

(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
2015 年 5 月 28 日(28.05.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/076255 A1

- (51) 国際特許分類:
H01P 7/10 (2006.01) **H01P 1/20** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/080493
- (22) 国際出願日: 2014 年 11 月 18 日(18.11.2014)
- (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 2013-242972 2013 年 11 月 25 日(25.11.2013) JP
特願 2013-245077 2013 年 11 月 27 日(27.11.2013) JP
特願 2013-258213 2013 年 12 月 13 日(13.12.2013) JP
特願 2014-086490 2014 年 4 月 18 日(18.04.2014) JP
- (71) 出願人: 京セラ株式会社(KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 吉川 博道(YOSHIKAWA, Hiromichi); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 京セラ株式会社内 Kyoto (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

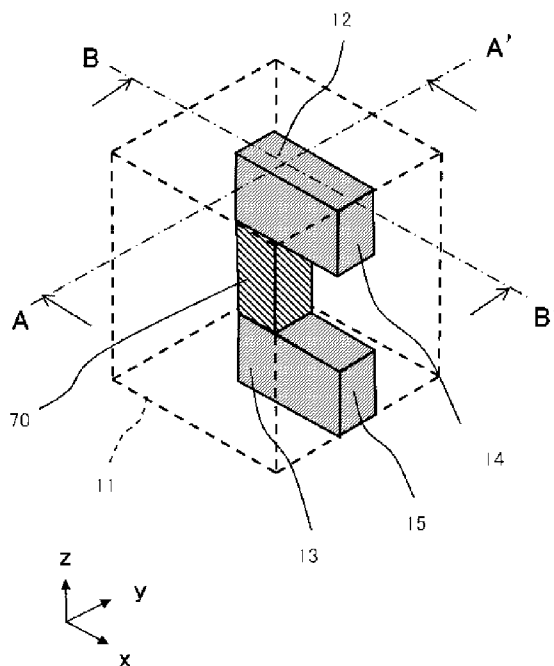
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: DIELECTRIC RESONATOR, DIELECTRIC FILTER AND COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 誘電体共振器, 誘電体フィルタおよび通信装置



(57) Abstract: [Problem] To provide a dielectric resonator having good electrical characteristics, a dielectric filter using this dielectric resonator, and a communication device. [Solution] A dielectric resonator which comprises: a columnar dielectric body (70) which has a surface (21) positioned at the end in a first direction and a surface (22) positioned at the end in a second direction that is opposite to the first direction; a conductor (11) which is arranged so as to surround the dielectric body (70) with a space therebetween and has an inner surface (31) facing the surface (21) and an inner surface (32) facing the surface (22); a columnar conductor (12) which is arranged between the surface (21) and the inner surface (31); a columnar conductor (13) which is arranged between the surface (22) and the inner surface (32); a conductor (14) which is arranged between the conductor (12) and the conductor (11) in a third direction that is perpendicular to the first direction; and a conductor (15) which is arranged between the conductor (13) and the conductor (11) in a fourth direction that is perpendicular to the first direction.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/076255 A1



【課題】 電気特性が良好な誘電体共振器と、それを用いた誘電体フィルタおよび通信装置とを提供する。 【解決手段】 第1方向の端部に位置する表面21と、反対方向である第2方向の端部に位置する表面22とを有する柱状の誘電体70と、間隔を開けて誘電体70を取り囲むように配置されており、表面21と対向する内面31と、表面22と対向する内面32とを有する導体11と、表面21と内面31との間に配置された柱状の導体12と、表面22と内面32との間に配置された柱状の導体13と、第1方向に垂直な第3方向において導体12と導体11との間に配置された導体14と、第1方向に垂直な第4方向において導体13と導体11との間に配置された導体15とを有する誘電体共振器とする。

明 細 書

発明の名称：誘電体共振器，誘電体フィルタおよび通信装置

技術分野

[0001] 本発明は、電気特性の優れた誘電体共振器，誘電体フィルタおよび通信装置に関するものである。

背景技術

[0002] 誘電体ブロックをシールドケース内に収容した誘電体共振器が知られている（例えば、特許文献 1 を参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開昭 6 1－6 1 5 0 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献 1 にて提案されたような従来の誘電体共振器は、Q 値が高いものの、共振周波数が最も低い（基本モードに最も近い）スプリアスモードの共振周波数が基本モードの共振周波数に近接しているという電気特性上の問題があった。このため、誘電体共振器を用いてフィルタを構成した場合に、高周波側の減衰量を確保するために、別途ローパスフィルタが必要になる等の問題があった。

[0005] 本発明はこのような従来の技術における問題点に鑑みて案出されたものであり、その目的は、電気特性が良好な誘電体共振器と、それを用いた誘電体フィルタおよび通信装置とを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の誘電体共振器は、第 1 方向の端部に位置する第 1 表面と、前記第 1 方向と反対方向である第 2 方向の端部に位置する第 2 表面とを有する誘電体と、内部に形成された空洞内に前記誘電体を収容し、間隔を開けて前記誘電体を取り囲むように配置されており、前記第 1 表面と対向する部分を有す

る第1内面と、前記第2表面と対向する部分を有する第2内面と、を有する第1導体と、前記第1表面に設けられており、前記第1方向の端部が、前記第1内面に電氣的に接続された第2導体と、前記第2表面に設けられており、前記第2方向の端部が、前記第2内面に電氣的に接続された第3導体と、前記第1方向に垂直な第3方向において前記第2導体と前記第1導体との間に配置されており、前記第1方向の端部および前記第3方向の端部が前記第1導体に電氣的に接続されており、前記第3方向と反対方向の端部が前記第2導体に電氣的に接続された第4導体と、前記第1方向に垂直な第4方向において前記第3導体と前記第1導体との間に配置されており、前記第4方向の端部および前記第2方向の端部が前記第1導体に電氣的に接続されており、前記第4方向と反対方向の端部が前記第3導体に電氣的に接続された第5導体と、を有することを特徴とするものである。

[0007] 本発明の誘電体フィルタは、前記誘電体共振器において、前記誘電体、前記第2導体、前記第3導体、前記第4導体および前記第5導体で構成される組が、前記空洞の中に複数設けられているとともに、複数の前記組が列を成すように配置されており、前記列の一方端に位置する前記組である第1組と、前記列の他方端に位置する前記組である第2組とを少なくとも有しており、一方端である第1端部と、他方端である第2端部と、を有する線状の導体であり、前記第1端部が前記第1組における前記第2導体または前記第3導体に接続されており、前記第2端部が前記第1導体に設けられた第1の貫通孔を介して外部へ露出しており、前記第1組における前記誘電体と電磁氣的に結合する第6導体を更に有しており、一方端である第3端部と、他方端である第4端部と、を有する線状の導体であり、前記第3端部が前記第2組における前記第2導体または前記第3導体に接続されており、前記第4端部が前記第1導体に設けられた第2の貫通孔を介して外部へ露出しており、前記第2組における前記誘電体と電磁氣的に結合する第7導体を更に有していることを特徴とするものである。

[0008] 本発明の通信装置は、アンテナと、通信回路と、前記アンテナと前記通信

回路とを接続する前記誘電体フィルタと、を有していることを特徴とするものである。

発明の効果

[0009] 本発明の誘電体共振器によれば、電気特性が良好な誘電体共振器を得ることができる。本発明の誘電体フィルタによれば、電気特性が良好な誘電体フィルタを得ることができる。本発明の通信装置によれば、通信品質が良好な通信装置を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第1実施形態の誘電体共振器を模式的に示す斜視図である。

