



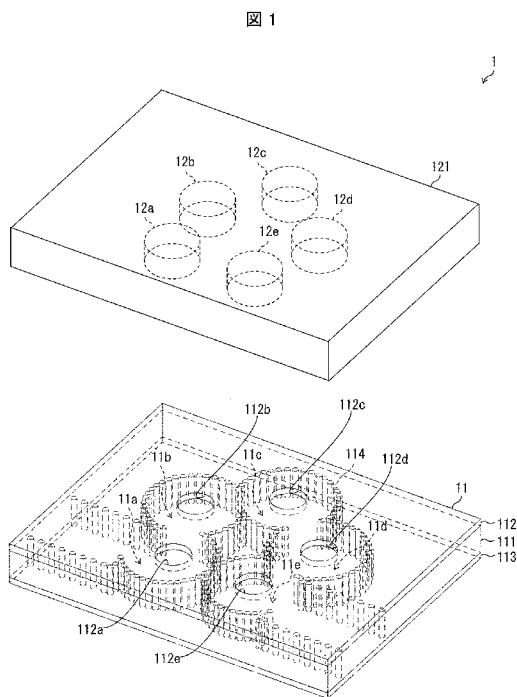
- (51) 国際特許分類:
H01P 1/208 (2006.01) H01P 3/12 (2006.01)
H01P 1/209 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/009551
- (22) 国際出願日: 2020年3月6日(06.03.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-047552 2019年3月14日(14.03.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社フジクラ (FUJIKURA LTD.)
[JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場 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 1 4 4 0 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 H A R A K E N Z
O W O R L D P A T E N T & T

R A D E M A R K (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, 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,

(54) Title: FILTER AND METHOD FOR MANUFACTURING FILTER

(54) 発明の名称: フィルタ、及び、フィルタの製造方法



(57) Abstract: The present invention achieves a filter with which the center frequency of a passband can be easily adjusted. The filter (1) is provided with: a post wall waveguide (11) that functions as a plurality of electromagnetically coupled resonators (11a-11e); and cavities (12a-12e) layered on the post wall waveguide (11). The cavities (12a-12e) are electromagnetically coupled to the resonators (11a-11e) via coupling windows (112a-112e) formed in a wide wall (first wide wall 112) of the post wall waveguide (11).

(57) 要約: 通過帯域の中心周波数を容易に調整することが可能なフィルタを実現する。フィルタ (1) は、電磁的に結合された複数の共振器 (11a~11e) として機能するポスト壁導波路 (11) と、ポスト壁導波路 (11) に積層されたキャビティ (12a~12e) を備えている。キャビティ (12a~12e) は、ポスト壁導波路 (11) の広壁 (第1広壁 112) に形成された結合窓 (112a~112e) を介して共振器 (11a~11e) と電磁的に結合されている。

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)）

明 細 書

発明の名称：フィルタ、及び、フィルタの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ポスト壁導波路を用いたフィルタに関する。また、そのようなフィルタの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 電磁的に結合された複数の共振器は、特定の周波数帯域（以下、「通過帯域」とも記載する）の電磁波を選択的に通過させるバンドパスフィルタとして機能することが知られている。

[0003] 例えば、特許文献1には、導波管の内部に複数の共振器を形成することによって実現されたバンドパスフィルタが記載されている。特許文献1に記載のバンドパスフィルタでは、共振器にネジが挿し込まれており、このネジの挿し込み量を変更することによって、通過帯域の中心周波数を調整できるようになっている。

[0004] また、導波管に代わる導波路として、ポスト壁導波路が知られている。ポスト壁導波路は、誘電体基板と、誘電体基板の2つの主面の各々を覆う広壁と、誘電体基板の内部に形成されたポスト壁と、により構成され、広壁とポスト壁とに囲まれた領域を電磁波が伝播する導波路である。ポスト壁導波路には、導波管と比べて、軽量化、低背化、低コスト化が容易であるという利点がある。非特許文献1には、ポスト壁導波路の内部に複数の共振器を形成することによって実現されたバンドパスフィルタが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開平8－162805号」

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Yusuke Uemichi, et. al, Compact and Low-Loss Bandpass Filter Realized in Silica-Based Post-Wall Waveguide for 60-GHz applicat

ions, IEEE MTT-S IMS, May 2015.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、ポスト壁導波路を用いたフィルタには、通過帯域の中心周波数を調整することが困難であるという問題があった。例えば、ポスト壁導波路を用いたフィルタに、特許文献 1 に記載の技術を適用して通過帯域の中心周波数を調整することはできない。なぜなら、ポスト壁導波路にネジを挿し込むと、誘電体基板（例えば、石英ガラスにより構成される）が破損するリスクが高いからである。

[0008] 本発明の一態様は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、ポスト壁導波路を用いたフィルタであって、通過帯域の中心周波数の調整が容易なフィルタを実現することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一態様に係るフィルタにおいては、電磁氣的に結合された複数の共振器からなる共振器群として機能するポスト壁導波路と、前記ポスト壁導波路に積層された少なくとも 1 つのキャビティと、を備え、前記キャビティは、前記ポスト壁導波路の広壁に形成された結合窓を介して、前記共振器群に属する何れかの共振器と電磁氣的に結合されているという構成が採用されている。

発明の効果

[0010] 本発明の一態様によれば、通過帯域の中心周波数の調整が容易なフィルタを実現することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の第 1 の実施形態に係るフィルタの構成を示す分解斜視図である。

[図2]図 1 に示すフィルタの部分断面図である。

[図3]図 1 に示すフィルタが備えるポスト壁導波路の平面図である。

[図4]図1に示すフィルタの透過係数 $S(2, 1)$ 及び反射特性 $(1, 1)$ の周波数特性を示すグラフである。(a)では、各キャビティの高さを $25\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ 、 $300\mu\text{m}$ としている。(b)では、各キャビティの高さを $100\mu\text{m}$ 、 $300\mu\text{m}$ 、 $600\mu\text{m}$ としている。

[図5]図1に示すフィルタ内の電界分布を示すグラフである。(a)は、キャビティの高さがキャビティの半径よりも小さい場合を示し、(b)は、キャビティの高さがキャビティの半径と等しい場合を示し、(c)は、キャビティの高さがキャビティの半径よりも大きい場合を示す。

[図6]本発明の第2の実施形態に係るフィルタの構成を示す分解斜視図である。

[図7]図6に示すフィルタの部分断面図である。

[図8](a)は、図6に示すフィルタの透過係数を示すグラフであり、(b)は、図6に示すフィルタの反射係数を示すグラフである。ここでは、各キャビティの半径を $50\mu\text{m}$ ステップで $200\mu\text{m}$ から $600\mu\text{m}$ まで変化させている。

[図9]図6に示すフィルタのキャビティ内の電界分布を示すグラフである。

[図10](a)は、図1に示すフィルタから、キャビティを省略したフィルタ(比較例)の透過係数 $S(2, 1)$ の周波数特性を示すグラフである。(b)は、図1に示すフィルタ(実施例)の透過係数 $S(2, 1)$ の周波数特性を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0012] 〔第1の実施形態〕

(フィルタの構造)

本発明の第1の実施形態に係るフィルタ1の構造について、図1及び図2を参照して説明する。図1は、フィルタ1の分解斜視図であり、図2は、フィルタ1の部分断面図である。

[0013] フィルタ1は、電磁氣的に結合された複数の共振器11a～11eとして機能するポスト壁導波路11と、ポスト壁導波路11に積層された、共振器

11a～11eと同数のキャビティ12a～12eと、を備えている。

[0014] ポスト壁導波路11は、誘電体基板111と、誘電体基板111の第1主面（図1及び図2における上面）に形成された第1広壁112と、誘電体基板111の第2主面（図1及び図2における下面）に形成された第2広壁113と、誘電体基板111の内部に形成されたポスト壁114と、により構成されている。

[0015] 誘電体基板111は、誘電体材料により構成された板状部材である。本実施形態においては、誘電体基板111を構成する誘電体材料として、石英ガラスを用いている。この場合、誘電体基板111の厚みは、例えば、500 μm とすることができる。

[0016] 第1広壁112及び第2広壁113は、導体材料により構成された層状（又は膜状）部材である。本実施形態においては、第1広壁112及び第2広壁113を構成する導体材料として、銅を用いている。

[0017] ポスト壁114は、第1広壁112と第2広壁113とを短絡する、柵状に並んだ導体ポストの集合である。ポスト壁114を構成する導体ポストの間隔は、ポスト壁導波路11に入力される電磁波の波長と比べて十分に短く、ポスト壁114は、この電磁波に対して導体壁として機能する。導体ポストの直径は、例えば、100 μm とすることができ、導体ポストの間隔は、例えば、200 μm とすることができる。本実施形態において、ポスト壁114を構成する各導体ポストは、誘電体基板111を貫通する貫通孔の内壁に導体層を形成する、或いは、この貫通孔に導体を充填することによって実現されている。ポスト壁114の配置パターンは、第1広壁112、第2広壁113、及びポスト壁114により囲まれた領域が、電磁氣的に結合した複数の共振器11a～11eとして機能するように定められている。ポスト壁114の配置パターンについては、参照する図面を代えて後述する。

[0018] ポスト壁導波路11の第1広壁112には、共振器11a～11eと同数の結合窓112a～112eが形成されている。各共振器11x（x=a, b, c, d, e）は、対応する結合窓112xを介して、対応するキャビティ

ィ 1 2 x と電磁氣的に結合している。共振器 1 1 x とキャビティ 1 2 x との結合効率を高めるべく、各結合窓 1 1 2 x は、第 1 広壁 1 1 2 を平面視したときに、対応する共振器 1 1 x の中心と重なるように形成されている。本実施形態において、各共振器 1 1 x は、第 1 広壁 1 1 2 に直交する方向を高さ方向とする円柱状であり、各結合窓 1 1 2 x は、円形状である。各共振器 1 1 x の断面（誘電体基板 1 1 1 の主面と平行な断面）の半径 $R 1 x$ （以下、共振器 1 1 x の半径 $R 1 x$ と略記する）と対応する結合窓 1 1 2 x の半径 $R 2 x$ との間には、 $R 2 x < R 1 x$ という関係がある。

