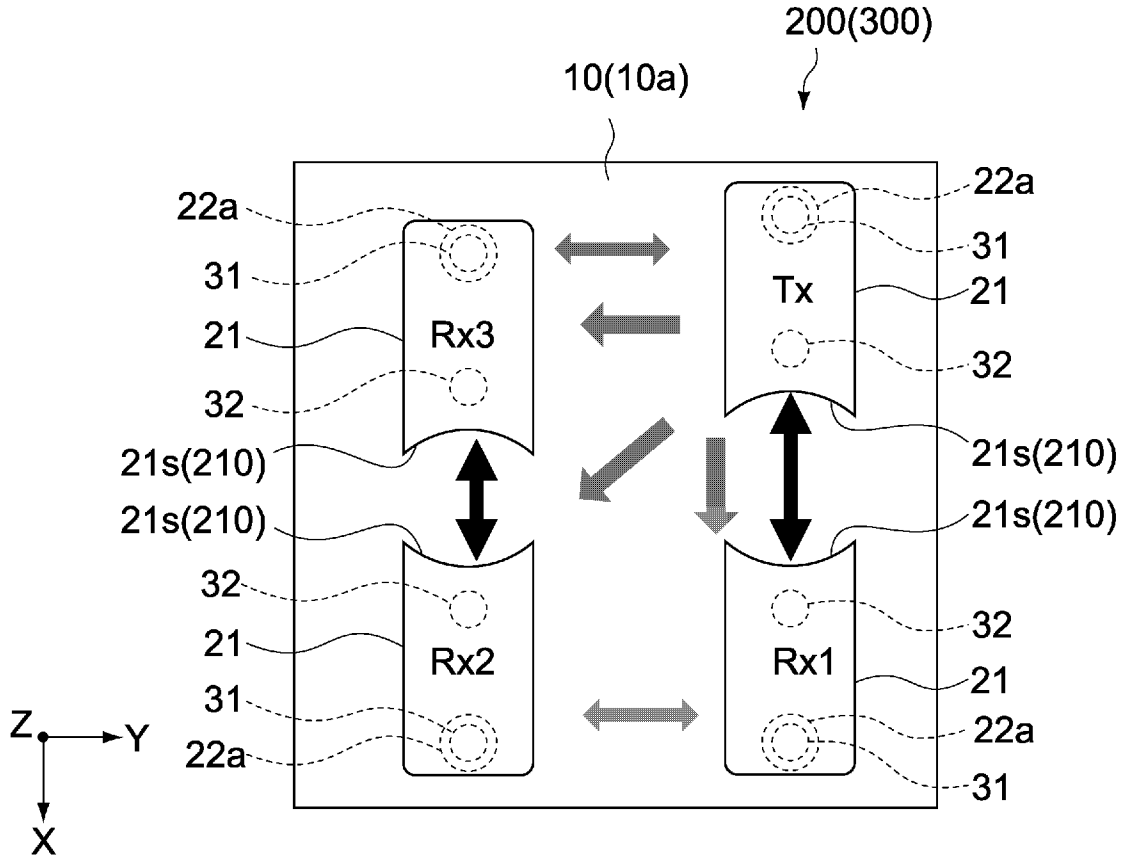
[図16]


Realized Gain Plot Normal Patch Antenna
HFSSModel1
Ansys
50GHz
55GHz
60GHz
65GHz
50GHz 4.0dBi
55GHz 5.7dBi
60GHz 5.7dBi
65GHz 4.0dBi
比較例1のパッチアンテナ
Realized Gain Plot New Antenna
HFSSModel1
Ansys
50GHz
55GHz
60GHz
65GHz
50GHz 3.7dBi
55GHz 5.8dBi
60GHz 7.1dBi
65GHz 7.1dBi
本実施形態のアンテナ

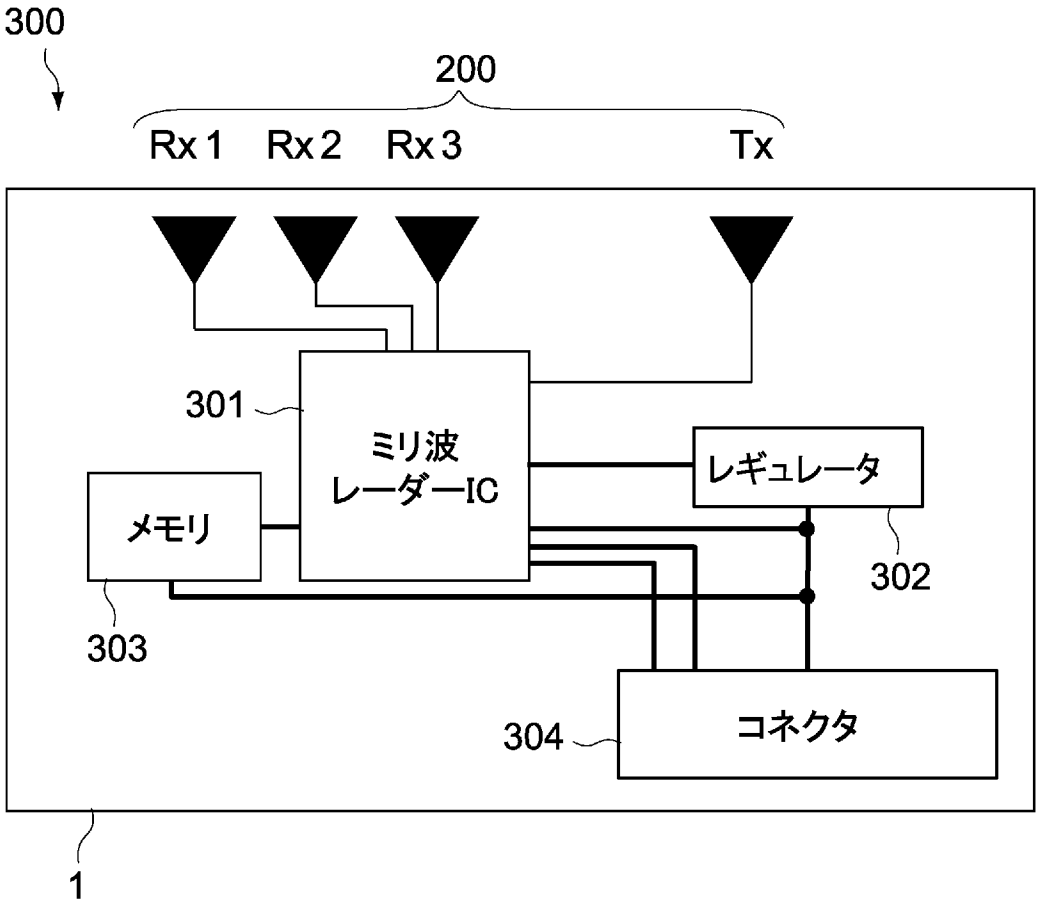
[図17]


200(300)
Rx3(100)
21s(210)
21
Tx(100)
10a
21
21
31
32
10
Rx2(100)
32
21
31
31
32
1
21s(210)
32
Rx1(100)
31
Z
22
X
Y

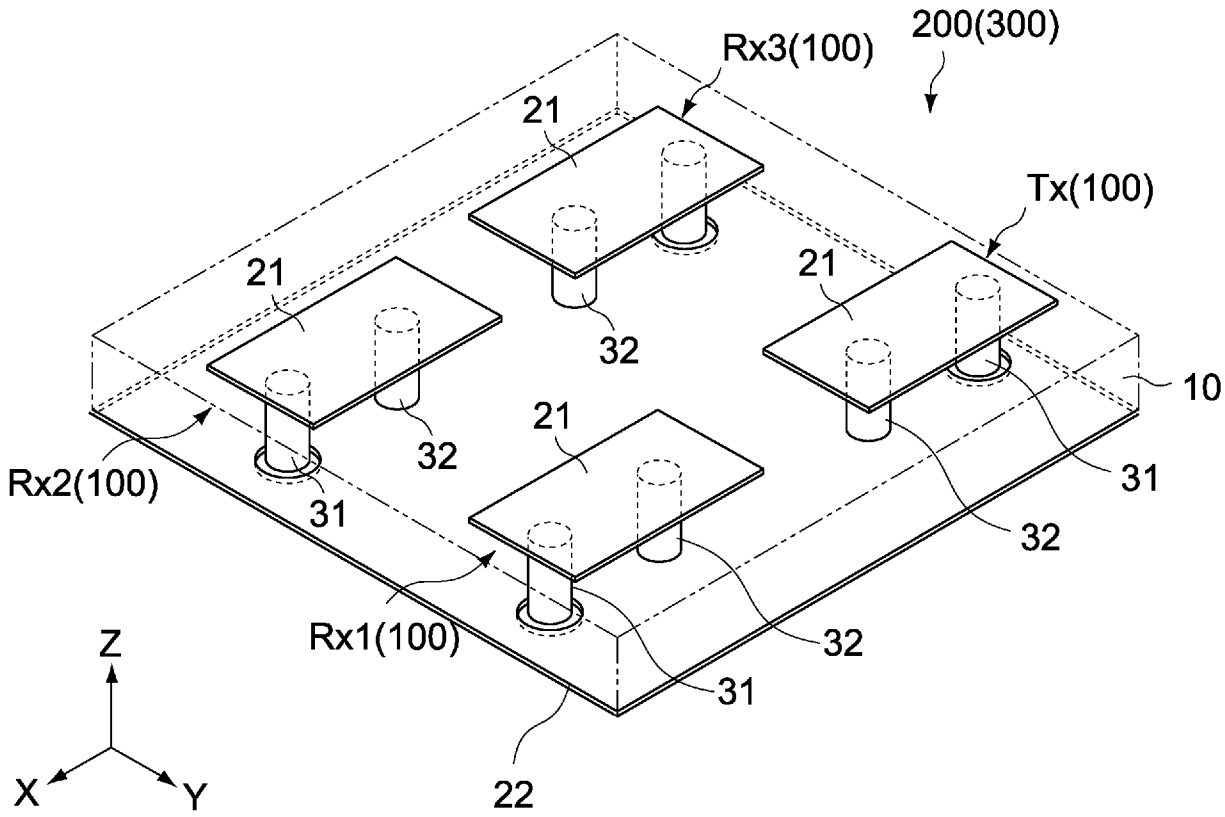
[図18]


200(300)
10(10a)
22a
22a
31
31
Tx
21
21
Rx3
32
32
21s(210)
21s(210)
21s(210)
21s(210)
32
32
21
Rx2
Rx1
21
31
22a
22a
31
Z
Y
X

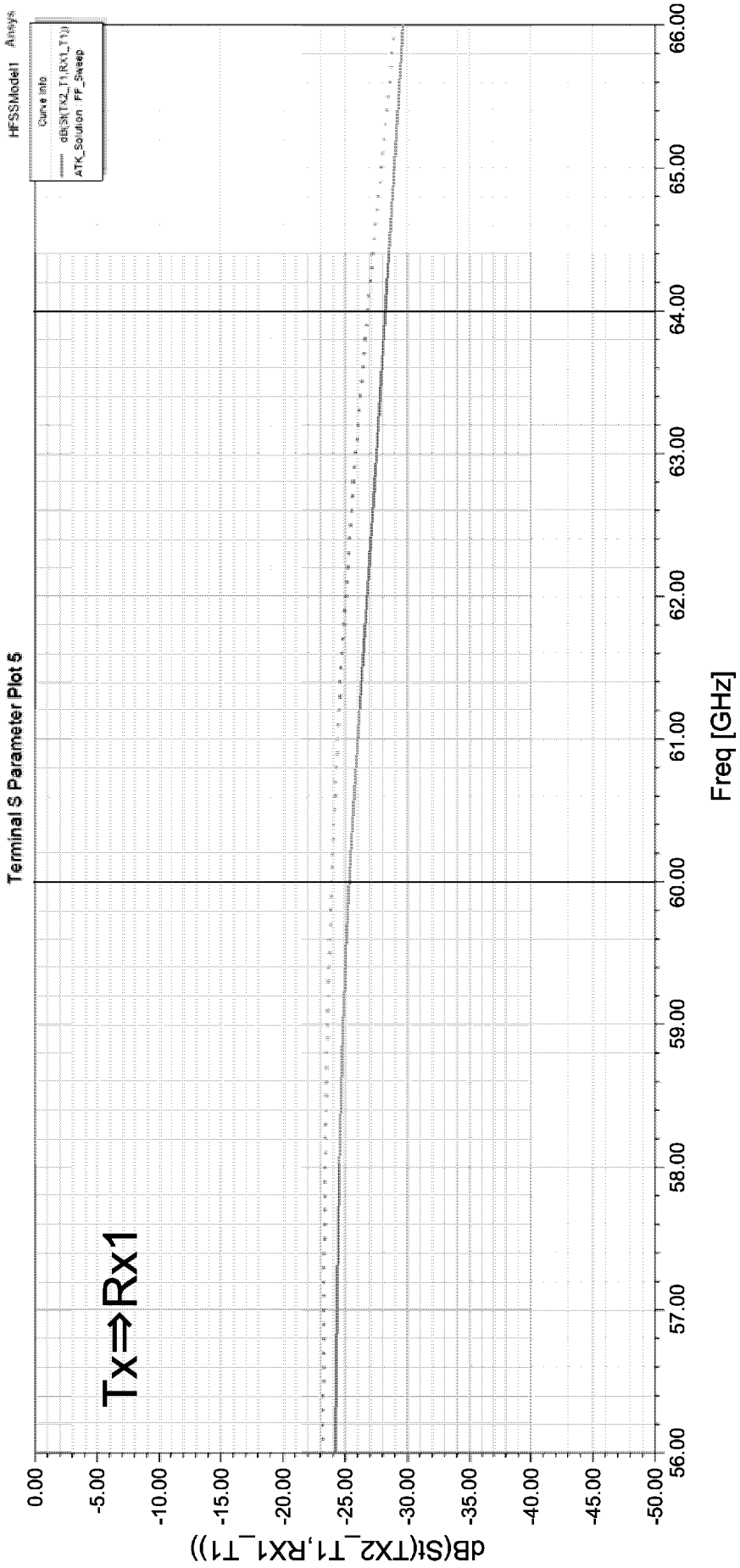
[図19]