[図2]図1のA-A'線断面図である。

[図3]図1のB-B'線断面図である。

[図4]本発明の第2実施形態の誘電体共振器を模式的に示す斜視図である。

[図5]本発明の第3実施形態の誘電体フィルタを模式的に示す斜視図である。

[図6]図5のC-C'線断面図である。

[図7]図5のD-D'線断面図である。

[図8]本発明の第4実施形態の誘電体フィルタを模式的に示す斜視図である。

[図9]図8のE-E'線断面図である。

[図10]図8のF-F'線断面図である。

[図11]本発明の第5実施形態の誘電体フィルタを模式的に示す斜視図である。

[図12]図11のG-G'線断面図である。

[図13]図11のH-H'線断面図である。

[図14]本発明の第6実施形態の誘電体共振器を模式的に示す斜視図である。

[図15]図14のS-S'線断面図である。

[図16]図14のK-K'線断面図である。

[図17]図14のM-M'線断面図である。

[図18]本発明の第7実施形態の誘電体フィルタを模式的に示す斜視図である。

[図19]図18のN-N'線断面図である。

[図20]図18のP-P'線断面図である。

[図21]図18のQ-Q'線断面図である。

[図22]本発明の第8実施形態の通信装置を模式的に示すブロック図である。

[図23]本発明の第3実施形態の誘電体フィルタの電気特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

[図24]本発明の第4実施形態の誘電体フィルタの電気特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

[図25]第1比較例の誘電体共振器を模式的に示す斜視図である。

[図26]第2比較例の誘電体共振器を模式的に示す斜視図である。

[図27]本発明の第5実施形態の誘電体フィルタの電気特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

[図28]第3比較例の誘電体フィルタを模式的に示す斜視図である。

[図29]図28のJ-J'線断面図である。

[図30]第3比較例の誘電体フィルタの電気特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の誘電体共振器と、それを用いた誘電体フィルタおよび通信装置とを添付の図面を参照しつつ詳細に説明する。

[0012] (第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態の誘電体共振器を模式的に示す斜視図である。図2は、図1のA-A'線断面図である。図3は、図1のB-B'線断面図である。なお、図1においては、構造をわかりやすくするために、導体11を透視した状態を示している。本実施形態の誘電体共振器は、図1～図3に示すように、導体11と、導体12と、導体13と、導体14と、導体15と、誘電体70とを有している。

[0013] 誘電体70は、第1方向(+z方向)に伸びる柱状の誘電体であり、+z方向の端部に位置する表面21と、+z方向と反対方向である第2方向(−

z 方向) の端部に位置する表面 2 2 とを有している。誘電体 7 0 の材質としては、誘電体セラミックス等の既知の誘電体材料を用いることができる。例えば、 BaTiO_3 、 $\text{Pb}_4\text{Fe}_2\text{Nb}_2\text{O}_{12}$ 、 TiO_2 等を含有する誘電体セラミック材料を好適に用いることができる。場合によっては、エポキシ樹脂等の樹脂を用いることもできる。なお、本実施形態では、誘電体 7 0 が 4 角柱である場合を示しているが、例えば、6 角柱や円柱のような他の形状であっても良い。

[0014] 導体 1 1 は、直方体の箱状の形状を有している。また、導体 1 1 は、内部に形成された空洞 4 5 内に誘電体 7 0 を収容しており、間隔を開けて誘電体 7 0 を取り囲むように配置されている。また、導体 1 1 は、表面 2 1 と対向する部分を有する内面 3 1 と、表面 2 2 と対向する部分を有する内面 3 2 とを有している。なお、本実施形態では、導体 1 1 の外形が直方体状である場合を示しているが、例えば、角柱や円柱のような他の形状であっても良い。

[0015] 導体 1 2 は、+ z 方向に伸びる柱状の導体である。また、導体 1 2 は、誘電体 7 0 の表面 2 1 に設けられている。導体 1 2 の + z 方向の端部は、導体 1 1 の内面 3 1 に接合または接触することによって、導体 1 1 の内面 3 1 に電氣的に接続されている。

[0016] 導体 1 3 は、+ z 方向に伸びる柱状の導体である。また、導体 1 3 は、誘電体 7 0 の表面 2 2 に設けられている。導体 1 3 の - z 方向の端部は、導体 1 1 の内面 3 2 に接合または接触することによって、導体 1 1 の内面 3 2 に電氣的に接続されている。

[0017] なお、本実施形態では、導体 1 2 および導体 1 3 が 4 角柱である場合を示しているが、例えば、6 角柱や円柱のような他の形状であっても良い。なお、導体 1 2 および導体 1 3 は、+ z 方向に垂直な平面で切断したときの断面形状が、誘電体 7 0 と同じであることが望ましい。

[0018] 導体 1 4 は、直方体状の形状を有している。また、導体 1 4 は、+ z 方向に垂直な第 3 方向 (+ x 方向) において導体 1 2 と導体 1 1 との間に配置されている。導体 1 4 の + x 方向の端部は、導体 1 1 に接合または接触するこ

とによって、導体 1 1 に電氣的に接続されている。導体 1 4 の + x 方向と反対方向 (- x 方向) の端部は、導体 1 2 に接合または接触することによって、導体 1 2 に電氣的に接続されている。導体 1 4 の + z 方向の端部は、導体 1 1 の内面 3 1 に接合または接触することによって、導体 1 1 の内面 3 1 に電氣的に接続されている。

[0019] 導体 1 5 は、直方体状の形状を有している。また、導体 1 5 は、 + z 方向に垂直な第 4 方向 (+ x 方向) において導体 1 3 と導体 1 1 との間に配置されている。導体 1 5 の + x 方向の端部は、導体 1 1 に接合または接触することによって、導体 1 1 に電氣的に接続されている。導体 1 5 の + x 方向と反対方向 (- x 方向) の端部は、導体 1 3 に接合または接触することによって、導体 1 3 に電氣的に接続されている。導体 1 5 の - z 方向の端部は、導体 1 1 の内面 3 2 に接合または接触することによって、導体 1 1 の内面 3 2 に電氣的に接続されている。

[0020] なお、導体 1 1、導体 1 2、導体 1 3、導体 1 4、導体 1 5 が相互に電氣的に接続されている部分については、電氣的には接触していればよいが、信頼性上は接合されていることが望ましい。接合する場合には、電氣的に導通するように接合する必要があるため、半田や導電性接着剤を用いて接合しても良く、ネジやボルト等を用いて接合しても構わない。また、導体 1 1、導体 1 2、導体 1 3、導体 1 4、導体 1 5 の全てまたは一部が一体的に形成されていても構わない。また、導体 1 1、導体 1 2、導体 1 3、導体 1 4、導体 1 5 の全てまたは一部が、複数の構成要素によって形成されていても構わない。なお、本実施形態では、導体 1 2 と導体 1 4 とが一体的に形成されており、導体 1 3 と導体 1 4 とが一体的に形成されている。

[0021] また、誘電体 7 0 と導体 1 2 との接触部や、誘電体 7 0 と導体 1 3 との接触部についても、電氣的には接触していればよいが、信頼性上は接合されていることが望ましい。例えば、導電性接着剤を用いて接合することができる。また、例えば、誘電体 7 0 の表面 2 1 に第 1 の板状導体を焼き付け、誘電体 7 0 の表面 2 2 に第 2 の板状導体を焼き付けるとともに、第 1 の板状導体

に第1の柱状導体を半田等で接合し、第2の板状導体に第2の柱状導体を半田等で接合するようにしても構わない。その場合には、第1の板状導体と第1の柱状導体との複合体が本実施形態における導体12に該当し、第2の板状導体と第2の柱状導体との複合体が本実施形態における導体13に該当する。