[0019] 各キャビティ 1 2 x は、導体で囲まれた空間である。本実施形態において、各キャビティ 1 2 x は、板状部材 1 2 1 と、広壁 1 2 2 x と、狭壁 1 2 3 x と、により実現されている。

[0020] 板状部材 1 2 1 は、任意の材料（金属などの導体材料であってもよいし、樹脂などの誘電体材料であってもよい）により構成された板状部材である。板状部材 1 2 1 の第 2 主面（図 1 及び図 2 における下面）には、凹部 1 2 1 x が形成されている。凹部 1 2 1 x の深さ（キャビティ 1 2 x の高さ）と広壁 1 2 2 x の厚みとの和に相当）は、後述するように、フィルタ 1 の通過帯域の中心周波数が所望の値になるように調整されている。

[0021] 広壁 1 2 2 x 及び狭壁 1 2 3 x は、それぞれ、導体材料により構成された層状（又は膜状）部材である。広壁 1 2 2 x は、凹部 1 2 1 x の底面に形成され、狭壁 1 2 3 x は、凹部 1 2 1 x の側面に形成される。本実施形態においては、広壁 1 2 2 x 及び狭壁 1 2 3 x を構成する導体材料として、銅を用いている。広壁 1 2 2 x 及び狭壁 1 2 3 x は、単一の導体層により実現されていてもよい。また、凹部 1 2 1 x の内外を問わず、板状部材 1 2 1 の第 2 主面全体に導体層を形成することにより、広壁 1 2 2 x 及び狭壁 1 2 3 x を実現してもよい。これにより各キャビティ 1 2 x を容易に製造することができる。また、板状部材 1 2 1 が導体材料により構成されている場合には、板状部材 1 2 1 の凹部 1 2 1 x の底面が広壁 1 2 2 x として機能し、板状部材 1 2 1 の凹部 1 2 1 x の側面が狭壁 1 2 3 x として機能する。

[0022] 板状部材 1 2 1 は、第 2 主面側がポスト壁導波路 1 1 の第 1 広壁 1 1 2 に当接するように、且つ、凹部 1 2 1 x が結合窓 1 1 2 x を介して共振器 1 1 x と連通するように、ポスト壁導波路 1 1 に積層される。これにより、広壁 1 2 2 x 及び狭壁 1 2 3 x に囲まれ、空気等の誘電体で満たされた凹部 1 2 1 x が、キャビティ 1 2 x として機能する。このキャビティ 1 2 x は、対応する結合窓 1 1 2 x を介して対応する共振器 1 1 x と電磁氣的に結合している。本実施形態において、各キャビティ 1 2 x は、第 1 広壁 1 1 2 に直交する方向を高さ方向とする円柱状である。各キャビティ 1 2 x の底面の半径 R_{3x} （以下、キャビティ 1 2 x の半径 R_{3x} と略記する）と対応する共振器 1 1 x の半径 R_{1x} との間には、 $R_{3x} < R_{1x}$ という関係があり、各キャビティ 1 2 x の半径 R_{3x} と対応する結合窓 1 1 2 x の半径 R_{2x} との間には、 $R_{2x} < R_{3x}$ という関係がある。

[0023] なお、本実施形態においては、ポスト壁導波路 1 1 の誘電体基板 1 1 1 を構成する誘電体材料として、石英ガラスを用いているが、本発明は、これに限定されない。ポスト壁導波路 1 1 の誘電体基板 1 1 1 を構成する誘電体材料は、石英以外の誘電体材料、例えば、サファイアや、アルミナなどでもよい。

[0024] また、本実施形態においては、ポスト壁導波路 1 1 の第 1 広壁 1 1 2 及び第 2 広壁 1 1 3 を構成する導体材料として、銅を用いているが、本発明は、これに限定されない。ポスト壁導波路 1 1 の第 1 広壁 1 1 2 及び第 2 広壁 1 1 3 を構成する導体材料は、銅以外の導体材料、例えば、アルミニウムや、複数の金属元素により構成された合金などでもよい。

[0025] また、本実施形態においては、各共振器 1 1 x を、円柱状としているが、本発明は、これに限定されない。各共振器 1 1 x は、例えば、断面（誘電体基板 1 1 1 の主面と平行な断面）が正六角形以上の正多角形である角柱状でもよい。

[0026] また、本実施形態においては、各結合窓 1 1 2 x を、円形状としているが、本発明は、これに限定されない。各結合窓 1 1 2 x は、例えば、六角形以

上の正多角形状でもよい。

[0027] また、本実施形態においては、空洞である各キャビティ 1 2 x が空気で満たされているが、本発明は、これに限定されない。各キャビティ 1 2 x は、空気以外の誘電体、例えば、樹脂などで満たされていてもよい。

[0028] また、本実施形態においては、各キャビティ 1 2 x を、円柱状としているが、本発明は、これに限定されない。各キャビティ 1 2 x は、例えば、底面が正六角形以上の正多角形状である角柱状でもよい。

[0029] また、本実施形態においては、各キャビティ 1 2 x の広壁 1 2 2 x 及び狭壁 1 2 3 x を構成する導体材料として、銅を用いているが、本発明は、これに限定されない。各キャビティ 1 2 x の広壁 1 2 2 x 及び狭壁 1 2 3 x を構成する導体材料は、例えば、アルミニウムや、複数の金属元素により構成された合金などでもよい。

[0030] また、本実施形態においては、結合窓 1 1 2 a ~ 1 1 2 e 及びキャビティ 1 2 a ~ 1 2 e を第 1 広壁 1 1 2 側に形成しているが、本発明は、これに限定されない。すなわち、結合窓 1 1 2 a ~ 1 1 2 e 及びキャビティ 1 2 a ~ 1 2 e は、第 2 広壁 1 1 3 側に形成されていてもよいし、第 1 広壁 1 1 2 側と第 2 広壁 1 1 3 側とに分散して形成されていてもよい。一例として、結合窓 1 1 2 a, 1 1 2 c, 1 1 2 e 及びキャビティ 1 2 a, 1 2 c, 1 2 e が第 1 広壁 1 1 2 側に形成され、結合窓 1 1 2 b, 1 1 2 d 及びキャビティ 1 2 b, 1 2 d が第 2 広壁 1 1 3 側に形成されている構成も、本願発明の範疇に含まれる。

[0031] また、本実施形態においては、共振器 1 1 a ~ 1 1 e、結合窓 1 1 2 a ~ 1 1 2 e、及びキャビティ 1 2 a ~ 1 2 e の個数を各 5 個としているが、本発明は、これに限定されない。すなわち、共振器 1 1 a ~ 1 1 e、結合窓 1 1 2 a ~ 1 1 2 e、及びキャビティ 1 2 a ~ 1 2 e の個数は、各 2 個以上の任意の個数であり得る。

[0032] (ポスト壁の配置パターン)

ポスト壁導波路 1 1 におけるポスト壁 1 1 4 の配置パターンについて、図

3を参照して説明する。図3は、ポスト壁導波路11の平面図である。なお、図3においては、ポスト壁114を仮想的な導体壁として点線で図示している。

[0033] ポスト壁114の配置パターンは、第1広壁112、第2広壁113、及びポスト壁114により囲まれた領域が、以下の構成を含むように決められる。

[0034] ・入力導波路11p、
・結合窓A p aを介して入力導波路11pと電磁氣的に結合された共振器11a、
・結合窓A a bを介して共振器11aと電磁氣的に結合された共振器11b、
・結合窓A b cを介して共振器11bと電磁氣的に結合された共振器11c、
・結合窓A c dを介して共振器11cと電磁氣的に結合された共振器11d、
・結合窓A d eを介して共振器11dと電磁氣的に結合された共振器11e、
・結合窓A e qを介して共振器11eと電磁氣的に結合された出力導波路11q、

共振器11a～11eは、円柱状であり、入力導波路11p及び出力導波路11qは、直方体状である。互いに隣接する2つの共振器（例えば、共振器11bと共振器11c）の中心間距離は、これら2つの共振器の半径の和よりも小さい。例えば、互いに隣接する2つの共振器11b、11cの中心間距離 D_{bc} は、 $D_{bc} < R_{1b} + R_{1c}$ を満たす。このため、互いに隣接する2つの共振器が結合窓を介して電磁氣的に結合する。例えば、互いに隣接する2つの共振器11b、11cが結合窓A b cを介して電磁氣的に結合する。

[0035] 互いに隣接する2つの共振器は、これら2つの共振器の中心軸を含む平面

に対して対称である。例えば、互いに隣接する2つの共振器11b, 11cは、これら2つの共振器11b, 11cの中心軸を含む平面Sbc（図3参照）に対して対称である。また、共振器11a～11eからなる共振器群は、第1広壁112に直交する特定の平面S（図3参照）に対して対称である。このような対称性をポスト壁114に持たせ、ポスト壁114の配置パターンを規定する独立なパラメータの数を減らすことによって、フィルタ1の設計を容易にすることができる。

[0036] また、入力導波路11pに結合した共振器11aと出力導波路11qに結合した共振器11eは、互いに隣接するように配置されており、共振器11a～11eは、全体として環状に並べられている。したがって、ポスト壁114が形成される誘電体基板111のサイズを小さくすることができる。これにより、環境温度が変化したときに生じ得る、誘電体基板111の熱膨張又は熱収縮の絶対値を小さくすることができる。このため、環境温度が変化したときに、誘電体基板111の熱膨張又は熱収縮に起因して生じ得る、フィルタ1の特性変化を抑制することができる。

[0037] なお、ここでは、共振器11aに結合された導波路を入力導波路11pとし、共振器11eに結合された導波路を出力導波路11qとしたが、これに限定されない。共振器11aに結合された導波路を出力導波路とし、共振器11eに結合された導波路を入力導波路としてもよい。

[0038] （キャビティの機能）

フィルタ1は、電磁氣的に結合した複数の共振器11a～11eとして機能するポスト壁導波路11を備えている。したがって、フィルタ1は、特定の周波数帯域（以下、「通過帯域」）に属する電磁波を選択的に通過させるバンドパスフィルタとして機能する。キャビティ12a～12eは、この通過帯域の中心周波数を調整するために利用される。

