(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
2020年12月17日(17.12.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/250830 A1

(51) 国際特許分類:
H01P 5/08 (2006.01)　*H01Q 1/24* (2006.01)
H01P 5/103 (2006.01)　*H04B 1/38* (2015.01)
H01P 5/107 (2006.01)　*H05K 1/02* (2006.01)
H01P 3/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2020/022354

(22) 国際出願日：　2020年6月5日(05.06.2020)

(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 2019-108153　2019年6月10日(10.06.2019)　JP
特願 2020-009352　2020年1月23日(23.01.2020)　JP

(71) 出願人: 株式会社フジクラ (**FUJIKURA LTD.**) [JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場１丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 上道　雄介 (**UEMICHI, Yusuke**); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎１４４０番地 株式会社フジクラ佐倉事業所内 Chiba (JP).

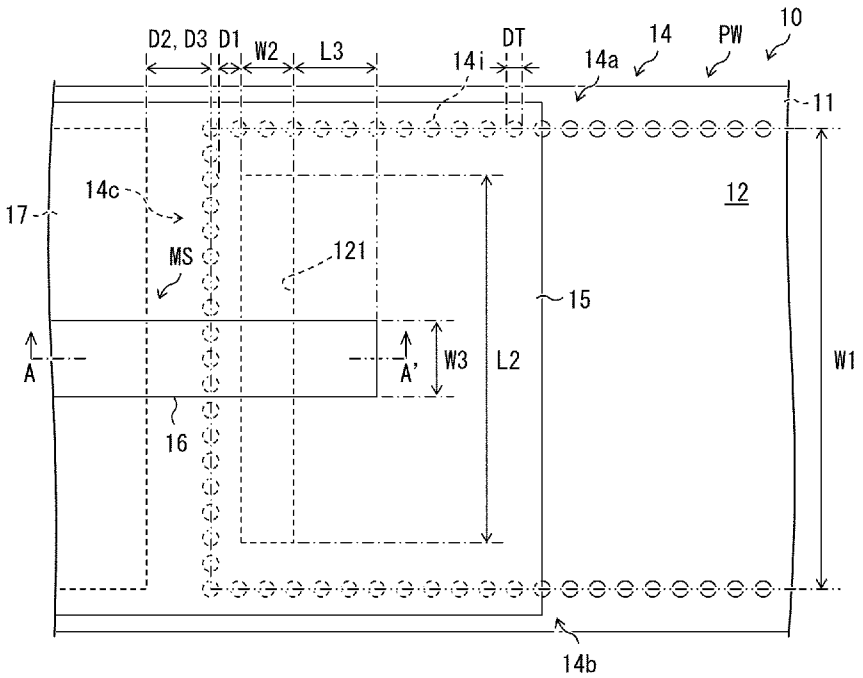
(74) 代理人: 特許業務法人ＨＡＲＡＫＥＮＺＯ ＷＯＲＬＤ ＰＡＴＥＮＴ ＆ ＴＲＡＤＥＭＡＲＫ (**HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK**); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋２丁目北２番６号 大和南森町ビル Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) **Title:** MODE CONVERTER, RF MODULE, AND PORTABLE TERMINAL

(54) 発明の名称： モード変換器、ＲＦモジュール、及び携帯端末

図 1



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to make a mode converter for conversion between the mode of a post-wall waveguide and the mode of a line in which a belt-shaped conductor is formed on a substrate different from the post-wall waveguide less susceptible to a transmission failure due to a change in environmental temperature. A mode converter (10) is provided with a post wall waveguide (PW) in which an opening (121) is provided in a wide wall (conductor layer 12), a dielectric substrate (15) having a principal surface on which a belt-shaped conductor (16) is

WO 2020/250830 A1

［続葉有］

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

formed, and a joining member (solder 18) which joins the wide wall (conductor layer 12) and the substrate (15). In plan view, the opening (121) and the belt-shaped conductor (16) overlap each other.

(57) 要約:ポスト壁導波路のモードと、ポスト壁導波路とは異なる基板に帯状導体が形成された線路のモードとを変換するモード変換器において、環境温度の変化に起因する伝送不良を生じにくくすること。モード変換器(10)は、広壁(導体層12)に開口(121)が設けられたポスト壁導波路(PW)と、主面に帯状導体(16)が形成された誘電体製の基板(15)と、広壁(導体層12)と基板(15)とを接合する接合部材(半田18)と、を備え、平面視において、開口(121)と、帯状導体(16)とは、重畳している。

明　細　書

発明の名称 ： モード変換器、ＲＦモジュール、及び携帯端末

技術分野

[0001] 本発明は、ポスト壁導波路におけるモードと、帯状導体を含む線路におけるモードと、を変換するモード変換器に関する。また、本発明は、このようなモード変換器を備えたＲＦモジュール及び携帯端末に関する。

背景技術

[0002] 非特許文献１には、ポスト壁導波路の導波モードとマイクロストリップ線路の導波モードとを相互に変換するモード変換器が記載されている。

[0003] このような従来のモード変換器１１０ａ，１１０ｂを備えたＲＦモジュール１０１を図１６，１７に示す。図１６及び図１７の各々は、それぞれ、ＲＦモジュール１０１の分解斜視図及び断面図である。

[0004] モード変換器１１０ａ，１１０ｂにおいて、ポスト壁導波路ＰＷは、誘電体製の基板１１１と、基板１１１の一対の主面の各々にそれぞれ形成された一対の導体層１１２，１１３と、基板１１１の内部に形成されたポスト壁１１４と、を備えている。一対の導体層１１２，１１３のうち、平面視した場合にポスト壁１１４により取り囲まれている領域は、直方体状の導波領域を２方向（例えば上下方向）から挟み込む一対の広壁として機能し、ポスト壁は、導波領域を４方向（例えば前後左右方向）から取り囲む一対の狭壁及び一対のショート壁として機能する。ポスト壁１１４は、基板１１１の内部に柵状に配置された複数のスルービアであって、一対の導体層を互いに短絡する複数のスルービアにより構成されている。

[0005] また、モード変換器１１０ａ，１１０ｂにおいて、マイクロストリップ線路ＭＳは、信号線として機能する帯状導体１１６ａ，１１６ｂと、導体層１１２からなるグランド層と、信号線とグランド層とを隔てる誘電体層１１５と、を備えており、ポスト壁導波路の一方の主面に直接形成されている。

[0006] そのうえで、ポスト壁導波路ＰＷの導波モードとマイクロストリップ線路

ＭＳの導波モードとを相互に変換するために、モード変換器１１０ａ，１１０ｂは、マイクロストリップ線路ＭＳを構成する帯状導体１１６ａ，１１６ｂの一方の端部に接続されたブラインドビアＢＶａ，ＢＶｂを備えている。ブラインドビアＢＶａ，ＢＶｂは、励振ピンとして機能する。なお、励振ピンは、ブラインドビアであってもよいし、スルービアであってもよい。

[0007] モード変換器１１０ａ，１１０ｂにおいては、帯状導体１１６ａ，１１６ｂをポスト壁導波路ＰＷの入出力ポートとして利用することができる。例えば、図１６及び図１７に示すように、ＲＦモジュール１０１は、ポスト壁導波路ＰＷの両端部（ショート壁近傍）の各々に、それぞれ、モード変換器１１０ａ，１１０ｂを形成し、モード変換器１１０ａの帯状導体１１６ａにＲＦＩＣ（Radio Frequency Integrated Circuit）１２１を実装し、モード変換器１１０ｂの帯状導体１１６ｂにアンテナ１２２を実装することによって得られる。ＲＦモジュール１０１は、ポスト壁導波路ＰＷの一方の主面にＲＦＩＣ１２１及びアンテナ１２２を直接実装したＲＦモジュールである。

[0008] このようなＲＦモジュールにおいては、ＲＦＩＣ及びアンテナを、ポスト壁導波路を構成する基板とは別の基板（以下において実装基板と称する）に予め実装しておき、この実装基板と、ポスト壁導波路とを接合することによってＲＦモジュールを製造したいという要望がある。このような構成を有するＲＦモジュール１０１Ａを図１８に示す。図１８は、ＲＦモジュール１０１Ａの断面図である。

[0009] この要望を実現する場合、図１８に示すように、スルービアを用いて帯状導体１１６Ａａ，１１６Ａｂを実装基板の裏側（ポスト壁導波路ＰＷに近接する側）に引き出し、実装基板の裏側に引き出された帯状導体１１６Ａａ，１１６Ａｂと、ブラインドビアＢＶａ，ＢＶｂとをバンプＢａ，Ｂｂを用いて接合する態様が考えられる。

先行技術文献

非特許文献

[0010] 非特許文献1：Yusuke Uemichi, et al. "A ultra low-loss silica-based tr

ansformer between microstrip line and post-wall waveguide for millimeter-wave antenna-in-package applications," IEEE MTT-S IMS, Jun. 2014.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] ところで、ポスト壁導波路ＰＷの基板１１１を構成する誘電体としては、石英や、セラミックスや、サファイヤや、シリコンなどが採用される場合が多い。一方、実装基板１１５Ａを構成する誘電体としては、フッ素樹脂（例えばテフロン（登録商標））や、ガラスエポキシ樹脂や、液晶ポリマーや、ポリイミド樹脂や、シクロオレフィンなどが採用される場合が多い。このような場合、基板１１１を構成する誘電体の線膨張係数と、実装基板１１５Ａを構成する誘電体の線膨張係数とが大きく異なる。そのため、バンプＢａ，Ｂｂには、ＲＦモジュール１０１Ａを使用する環境温度の変化に伴い応力が繰り返し加わり、やがて、バンプＢａ，Ｂｂの何れか又は両方にクラックが生じることにより、ＲＦＩＣ１２１とポスト壁導波路ＰＷとの間、及び、アンテナ１２２とポスト壁導波路ＰＷとの間の何れか又は両方において伝送不良が生じる場合がある（図１８参照）。

[0012] 実装基板１１５Ａとポスト壁導波路ＰＷとの接合を強固にするために、互いに対向する実装基板１１５Ａの主面とポスト壁導波路ＰＷの主面とを半田１１８を用いて接合する態様も考えられる（図１８参照）。しかし、ポスト壁導波路ＰＷの基板を構成する誘電体の線膨張係数と、実装基板を構成する誘電体の線膨張係数とが大きく異なる以上、バンプＢａ，Ｂｂに加えて半田１１８を用いたとしても、クラックの発生を防ぐことは難しい。

[0013] 本発明の一態様は、上述した課題に鑑みなされたものであり、その目的は、ポスト壁導波路におけるモードと、ポスト壁導波路とは異なる基板に形成された帯状導体を信号線とする線路におけるモードと、を変換するモード変換器であって、従来よりも環境温度の変化に起因する伝送不良が生じにくいモード変換器を提供することである。また、このようなモード変換器を備えたＲＦモジュール及び携帯端末を提供することである。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明の一態様に係るモード変換器は、一方の広壁に開口が設けられたポスト壁導波路と、一方の主面及び他方の主面の少なくとも何れかに帯状導体が形成された誘電体製の基板と、上記一方の広壁と上記基板とを直接又は間接に接合する接合部材と、を備え、上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記開口の少なくとも一部と、上記帯状導体の少なくとも一部とは、重畳している。

[0015] 本発明の一態様に係るＲＦモジュールは、一方の広壁の第１のショート壁の近傍に第１の開口が設けられ、且つ、上記一方の広壁の第２のショート壁の近傍に第２の開口が設けられたポスト壁導波路と、一方の主面及び他方の主面の少なくとも何れかに第１の帯状導体が形成され、且つ、上記一方の主面及び上記他方の主面の少なくとも何れかに第２の帯状導体が形成され、且つ、上記一方の主面及び上記他方の主面の少なくとも何れかにアンテナが形成された誘電体製の基板と、上記一方の広壁と上記基板とを直接又は間接に接合する接合部材と、上記基板の一方の主面に実装され、且つ、何れかの端子が上記第１の帯状導体に電気的に接続されたＲＦＩＣと、を備え、上記アンテナは、上記第２の帯状導体に電気的に接続され、上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記第１の開口の少なくとも一部と、上記第１の帯状導体の少なくとも一部とは、重畳しており、且つ、上記第２の開口の少なくとも一部と、上記第２の帯状導体の少なくとも一部とは、重畳している。

[0016] 本発明の一態様に係る携帯端末は、本発明の一態様に係るＲＦモジュールを送信モジュール、受信モジュール、及び送受信モジュールの少なくとも何れかとして備えている。

[0017] 本発明の一態様に係るＲＦモジュールは、一対の広壁と、狭壁と、一対のショート壁とにより導波領域が形成されたポスト壁導波路であって、（１）一方の広壁のうち一方のショート壁を含む一方の端部領域に第１の開口が設けられ、且つ、（２）上記一方の広壁のうち他方のショート壁を含む他方の端部領域に第２の開口が設けられ、且つ、（３）上記一方の端部領域と、上

記他方の端部領域とが平行且つ近接して配置されているポスト壁導波路と、一方の主面及び他方の主面の少なくとも何れかに第３の帯状導体及び第４の帯状導体が形成された誘電体製の基板と、上記一方の広壁と上記基板とを直接又は間接に接合する接合部材と、上記基板の一方の主面に実装され、且つ、出力端子及び入力端子の各々が、それぞれ、上記第３の帯状導体及び上記第４の帯状導体に電気的に接続されたＲＦＩＣと、を備え、上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記第１の開口の少なくとも一部と、上記第３の帯状導体の少なくとも一部とは、重畳しており、且つ、上記第２の開口の少なくとも一部と、上記第４の帯状導体の少なくとも一部とは、重畳している。

発明の効果

[0018] 本発明の一態様によれば、ポスト壁導波路におけるモードと、ポスト壁導波路とは異なる基板に形成された帯状導体を信号線とする線路におけるモードと、を変換するモード変換器であって、従来よりも環境温度の変化に起因する伝送不良が生じにくいモード変換器を提供することができる。また、本発明の一態様によれば、このようなモード変換器を備えたＲＦモジュール及び携帯端末を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の第１の実施形態に係るモード変換器の平面図である。

[図2]図１に示したモード変換器の断面図である。

[図3]図１に示したモード変換器の第１の変形例の断面図である。

[図4]図１に示したモード変換器の第２の変形例の平面図である。

[図5]図１に示したモード変換器の第３の変形例の断面図である。

[図6]本発明の第２の実施形態に係るＲＦモジュールの分解斜視図である。

[図7]図６に示したＲＦモジュールの断面図である。

[図8]本発明の第１の実施例であるモード変換器の変換特性をシミュレーションした結果を示すモード変換器の断面図である。

[図9]本発明の第１の実施例であるモード変換器の変換特性をシミュレーショ

ンした結果を示すモード変換器の平面図である。

[図10]本発明の第１の実施例及び参考例であるモード変換器の反射特性及び透過特性を示すグラフである。

[図11]本発明の第１の実施例及び参考例であるモード変換器の透過特性を拡大して示すグラフである。

[図12]本発明の第２の実施例であるモード変換器の反射特性及び透過特性と、本発明の第３の実施例であるモード変換器の反射特性及び透過特性と、を示すグラフである。

[図13]本発明の第２の実施例であるモード変換器の透過特性と、本発明の第３の実施例であるモード変換器の透過特性と、を拡大して示すグラフである。

[図14]本発明の第４の実施例群であるモード変換器の反射特性を示すグラフである。

[図15]本発明の第４の実施例群であるモード変換器の透過特性を示すグラフである。

[図16]従来のモード変換器を備えたＲＦモジュールの分解斜視図である。

[図17]従来のモード変換器を備えたＲＦモジュールの断面図である。

[図18]従来のモード変換器を備えたＲＦモジュールであって、図１７に示すＲＦモジュールとは別の態様のＲＦモジュールの断面図である。

[図19]本発明の第５の実施例であるモード変換器の反射特性を示すグラフである。

[図20]本発明の第５の実施例であるモード変換器の透過特性を示すグラフである。

[図21]本発明の第６の実施例群であるモード変換器の反射特性を示すグラフである。

[図22]本発明の第６の実施例群であるモード変換器の透過特性を示すグラフである。

[図23]図１に示したモード変換器の第４の変形例の断面図である。

[図24]本発明の第７の実施例群であるモード変換器の反射特性を示すグラフである。

[図25]本発明の第８の実施例群であるモード変換器の反射特性を示すグラフである。

[図26]本発明の第９の実施例であるモード変換器の反射特性を示すグラフである。

[図27]本発明の第９の実施例であるモード変換器の透過特性を示すグラフである。

[図28]図１に示したモード変換器の第５の変形例の平面図である。

[図29]本発明の第１０の実施例群であるモード変換器の反射特性を示すグラフである。

[図30]本発明の第１０の実施例群であるモード変換器の透過特性を示すグラフである。

[図31]図１に示したモード変換器の第６の変形例の平面図である。

[図32]本発明の第１１の実施例群であるモード変換器の反射特性を示すグラフである。

[図33]本発明の第１１の実施例群であるモード変換器の透過特性を示すグラフである。

[図34]本発明の第１２の実施例群であるモード変換器の反射特性を示すグラフである。

[図35]本発明の第１２の実施例群であるモード変換器の透過特性を示すグラフである。

[図36]本発明の第３の実施形態に係るＲＦモジュールの平面図である。

[図37]図１に示したモード変換器の第７の変形例の断面図である。

発明を実施するための形態

[0020] 〔第１の実施形態〕

本発明の第１の実施形態に係るモード変換器１０について、図１及び図２を参照して説明する。図１は、モード変換器１０の平面図である。図２は、

モード変換器１０の断面図であって、図１に示したＡ－Ａ’線に沿った断面における断面図である。なお、本発明の各実施形態に係るモード変換器及びＲＦモジュールは、何れも、２８ＧＨｚ帯（例えば２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ以下の帯域）を動作帯域として想定している。

[0021] ＜モード変換器１０の構成＞

図１及び図２に示すように、モード変換器１０は、ポスト壁導波路ＰＷと、マイクロストリップ線路ＭＳと、半田１８とを備えている。ポスト壁導波路ＰＷ及びマイクロストリップ線路ＭＳについては、後述する。半田１８は、ポスト壁導波路ＰＷの導体層１２と、マイクロストリップ線路ＭＳの導体層１７とを短絡するとともに接合する接合部材の一例である。半田１８は、導体層１２と導体層１７とを互いに平行又は略平行な状態で、導体層１２と導体層１７とを接合する。後述するように導体層１７は、基板１５の互いに対向する一対の主面のうち導体層１２に近い側の主面に形成されている。したがって、半田１８は、導体層１２と基板１５とを、導体層１７を介して間接に接合する、ともいえる。なお、以下において、基板１５の互いに対向する一対の主面のうち、導体層１２から遠い側の主面を一方の主面とも称し、導体層１２に近い側の主面を他方の主面とも称する。以下において、後述するショート壁１４ｃを構成するスルービア１４ｉの中心軸と、半田１８との最短距離を距離Ｄ３と呼ぶ。距離Ｄ３は、適宜定めることができるが、本実施形態においては、Ｄ３＝８５０μｍである。

[0022] （ポスト壁導波路ＰＷ）

図１及び図２に示すように、ポスト壁導波路ＰＷは、基板１１と、導体層１２，１３と、ポスト壁１４と、を備えている。

[0023] 基板１１は、誘電体からなる板状部材であり、本実施形態においては石英製である。基板１１を構成する誘電体は、石英に限定されるものではなく、例えばモード変換器１０の中心周波数などに応じて、ポスト壁導波路の基板として採用した場合に伝送損失を抑制することが可能な誘電体から適宜選択することができる。なお、基板１１の厚さＴ１１は、適宜選択することがで

きる。

[0024] 導体層１２及び導体層１３の各々は、基板１１の互いに対向する一対の主面の各々にそれぞれ形成された層状部材である。導体層１２，１３は、導体からなる層状部材であり、本実施形態においては銅製である。導体層１２，１３を構成する導体は、銅に限定されるものではなく、適宜選択することができる。また、導体層１２，１３の厚さも適宜選択することができ、厚さが相対的に薄い導体膜とよばれる層状部材であってもよいし、厚さが相対的に厚い導体板とよばれる層状部材であってもよい。

[0025] ポスト壁１４は、基板１１の内部に柵状に配置された複数のスルービア１４１～１４ｎによって構成されている。ここで、ｎは、２以上の任意の整数である。また、以下において、スルービア１４１～１４ｎの各々を一般化してスルービア１４ｉとも記載する。ここで、ｉは、１以上ｎ以下の整数である。ポスト壁１４は、互いに対向する一対の狭壁１４ａ，１４ｂと、ショート壁１４ｃと、ショート壁１４ｃに対向する別のショート壁（図１及び図２には図示せず）とにより構成されている。各スルービア１４ｉは、円筒形状又は円柱形状（本実施形態においては円筒形状）の導体により構成されている。

[0026] 各スルービア１４ｉは、基板１１の一方の主面から他方の主面に至っており、導体層１２と導体層１３とを短絡している。また、各スルービア１４ｉの直径ＤＴ（図１参照）は、ポスト壁導波路ＰＷの幅Ｗ１や、ポスト壁導波路ＰＷの形状の複雑さ等に応じて適宜定めることができるが、本実施形態においては、ＤＴ＝１００μｍとする。

[0027] モード変換器１０において、導体層１２，１３は、基板１１を２方向（例えば上下方向）から挟み込み、且つ、狭壁１４ａ，１４ｂは、基板１１の一部領域を２方向（例えば左右方向）から挟み込み、且つ、ショート壁１４ｃ及び上記他のショート壁は、基板１１の一部領域を２方向（例えば前後方向）から挟み込む。導体層１２，１３と、狭壁１４ａ，１４ｂと、ショート壁１４ｃと、上記他のショート壁とにより６方向から挟み込まれた基板１１の

一部領域は、モード変換器１０の導波領域として機能する。この導波領域は、図１において２点鎖線で３方を囲まれた領域として図示されており、図２においてスルービア１４ｉより右側の領域であって、導体層１２と導体層１３とにより挟まれた領域として図示されている。なお、図１に図示した２点鎖線は、各スルービア１４ｉの中心を通る直線である。図１に示すように、狭壁１４ａと狭壁１４ｂとは互いに平行であり、ショート壁１４ｃと、狭壁１４ａ，１４ｂの各々とは、互いに直交している。以下において、狭壁１４ａと狭壁１４ｂとの間隔をポスト壁導波路ＰＷの幅Ｗ１と呼ぶ。幅Ｗ１は、動作帯域等に応じて適宜定めることができるが、本実施形態においては、Ｗ１＝４ｍｍである。

[0028] 図１及び図２に示すように、ポスト壁導波路ＰＷの一方の広壁を構成する導体層１２には、開口１２１が設けられている。開口１２１は、長方形状であり、ショート壁１４ｃの近傍に、且つ、長辺がショート壁１４ｃに沿い（本実施形態においては平行）、短辺が狭壁１４ａ，１４ｂに沿う（本実施形態においては平行）ように設けられている。以下において、開口１２１とショート壁１４ｃとの最短距離を距離Ｄ１と呼び、開口１２１の幅（短辺に沿った長さ）を幅Ｗ２と呼び、長さ（長辺に沿った長さ）を長さＬ２と呼ぶ。距離Ｄ１、幅Ｗ２、及び長さＬ２の各々は、動作帯域等に応じて適宜定めることができるが、本実施形態においては、Ｄ１＝１００μｍであり、Ｗ２＝４００μｍであり、Ｌ２＝３．２ｍｍである。このように構成されたポスト壁導波路ＰＷは、ＴＥ線路として機能し、開口１２１を介して導波領域に結合された高周波を、導波領域の長軸方向に沿って導波する。

[0029] （マイクロストリップ線路ＭＳ）

図１及び図２に示すように、マイクロストリップ線路ＭＳは、基板１５と、帯状導体１６と、導体層１７とを備えている。

[0030] 基板１５は、誘電体からなる板状部材である。基板１５を構成する誘電体は、例えばモード変換器１０の中心周波数などに応じて、マイクロストリップ線路の基板として採用した場合に伝送損失を抑制することが可能な誘電体

から適宜選択することができる。なお、基板１５の厚さＴ１５は、適宜選択することができる。

[0031] また、市販されている実装基板（例えば、Ｍｅｇｔｒｏｎ６（登録商標）やＲｏｇｅｒｓ　ＲＴ／ｄｕｒｏｉｄ（登録商標）５８８０など）の基板部分を基板１５として利用することもできる。この場合、実装基板の互いに対向する一対の主面のうち、一方の主面である導体層をパターニングすることによって後述する帯状導体１６を形成し、実装基板の他方の主面である導体層をパターニングすることによって後述する導体層１７を形成することができる。

[0032] 帯状導体１６は、基板１５の一方の主面（図２においては、ポスト壁導波路ＰＷの導体層１２から遠い側の主面）に形成された長方形状の導体パターンであり、マイクロストリップ線路ＭＳの信号線として機能する。以下において、帯状導体１６の幅を幅Ｗ３と呼び、帯状導体１６の先端部であって、平面視において開口１２１から突出している先端部の長さを長さＬ３と呼ぶ。幅Ｗ３及び長さＬ３の各々は、動作帯域等に応じて適宜定めることができるが、本実施形態においては、Ｗ３＝６００μｍであり、Ｌ３＝６００μｍである。

[0033] 長さＬ３は、マイクロストリップ線路ＭＳとポスト壁導波路ＰＷとのインピーダンス整合に影響を与える。そのため、長さＬ３を好適に設計することによって、インピーダンス整合を高めることができ、延いては、モード変換器１０における反射損失を抑制することができる。

[0034] 導体層１７は、基板１５の他方の主面（図２においては、ポスト壁導波路ＰＷの導体層１２から近い側の主面）に形成された導体パターンであり、マイクロストリップ線路ＭＳのグランド層として機能する。本実施形態において、導体層１７は、図１に示すように、平面視した場合にポスト壁導波路ＰＷの導波領域（すなわちポスト壁１４により取り囲まれた領域）の外側に形成されている。以下において、ショート壁１４ｃを構成するスルービア１４ｉの中心軸と、導体層１７との最短距離を距離Ｄ２と呼ぶ。距離Ｄ２は、適