[0022] なお、導体11～15は、金属や非金属導電性材料のような既知の種々の導電性材料を用いて形成することができるが、誘電体共振器の特性を向上させるためには、例えば、Ag、Ag-Pd、Ag-Pt等のAg合金を主成分とする導電材料やCu系、W系、Mo系、Pd系導電材料等を用いることが望ましい。

[0023] なお、空洞45内は、空気で満たされているが、真空であっても良く、また、空気以外の気体で満たされていても構わない。

[0024] このような構成を有する本実施形態の誘電体共振器は、特許文献1に記載された導体12～15を有さない従来の誘電体共振器と比較して、共振周波数が最も低いスプリアスモードの共振周波数を高くすることができるので、基本モードの共振周波数とスプリアスモードの共振周波数との間隔が広い良好な電気特性を有する誘電体共振器を得ることができる。なお、本実施形態の誘電体共振器は、共振周波数が最も低いスプリアスのモードが従来の誘電体共振器と異なっており、共振モードの変化によってこの効果が得られたと考えられる。

[0025] また、本実施形態の誘電体共振器は、導体14および導体15を有していることから、導体14および導体15を有さない場合と比較して、基本モード共振におけるQ値を高くすることができる。なお、導体14および導体15を有さない場合には、導体12および導体13を取り囲むように生じる磁界によって、導体12および導体13に電流損失が発生し、これによってQ値が低下すると考えられる。本実施形態の誘電体共振器では、導体14および導体15によって、導体12および導体13を取り囲むように生じる磁界を低減することができるので、電流損失が減少してQ値が向上すると考えら

れる。

[0026] なお、導体 1 4 は、第 3 方向（+ x 方向）において導体 1 2 と導体 1 1 との間であり、且つ第 1 の方向（+ z 方向）において誘電体 7 0 と導体 1 1 との間である領域の全体に渡って存在することが望ましい。また、導体 1 5 は、第 4 方向（+ x 方向）において導体 1 3 と導体 1 1 との間であり、且つ第 1 の方向（+ z 方向）において誘電体 7 0 と導体 1 1 との間である領域の全体に渡って存在することが望ましい。これにより、基本モード共振における Q 値を向上させることができる。

[0027] また、本実施形態の誘電体共振器は、第 3 方向と第 4 方向とが一致している。すなわち、導体 1 2 に対する導体 1 4 が位置する方向と、導体 1 3 に対する導体 1 5 が位置する方向とが一致している。これにより、他の共振器等との電磁気的な結合が容易な誘電体共振器を得ることができる。

[0028] （第 2 実施形態）

図 4 は、本発明の第 2 実施形態の誘電体共振器を模式的に示す斜視図である。なお、図 4 においては、構造をわかりやすくするために、導体 1 1 を透視した状態を示している。また、本実施形態においては、上述した第 1 実施形態と異なる部分について説明し、同様の構成要素には同様の符号を付して重複する説明を省略する。

[0029] 本実施形態の誘電体共振器では、誘電体 7 0、導体 1 2 および導体 1 3 は、円柱状の形状を有している。また、導体 1 4 および導体 1 5 は、直方体から円柱を取り除いたような形状を有している。その他の構成は、全て前述した第 1 実施形態の共振器と同じである。

[0030] このように、本実施形態の誘電体共振器は、前述した第 1 実施形態の誘電体共振器と同様な構成を有しており、前述した第 1 実施形態の誘電体共振器と同様の優れた電気特性を有している。

[0031] （第 3 実施形態）

図 5 は、本発明の第 3 実施形態の誘電体フィルタを模式的に示す斜視図である。図 6 は、図 5 の C - C' 線断面図である。図 7 は、図 5 の D - D' 線

断面図である。なお、図5においては、構造をわかりやすくするために、導体11を透視した状態を示している。また、本実施形態においては、上述した第2実施形態と異なる部分について説明し、同様の構成要素には同様の符号を付して重複する説明を省略する。

[0032] 本実施形態の誘電体フィルタは、誘電体70、導体12、導体13、導体14および導体15で構成される組が、空洞45の中に複数設けられている。複数の組は、列を成すように配置されており、列の一方端（+y方向の端部）に位置する組である第1組51と、列の他方端（-y方向の端部）に位置する組である第2組52とを有している。複数の組の各々（第1組51および第2組52）は、それぞれ導体11とともに共振器として機能する。

[0033] 第1組51は、誘電体70a、導体12a、導体13a、導体14a、導体15aで構成されており、第2組52は、誘電体70b、導体12b、導体13b、導体14b、導体15bで構成されている。なお、誘電体70a、誘電体70bは、第2実施形態における誘電体70と同じものである。導体12a、導体12bは、第2実施形態における導体12と同じものである。導体13a、導体13bは、第2実施形態における導体13と同じものである。導体14a、導体14bは、第2実施形態における導体14と同じものである。導体15a、導体15bは、第2実施形態における導体15と同じものである。すなわち、第1組51および導体11により構成される共振器と、第2組52および導体11により構成される共振器と、の各々は、前述した第2実施形態の共振器と同様の構成を有しており、第2実施形態の共振器と同様の優れた電気特性を有している。

[0034] また、本実施形態の誘電体フィルタは、線状の導体である導体16を更に有している。導体16は、一方端である端部16aと、他方端である端部16bと、誘電体70aに沿って+z方向へ伸びる部分である結合部16cとを有している。そして、端部16aが導体13aに接続されており、端部16bが導体11に形成された貫通孔41を介して外部へ露出している。なお、端部16aは、導体12aに接続されていても構わない。

[0035] また、本実施形態の誘電体フィルタは、線状の導体である導体 17 を更に有している。導体 17 は、一方端である端部 17 a と、他方端である端部 17 b と、誘電体 70 b に沿って +z 方向へ伸びる部分である結合部 17 c とを有している。そして、端部 17 a が導体 13 b に接続されており、端部 17 b が導体 11 に形成された貫通孔 42 を介して外部へ露出している。なお、端部 17 a は、導体 12 b に接続されていても構わない。

[0036] なお、結合部 16 c および結合部 17 c は、+z 方向と平行に形成されていることが望ましいが、+z 方向に対して多少傾いていても構わない。また、結合部 16 c は、誘電体 70 a と導体 11 との間の空間における中央よりも誘電体 70 a に近い位置にあるのが望ましい。これにより、結合部 16 c と誘電体 70 a とを良好に電磁氣的に結合することができる。同様に、結合部 17 c は、誘電体 70 b と導体 11 との間の空間における中央よりも誘電体 70 b に近い位置にあるのが望ましい。これにより、結合部 17 c と誘電体 70 b とを、良好に電磁氣的に結合することができる。

[0037] また、本実施形態の誘電体フィルタは、導体 47 を更に有している。導体 47 は、+y 方向において、第 1 組 51 と第 2 組 52 の間に配置されている。詳細には、導体 47 は、-z 方向の端部が導体 11 の内面 32 に接合されており、導体 13 a、導体 13 b よりも低い高さで、+x 方向の全体に渡って形成されている。導体 47 によって、誘電体 70 a と誘電体 70 b との間の結合を調整することができる。なお、導体 47 は、必須ではなく、場合によっては無くても構わない。

[0038] このような構成を有する本実施形態の誘電体フィルタは、例えば、導体 16 の端部 16 b から電気信号が入力されると、各々の共振器が共振し、導体 17 の端部 17 b から電気信号が出力される。このとき、各々の共振器の共振周波数を含む周波数帯の信号が選択的に通過するため、バンドパスフィルタとして機能する。