[0039] 以下、フィルタ1の透過特性及び反射特性を電磁界シミュレーションにより調査した結果を説明する。なお、電磁界シミュレーションにおいては、誘電体基板111の材料を石英、誘電体基板111の厚みを520μm、共振

器 1 1 a, 1 1 e の半径 R_{1a} , R_{1e} を $800\ \mu\text{m}$ 、共振器 1 1 b ~ 1 1 d の半径 $R_{1b} \sim R_{1d}$ を $840\ \mu\text{m}$ 、各結合窓 1 1 2 x の半径 R_{2x} を $300\ \mu\text{m}$ 、各キャビティ 1 2 x を満たす誘電体を空気、各キャビティ 1 2 x の半径 R_{3x} を $300\ \mu\text{m}$ と仮定した。

[0040] 図 4 の (a) は、各キャビティ 1 2 x の高さ H_x を一律に $25\ \mu\text{m}$ 、 $50\ \mu\text{m}$ 、 $100\ \mu\text{m}$ 、 $300\ \mu\text{m}$ としたフィルタ 1 の透過係数 $S(2, 1)$ 及び反射係数 $S(1, 1)$ の周波数特性を示すグラフである。

[0041] 図 4 の (a) に示す透過係数 $S(2, 1)$ のグラフによれば、以下のことが確かめられる。

[0042] ・各キャビティ 1 2 x の高さ H_x がキャビティ 1 2 x の半径 R_{3x} 以下の場合、キャビティ 1 2 x の高さ H を高くするほど、通過帯域の中心周波数が高周波側にシフトする。

[0043] 図 4 の (a) に示す反射係数 $S(1, 1)$ のグラフによれば、以下のことが確かめられる。

[0044] ・各キャビティ 1 2 x の高さ H_x がキャビティ 1 2 x の半径 R_{3x} 以下の場合、通過帯域における反射係数 $S(1, 1)$ は、高々 $-15\ \text{dB}$ に抑えられる。

[0045] 図 4 の (b) は、各キャビティ 1 2 x の高さ H_x を一律に $100\ \mu\text{m}$ 、 $300\ \mu\text{m}$ 、 $600\ \mu\text{m}$ としたフィルタ 1 の透過係数 $S(2, 1)$ 及び反射係数 $S(1, 1)$ の周波数特性を示すグラフである。

[0046] 図 4 の (b) に示す透過係数 $S(2, 1)$ のグラフによれば、以下のことが確かめられる。

[0047] ・キャビティ 1 2 x の高さ H_x がキャビティ 1 2 x の半径 R_{3x} 以下の場合、通過帯域の中心周波数がキャビティ 1 2 x の高さ H_x に強く依存する（敏感に反応する）。この場合、キャビティ 1 2 x の高さ H_x を高くするほど、通過帯域の中心周波数が高周波側にシフトする。

[0048] ・キャビティ 1 2 x の高さ H_x がキャビティ 1 2 x の半径 R_{3x} 以上の場合、通過帯域の中心周波数がキャビティ 1 2 x の高さ H_x に強く依存しない

(敏感に反応しない)。この場合、キャビティ 12 x の高さ H_x を高くするほど、通過帯域の中心周波数が低周波側にシフトする。

[0049] 図 4 の (b) に示す反射係数 $S(1, 1)$ のグラフによれば、以下のことが確かめられる。

[0050] ・キャビティ 12 x の高さ H_x が $600\ \mu\text{m}$ 以下の場合、通過帯域における反射係数 $S(1, 1)$ は、高々 $-13\ \text{dB}$ に抑えられる。

[0051] 図 5 の (a) は、キャビティ 12 x の高さ H_x がキャビティ 12 x の半径 R_3 よりも小さいときに得られるフィルタ 1 内の電界分布を示すグラフである。図 5 の (b) は、キャビティ 12 x の高さ H_x がキャビティ 12 x の半径 R_3 と一致するときに得られるフィルタ 1 内の電界分布を示すグラフである。図 5 の (c) は、キャビティ 12 x の高さ H_x がキャビティ 12 x の半径 R_3 よりも大きいときに得られるフィルタ 1 内の電界分布を示すグラフである。

[0052] キャビティ 12 x の高さ H_x がキャビティ 12 x の半径 R_3 よりも小さい場合、図 5 の (a) に示すように、共振器 11 x から漏洩した電界がキャビティ 12 x の広壁 122 x に達している。キャビティ 12 x の高さ H_x がキャビティ 12 x の半径 R_3 よりも小さいときに、通過帯域の中心周波数がキャビティ 12 x の高さ H_x に強く依存する (敏感に反応する) のは、このためであると考えられる。

[0053] キャビティ 12 x の高さ H_x がキャビティ 12 x の半径 R_3 よりも大きい場合、図 5 の (c) に示すように、共振器 11 x から漏洩した電界がキャビティ 12 x の広壁 122 x に達していない。キャビティ 12 x の高さ H_x がキャビティ 12 x の半径 R_3 よりも大きいときに、通過帯域の中心周波数がキャビティ 12 x の高さ H_x に強く依存しない (敏感に反応しない) のは、このためであると考えられる。

[0054] 以上のように、フィルタ 1 においては、通過帯域の中心周波数がキャビティ 12 a ~ 12 e の高さ $H_a \sim H_e$ に応じて決まる。したがって、フィルタ 1 を製造する際に、キャビティ 12 a ~ 12 e の高さ $H_a \sim H_e$ を変化させ

ることで通過帯域の中心周波数を調整する工程を実施すれば、通過帯域の中心周波数が所望の周波数に一致するフィルタ 1 を容易に製造することができる。

[0055] この際、キャビティ 12 x の高さ H_x は、キャビティ 12 x の半径 R_{3x} よりも小さいことが好ましい。この場合、通過帯域の中心周波数がキャビティ 12 a ~ 12 e の高さ $H_a \sim H_e$ に強く依存する（敏感に反応する）ので、通過帯域の中心周波数を所望の周波数にシフトさせるために必要となる、キャビティ 12 a ~ 12 e の高さ $H_a \sim H_e$ の変化量が小さくて済むからである。

[0056] 以上のように、フィルタ 1 においては、通過帯域の中心周波数がキャビティ 12 a ~ 12 e の高さ $H_a \sim H_e$ に応じて決まる。したがって、フィルタ 1 を製造する際に、キャビティ 12 a ~ 12 e の高さ $H_a \sim H_e$ を変更することで、通過帯域の中心周波数を調整する工程を実施すれば、通過帯域の中心周波数が所望の周波数に一致するフィルタ 1 を容易に製造することができる。

[0057] なお、フィルタ 1 における通過帯域の中心周波数の調整は、第 2 の実施形態で説明するように、キャビティ 12 a ~ 12 e の半径 $R_{3a} \sim R_{3e}$ を変更することでも、実現することができる。つまり、フィルタ 1 における通過帯域の中心周波数の調整は、キャビティ 12 a ~ 12 e の高さ $H_a \sim H_e$ を変更するか、キャビティ 12 a ~ 12 e の半径 $R_{3a} \sim R_{3e}$ を変更するかを問わず、キャビティ 12 a ~ 12 e の体積を変更することで実現することができる。

[0058] （キャビティの更なる機能）

フィルタ 1 においては、キャビティ 12 a ~ 12 e の高さ $H_a \sim H_e$ を変化させることで通過帯域の中心周波数を調整する構成に代えて、結合窓 11 2 a ~ 11 2 e のサイズを変化させることで通過帯域の中心周波数を調整する構成を採用することができる。後者の構成を採用する場合、フィルタ 1 からキャビティ 12 a ~ 12 e を省略しても、通過帯域の中心周波数を調整す

ること自体は可能である。

[0059] しかしながら、キャビティ 1 2 a ~ 1 2 e を省略すると、ポスト壁導波路 1 1 を導波される電磁波の一部が結合窓 1 1 2 a ~ 1 1 2 e から漏洩するので、損失が増加するという問題を招来する。キャビティ 1 2 a ~ 1 2 e には、このような電磁波の漏洩を抑え、損失を小さく抑えるという更なる機能がある。つまり、フィルタ 1 において、キャビティ 1 2 a ~ 1 2 e は、結合窓 1 1 2 a ~ 1 1 2 e のサイズを変化させることで通過帯域の中心周波数を調整する構成を採用するとしても、電磁波の漏洩を抑えるために必要となる構成である。

[0060] 図 1 0 の (a) は、第 1 の実施形態に係るフィルタ 1 からキャビティ 1 2 a ~ 1 2 e を省略することにより得られるフィルタ（以下、「比較例に係るフィルタ」と記載する）の透過係数 $S(2, 1)$ の周波数依存性を示すグラフである。ここでは、誘電体基板 1 1 1 の材料を石英、誘電体基板 1 1 1 の厚みを $520\mu\text{m}$ 、共振器 1 1 a, 1 1 e の半径 $R1a, R1e$ を $800\mu\text{m}$ 、共振器 1 1 b ~ 1 1 d の半径 $R1b \sim R1d$ を $840\mu\text{m}$ 、各キャビティ 1 2 x を満たす誘電体材料を空気、各キャビティ 1 2 x の高さ Hx を $600\mu\text{m}$ 、各キャビティ 1 2 x の半径 $R3x$ を結合窓 1 1 2 x の半径 $R2x$ と同一と仮定した数値シミュレーションの結果を示す。

[0061] 図 1 0 の (a) においては、各結合窓 1 1 2 x の半径 $R2x$ を一律に $25\mu\text{m}$ ステップで $100\mu\text{m}$ から $400\mu\text{m}$ まで変化させることにより得られる比較例に係るフィルタの透過係数 $S(2, 1)$ を示している。図 1 0 の (a) によれば、各結合窓 1 1 2 x の半径 $R2x$ を大きくするほど、通過帯域の中心周波数が高周波側にシフトすることが分かる。また、図 1 0 の (a) によれば、各結合窓 1 1 2 x の半径 $R2x$ を大きくするほど、損失の増加に起因して透過係数が全体的に低下することが分かる。