宜定めることができるが、本実施形態においては、Ｄ２＝８５０μｍである。すなわち、本実施形態において、Ｄ２＝Ｄ３である（図１及び図２参照）。なお、導体層１７を形成する領域及び距離Ｄ２は、開口１２１が形成されている位置等に応じて適宜設計することができ、導波領域の外側から開口１２１の近傍にまで至ってもよい。さらにいえば、平面視した場合に、導体層１７は、基板１５の他方の主面のうち少なくとも開口１２１と対向する領域に形成されていなければよく、開口１２１と対向する領域以外の領域の一部に形成されていてもよいし、開口１２１と対向する領域以外の領域の全部に形成されていてもよい。

[0035] 帯状導体１６及び導体層１７は、導体製であり、本実施形態においては銅製である。帯状導体１６及び導体層１７を構成する導体は、銅に限定されるものではなく、適宜選択することができる。また、帯状導体１６の厚さ及び幅、並びに、導体層１７の厚さも適宜選択することができ、厚さが相対的に薄い導体膜とよばれる層状部材であってもよいし、厚さが相対的に厚い導体板とよばれる層状部材であってもよい。

[0036] 図１に示した領域において、帯状導体１６は、長方形状である。ただし、帯状導体１６は、少なくとも開口１２１と平面視において重畳する領域の近傍が帯状であればよく、開口１２１から遠い側の端部は、如何なる形状にパターニングされていてもよい。開口１２１から遠い側の端部には、例えばＲＦＩＣ（Radio Frequency Integrated Circuit）の端子を接続するための導体パッドを形成することができる。また、本実施形態において、開口１２１から近い側の端部は、２つの角を有するようにパターニングされている。しかし、開口１２１から近い側の端部の形状は、限定されるものではない。

[0037] 帯状導体１６は、ポスト壁導波路ＰＷを平面視した場合（図１参照）に、開口１２１から遠い側の端部がポスト壁導波路ＰＷの導波領域の外側に配置されており、帯状の部分がショート壁１４ｃ及び開口１２１を横切り、開口１２１から近い側の端部が開口１２１の近傍であって、上記導波領域に配置されている。したがって、モード変換器１０において、ポスト壁導波路ＰＷ

を平面視した場合、開口１２１の中央近傍の一部と、帯状導体１６の一部とは、重畳している。

[0038] このように構成されたマイクロストリップ線路ＭＳは、準ＴＥＭ線路あるいは二導体線路と呼ばれる線路の一態様である。

[0039] なお、本実施形態においては、基板１５の一方の主面のみに帯状導体１６が形成されているが、例えば図５に示す帯状導体１６Ｃのように、基板１５の両方の主面に亘って帯状導体が形成されていてもよい。

[0040] また、本実施形態においては、基板１５の一方の主面及び他方の主面の少なくとも何れかに帯状導体が形成されてなる線路として、マイクロストリップ線路ＭＳを用いてモード変換器１０について説明した。しかし、本発明の一態様において、基板１５の一方の主面及び他方の主面の少なくとも何れかに帯状導体が形成されてなる線路は、マイクロストリップ線路ＭＳに限定されず、ストリップ線路であってもよいし、コプレナー線路であってもよいし、グランド付きコプレナー線路であってもよいし、平行２線路であってもよい。

[0041] （モードの変換）

モード変換器１０において、マイクロストリップ線路ＭＳにおけるモードと、ポスト壁導波路ＰＷにおけるモードとは、帯状導体１６の一部と、開口１２１の一部とが平面視において重畳している領域を介して結合される。すなわち、モード変換器１０は、励振ピンを用いることなく、帯状導体１６とは直接接触しない開口１２１を介して、これらのモードを変換することができる。

[0042] （導体層１２と基板１５との隙間）

図２に示すように、導体層１２と基板１５との間には、開口１２１の部分も含み、空隙が形成されている。この空隙は、隙間のまま（すなわち空気が充填されたまま）の状態であってもよいし、樹脂材料などの誘電体を充填されていてもよい。空隙に樹脂材料を充填する場合、例えば、硬化前の液体状である樹脂材料をスルービア１４ｉの何れかから注入し、注入したスルービ

ア１４ｉとは異なるスルービア１４ｉから樹脂材料が浸み出してくることを確認できれば、空隙の多くの領域は、樹脂材料により充填されていると見做せる。その後、樹脂材料を硬化させればよい。

[0043] 空隙に誘電体を充填する場合、充填する誘電体を適宜選択することによって、基板１１と基板１５との間に生じ得る比誘電率の不連続を緩和することができる。

[0044] （ポスト壁導波路ＰＷの機能）

モード変換器１０において、ポスト壁導波路ＰＷは、フィルタ、方向性結合器、ダイプレクサ、及びアンテナの何れかとして機能するように、導波領域を構成されていてもよい。ポスト壁導波路ＰＷを用いてフィルタ、方向性結合器、ダイプレクサ、及びアンテナの何れかの機能を実現する場合、既存のフィルタ、方向性結合器、ダイプレクサ、及びアンテナのなかから用途に応じた構成を適宜選択すればよい。なお、アンテナは、アレイアンテナであることが好ましい。

[0045] ＜第１の変形例＞

本発明の第１の変形例であって、図１及び図２に示したモード変換器１０の変形例であるモード変換器１０Ａについて、図３を参照して説明する。図３は、モード変換器１０Ａの断面図である。

[0046] モード変換器１０Ａは、モード変換器１０をベースにして、モード変換器１０から導体層１７を省略し、半田１８を接着剤１８Ａに置き換えることによって得られる。接着剤１８Ａは、導電性を有さない樹脂材料により構成されている。接着剤１８Ａは、導体層１２と基板１５とを直接に接合している。以下において、接着剤１８Ａの厚さを厚さＴＡと呼ぶ。厚さＴＡを適宜設計することによって、マイクロストリップ線路ＭＳにおける帯状導体１６と導体層１２との結合の度合いを調整することができる。

[0047] 導体層１７を省略した場合であっても、ポスト壁導波路ＰＷの導体層１２がマイクロストリップ線路ＭＳのグランド層として機能する。したがって、モード変換器１０Ａのマイクロストリップ線路ＭＳは、基板１５と、帯状導

体１６と、導体層１２とを備えているといえる。

[0048] このように構成されたモード変換器１０Ａは、１０と同様の効果を奏する。

[0049] また、図３においては、導体層１２と基板１５との間に空隙が形成されている。しかし、上述したように、この空隙は、隙間のまま（すなわち空気が充填されたまま）の状態であってもよいし、樹脂材料などの誘電体を充填されていてもよい。モード変換器１０Ａにおいては、例えば、基板１５の主面に接着剤１８Ａを塗布し、基板１５を導体層１２に貼り付けることによって、空隙を形成することなく導体層１２と基板１５とを接合することができる。

[0050] 接着剤１８Ａは、半田１８と比較して弾性率が高いため、環境温度の変化に伴い生じ得る応力を緩和することができる。

[0051] ＜第２の変形例＞

本発明の第２の変形例であって、図１及び図２に示したモード変換器１０の変形例であるモード変換器１０Ｂについて、図４を参照して説明する。図４は、モード変換器１０Ｂの平面図である。

[0052] モード変換器１０Ｂは、モード変換器１０をベースにして、モード変換器１０が備えている帯状導体１６を帯状導体１６Ｂに置き換えることによって得られる。本変形例においては、帯状導体１６Ｂは、長さＬ３が帯状導体１６の長さＬ３よりも短く設計されており、Ｌ３＝２００μｍである。

[0053] 帯状導体１６Ｂは、図４に示すように、帯状である主部１６Ｂ１と、何れも長方形状である２つのスタブ１６Ｂ１，１６Ｂ２とを備えている。主部１６Ｂ１は、帯状導体１６に対応する導体パターンであり、スタブ１６Ｂ１，１６Ｂ２の各々は、何れも長方形状の導体パターンである。主部１６Ｂ１及びスタブ１６Ｂ１，１６Ｂ２は、単一の導体パターンである帯状導体１６Ｂを形成する。

[0054] スタブ１６Ｂ１，１６Ｂ２の各々は、平面視において、主部１６Ｂ１のうちポスト壁導波路ＰＷの導波領域の外側の区間の何れかの位置であって、帯

状である主部１６Ｂ１の中心軸を対称軸として線対称となる位置に、それぞれ設けられている。

[0055] 本変形例において、スタブ１６Ｂ１，１６Ｂ２は、長方形状であり、長辺が上記対称軸に交わる（本実施形態においては直交する）ように、且つ、短辺が上記対称軸に沿う（本実施形態においては平行となる）ように配置されている。しかし、スタブ１６Ｂ１，１６Ｂ２の形状及び配置する場合の向きは、本変形例の態様に限定されるものではない。スタブ１６Ｂ１，１６Ｂ２は、図４に示すように端部が開放されたオープンスタブであってもよいし、短絡されたショートスタブと呼ばれるスタブであってもよい。

[0056] 上述したように本変形例では、長さＬ３が帯状導体１６の長さＬ３よりも短く設計されている。そのため、モード変換器１０Ｂにおいて帯状導体１６と同様にスタブを有さない帯状導体を採用した場合、モード変換器１０の場合よりもインピーダンス整合が悪くなる。このように、インピーダンス整合が悪い場合に、スタブ１６Ｂ１，１６Ｂ２を適宜設計することによって、マイクロストリップ線路ＭＳとポスト壁導波路ＰＷとのインピーダンス整合を図ることができ、延いては、モード変換器１０Ｂにおける反射損失を抑制することができる。

[0057] ＜第３の変形例＞

本発明の第３の変形例であって、図１及び図２に示したモード変換器１０の変形例であるモード変換器１０Ｃについて、図５を参照して説明する。図５は、モード変換器１０Ｃの断面図である。

[0058] モード変換器１０Ｃは、モード変換器１０をベースにして、モード変換器１０が備えている帯状導体１６を帯状導体１６Ｃに置き換えることによって得られる。

[0059] 帯状導体１６Ｃは、図５に示すように、第１の導体パターン１６Ｃ１と、第２の導体パターン１６Ｃ２とを備えている。第１の導体パターン１６Ｃ１及び第２の導体パターン１６Ｃ２は、何れも帯状の導体パターンである。後述するように、第１の導体パターン１６Ｃ１は、基板１５の一方の主面（導

体層１２から遠い側の主面）に形成されており、第２の導体パターン１６Ｃ２は、基板１５の他方の主面（導体層１２から近い側の主面）に形成されている。第１の導体パターン１６Ｃ１と、第２の導体パターン１６Ｃ２とは、スルービア１６Ｃ３を用いて電気的に接続されている。

[0060] 第１の導体パターン１６Ｃ１は、帯状導体１６と同様に、基板１５の一方の主面に形成された帯状の導体パターンであり、その先端部がポスト壁導波路ＰＷの導波領域の外側に配置されている。

[0061] 第２の導体パターン１６Ｃ２は、基板１５の他方の主面に形成された帯状の導体パターンである。第２の導体パターン１６Ｃ２の一方の先端部は、ポスト壁導波路ＰＷの導波領域の外側であって、平面視において第１の導体パターン１６Ｃ１の一方の先端部と重畳するように配置されている。第２の導体パターン１６Ｃ２の帯状の部分は、平面視においてショート壁１４ｃ及び開口１２１を横切り、第２の導体パターン１６Ｃ２の他方の先端部が平面視において開口１２１の近傍であって、導波領域に配置されている。したがって、モード変換器１０Ｃにおいて、ポスト壁導波路ＰＷを平面視した場合、開口１２１の中央近傍の一部と、帯状導体１６Ｃの一部とは、重畳している。帯状導体１６Ｃにおいても、第２の導体パターン１６Ｃ２の他方の先端部であって、開口１２１から突出している先端部の長さを長さＬ３と呼ぶ。

[0062] スルービア１６Ｃ３は、平面視において導波領域の外側の領域であって、第１の導体パターン１６Ｃ１の一方の先端部と、第２の導体パターン１６Ｃ２の一方の先端部とが重畳する領域に形成された円筒形状又は円柱形状（本実施形態においては円筒形状）の導体により構成されている。本変形例において、スルービア１６Ｃ３の直径は、３００μｍである。

[0063] モード変換器１０においては、帯状導体１６を基板１５の一方の主面のみに形成された単一の導体パターンを用いて実現している。しかし、モード変換器１０Ｃのように、帯状導体１６Ｃは、第１の導体パターン１６Ｃ１及び第２の導体パターン１６Ｃ２の各々が、それぞれ、基板１５の一方の主面及び他方の主面に形成されており、スルービア１６Ｃ３を用いて導通されてい

てもよい。この場合、第１の導体パターン１６Ｃ１は、導体層１７とともにマイクロストリップ線路を形成し、第２の導体パターン１６Ｃ２は、導体層１２とともにマイクロストリップ線路を形成する。本変形例においては、半田１８Ｃの厚さＴＳを適宜設計することによって、マイクロストリップ線路ＭＳにおける第２の導体パターン１６Ｃ２と導体層１２との結合の度合いを調整することができる。

[0064] また、本発明の一態様において、帯状導体１６に対応する帯状導体は、基板１５の一方の主面ではなく、他方の主面に形成されていてもよい。この場合、少なくとも帯状導体と導体層１２とが対向する領域を、導電性を持たない接着剤１８Ａを用いて接合することによって、帯状導体と導体層１２とが短絡されるのを防ぐことができる。この場合、帯状導体は、導体層１２とともにマイクロストリップ線路を形成する。

[0065] 〔第２の実施形態〕

本発明の第２の実施形態に係るＲＦモジュール１について、図６及び図７を参照して説明する。図６は、ＲＦモジュール１の分解斜視図である。なお、図６においては、導体層１７及び半田１８の図示を省略している。図７は、ＲＦモジュール１の断面図であって、後述する帯状導体１６ａ，１６ｂの中心軸と一致する直線を通る断面における断面図である。なお、説明の便宜上、第１の実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を繰り返さない。

[0066] 図６及び図７に示すように、モード変換器１０ａと、モード変換器１０ｂと、ＲＦＩＣ２１と、アンテナ２２とを備えている。モード変換器１０ａ及びモード変換器１０ｂの各々は、何れも、図１及び図２に示したモード変換器１０の一具体例であり、モード変換器１０と同様に構成されている。モード変換器１０ａを構成する各部材には、モード変換器１０を構成する各部材の符号の末尾に「ａ」を付した符号を付し、モード変換器１０ｂを構成する各部材には、モード変換器１０を構成する各部材の符号の末尾に「ｂ」を付した符号を付す。なお、帯状導体１６ａは、第１の帯状導体の一態様であり

、帯状導体１６ｂは、第２の帯状導体の一態様である。

[0067] ＲＦモジュール１は、（１）ポスト壁導波路ＰＷの一対のショート壁の近傍に、それぞれ、入出力ポートとして機能するモード変換器１０ａ，１０ｂを形成し、（２）モード変換器１０ａの帯状導体１６ａにＲＦＩＣ２１を実装し、（３）モード変換器１０ｂの帯状導体１６ｂにアンテナ２２を実装することによって得られる。ＲＦモジュール１は、基板１５の一方の主面（導体層１２から遠い側の主面）側にＲＦＩＣ２１及びアンテナ２２を実装し、ポスト壁導波路ＰＷの一方の主面側（導体層１２の表面）に基板１５の他方の主面側を実装したＲＦモジュールである。

[0068] 本実施形態においては、モード変換器１０ａ及びモード変換器１０ｂの構成のうち、モード変換器１０について説明しなかった構成についてのみ説明する。具体的には、帯状導体１６ａの先端部のうち開口１２１ａから突出している一方の先端部と逆側の他方の先端部（開口１２１ａから遠い側の先端部）と、帯状導体１６ｂの先端部のうち開口１２１ｂから突出している一方の先端部と逆側の他方の先端部（開口１２１ｂから遠い側の先端部）とについてのみ説明する。

[0069] 帯状導体１６ａの他方の先端部において、帯状導体１６ａの帯状部分には、該帯状部分よりも幅が広く、ＲＦＩＣ２１の信号端子と接続するための信号用導体パッドが接続されている。また、信号用導体パッドの両脇には、信号用導体パッドを挟み込むように、ＲＦＩＣ２１のグランド端子と接続するためのグランド用導体パッドが２つ形成されている。各グランド用導体パッドは、導体層１２と短絡されている。このように、帯状導体１６ａの他方の先端部近傍には、ＲＦＩＣ２１を実装するための端子であって、グランド用－信号用－グランド用の順番で導体パッドが配列されたＧＳＧ配置の端子が形成されている。ＲＦＩＣ２１は、バンプを用いて、このＧＳＧ配置の端子に実装されている。

[0070] 帯状導体１６ｂの他方の先端部には、アンテナ２２が実装（接続）されている。なお、本実施形態においてアンテナ２２の態様は限定されるものでは

なく、導体パターンを用いて放射素子を構成可能なアンテナから適宜選択することができる。そのため、図６及び図７においては、アンテナ２２の具体的な形状を図示していない。なお、アンテナ２２としては、各々が導体パターンにより構成された複数の放射素子を備えたパッチアンテナが好適である。本実施形態においては、帯状導体１６ｂとアンテナ２２とを単一の導体パターンとして実現している。帯状導体１６ｂは、給電線として機能する。

[0071] 以上のように、ＲＦモジュール１は、導体層１２の一方のショート壁である第１のショート壁の近傍に第１の開口である開口１２１ａが設けられ、且つ、導体層１２の他方のショート壁である第２のショート壁の近傍に第２の開口である開口１２１ｂが設けられたポスト壁導波路ＰＷと、一方の主面に帯状導体１６ａが形成され、且つ、一方の主面に帯状導体１６ｂを給電線とするアンテナが形成された誘電体製の基板１５と、導体層１２と、基板１５の他方の主面とが互いに平行又は略平行な状態で、導体層１２と基板１５の他方の主面に形成された導体層１７とを接合する接合部材である半田１８と、基板１５の一方の主面に実装され、且つ、何れかの端子が帯状導体１６ａの他方の先端部に接続された信号用導体パッドに接続されたＲＦＩＣ２１と、を備えている。ＲＦモジュール１において、ポスト壁導波路ＰＷを平面視した場合に、開口１２１ａの一部と、帯状導体１６ａの一部とは、重畳しており、且つ、開口１２１ｂの一部と、帯状導体１６ｂの一部とは、重畳している。

[0072] ＲＦモジュール１は、ＲＦＩＣ２１及びアンテナ２２の機能に応じて、送信モジュール、受信モジュール、及び送受信モジュールの何れかとして機能する。

[0073] また、本発明の一態様には、ＲＦモジュール１を備えている携帯端末も含まれる。ＲＦモジュール１が備えている、マイクロストリップ線路ＭＳａ，ＭＳｂと、モード変換器１０ａ，１０ｂと、ポスト壁導波路ＰＷとは、何れも、２８ＧＨｚ帯を動作帯域として、伝送損失を抑制することができるため、５Ｇ用のＲＦモジュールとして好適に用いることができる。

[0074] なお、本実施形態では、ＲＦモジュール１が備えている２つのモード変換器として、モード変換器１０の構成を採用していた。しかし、ＲＦモジュール１が備えている２つのモード変換器の構成は、モード変換器１０の構成に限定されるものではなく、各変形例に記載された構成であってもよいし、第１の実施形態及び各変形例に記載の構成を適宜組み合わせた構成であってもよい。

[0075] 〔実施例〕

＜第１の実施例＞

本発明の第１の実施例であり、図４に示したモード変換器１０Ｂの実施例について、図８～図１１を参照して説明する。図８及び図９の各々は、それぞれ、本実施例のモード変換器１０Ｂの変換特性をシミュレーションした結果を示す、モード変換器１０Ｂの断面図及び平面図である。図１０は、本実施例のモード変換器１０Ｂ及び参考例のモード変換器の反射特性及び透過特性を示すグラフである。図１１は、本実施例のモード変換器１０Ｂ及び参考例のモード変換器の透過特性を拡大して示すグラフである。なお、反射特性は、ＳパラメータＳ（１，１）の周波数依存性を意味し、透過特性は、ＳパラメータＳ（２，１）の周波数依存性を意味する。この点については、後述する各実施例についても同様である。

[0076] 本実施例のモード変換器１０Ｂは、図４に示したモード変換器１０Ｂにおいて、２８ＧＨｚ帯を含む動作帯域を実現することを目指し、以下の設計パラメータを採用した。なお、本明細書においては、２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ以下を動作帯域とし、ＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを下回り、且つ、ＳパラメータＳ（２，１）が－０．５ｄＢを上回れば良好な性能とみなす。この点については、後述する各実施例であって、２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ以下を動作帯域とする各実施例についても同様である。なお、図１０及び図１１に示した一点鎖線のうちｙ軸に平行な一点鎖線は、２７ＧＨｚ及び２９．５ＧＨｚを示す。また、図１０に示した一点鎖線のうちｘ軸に平行な一点鎖線は、－２０ｄＢを示し、図１１に示した一点鎖線のうち

ｘ軸に平行な一点鎖線は、－０．５ｄＢを示す。

[0077] （設計パラメータ）

・基板１１：石英製（Ｔ１１＝０．８６ｍｍ）

・ポスト壁導波路ＰＷ：Ｗ１＝４ｍｍ

・基板１５：Ｍｅｇｔｒｏｎ６（登録商標）（Ｔ１５＝３００μｍ）

・導体層１２，１３，１７：銅製（厚さ１８μｍ）

・開口１２１：Ｌ２＝３．２ｍｍ、Ｗ２＝４００μｍ、Ｄ１＝１００μｍ、Ｄ２＝Ｄ３＝８５０μｍ

・帯状導体１６Ｂ：銅製（厚さ１８μｍ）、Ｌ３＝２００μｍ、Ｗ３＝６００μｍ

・スタブ１６Ｂ１，１６Ｂ２：長辺の長さ６００μｍ、短辺の長さ３００の長方形状

・半田１８：ＴＳ＝３０μｍ

なお、参考例のモード変換器は、本実施例のモード変換器１０Ｂからスタブ１６Ｂ１，１６Ｂ２を省略することによって得られる。

[0078] 図８及び図９を参照すれば、モード変換器１０Ｂにおいて、マイクロストリップ線路ＭＳにおける準ＴＥＭモードと、ポスト壁導波路ＰＷにおけるＴＥモードとが、開口１２１を介して良好に変換されていることが分かった。

[0079] 参考例について図１０及び図１１を参照すると、反射特性が２４ＧＨｚ以上３２ＧＨｚ以下の全帯域において－２０ｄＢを上回り、透過特性が２４ＧＨｚ以上３２ＧＨｚ以下の全帯域において－０．５ＧＨｚを下回ることが分かった。すなわち、参考例は、２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ以下の動作帯域で良好な性能を有しないことが分かった。

[0080] 一方、帯状導体１６Ｂにスタブ１６Ｂ１，１６Ｂ２を追加した本実施例のモード変換器１０Ｂは、図１０に示すように、２５．２ＧＨｚ以上３０．４ＧＨｚ以下の帯域においてＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを下回り、図１１に示すように、２６．３ＧＨｚ以上３２ＧＨｚ以下の帯域においてＳパラメータＳ（２，１）が－０．５ｄＢを上回ることが分かった。すなわ

ち、本実施例のモード変換器１０Ｂは、２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ以下の動作帯域で良好な性能を有することが分かった。

[0081] ＜第２，第３の実施例＞

本発明の第２，第３の実施例であり、図１及び図２に示したモード変換器１０の実施例について、図１２及び図１３を参照して説明する。図１２は、第２の実施例のモード変換器１０の反射特性及び透過特性と、第３の実施例のモード変換器１０の反射特性及び透過特性と、を示すグラフである。図１３は、第２の実施例のモード変換器１０の透過特性と、第３の実施例のモード変換器１０の透過特性と、を拡大して示すグラフである。

[0082] 第２の実施例のモード変換器１０は、以下の設計パラメータを採用した。

[0083] （設計パラメータ）

・基板１１：石英製（（Ｔ１１＝０．８６ｍｍ）

・ポスト壁導波路ＰＷ：Ｗ１＝４ｍｍ

・基板１５：Ｍｅｇｔｒｏｎ６（登録商標）（Ｔ１５＝３００μｍ）

・導体層１２，１３，１７：銅製（厚さ１８μｍ）

・開口１２１：Ｌ２＝３．２ｍｍ、Ｗ２＝４００μｍ、Ｄ１＝１００μｍ、Ｄ２＝Ｄ３＝８５０μｍ

・帯状導体１６Ｂ：銅製（厚さ１８μｍ）、Ｌ３＝６００μｍ、Ｗ３＝６００μｍ

・半田１８：ＴＳ＝３０μｍ

また、第３の実施例のモード変換器１０は、第２の実施例のモード変換器１０をベースにし、基板１５の厚さＴ１５を３００μｍから１００μｍに変更するとともに、半田１８の厚さＴＳをＴＳ＝１５０μｍに変更することによって得られた。

[0084] 第２の実施例について図１２及び図１３を参照すると、反射特性が２４ＧＨｚ以上３２ＧＨｚ以下の全体域において－２０ｄＢを下回り、透過特性が２４ＧＨｚ以上３２ＧＨｚ以下の全体域において－０．５ＧＨｚを上回ることが分かった。すなわち、第２の実施例は、２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ

以下の動作帯域で良好な性能を有することが分かった。

[0085] 第３の実施例について図１２及び図１３を参照すると、反射特性が２４ＧＨｚ以上３２ＧＨｚ以下の全帯域において－２０ｄＢを下回り、透過特性が２４ＧＨｚ以上３２ＧＨｚ以下の全帯域において－０．５ＧＨｚを上回ることが分かった。すなわち、第３の実施例は、２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ以下の動作帯域で良好な性能を有することが分かった。

[0086] ＜第４の実施例群＞

本発明の第４の実施例群であり、図１及び図２に示したモード変換器１０の実施例群について、図１４及び図１５を参照して説明する。図１４は、第４の実施例群の各モード変換器１０の反射特性を示すグラフである。図１５は、第４の実施例群の各モード変換器１０の透過特性を示すグラフである。

[0087] 第４の実施例群の各モード変換器１０は、上述した第３の実施例のモード変換器１０をベースにし、厚さＴＳを１００μｍ以上３００μｍ以下の範囲内で変化させることによって得られる。したがって、図１４及び図１５に示した各プロットのうちＴＳ＝１５０μｍのプロットは、図１２及び図１３に示した第３の実施例のプロットと同じである。

