

(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6月18日(18.06.2020)



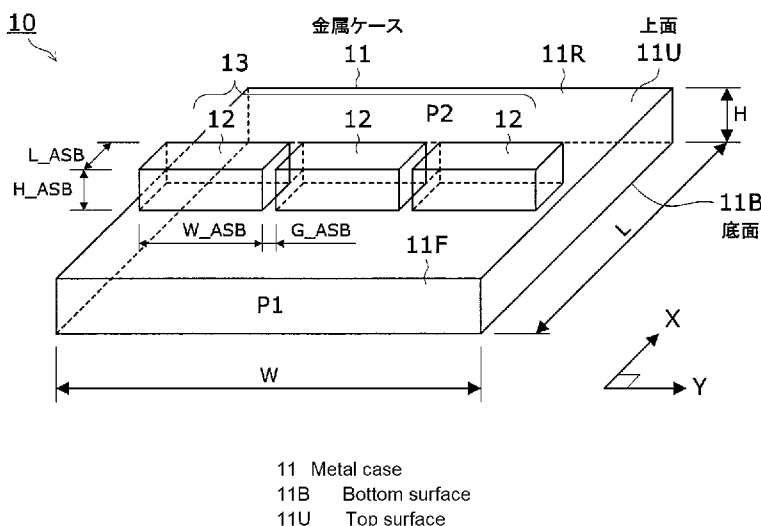
(10) 国際公開番号

WO 2020/121815 A1

- (51) 国際特許分類:
H01P 1/209 (2006.01) *H03F 3/60* (2006.01)
H05K 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/046371
- (22) 国際出願日: 2019年11月27日(27.11.2019)
- (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 2018-231609 2018年12月11日(11.12.2018) JP
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 濱田 裕史 (HAMADA, Hiroshi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
野坂 秀之 (NOSAKA, Hideyuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 山川 茂樹, 外(YAMAKAWA, Shigeki et al.); 〒1006104 東京都千代田区永田町2丁目11番1号 山王パークタワー4階 山川国際特許事務所内 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: HIGH-FREQUENCY MODULE

(54) 発明の名称: 高周波モジュール



(57) **Abstract:** The present invention is provided with a plurality of waveguide structures 12 loaded on a top surface 11U that faces a bottom surface 11B of a metal case 11, said bottom surface 11B having a high-frequency circuit mounted thereon. The height dimension of each of these waveguide structures 12 corresponds to a quarter wavelength at a cutoff frequency f_0 , which indicates the frequency band of a target electromagnetic wave to be cut off. The width and the length of each of these waveguide structures 12 have dimensions at which only a high frequency in a TE₁₀ mode can be propagated in the frequency band of the target electromagnetic wave. By doing so, unwanted electromagnetic waves propagating through the interior of the metal case can be cut off without using an electromagnetic wave absorber.

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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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)）

(57) 要約： 金属ケース 11 のうち高周波回路が実装される底面 11 B と対向する上面 11 U に装荷された複数の導波管構造 12 を備え、これら導波管構造 12 のそれぞれの高さは、遮断対象とする対象電磁波の周波数帯域を示すカットオフ周波数 f_o の $1/4$ 波長に相当する寸法を有し、これら導波管構造 12 の幅および長さは、対象電磁波の周波数帯域で TE 10 モードの高周波のみを伝搬可能とする寸法を有している。これにより、電波吸収体を用いることなく、金属ケース内部を伝搬する不要な電磁波を遮断する。

明 細 書

発明の名称：高周波モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、金属ケースの内側に高周波回路を収納する高周波モジュールの構成に関する高周波モジュール構成技術に関する。

背景技術

[0002] 光通信用電子回路やミリ波帯無線通信用電子回路などの高周波回路を収納する高周波モジュールは、通常、中空の矩形箱体からなる金属ケースが用いられる。このとき、金属ケース内部での電磁波の不要な伝搬がしばしば問題を引き起こす。不要な電磁波の伝搬は、回路からの放射に起因する場合が多い。すなわち、高周波回路を伝搬する電磁波が、高周波回路から放射され、空間を伝搬するモードへと結合するのである。これは、高周波帯では波長が短いため、高周波信号の入出力パッド部や幅の広い伝送線路などの回路部において、そのサイズが高周波信号の波長と同程度となるため、これら伝送媒体が放射体としての機能してしまうからである。また、回路およびモジュールのインピーダンス不連続部分における放射も存在する。金属ケースのインターフェースである同軸線路あるいは導波管と高周波回路との接続部分における接続損失の一部が空間へと放射するが、これはインピーダンス不整合により発生する放射の典型例である。

[0003] 金属ケース内において回路から放射された電磁波は、高周波回路表面の金属パターンと金属ケース上面（高周波回路表面と対向する面）との間を伝搬する。この伝搬モードに対して金属ケースの側面は反射壁として作用するため、金属ケース内には共振器が形成される。このため、金属ケースの物理的なサイズで決定される共振が生じ、高周波モジュールの周波数特性に不要なリップルが発生する等の不具合を生じる。特に、高周波モジュールに実装される回路部品がアンプなどの増幅素子の場合、アンプの増幅機能により不要なリップルが強調されることがある。また、アンプの入出力端子が放射され

た電磁波によって結合し、アンプが発振することもある。

[0004] 従来、金属ケース内を伝搬する不要な電磁波の伝搬を遮断するために、電波吸収体を用いる技術が提案されている（例えば、非特許文献1など参照）。この際、電波吸収体としては、例えば、ドーピングされた低抵抗シリコン基板などが用いられている。電波吸収体を金属ケースの上面や側面に配置することで、伝搬する不要モードが吸収され、上記のような不具合の発生が抑制されることになる。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1: Toshihiko KOSUGI et al., "120-GHz Tx/Rx Waveguide Modules for 10-Gbit/s Wireless Link System", Compound Semiconductor Integrated Circuit Symposium, 2006. CSIC 2006. IEEE, IEEE, December 2006

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、このような従来技術では、金属ケース上面や側面への電波吸収体の配置が必要となる。このためには、金属ケース内部の構造に合わせた電波吸収体の加工や、狭隘な金属ケース内部への電波吸収体の実装といった工程が必要となる。結果として、高周波モジュールの製造における、作業負担や作業コストが増大するという問題点があった。

[0007] 本発明はこのような課題を解決するためのものであり、電波吸収体を用いることなく、金属ケース内部を伝搬する不要な電磁波を遮断できる高周波モジュール構成技術を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] このような目的を達成するために、本発明にかかる高周波モジュールは、中空の矩形箱体からなり、内側空間に高周波回路を収納する金属ケースと、前記金属ケースのうち前記高周波回路が実装される底面と対向する上面に装荷された複数の導波管構造を備え、前記複数の導波管構造のそれぞれの高さ