[0062] 図 1 0 の (b) は、第 1 の実施形態に係るフィルタ 1（実施例）の透過係数 $S(2, 1)$ の周波数依存性を示すグラフである。ここでは、誘電体基板 1 1 1 の材料を石英、誘電体基板 1 1 1 の厚みを $520\mu\text{m}$ 、共振器 1 1 a

、 $11e$ の半径 $R1a$ 、 $R1e$ を $800\mu m$ 、共振器 $11b\sim 11d$ の半径 $R1b\sim R1d$ を $840\mu m$ 、各キャビティ $12x$ を満たす誘電体材料を空気、各キャビティ $12x$ の高さ Hx を $600\mu m$ 、各キャビティ $12x$ の半径 $R3x$ を結合窓 $112x$ の半径 $R2x$ と同一と仮定した数値シミュレーションの結果を示す。

[0063] 図10の(b)においては、各結合窓 $112x$ の半径 $R2x$ を一律に $25\mu m$ ステップで $100\mu m$ から $400\mu m$ まで変化させることにより得られるフィルタ1の透過係数 $S(2, 1)$ を示している。

[0064] 図10の(b)によれば、各結合窓 $112x$ の半径 $R2x$ を大きくするほど、通過帯域の中心周波数が高周波側にシフトすることが分かる。また、図10(a)と比較すれば、図10の(b)においては、各結合窓 $112x$ の半径 $R2x$ を大きくしても、損失の増加に起因する透過係数の全体的な低下が抑制されていることが分かる。すなわち、キャビティ $12a\sim 12e$ には、損失を抑える機能があることが確かめられる。

[0065] [第2の実施形態]
(フィルタの構成)

本発明の第2の実施形態に係るフィルタ1Aの構成について、図6及び図7を参照して説明する。図6は、フィルタ1Aの分解斜視図であり、図7は、フィルタ1Aの部分断面図である。

[0066] 第1の実施形態に係るフィルタ1と本実施形態に係るフィルタ1Aとの相違点は、キャビティ $12a\sim 12e$ の実現方法である。第1の実施形態に係るフィルタ1においては、各キャビティ $12x$ が、板状部材 121 と広壁 $122x$ と狭壁 $123x$ とにより実現されているのに対して、本実施形態においては、各キャビティ $12x$ が、誘電体層 $125x$ と広壁 $126x$ とにより実現されている。

[0067] 誘電体層 $125x$ は、結合窓 $112x$ に充填された誘電体により構成される層状部材である。本実施形態においては、誘電体層 $125x$ を構成する誘電体材料として、樹脂を主成分とする誘電体材料を用いている。本実施形態

において、誘電体層 1 2 5 x は、結合窓 1 1 2 x と同一の形状、すなわち、円柱状である。

[0068] 広壁 1 2 6 x は、それぞれ、導体材料により構成された層状（又は膜状）部材である。広壁 1 2 6 x は、誘電体層 1 2 5 x の第 1 主面（図 6 及び図 7 における上面）に、結合窓 1 1 2 x を閉塞するように形成されている。本実施形態においては、広壁 1 2 6 x を構成する導体材料として、銅を用いている。

[0069] 誘電体層 1 2 5 x は、結合窓 1 1 2 x の側壁と広壁 1 2 6 x とに囲まれている。このため、誘電体層 1 2 5 x は、共振器 1 1 x と電氣的に結合したキャビティ 1 2 x として機能する。

[0070] フィルタ 1 A は、キャビティ 1 2 a ~ 1 2 e の実現方法を除き、フィルタ 1 と同様に構成されている。このため、ここでは、キャビティ 1 2 a ~ 1 2 e の実現方法以外の説明を省略する。

[0071] なお、本実施形態においては、誘電体層 1 2 5 x を構成する誘電体として、樹脂を用いているが、本発明は、これに限定されない。誘電体層 1 2 5 x を構成する誘電体は、樹脂以外の誘電体でもよい。

[0072] また、本実施形態においては、各キャビティ 1 2 x の広壁 1 2 6 x を構成する導体材料として、銅を用いているが、本発明は、これに限定されない。各キャビティ 1 2 x の広壁 1 2 6 x を構成する導体材料は、例えば、アルミニウムや、複数の金属元素により構成された合金などでもよい。

[0073] （キャビティの機能）

フィルタ 1 A は、電磁氣的に結合した複数の共振器 1 1 a ~ 1 1 e として機能するポスト壁導波路 1 1 を備えている。したがって、フィルタ 1 A は、通過帯域に属する電磁波を選択的に通過させるバンドパスフィルタとして機能する。キャビティ 1 2 a ~ 1 2 e は、この通過帯域の中心周波数を調整するために利用される。

[0074] 以下、フィルタ 1 A の透過特性及び反射特性を電磁界シミュレーションにより調査した結果を説明する。なお、電磁界シミュレーションにおいては、

誘電体基板 1 1 1 の材料を石英、誘電体基板 1 1 1 の厚みを $520\ \mu\text{m}$ 、共振器 1 1 a, 1 1 e の半径 R_{1a} , R_{1e} を $700\ \mu\text{m}$ 、共振器 1 1 b, 1 1 d の半径 R_{1b} , R_{1d} を $725\ \mu\text{m}$ 、共振器 1 1 c の半径 R_{1c} を $750\ \mu\text{m}$ 、各結合窓 1 1 2 x の半径 R_{2x} を対応するキャビティ 1 2 x の半径 R_{3x} と同一、各キャビティ 1 2 x を満たす誘電体をポリイミド、各キャビティ 1 2 x の高さを $16\ \mu\text{m}$ と仮定した。なお、各キャビティ 1 2 x の高さは、第 1 広壁 1 1 2 の厚みと同一である。

[0075] 図 8 の (a) は、各キャビティ 1 2 x の半径 R_{3x} を一律に $50\ \mu\text{m}$ ステップで $200\ \mu\text{m}$ から $600\ \mu\text{m}$ まで変化させることにより得られるフィルタ 1 A の透過係数 $S(2, 1)$ の周波数特性を示すグラフである。図 8 の (a) に示すグラフによれば、以下のことが確かめられる。

[0076] ・キャビティ 1 2 x の半径 R_{3x} を大きくするほど、通過帯域の中心周波数が高周波側にシフトする。

[0077] 図 8 の (b) は、各キャビティ 1 2 x の半径 R_{3x} を一律に $50\ \mu\text{m}$ ステップで $200\ \mu\text{m}$ から $600\ \mu\text{m}$ まで変化させることにより得られるフィルタ 1 A の反射係数 $S(1, 1)$ の周波数特性を示すグラフである。図 8 の (a) に示すグラフによれば、以下のことが確かめられる。

[0078] ・通過帯域における反射係数 $S(1, 1)$ は、高々 $-25\ \text{dB}$ に抑えられる。

[0079] 図 9 は、各キャビティ 1 2 x 内の電界分布を示すグラフである。ここでは、キャビティ 1 2 a, 1 2 e の半径 R_{3a} , R_{3e} を $700\ \mu\text{m}$ 、キャビティ 1 2 b, 1 2 d の半径 R_{3a} , R_{3d} を $725\ \mu\text{m}$ 、キャビティ 1 2 c の半径 R_{3c} を $750\ \mu\text{m}$ とし、電界の強さを色の濃さで表現している。図 9 に示すグラフによれば、共振器 1 1 x から漏洩した電界が結合窓 1 1 2 x の側壁まで到達していることが分かる。通過帯域の中心周波数が各キャビティ 1 2 x の半径 R_{3x} に依存するのは、このためであると考えられる。

[0080] 以上のように、フィルタ 1 A においては、通過帯域の中心周波数がキャビティ 1 2 a ~ 1 2 e の半径 $R_{3a} \sim R_{3e}$ に応じて決まる。したがって、フ

フィルタ 1 A を製造する際に、キャビティ 1 2 a ~ 1 2 e の半径 $R_{3a} \sim R_{3e}$ を変更することで、通過帯域の中心周波数を調整する工程を実施すれば、通過帯域の中心周波数が所望の周波数に一致するフィルタ 1 A を容易に製造することができる。

[0081] なお、フィルタ 1 A における通過帯域の中心周波数の調整は、第 1 の実施形態で説明したように、キャビティ 1 2 a ~ 1 2 e の高さ $H_a \sim H_e$ を変更することでも、実現することができる。つまり、フィルタ 1 における通過帯域の中心周波数の調整は、キャビティ 1 2 a ~ 1 2 e の半径 $R_{3a} \sim R_{3e}$ を変更するか、キャビティ 1 2 a ~ 1 2 e の高さ $H_a \sim H_e$ を変更するかを問わず、キャビティ 1 2 a ~ 1 2 e の体積を変更することで実現することができる。

[0082] [まとめ]

本発明の態様 1 に係るフィルタにおいては、電磁氣的に結合された複数の共振器からなる共振器群として機能するポスト壁導波路と、前記ポスト壁導波路に積層された少なくとも 1 つのキャビティと、を備え、前記キャビティは、前記ポスト壁導波路の広壁に形成された結合窓を介して、前記共振器群に属する何れかの共振器と電磁氣的に結合されているという構成が採用されている。

[0083] 上記の構成によれば、キャビティの体積を変更することによって、通過帯域の中心周波数を容易に調整することができる。

[0084] 本発明の態様 2 に係るフィルタにおいては、本発明の態様 1 に係るフィルタの構成に加えて、前記結合窓は、前記広壁を平面視したときに、当該結合窓を介して前記キャビティと電磁氣的に結合される共振器の中心と重なる位置に形成されている、という構成が採用されている。

[0085] 上記の構成によれば、共振器とキャビティとの電磁氣的な結合の結合効率を向上させることができる。したがって、キャビティの体積を変更することによる通過帯域の中心周波数の調整を、より効果的に行うことができる。

[0086] 本発明の態様 3 に係るフィルタにおいては、本発明の態様 1 又は 2 に係る

フィルタの構成に加えて、前記結合窓は、円形状である、という構成が採用されている。

[0087] 上記の構成によれば、共振器とキャビティとの電磁気的な結合の結合効率を向上させることができる。したがって、キャビティの体積を変更することによる通過帯域の中心周波数の調整を、より効果的に行うことができる。