300
200
Rx 1
Rx 2
Rx 3
Tx
301
ミリ波
レーダーIC
メモリ
レギュレータ
302
303
304
コネクタ
1

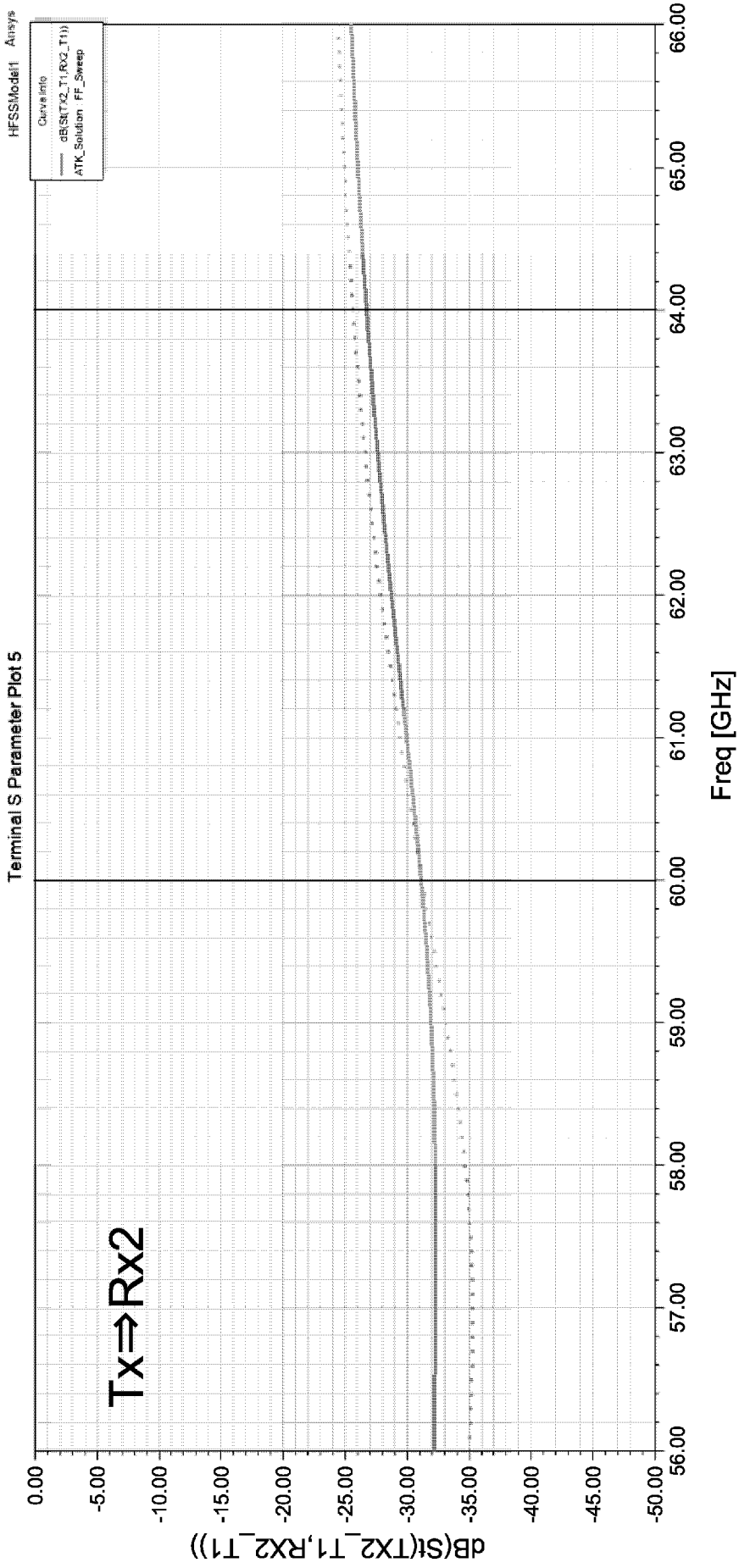
[図20]


200(300)
Rx3(100)
Tx(100)
21
21
21
21
32
32
32
32
31
31
31
10
Rx2(100)
Rx1(100)
Z
X
Y
22

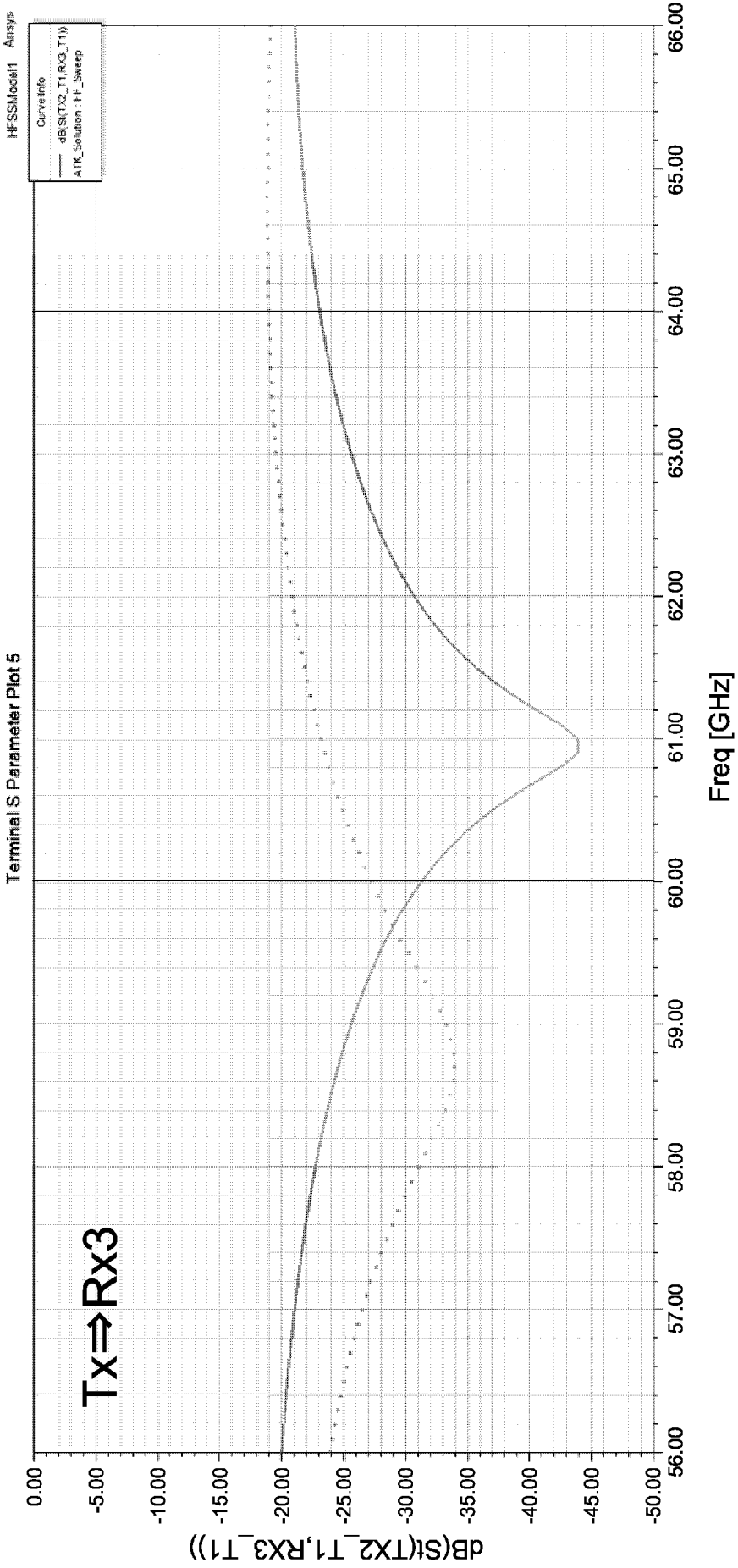
[図21]


HFSSModel1
Curve Info
dB(St(TX2_T1,RX1_T1))
ATK_Solution FF_Sweep
Terminal S Parameter Plot 5
Tx⇒Rx1
dB(St(TX2_T1,RX1_T1))
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
-35.00
-40.00
-45.00
-50.00
56.00
57.00
58.00
59.00
60.00
61.00
62.00
63.00
64.00
65.00
66.00
Freq [GHz]

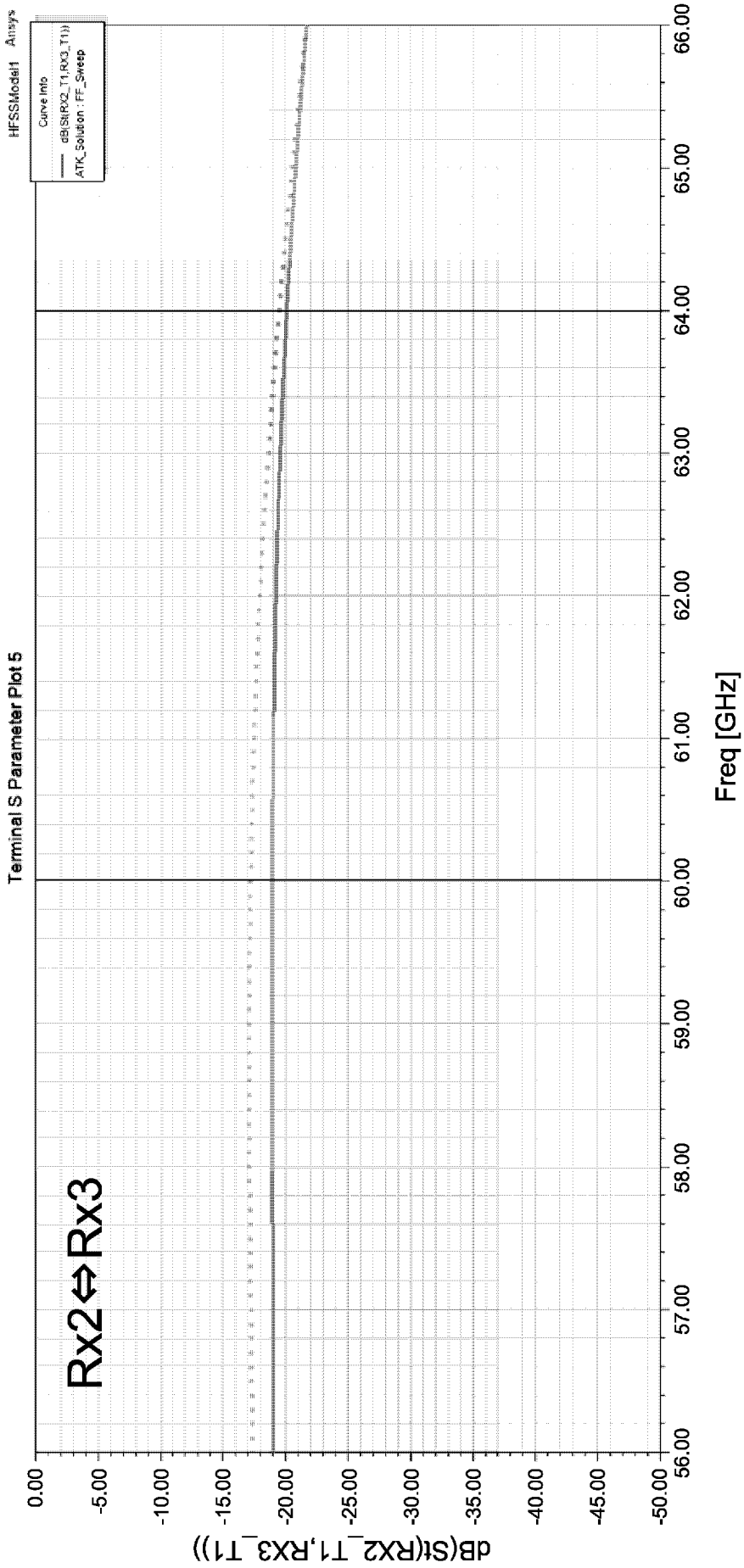
[図22]


HFSSModel1 Ansys
Curve Info
dB(St(TX2_T1,RX2_T1))
ATK_Solution FF_Sweep
Terminal S Parameter Plot 5
Tx⇒Rx2
dB(St(TX2_T1,RX2_T1))
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
-35.00
-40.00
-45.00
-50.00
56.00
57.00
58.00
59.00
60.00
61.00
62.00
63.00
64.00
65.00
66.00
Freq [GHz]