は、遮断対象とする対象電磁波の周波数帯域を示すカットオフ周波数の $1/4$ 波長に相当する寸法を有し、前記複数の導波管構造のそれぞれの幅および長さは、前記周波数帯域で TE10 モードの高周波のみを伝搬可能とする寸法を有している。

[0009] また、本発明にかかる上記高周波モジュールの一構成例は、前記上面のうち前記対象電磁波が伝搬する第1の方向と直交する第2の方向に沿って、前記 $1/4$ 波長より小さな間隔で一列に装荷されている。

[0010] また、本発明にかかる上記高周波モジュールの一構成例は、前記複数の導波管構造が、前記上面のうち前記対象電磁波が伝搬する第1の方向および前記第1の方向と直交する第2の方向に沿って、前記 $1/4$ 波長より小さな間隔でアレイ状に装荷されている。

[0011] また、本発明にかかる上記高周波モジュールの一構成例は、前記複数の導波管構造が、前記第2の方向に沿って並ぶ導波管構造ごとに、それぞれ個別のカットオフ周波数の $1/4$ 波長に相当する高さを有している。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、ポート間を伝搬する電磁波が各導波管構造を伝搬する電磁波と打ち消しあうことになる。このため、電波吸収体を用いることなく、内部を伝搬する不要な電磁波を遮断することが可能となる。したがって、高周波モジュールの製造における、作業負担や作業コストの増大を抑制することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、不要モードの計算モデルを示す説明図である。

[図2]図2は、図1の不要モードの伝搬特性を示すグラフである。

[図3]図3は、 $1/4$ 波長導波管を装荷した高周波モジュールの構造例を示す説明図である。

[図4]図4は、図3のポート間における電磁波の通過特性である。

[図5]図5は、複数のシングルモード $1/4$ 波長導波管を装荷したモジュールの構造例を示す説明図である。

[図6]図 6 は、第 1 の実施の形態にかかる高周波モジュールの斜視図である。

[図7]図 7 は、第 1 の実施の形態にかかる高周波モジュールの上面図である。

[図8]図 8 は、第 1 の実施の形態にかかる高周波モジュールの側面図である。

[図9]図 9 は、第 1 の実施の形態にかかる高周波モジュールの通過特性を示すグラフである。

[図10]図 10 は、第 2 の実施の形態にかかる高周波モジュールの上面図である。

[図11]図 11 は、第 2 の実施の形態にかかる高周波モジュールの側面図である。

[図12]図 12 は、第 2 の実施の形態にかかる高周波モジュールの通過特性を示すグラフである。

[図13]図 13 は、第 3 の実施の形態にかかる高周波モジュールの側面図である。

[図14]図 14 は、第 3 の実施の形態にかかる高周波モジュールの通過特性を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] [発明の原理]

まず、本発明の原理を説明する。図 1 は、不要モードの計算モデルを示す説明図である。高周波モジュールの金属ケース M 内での漏洩モードの伝搬を説明するために、図 1 に示すような、不要モード（主要伝送モード）の計算モデルとして金属ケース M の内部空間 S を考える。この内部空間 S には、金属ケース M の底面 B に高周波モジュール（図示せず）が実装され、金属ケース M の外側はすべて完全導体で囲われているものとする。なお、実際の高周波モジュールにおいては、金属ケース M の壁面は完全導体ではないため、本計算モデルでは、実用よりも漏洩モードが伝搬しやすい厳しい条件になっている。したがって、本計算モデルで漏洩モードが遮断できれば実用上十分である。

[0015] 図 2 は、図 1 の不要モードの伝搬特性を示すグラフである。図 1 の内部空

間Sのうち対向する一対の側面に位置するポートP 1からポートP 2へ伝搬するモードの伝搬特性は、図2に示すように、TE 1 0, TE 2 0, TE 3 0のいずれのモードについても、ほとんど損失なく通過する。実際に伝搬するモードは、これら3つだけではなく、電磁波の波長と金属ケースMの内部構造で決定される、より多くのモードが伝搬すると考えられる。なお、内部空間Sの大きさは、幅 $W=2000\text{ }\mu\text{m}$ 、長さ $L=4000\text{ }\mu\text{m}$ 、高さ $H=150\text{ }\mu\text{m}$ とした。

[0016] 図3は、1/4波長導波管を装荷した高周波モジュールの構造例を示す説明図である。図2に示した漏洩モードを遮断するような金属ケースMの内部構造を考える。図3の構造例は、金属ケースMの上面Uにスタブ導波管からなる1/4波長導波管Aを装荷したものである。この構造は、チョーク構造として、導波管フランジ同士の接続部における電磁波の漏洩を遮断する手法に用いられる手法を応用したものである。

図3のように、1/4波長導波管A側に伝搬し、反射して戻ってきた電磁波WSは、ポートP 1からポートP 2へと伝搬する電磁波WPとの位相差が180度になる。このため、図3の×印の部分では電磁波WSと電磁波WPとが打ち消しあい、結果として、ポートP 1からポートP 2へと伝搬する電磁波WPを遮断する効果が得られると考えられる。

[0017] しかしながら、チョークフランジ等で一般に用いられるこのような手法では、良好な遮断効果を得ることができない。図4は、図3のポート間における電磁波の通過特性である。図4には、ポートP 1からポートP 2への電磁波（ポートP 1への入力はTE 1 0モードのみとした）の通過特性が示されている。遮断効果（S 2 1の減少量）としては、図2と比較すると、最大でも4 dB程度しか得られていないことがわかる。通常の1/4波長線路による遮断では、電磁波の位相差が180度になる周波数で信号が打ち消しあうため、理想的には完全に漏洩が遮断されるはずであるから、図3の遮断効果が小さいことがわかる。

[0018] また、図4からは、遮断用の1/4波長導波管Aの長さ H_{ABS} を20

0 μm または 600 μm と大きく変化させても、通過特性には明瞭な遮断ピークは現れていないことがわかる。これらは、図3の1/4波長導波管Aがシングルモード導波管ではないことに起因する。

このことについてより詳細に説明する。ポートP1への入力がTE10モードのみであっても、1/4波長導波管Aと接続部とのインピーダンス不連続において、TE20, TE30, …等のマルチモードが励振される。ここで、各モードの伝搬定数は、一般には異なる値をとることに留意すれば、1/4波長導波管Aが、例えばTE10モードに対して1/4波長の長さに設定されていたとしても、他のモードに対しては1/4波長とならない。そのようなモードに対しては、図3の×印の部分における電磁波の打ち消し効果を期待できない。したがって、図3の構造では、大きな遮断効果を得ることができないのである。

[0019] そこで、本発明では、図3の1/4波長導波管Aを小さい1/4波長導波管ASに分割し、これら1/4波長導波管ASのそれぞれはシングルモード（TE10モード）しか伝搬できないような構成とする構造を提案する。図5は、複数のシングルモード1/4波長導波管を装荷したモジュールの構造例を示す説明図である。