[0039] 本実施形態の誘電体フィルタは、基本モードの共振における Q 値が高く、また、基本モードの共振周波数とスプリアスモードの共振周波数との間隔が

広い良好な電気特性を有する誘電体共振器を用いてフィルタを構成している。これにより、通過帯域における挿入損失が小さく、通過帯域近傍の減衰量が大きい、優れた電気特性を得ることができる。

[0040] また、本実施形態の誘電体フィルタは、導体14aおよび導体14bが配置される方向である第3方向（+x方向）と、導体15aおよび導体15bが配置される方向である第4方向（+x方向）と、が一致しており、第1方向（+z方向）および第3方向（+x方向）の両方に垂直な第5方向（+y方向）に沿って複数の組が配置されている。これにより、組の数（共振器の数）が増加しても、共振器同士の電磁気的な結合や、共振器と入出力線路との電磁気的な結合を良好に保つことができるので、良好な電気特性を有する誘電体フィルタを得ることができる。

[0041] なお、本実施形態においては、第1組51および第2組52の2つの組を有する場合を示したが、さらに多数の組を有していても構わない。その場合には、第1組51および第2組52の間に他の組を配置すればよい。但し、組の数の増加は、挿入損失の増加とサイズの大型化を招くため、組の数は10以下程度にするのが望ましい。

[0042] （第4実施形態）

図8は、本発明の第4実施形態の誘電体フィルタを模式的に示す斜視図である。図9は、図8のE-E'線断面図である。図10は、図8のF-F'線断面図である。なお、図8においては、構造をわかりやすくするために、導体11を透視した状態を示している。また、本実施形態においては、前述した第3実施形態と異なる部分について説明し、同様の構成要素には同様の符号を付して重複する説明を省略する。

[0043] 本実施形態の誘電体フィルタでは、誘電体70a、導体12aおよび導体13aが四角柱状の形状を有しており、誘電体70b、導体12bおよび導体13bが四角柱状の形状を有している。また、導体14aおよび導体15aが直方体状の形状を有しており、導体14bおよび導体15bが直方体状の形状を有している。

[0044] また、本実施形態の誘電体フィルタは、電極 5 7 と、電極 5 8 と、導体 1 8 とを有している。電極 5 7 は、誘電体 7 0 a の中に、導体 1 2 a 側へ偏って配置されている。電極 5 8 は、誘電体 7 0 b の中に、導体 1 2 b 側へ偏って配置されている。導体 1 8 は、線状の導体である。導体 1 8 の一方端は、電極 5 7 に接合されており、導体 1 8 の他方端は、電極 5 8 に接合されている。すなわち、導体 1 8 は、電極 5 7 と電極 5 8 とを接続している。なお、電極 5 7 は、誘電体 7 0 a の中において導体 1 3 a 側へ偏って配置されても良く、電極 5 8 は、誘電体 7 0 b の中において導体 1 3 b 側へ偏って配置されても良い。

[0045] また、本実施形態の誘電体フィルタでは、導体 4 7 が、第 1 組 5 1 と第 2 組 5 2 の間を、ほぼ全体的に仕切るように配置されている。導体 1 8 は、導体 4 7 に接触しないように、導体 4 7 の + z 方向の端部に形成された凹部を通過するように配置されている。

[0046] このように、本実施形態の誘電体フィルタは、電極 5 7、電極 5 8 および導体 1 8 を有している。電極 5 7 は、誘電体 7 0 a の中に、導体 1 2 a および導体 1 3 a の一方側へ偏って配置されている。電極 5 8 は、誘電体 7 0 b 中に、導体 1 2 b および導体 1 3 b の一方側へ偏って配置されている。導体 1 8 は、電極 5 7 と電極 5 8 とを接続している。このような構成を有する本実施形態の誘電体フィルタは、導体 1 8 によって、第 1 組 5 1 と第 2 組 5 2 とを容量結合することができるので、前述した第 3 実施形態の誘電体フィルタと比較して、通過帯域よりも高周波側における減衰量を増加させることができる。

[0047] (第 5 実施形態)

図 1 1 は、本発明の第 5 実施形態の誘電体フィルタを模式的に示す斜視図である。図 1 2 は、図 1 1 の G-G' 線断面図である。図 1 3 は、図 1 1 の H-H' 線断面図である。なお、図 1 1 においては、構造をわかりやすくするために、導体 1 1 を透視した状態を示している。また、本実施形態においては、前述した第 3 実施形態と異なる部分について説明し、同様の構成要素

には同様の符号を付して重複する説明を省略する。

[0048] 本実施形態の誘電体フィルタでは、誘電体 70 a、導体 12 a および導体 13 a が四角柱状の形状を有しており、誘電体 70 b、導体 12 b および導体 13 b が四角柱状の形状を有している。また、導体 14 a および導体 15 a が直方体状の形状を有しており、導体 14 b および導体 15 b が直方体状の形状を有している。

[0049] また、本実施形態の誘電体フィルタは、導体 16 の代わりに導体 19 を有しており、導体 17 の代わりに導体 20 を有している。また、本実施形態の誘電体フィルタは、電極 55 および電極 56 を有している。

[0050] 電極 55 は、誘電体 70 a の中に、導体 12 a および導体 13 a の一方側へ偏って配置される。そして、電極 55 は、導体 19 を介して電気信号が供給されると、誘電体 70 a 内に電界を発生させる機能を有している。

[0051] 電極 56 は、誘電体 70 b の中に、導体 12 b および導体 13 b の一方側へ偏って配置される。そして、電極 56 は、導体 20 を介して電気信号が供給されると、誘電体 70 a 内に電界を発生させる機能を有している。

[0052] なお、図 11～図 13 では、電極 55 が導体 13 a 側（-z 方向側）へ偏って配置され、電極 56 が導体 13 b 側（-z 方向側）へ偏って配置された例を示したが、電極 55 が導体 12 a 側（+z 方向側）へ偏って配置されていても良く、電極 56 が導体 12 b 側（+z 方向側）へ偏って配置されていても構わない。

[0053] 導体 19 は、線状の導体であり、一方端である端部 19 a と、他方端である端部 19 b とを有している。そして、端部 19 a は電極 55 に接続されており、端部 19 b は、導体 11 に形成された貫通孔 41 を介して外部へ露出している。

[0054] 導体 20 は、線状の導体であり、一方端である端部 20 a と、他方端である端部 20 b とを有している。そして、端部 20 a は電極 56 に接続されており、端部 20 b は、導体 11 に形成された貫通孔 42 を介して外部へ露出している。

- [0055] このような構成を有する本実施形態の誘電体フィルタは、例えば、導体 19 の端部 19 b から電気信号が入力されると、2つの共振器が共振し、導体 20 の端部 20 b から電気信号が出力される。このとき、2つの共振器の共振周波数を含む周波数帯の信号が選択的に通過するため、バンドパスフィルタとして機能する。
- [0056] 本実施形態の誘電体フィルタは、基本モードの共振における Q 値が高く、また、基本モードの共振周波数とスプリアスモードの共振周波数との間隔が広い共振器を用いてフィルタを構成している。これにより、通過帯域における挿入損失が小さく、通過帯域近傍の減衰量が大きい、優れた電気特性を得ることができる。
- [0057] また、本実施形態の誘電体フィルタでは、導体 14 a および導体 14 b が配置される方向である第 3 方向（+x 方向）と、導体 15 a および導体 15 b が配置される方向である第 4 方向（+x 方向）と、が一致しており、第 1 方向（+z 方向）および第 3 方向（+x 方向）の両方に垂直な第 5 方向（+y 方向）に沿って複数の組が配置されている。これにより、組の数が増加しても、組同士の電磁気的な結合や、組と入出力線路との電磁気的な結合を良好に保つことができるので、良好な電気特性を有する誘電体フィルタを得ることができる。なお、第 3 方向と第 4 方向とは必ずしも一致している必要はなく、例えば、第 3 方向と第 4 方向とが互いに逆方向であっても構わない。
- [0058] また、本実施形態の誘電体フィルタは、電極 55 が、誘電体 70 a のにおいて、第 1 方向および第 2 方向の一方（図 11～図 13 では第 2 方向（-z 方向））に偏って配置されており、導体 19 の端部 19 a が、電極 55 における、第 1 方向および第 2 方向の他方（図 11～図 13 では第 1 方向（+z 方向））側に接続されている。これにより、電極 55 と誘電体 70 a との電磁気的な結合を強くすることができる。なお、電極 55 が、誘電体 70 a のにおいて、+z 方向に偏って配置され、導体 19 の端部 19 a が、電極 55 における、-z 方向側に接続されるようにしても同様の効果を得ることができる。