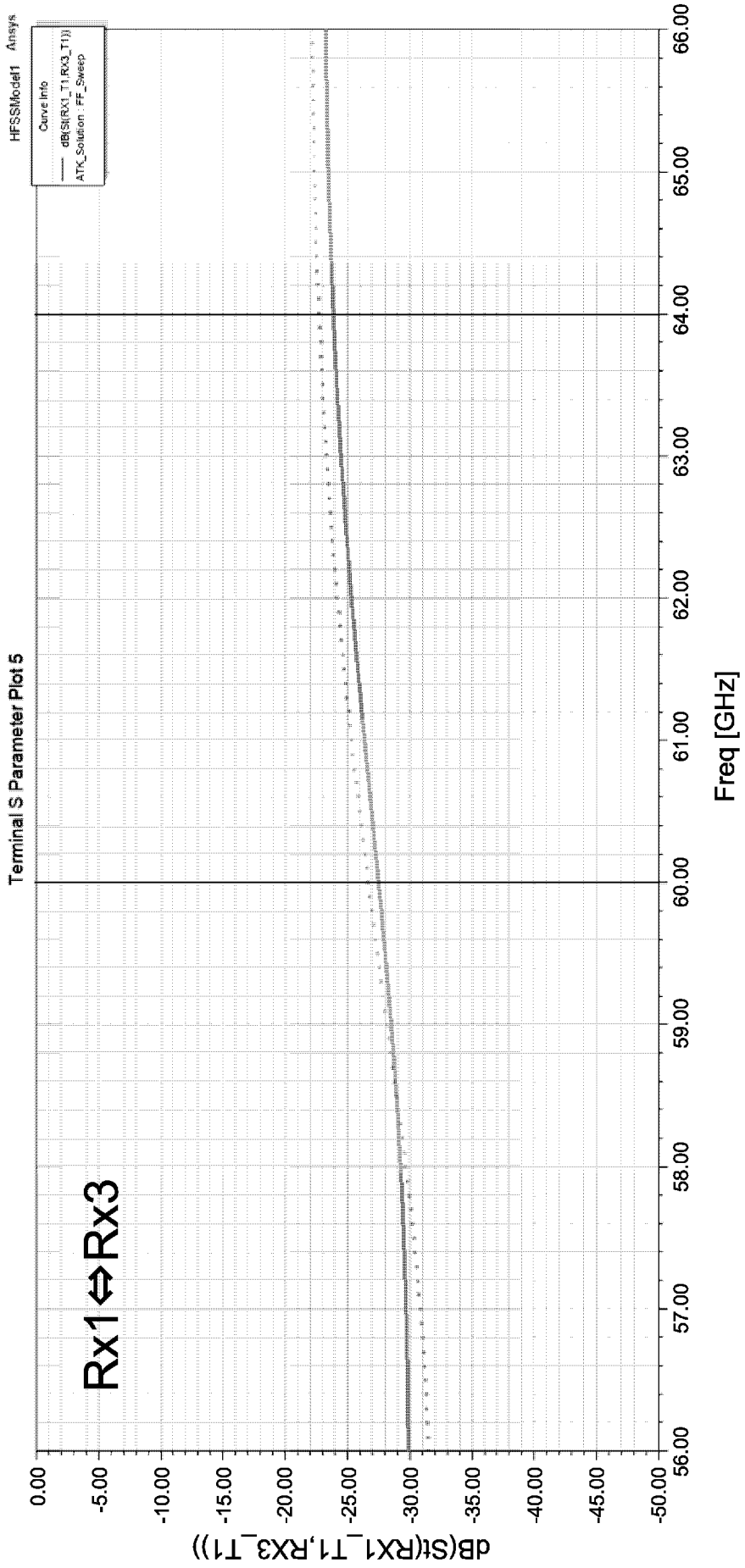
[図23]


HFSSModel1 Ansys
Curve Info
dB(St(TX2_T1,RX3_T1))
ATK_Solution : FF_Sweep
Terminal S Parameter Plot 5
Tx⇒Rx3
dB(St(TX2_T1,RX3_T1))
Freq [GHz]
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
-35.00
-40.00
-45.00
-50.00
56.00
57.00
58.00
59.00
60.00
61.00
62.00
63.00
64.00
65.00
66.00

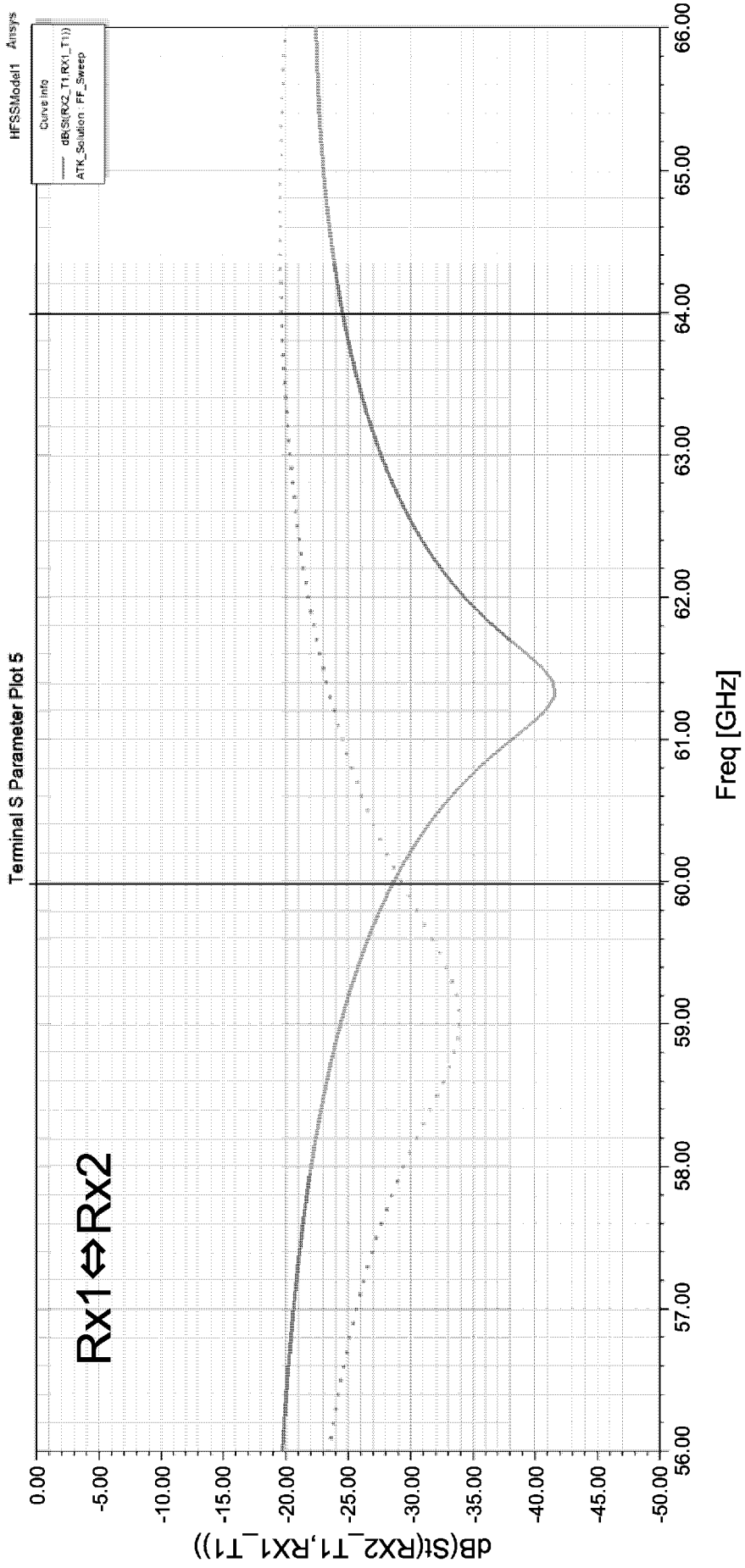
[図24]


HFSSModel1 Ansys
Curve Info
dB(St(RX2_T1,RX3_T1))
ATK_Solution : FF_Sweep
Terminal S Parameter Plot 5
Rx2⇔Rx3
dB(St(RX2_T1,RX3_T1))
Freq [GHz]
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
-35.00
-40.00
-45.00
-50.00
56.00
57.00
58.00
59.00
60.00
61.00
62.00
63.00
64.00
65.00
66.00

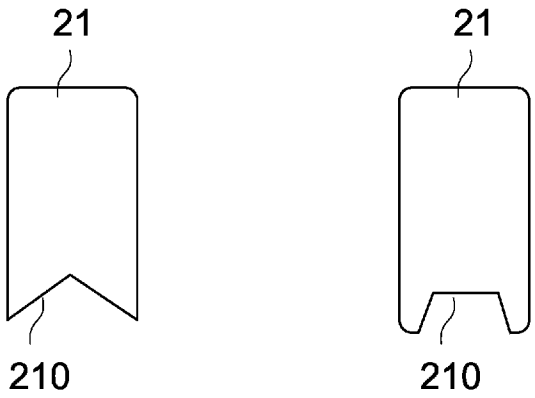
[図25]


HFSSModel1 Ansys
Curve Info
dB(St(RX1_T1,RX3_T1))
ATK_Solution : FF_Sweep
Terminal S Parameter Plot 5
Rx1⇔Rx3
dB(St(RX1_T1,RX3_T1))
Freq [GHz]
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
-35.00
-40.00
-45.00
-50.00
56.00
57.00
58.00
59.00
60.00
61.00
62.00
63.00
64.00
65.00
66.00

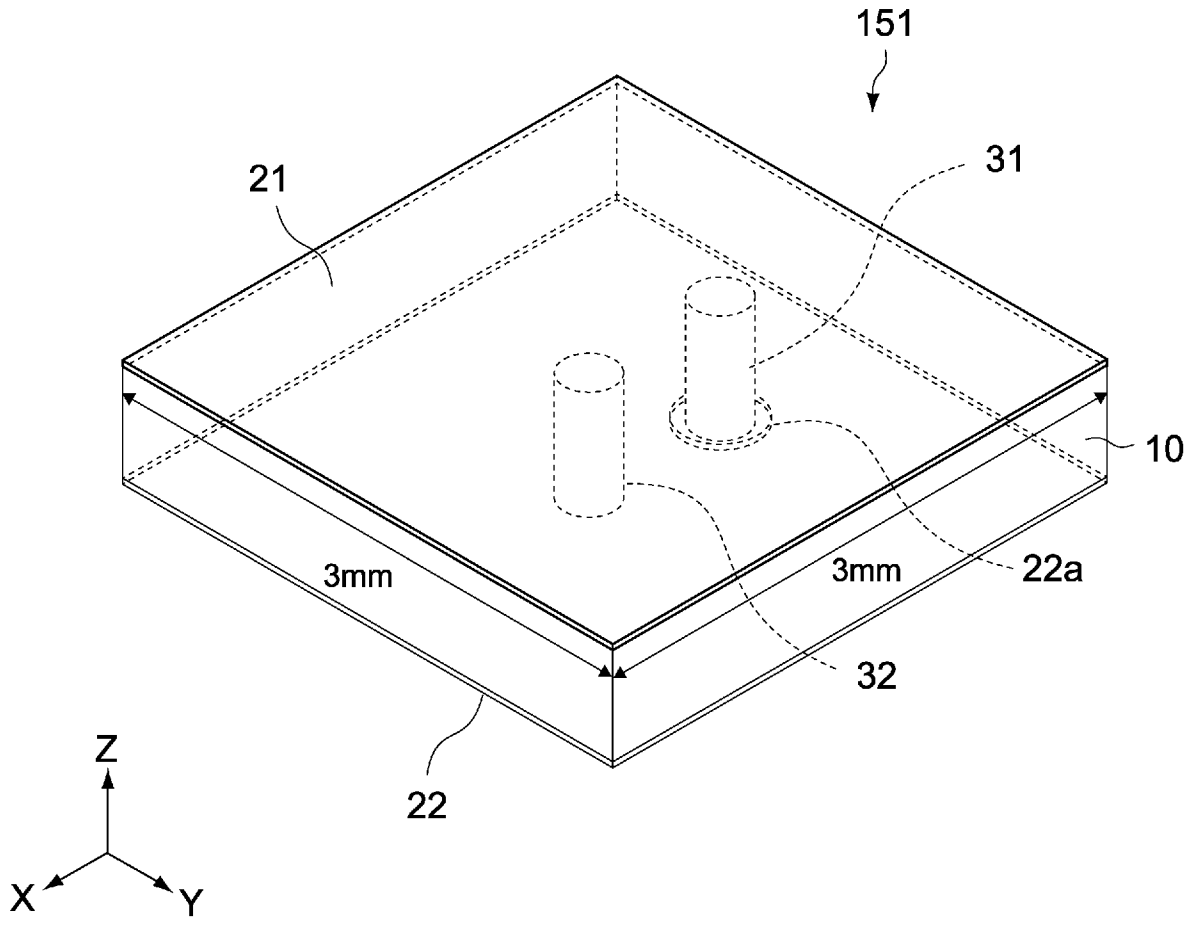
[図26]


HFSSModel1 Ansys
Curve Info
dB(St(RX2_T1,RX1_T1))
ATK_Solution : FF_Sweep
Terminal S Parameter Plot 5
Rx1⇔Rx2
dB(St(RX2_T1,RX1_T1))
Freq [GHz]
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
-35.00
-40.00
-45.00
-50.00
56.00
57.00
58.00
59.00
60.00
61.00
62.00
63.00
64.00
65.00
66.00