一般に、導波管は、そのサイズを制限することによって、伝搬するモード数を制限することができる。図5の例では、1/4波長導波管ASの幅および長さを制限することによって、シングルモード化を図っている。各1/4波長導波管ASの幅および長さは、TE10モードにおいて1/4波長となるように設定されている。

[0020] すなわち、各1/4波長導波管ASの高さは、遮断対象となる対象電磁波の周波数帯域を示すカットオフ周波数の1/4波長に相当する寸法を有しており、各1/4波長導波管ASの幅および長さは、対象電磁波の周波数帯域でTE10モードの高周波のみを伝搬可能とする寸法を有している。

このような構造をとることによって、ポートP1からポートP2へと伝搬する電磁波は、各1/4波長導波管ASを伝搬する電磁波と、図5の×印部

分で完全に打ち消しあうことになり、大きな遮断効果を得ることができる。

[0021] 次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

[第1の実施の形態]

まず、図6～図8を参照して、本発明の第1の実施の形態にかかる高周波モジュール10について説明する。図6は、第1の実施の形態にかかる高周波モジュールの斜視図である。図7は、第1の実施の形態にかかる高周波モジュールの上面図である。図8は、第1の実施の形態にかかる高周波モジュールの側面図である。

この高周波モジュール10は、金属ケースの内側に高周波回路を収納するモジュールである。本実施の形態では、発明の原理で説明した構造の具体例について説明する。

[0022] 図6～図8に示すように、本実施の形態にかかる高周波モジュール10は、中空の矩形箱体からなり、内側空間に高周波回路を収納する金属ケース11と、金属ケース11のうち高周波回路が実装される底面11B（高周波回路の金属パターンが形成された高周波回路表面）と対向する上面11Uに装荷された、図5の1/4波長導波管ASからなる複数の導波管構造12とを備えている。

[0023] 本実施の形態において、これら導波管構造12のそれぞれの高さ H_{ABS} は、遮断対象とする対象電磁波の周波数帯域を示すカットオフ周波数 f_o の1/4波長に相当する寸法を有している。また、これら導波管構造12のそれぞれの幅 W_{ABS} および長さ L_{ABS} は、対象電磁波の周波数帯域でTE10モードの高周波のみを伝搬可能とする寸法を有している。

また、これら導波管構造12は、金属ケース11の側面のうち、一对の側面11F，11Rに位置する一对のポートP1，P2が対向する第1の方向Xと直交する第2の方向Yに沿って、カットオフ周波数 f_o の1/4波長より小さな間隔で一行に配置されている。

[0024] 以下では、複数の導波管構造12が第2の方向Yに沿って一行に配置された構造を遮断構造13という。図6～図8には、遮断構造13が3つの導波

管構造 1 2 からなる例が示されているが、導波管構造 1 2 の配置数は 3 つに限定されるものではなく、配置数は 2 以上であればよい。実際の配置数は、高周波モジュール 1 0 の第 2 の方向 Y に沿った幅 W と導波管構造 1 2 のサイズや間隔に基づいて決定される。

[0025] 導波管構造 1 2 の高さ H_{ABS} は、前述のように、カットオフ周波数 f_o の $1/4$ 波長になるように設定される。これにより、導波管構造 1 2 はシングルモード $1/4$ 波長導波管となる。また、導波管構造 1 2 の第 2 の方向 Y に沿った幅 W_{ABS} と、第 1 の方向 X に沿った長さ L_{ABS} は、カットオフ周波数 f_o を決定するパラメータとなる。例えば、300 GHz 帯の漏洩電磁波を遮断したい場合には、300 GHz 帯で、導波管構造 1 2 が TE₁₀ モードのみを伝搬するように W_{ABS} および L_{ABS} を定めればよい。ここでは、このようなパラメータの一例として、 $W_{ABS} = 630 \mu\text{m}$ 、 $L_{ABS} = 430 \mu\text{m}$ を選択した。カットオフ周波数 f_o の $1/4$ 波長と W_{ABS} および L_{ABS} との関係については、一般的な公知の計算手法に基づき特定すればよい。

[0026] 導波管構造 1 2 同士の第 2 の方向 Y に沿った間隔 G_{ABS} については、小さければ小さいほど、ポート P 1 からポート P 2 へと伝搬する対象電磁波を取りこぼしなく導波管構造 1 2 へと結合させることができるため、大きな遮断効果を得ることができる。この際、導波管構造 1 2 間の間隔での共振を生じさせないように、 G_{ABS} はカットオフ周波数 f_o の $1/4$ 波長よりも小さい値であることが望ましい。そのため、 G_{ABS} は、金属ケース 1 1 を加工する際の、加工精度の最小寸法（一般には 50 – 100 μm 程度）を選択すればよい。ここでは、 $G_{ABS} = 50 \mu\text{m}$ とした。

[0027] 図 9 は、第 1 の実施の形態にかかる高周波モジュールの通過特性を示すグラフであり、ポート P 1 からポート P 2 へと伝搬する電磁波の通過特性が示されている。導波管構造 1 2 の高さ $H_{ABS} = 600 \mu\text{m}$ のときに、302 GHz において遮断量 35 dB という、非常に大きな遮断効果が得られていることがわかる。また、導波管構造 1 2 の長さ L_{ABS} を調節すること

によって、大きな遮断効果の得られる周波数帯を変更することができることもわかる。前述した図4の一般的なチョーク構造を用いる場合と比較して、非常に大きな減衰量が得られていることから、本実施の形態の有効性が確認できる。

[0028] また、発明の原理で述べたように、本発明では電波吸収体を必要とせず、金属ケース11の壁面を加工して形状を変更するだけで、導波管構造12を装荷することができる。したがって、高周波モジュールの製造における、作業負担や作業コストの増大を抑制することが可能となる。

[0029] [第2の実施の形態]

次に、図10および図11を参照して、本発明の第2の実施の形態にかかる高周波モジュール10について説明する。図10は、第2の実施の形態にかかる高周波モジュールの上面図である。図11は、第2の実施の形態にかかる高周波モジュールの側面図である。

本実施の形態では、第1の実施の形態で述べた遮断構造13を、第1の方向Xに多段配置した構成について説明する。

[0030] 導波管構造12を用いれば180度の位相差をもって電磁波を重ね合わせることができるため、理想的には無限大の減衰量を得ることが可能となる。しかし、第1の実施の形態で述べた通り、有限長の間隔G_{ABS}の隙間により、ポートP1からポートP2へ伝搬する電磁波の一部は1/4波長に結合せず、そのまま漏洩信号となってしまう。そのため、無限大の減衰量を得ることはできていない。また、1/4波長となる周波数は厳密には一周波数のみであるから、その周波数から外れた周波数では、あまり大きな減衰量は得られず、図6～図8の構造では図9に示すように狭帯域な減衰特性しか得られなかった。