[0059] 同様に、本実施形態の誘電体フィルタは、電極56が、誘電体70bの中において、第1方向および第2方向の一方（図11～図13では第2方向（ $-z$ 方向））に偏って配置されており、導体20の端部20aが、電極56における、第1方向および第2方向の他方（図11～図13では第1方向（ $+z$ 方向））側に接続されている。これにより、電極56と誘電体70bとの電磁気的な結合を強くすることができる。なお、電極56が、誘電体70bの中において、 $+z$ 方向に偏って配置され、導体20の端部20aが、電極56における、 $-z$ 方向側に接続されるようにしても同様の効果を得ることができる。

[0060] なお、本実施形態においては、第1組51および第2組52の2つの組を有する場合を示したが、さらに多数の組を有していても構わない。その場合には、第1組51および第2組52の間に他の組を配置すればよい。但し、組の数の増加は、挿入損失の増加とサイズの大型化を招くため、10個以下程度にするのが望ましい。

[0061] （第6実施形態）

図14は、本発明の第6実施形態の誘電体共振器を模式的に示す斜視図である。図15は、図14のS-S'線断面図（S-S'線を含む xz 平面に平行な切断面（導体11を $+y$ 方向に2等分する切断面）を $-y$ 方向から見た図）である。図16は、図14のK-K'線断面図（K-K'線を含む xy 平面に平行な切断面（導体11を $+z$ 方向に2等分する切断面）を $+z$ 方向から見た図）である。図17は、図14のM-M'線断面図（M-M'線を含む yz 平面に平行な切断面（導体11を $+x$ 方向に2等分する切断面）を $+x$ 方向から見た図）である。なお、図14においては、構造をわかりやすくするために、導体11を透視した状態を示している。また、本実施形態においては、前述した第1実施形態と異なる部分について説明し、同様の構成要素には同様の符号を付して重複する説明を省略する。

[0062] 本実施形態の誘電体共振器は、図14～図17に示すように、導体26と、導体27と、導体28と、導体29とを有している。また、誘電体70は

、第1部分71と第2部分72とが互いに交差した形状（十字型の形状）を有している。

[0063] 第1部分71は、第1方向（+z方向）に伸びる柱状の部分であり、第1方向（+z方向）の端部に位置する表面21と、第1方向と反対方向である第2方向（-z方向）の端部に位置する表面22とを有している。第2部分72は、第1方向に垂直な第5方向（-y方向）に伸びる柱状の部分であり、第5方向（-y方向）の端部に位置する表面23と、第5方向と反対方向である第6方向（+y方向）の端部に位置する表面24とを有している。

[0064] 導体26は、-y方向に伸びる柱状の導体である。また、導体26は、誘電体70の表面23に設けられている。導体26の第5方向（-y方向）の端部は、導体11の内面33に接合または接触することによって、導体11の内面33に電氣的に接続されている。

[0065] 導体27は、-y方向に伸びる柱状の導体である。また、導体27は、誘電体70表面24に設けられている。導体27の第6方向（+y方向）の端部は、導体11の内面34に接合または接触することによって、導体11の内面34に電氣的に接続されている。

[0066] 導体28は、直方体状の形状を有している。また、導体28は、第1方向および第5方向に垂直な第7方向（-x方向）において、導体26と導体11との間に配置されている。導体28の第7方向（-x方向）の端部は、導体11に接合または接触することによって、導体11に電氣的に接続されている。導体28の第7方向と反対方向（+x方向）の端部は、導体26に接合または接触することによって、導体26に電氣的に接続されている。導体28の第5方向（-y方向）の端部は、導体11の内面33に接合または接触することによって、導体11の内面33に電氣的に接続されている。

[0067] 導体29は、直方体状の形状を有している。また、導体29は、第7方向（-x方向）において、導体27と導体11との間に配置されている。導体29の第7方向（-x方向）の端部は、導体11に接合または接触することによって、導体11に電氣的に接続されている。導体29の第7方向と反対

方向（+x方向）の端部は、導体27に接合または接触することによって、導体27に電氣的に接続されている。導体29の第6方向（+y方向）の端部は、導体11の内面34に接合または接触することによって、導体11の内面34に電氣的に接続されている。

[0068] また、図17に示すように、誘電体70には、溝75が形成されている。溝75は、第1部分71と第2部分72とが交わる部分に形成されており、+x方向の全体に渡って形成されている。このような溝75は、2つの共振モードの縮退を解く機能を有しており、溝75の形状は、所望する特性に応じて適宜調整する。

[0069] なお、本実施形態では、導体12、導体13、導体26、導体27が四角柱である場合を示しているが、例えば、六角柱や円柱のような他の形状であっても良い。但し、導体26および導体27は、-y方向に垂直な平面で切断したときの断面形状が、第2部分72と同じであることが望ましい。

[0070] また、導体26～29（導体26、導体27、導体28、導体29）の材料、構成および隣接する部分との接合状態は、導体12～導体15（導体12、導体13、導体14、導体15）と同様である。なお、図14～図17では、導体26と導体28とが一体的に形成され、導体27と導体29とが一体的に形成された場合を示している。

[0071] このような構成を有する本実施形態の誘電体共振器は、2重モード共振器として機能する。また、本実施形態の誘電体共振器は、導体12、導体13、導体26および導体27を有しているので、2つのモードの両方において、基本モードの共振周波数とスプリアスモードの共振周波数との間隔を広げることができる。また、本実施形態の誘電体共振器は、導体14、導体15、導体28および導体29を有していることから、導体14、導体15、導体28および導体29を有さない場合と比較して、基本モード共振におけるQ値を高くすることができる。

[0072] なお、図14、図16に示すように、導体28は、導体26よりも第7方向（-x方向）側における導体26と導体11との間であり、且つ第5方向

($-y$ 方向) において表面 23 と内面 33 との間である、領域の全体に渡って存在することが望ましい。また、導体 29 は、導体 27 よりも第 7 方向 ($-x$ 方向) 側における導体 27 と導体 11 との間であり、且つ第 5 方向 ($-y$ 方向) において表面 24 と内面 34 との間である、領域の全体に渡って存在することが望ましい。これらにより、導体 26 および導体 27 をそれぞれ取り囲むように生じる磁界をさらに低減することができるので、導体 26 および導体 27 における電流損失をさらに減少して、 Q 値をさらに向上させることができる。

[0073] また、本実施形態の誘電体共振器では、第 3 方向 ($+x$ 方向) と第 7 方向 ($-x$ 方向) とが互いに反対方向である。すなわち、導体 12 および導体 13 に対する導体 14 および導体 15 が位置する方向と、導体 26 および導体 27 に対する導体 28 および導体 29 が位置する方向とが、互いに反対方向である。これにより、電磁界分布の対称性の低下による電気特性の劣化を防止することができるとともに、電磁気的な結合が容易な誘電体共振器を得ることができる。