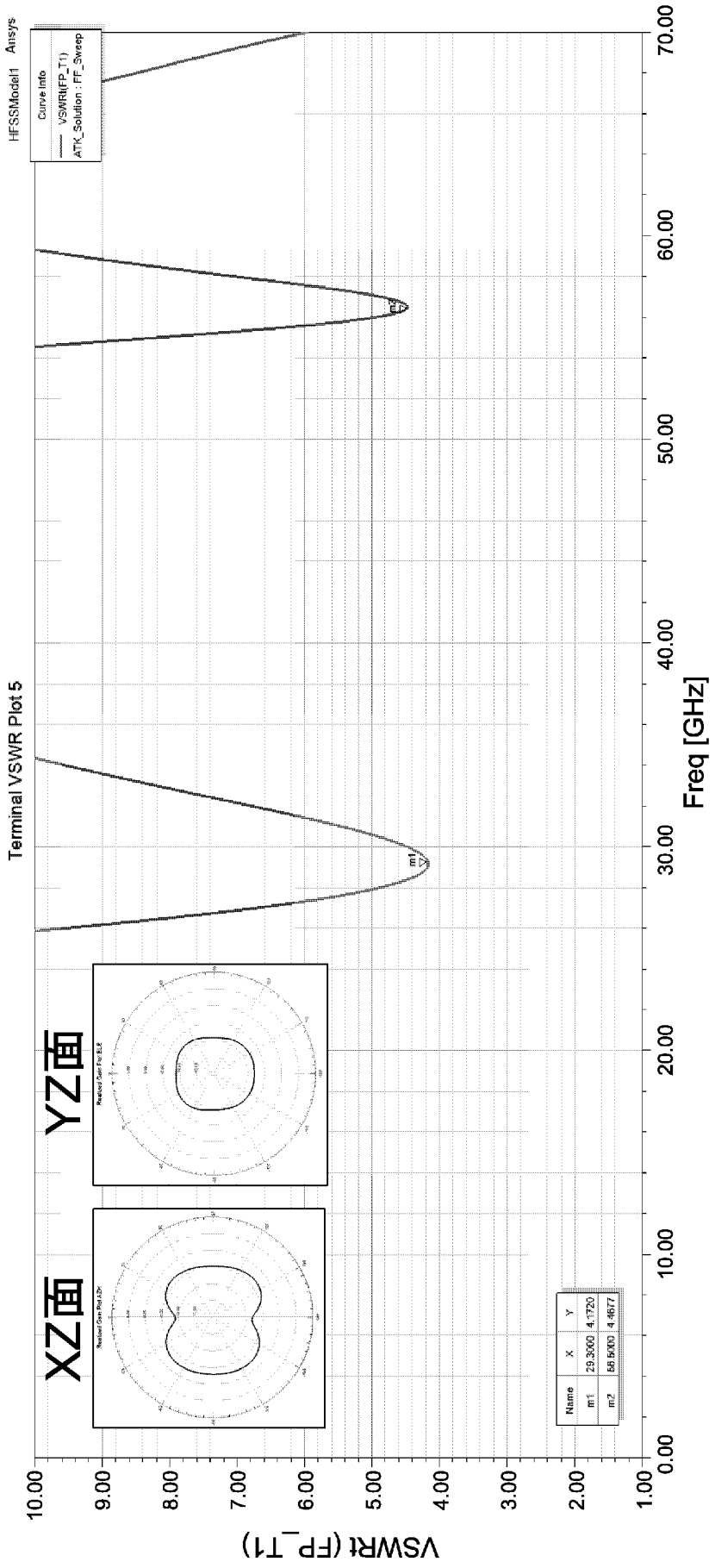
[図27]



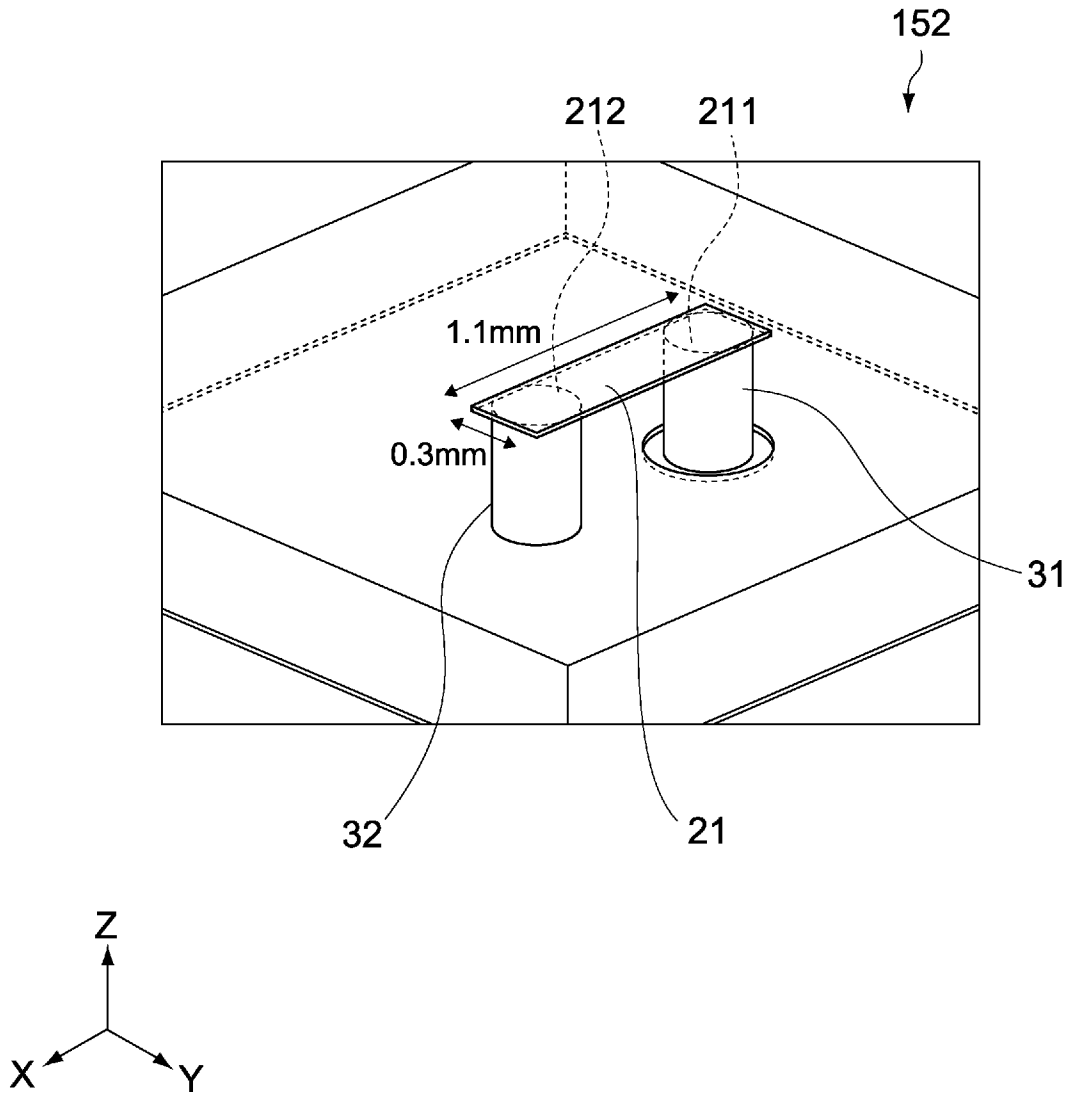
[図28]



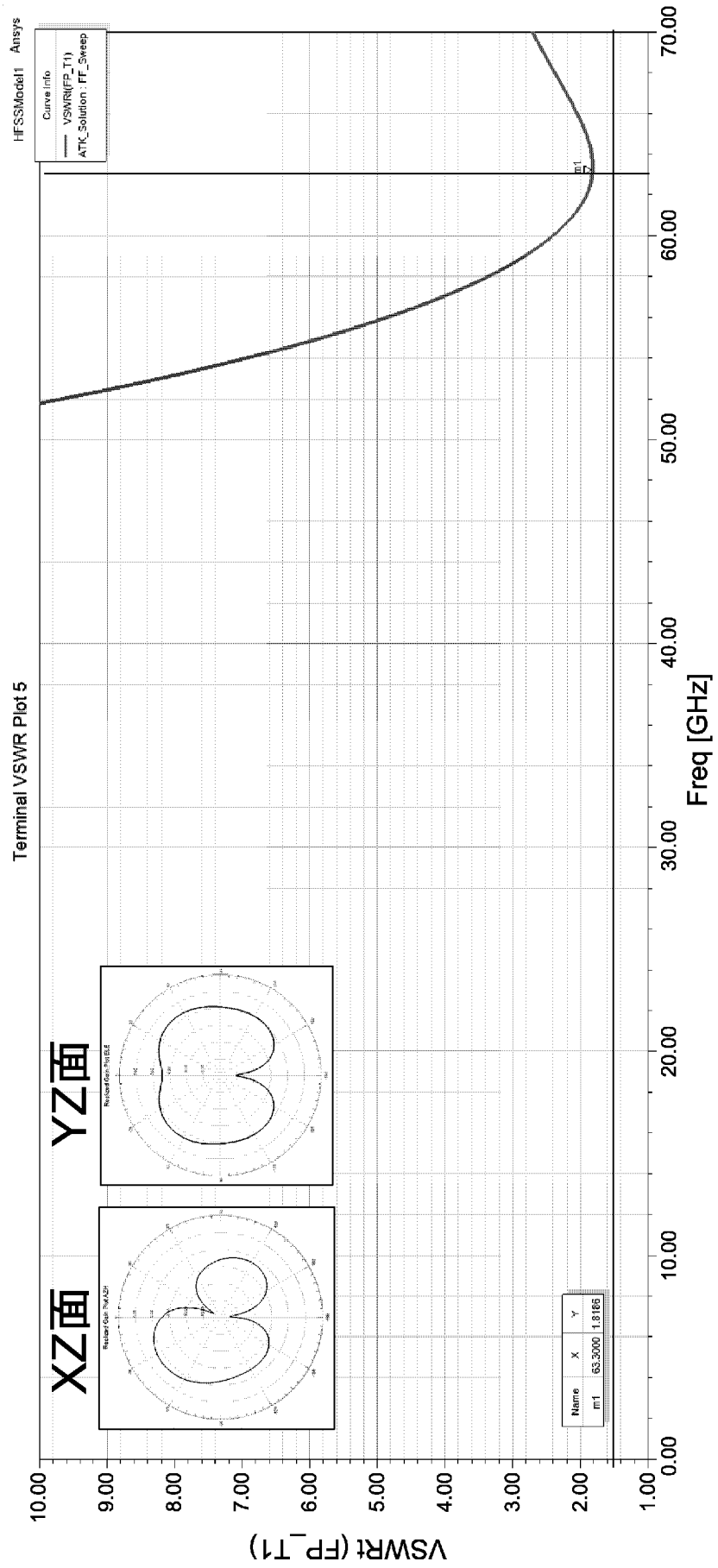
[図29]


HFSSModel1 Ansys
Curve Info
VSWR(FP_T1)
ATK_Solution : FF_Sweep
Terminal VSWR Plot 5
XZ面
YZ面
Name X Y
m1 29.3000 4.1720
m2 58.6000 4.4677
VSWR(FP_T1)
Freq [GHz]
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00

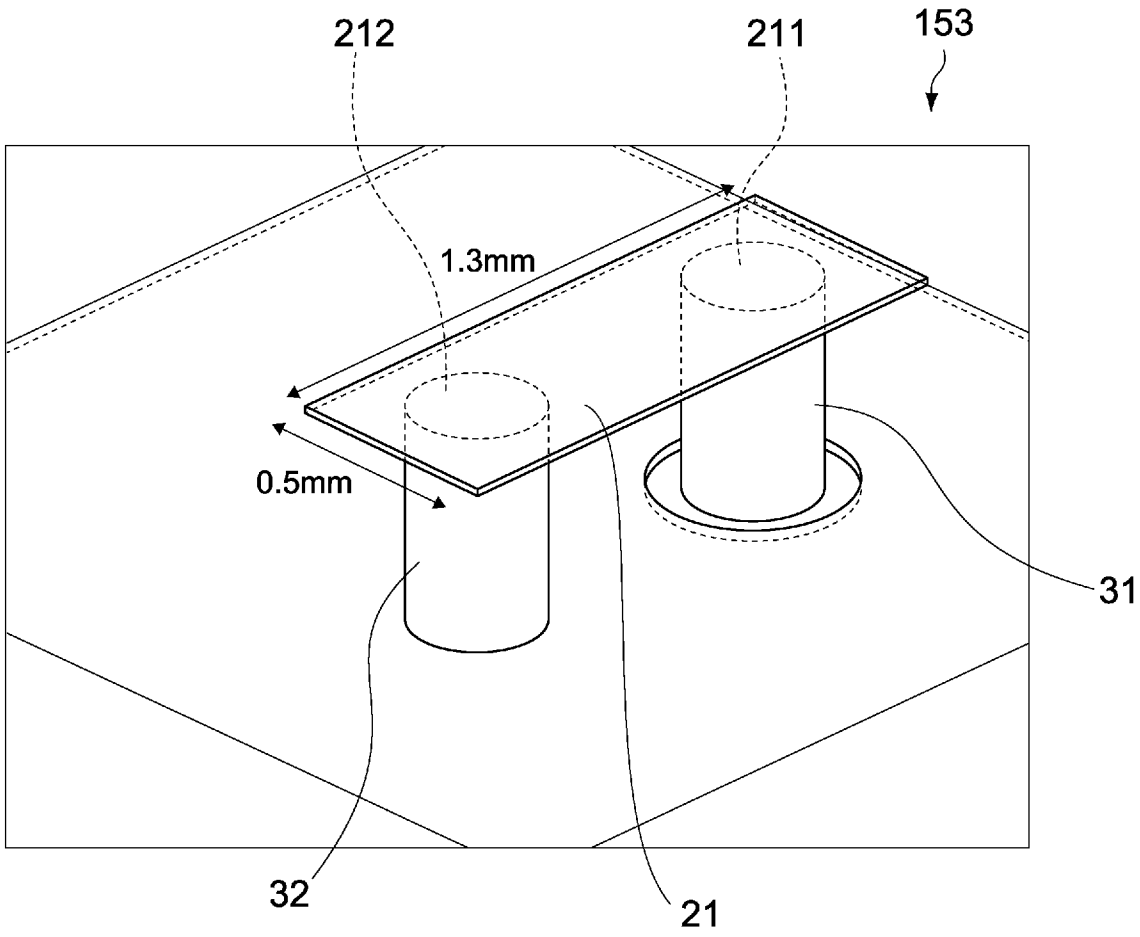
[図30]