[0031] そこで、本実施の形態では、図6～図8の遮断構造13を、電磁波伝搬方向すなわち第1の方向Xに対して多段配置することで、より大きな減衰量と大きな減衰帯域を得る構造を提案する。

このような遮断構造13の多段化によって、図9の減衰特性を多段回数掛

け合わせたような特性が得られ、減衰量が大きくなる。また、図9の減衰ピーク周辺の、中程度の減衰量の箇所も、多段化で特性が掛け合わされることによって、その減衰量は大きくなり、結果として大きな減衰量が得られる帯域も広がる。

[0032] 図10および図11に示すように、本実施の形態にかかる高周波モジュール10は、中空の矩形箱体からなり、内側空間に高周波回路を収納する金属ケース11と、金属ケース11の側面のうち、第1の方向Xに沿って対向する側面11F、11Rのそれぞれに設けられた、高周波入出力用の1対のポートP1、P2と、金属ケース11のうち高周波回路が実装される底面11Bと対向する上面11Uに装荷された、スタブ導波管からなる複数の導波管構造12とを備えている。

[0033] 第1の実施の形態と同様に、これら導波管構造12のそれぞれの高さ H_{ABS} は、遮断対象とする対象電磁波の周波数帯域を示すカットオフ周波数 f_o の $1/4$ 波長に相当する寸法を有している。また、これら導波管構造12のそれぞれの幅 W_{ABS} および長さ L_{ABS} は、対象電磁波の周波数帯域でTE10モードの高周波のみを伝搬可能とする寸法を有している。これに加えて、各導波管構造12は、第1の方向Xおよび第2の方向Yに沿って、TE10モードの高周波の $1/4$ 波長より小さな間隔でアレイ状に装荷されている。

[0034] 図10および図11には、遮断構造13が3つの導波管構造12からなる例が示されているが、第2の方向Yに沿った導波管構造12の配置数は3つに限定されるものではなく、配置数は2以上であればよい。実際の配置数は、高周波モジュール10の第2の方向Yに沿った幅Wと導波管構造12のサイズや間隔に基づいて決定される。また、第1の方向Xに沿った遮断構造13の段数は、重ね合わせる電磁波の数で決定される。

[0035] 図10および図11では、各々の導波管構造12のサイズは図6～図8と同じものを採用した。各導波管構造12の高さ H_{ABS} については、300GHz付近で大きな減衰量の得られる600 μ mを共通で選択した。また

、多段化する際の導波管同士の間隔 $G-ABS$ は、第1の実施の形態と同じ理由で、できるだけ小さい方がよい。そこで、第1の実施の形態同様に、金属ケース加工の最小寸法（一般には $50-100\mu\text{m}$ 程度）を選択すればよい。ここでは、 $G-ABS=50\mu\text{m}$ とした。また、段数は5段とした。

[0036] 図12は、第2の実施の形態にかかる高周波モジュールの通過特性を示すグラフであり、ポートP1からポートP2へと伝搬する電磁波の通過特性が示されている。300GHzにおいて65dB以上もの非常に大きな減衰量が得られていることがわかる。また、285GHzにおいても40dBという大きな減衰量が得られており、本実施の形態の、減衰量増大効果、帯域増大効果が見て取れる。

[0037] このように非常に大きな減衰量が得られるにもかかわらず、本構造のトータル長（伝搬方向の5段分の長さ）は $2350\mu\text{m}$ と小型である。仮に、40dBの減衰量を電波吸収体で得ようと考えたと、 $20\text{dB}/\text{mm}$ 以上の減衰量を持つような物体を用いる必要がある。ドーフトSiなどの一般の電波吸収体ではここまでの大きな減衰量を得ることは難しいため、本発明の電磁波遮断効果が非常に大きいことがわかる。

[0038] [第3の実施の形態]

次に、図13を参照して、本発明の第3の実施の形態にかかる高周波モジュール10について説明する。図13は、第3の実施の形態にかかる高周波モジュールの側面図である。

本実施の形態では、遮断帯域を広帯域化する手法について述べる。

[0039] 図13に示すように、本実施の形態にかかる高周波モジュール10は、第2の実施の形態と同様に、金属ケース11の上面11Uに、第1の方向Xに沿って遮断構造13を並べて装荷した構成である。図13において、遮断構造体 ST_k ($k=1, 2, \dots, n$) は、第1または第2の実施の形態に係る遮断構造13が1つまたは複数段まとまったものであり、同一遮断構造体 ST_k に属する遮断構造13については、同一の遮断帯域の中心周波数が f_k に設定されている。

[0040] 遮断帯域の中心周波数 f_k は、前述したように、遮断構造 13 を構成する各導波管構造 12 の高さ H_{ABS} で決定される。すなわち、導波管構造 12 の高さが、第 2 の方向 Y に沿って並ぶ導波管構造 12 ごとに、それぞれ個別のカットオフ周波数 f_o の $1/4$ 波長に相当する高さを有している。なお、これら導波管構造 12 のそれぞれの幅 W_{ABS} および長さ L_{ABS} は、第 1 および第 2 の実施の形態と同様に、対象電磁波の周波数帯域で TE 10 モードの高周波のみを伝搬可能とする寸法を有している。

[0041] 図 14 は、第 3 の実施の形態にかかる高周波モジュールの通過特性を示すグラフであり、ポート P1 からポート P2 へと伝搬する電磁波の通過特性が示されている。このような構成をとることにより、ポート P1 からポート P2 に伝搬する電磁波に対して、中心周波数 $f_1, f_2, \dots, f_N$ の遮断帯域が形成される。したがって、図 13 の構成は、全体として、図 14 に示すように、中心周波数 $f_1, f_2, \dots, f_N$ の遮断特性が重ね合わされたような広帯域の遮断特性 ST_x を示す。

[0042] 本実施の形態によって、第 1 および第 2 の実施の形態よりも広帯域な遮断特性が得られるため、例えば、分布増幅器のような広帯域増幅器を実装するための高周波モジュールへの応用や、増幅器の帯域外発振による漏洩電磁波の遮断を行うことができるようになり、非常に汎用性の高い電磁波遮断構造が実現できる。

[0043] [実施の形態の拡張]

以上、実施形態を参照して本発明を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明の構成や詳細には、本発明のスコープ内で当業者が理解しうる様々な変更をすることができる。また、各実施形態については、矛盾しない範囲で任意に組み合わせて実施することができる。