[0088] 本発明の態様4に係るフィルタにおいては、本発明の態様1～3の何れかに係るフィルタの構成に加えて、前記共振器は、前記広壁に直交する方向を高さ方向とする円柱状である、という構成が採用されている。

[0089] 上記の構成によれば、共振器とキャビティとの電磁気的な結合の結合効率を向上させることができる。したがって、キャビティの体積を変更することによる通過帯域の中心周波数の調整を、より効果的に行うことができる。

[0090] 本発明の態様5に係るフィルタにおいては、本発明の態様1～4の何れかに係るフィルタの構成に加えて、前記キャビティは、前記広壁に直交する方向を高さ方向とする円柱状である、という構成が採用されている。

[0091] 上記の構成によれば、共振器とキャビティとの電磁気的な結合の結合効率を向上させることができる。したがって、キャビティの体積を変更することによる通過帯域の中心周波数の調整を、より効果的に行うことができる。

[0092] 本発明の態様6に係るフィルタにおいては、本発明の態様1～5の何れかに係るフィルタの構成に加えて、前記キャビティは、凹部が形成された板状部材と、前記凹部の底面に形成された広壁と、前記凹部の側面に形成された狭壁と、により実現されている、という構成が採用されている。

[0093] 上記の構成によれば、フィルタの製造を、より容易に行うことができる。

[0094] 本発明の態様7に係るフィルタにおいては、本発明の態様1～5の何れかに係るフィルタの構成に加えて、前記キャビティは、前記結合窓に充填された誘電体からなる誘電体層と、前記誘電体層の前記ポスト壁導波路に対向する側と反対側の主面に形成された広壁と、により実現されている、という構成が採用されている。

[0095] 上記の構成によれば、キャビティの体積を変更することによる通過帯域の

中心周波数の調整を、より容易に行うことができる。

[0096] 本発明の態様 8 に係るフィルタの製造方法は、本発明の態様 1 ～ 7 の何れかに係るフィルタの製造方法において、前記キャビティの体積を変更することによって、通過帯域の中心周波数を調整する工程を含んでいる、という方法が採用されている。

[0097] 上記の方法によれば、通過帯域の中心周波数が所望の周波数に一致するフィルタを容易に製造することができる。

[0098] 〔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

[0099]	1, 1 A	フィルタ
	1 1	ポスト壁導波路
	1 1 1	誘電体基板
	1 1 2	第 1 広壁
	1 1 2 a ～ 1 1 2 e	結合窓
	1 1 3	第 2 広壁
	1 1 4	ポスト壁
	1 1 a ～ 1 1 e	共振器
	1 2 a ～ 1 2 e	キャビティ
	1 2 1	板状部材
	1 2 2 a ～ 1 2 2 e	狭壁
	1 2 3 a ～ 1 2 3 e	第 2 広壁
	1 2 5 a ～ 1 2 5 e	誘電体基板
	1 2 6 a ～ 1 2 6 e	広壁

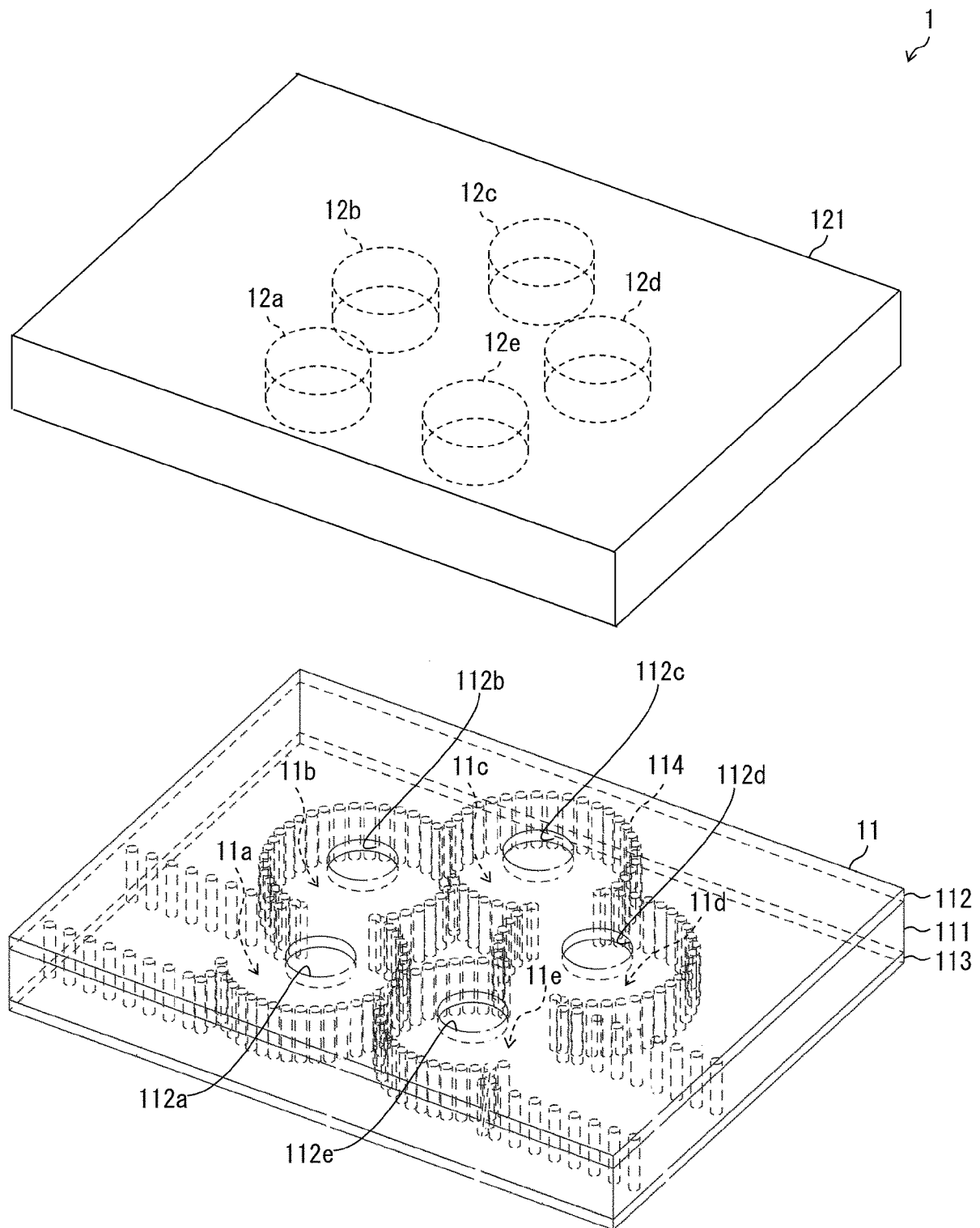
請求の範囲

- [請求項1] 電磁氣的に結合された複数の共振器からなる共振器群として機能するポスト壁導波路と、
前記ポスト壁導波路に積層された少なくとも1つのキャビティと、
を備え、
前記キャビティは、前記ポスト壁導波路の広壁に形成された結合窓を介して、前記共振器群に属する何れかの共振器と電磁氣的に結合されている、ことを特徴とするフィルタ。
- [請求項2] 前記結合窓は、前記広壁を平面視したときに、当該結合窓を介して前記キャビティと電磁氣的に結合される前記共振器の中心と重なる位置に形成されている、
ことを特徴とする請求項1に記載のフィルタ。
- [請求項3] 前記結合窓は、円形状である、
ことを特徴とする請求項1又は2に記載のフィルタ。
- [請求項4] 前記共振器は、前記広壁に直交する方向を高さ方向とする円柱状である、
ことを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載のフィルタ。
- [請求項5] 前記キャビティは、前記広壁に直交する方向を高さ方向とする円柱状である、
ことを特徴とする請求項1～4の何れか1項に記載のフィルタ。
- [請求項6] 前記キャビティは、凹部が形成された板状部材と、前記凹部の底面に形成された広壁と、前記凹部の側面に形成された狭壁と、により実現されている、
ことを特徴とする請求項1～5の何れか1項に記載のフィルタ。
- [請求項7] 前記キャビティは、前記結合窓に充填された誘電体からなる誘電体層と、前記誘電体層の前記ポスト壁導波路に対向する側と反対側の主面に形成された広壁と、により実現されている、
ことを特徴とする請求項1～5の何れか1項に記載のフィルタ。

- [請求項8] 請求項1～7の何れか1項に記載のフィルタの製造方法において、
前記キャビティの体積を変更することによって、通過帯域の中心周
波数を調整する工程を含んでいる、
ことを特徴とするフィルタの製造方法。

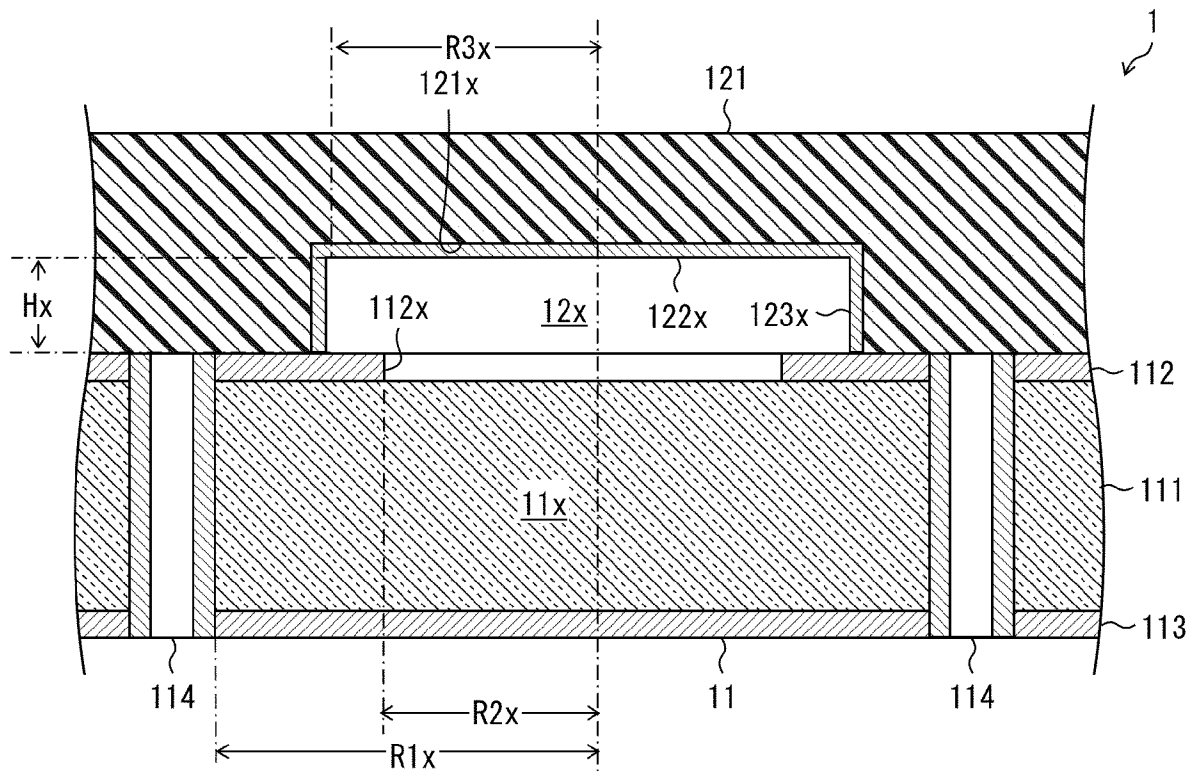
[図1]