[0074] (第 7 実施形態)

図 18 は、本発明の第 7 実施形態の誘電体フィルタを模式的に示す斜視図である。図 19 は、図 18 の $N-N'$ 線断面図 ($N-N'$ 線を含む xz 平面に平行な切断面を $-y$ 方向から見た図) である。図 20 は、図 18 の $P-P'$ 線断面図 ($P-P'$ 線を含む xy 平面に平行な切断面を $+z$ 方向から見た図) である。図 21 は、図 18 の $Q-Q'$ 線断面図 ($Q-Q'$ 線を含む yz 平面に平行な切断面を $+x$ 方向から見た図) である。なお、図 18 においては、構造をわかりやすくするために、導体 11 を透視した状態を示している。また、本実施形態においては、上述した第 6 実施形態と異なる部分について説明し、同様の構成要素には同様の符号を付して重複する説明を省略する。本実施形態の誘電体フィルタは、図 18～図 21 に示すように、前述した第 6 実施形態の誘電体共振器と、導体 61 と、導体 62 とを有している。

[0075] 導体 61 は、線状の導体であり、一方端である端部 61a と、他方端であ

る端部 6 1 b と、第 1 部分 7 1 に沿って第 1 方向（+ z 方向）へ伸びる部分である結合部 6 1 c と、を有している。結合部 6 1 c は、第 1 部分 7 1 と主に磁界によって結合する部分である。導体 6 1 は、第 1 部分 7 1 と電磁氣的に結合する。そして、端部 6 1 a は、導体 1 2 に接続されており、端部 6 1 b は、導体 1 1 に形成された貫通孔 4 9 を介して外部へ露出している。なお、端部 6 1 a は、導体 1 2 の代わりに導体 1 3 に接続されても構わない。

[0076] 導体 6 2 は、線状の導体であり、一方端である端部 6 2 a と、他方端である端部 6 2 b と、第 2 部分 7 2 に沿って第 5 方向（- y 方向）へ伸びる部分である結合部 6 2 c と、を有している。結合部 6 2 c は、第 2 部分 7 2 と主に磁界によって結合する部分である。導体 6 2 は、第 1 部分 7 2 と電磁氣的に結合する。そして、端部 6 2 a は、導体 2 6 に接続されており、端部 6 2 b は、導体 1 1 に形成された貫通孔 4 8 を介して外部へ露出している。なお、端部 6 2 a は、導体 2 6 の代わりに導体 2 7 に接続されても構わない。

[0077] なお、結合部 6 1 c は、+ z 方向と平行に形成されていることが望ましいが、+ z 方向の成分を有していれば良く、+ z 方向に対して傾いていても構わない。同様に、結合部 6 2 c は、- y 方向と平行に形成されていることが望ましいが、- y 方向の成分を有していれば良く、- y 方向に対して傾いていても構わない。また、結合部 6 1 c および結合部 6 2 c の位置および長さについては、所望する磁界結合の大きさによって適宜調整することができる。

[0078] このような構成を有する本実施形態の誘電体フィルタは、例えば、導体 6 1 の端部 6 1 b から電気信号が入力されると、誘電体 7 0 が共振し、導体 6 2 の端部 6 2 b から電気信号が出力される。このとき、前述した第 1 共振モード、第 2 共振モードおよび第 3 共振モードの共振周波数を含む周波数帯の信号が選択的に通過するため、バンドパスフィルタとして機能する。

[0079] 本実施形態の誘電体フィルタは、基本モードの共振における Q 値が高く、また、基本モードの共振周波数とスプリアスモードの共振周波数との間隔が広い良好な電気特性を有する誘電体共振器を用いてフィルタを構成している

。これにより、通過帯域における挿入損失が小さく、通過帯域近傍の減衰量が大きい、優れた電気特性を有する誘電体フィルタを得ることができる。

[0080] (第8実施形態)

図22は、本発明の第8実施形態の通信装置を模式的に示すブロック図である。本実施形態の通信装置は、アンテナ82と、通信回路81と、アンテナ82と通信回路81とを接続する誘電体フィルタ80とを有している。誘電体フィルタ80は、前述した第3実施形態の誘電体フィルタである。アンテナ82および通信回路81は、既知の従来のものである。

[0081] このような構成を有する本実施形態の通信装置は、電気特性が良好な第3実施形態の誘電体フィルタを用いて不要な電気信号を除去することから、通信品質の良い通信装置を得ることができる。

[0082] なお、第3実施形態の誘電体フィルタに代えて、第4実施形態の誘電体フィルタや、第5実施形態の誘電体フィルタや、第7実施形態の誘電体フィルタや、他の形態の誘電体フィルタを用いても構わない。

実施例

[0083] 図1～図3に示した第1実施形態の誘電体共振器の電気特性をシミュレーションによって算出した。シミュレーションにおいて、誘電体70を構成する誘電体は、比誘電率を60とし、誘電正接を0.00005とした。各種導体の導電率は $46.4 \times 10^6 \text{ S/m}$ とした。導体11の内側の形状(空洞45の外形)は、+x方向の寸法が20mm、+y方向の寸法が20mm、+z方向の寸法が24mmの直方体とした。誘電体70は、+x方向の寸法が4.4mm、+y方向の寸法が4.4mm、+z方向の寸法が10mmの柱状とした。導体12および導体13における、+x方向の寸法および+y方向の寸法は、誘電体70と同じとした。また、導体12と導体13は同じ形状とし、導体14と導体15は同じ形状とした。シミュレーションの結果、基本モードの共振周波数は2.077GHzであり、Q値は3540であり、最も周波数が低いスプリアスモードの共振周波数は5.790GHzであった。

[0084] また、図 25 に示す第 1 比較例の誘電体共振器の電気特性をシミュレーションによって算出した。第 1 比較例の誘電体共振器は、図 25 に示すように、第 1 実施形態の誘電体共振器から、導体 14 および導体 15 を取り除いた形状とした。また、基本モードの共振周波数を略一致させるために、誘電体 70 の +x 方向の寸法および +y 方向の寸法を 3.6 mm とした。シミュレーションの結果、基本モードの共振周波数は 2.037 GHz であり、Q 値は 3199 であり、最も周波数が低いスプリアスモードの共振周波数は 6.273 GHz であった。

[0085] また、図 26 に示す第 2 比較例の誘電体共振器の電気特性をシミュレーションによって算出した。第 2 比較例の誘電体共振器は、図 26 に示すように、第 1 実施形態の誘電体共振器から、導体 12、導体 13、導体 14 および導体 15 を取り除いた形状とした。なお、この形状は従来の誘電体共振器の形状である。また、基本モードの共振周波数を略一致させるために、誘電体 70 の +y 方向の寸法および +x 方向の寸法を 6.5 mm とし、空洞 45 および誘電体 70 の +z 方向の寸法を 10 mm とした。シミュレーションの結果、基本モードの共振周波数は 2.044 GHz であり、Q 値は 4000 であり、最も周波数が低いスプリアスモードの共振周波数は 4.200 GHz であった。

[0086] これらの結果によれば、従来の共振器である第 2 比較例の共振器は、最も周波数が低いスプリアスモードの共振周波数が低いという大きな問題を有しており、第 1 比較例の誘電体共振器は、基本モード共振の Q 値が低いという大きな問題を有している。これに対して、第 1 実施形態の誘電体共振器は、基本モード共振の Q 値が高く、且つ最も周波数が低いスプリアスモードの共振周波数も高い、欠点無くバランスの取れた優れた電気特性を有している。これにより本発明の効果が確認できる。