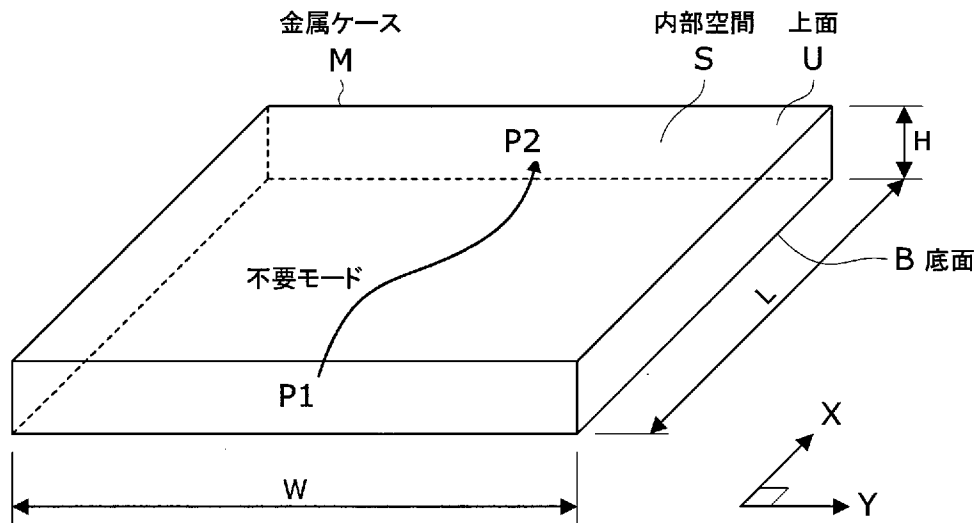
符号の説明

[0044] 10…高周波モジュール、11…金属ケース、11F, 11R…側面、11B…底面、11U…上面、12…導波管構造、13…遮断構造、 ST_k …遮断構造体、P1, P2…ポート。

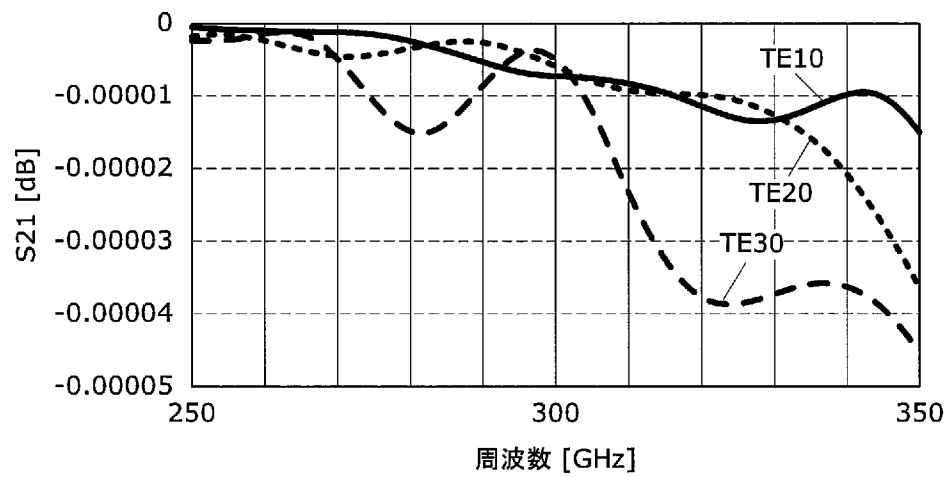
請求の範囲

- [請求項1] 中空の矩形箱体からなり、内側空間に高周波回路を収納する金属ケースと、
- 前記金属ケースのうち前記高周波回路が実装される底面と対向する上面に装荷された複数の導波管構造を備え、
- 前記複数の導波管構造のそれぞれの高さは、遮断対象とする対象電磁波の周波数帯域を示すカットオフ周波数の $1/4$ 波長に相当する寸法を有し、
- 前記複数の導波管構造のそれぞれの幅および長さは、前記周波数帯域で TE_{10} モードの高周波のみを伝搬可能とする寸法を有することを特徴とする高周波モジュール。
- [請求項2] 請求項1に記載の高周波モジュールにおいて、
- 前記複数の導波管構造は、前記上面のうち前記対象電磁波が伝搬する第1の方向と直交する第2の方向に沿って、前記 $1/4$ 波長より小さな間隔で一列に装荷されていることを特徴とする高周波モジュール。
- [請求項3] 請求項1に記載の高周波モジュールにおいて、
- 前記複数の導波管構造は、前記上面のうち前記対象電磁波が伝搬する第1の方向および前記第1の方向と直交する第2の方向に沿って、前記 $1/4$ 波長より小さな間隔でアレイ状に装荷されていることを特徴とする高周波モジュール。
- [請求項4] 請求項3に記載の高周波モジュールにおいて、
- 前記複数の導波管構造は、前記第2の方向に沿って並ぶ導波管構造ごとに、それぞれ個別のカットオフ周波数の $1/4$ 波長に相当する高さを有していることを特徴とする高周波モジュール。

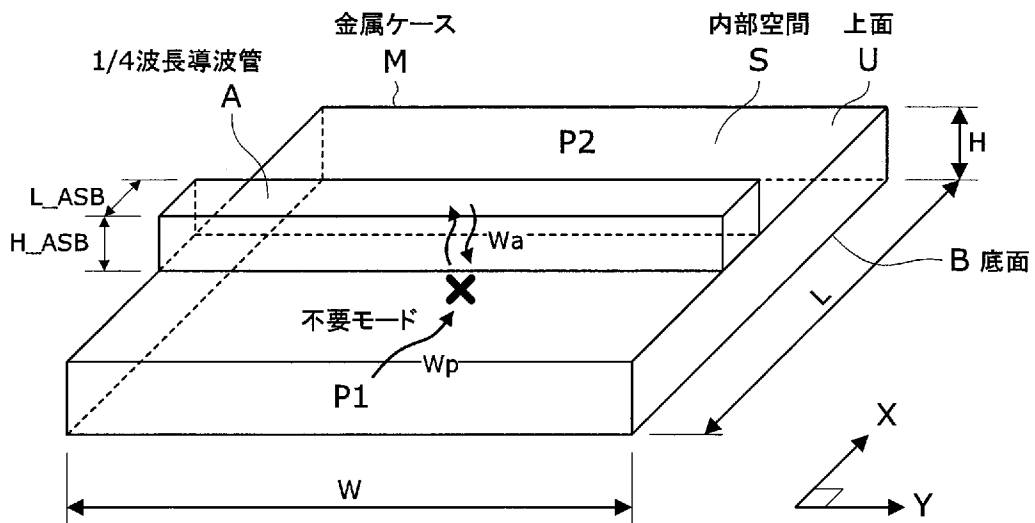
[図1]