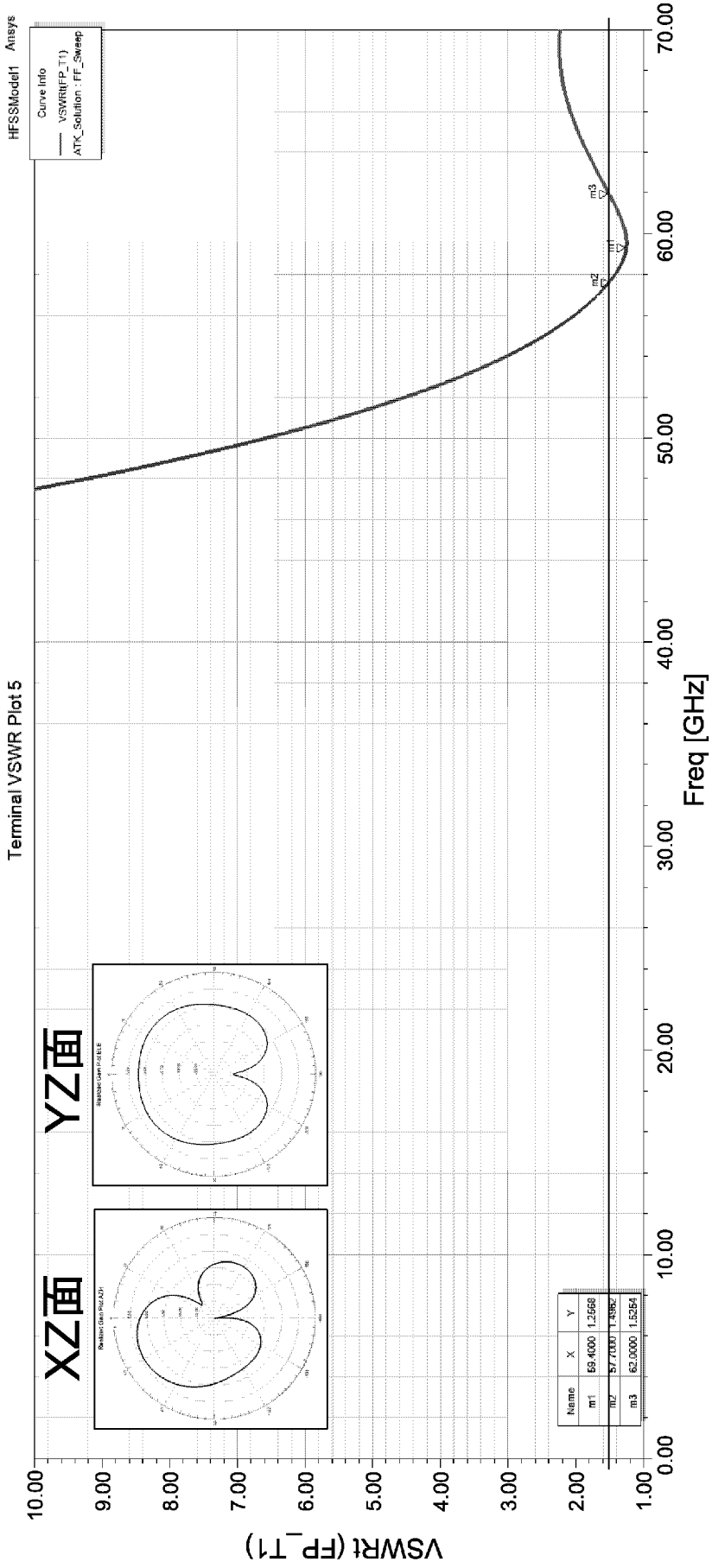
[図31]


HFSSModel1 Ansys
Curve Info
VSWR(FP_T1)
ATK_Solution : FF_Sweep
Terminal VSWR Plot 5
XZ面
YZ面
m1
Name X Y
m1 63.3000 1.8166
VSWR (FP_T1)
Freq [GHz]
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00

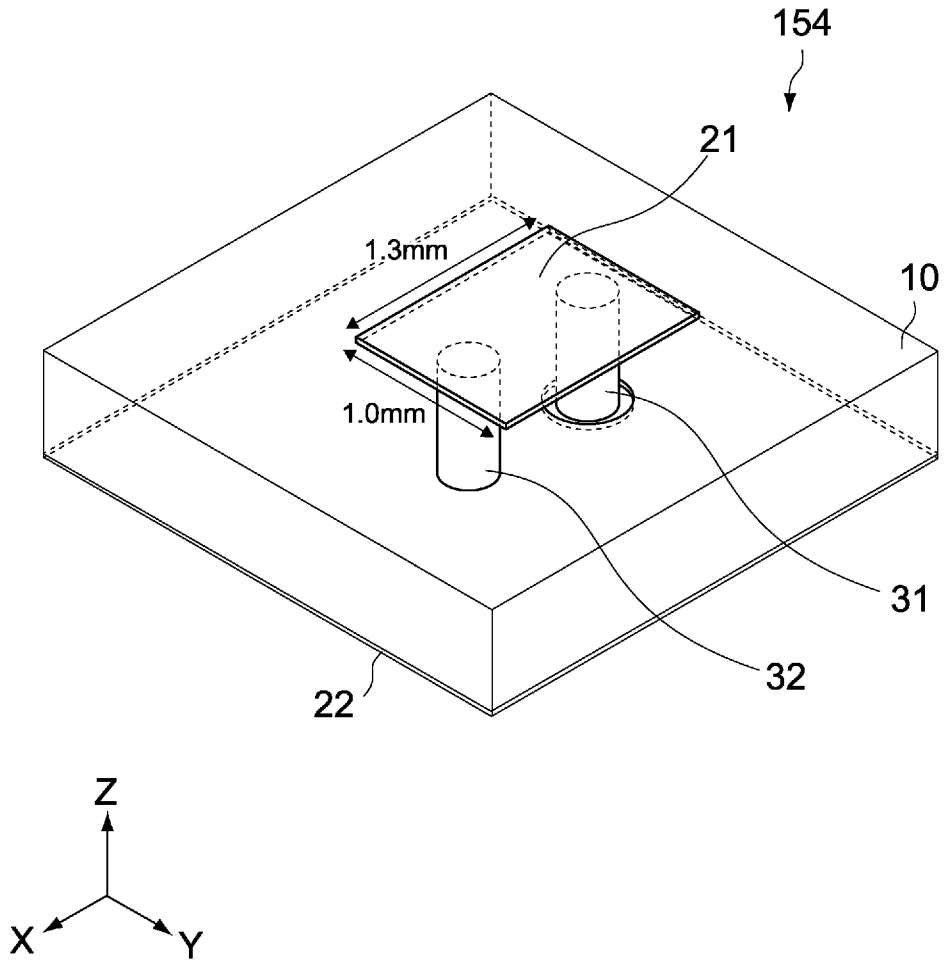
[図32]



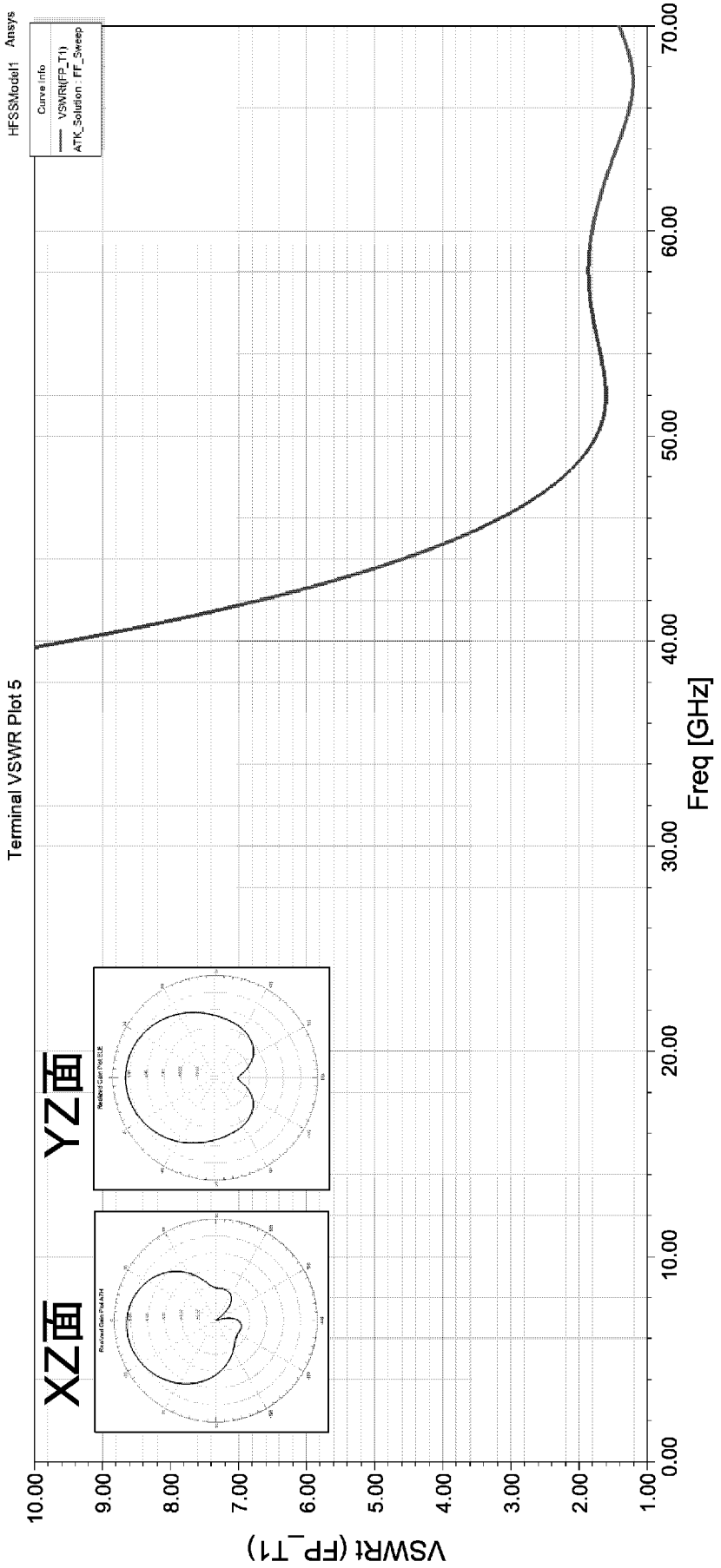
[図33]


HFSSModel1 Ansys
Curve Info
VSWR(FP_T1)
ATK_Solution : FF_Sweep
Terminal VSWR Plot 5
VSWR(FP_T1)
Freq [GHz]
XZ面
YZ面
Name X Y
m1 59.4000 1.2568
m2 57.7333 1.4362
m3 62.0000 1.5264

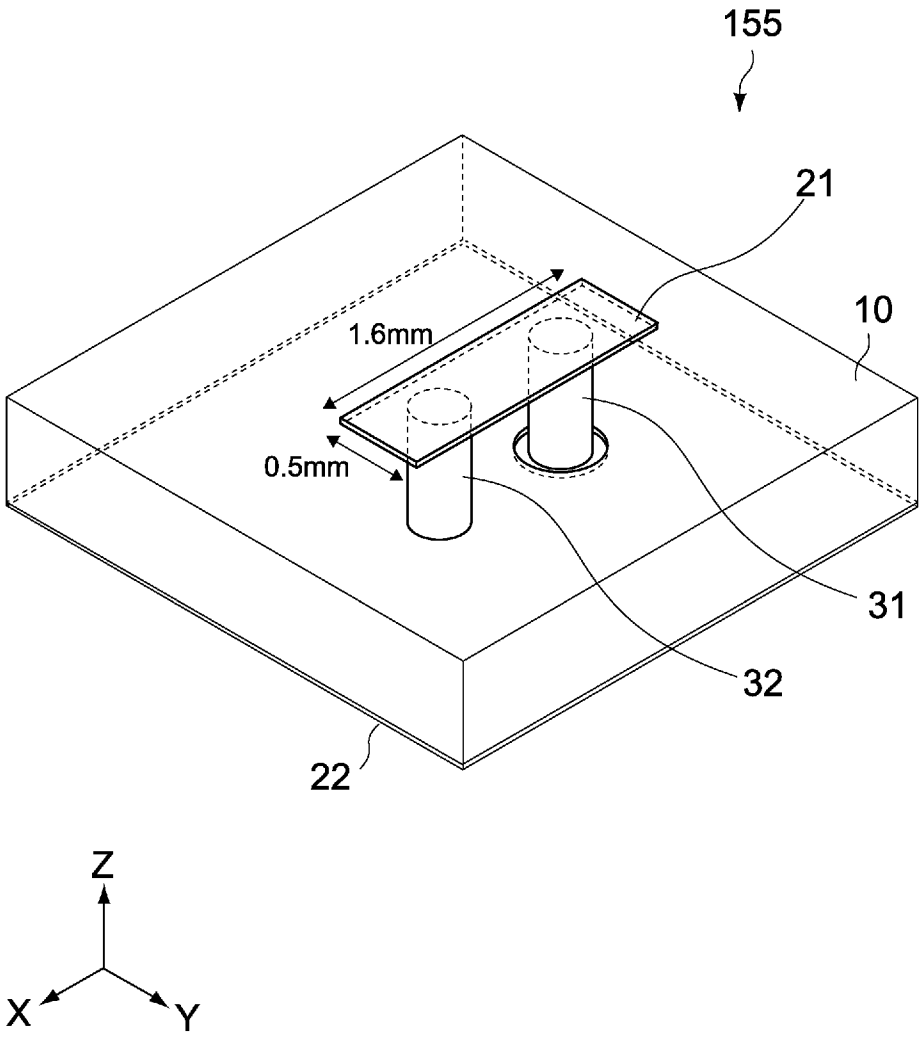
[図34]