図 1



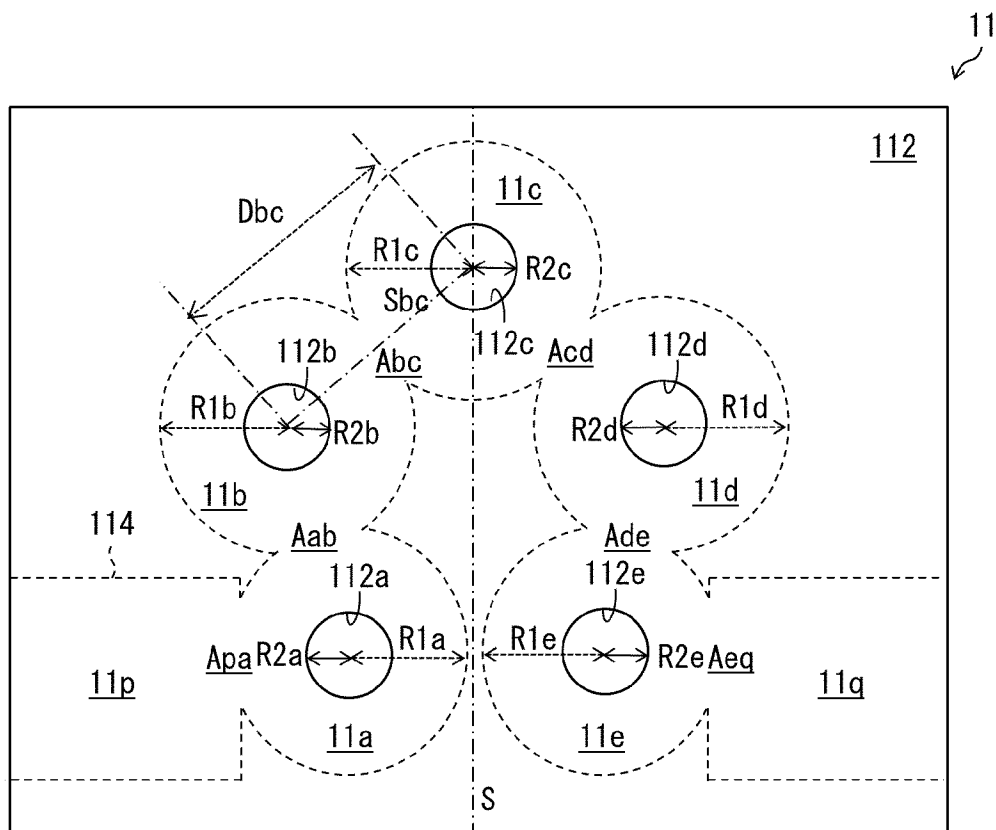
[図2]

図 2



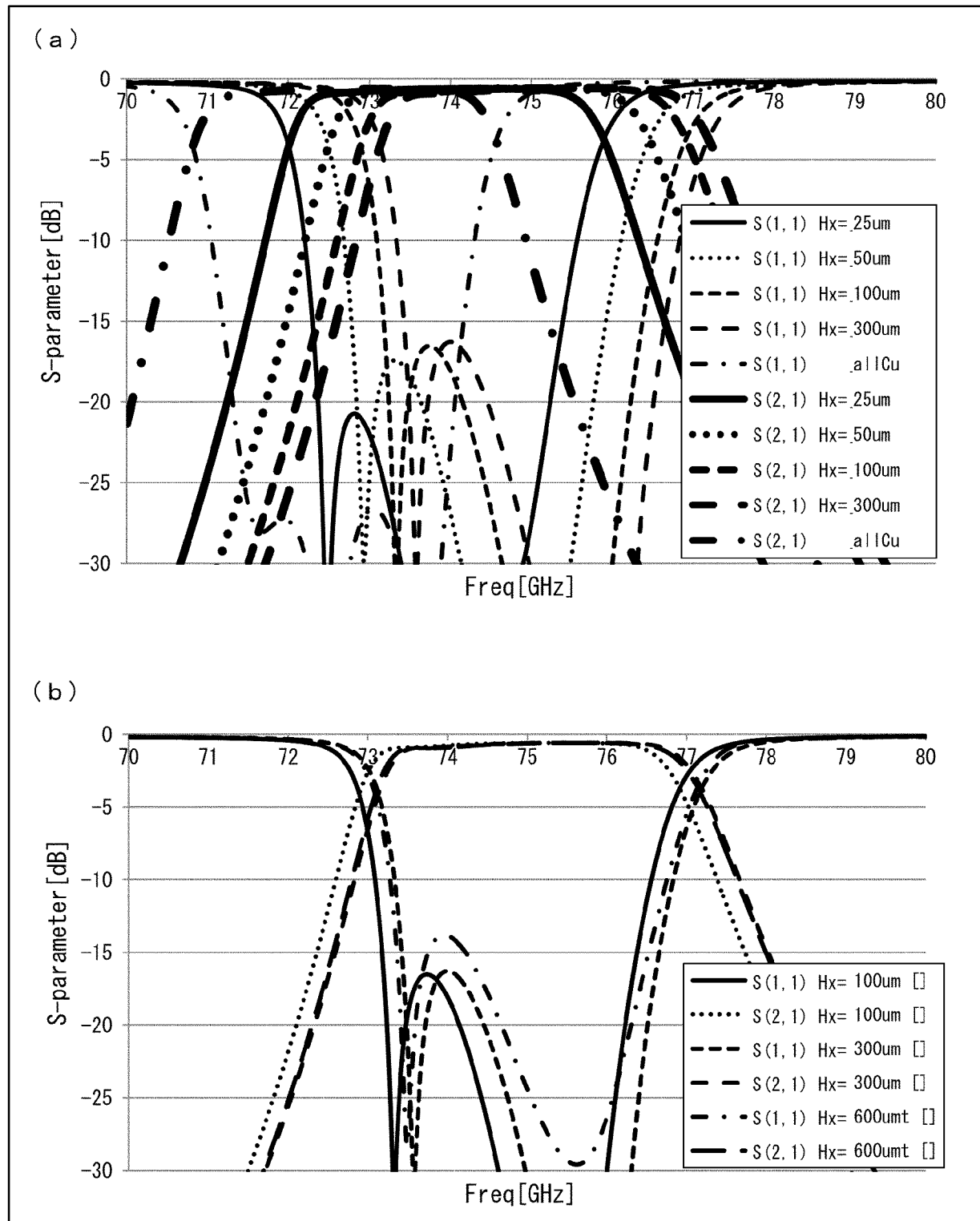
[図3]

図 3



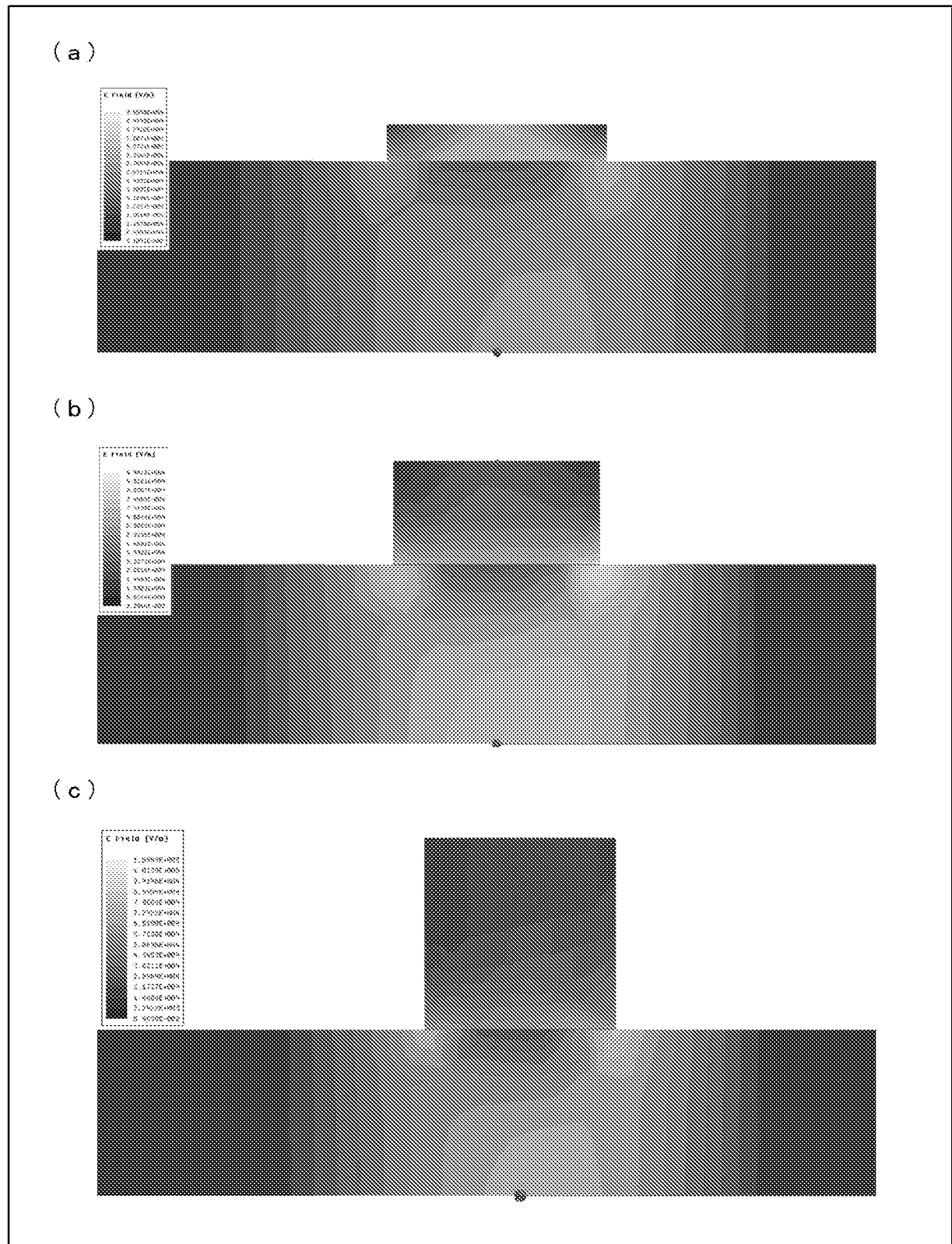
[図4]