[0088] 第４の実施例群について、図１４を参照すると、２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ以下の帯域においてＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを下回るのは、厚さＴＳが１５０μｍ以上２２５μｍ以下のモード変換器１０であった。

[0089] また、第４の実施例群について、図１５を参照すると、２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ以下の帯域においてＳパラメータＳ（２，１）が－０．５ＧＨｚを上回るのは、ＴＳが１００μｍ以上２５０μｍ以下のモード変換器１０であった。

[0090] 以上の結果より、第４の実施例群において、モード変換器１０は、厚さＴＳが１５０μｍ以上２２５μｍ以下である場合に、２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ以下の動作帯域で良好な性能を有することが分かった。

[0091] ＜第５の実施例＞

本発明の第５の実施例であり、図１及び図２に示したモード変換器１０の実施例について、図１９及び図２０を参照して説明する。図１９及び図２０の各々は、それぞれ、本実施例のモード変換器１０の反射特性及び透過特性を示すグラフである。

[0092] 本実施例のモード変換器１０は、図１及び図２に示したモード変換器１０において、Ｅバンドと呼ばれる７１ＧＨｚ以上８６ＧＨｚ以下の帯域を動作帯域とすることを目指し、以下の設計パラメータを採用した。具体的には、本実施例のモード変換器１０において、カットオフ周波数として５９．６２ＧＨｚを採用した。なお、該カットオフ周波数の１．５倍である７７．５ＧＨｚにおける管内波長は、３．１ｍｍである。

[0093] なお、上述したように、本明細書においては、Ｅバンドを動作帯域とし、ＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを下回り、且つ、ＳパラメータＳ（２，１）が－０．５ｄＢを上回れば良好な性能とみなす。この点については、後述する各実施例であって、Ｅバンドを動作帯域とする各実施例についても同様である。なお、図１９及び図２０に示した一点鎖線のうちｙ軸に平行な一点鎖線は、７１ＧＨｚ及び８６ＧＨｚを示す。また、図１９に示した一点鎖線のうちｘ軸に平行な一点鎖線は、－２０ｄＢを示し、図２０に示した一点鎖線のうちｘ軸に平行な一点鎖線は、－０．５ｄＢを示す。

[0094] （設計パラメータ）

・基板１１：石英製（Ｔ１１＝０．４５ｍｍ）

・ポスト壁導波路ＰＷ：Ｗ１＝１．５４ｍｍ

・基板１５：Ｍｅｇｔｒｏｎ６（登録商標）（Ｔ１５＝１２５μｍ）

・導体層１２，１３：銅製（厚さ１０μｍ）

・導体層１７：銅製（厚さ１８μｍ）

・開口１２１：Ｌ２＝１．４ｍｍ、Ｗ２＝１５０μｍ、Ｄ１＝７５μｍ、Ｄ２＝Ｄ３＝３７５μｍ

・帯状導体１６Ｂ：銅製（厚さ２０μｍ）、Ｌ３＝２７５μｍ、Ｗ３＝２５０μｍ

・半田１８：ＴＳ＝３０μｍ

本実施例のモード変換器１０は、図１９に示すように、６９．８ＧＨｚ以上８８．２ＧＨｚ以下の帯域においてＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを下回り、図２０に示すように、６８．４ＧＨｚ以上９０ＧＨｚ以下の帯域においてＳパラメータＳ（２，１）が－０．５ｄＢを上回ることが分かった。すなわち、本実施例のモード変換器１０Ｂは、動作帯域であるＥバンドにおいて良好な性能を有することが分かった。

[0095] ＜第６の実施例群＞

本発明の第６の実施例群であり、図１及び図２に示したモード変換器１０の実施例群について、図２１及び図２２を参照して説明する。図２１は、第６の実施例群のモード変換器１０の反射特性を示すグラフである。図２２は、第６の実施例群のモード変換器１０の透過特性を示すグラフである。

[0096] 本実施例群のモード変換器１０は、図１及び図２に示したモード変換器１０において、２８ＧＨｚ帯を含む動作帯域を実現することを目指し、以下の設計パラメータを採用した。具体的には、本実施例のモード変換器１０において、カットオフ周波数として１９．６８ＧＨｚを採用した。なお、該カットオフ周波数の１．４２倍である２８ＧＨｚにおける管内波長は、７．７ｍｍである。

[0097] なお、図２１及び図２２に示した一点鎖線のうちｙ軸に平行な一点鎖線は、２７ＧＨｚ及び２９．５ＧＨｚを示す。また、図２１に示した一点鎖線のうちｘ軸に平行な一点鎖線は、－２０ｄＢを示す。

[0098] 本実施例群のモード変換器１０は、以下の設計パラメータを採用した。第６の実施例群のモード変換器１０の各々は、基板１５の厚さＴ１５を、５０μｍ以上３００μｍ以下の範囲内で変化させることによって得られる。また、厚さＴ１５を上述した範囲内で変化させることにともない、帯状導体１６の幅Ｗ３を厚さＴ１５の２倍になるように変化させている。すなわち、第６の実施例群のモード変換器１０において、幅Ｗ３は、１００μｍ以上６００μｍ以下の範囲内で変化させている。このように、厚さＴ１５の二倍になる

ように幅Ｗ３を定めることによって、マイクロストリップ線路ＭＳの入力インピーダンスをおおよそ５０Ωにすることができる。

[0099] （設計パラメータ）

・基板１１：石英製（Ｔ１１＝０．８６ｍｍ）

・ポスト壁導波路ＰＷ：Ｗ１＝４ｍｍ

・基板１５：Ｍｅｇｔｒｏｎ６（登録商標）（Ｔ１５＝５０，１００，２００，３００μｍ）

・導体層１２，１３：銅製（厚さ１０μｍ）

・導体層１７：銅製（厚さ１８μｍ）

・開口１２１：Ｌ２＝３．２ｍｍ、Ｗ２＝４００μｍ、Ｄ１＝１００μｍ、Ｄ２＝Ｄ３＝８５０μｍ

・帯状導体１６Ｂ：銅製（厚さ１８μｍ）、Ｌ３＝６００μｍ、Ｗ３＝１００，２００，４００，６００μｍ

・半田１８：ＴＳ＝３０μｍ

本実施例群のモード変換器１０の各々は、図２１に示すように、２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ以下の動作帯域においてＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを下回り、図２２に示すように、該動作帯域においてＳパラメータＳ（２，１）が－０．５ｄＢを上回ることが分かった。すなわち、本実施例群のモード変換器１０の各々は、上記動作帯域において良好な性能を有することが分かった。

[0100] ＜第４の変形例＞

本発明の第４の変形例であって、図１及び図２に示したモード変換器１０の変形例であるモード変換器１０Ｄについて、図２３を参照して説明する。図２３は、モード変換器１０Ｄの断面図である。

[0101] モード変換器１０Ｄは、モード変換器１０をベースにして、導体層１７の端辺のうち開口１２１に近接する側の端辺の位置と、半田１８に対応する半田１８Ｄの端辺のうち開口１２１に近接する側の端辺の位置とを異ならせることによって得られる。なお、本変形例においても、ショート壁１４ｃを構

成するスルービア１４ｉの中心軸と、導体層１７との最短距離のことを距離Ｄ２と呼び、ショート壁１４ｃを構成するスルービア１４ｉの中心軸と、半田１８との最短距離のことを距離Ｄ３と呼ぶ。図２３に示したモード変換器１０Ｄにおいて、距離Ｄ２及び距離Ｄ３は、差分ΔＤが正であるものとして、Ｄ３＝Ｄ２＋ΔＤすなわちＤ３＞Ｄ２となるように定められている。

[0102] 本発明の一態様においては、モード変換器１０Ｄのように、距離Ｄ２及び距離Ｄ３の各々が異なっていてもよい。また、本変形例では、距離Ｄ２及び距離Ｄ３がＤ３＞Ｄ２を満たす場合を用いて説明している。しかし、モード変換器１０Ｄの一態様において、距離Ｄ２及び距離Ｄ３は、Ｄ３＜Ｄ２を満たすように構成されていてもよい。

[0103] ＜第７の実施例群＞

本発明の第７の実施例群であり、図２３に示した第４の変形例の実施例群であるモード変換器１０Ｄについて、図２４を参照して説明する。図２４は、本実施例群のモード変換器１０Ｄの反射特性を示すグラフである。なお、本実施例群のモード変換器１０Ｄは、Ｅバンドを動作帯域とすることを目指して設計されている。

[0104] 本実施例群のモード変換器１０Ｄは、第５の実施例のモード変換器１０をベースにし、差分ΔＤとしてΔＤ＝１００μｍ，２００μｍを採用することによって得られる。なお、図２４に示すΔＤ＝０μｍのプロットは、第５の実施例のモード変換器１０の反射特性である。

[0105] 図２４を参照すれば、差分ΔＤが大きくなればなるほど動作帯域の帯域幅が狭くなることが分かった。換言すれば、できるだけ帯域幅が広い動作帯域を実現するために、差分ΔＤは、小さいほうが好ましい。

[0106] ＜第８の実施例群＞

本発明の第８の実施例群であり、図２３に示した第４の変形例の実施例群であるモード変換器１０Ｄについて、図２５を参照して説明する。図２５は、本実施例群のモード変換器１０Ｄの反射特性を示すグラフである。なお、本実施例群のモード変換器１０Ｄは、２８ＧＨｚ帯を含む動作帯域を実現す

ることを目指して設計されている。

[0107] 本実施例群のモード変換器１０Ｄは、第６の実施例群のモード変換器１０のうち基板１５の厚さＴ１５が３００μｍであるモード変換器１０をベースにし、差分ΔＤとしてΔＤ＝１００μｍ，２００μｍを採用することによって得られる。

[0108] 図２５を参照すれば、差分ΔＤが大きくなればなるほど動作帯域の帯域幅が狭くなることが分かった。換言すれば、できるだけ帯域幅が広い動作帯域を実現するために、差分ΔＤは、小さいほうが好ましい。

[0109] ＜第９の実施例＞

本発明の第９の実施例であり、図１及び図２に示したモード変換器１０の実施例について、図２６及び図２７を参照して説明する。図２６は、第９の実施例のモード変換器１０の反射特性を示すグラフである。図２７は、第９の実施例のモード変換器１０の透過特性を示すグラフである。

[0110] 本実施例群のモード変換器１０は、図１及び図２に示したモード変換器１０において、３２ＧＨｚ帯を含む動作帯域であって、できるだけ帯域幅が広い動作帯域を実現することを目指し、以下の設計パラメータを採用した。具体的には、本実施例のモード変換器１０において、カットオフ周波数として２１．３ＧＨｚを採用した。なお、該カットオフ周波数の１．５倍である３２ＧＨｚにおける管内波長は、９．３８ｍｍである。

[0111] （設計パラメータ）

・基板１１：石英製（Ｔ１１＝０．８６ｍｍ）

・ポスト壁導波路ＰＷ：Ｗ１＝４ｍｍ

・基板１５：Ｍｅｇｔｒｏｎ６（登録商標）（Ｔ１５＝１００μｍ）

・導体層１２，１３：銅製（厚さ１０μｍ）

・導体層１７：銅製（厚さ２０μｍ）

・開口１２１：Ｌ２＝３．２ｍｍ、Ｗ２＝４００μｍ、Ｄ１＝１００μｍ、Ｄ２＝Ｄ３＝８５０μｍ

・帯状導体１６Ｂ：銅製（厚さ２０μｍ）、Ｌ３＝６００μｍ、Ｗ３＝２０

０μｍ

・半田１８：ＴＳ＝３０μｍ

本実施例のモード変換器１０の各々は、図２６に示すように、２１．５ＧＨｚ以上４４ＧＨｚ以下の帯域においてＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを下回り、図２７に示すように、２２ＧＨｚ以上４４．８ＧＨｚ以下の帯域においてＳパラメータＳ（２，１）が－０．５ｄＢを上回ることが分かった。すなわち、本実施例群のモード変換器１０の各々は、２２ＧＨｚ以上４４ＧＨｚ以下の帯域において良好な性能を有することが分かった。

[0112] ＜第５の変形例＞

本発明の第５の変形例であって、図１及び図２に示したモード変換器１０の変形例であるモード変換器１０Ｅについて、図２８を参照して説明する。図２８は、モード変換器１０Ｅの平面図である。

[0113] モード変換器１０Ｅは、モード変換器１０をベースにして、帯状導体１６を帯状導体１６Ｅに置換することによって得られる。

[0114] 帯状導体１６Ｅは、帯状導体１６と同一に形成された長方形状の導体パターンである。帯状導体１６Ｅは、帯状導体１６と比較して、基板１５の一方の主面上における位置が異なっている。具体的には、基板１５の一方の主面を平面視した場合に、帯状導体１６は、ポスト壁導波路ＰＷの長手方向に平行な直線であって、ポスト壁導波路ＰＷの幅Ｗ１を二等分する点の集合である直線であるＢ－Ｂ’線にその中心軸が一致するように配置されている。一方、帯状導体１６Ｅは、基板１５の一方の主面を平面視した場合に、Ｂ－Ｂ’線からギャップΔＧだけ平行にずれて配置されている。図２８においては、帯状導体１６Ｅの中心軸と一致する直線をＣ－Ｃ’線で示している。

[0115] このように、帯状導体１６Ｅの中心軸をＢ－Ｂ’線からずらして設けることができることによって、モード変換器１０Ｅは、帯状導体１６Ｅを配置する場合の自由度を高めることができる。

[0116] ＜第１０の実施例群＞

本発明の第１０の実施例群であり、図２８に示したモード変換器１０Ｅの

実施例群について、図２９及び図３０を参照して説明する。図２９は、第１０の実施例群の各モード変換器１０Ｅの反射特性を示すグラフである。図３０は、第１０の実施例群の各モード変換器１０Ｅの透過特性を示すグラフである。

[0117] 本実施例群のモード変換器１０Ｅは、図２８に示したモード変換器１０Ｅにおいて、２８ＧＨｚ帯を含む動作帯域を実現することを目指し、以下の設計パラメータを採用した。本実施例群のモード変換器１０Ｅの各々は、ギャップΔＧを０μｍ以上９００μｍ以下の範囲内で変化させることによって得られる。

[0118] （設計パラメータ）

・基板１１：石英製（Ｔ１１＝０．８６ｍｍ）

・ポスト壁導波路ＰＷ：Ｗ１＝４ｍｍ

・基板１５：Ｍｅｇｔｒｏｎ６（登録商標）（Ｔ１５＝１００μｍ）

・導体層１２，１３：銅製（厚さ１０μｍ）

・導体層１７：銅製（厚さ１８μｍ）

・開口１２１：Ｌ２＝３．２ｍｍ、Ｗ２＝４００μｍ、Ｄ１＝１００μｍ、Ｄ２＝Ｄ３＝８５０μｍ

・帯状導体１６Ｂ：銅製（厚さ１８μｍ）、Ｌ３＝６００μｍ、Ｗ３＝２００μｍ、ΔＧ＝０，１００，２００，３００，４００，５００，６００，７００，８００，９００μｍ・半田１８：ＴＳ＝３０μｍ

図２９を参照すれば、本実施例群のモード変換器１０Ｅにおいて、（１）ギャップΔＧが０μｍ以上５００μｍ以下である場合、２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ以下の動作帯域においてＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを下回り、（２）ギャップΔＧが６００μｍである場合、上記動作帯域の一部においてＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを上回り、（３）ギャップΔＧが７００μｍ以上９００μｍ以下である場合、上記動作帯域においてＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを上回ることが分かった。

[0119] また、図３０を参照すれば、本実施例群のモード変換器１０Ｅにおいて、

（４）ギャップΔＧが０μｍ以上８００μｍ以下である場合、上記動作帯域においてＳパラメータＳ（２，１）が－０．５ｄＢを上回り、（５）ギャップΔＧが９００μｍである場合、上記動作帯域においてＳパラメータＳ（２，１）が－０．５ｄＢを下回ることが分かった。

[0120] 以上の結果から、本実施例群のモード変換器１０Ｅは、上記動作帯域において良好な性能を示すために、ギャップΔＧとして０μｍ以上５００μｍ以下の範囲内に含まれる値を採用することが好ましいことが分かった。

[0121] ＜第６の変形例＞

本発明の第６の変形例であって、図２８に示したモード変換器１０Ｅの変形例であるモード変換器１０Ｆについて、図３１を参照して説明する。図３１は、モード変換器１０Ｆの平面図である。

[0122] モード変換器１０Ｆは、モード変換器１０Ｅをベースにして、開口１２１を開口１２１Ｆに置換することによって得られる。なお、モード変換器１０Ｆが備えている帯状導体１６Ｆは、モード変換器１０Ｅが備えている帯状導体１６Ｅと同一に構成されている。

[0123] 開口１２１Ｆは、開口１２１と同様にポスト壁導波路ＰＷの一方の広壁を構成する導体層１２に設けられた開口であるが、その形状が開口１２１とは異なる。具体的には、基板１５の一方の主面を平面視した場合に、開口１２１の形状は、長辺がショート壁１４ｃに平行であり、短辺が狭壁１４ａ，１４ｂに平行である長方形状である。一方、開口１２１Ｆの形状は、本変形例では、開口１２１における一対の短辺の各々に対応する部分を一対の底（上底及び下底）とする等脚台形状である。なお、開口１２１Ｆの形状は、少なくとも台形状であればよく、等脚台形であることが好ましい。

[0124] 以下において、開口１２１Ｆの幅（短辺に沿った長さ）の最小値（すなわち図３１に示した配置における上底の長さ）を幅Ｗ２ａと呼び、開口１２１Ｆの幅の最大値（すなわち図３１に示した配置における下底の長さ）を幅Ｗ２ｂと呼ぶ。

[0125] ポスト壁導波路ＰＷの幅Ｗ１を二等分する点の集合であるＢ－Ｂ’線を境

界として、２つに分けられるモード変換器１０Ｆの領域のうち、（１）帯状導体１６Ｆの中心軸（Ｃ－Ｃ’線ともいえる）が配置されている側の領域（図３１に示した配置における下側の領域）を第１の領域と称し、（２）帯状導体１６Ｆの中心軸が配置されていない側の領域（図３１に示した配置における上側の領域）を第２の領域と称する。開口１２１Ｆは、一対の底のうち、長い方の底が上記第１の領域に位置し、短い方の底が上記第２の領域に位置するように、導体層１２に設けられている。別の言い方をすれば、帯状導体１６Ｆの中心軸から上底までの距離が、該中心軸から下底までの距離を上回る。なお、図３１に示した配置において、上底は、一対の底のうち長さが短い底であり、下底は、一対の底のうち長さが長い底である。

[0126] 幅Ｗ２ａ及び幅Ｗ２ｂの各々は、動作帯域やギャップΔＧ等に応じて適宜定めることができるが、本実施形態においては、幅Ｗ２ａ，Ｗ２ｂの各々として、Ｗ２ａ＝１００μｍ及びＷ２ｂ＝４００μｍを採用している。

[0127] 図２８に示したモード変換器１０Ｅのように、帯状導体１６Ｅの中心軸をＢ－Ｂ’線からずらして設けた場合、該中心軸がＢ－Ｂ’線に一致している場合と比較して、反射特性及び透過特性が低下する場合がある。モード変換器１０Ｆにおいては、帯状導体１６Ｆの中心軸をＢ－Ｂ’線からずらして設けたうえで、等脚台形状の開口１２１Ｆを採用している。したがって、帯状導体１６Ｆの中心軸をＢ－Ｂ’線からずらして設けた場合に生じ得る反射特性及び透過特性の低下を抑制することができる。すなわち、モード変換器１０Ｆは、帯状導体１６Ｆを配置する場合の自由度を高めつつ、反射特性及び透過特性の低下を抑制することができる。

[0128] ＜第１１の実施例群＞

本発明の第１１の実施例群であり、図３１に示したモード変換器１０Ｆの実施例群について、図３２及び図３３を参照して説明する。図３２は、第１１の実施例群の各モード変換器１０Ｆの反射特性を示すグラフである。図３３は、第１１の実施例群の各モード変換器１０Ｆの透過特性を示すグラフである。

[0129] 本実施例群のモード変換器１０Ｆは、図３１に示したモード変換器１０Ｆにおいて、２８ＧＨｚ帯を含む動作帯域を実現することを目指し、第１０の実施例群であるモード変換器１０Ｅのうち、ΔＧ＝６００μｍであるモード変換器１０Ｅをベースにした。そのうえで、幅Ｗ２ｂを４００μｍに固定し、幅Ｗ２ａを５０μｍ以上４００μｍ以下の範囲内で変化させることによって得られる。なお、図３２及び図３３に示したプロットのうち、Ｗ２ａ＝４００μｍであるプロットは、ΔＧ＝６００μｍであるモード変換器１０Ｅに対応する。

[0130] 図３２を参照すれば、本実施例群のモード変換器１０Ｆにおいて、幅Ｗ２ａを４００μｍから５０μｍまで縮小することにともなって、反射特性が改善されることが分かった。より具体的には、本実施例群のモード変換器１０Ｆにおいて、（１）幅Ｗ２ａが５０μｍ以上３００μｍ以下である場合、２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ以下の動作帯域においてＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを下回り、（２）幅Ｗ２ａが３５０μｍ以上４００μｍ以下である場合、上記動作帯域の一部においてＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを上回ることが分かった。

[0131] また、図３３を参照すれば、本実施例群のモード変換器１０Ｆにおいて、幅Ｗ２ａを４００μｍから５０μｍまで縮小することにともなって、透過特性が改善されることが分かった。なお、本実施例群のモード変換器１０Ｆにおいて、幅Ｗ２ａが５０μｍ以上４００μｍ以下である場合、上記動作帯域においてＳパラメータＳ（２，１）は、－０．５ｄＢを上回った。

[0132] 以上の結果から、本実施例群のモード変換器１０Ｆは、上記動作帯域において良好な性能を示すために、幅Ｗ２ａとして５０μｍ以上３００μｍ以下の範囲内に含まれる値を採用することが好ましいことが分かった。

[0133] ＜第１２の実施例群＞

本発明の第１２の実施例群であり、図３１に示したモード変換器１０Ｆの実施例について、図３４及び図３５を参照して説明する。図３４は、第１２の実施例群の各モード変換器１０Ｆの反射特性を示すグラフである。図３５

は、第１２の実施例群の各モード変換器１０Ｆの透過特性を示すグラフである。

[0134] 本実施例のモード変換器１０Ｆは、図３１に示したモード変換器１０Ｆにおいて、２８ＧＨｚ帯を含む動作帯域を実現することを目指し、第１０の実施例群であるモード変換器１０Ｅのうち、ΔＧ＝７００μｍであるモード変換器１０Ｅをベースにした。そのうえで、幅Ｗ２ｂを４００μｍに固定し、幅Ｗ２ａとして５０μｍ及び４００μｍを採用することによって得られる。なお、図３４及び図３５に示したプロットのうち、Ｗ２ａ＝４００μｍであるプロットは、ΔＧ＝７００μｍであるモード変換器１０Ｅに対応する。

[0135] 図３４を参照すれば、本実施例群のモード変換器１０Ｆにおいて、Ｗ２ａ＝５０μｍを採用することによって、Ｗ２ａ＝４００μｍを採用する場合と比較して、反射特性が改善されることが分かった。より具体的には、本実施例群のモード変換器１０Ｆにおいて、（１）幅Ｗ２ａが５０μｍである場合、２７ＧＨｚ以上２９．５ＧＨｚ以下の動作帯域においてＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを下回り、（２）幅Ｗ２ａが４００μｍである場合、上記動作帯域の一部においてＳパラメータＳ（１，１）が－２０ｄＢを上回ることが分かった。

[0136] また、図３５を参照すれば、本実施例群のモード変換器１０Ｆにおいて、Ｗ２ａ＝５０μｍを採用することによって、Ｗ２ａ＝４００μｍを採用する場合と比較して、透過特性が改善されることが分かった。なお、本実施例群のモード変換器１０Ｆにおいて、幅Ｗ２ａが５０μｍ以上４００μｍ以下である場合、上記動作帯域においてＳパラメータＳ（２，１）は、－０．５ｄＢを上回った。

[0137] 以上の結果から、本実施例群のモード変換器１０Ｆは、上記動作帯域において良好な性能を示すために、幅Ｗ２ａとして５０μｍ以上４００μｍ未満の範囲内に含まれる値を採用することが好ましいことが分かった。

[0138] 〔第３の実施形態〕

本発明の第３の実施形態に係るＲＦモジュール１Ｆについて、図３６を参

照して説明する。図３６は、ＲＦモジュール１Ｆの平面図である。

[0139] 図３６に示すように、ＲＦモジュール１Ｆは、一対のモード変換器であるモード変換器１０Ｆａ及びモード変換器１０Ｆｂと、ＲＦＩＣ２１Ｆと、を備えている。ＲＦＩＣ２１Ｆは、モード変換器１０Ｆａのマイクロストリップ線路ＭＳＦａ、及び、モード変換器１０Ｆｂのマイクロストリップ線路ＭＳＦｂを構成する基板１５Ｆの一方の主面（モード変換器１０Ｆａのポスト壁導波路ＰＷＦａ及びモード変換器１０Ｆｂのポスト壁導波路ＰＷＦｂから遠い側の主面）に実装されている。

[0140] ＲＦＩＣ２１Ｆは、出力ポートと入力ポートとを備えている。出力ポートは、信号端子Ｅ１ａと、信号端子Ｅ１ａを挟み込むように配置されたグランド端子Ｅ２ａ，Ｅ３ａとにより構成されている。入力ポートは、信号端子Ｅ１ｂと、信号端子Ｅ１ｂを挟み込むように配置されたグランド端子Ｅ２ｂ，Ｅ３ｂとにより構成されている。すなわち、出力ポート及び入力ポートの各々は、グランド用－信号用－グランド用の順番で端子が配列されたＧＳＧ配置のポートである。

[0141] ＜モード変換器１０Ｆａ，１０Ｆｂの構成＞

モード変換器１０Ｆａ及びモード変換器１０Ｆｂの各々は、何れも、図３１に示したモード変換器１０Ｆの一具体例であり、モード変換器１０Ｆと同様に構成されている。そのため、本実施形態において、モード変換器１０Ｆａ，１０Ｆｂについては、モード変換器１０Ｆａ，１０Ｆｂの各々を構成する各部材と、モード変換器１０Ｆを構成する各部材との対応関係を示すに留め各部材の説明を省略する。