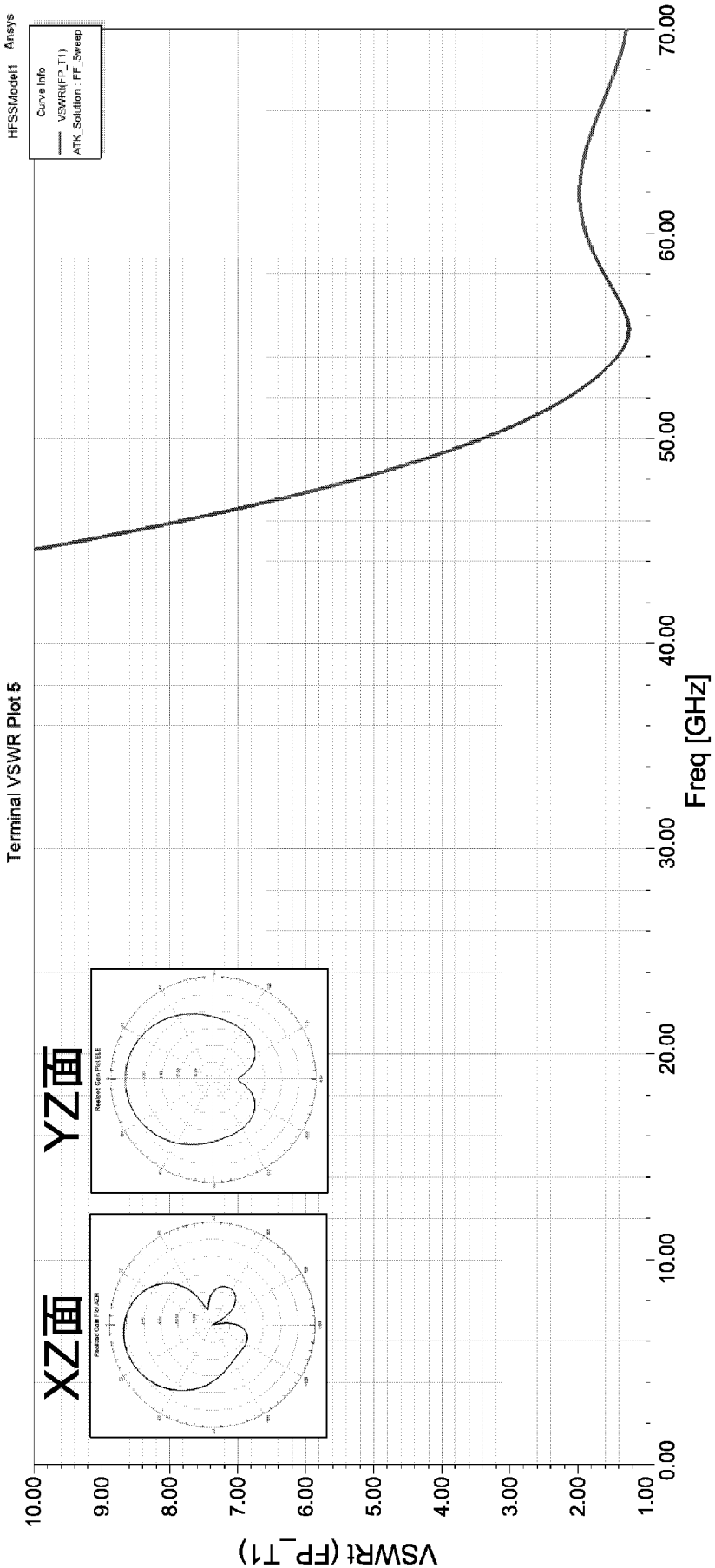
[図35]


HFSSModel1 Ansys
Curve Info
VSWR(FP_T1)
ATK_Solution : FF_Sweep
Terminal VSWR Plot 5
XZ面
YZ面
VSWR(FP_T1)
Freq [GHz]
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00

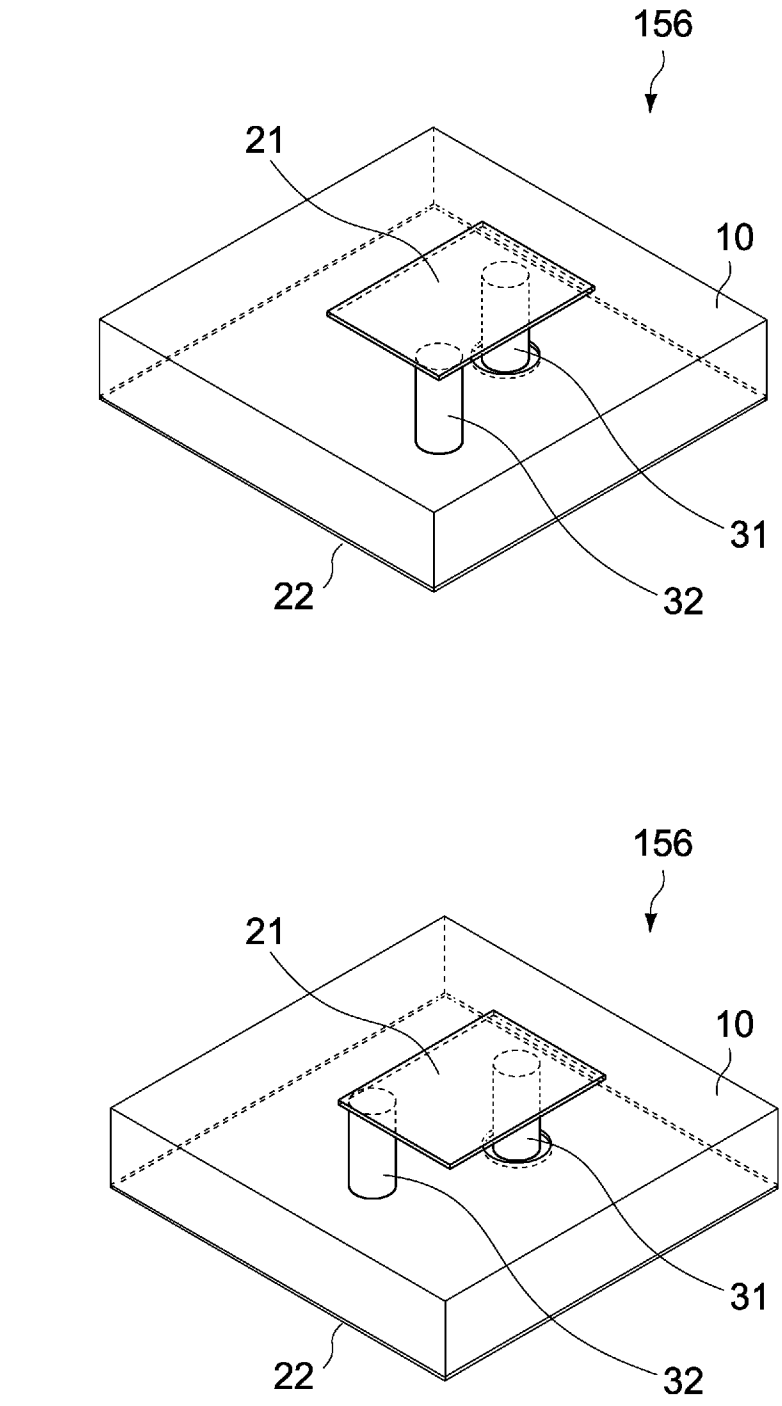
[図36]



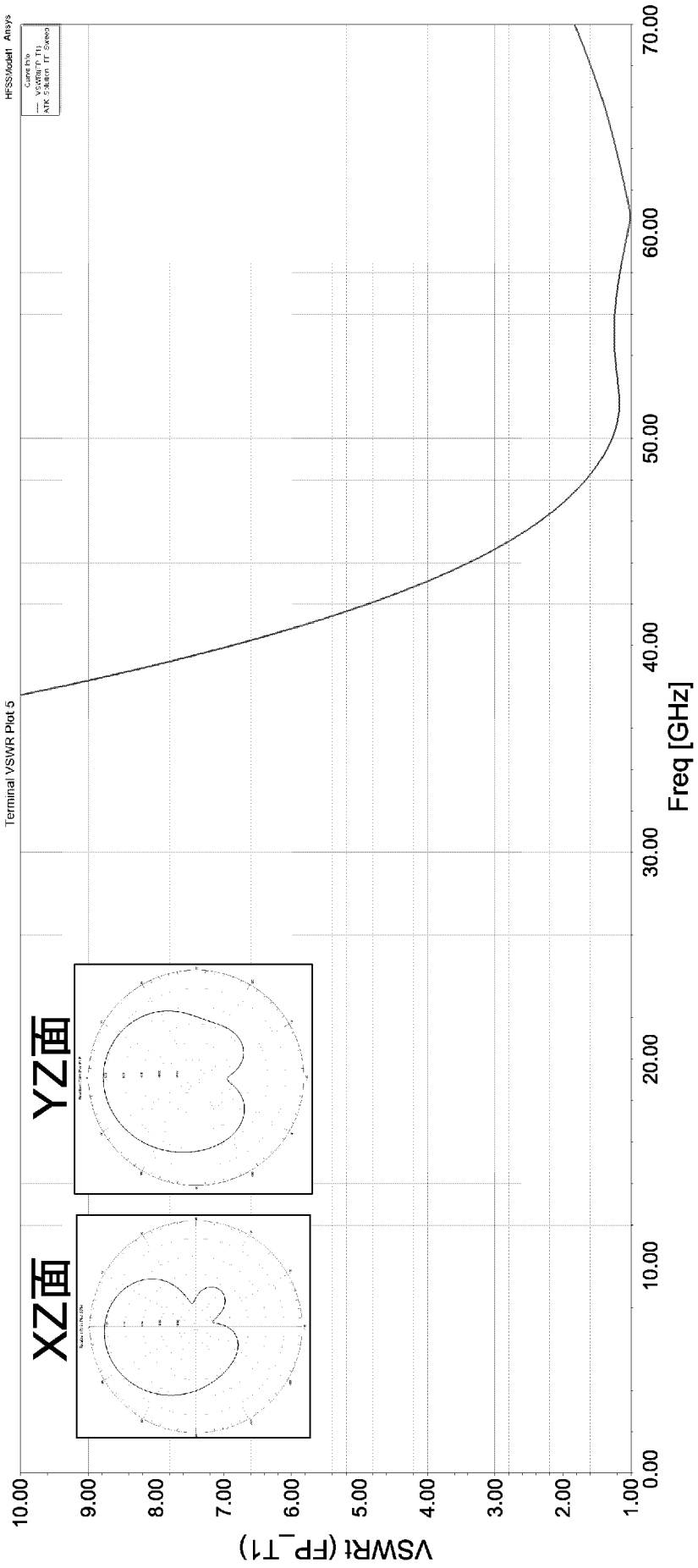
[図37]


HFSSModel1 Ansys
Curve Info
VSWR(FP_T1)
ATK_Solution : FF_Sweep
Terminal VSWR Plot 5
VSWR(FP_T1)
Freq [GHz]
XZ面
YZ面
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00

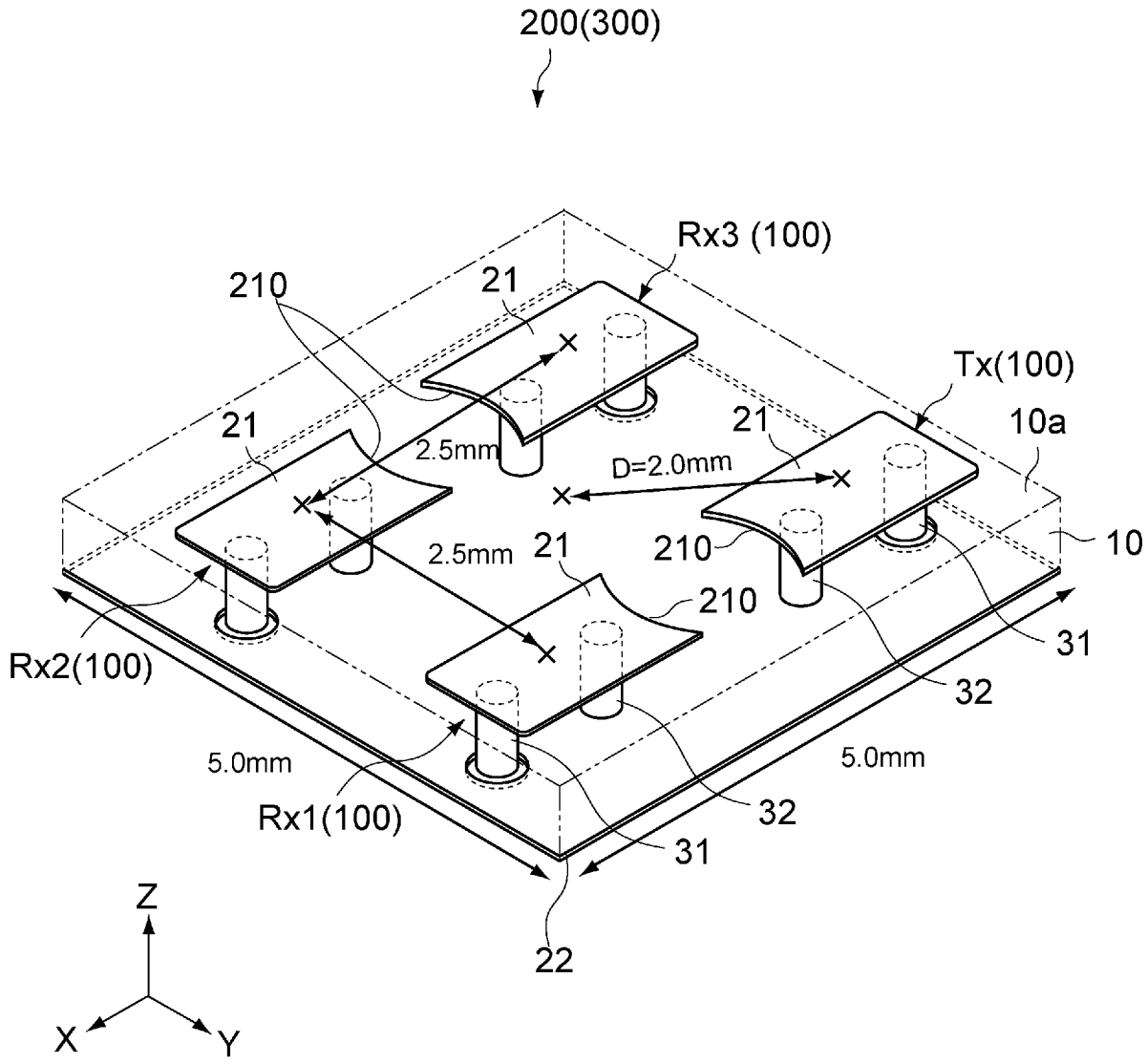
[図38]