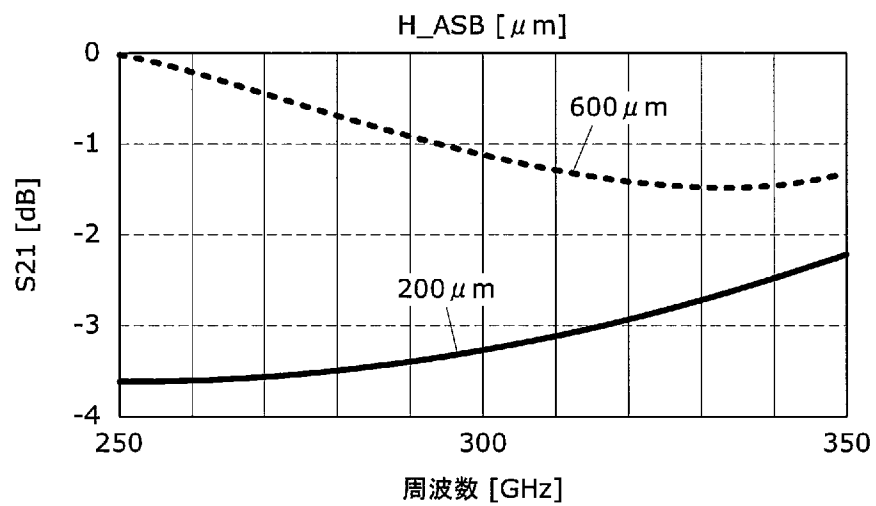
[図2]



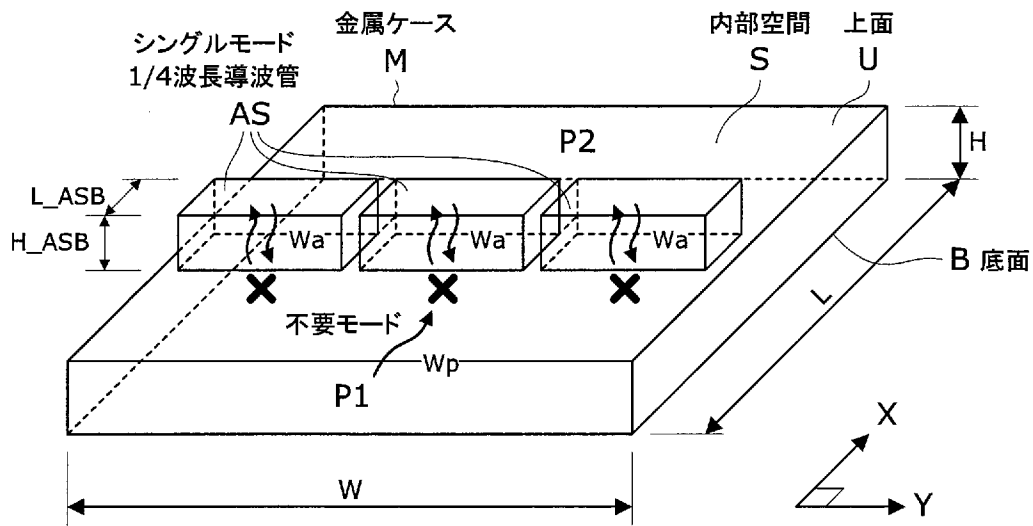
[図3]



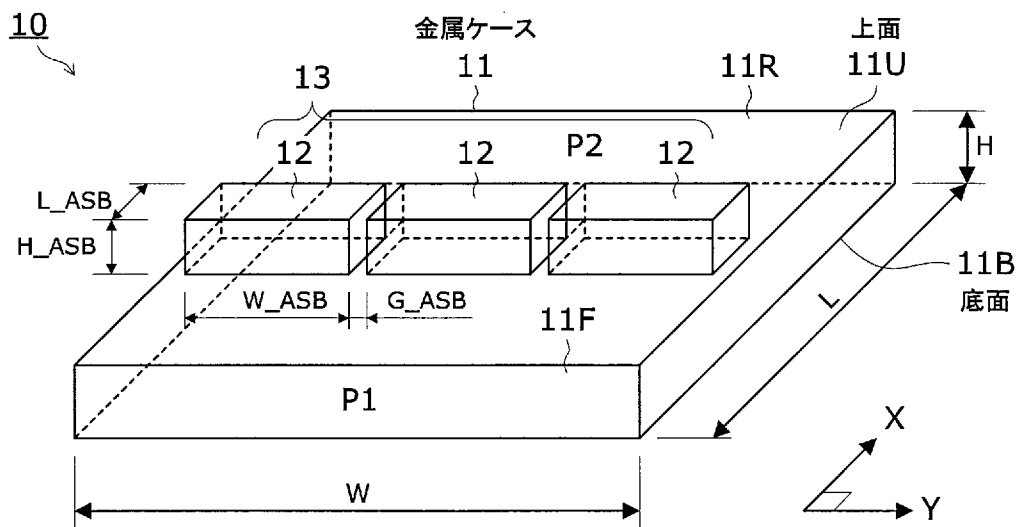
[図4]



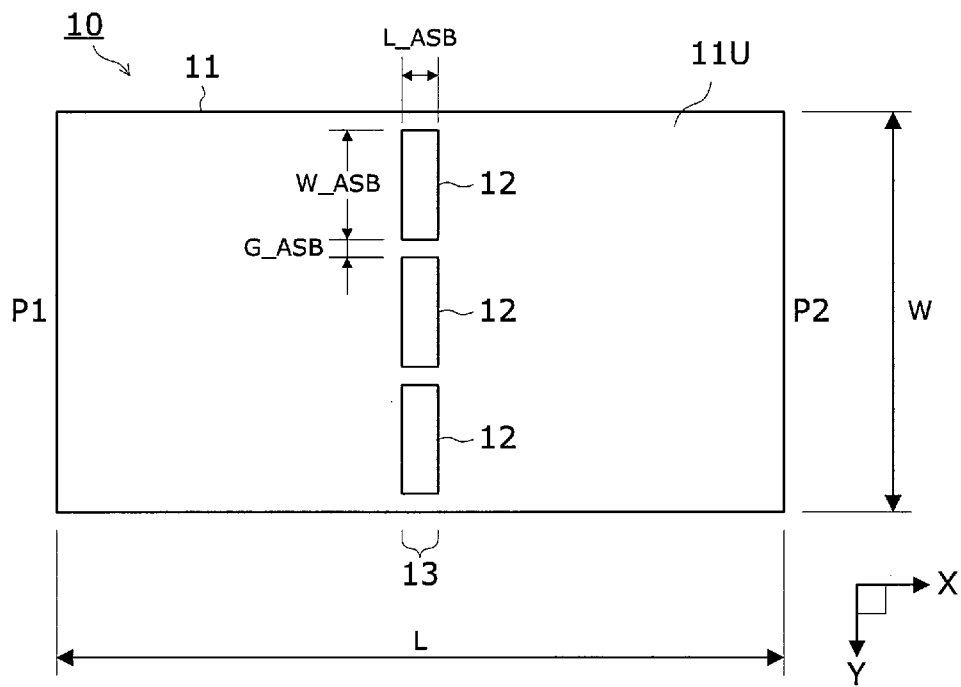
[図5]