[0142] 図３６に示すように、モード変換器１０Ｆａ，１０Ｆｂの各々は、それぞれ、ポスト壁導波路ＰＷＦａ，ＰＷＦｂと、マイクロストリップ線路ＭＳＦａ，ＭＳＦｂと、を備えている。

[0143] （ポスト壁導波路ＰＷＦａ，ＰＷＦｂ）

ポスト壁導波路ＰＷＦａと、ポスト壁導波路ＰＷＦｂとは、各々の延伸方向が平行且つ近接して配置されている。ポスト壁導波路ＰＷＦａと、ポスト

壁導波路ＰＷＦｂとは、図３６に図示されていない領域において電磁気的に結合されることによって、１つのポスト壁導波路ＰＷＦを構成している。したがって、ポスト壁導波路ＰＷＦａは、ポスト壁導波路ＰＷＦの一方の端部領域であり、ポスト壁導波路ＰＷＦｂは、ポスト壁導波路ＰＷＦの他方の端部領域である。ポスト壁導波路ＰＷＦを平面視した場合の形状は、特に限定されず適宜定めることができる。

[0144] ポスト壁導波路ＰＷＦａは、ポスト壁導波路ＰＷＦを構成する一対のショート壁のうち一方のショート壁であるショート壁１４ａｃを含む。ポスト壁導波路ＰＷＦｂは、ポスト壁導波路ＰＷＦを構成する一対のショート壁のうち他方のショート壁であるショート壁１４ｂｃを含む。ポスト壁導波路ＰＷＦａにおいて、一方の広壁を構成する導体層１２Ｆのうちショート壁１４ａｃの近傍には開口１２１Ｆａ（第１の開口の一例）が設けられている。ポスト壁導波路ＰＷＦｂにおいて、一方の広壁を構成する導体層１２Ｆのうちショート壁１４ｂｃの近傍には開口１２１Ｆｂ（第２の開口の一例）が設けられている。開口１２１Ｆａ，１２１Ｆｂは、モード変換器１０Ｆにおける開口１２１Ｆに対応する。

[0145] 開口１２１Ｆａ，１２１Ｆｂは、等脚台形状である。なお、開口１２１Ｆａ，１２１Ｆｂは、台形状であってもよい。ポスト壁導波路ＰＷＦを平面視した場合に、開口１２１Ｆａは、等脚台形状を形成する一対の底がポスト壁導波路ＰＷＦａを構成する狭壁１４Ｆａａ及び狭壁１４Ｆａｂｂの各々と平行になるように、且つ、後述する帯状導体１６Ｆａの中心軸から開口１２１Ｆａの一対の底のうち長さが短い底までの距離が、帯状導体１６Ｆａの中心軸から開口１２１Ｆａの一対の底のうち長さが長い底までの距離を上回る、ように配置されている。また、ポスト壁導波路ＰＷＦを平面視した場合に、開口１２１Ｆｂは、等脚台形状を形成する一対の底がポスト壁導波路ＰＷＦｂを構成する狭壁１４Ｆｂａ及び狭壁１４Ｆａｂｂの各々と平行になるように、且つ、後述する帯状導体１６Ｆｂの中心軸から開口１２１Ｆｂの一対の底のうち長さが短い底までの距離が、帯状導体１６Ｆｂの中心軸から開口１

２１Ｆｂの一対の底のうち長さが長い底までの距離を上回る、ように配置されている。また、開口１２１Ｆａの一対の底のうち長さが長い底は、狭壁１４Ｆａｂｂ側にあり、開口１２１Ｆｂの一対の底のうち長さが長い底は、狭壁１４Ｆａｂｂ側にある。

[0146] ポスト壁導波路ＰＷＦａ，ＰＷＦｂと、マイクロストリップ線路ＭＳＦａ，ＭＳＦｂとは、図３６に図示していない半田を用いて接合されている。この半田は、導体層１２Ｆと導体層１７Ｆとを短絡するとともに接合する接合部材の一例であり、モード変換器１０が備えている半田１８に対応する。

[0147] ポスト壁導波路ＰＷＦは、導波領域の形状及びサイズに依存したカットオフ周波数を有する。したがって、ポスト壁導波路ＰＷＦは、ハイパスフィルタとして機能する。また、導波領域の内部に電磁気的に結合した複数の共振器を設けた場合、ポスト壁導波路ＰＷＦは、バンドパスフィルタとして機能する。したがって、ＲＦモジュール１Ｆは、（１）ＲＦＩＣ２１Ｆの出力ポートからマイクロストリップ線路ＭＳＦａを介してポスト壁導波路ＰＷＦに供給された高周波に対して所定のフィルタリング処理を施したうえで、（２）フィルタリング処理を施された高周波をポスト壁導波路ＰＷＦからマイクロストリップ線路ＭＳＦｂを介してＲＦＩＣ２１Ｆの入力ポートに供給することができる。

[0148] ポスト壁導波路ＰＷＦａ，ＰＷＦｂを含むポスト壁導波路ＰＷＦは、基板１１Ｆと、導体層１２Ｆ，１３Ｆと、を備えている。基板１１Ｆ及び導体層１２Ｆ，１３Ｆは、ポスト壁導波路ＰＷＦａ，ＰＷＦｂを含むポスト壁導波路ＰＷＦにおいて共通の部材である。また、ポスト壁導波路ＰＷＦａ，ＰＷＦｂの各々は、それぞれ、ポスト壁１４Ｆａ，１４Ｆｂを備えている。基板１１Ｆは、モード変換器１０の基板１１に対応し、導体層１２Ｆ，１３Ｆは、モード変換器１０の導体層１２，１３に対応し、ポスト壁１４Ｆａ，１４Ｆｂは、モード変換器１０のポスト壁１４に対応する。なお、導体層１３Ｆは、図３６に図示されていない。

[0149] ＲＦモジュール１Ｆにおいて、ポスト壁導波路ＰＷＦａ，ＰＷＦｂの各々

は、それぞれの導波領域が延伸されている方向が平行になるように、且つ、それぞれの間隔ができるだけ狭くなるように配置されている。そのため、ポスト壁導波路ＰＷＦａ，ＰＷＦｂの各々は、ポスト壁１４Ｆａ，１４Ｆｂを構成する狭壁のうちポスト壁導波路ＰＷＦａ，ＰＷＦｂを隔てる狭壁１４Ｆａｂｂを共有している。ショート壁１４Ｆａｃとともにポスト壁１４Ｆａを構成する狭壁１４Ｆａａと狭壁１４Ｆａｂｂとは、互いに平行である。また、ショート壁１４Ｆｂｃとともにポスト壁１４Ｆｂを構成する狭壁１４Ｆｂａと狭壁１４Ｆａｂｂとは、互いに平行である。

[0150] （マイクロストリップ線路ＭＳＦａ，ＭＳＦｂ）

マイクロストリップ線路ＭＳＦａ，ＭＳＦｂは、基板１５Ｆと、導体層１７Ｆとを備えている。基板１５Ｆ及び導体層１７Ｆは、マイクロストリップ線路ＭＳＦａ，ＭＳＦｂにおいて共通の部材である。マイクロストリップ線路ＭＳＦａ，ＭＳＦｂの各々は、それぞれ、帯状導体１６Ｆａ，１６Ｆｂを備えている。基板１５Ｆは、モード変換器１０の基板１５に対応し、導体層１７Ｆは、モード変換器１０の導体層１７に対応し、帯状導体１６Ｆａ，１６Ｆｂは、モード変換器１０の帯状導体１６に対応する。また、帯状導体１６Ｆａ，１６Ｆｂの各々は、それぞれ、第３の帯状導体及び第４の帯状導体の一例である。

[0151] モード変換器１０Ｆａにおいて、マイクロストリップ線路ＭＳＦａにおけるモードと、ポスト壁導波路ＰＷＦａにおけるモードとは、帯状導体１６Ｆａの一部と、開口１２１Ｆａの一部とが平面視において重畳している領域を介して結合される。同様に、モード変換器１０Ｆｂにおいて、マイクロストリップ線路ＭＳＦｂにおけるモードと、ポスト壁導波路ＰＷＦｂにおけるモードとは、帯状導体１６Ｆｂの一部と、開口１２１Ｆｂの一部とが平面視において重畳している領域を介して結合される。すなわち、モード変換器１０Ｆａ，１０Ｆｂは、励振ピンを用いることなく、帯状導体１６Ｆａ，１６Ｆｂとは直接接触しない開口１２１Ｆａ，１２１Ｆｂを介して、これらのモードを変換することができる。

[0152] ＲＦモジュール１Ｆにおいて、モード変換器１０Ｆａ，１０Ｆｂの各々は、狭壁１４Ｆａｂｂを構成する各スルービアの中心軸を含む平面を対称面として、鏡映対称になるように構成されている。

[0153] 図３６に示したＢ－Ｂ’線は、図３１に示したＢ－Ｂ’線と同じく、ポスト壁導波路ＰＷＦａの幅を二等分する点の集合である直線であり、図３６に示したＣ－Ｃ’線は、図３１に示したＣ－Ｃ’線と同じく、帯状導体１６Ｆａの中心軸と一致する直線である。図３６に示したＤ－Ｄ’線は、ポスト壁導波路ＰＷＦｂの幅を二等分する点の集合である直線であり、図３６に示したＥ－Ｅ’線は、帯状導体１６Ｆｂの中心軸と一致する直線である。

[0154] 図３６に示すように、帯状導体１６Ｆａ，１６Ｆｂの各々は、それぞれ、Ｂ－Ｂ’線の位置及びＤ－Ｄ’線の位置を基準として、それぞれの中心軸同士の間隔が近づく方向に、ギャップΔＧａ，ΔＧｂだけ平行にずれて配置されている。すなわち、ポスト壁導波路ＰＷＦを平面視した場合に、帯状導体１６Ｆａの中心軸及び帯状導体１６Ｆｂの中心軸は、何れも、Ｂ－Ｂ’線とＤ－Ｄ’線との間に位置する。なお、ＲＦモジュール１Ｆにおいて、ΔＧａ＝ΔＧｂである。そこで、以下においては、ギャップΔＧａ，ΔＧｂのことを単にギャップΔＧとも記載する。

[0155] ＜ＲＦＩＣ２１Ｆを実装するための構成＞

帯状導体１６Ｆａの一対の先端部のうち、開口１２１Ｆａに近く且つ開口１２１Ｆａから突出している先端部を一方の先端部とし、開口１２１Ｆａから遠い側の先端部を他方の先端部と称する。帯状導体１６Ｆａの他方の先端部は、ＲＦＩＣ２１Ｆの信号端子Ｅ１ａと接続するための信号用導体パッドとして機能する。帯状導体１６Ｆａの他方の先端部の両脇には、該他方の先端部を挟み込むように、ＲＦＩＣ２１Ｆのグランド端子Ｅ２ａ，Ｅ３ａの各々と接続するためのグランド用導体パッドＧ２ａ，Ｇ３ａが形成されている。グランド用導体パッドＧ２ａ，Ｇ３ａの各々は、導体層１２Ｆと短絡されている。このように、帯状導体１６Ｆａの他方の先端部及び近傍には、ＲＦＩＣ２１Ｆの出力ポートを接続するための端子であって、グランド用－信号

用－グランド用の順番で導体パッドが配列されたＧＳＧ配置の端子が形成されている。

[0156] 帯状導体１６Ｆａの他方の先端部には、バンプＢ１ａを用いて信号端子Ｅ１ａが接続され、グランド用導体パッドＧ２ａ，Ｇ３ａの各々には、それぞれ、バンプＢ２ａ，Ｂ３ａを用いてグランド端子Ｅ２ａ，Ｅ３ａの各々が接続されている。

[0157] 同様に、帯状導体１６Ｆｂの一対の先端部のうち、開口１２１Ｆｂに近く且つ開口１２１Ｆｂから突出している先端部を一方の先端部とし、開口１２１Ｆｂから遠い側の先端部を他方の先端部と称する。帯状導体１６Ｆｂの他方の先端部及び近傍には、ＲＦＩＣ２１Ｆの入力ポートを接続するための端子であって、ＧＳＧ配置の端子が形成されている。このＧＳＧ配置の端子は、帯状導体１６Ｆｂの他方の先端部と、該他方の先端部を挟み込むように配置されたグランド用導体パッドＧ２ｂ，Ｇ３ｂとにより構成されている。帯状導体１６Ｆｂの他方の先端部には、バンプＢ１ｂを用いて信号端子Ｅ１ｂが接続され、グランド用導体パッドＧ２ｂ，Ｇ３ｂの各々には、それぞれ、バンプＢ２ｂ，Ｂ３ｂを用いてグランド端子Ｅ２ｂ，Ｅ３ｂの各々が接続されている。

[0158] ＲＦモジュール１Ｆによれば、帯状導体１６Ｆａの中心軸がＢ－Ｂ’線に一致するように帯状導体１６Ｆａが設けられ、且つ、帯状導体１６Ｆｂの中心軸がＤ－Ｄ’線に一致するように帯状導体１６Ｆｂが設けられている場合と比較して、帯状導体１６Ｆａ，１６Ｆｂの各々の中心軸同士の間隔を２ΔＧだけ狭めることができる。したがって、出力ポートを構成する信号端子Ｅ１ａと、入力ポートを構成する信号端子Ｅ１ｂとの間隔が、Ｂ－Ｂ’線とＤ－Ｄ’線との間隔（すなわち、ポスト壁導波路ＰＷＦａ，ＰＷＦｂの幅）よりも狭いＲＦＩＣ２１Ｆを、マイクロストリップ線路ＭＳＦａ，ＭＳＦｂに実装する場合であっても、容易に実装することができる。

[0159] ＜第７の変形例＞

本発明の第７の変形例であって、図１及び図２に示したモード変換器１０

の変形例であるモード変換器１０Ｇについて、図３７を参照して説明する。図３７は、モード変換器１０Ｇの断面図である。

[0160] モード変換器１０Ｇは、モード変換器１０をベースにして、コネクタ１９Ｇを追加することによって得られる。コネクタ１９Ｇは、所望の動作帯域に含まれる高周波を伝送可能なコネクタであればよく、例えば、市販されているコネクタの中から適宜選択することができる。したがって、モード変換器１０Ｇにおいて、コネクタ１９Ｇの内部構造は限定されない。そのため、図３７においては、コネクタ１９Ｇの内部構造の図示を省略している。本変形例では、コネクタ１９Ｇとして、同軸コネクタの対を構成するジャック側コネクタ及びプラグ側コネクタのうちジャック側コネクタを採用している。

[0161] コネクタ１９Ｇは、マイクロストリップ線路ＭＳの端部であって、開口１２１を介してポスト壁導波路ＰＷと結合している端部と逆側の端部において、基板１５Ｇに対して固定されている。

[0162] 同軸コネクタであるコネクタ１９Ｇは、中央導体と、外側導体とを備えている。中央導体は、マイクロストリップ線路ＭＳの帯状導体１６と電気的に接続されている。外側導体は、シェルとも呼ばれ、マイクロストリップ線路ＭＳの導体層１７と電気的に接続されている。

[0163] このように構成されたモード変換器１０Ｇは、外部からコネクタ１９Ｇに結合されるモードと、ポスト壁導波路ＰＷにおけるモードとを、マイクロストリップ線路ＭＳを介して変換することができる。そのうえで、モード変換器１０Ｇは、従来のモード変換器が備えていた励振ピンを用いていないためモード変換器１０と同様の効果を奏する。

[0164] 〔まとめ〕

上記の課題を解決するために、本発明の第１の態様に係るモード変換器は、一方の広壁に開口が設けられたポスト壁導波路と、一方の主面及び他方の主面の少なくとも何れかに帯状導体が形成された誘電体製の基板と、上記一方の広壁と上記基板とを直接又は間接に接合する接合部材と、を備え、上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記開口の少なくとも一部と、上記帯

状導体の少なくとも一部とは、重畳している。

[0165] 上記の構成によれば、ポスト壁導波路の一方の広壁に設けられた開口を介して、ポスト壁導波路におけるモードと、ポスト壁導波路とは異なる基板に形成された帯状導体を信号線とする線路におけるモードと、結合させることができる。すなわち、本モード変換器は、従来のモード変換器が備えていた励振ピンを用いることなく、ポスト壁導波路におけるモードと、ポスト壁導波路とは異なる基板に形成された帯状導体を信号線とする線路におけるモードと、を変換することができる。したがって、本モード変換器は、従来のモード変換器よりも環境温度の変化に起因する伝送不良を生じにくい。

[0166] 本発明の第２の態様に係るモード変換器は、上記第１の態様において、上記帯状導体は、ＴＥＭ線路又は準ＴＥＭ線路の信号線を構成する。

[0167] 本モード変換器は、このように、ＴＥＭ線路又は準ＴＥＭ線路におけるモードと、ポスト壁導波路におけるモードと、を変換するモード変換器として好適である。

[0168] 本発明の第３の態様に係るモード変換器は、上記第２の態様において、上記ＴＥＭ線路又は準ＴＥＭ線路は、マイクロストリップ線路、ストリップ線路、コプレナー線路、グランド付きコプレナー線路、及び平行２線路のうちいずれかである。

[0169] 本モード変換器は、このように、マイクロストリップ線路、ストリップ線路、コプレナー線路、グランド付きコプレナー線路、及び平行２線路のうちいずれかにおけるモードと、ポスト壁導波路におけるモードと、を変換するモード変換器として好適である。

[0170] 本発明の第４の態様に係るモード変換器は、上記第１～第３の態様の何れかにおいて、上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記帯状導体のうち上記開口と重畳している領域の近傍には、スタブが形成されている。

[0171] 上記の構成によれば、スタブを適宜設計することによって、インピーダンス整合を図ることができ、延いては、本モード変換器における反射損失を抑制することができる。

[0172] 本発明の第５の態様に係るモード変換器は、上記第１～第４の態様の何れかにおいて、上記ポスト壁導波路は、フィルタ、方向性結合器、ダイプレクサ、及びアンテナの何れかとして機能する。

[0173] 上記の構成によれば、帯状導体を信号線とする線路と、フィルタ、方向性結合器、ダイプレクサ、及びアンテナの何れかと、を結合する場合に、従来よりも環境温度の変化に起因する伝送不良を生じにくくさせることができる。

[0174] 本発明の第６の態様に係るモード変換器は、上記第１～第５の態様の何れかにおいて、上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記ポスト壁導波路を構成する一対の狭壁同士は、平行であり、且つ、上記ポスト壁導波路の幅を二等分する点の集合である直線と、上記帯状導体の中心軸とは、ずれている。

[0175] 上記の構成によれば、帯状導体の中心軸をポスト壁導波路の幅を二等分する点の集合である直線からずらして設けることができる。したがって、本モード変換器は、帯状導体を配置する場合の自由度を高めることができる。

[0176] 本発明の第７の態様に係るモード変換器は、上記第６の態様において、上記開口は、台形状であり、上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記開口は、上記台形状を形成する一対の底が上記一対の狭壁の各々と平行になるように、且つ、上記中心軸から上記一対の底のうち長さが短い底までの距離が、上記中心軸から上記一対の底のうち長さが長い底までの距離を上回る、ように配置されている。

[0177] 上記の構成によれば、帯状導体の中心軸をポスト壁導波路の幅を二等分する点の集合である直線からずらして設けた場合に生じ得る反射特性及び透過特性の低下を抑制することができる。すなわち、本モード変換器は、帯状導体を配置する場合の自由度を高めつつ、反射特性及び透過特性の低下を抑制することができる。

[0178] 本発明の第８の態様に係るモード変換器は、上記第１～第７の態様の何れかにおいて、上記帯状導体に電気的に接続された中央導体を備えた同軸コネ

クタであって、少なくとも上記基板に固定された同軸コネクタを更に備えている。

[0179] 上記の構成によれば、外部から同軸コネクタに結合されるモードと、ポスト壁導波路におけるモードとを、マイクロストリップ線路を介して変換することができる。そのうえで、本モード変換器は、従来のモード変換器が備えていた励振ピンを用いていないため、第１の態様に係るモード変換器と同様の効果を奏する。

[0180] 上記の課題を解決するために、本発明の第９の態様に係るＲＦモジュールは、一方の広壁の第１のショート壁の近傍に第１の開口が設けられ、且つ、上記一方の広壁の第２のショート壁の近傍に第２の開口が設けられたポスト壁導波路と、一方の主面及び他方の主面の少なくとも何れかに第１の帯状導体が形成され、且つ、上記一方の主面及び上記他方の主面の少なくとも何れかに第２の帯状導体が形成され、且つ、上記一方の主面及び上記他方の主面の少なくとも何れかにアンテナが形成された誘電体製の基板と、上記一方の広壁と上記基板とを直接又は間接に接合する接合部材と、上記基板の一方の主面に実装され、且つ、何れかの端子が上記第１の帯状導体に電気的に接続されたＲＦＩＣと、を備え、上記アンテナは、上記第２の帯状導体に電気的に接続され、上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記第１の開口の少なくとも一部と、上記第１の帯状導体の少なくとも一部とは、重畳しており、且つ、上記第２の開口の少なくとも一部と、上記第２の帯状導体の少なくとも一部とは、重畳している。

[0181] 上記の構成によれば、本ＲＦモジュールは、本発明の第１の態様に係るモード変換器と同様に、従来のモード変換器が備えていた励振ピンを用いることなく、ポスト壁導波路におけるモードと、ＲＦＩＣが接続された帯状導体を信号線とする線路におけるモードと、を変換することができ、且つ、ポスト壁導波路におけるモードと、アンテナにおけるモードとを変換することができる。したがって、本ＲＦモジュールは、従来のＲＦモジュールよりも環境温度の変化に起因する伝送不良を生じにくい。

[0182] 上記の課題を解決するために、本発明の第１０の態様に係る携帯端末は、上記第９の態様に係るＲＦモジュールを送信モジュール、受信モジュール、及び送受信モジュールの少なくとも何れかとして備えている。

[0183] 上記の構成によれば、本携帯端末は、本発明の第６の態様に係るＲＦモジュールと同様の効果を奏する。

[0184] 上記の課題を解決するために、本発明の第１１の態様に係るＲＦモジュールは、一対の広壁と、狭壁と、一対のショート壁とにより導波領域が形成されたポスト壁導波路であって、（１）一方の広壁のうち一方のショート壁を含む一方の端部領域に第１の開口が設けられ、且つ、（２）上記一方の広壁のうち他方のショート壁を含む他方の端部領域に第２の開口が設けられ、且つ、（３）上記一方の端部領域と、上記他方の端部領域とが平行且つ近接して配置されているポスト壁導波路と、一方の主面及び他方の主面の少なくとも何れかに第３の帯状導体及び第４の帯状導体が形成された誘電体製の基板と、上記一方の広壁と上記基板とを直接又は間接に接合する接合部材と、上記基板の一方の主面に実装され、且つ、出力端子及び入力端子の各々が、それぞれ、上記第３の帯状導体及び上記第４の帯状導体に電気的に接続されたＲＦＩＣと、を備え、上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記第１の開口の少なくとも一部と、上記第３の帯状導体の少なくとも一部とは、重畳しており、且つ、上記第２の開口の少なくとも一部と、上記第４の帯状導体の少なくとも一部とは、重畳している。

[0185] 上記の構成によれば、ＲＦＩＣの出力端子とポスト壁導波路の一方の端部領域とを第３の帯状導体を介して電磁気的に結合させることができ、ポスト壁導波路の他方の端部領域とＲＦＩＣの入力端子とを第４の帯状導体を介して電磁気的に結合させることができる。したがって、本ＲＦモジュールは、ＲＦＩＣの出力端子から供給されたモードを、ポスト壁導波路を通過させたうえで、ＲＦＩＣの入力端子に供給することができる。そのうえで、本ＲＦモジュールは、従来のモード変換器が備えていた励振ピンを用いることなく、ポスト壁導波路におけるモードと、ポスト壁導波路とは異なる基板に形成

された帯状導体を信号線とする線路におけるモードと、結合させることができる。したがって、本ＲＦモジュールは、第１の態様に係るモード変換器と同様の効果を奏する。

[0186] 本発明の第１２の態様に係るＲＦモジュールは、上記第１１の態様において、上記ポスト壁導波路は、フィルタとして機能する、ように構成されている。

[0187] 上記の構成によれば、ＲＦＩＣの出力端子から供給されたモードに対してフィルタリング処理を施されたモードをＲＦＩＣの入力端子に供給することができる。

[0188] 本発明の第１３の態様に係るＲＦモジュールは、上記第１１の態様又は上記第１２の態様において、上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記一方の端部領域を構成する上記狭壁同士、及び、上記他方の端部領域を構成する上記狭壁同士は、平行であり、且つ、上記一方の端部領域の幅を二等分する点の集合である直線と、上記第３の帯状導体の中心軸とは、ずれており、且つ、上記他方の端部領域の幅を二等分する点の集合である直線と、上記第４の帯状導体の中心軸とは、ずれている。

[0189] 上記の構成によれば、第３の帯状導体の中心軸を第１の端部領域の幅を二等分する点の集合である直線からずらして設けることができ、且つ、第４の帯状導体の中心軸を第２の端部領域の幅を二等分する点の集合である直線からずらして設けることができる。したがって、本ＲＦモジュールは、ＲＦＩＣの出力端子及び入力端子の端子間距離に応じて、第３の帯状導体及び第４の帯状導体を配置する場合の自由度を高めることができる。

[0190] 本発明の第１４の態様に係るＲＦモジュールは、上記第１３の態様において、上記第１の開口及び上記第２の開口は、台形状であり、上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、（１）上記第１の開口は、上記台形状を形成する一対の底が上記一方の端部領域を構成する上記狭壁同士と平行になるように、且つ、上記第３の帯状導体の上記中心軸から上記第１の開口の上記一対の底のうち長さが短い底までの距離が、上記第３の帯状導体の上記中心軸から

上記第１の開口の上記一対の底のうち長さが長い底までの距離を上回る、ように配置されており、（２）上記第２の開口は、上記台形状を形成する一対の底が上記他方の端部領域を構成する上記狭壁同士と平行になるように、且つ、上記第４の帯状導体の上記中心軸から上記第２の開口の上記一対の底のうち長さが短い底までの距離が、上記第４の帯状導体の上記中心軸から上記第２の開口の上記一対の底のうち長さが長い底までの距離を上回る、ように配置されている。