図 4



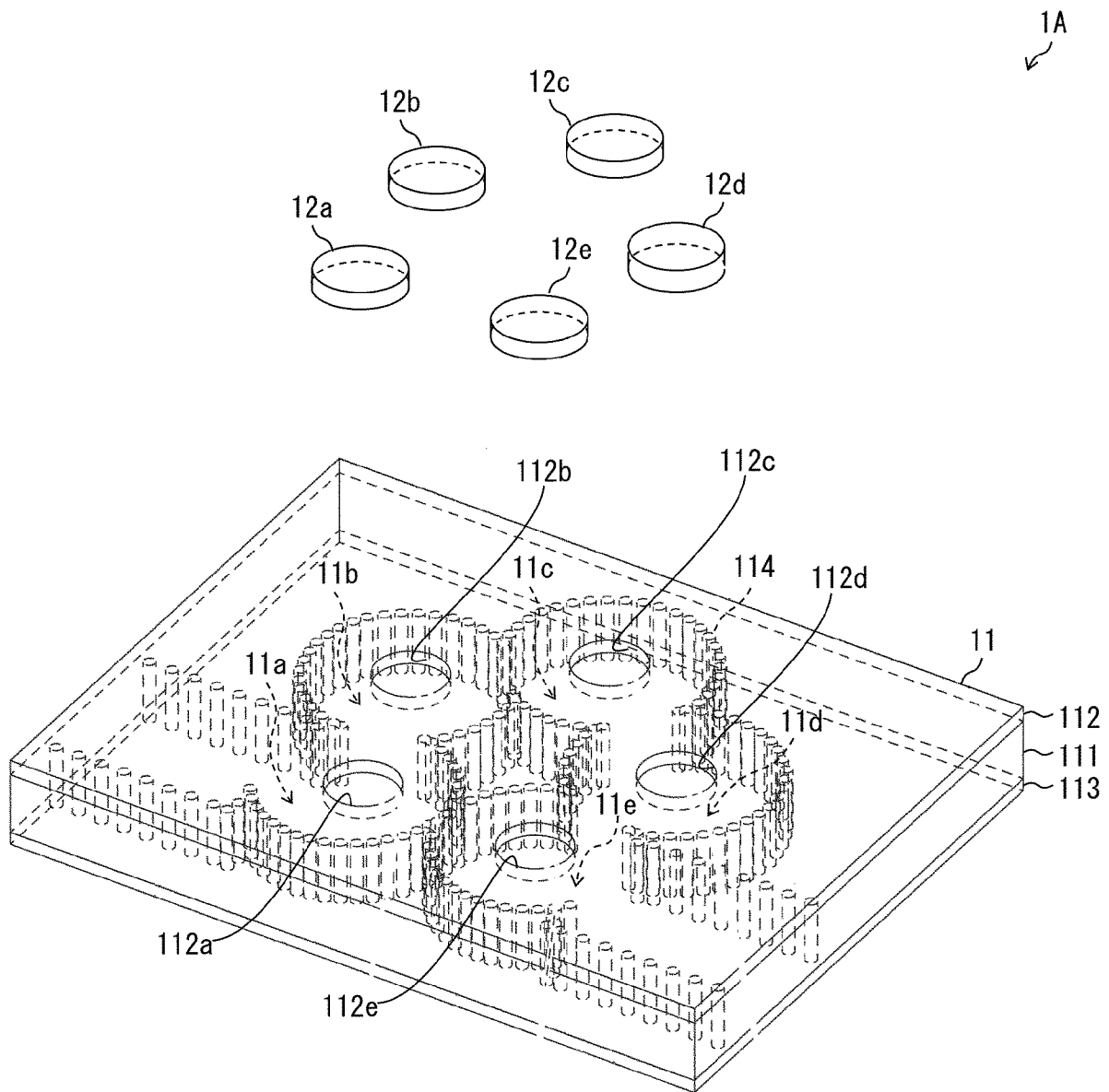
[図5]

図 5



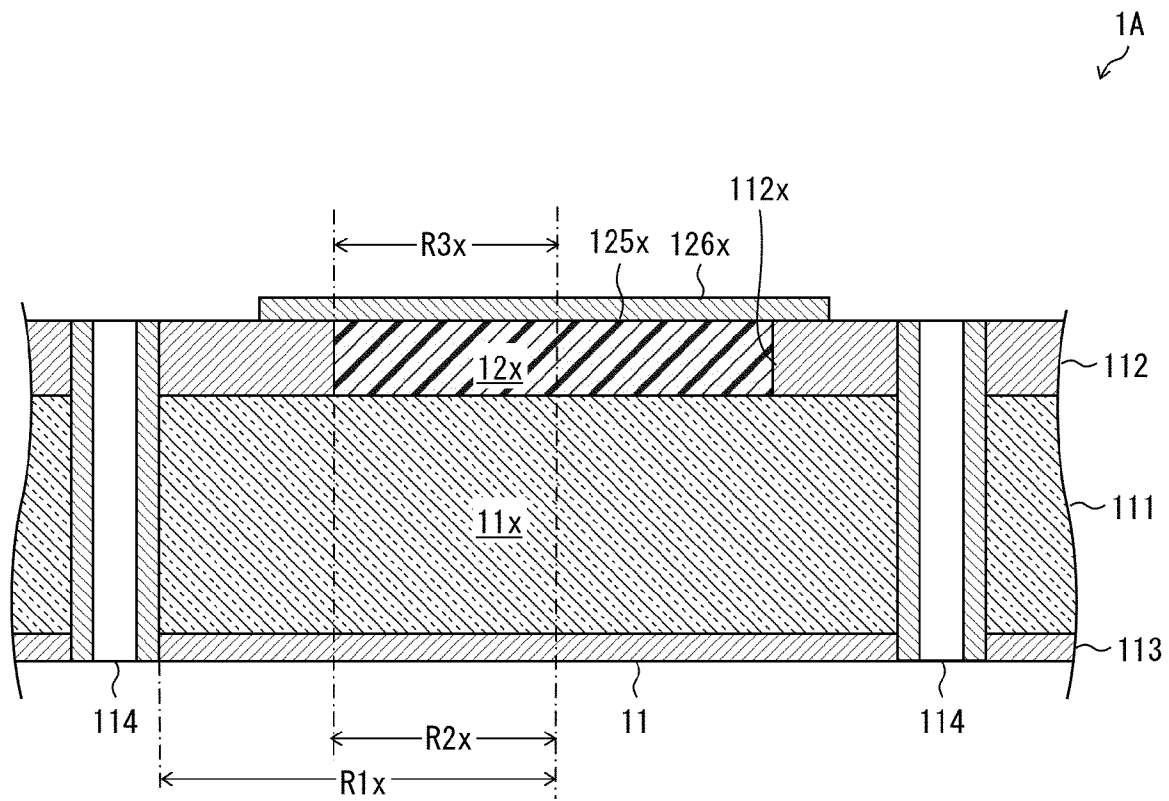
[図6]