[0087] また、図 5 ～図 7 に示した第 3 実施形態の誘電体フィルタの電気特性をシミュレーションによって算出した。シミュレーションにおいて、誘電体 70 を構成する誘電体は、比誘電率を 60 とし、誘電正接を 0.00005 とし

た。各種導体の導電率は $46.4 \times 10^6 \text{ S/m}$ とした。導体11の内側の形状（空洞45の外形）は、+x方向の寸法が20mmであり、+y方向の寸法が42mmであり、+z方向の寸法が26mmである直方体とした。誘電体70a、誘電体70bは、直径が6mmであり、+z方向の寸法が10mmである円柱状とした。導体12a、導体12b、導体13a、導体13bの+x方向の寸法および+y方向の寸法は、誘電体70a、誘電体70bと同じとした。また、導体12a、導体12b、導体13a、導体13bは同じ形状とし、導体14a、導体14b、導体15a、導体15bは同じ形状とした。シミュレーションの結果を図23のグラフに示す。グラフにおいて、横軸は周波数を示し、縦軸は減衰量を示している。グラフによれば、通過帯域の挿入損失が小さく、且つ通過帯域近傍の減衰量が大きい優れた電気特性が得られていることがわかる。このグラフによっても本発明の有効性が確認できる。

[0088] また、図8～図10に示した第4実施形態の誘電体フィルタの電気特性をシミュレーションによって算出した。シミュレーションにおいて、誘電体70を構成する誘電体は、比誘電率を60とし、誘電正接を0.00005とした。各種導体の導電率は $46.4 \times 10^6 \text{ S/m}$ とした。導体11の内側の形状（空洞45の外形）は、+x方向の寸法が20mmであり、+y方向の寸法が42mmであり、+z方向の寸法が26mmである直方体とした。誘電体70a、誘電体70bは、+x方向の寸法が4.4mmであり、+y方向の寸法が4.4mmであり、+z方向の寸法が10mmである四角柱状とした。導体12a、導体12b、導体13a、導体13bの+x方向の寸法および+y方向の寸法は、誘電体70a、誘電体70bと同じとした。また、導体12a、導体12b、導体13a、導体13bは同じ形状とし、導体14a、導体14b、導体15a、導体15bは同じ形状とした。シミュレーションの結果を図24のグラフに示す。グラフにおいて、横軸は周波数を示し、縦軸は減衰量を示している。グラフによれば、通過帯域の挿入損失が小さく、且つ通過帯域よりも高周波側の減衰量がさらに大きい優れた電気特

性が得られていることがわかる。このグラフによっても本発明の有効性が確認できる。

[0089] また、図11～図13に示した第5実施形態の誘電体フィルタの電気特性をシミュレーションによって算出した。シミュレーションにおいて、誘電体70を構成する誘電体は、比誘電率を60とし、誘電正接を0.00005とした。各種導体（導体11、導体12a、導体12b、導体13a、導体13b、導体14a、導体14b、導体15a、導体15b、導体19、導体20）、電極55および電極56の導電率は $46.4 \times 10^6 \text{ S/m}$ とした。導体11の内側の形状（空洞45の外形）は、幅（+x方向の寸法）20mm、長さ（+y方向の寸法）42mm、高さ（+z方向の寸法）26mmの直方体とした。誘電体70a、誘電体70bは、長さ3.9mm、幅3.9mm、高さ10mmの四角柱状とした。導体12a、導体12b、導体13a、導体13bの長さおよび幅は、誘電体70a、誘電体70bと同じとした。また、導体12a、導体12b、導体13a、導体13bは同じ形状とし、導体14a、導体14b、導体15a、導体15bは同じ形状とした。その結果を図27のグラフに示す。

[0090] また、図28、図29に示した第3比較例の誘電体フィルタの電気特性をシミュレーションによって算出した。図28は、第3比較例の誘電体フィルタを模式的に示す斜視図である。図29は、図28のJ-J'線断面図である。なお、図28においては、構造をわかりやすくするために、導体11を透視した状態を示している。第3比較例の誘電体フィルタは、図11～図13に示した第5実施形態の誘電体フィルタから、導体12a、導体12b、導体13a、導体13b、導体14a、導体14b、導体15a、導体15b、導体19、導体20を取り除き、導体11に形成した貫通穴43から導体59を誘電体70aに挿入するとともに、導体11に形成した貫通穴44から導体60を誘電体70bに挿入した形状とした。なお、導体11の内側の形状（空洞45の外形）は、幅20mm、長さ42mm、高さ10mmの直方体とした。誘電体70a、誘電体70bは、長さ7.8mm、幅7.8

mm、高さ10mmの四角柱状とした。その結果を図30のグラフに示す。

[0091] 図27および図30に示すグラフにおいて、横軸は周波数を示し、縦軸は減衰量を示している。図30に示すグラフによれば、第3比較例の誘電体フィルタでは、通過帯域近傍の3.5GHz付近にスプリアスモード共振によるピークが発生し、通過帯域近傍の減衰量が不充分であることがわかる。これに対して、図27に示すグラフによれば、第5実施形態の誘電体フィルタでは、通過帯域の挿入損失が小さく、また、スプリアスモード共振によるピークが高周波側へシフトしたため通過帯域近傍の減衰量が大きい、優れた電気特性が得られていることがわかる。この結果によっても、本発明の有効性が確認できる。

符号の説明

[0092] 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 27, 28, 29, 61, 62 : 導体
41, 42, 48, 49 : 貫通孔
45 : 空洞
55, 56, 57, 58 : 電極
70 : 誘電体
71 : 第1部分
72 : 第2部分
80 : 誘電体フィルタ
81 : 通信回路
82 : アンテナ

請求の範囲

- [請求項1] 第1方向の端部に位置する第1表面と、前記第1方向と反対方向である第2方向の端部に位置する第2表面とを有する誘電体と、
内部に形成された空洞内に前記誘電体を収容し、間隔を開けて前記誘電体を取り囲むように配置されており、前記第1表面と対向する部分を有する第1内面と、前記第2表面と対向する部分を有する第2内面と、を有する第1導体と、
前記第1表面に設けられており、前記第1方向の端部が、前記第1内面に電氣的に接続された第2導体と、
前記第2表面に設けられており、前記第2方向の端部が、前記第2内面に電氣的に接続された第3導体と、
前記第1方向に垂直な第3方向において前記第2導体と前記第1導体との間に配置されており、前記第1方向の端部および前記第3方向の端部が前記第1導体に電氣的に接続されており、前記第3方向と反対方向の端部が前記第2導体に電氣的に接続された第4導体と、
前記第1方向に垂直な第4方向において前記第3導体と前記第1導体との間に配置されており、前記第4方向の端部および前記第2方向の端部が前記第1導体に電氣的に接続されており、前記第4方向と反対方向の端部が前記第3導体に電氣的に接続された第5導体と、
を有することを特徴とする誘電体共振器。
- [請求項2] 前記第3方向と前記第4方向とが一致していることを特徴とする請求項1に記載の誘電体共振器。
- [請求項3] 請求項1に記載の誘電体共振器において、前記誘電体、前記第2導体、前記第3導体、前記第4導体および前記第5導体で構成される組が、前記空洞の中に複数設けられているとともに、複数の前記組が列を成すように配置されており、前記列の一方端に位置する前記組である第1組と、前記列の他方端に位置する前記組である第2組とを少なくとも有しており、