[0191] 上記の構成によれば、第３の帯状導体の中心軸を一方の導波領域の幅を二等分する点の集合である直線からずらして設けた場合に生じ得る反射特性及び透過特性の低下を抑制することができ、且つ、第４の帯状導体の中心軸を他方の導波領域の幅を二等分する点の集合である直線からずらして設けた場合に生じ得る反射特性及び透過特性の低下を抑制することができる。すなわち、本ＲＦモジュールは、ＲＦＩＣの出力端子及び入力端子の端子間距離に応じて、第３の帯状導体及び第４の帯状導体を配置する場合の自由度を高めつつ、反射特性及び透過特性の低下を抑制することができる。

[0192] 本発明の第１５の態様に係るＲＦモジュールは、上記第１３又の態様又は上記第１４の態様において、上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記第３の帯状導体の上記中心軸及び上記第４の帯状導体の上記中心軸は、何れも、上記一方の端部領域の幅を二等分する点の集合である上記直線と、上記他方の端部領域の幅を二等分する点の集合である上記直線との間に位置する。

[0193] ＲＦＩＣの出力端子及び入力端子の端子間距離は、一方の導波領域の幅を二等分する点の集合である直線と他方の導波領域の幅を二等分する点の集合である直線との間の距離よりも狭い場合がある。上記の構成によれば、第３の帯状導体の中心軸及び第４の帯状導体の中心軸を一方の導波領域の幅を二等分する点の集合である直線と他方の導波領域の幅を二等分する点の集合である直線との間に配置することによって、第３の帯状導体の中心軸及び第４の帯状導体の中心軸の軸間距離をより狭くすることができる。したがって、

本ＲＦモジュールは、ＲＦＩＣの出力端子及び入力端子の端子間距離に応じて、第３の帯状導体及び第４の帯状導体を配置する場合の自由度を更に高めることができる。

[0194] 〔付記事項〕

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

符号の説明

[0195] １０，１０Ａ，１０Ｂ，１０Ｃ，１０Ｄ，１０Ｅ，１０Ｆ，１０Ｆａ，１０Ｆｂ，１０Ｇ　モード変換器

ＰＷ，ＰＷＦａ，ＰＷＦｂ　ポスト壁導波路

１１　基板

１２，１３　導体層

１２１，１２１Ｆ　開口

１２１Ｆａ，１２１Ｆｂ　開口（第１の開口、第２の開口）

１４，１４Ｆａ，１４Ｆｂ　ポスト壁

１４ａ，１４ｂ，１４Ｆａａ，１４Ｆｂａ，１４Ｆｂ　狭壁

１４ｃ，１４Ｆａｃ，１４Ｆｂｃ　ショート壁

１４ｉ　スルービア

１５　基板

１６，１６Ｂ，１６Ｃ，１６Ｅ，１６Ｆ　帯状導体

１６ａ，１６ｂ　帯状導体（第１の帯状導体、第２の帯状導体）

１６Ｆａ，１６Ｆｂ　帯状導体（第３の帯状導体、第４の帯状導体）

１６Ｂ１，１６Ｂ２　スタブ

１６Ｃ１　第１の導体パターン

１６Ｃ２　第２の導体パターン

１６Ｃ３　スルービア

１７　導体層

１８，１８Ｃ，１８Ｄ　半田（接合部材）

１８Ａ　接着剤（接合部材）

１９Ｇ　コネクタ

ＭＳ，ＭＳＦａ，ＭＳＦｂ　マイクロストリップ線路

１，１Ｆ　ＲＦモジュール

２１，２１Ｆ　ＲＦＩＣ

２２　アンテナ

請求の範囲

[請求項1] 一方の広壁に開口が設けられたポスト壁導波路と、

一方の主面及び他方の主面の少なくとも何れかに帯状導体が形成された誘電体製の基板と、

上記一方の広壁と上記基板とを直接又は間接に接合する接合部材と、を備え、

上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記開口の少なくとも一部と、上記帯状導体の少なくとも一部とは、重畳している、

ことを特徴とするモード変換器。

[請求項2] 上記帯状導体は、ＴＥＭ線路又は準ＴＥＭ線路の信号線を構成する、

ことを特徴とする請求項１に記載のモード変換器。

[請求項3] 上記ＴＥＭ線路又は準ＴＥＭ線路は、マイクロストリップ線路、ストリップ線路、コプレナー線路、グランド付きコプレナー線路、及び平行２線路のうちいずれかである、

ことを特徴とする請求項２に記載のモード変換器。

[請求項4] 上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記帯状導体のうち上記開口と重畳している領域の近傍には、スタブが形成されている、

ことを特徴とする請求項１～３の何れか１項に記載のモード変換器。

[請求項5] 上記ポスト壁導波路は、フィルタ、方向性結合器、ダイプレクサ、及びアンテナの何れかとして機能する、

ことを特徴とする請求項１～４の何れか１項に記載のモード変換器。

[請求項6] 上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記ポスト壁導波路を構成する一対の狭壁同士は、平行であり、且つ、上記ポスト壁導波路の幅を二等分する点の集合である直線と、上記帯状導体の中心軸とは、ずれている、

ことを特徴とする請求項１～５の何れか１項に記載のモード変換器。

[請求項7] 上記開口は、台形状であり、

上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記開口は、上記台形状を形成する一対の底が上記一対の狭壁の各々と平行になるように、且つ、上記中心軸から上記一対の底のうち長さが短い底までの距離が、上記中心軸から上記一対の底のうち長さが長い底までの距離を上回る、ように配置されている、

ことを特徴とする請求項６に記載のモード変換器。

[請求項8] 上記帯状導体に電気的に接続された中央導体を備えた同軸コネクタであって、少なくとも上記基板に固定された同軸コネクタを更に備えている、

ことを特徴とする請求項１～７の何れか１項に記載のモード変換器。

[請求項9] 一方の広壁の第１のショート壁の近傍に第１の開口が設けられ、且つ、上記一方の広壁の第２のショート壁の近傍に第２の開口が設けられたポスト壁導波路と、

一方の主面及び他方の主面の少なくとも何れかに第１の帯状導体が形成され、且つ、上記一方の主面及び上記他方の主面の少なくとも何れかに第２の帯状導体が形成され、且つ、上記一方の主面及び上記他方の主面の少なくとも何れかにアンテナが形成された誘電体製の基板と、

上記一方の広壁と上記基板とを直接又は間接に接合する接合部材と、

上記基板の一方の主面に実装され、且つ、何れかの端子が上記第１の帯状導体に電気的に接続されたＲＦＩＣと、を備え、

上記アンテナは、上記第２の帯状導体に電気的に接続され、

上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記第１の開口の少なくとも一部と、上記第１の帯状導体の少なくとも一部とは、重畳しており、且つ、上記第２の開口の少なくとも一部と、上記第２の帯状導体の少なくとも一部とは、重畳している、

ことを特徴とするＲＦモジュール。

[請求項10] 請求項９に記載のＲＦモジュールを送信モジュール、受信モジュール、及び送受信モジュールの少なくとも何れかとして備えている、
ことを特徴とする携帯端末。

[請求項11] 一対の広壁と、狭壁と、一対のショート壁とにより導波領域が形成されたポスト壁導波路であって、（１）一方の広壁のうち一方のショート壁を含む一方の端部領域に第１の開口が設けられ、且つ、（２）上記一方の広壁のうち他方のショート壁を含む他方の端部領域に第２の開口が設けられ、且つ、（３）上記一方の端部領域と、上記他方の端部領域とが平行且つ近接して配置されているポスト壁導波路と、

一方の主面及び他方の主面の少なくとも何れかに第３の帯状導体及び第４の帯状導体が形成された誘電体製の基板と、

上記一方の広壁と上記基板とを直接又は間接に接合する接合部材と、

上記基板の一方の主面に実装され、且つ、出力端子及び入力端子の各々が、それぞれ、上記第３の帯状導体及び上記第４の帯状導体に電気的に接続されたＲＦＩＣと、を備え、

上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記第１の開口の少なくとも一部と、上記第３の帯状導体の少なくとも一部とは、重畳しており、且つ、上記第２の開口の少なくとも一部と、上記第４の帯状導体の少なくとも一部とは、重畳している、
ことを特徴とするＲＦモジュール。

[請求項12] 上記ポスト壁導波路は、フィルタとして機能する、
ことを特徴とする請求項１１に記載のＲＦモジュール。

[請求項13] 上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記一方の端部領域を構成する上記狭壁同士、及び、上記他方の端部領域を構成する上記狭壁同士は、平行であり、且つ、上記一方の端部領域の幅を二等分する点の集合である直線と、上記第３の帯状導体の中心軸とは、ずれており、且つ、上記他方の端部領域の幅を二等分する点の集合である直線と

、上記第４の帯状導体の中心軸とは、ずれている、

ことを特徴とする請求項１１又は１２に記載のＲＦモジュール。

[請求項14] 上記第１の開口及び上記第２の開口は、台形状であり、

上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、

上記第１の開口は、上記台形状を形成する一対の底が上記一方の端部領域を構成する上記狭壁同士と平行になるように、且つ、上記第３の帯状導体の上記中心軸から上記第１の開口の上記一対の底のうち長さが短い底までの距離が、上記第３の帯状導体の上記中心軸から上記第１の開口の上記一対の底のうち長さが長い底までの距離を上回る、ように配置されており、

上記第２の開口は、上記台形状を形成する一対の底が上記他方の端部領域を構成する上記狭壁同士と平行になるように、且つ、上記第４の帯状導体の上記中心軸から上記第２の開口の上記一対の底のうち長さが短い底までの距離が、上記第４の帯状導体の上記中心軸から上記第２の開口の上記一対の底のうち長さが長い底までの距離を上回る、ように配置されている、

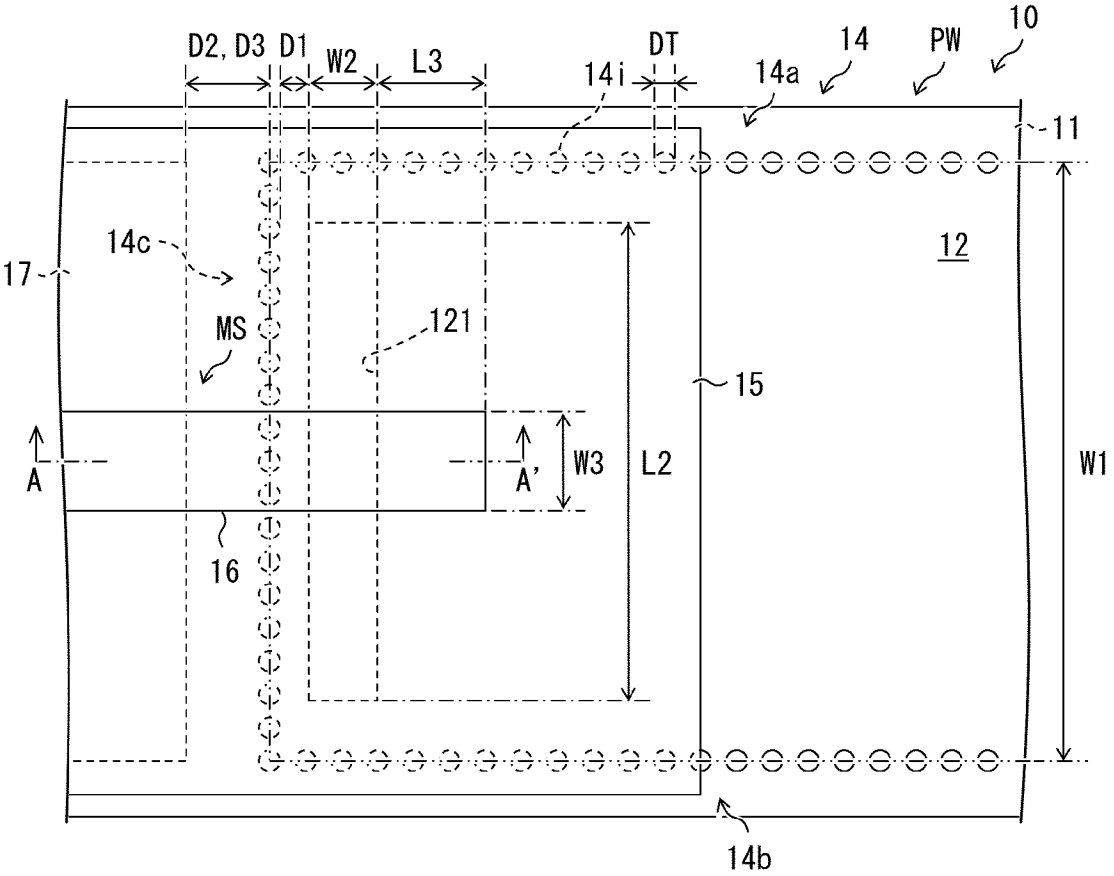
ことを特徴とする請求項１３に記載のＲＦモジュール。

[請求項15] 上記ポスト壁導波路を平面視した場合に、上記第３の帯状導体の上記中心軸及び上記第４の帯状導体の上記中心軸は、何れも、上記一方の端部領域の幅を二等分する点の集合である上記直線と、上記他方の端部領域の幅を二等分する点の集合である上記直線との間に位置する、

ことを特徴とする請求項１３又は１４に記載のＲＦモジュール。

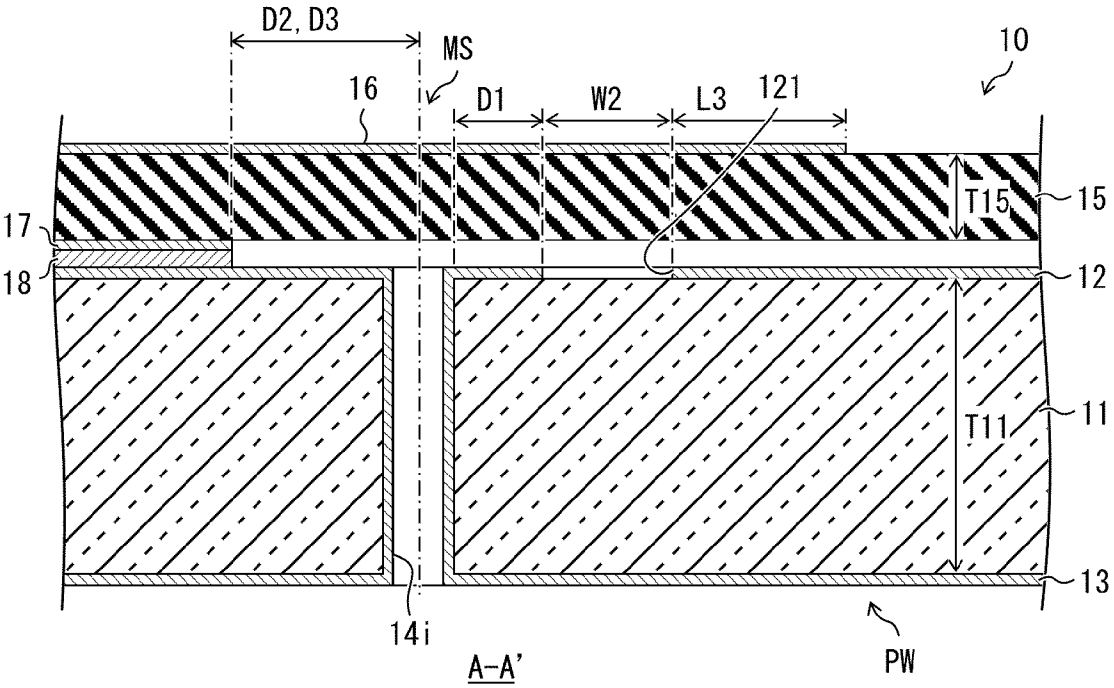
[図1]

図 1


D2, D3
D1
W2
L3
14i
DT
14a
14
PW
10
11
14c
17
MS
121
12
15
A
A'
W3
L2
W1
16
14b

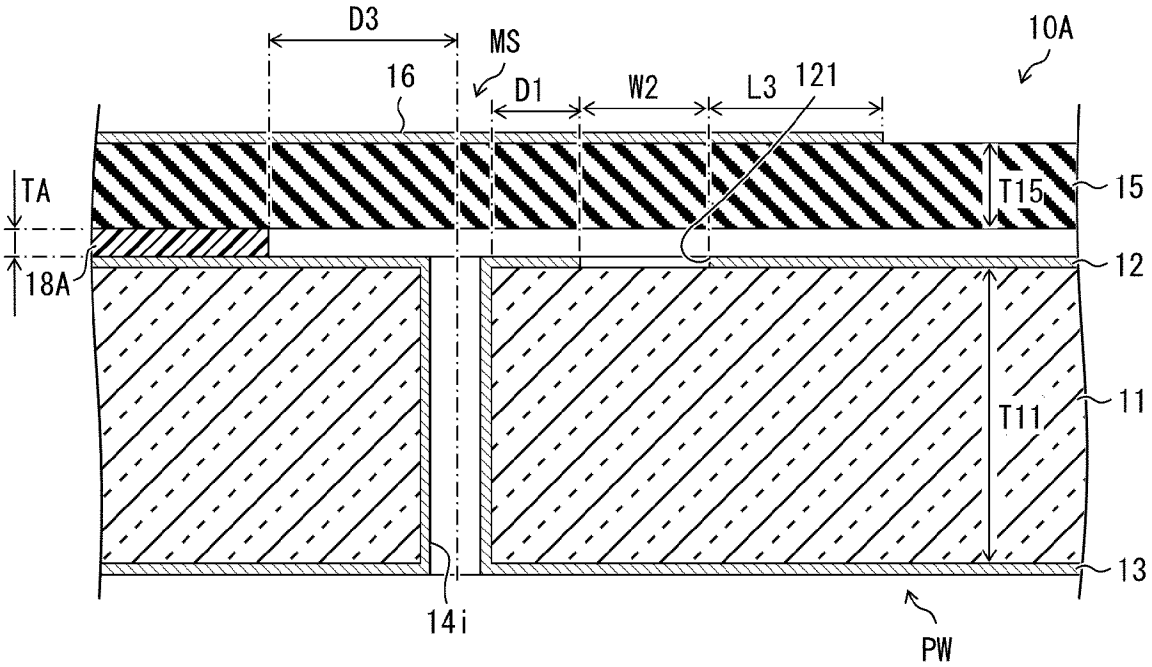
[図2]

図 2


D2, D3
MS
10
16
D1
W2
L3
121
T15
15
17
18
12
T11
11
13
14i
A-A'
PW

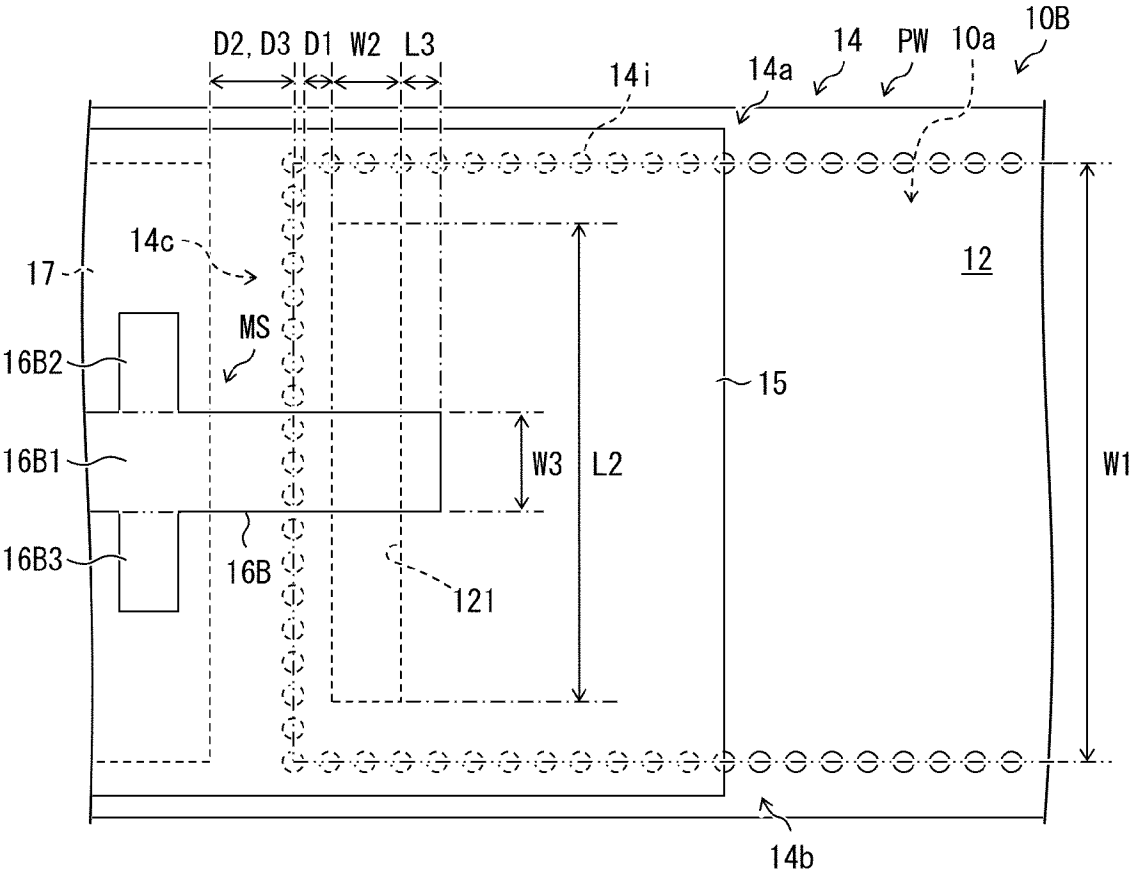
[図3]

図 3


D3
MS
16
D1
W2
L3
121
10A
TA
18A
T15
15
12
T11
11
13
14i
PW

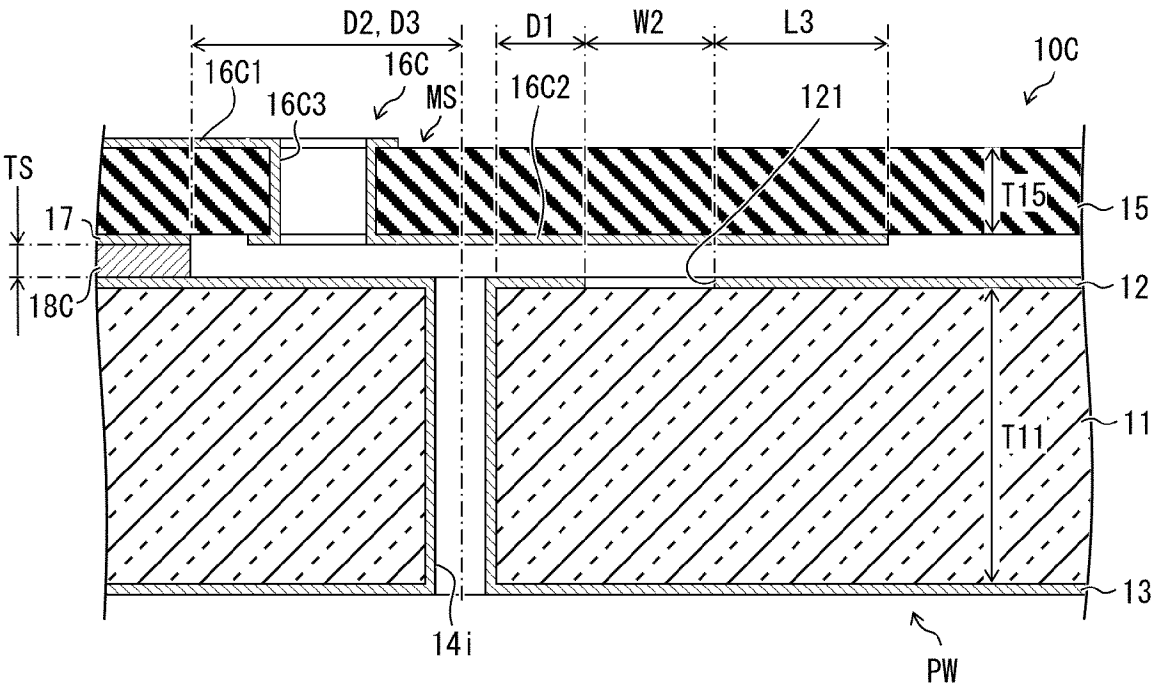
[図4]

図 4


D2, D3
D1
W2
L3
14i
14a
14
PW
10a
10B
14c
17
MS
16B2
16B1
16B3
16B
121
W3
L2
15
12
W1
14b

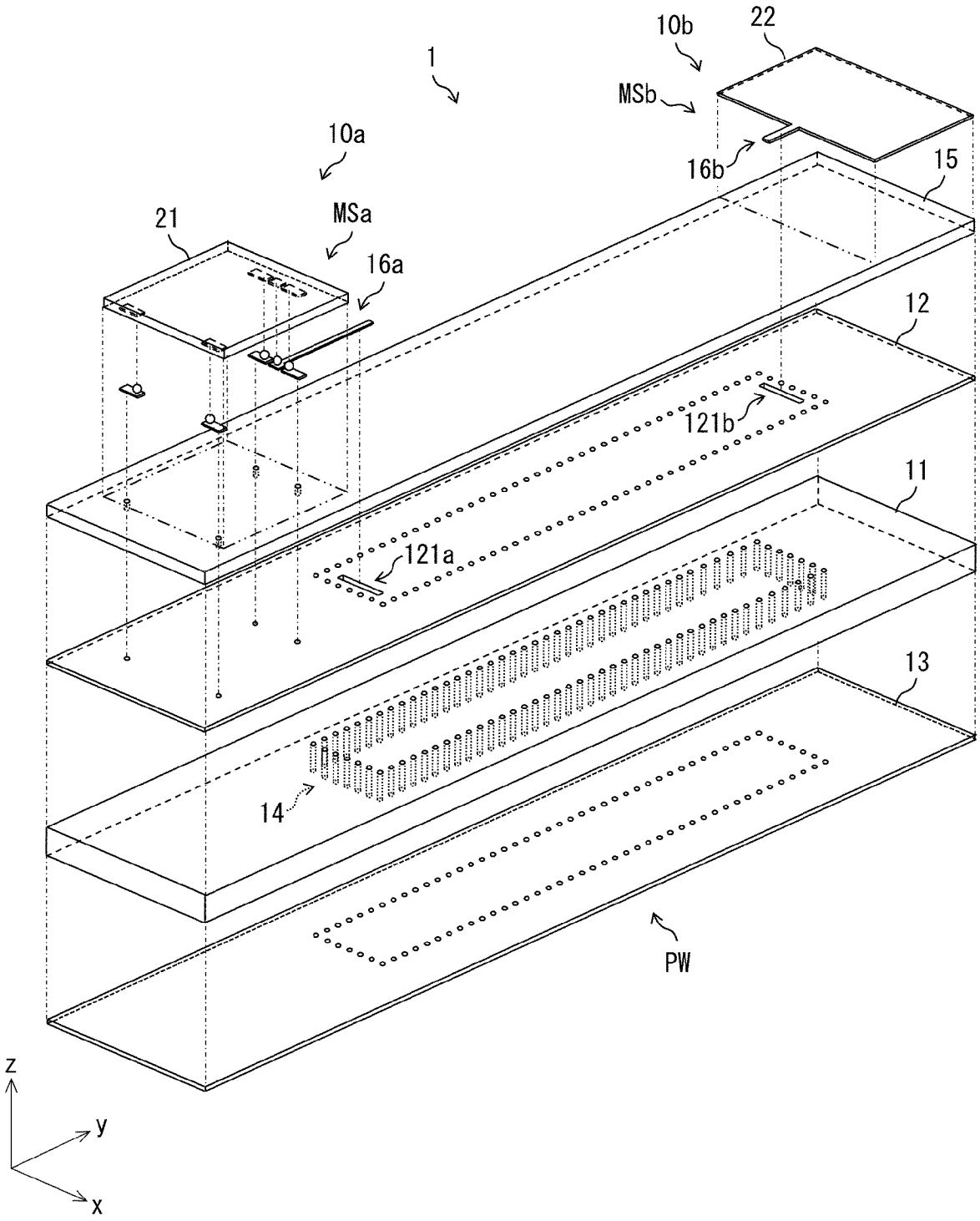
[図5]