図 6



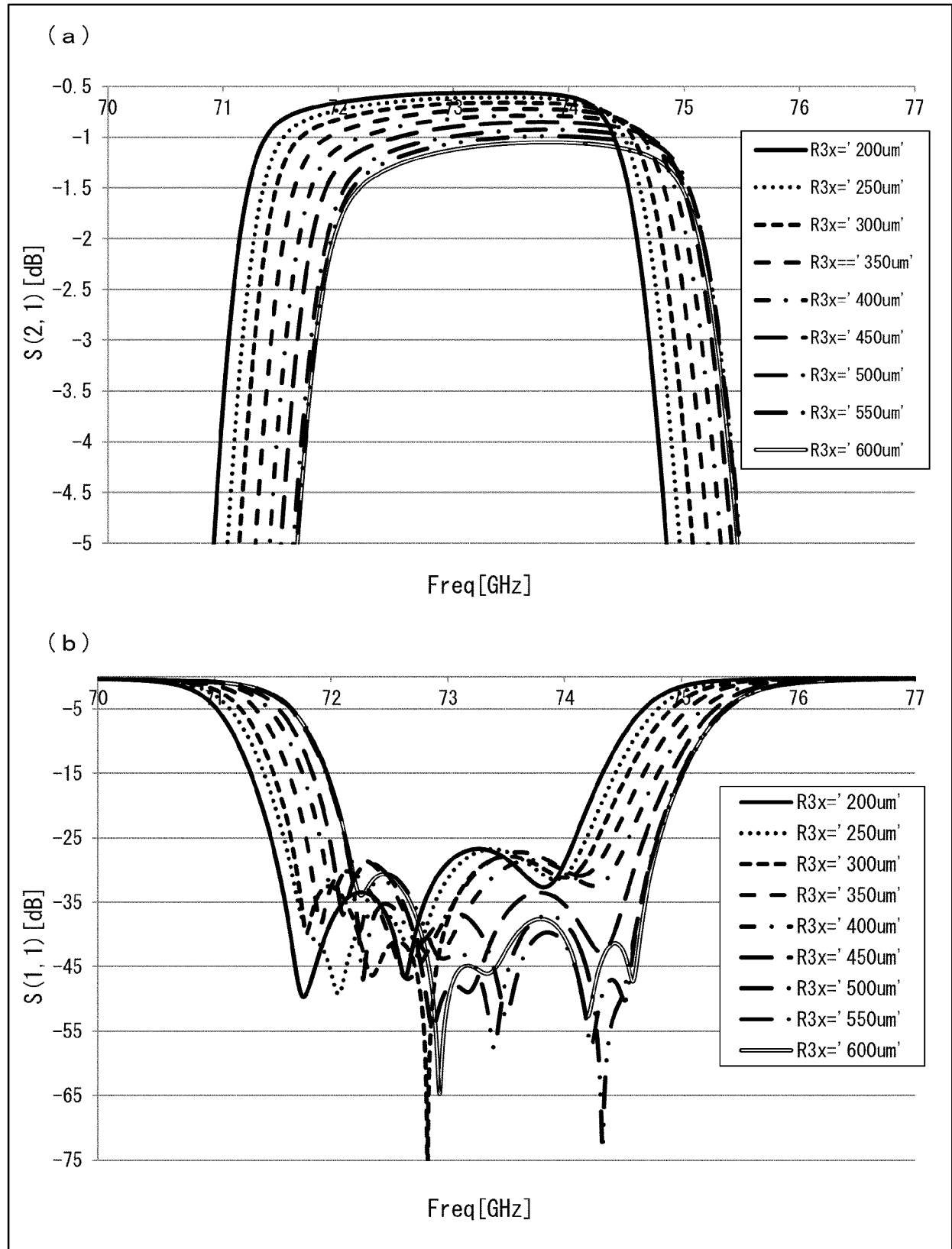
[図7]

図 7



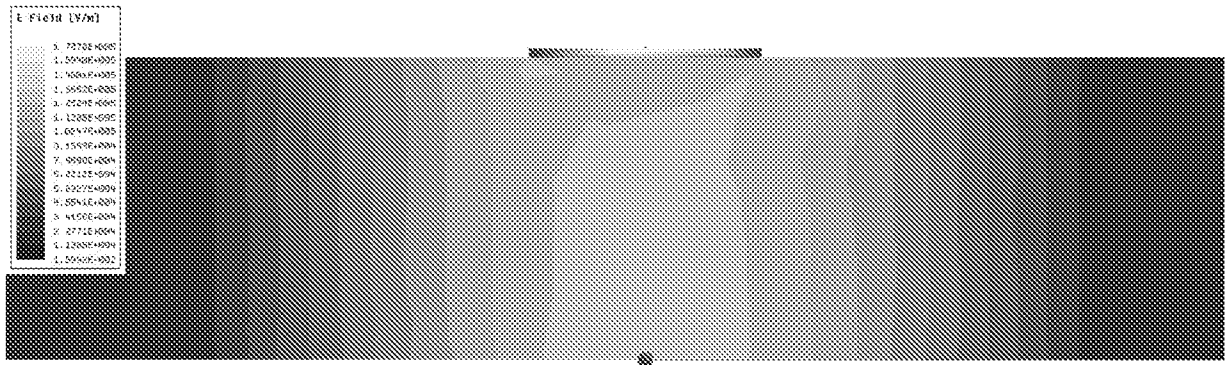
[図8]

図 8



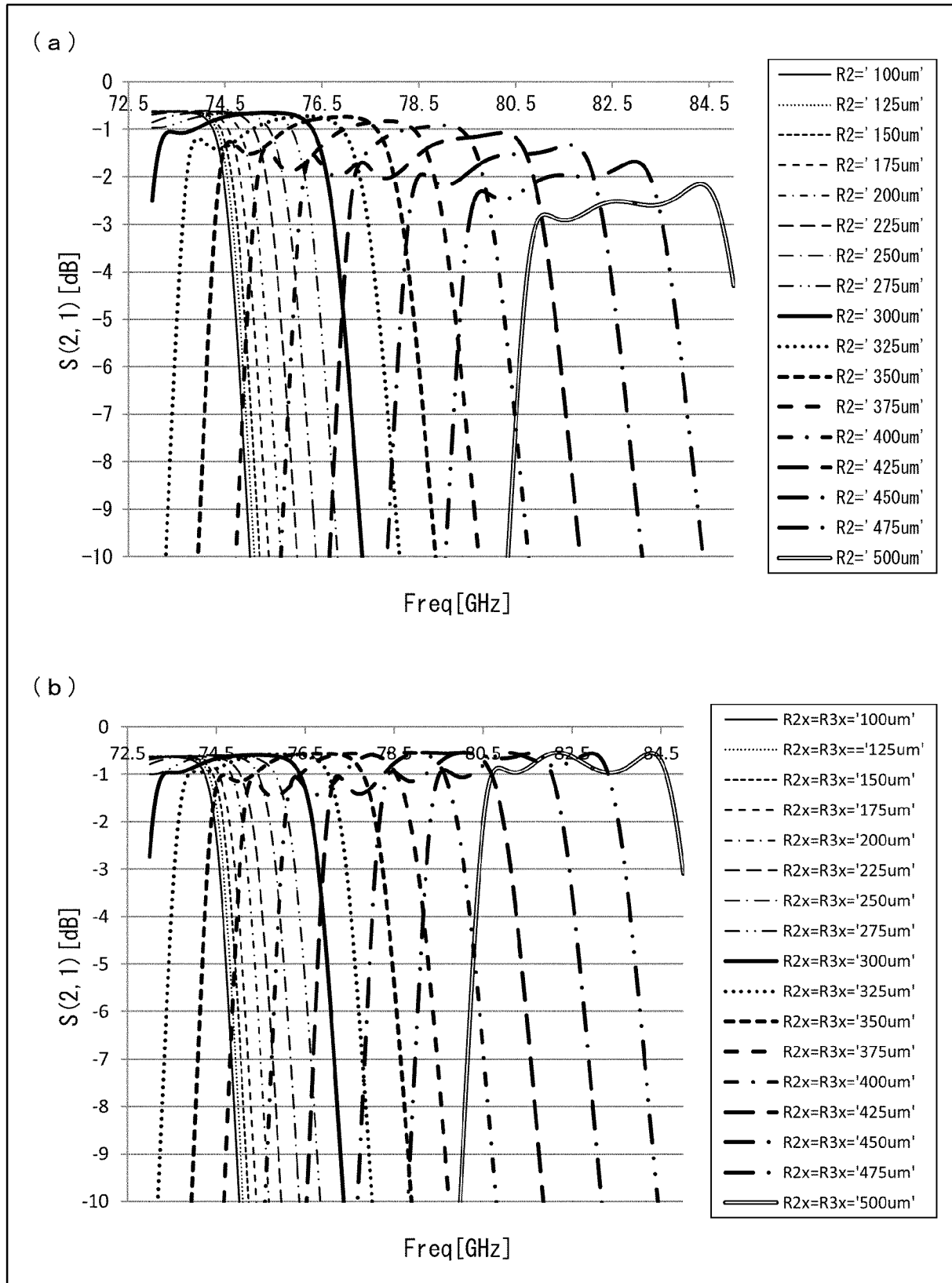
[図9]

図 9



[図10]

図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/009551

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01P 1/208 (2006.01) i; H01P 1/209 (2006.01) i; H01P 3/12 (2006.01) i
FI: H01P1/208 Z; H01P1/209; H01P3/12 100

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)

H01P1/208; H01P1/209; H01P3/12

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 2018-191267 A (FUJIKURA LTD.) 29.11.2018 (2018-11-29) entire text, all drawings	1-8
A	JP 10-093311 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 10.04.1998 (1998-04-10) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2002-217602 A (JAPAN RADIO CO., LTD.) 02.08.2002 (2002-08-02) entire text, all drawings	1-8

☐ 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

"I" 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

24 April 2020 (24.04.2020)

Date of mailing of the international search report

12 May 2020 (12.05.2020)

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/JP2020/009551

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2018-191267 A	29 Nov. 2018	CN 110574223 A entire text, all drawings	
JP 10-093311 A	10 Apr. 1998	US 6020800 A entire text, all drawings US 6160463 A entire text, all drawings US 2001/0000429 A1 entire text, all drawings US 2001/0024147 A1 entire text, all drawings US 2001/0000656 A1 entire text, all drawings US 6356170 B1 entire text, all drawings	
JP 2002-217602 A	02 Aug. 2002	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01P 1/208(2006.01)i; H01P 1/209(2006.01)i; H01P 3/12(2006.01)i FI: H01P1/208 Z; H01P1/209; H01P3/12 100														
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）） H01P1/208; H01P1/209; H01P3/12														
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 2018-191267 A（株式会社フジクラ）29.11.2018（2018 - 11 - 29） 全文、全図	1-8												
A	JP 10-093311 A（株式会社村田製作所）10.04.1998（1998 - 04 - 10） 全文、全図	1-8												
A	JP 2002-217602 A（日本無線株式会社）02.08.2002（2002 - 08 - 02） 全文、全図	1-8												
☐ 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 24.04.2020	国際調査報告の発送日 12.05.2020													
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） 赤穂 美香 5K 3663 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/JP2020/009551

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2018-191267	A	29.11.2018	CN	110574223	A	
				全文、全図			
JP	10-093311	A	10.04.1998	US	6020800	A	
				全文、全図			
				US	6160463	A	
				全文、全図			
				US	2001/0000429	A1	
				全文、全図			
				US	2001/0024147	A1	
				全文、全図			
				US	2001/0000656	A1	
				全文、全図			
				US	6356170	B1	
				全文、全図			
JP	2002-217602	A	02.08.2002	(ファミリーなし)			