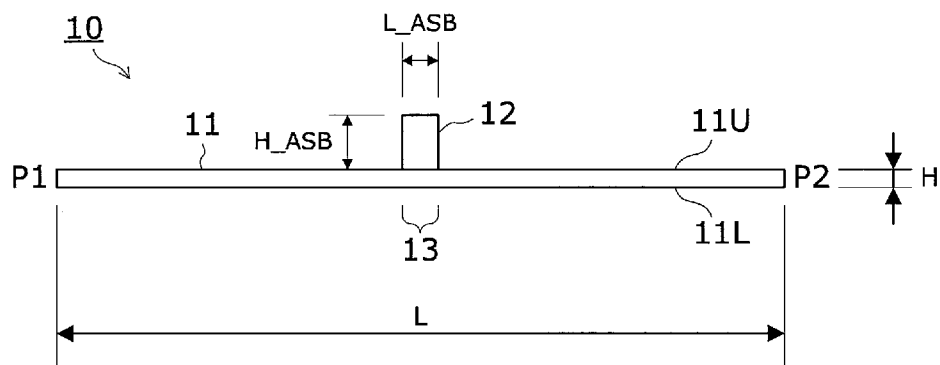
[図6]



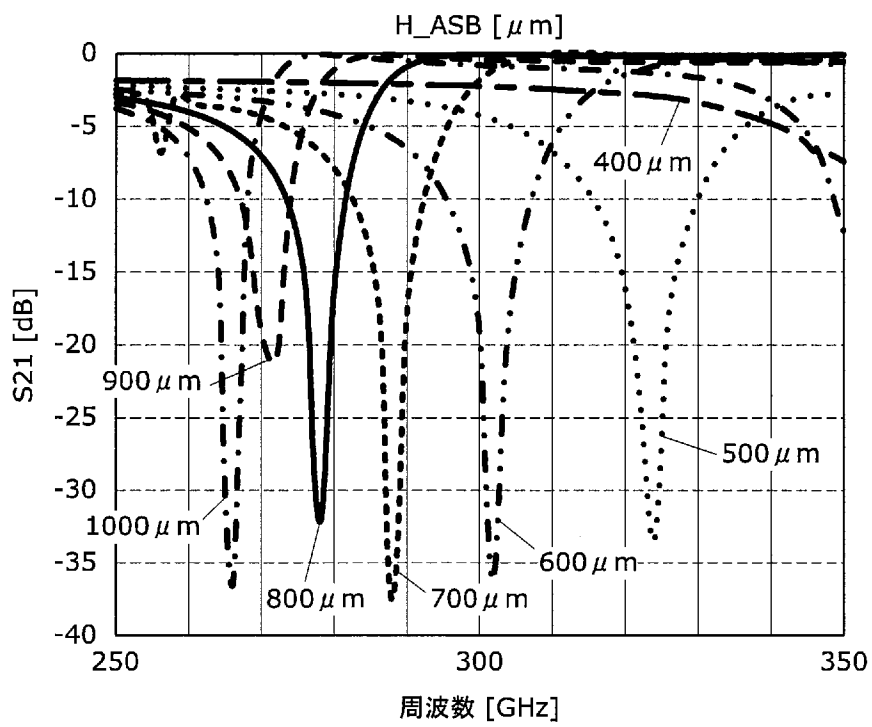
[図7]



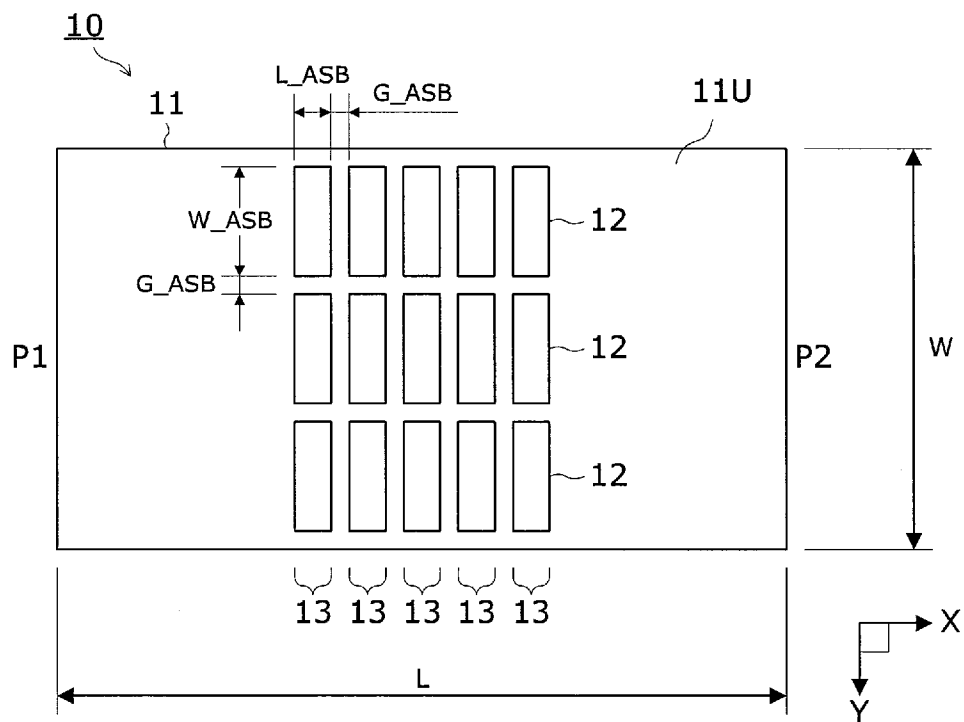
[図8]



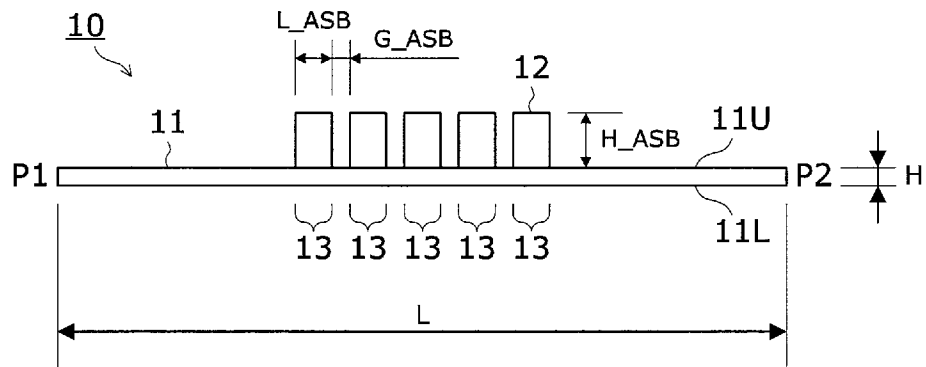
[図9]