図 5


D2, D3
D1
W2
L3
10C
16C1
16C
16C3
MS
16C2
121
TS
17
18C
T15
15
12
T11
11
13
14i
PW

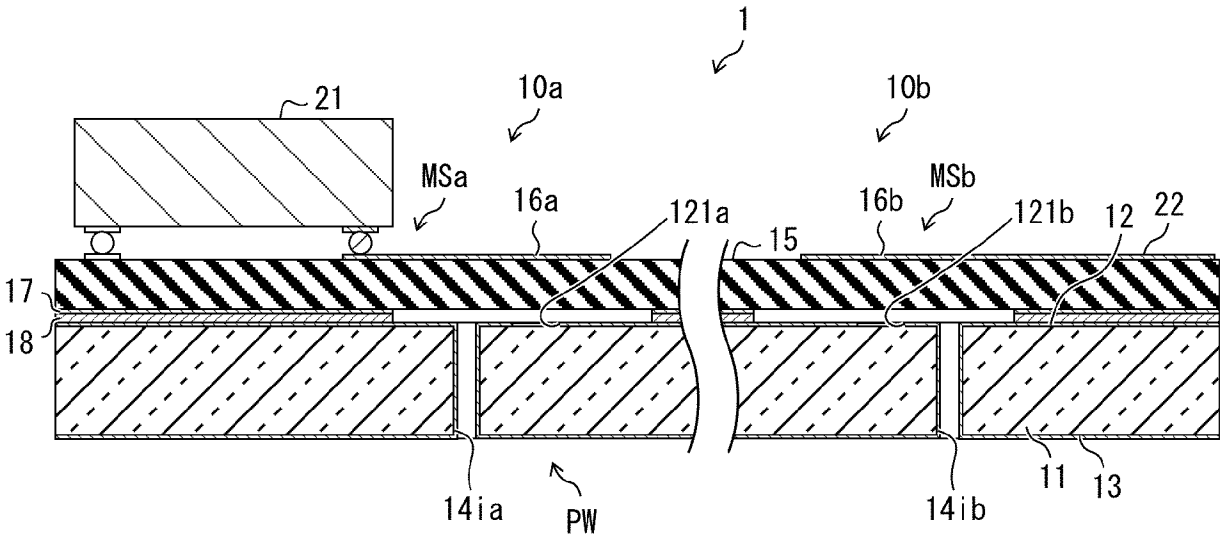
[図6]

図 6



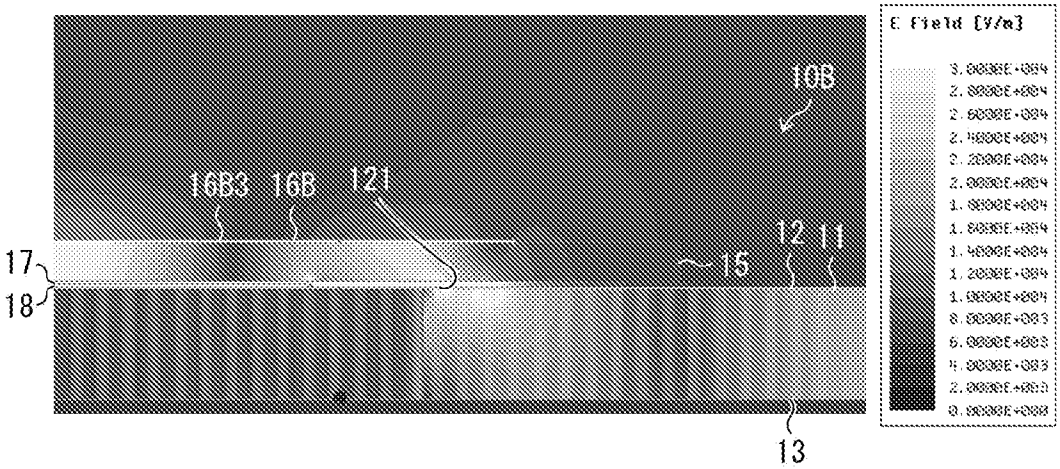
[図7]

図 7



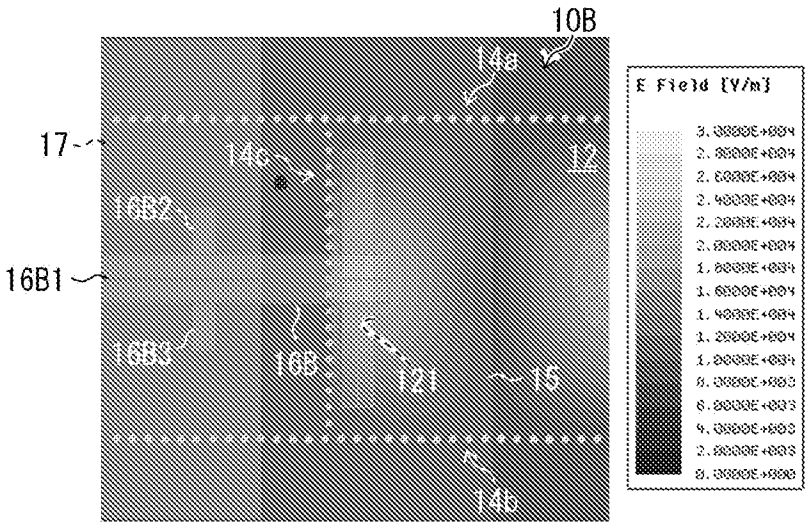
[図8]

図 8



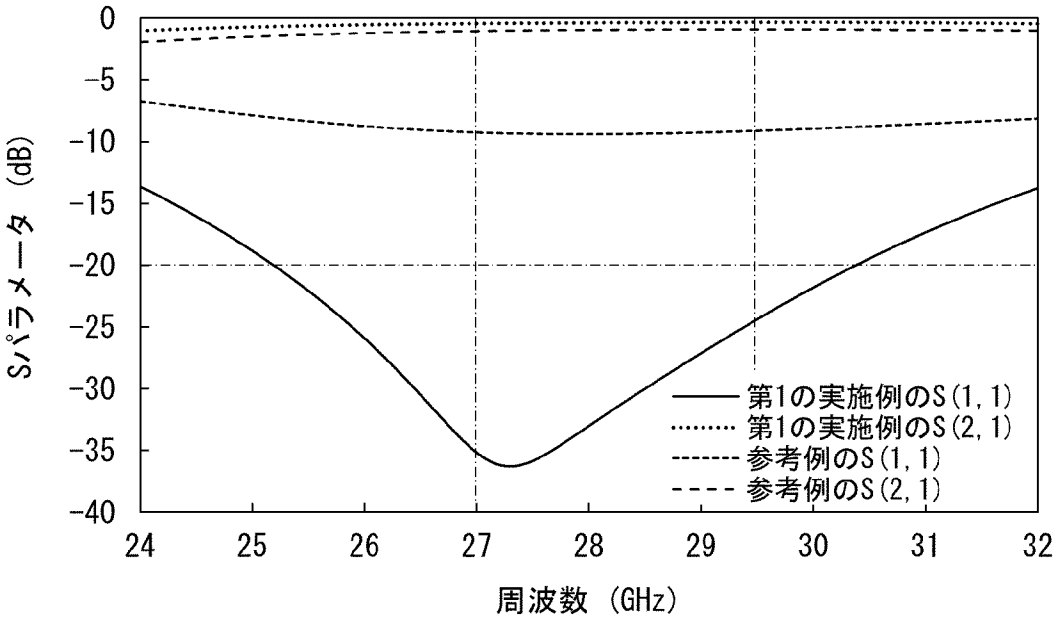
[図9]

図 9



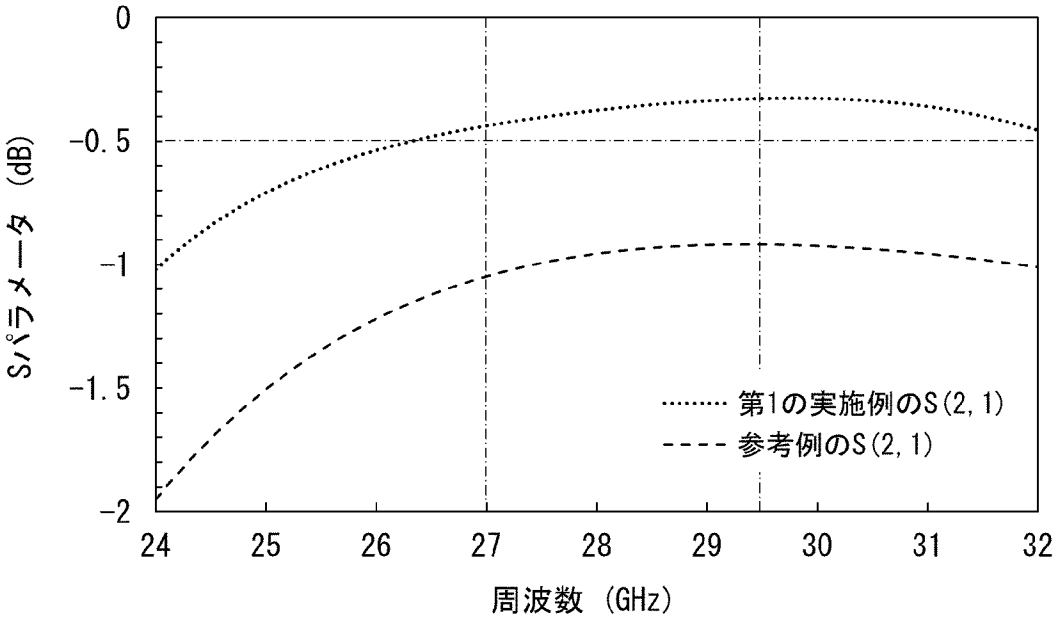
[図10]

図 10



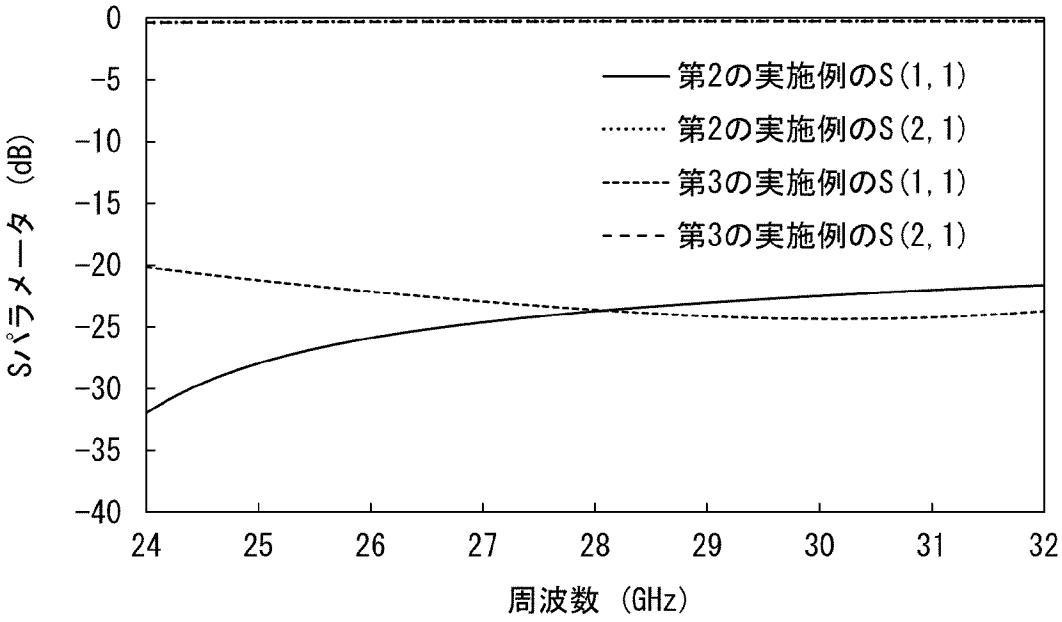
[図11]

図 11



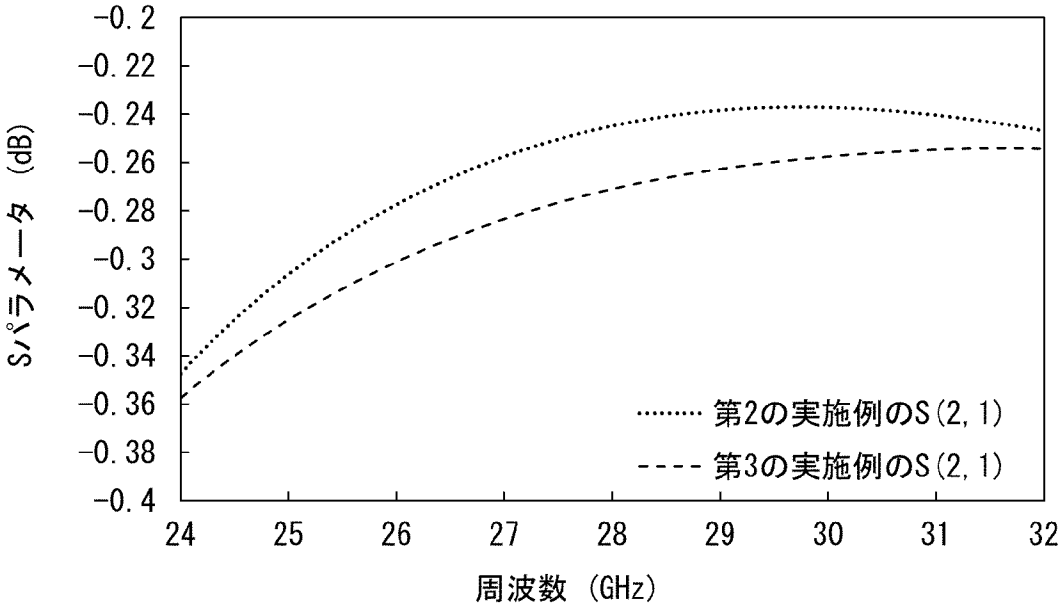
[図12]

図 12



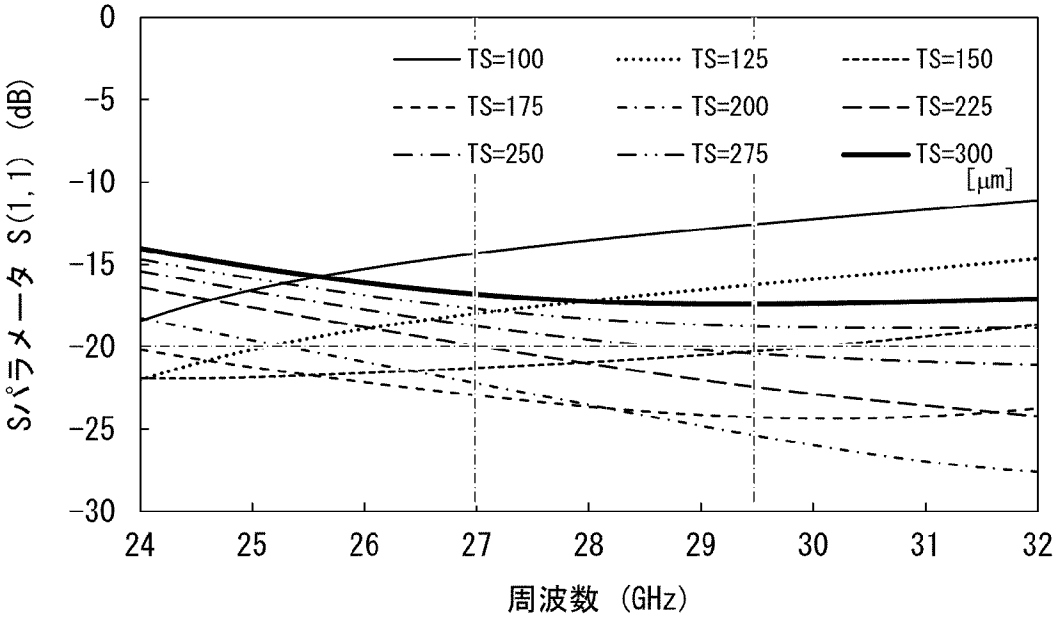
[図13]

図 13



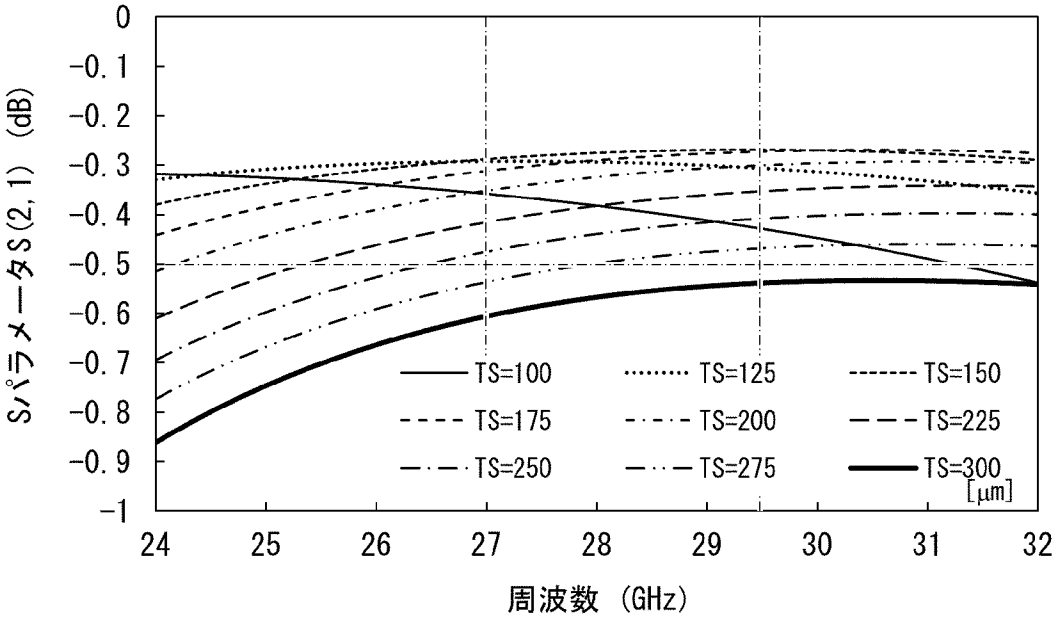
[図14]

図 14



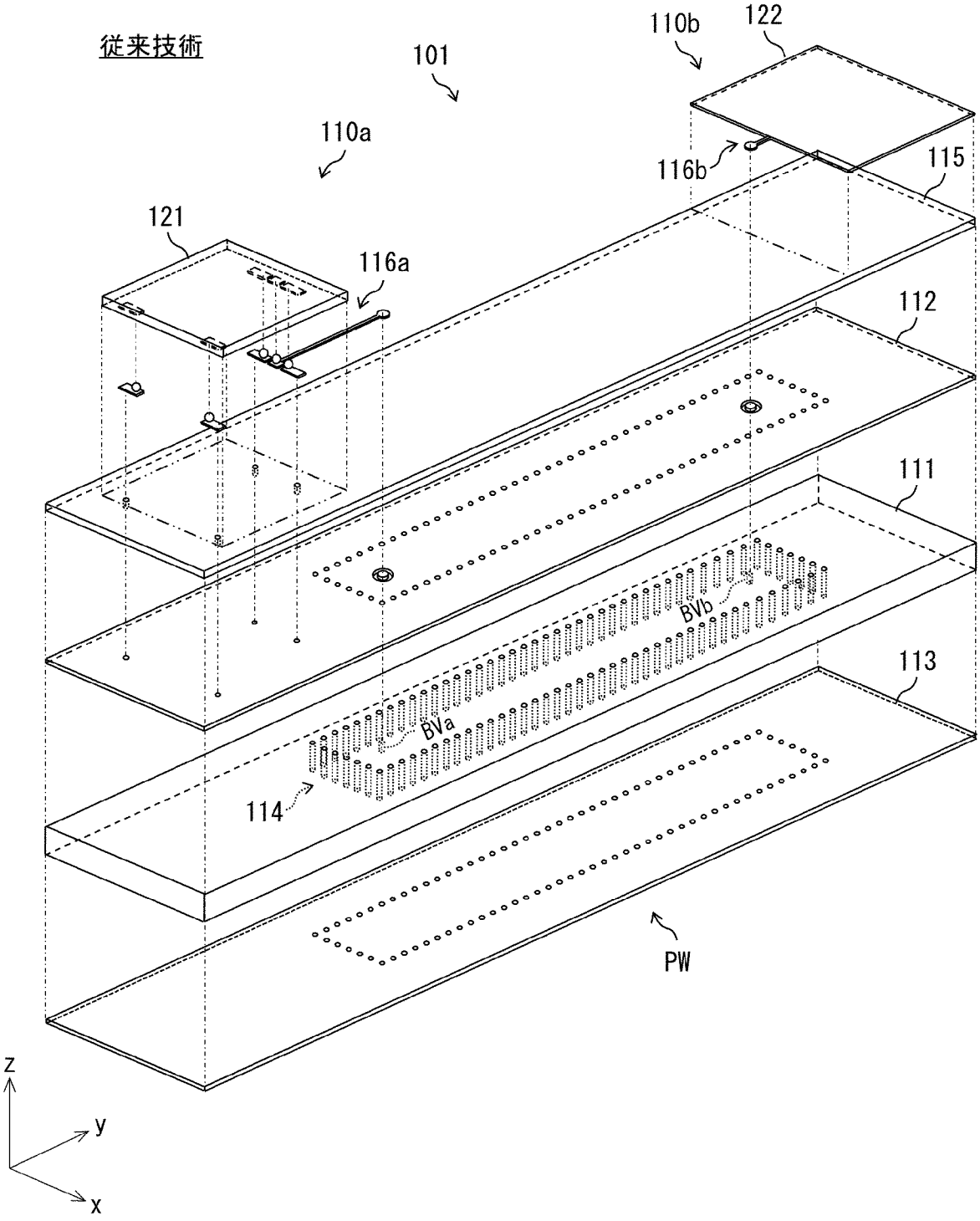
[図15]

図 15



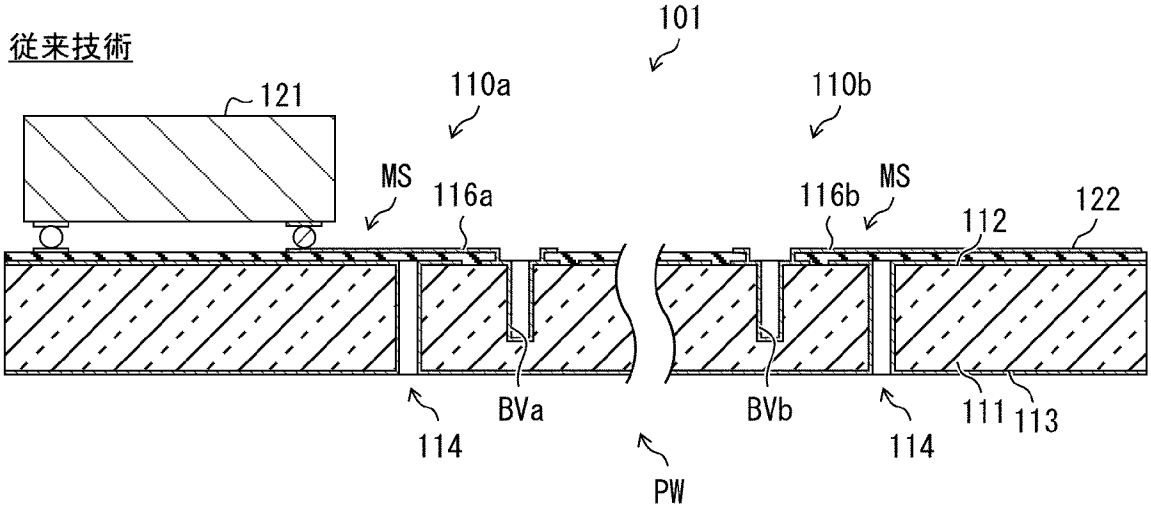
[図16]