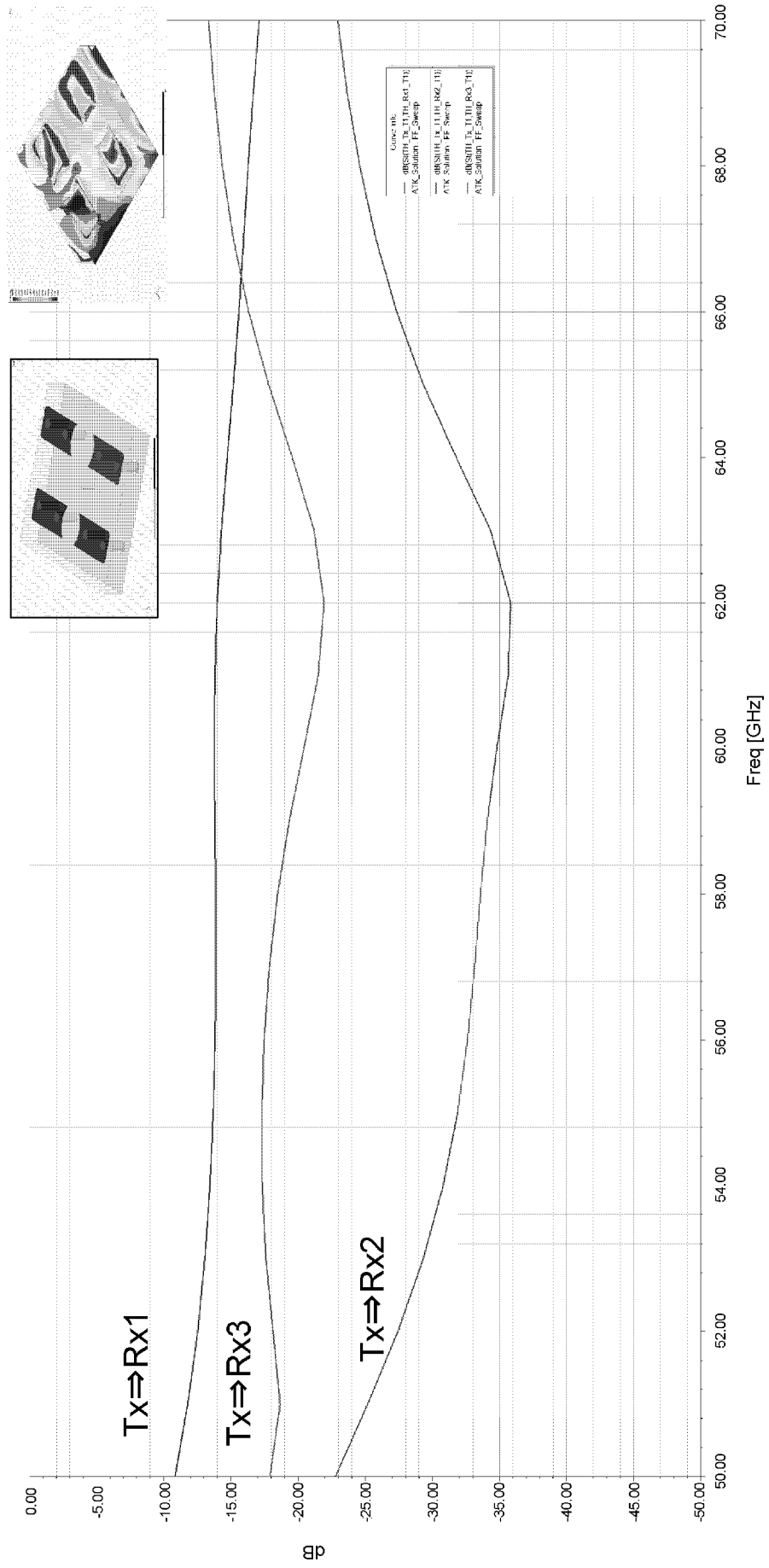
[図39]


HFSSModel1 Ansys
Terminal VSWR Plot 5
VSWRt (FP_T1)
Freq [GHz]
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00
XZ面
YZ面

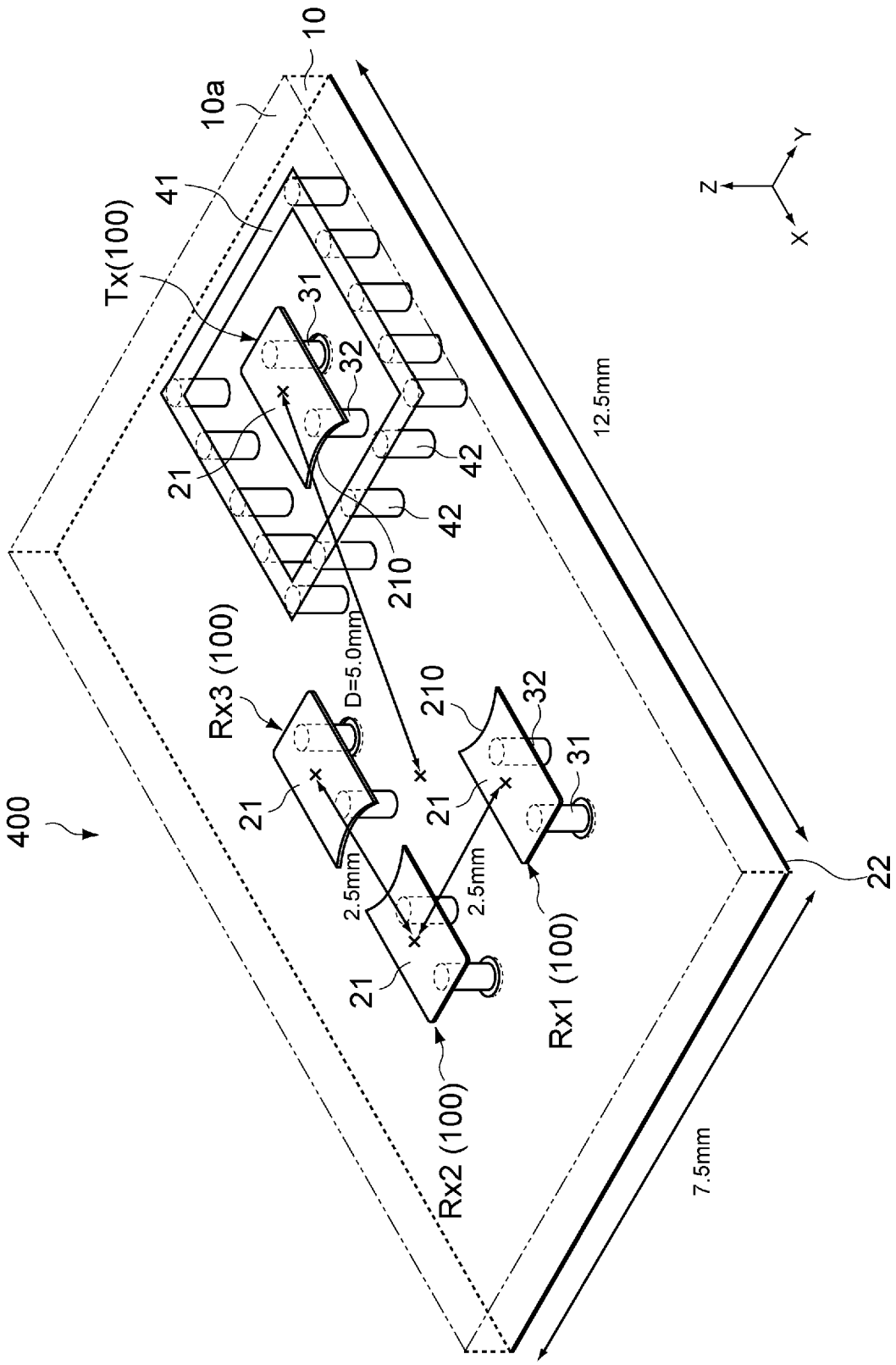
[図40]


200(300)
Rx3 (100)
210
21
Tx(100)
21
21
10a
2.5mm
D=2.0mm
2.5mm
21
210
10
210
31
Rx2(100)
32
5.0mm
5.0mm
Rx1(100)
32
31
22
Z
X
Y

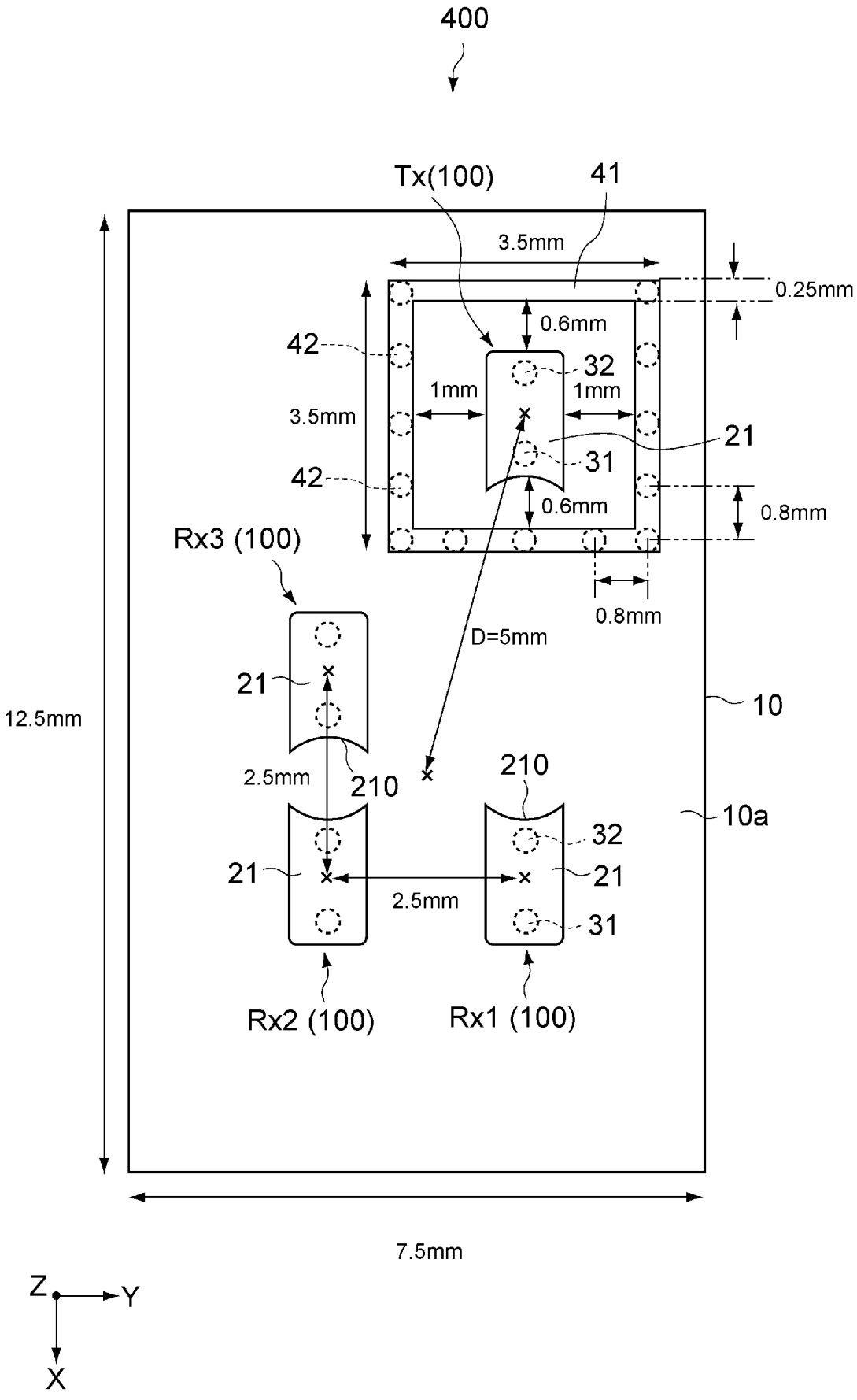
[図41]


Tx⇒Rx1
Tx⇒Rx3
Tx⇒Rx2
dB
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
-35.00
-40.00
-45.00
-50.00
50.00
52.00
54.00
56.00
58.00
60.00
62.00
64.00
66.00
68.00
70.00
Freq [GHz]