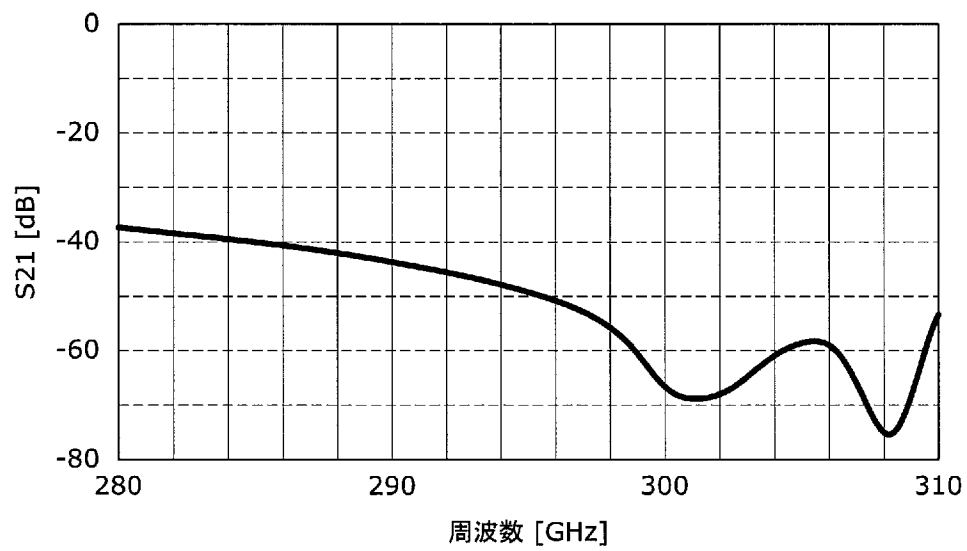
[図10]



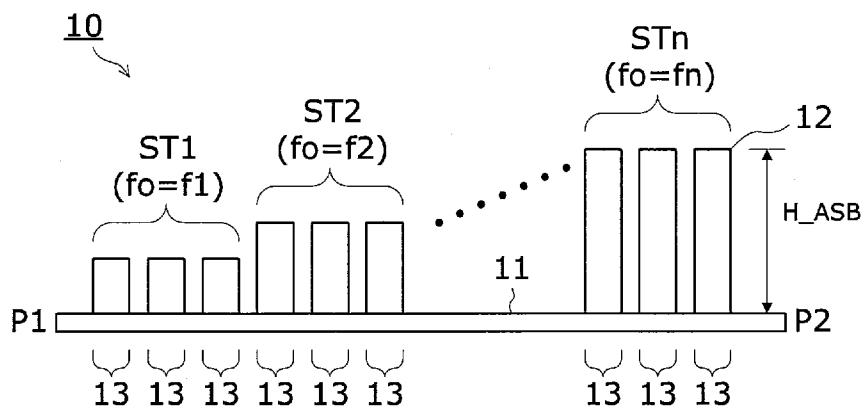
[図11]



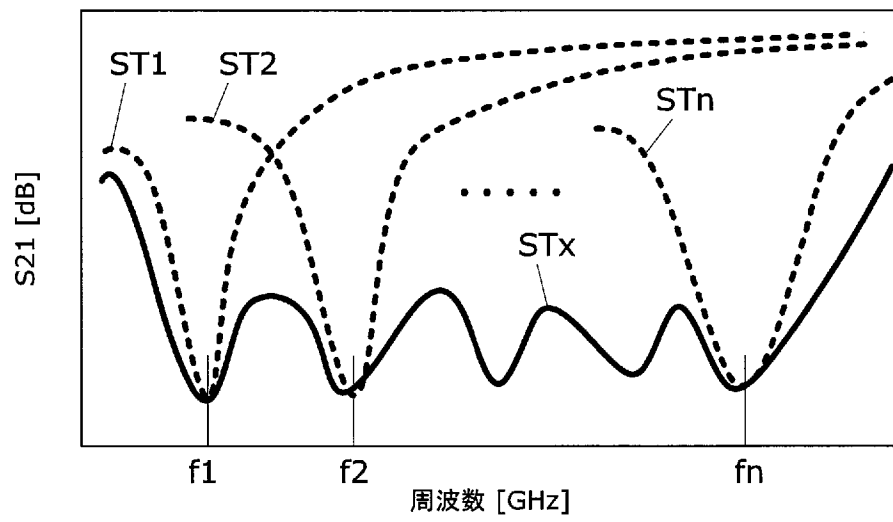
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/046371

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01P1/209(2006.01)i, H05K9/00(2006.01)i, H03F3/60(2006.01)i
FI: H05K9/00M, H01P1/209, H03F3/60

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)

Int.Cl. H01P1/209, H05K9/00, H03F3/60

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.
A	JP 2010-252182 A (FURUNO ELECTRIC CO., LTD.) 04.11.2010 (2010-11-04), entire text, all drawings	1-4
A	JP 2003-258504 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 12.09.2003 (2003-09-12), entire text, all drawings	1-4
A	US 2014/0132153 A1 (KIM et al.) 15.05.2014 (2014-05-15), entire text, all drawings	1-4



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
04.02.2020

Date of mailing of the international search report
18.02.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/046371

JP 2010-252182 A	04.11.2010	(Family: none)
JP 2003-258504 A	12.09.2003	US 2004/0041668 A1 entire text, all drawings
US 2014/0132153 A1	15.05.2014	EP 2731125 A2 entire text, all drawings

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01P 1/209(2006.01)i; H05K 9/00(2006.01)i; H03F 3/60(2006.01)i FI: H05K9/00 M; H01P1/209; H03F3/60														
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）） H01P1/209; H05K9/00; H03F3/60														
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			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				
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												
A	JP 2010-252182 A（古野電気株式会社）04.11.2010（2010 - 11 - 04） 全文，全図	1-4												
A	JP 2003-258504 A（株式会社村田製作所）12.09.2003（2003 - 09 - 12） 全文，全図	1-4												
A	US 2014/0132153 A1（KIM et al.）15.05.2014（2014 - 05 - 15） 全文，全図	1-4												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 04.02.2020	国際調査報告の発送日 18.02.2020													
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） 新田 亮 5K 3857 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/JP2019/046371

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2010-252182	A	04.11.2010	(ファミリーなし)	
JP	2003-258504	A	12.09.2003	US 2004/0041668 A1	
				全文, 全図	
US	2014/0132153	A1	15.05.2014	EP 2731125 A2	
				全文, 全図	