図 16


従来技術
101
110a
110b
122
115
116b
121
116a
112
111
113
BVb
BVa
114
PW
z
y
x

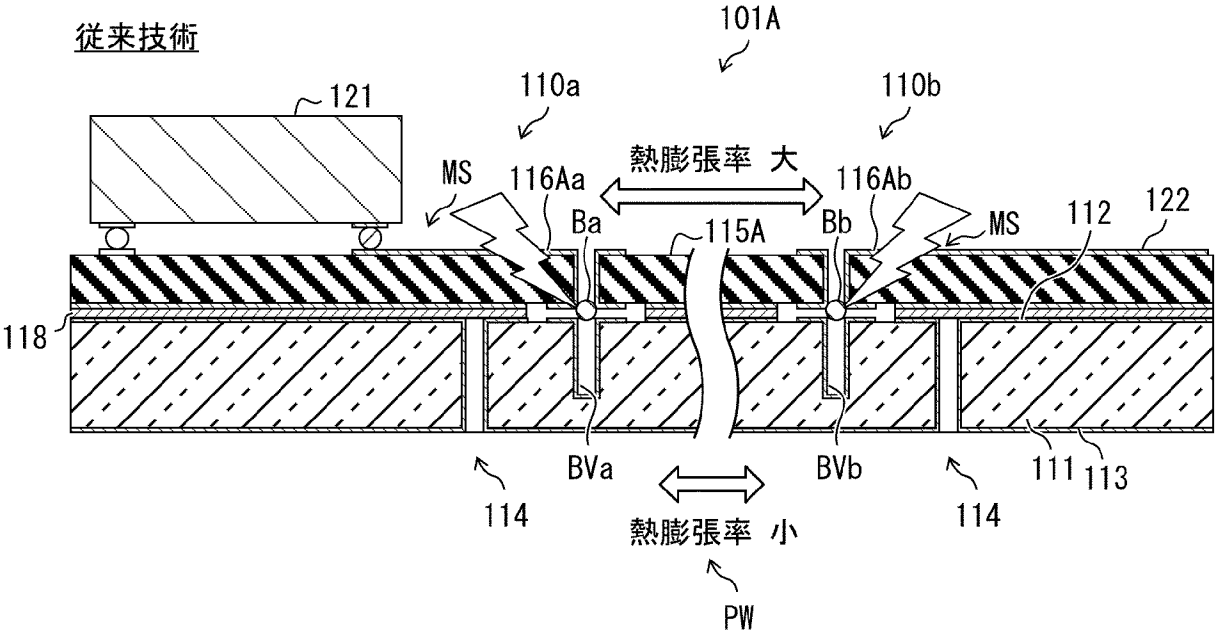
[図17]

図 17



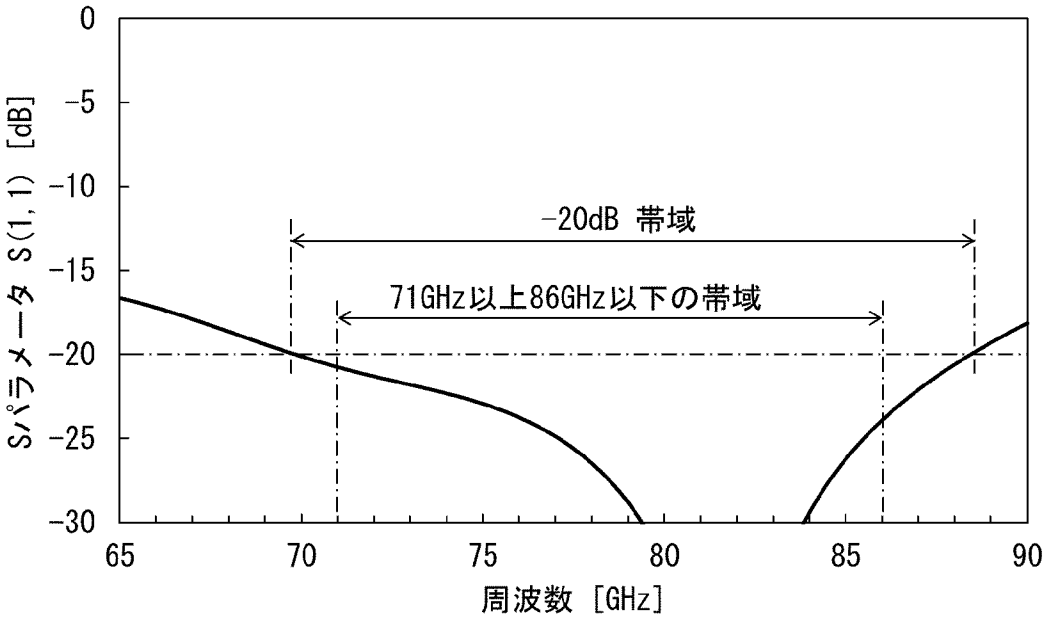
[図18]

図 18



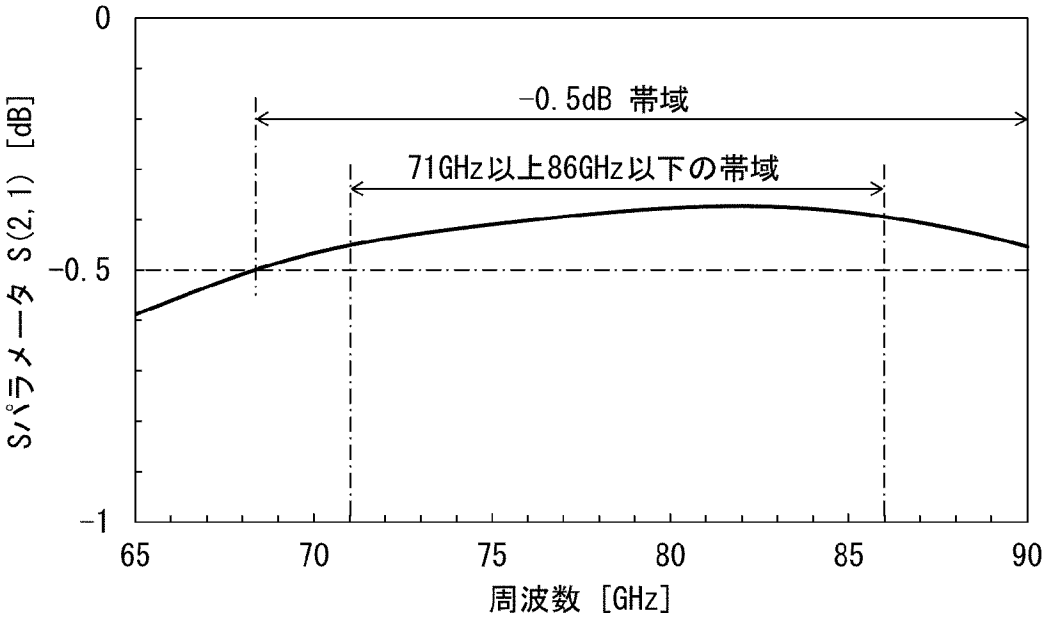
[図19]

図 19



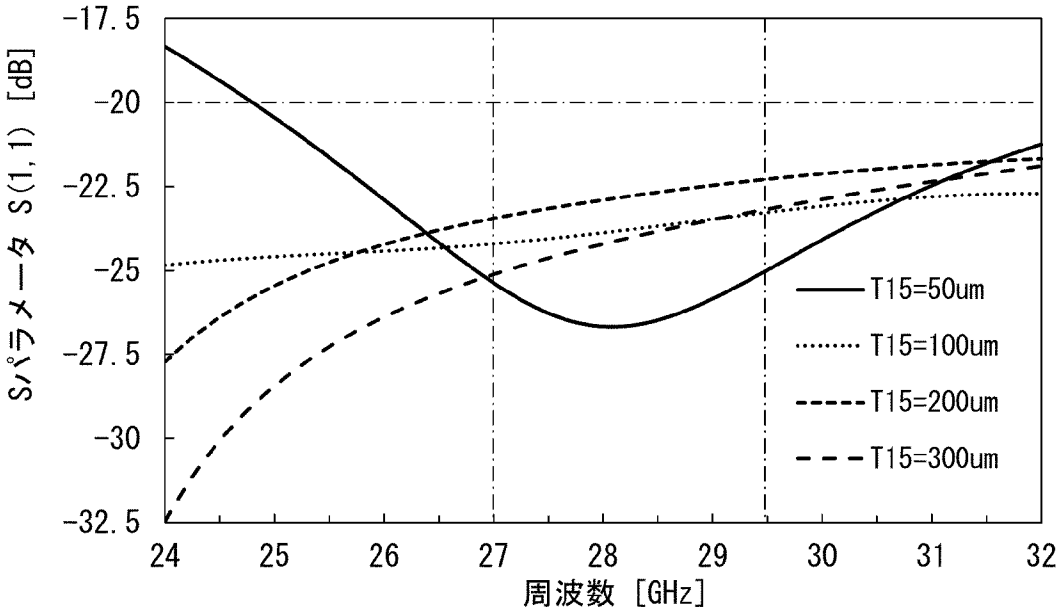
[図20]

図 20



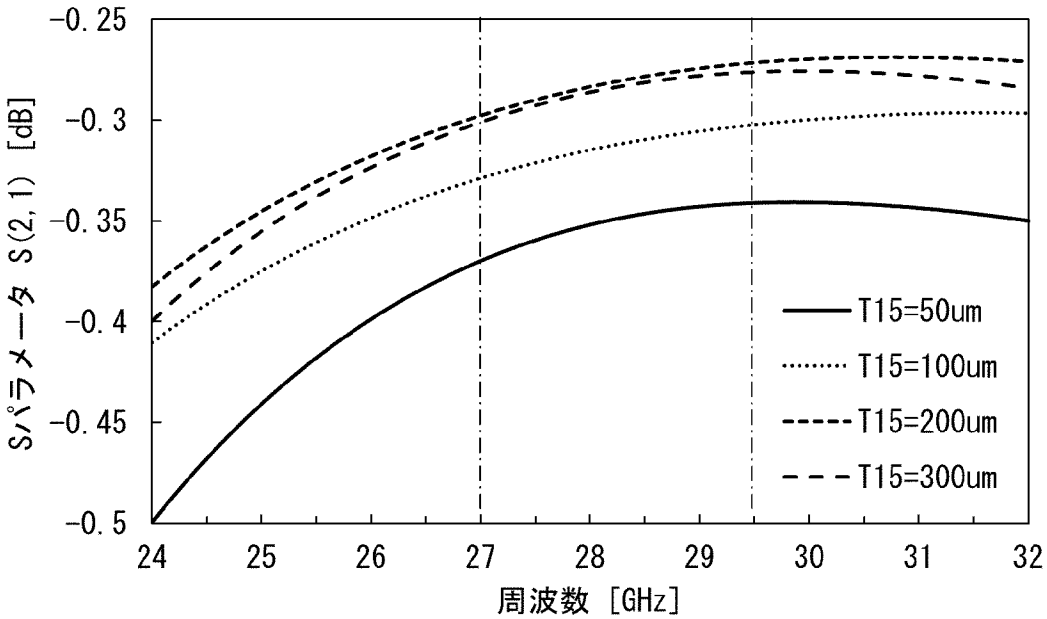
[図21]

図 21



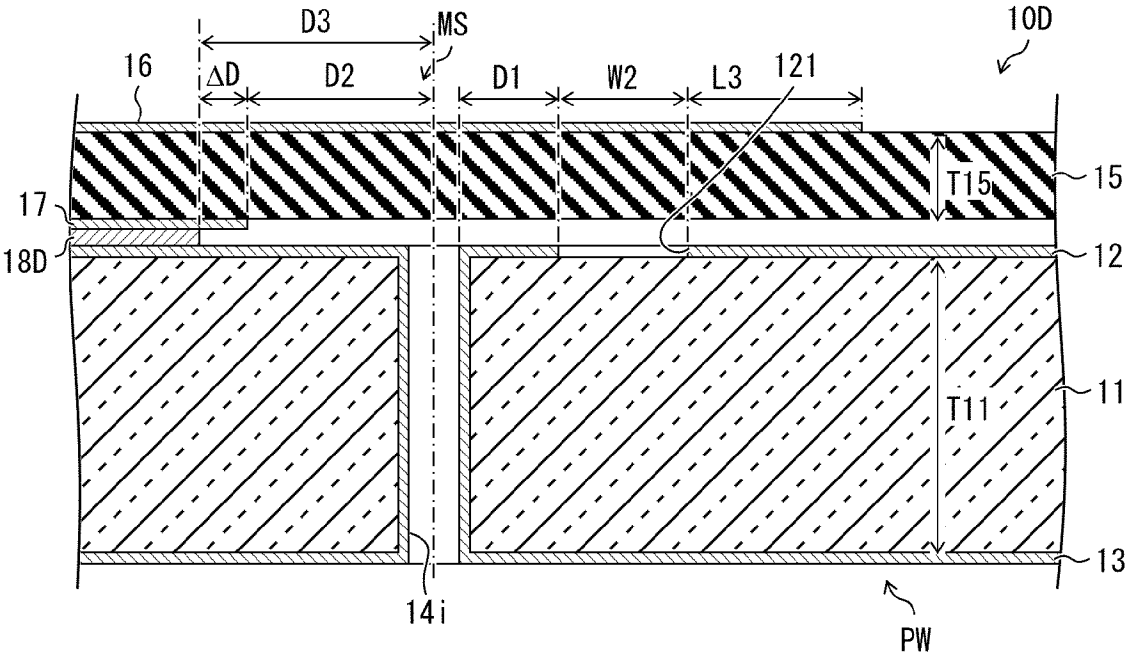
[図22]

図 22



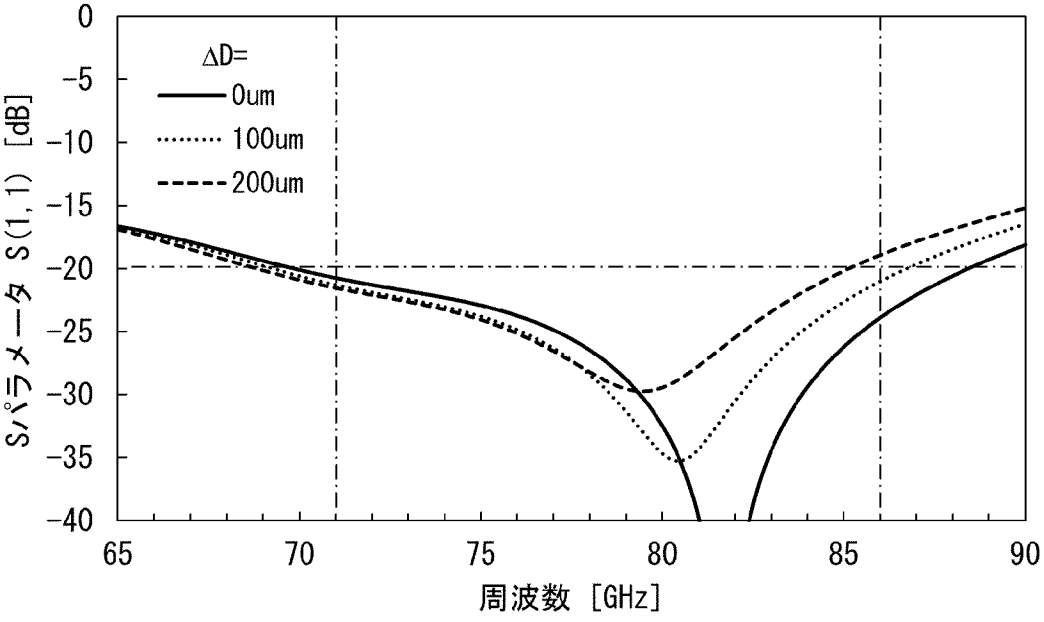
[図23]

図 23



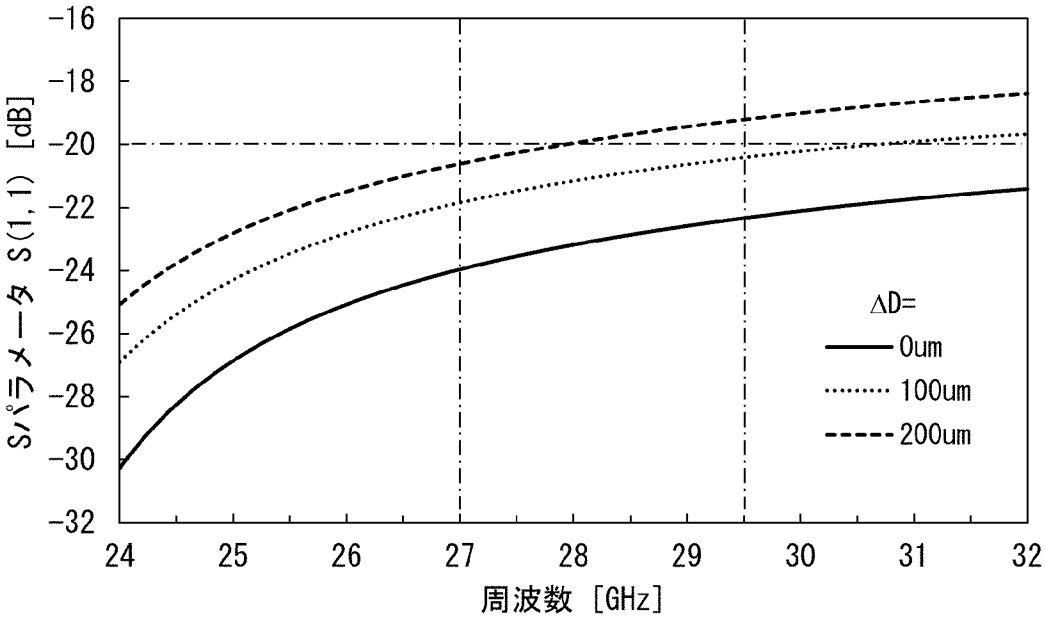
[図24]

図 24



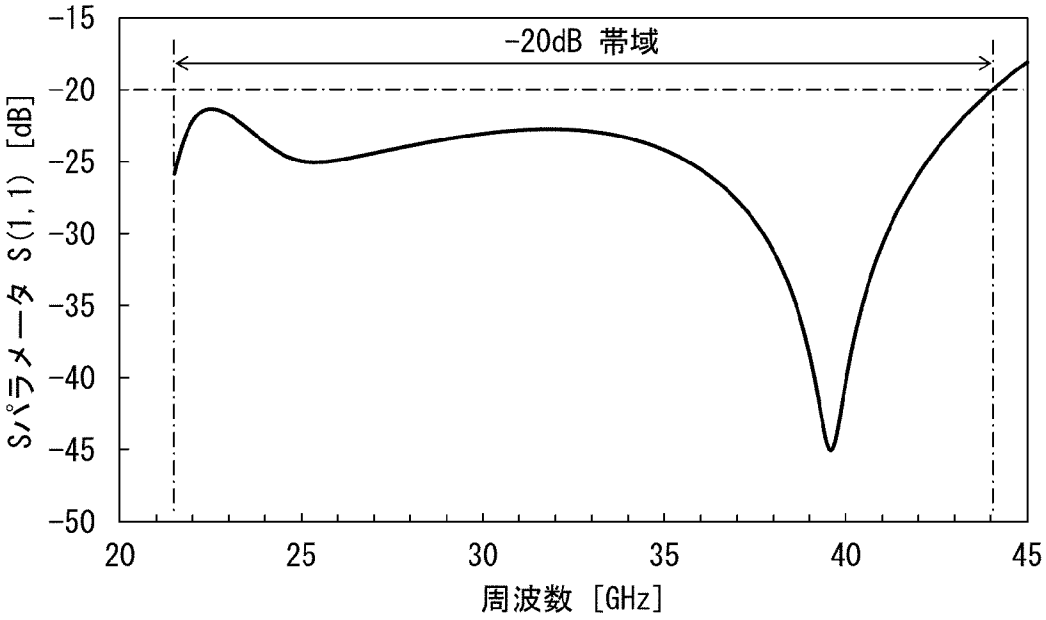
[図25]

図 25



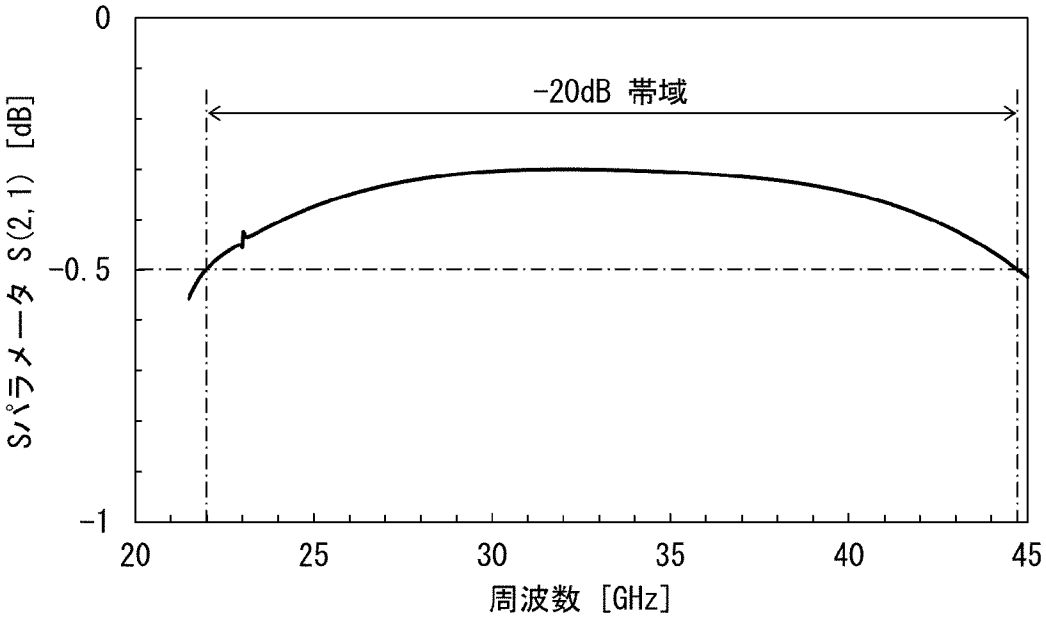
[図26]

図 26



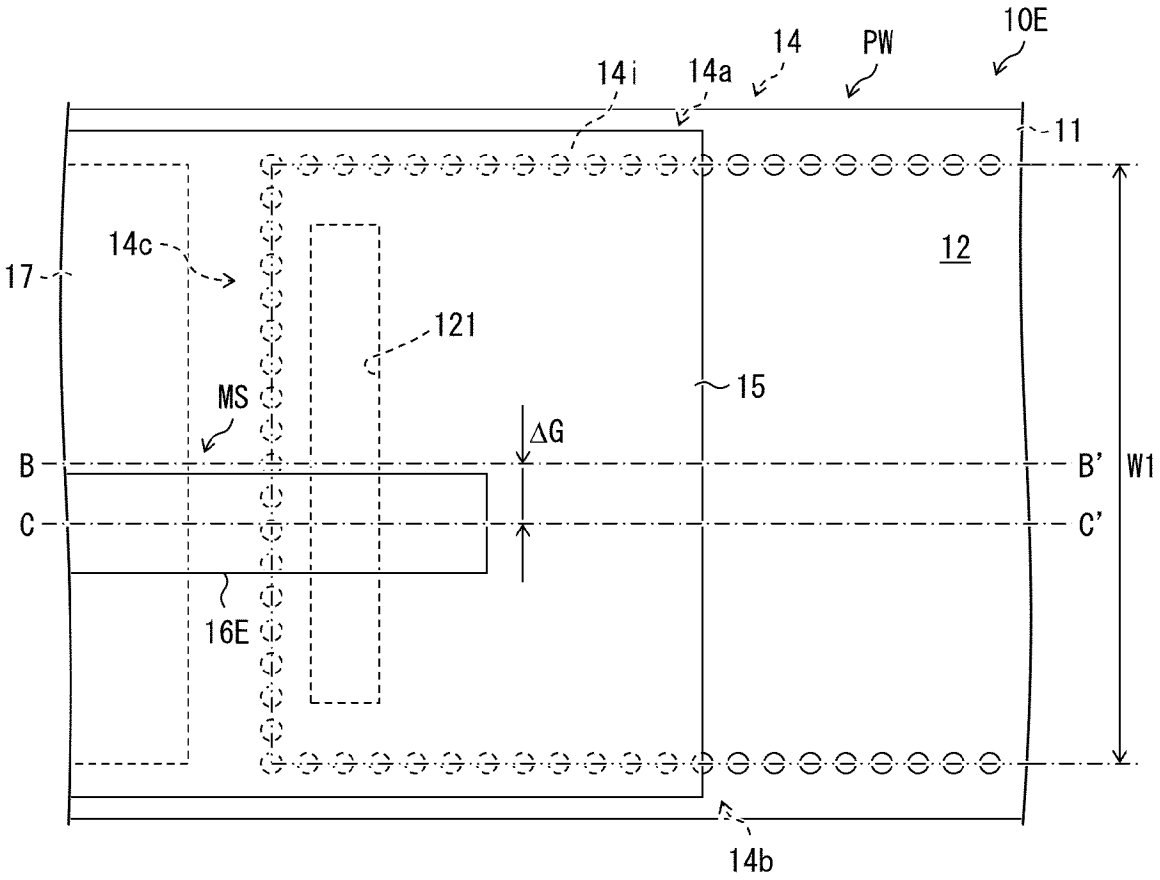
[図27]

図 27



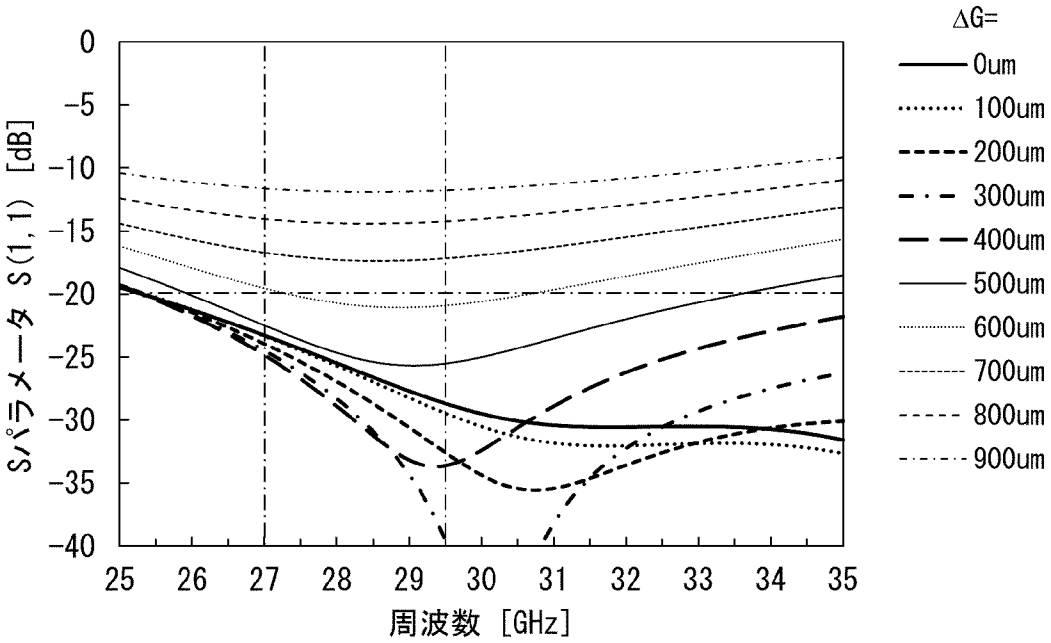
[図28]