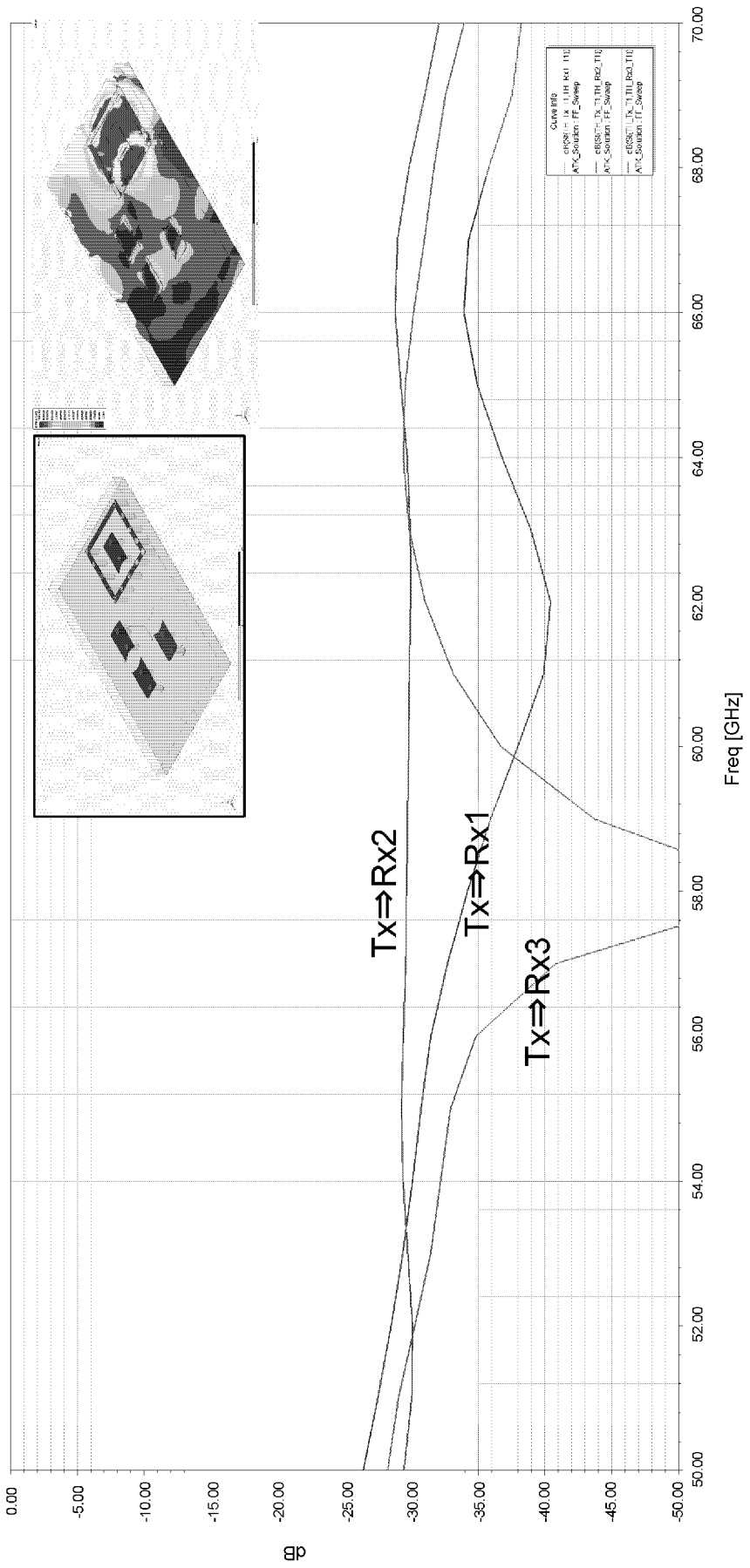
[図42]


400
10
10a
41
Tx(100)
21
31
32
42
210
D=5.0mm
Rx3 (100)
Rx2 (100)
Rx1 (100)
2.5mm
12.5mm
7.5mm
22
Z
Y
X

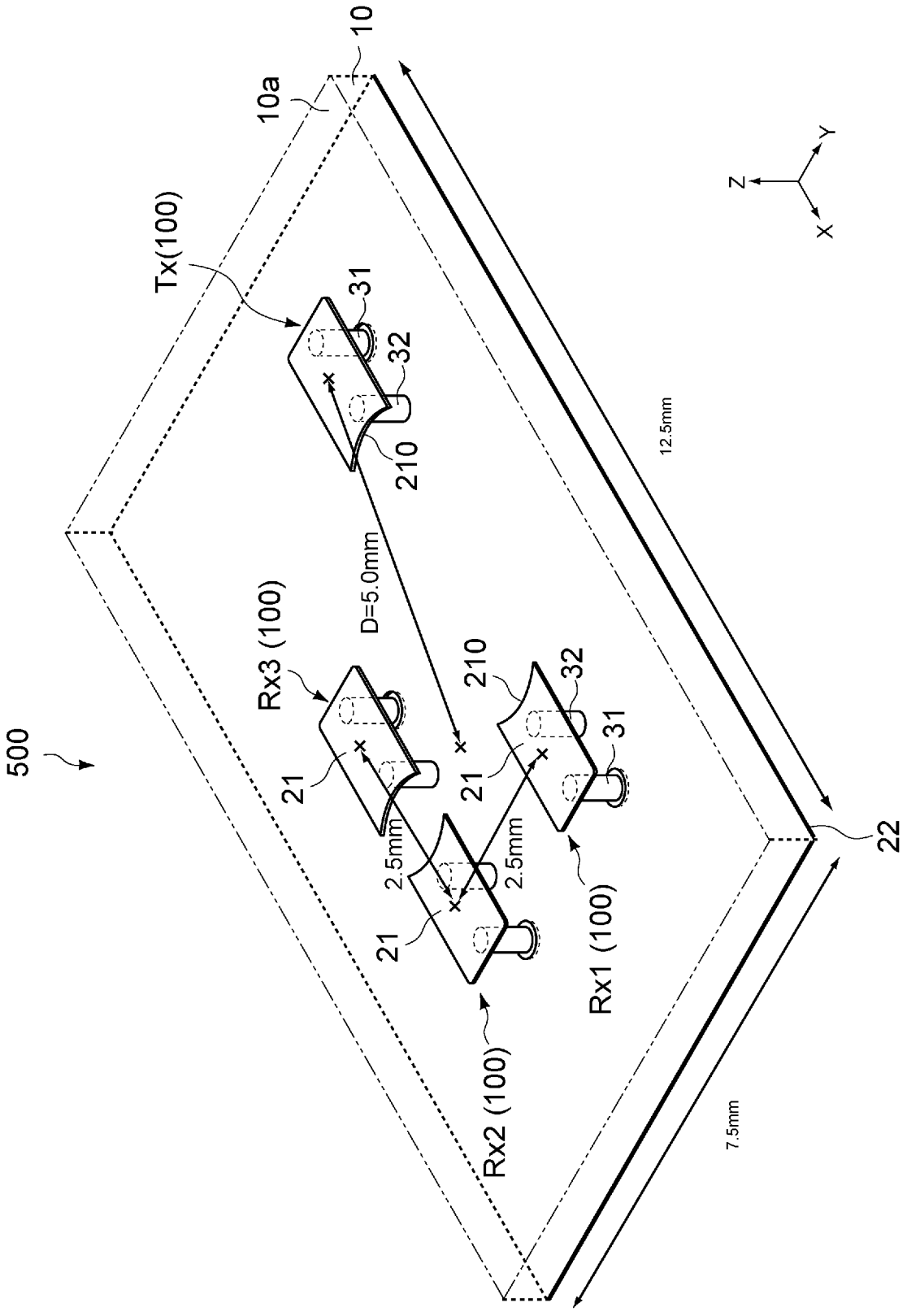
[図43]


400
Tx(100)
41
3.5mm
0.25mm
0.6mm
42
32
1mm
1mm
3.5mm
21
42
31
0.6mm
0.8mm
Rx3 (100)
0.8mm
D=5mm
21
10
12.5mm
2.5mm
210
210
10a
32
21
21
2.5mm
31
Rx2 (100)
Rx1 (100)
7.5mm
Z
Y
X

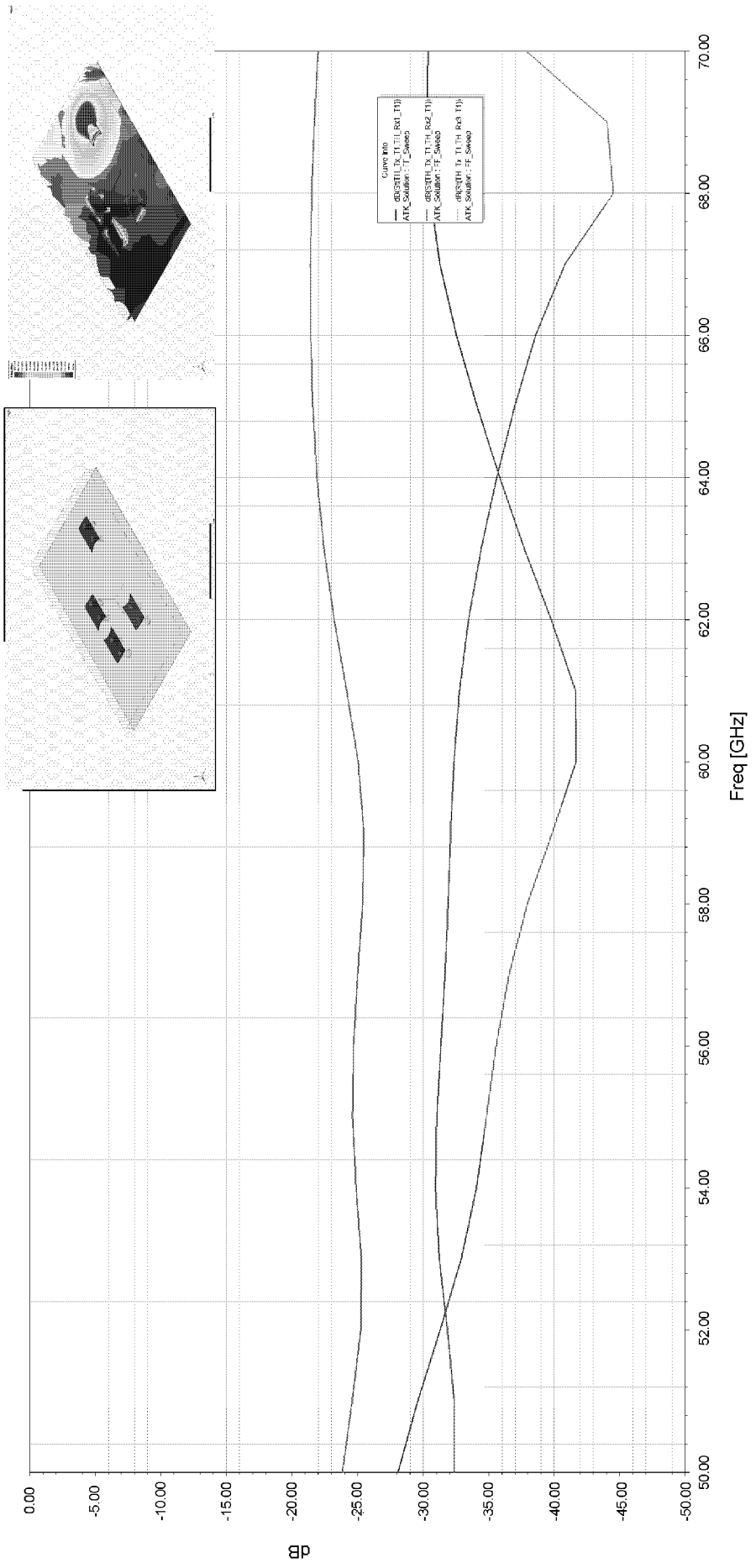
[図44]


Tx⇒Rx2
Tx⇒Rx1
Tx⇒Rx3
Freq [GHz]
dB
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
-35.00
-40.00
-45.00
-50.00
50.00
52.00
54.00
56.00
58.00
60.00
62.00
64.00
66.00
68.00
70.00

[図45]


500
10
10a
Tx(100)
31
32
210
D=5.0mm
Rx3 (100)
21
2.5mm
Rx2 (100)
Rx1 (100)
12.5mm
7.5mm
22
Z
Y
X

[図46]


Curve Info
dB(S(TH1_Tx_T1:1,TH1_Rx1_T1))
ATK_Solution : TF_Sweep
dB(S(TH1_Tx_T1:1,TH1_Rx2_T1))
ATK_Solution : TF_Sweep
dB(S(TH1_Tx_T1:1,TH1_Rx3_T1))
ATK_Solution : TF_Sweep
dB
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
-35.00
-40.00
-45.00
-50.00
Freq [GHz]
50.00
52.00
54.00
56.00
58.00
60.00
62.00
64.00
66.00
68.00
70.00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/022207

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q 9/42(2006.01)i; ***H01Q 1/52***(2006.01)i; ***H01Q 21/06***(2006.01)i
FI: H01Q9/42; H01Q21/06; 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)

H01Q9/42; H01Q1/52; H01Q21/06

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5654724 A (DATRON/TRANSCO INC.) 05 August 1997 (1997-08-05) column 2, line 10 to column 3, line 38, fig. 1-3	1-5, 10, 12, 16, 24
A		6-9, 11, 13-15, 17-23
Y	JP 2007-151115 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 14 June 2007 (2007-06-14) paragraph [0003], fig. 1A	1-5, 10, 12, 16, 24
A	WO 2007/099926 A1 (TDK CORPORATION) 07 September 2007 (2007-09-07)	1-24

☐ 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
09 August 2024	**20 August 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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/022207

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 5654724 A	05 August 1997	(Family: none)	
JP 2007-151115 A	14 June 2007	US 2007/0115181 A1 fig. 1A KR 10-0683872 B1	
WO 2007/099926 A1	07 September 2007	US 2010/0214173 A1 CN 101395758 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/022207

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01Q 9/42(2006.01)i; H01Q 1/52(2006.01)i; H01Q 21/06(2006.01)i
FI: H01Q9/42; H01Q21/06; 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））

H01Q9/42; H01Q1/52; H01Q21/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２４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）

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 5654724 A (DATRON/TRANSCO INC.) 05.08.1997 (1997-08-05) 第２欄第１０行－第３欄第３８行, FIGs. 1-3	1-5, 10, 12, 16, 24
A		6-9, 11, 13-15, 17-23
Y	JP 2007-151115 A (三星電子株式会社) 14.06.2007 (2007-06-14) 段落 [0003], 図1A	1-5, 10, 12, 16, 24
A	WO 2007/099926 A1 (ＴＤＫ株式会社) 07.09.2007 (2007-09-07)	1-24

☐ 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
09.08.2024	20.08.2024

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）
岸田　伸太郎 5K 9183
電話番号 03-3581-1101 内線 3596

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/022207

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
US 5654724 A	05.08.1997	（ファミリーなし）	
JP 2007-151115 A	14.06.2007	US 2007/0115181 A1 FIG. 1A KR 10-0683872 B1	
WO 2007/099926 A1	07.09.2007	US 2010/0214173 A1 CN 101395758 A	