図 28



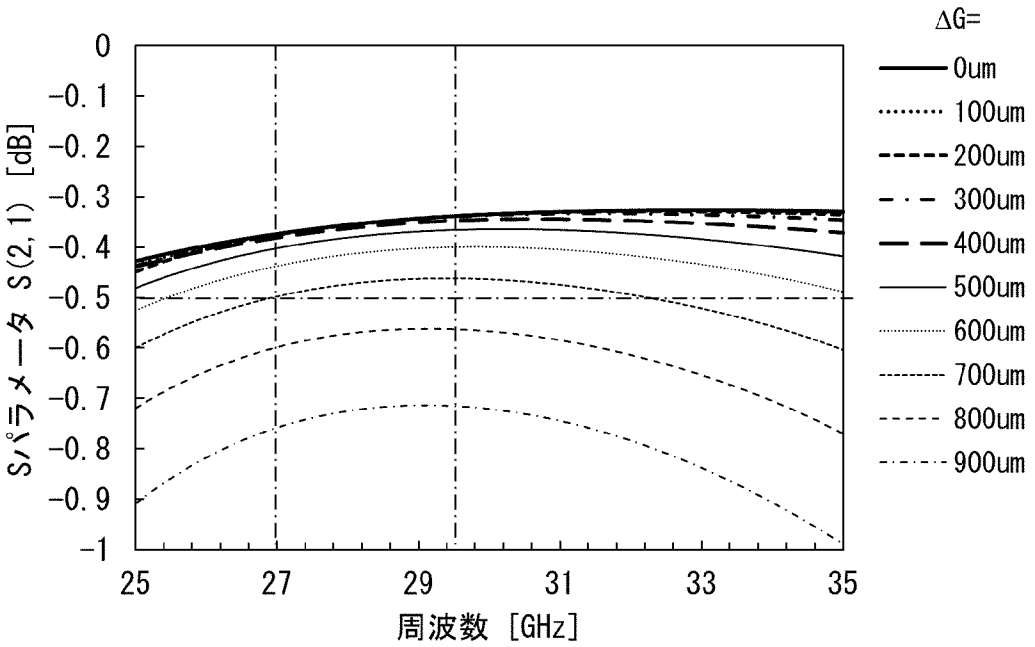
[図29]

図 29



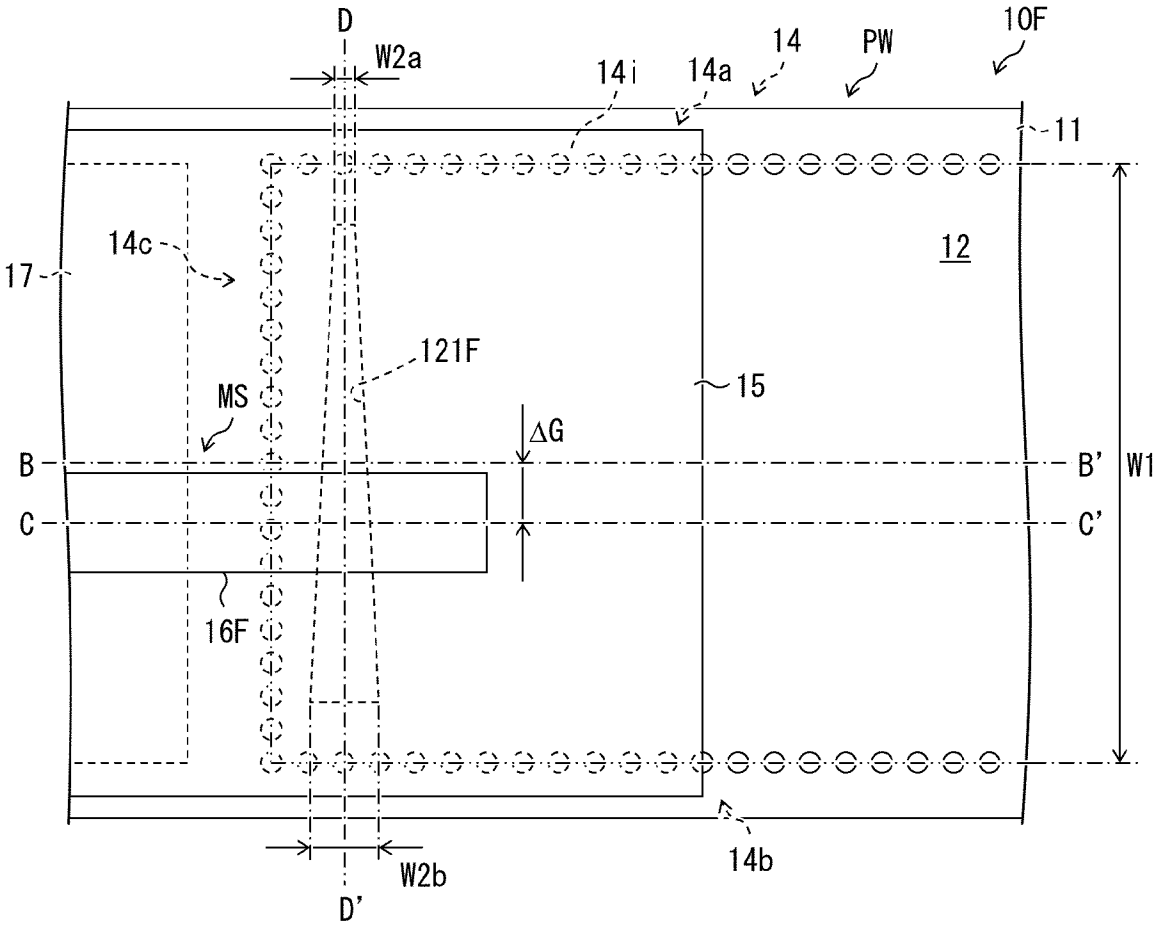
[図30]

図 30



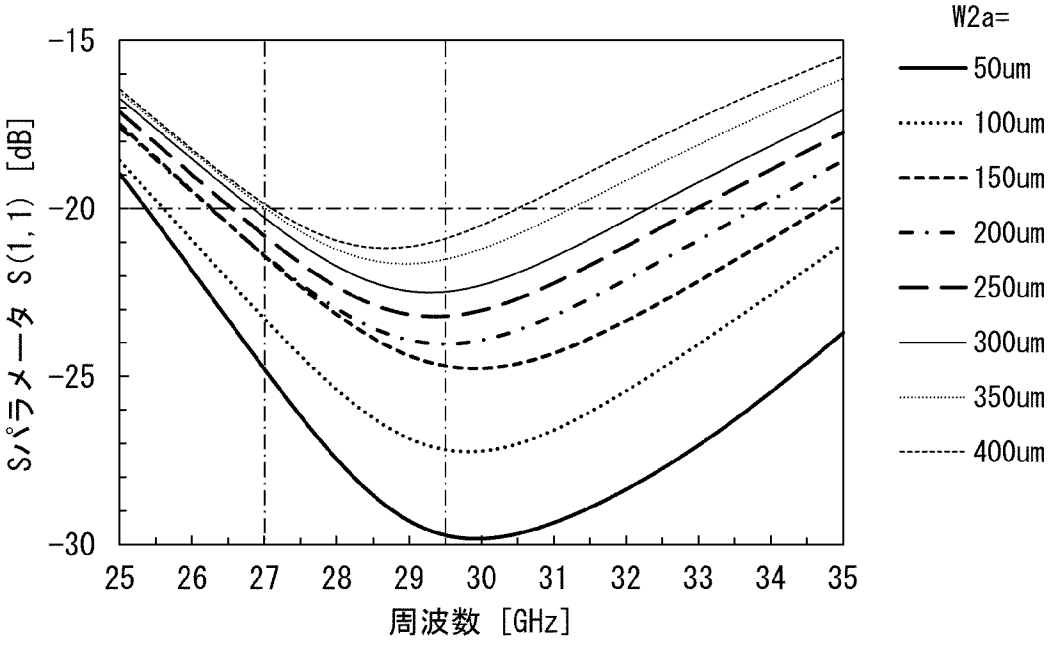
[図31]

図 31



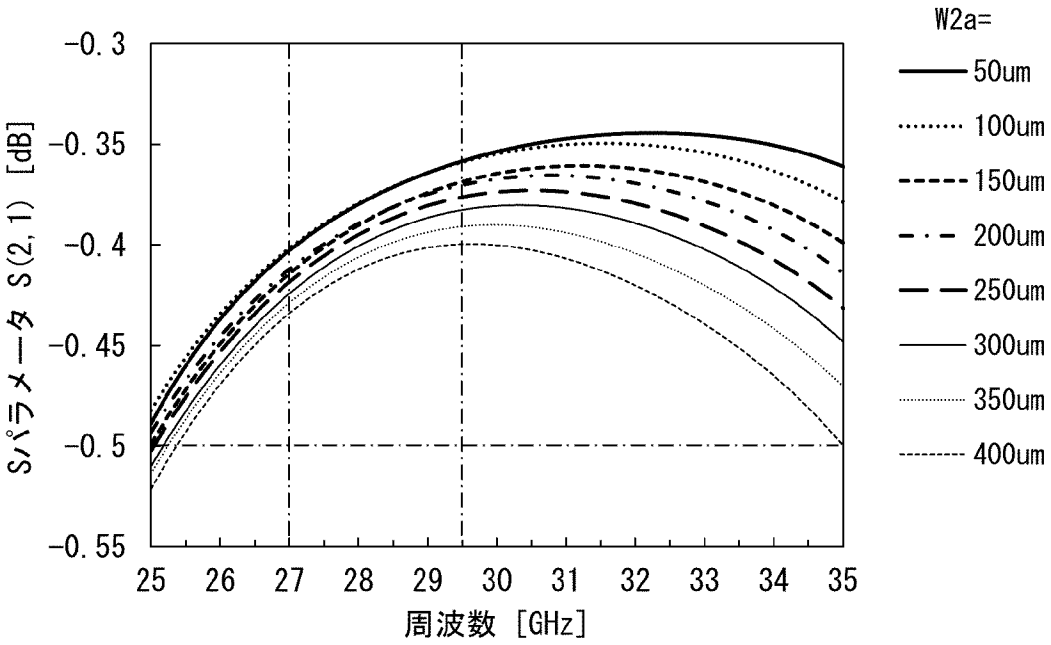
[図32]

図 32



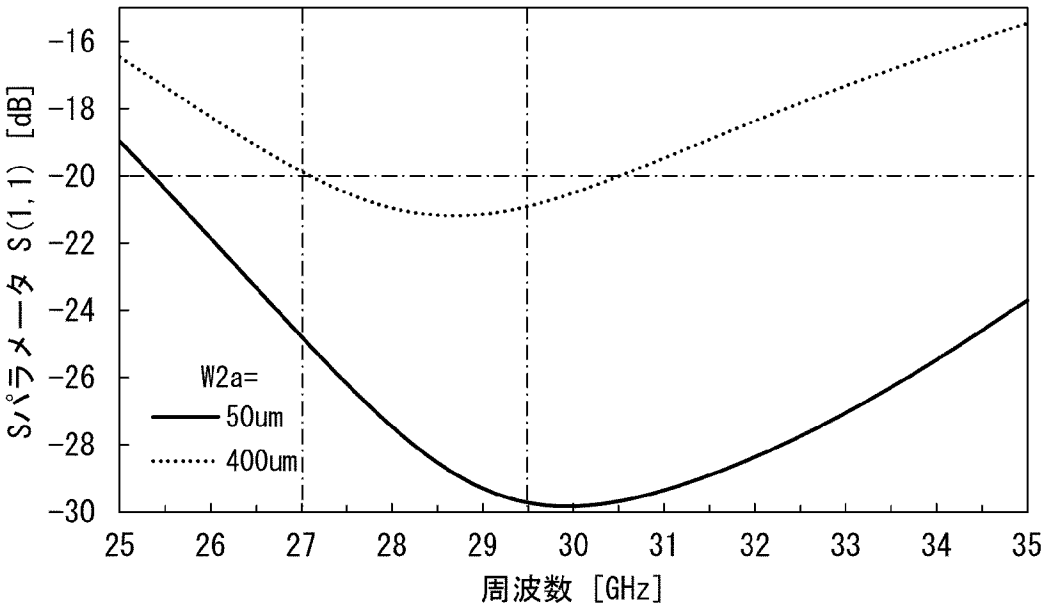
[図33]

図 33



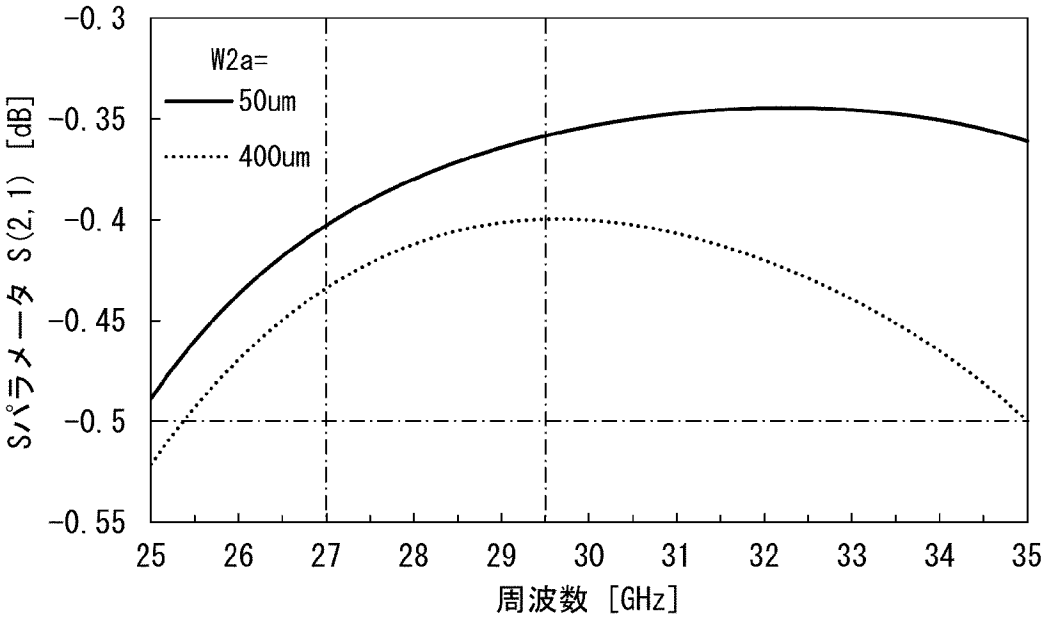
[図34]

図 34



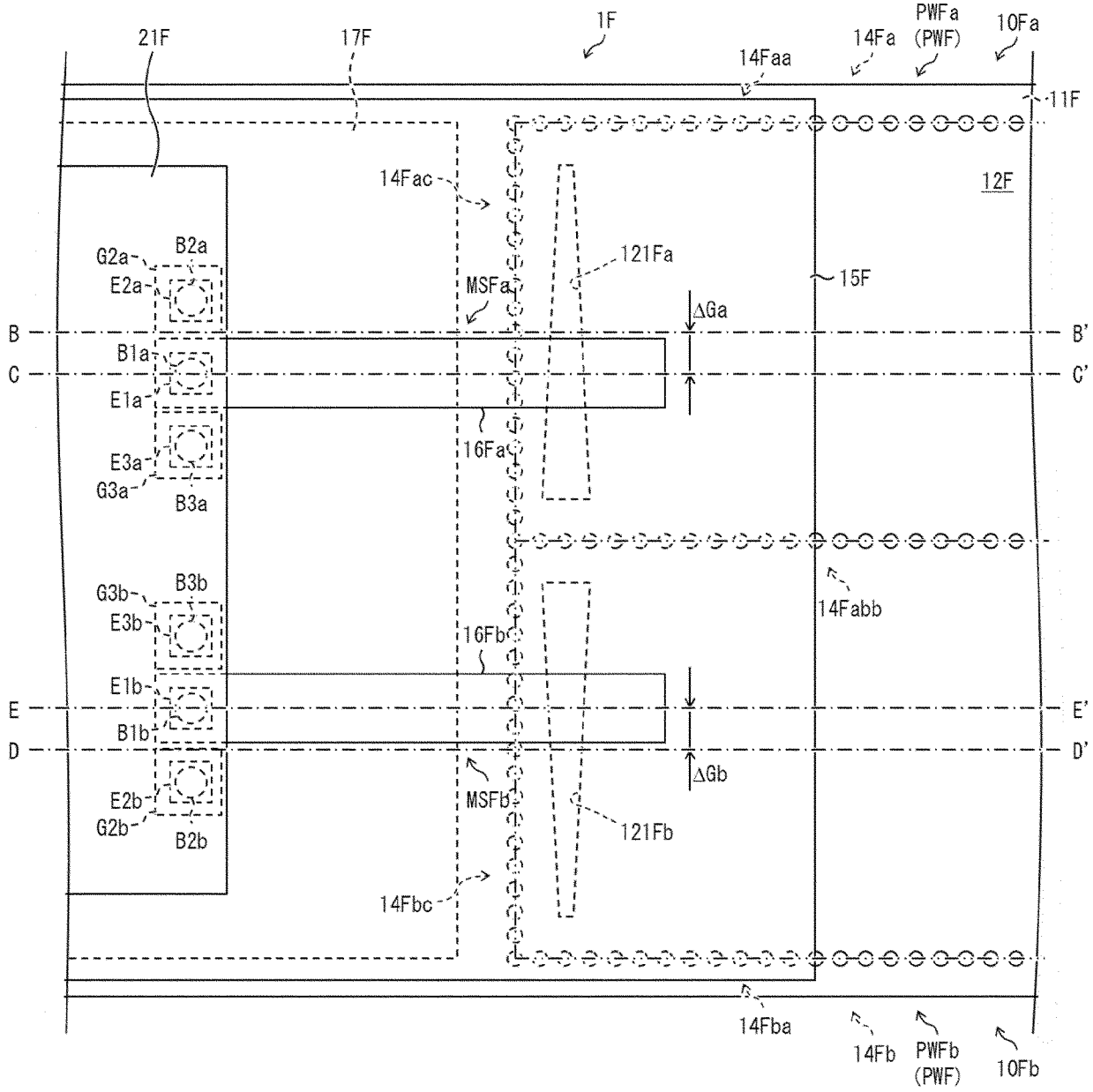
[図35]

図 35


W2a=
50um
400um
Sパラメータ S(2,1) [dB]
-0.3
-0.35
-0.4
-0.45
-0.5
-0.55
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
周波数 [GHz]

[図36]

図 36


21F
17F
1F
14Faa
14Fa
PWFa
(PWF)
10Fa
11F
12F
14Fac
121Fa
15F
MSFa
ΔGa
G2a
B2a
E2a
B1a
E1a
E3a
G3a
B3a
B
B'
C
C'
16Fa
14Fabb
G3b
B3b
E3b
16Fb
E1b
B1b
E
E'
D
D'
ΔGb
E2b
G2b
B2b
MSFb
121Fb
14Fbc
14Fba
14Fb
PWFb
(PWF)
10Fb

[図37]

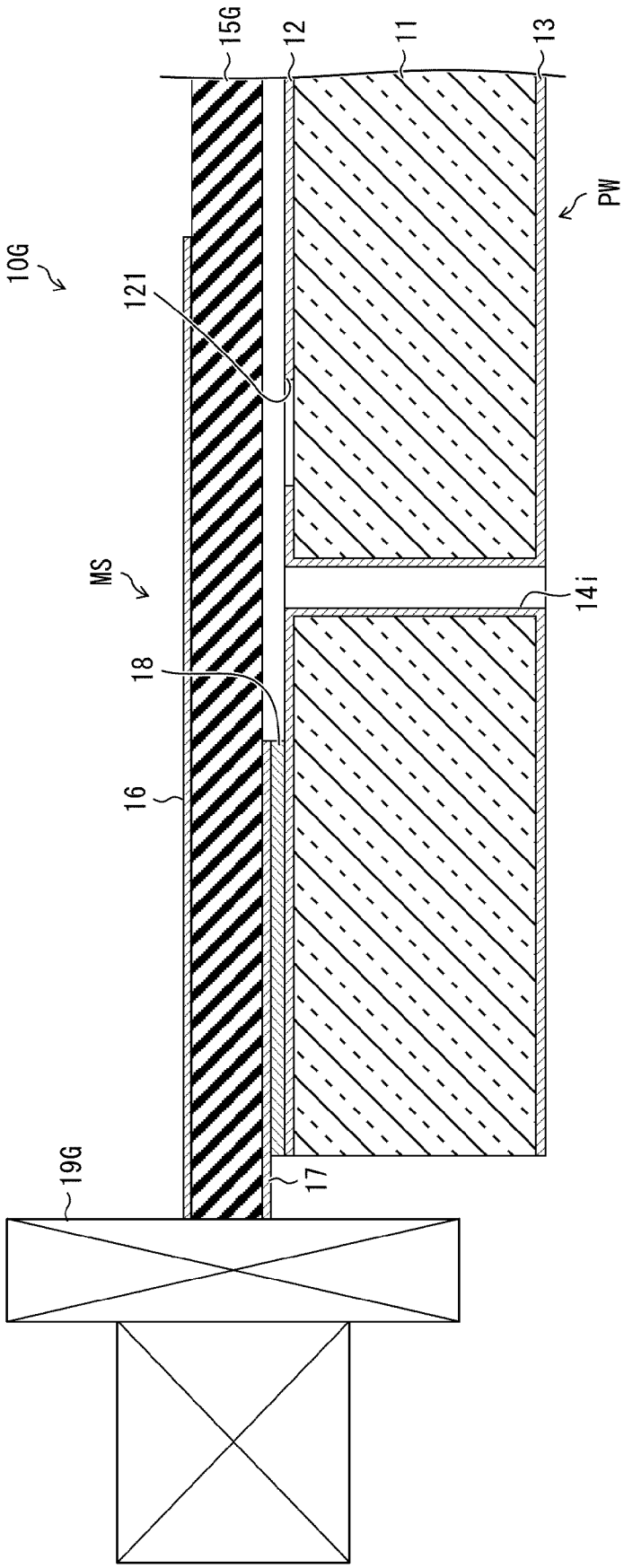


図 37

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/022354

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01P 5/08(2006.01)i; H01P 5/103(2006.01)i; H01P 5/107(2006.01)i; H01P 3/12(2006.01)i; H01Q 1/24(2006.01)i; H04B 1/38(2015.01)i; H05K 1/02(2006.01)i
FI: H01P5/107 J; H01P3/12 100; H01P5/08 Z; H01Q1/24 Z; H04B1/38; H01P5/103 Z; H05K1/02 A
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)
H01P5/08; H01P5/103; H01P5/107; H01P3/12; H01Q1/24; H04B1/38; H05K1/02

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	JP 2014-236291 A (FUJIKURA LTD.) 15.12.2014 (2014-12-15) paragraphs [0020]-[0023], [0034], [0077], [0142], fig. 1-3, 8, 12, 22	1-15
Y	JP 2005-51331 A (KYOCERA CORP.) 24.02.2005 (2005-02-24) paragraph [0003], fig. 13	1-15
Y	JP 2018-23088 A (FUJIKURA LTD.) 08.02.2018 (2018-02-08) paragraphs [0046]-[0049], fig. 1	12
A	WO 2018/221486 A1 (FUJIKURA LTD.) 06.12.2018 (2018-12-06) fig. 1, 5	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 June 2020 (22.06.2020)	30 June 2020 (30.06.2020)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/022354

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2014-236291 A	15 Dec. 2014	(Family: none)	
JP 2005-51331 A	24 Feb. 2005	(Family: none)	
JP 2018-23088 A	08 Feb. 2018	EP 3490056 A1 paragraphs [0021]-[0024], fig. 1 JP 6200613 B1 WO 2018/016632 A1 CN 109196713 A	
WO 2018/221486 A1	06 Dec. 2018	CA 3065205 A1 fig. 1, 5 JP 2018-207167 A JP 6348636 B1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/022354

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01P 5/08(2006.01)i; H01P 5/103(2006.01)i; H01P 5/107(2006.01)i; H01P 3/12(2006.01)i;
H01Q 1/24(2006.01)i; H04B 1/38(2015.01)i; H05K 1/02(2006.01)i
FI: H01P5/107 J; H01P3/12 100; H01P5/08 Z; H01Q1/24 Z; H04B1/38; H01P5/103 Z; H05K1/02 A

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））

H01P5/08; H01P5/103; H01P5/107; H01P3/12; H01Q1/24; H04B1/38; H05K1/02

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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	JP 2014-236291 A (株式会社フジクラ) 15.12.2014 (2014-12-15) 段落[0020]-[0023], [0034], [0077], [0142], 図1-3, 8, 12, 22	1-15
Y	JP 2005-51331 A (京セラ株式会社) 24.02.2005 (2005-02-24) 段落[0003], 図13	1-15
Y	JP 2018-23088 A (株式会社フジクラ) 08.02.2018 (2018-02-08) 段落[0046]-[0049], 図1	12
A	WO 2018/221486 A1 (株式会社フジクラ) 06.12.2018 (2018-12-06) 図1,5	1-15

☐ 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
"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
22.06.2020	30.06.2020

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）
鈴木　肇 5K 9847
電話番号 03-3581-1101 内線 3556

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/022354

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2014-236291 A	15.12.2014	（ファミリーなし）	
JP 2005-51331 A	24.02.2005	（ファミリーなし）	
JP 2018-23088 A	08.02.2018	EP 3490056 A1 段落[0021]-[0024], 図1 JP 6200613 B1 WO 2018/016632 A1 CN 109196713 A	
WO 2018/221486 A1	06.12.2018	CA 3065205 A1 図1,5 JP 2018-207167 A JP 6348636 B1	