一方端である第1端部と、他方端である第2端部と、を有する線状の導体であり、前記第1端部が前記第1組における前記第2導体または前記第3導体に接続されており、前記第2端部が前記第1導体に設けられた第1の貫通孔を介して外部へ露出しており、前記第1組における前記誘電体と電磁氣的に結合する第6導体を更に有しており、一方端である第3端部と、他方端である第4端部と、を有する線状の導体であり、前記第3端部が前記第2組における前記第2導体または前記第3導体に接続されており、前記第4端部が前記第1導体に設けられた第2の貫通孔を介して外部へ露出しており、前記第2組における前記誘電体と電磁氣的に結合する第7導体を更に有していることを特徴とする誘電体フィルタ。

[請求項4] 前記第3方向と前記第4方向とが一致しており、前記第1方向および前記第3方向の両方に垂直な第5方向に沿って複数の前記組が配置されていることを特徴とする請求項3に記載の誘電体フィルタ。

[請求項5] 前記第1組における前記誘電体中に、前記第1組における前記第2導体および前記第3導体の一方側へ偏って配置された、第1電極と、前記第2組における前記誘電体中に、前記第2組における前記第2導体および前記第3導体の一方側へ偏って配置された、第2電極と、前記第1電極と前記第2電極とを接続する第8導体と、を有していることを特徴とする請求項3または請求項4に記載の誘電体フィルタ。

[請求項6] アンテナと、通信回路と、前記アンテナと前記通信回路とを接続する請求項3乃至請求項5のいずれかに記載の誘電体フィルタと、を有していることを特徴とする通信装置。

[請求項7] 請求項1に記載の誘電体共振器において、前記誘電体、前記第2導体、前記第3導体、前記第4導体および前記第5導体で構成される組が、前記空洞の中に複数設けられているとともに、複数の前記組が列を成すように配置されており、前記列の一方端に位置する前記組であ

る第1組と、前記列の他方端に位置する前記組である第2組とを少なくとも有しており、

前記第1組における前記誘電体中に、前記第1組における前記第2導体および前記第3導体の一方側へ偏って配置された第3電極と、

前記第2組における前記誘電体中に、前記第2組における前記第2導体および前記第3導体の一方側へ偏って配置された第4電極と、

一方端である第5端部と、他方端である第6端部と、を有する線状の導体であり、前記第5端部が前記第3電極に接続されており、前記第6端部が前記第1導体に設けられた第1の貫通孔を介して外部へ露出している第9導体と、

一方端である第7端部と、他方端である第8端部と、を有する線状の導体であり、前記第7端部が前記第4電極に接続されており、前記第8端部が前記第1導体に設けられた第2の貫通孔を介して外部へ露出している第10導体と、

を更に有していることを特徴とする誘電体フィルタ。

[請求項8] 前記第3電極が、前記第1組における前記誘電体中において、前記第1方向および前記第2方向の一方に偏って配置されており、前記第5端部が、前記第3電極における、前記第1方向および前記第2方向の他方側に接続されていることを特徴とする請求項7に記載の誘電体フィルタ。

[請求項9] 前記第4電極が、前記第2組における前記誘電体中において、前記第1方向および前記第2方向の一方に偏って配置されており、前記第7端部が、前記第4電極における、前記第1方向および前記第2方向の他方側に接続されていることを特徴とする請求項7または請求項8に記載の誘電体フィルタ。

[請求項10] 前記第3方向と前記第4方向とが一致しており、前記第1方向および前記第3方向の両方に垂直な第5方向に沿って複数の前記組が配置されていることを特徴とする請求項7乃至請求項9のいずれかに記載

の誘電体フィルタ。

[請求項11] アンテナと、通信回路と、前記アンテナと前記通信回路とを接続する請求項7乃至請求項10のいずれかに記載の誘電体フィルタと、を有していることを特徴とする通信装置。

[請求項12] 第1 1 導体と、第1 2 導体と、第1 3 導体と、第1 4 導体とを更に有しており、

前記第1 方向および前記第3 方向の両方に垂直な方向を第5 方向とし、該第5 方向と反対方向を第6 方向とし、前記第3 方向と反対方向を第7 方向とすると、

前記誘電体は、前記第1 表面および前記第2 表面の間に位置する前記第1 方向に長い柱状の第1 部分と、前記第5 方向の端部に位置する第3 表面および前記第6 方向の端部に位置する第4 表面の間に位置する柱状の第2 部分と、が互いに交差した形状を有しており、

前記第1 導体は、前記第3 表面と対向する部分を有する第3 内面と、前記第4 表面と対向する部分を有する第4 内面と、を有しており、

前記第1 1 導体は、前記第3 表面に設けられており、前記第5 方向の端部が前記第3 内面に電氣的に接続されており、

前記第1 2 導体は、前記第4 表面に設けられており、前記第6 方向の端部が前記第4 内面に電氣的に接続されており、

第1 3 導体は、前記第7 方向において前記第1 1 導体と前記第1 導体との間に配置されており、前記第7 方向の端部および前記第5 方向の端部が前記第1 導体に電氣的に接続されており、前記第3 方向の端部が前記第1 1 導体に電氣的に接続されており、

第1 4 導体は、

前記第7 方向において前記第1 2 導体と前記第1 導体との間に配置されており、前記第7 方向の端部および前記第6 方向の端部が前記第1 導体に電氣的に接続されており、前記第3 方向の端部が前記第1 2 導体に電氣的に接続されている

ことを特徴とする請求項 2 に記載の誘電体共振器。

[請求項13]

請求項 1 2 に記載の誘電体共振器と、

線状の導体であり、一方端である第 9 端部と、他方端である第 1 0 端部とを有しており、前記第 9 端部が前記第 2 導体または前記第 3 導体に接続され、前記第 1 0 端部が前記第 1 導体に形成された第 1 の貫通孔を介して外部へ露出しており、前記第 1 部分と電磁氣的に結合する、第 1 5 導体と、

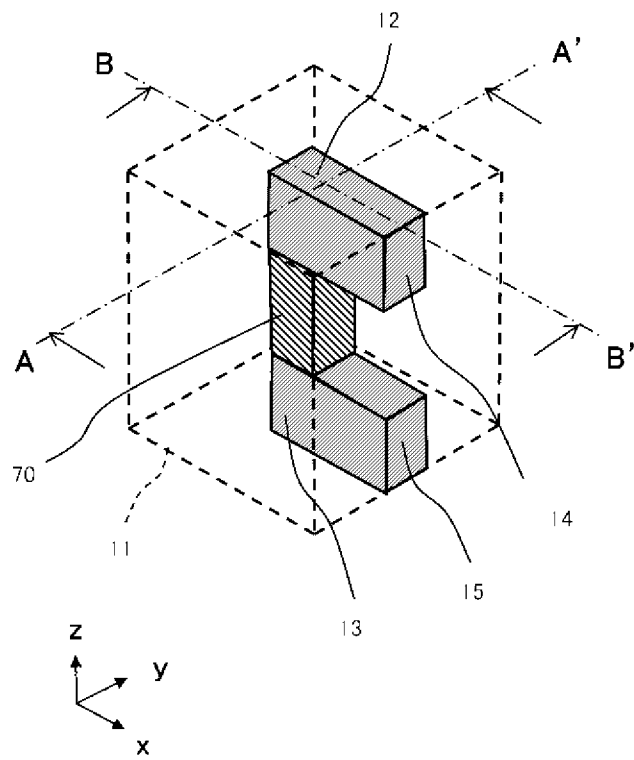
線状の導体であり、一方端である第 1 1 端部と、他方端である第 1 2 端部と、を有しており、前記第 1 1 端部が前記第 1 1 導体または前記第 1 2 導体に接続され、前記第 1 2 端部が前記第 1 導体に形成された第 2 の貫通孔を介して外部へ露出しており、前記第 2 部分と電磁氣的に結合する、第 1 6 導体と、

を有していることを特徴とする誘電体フィルタ。

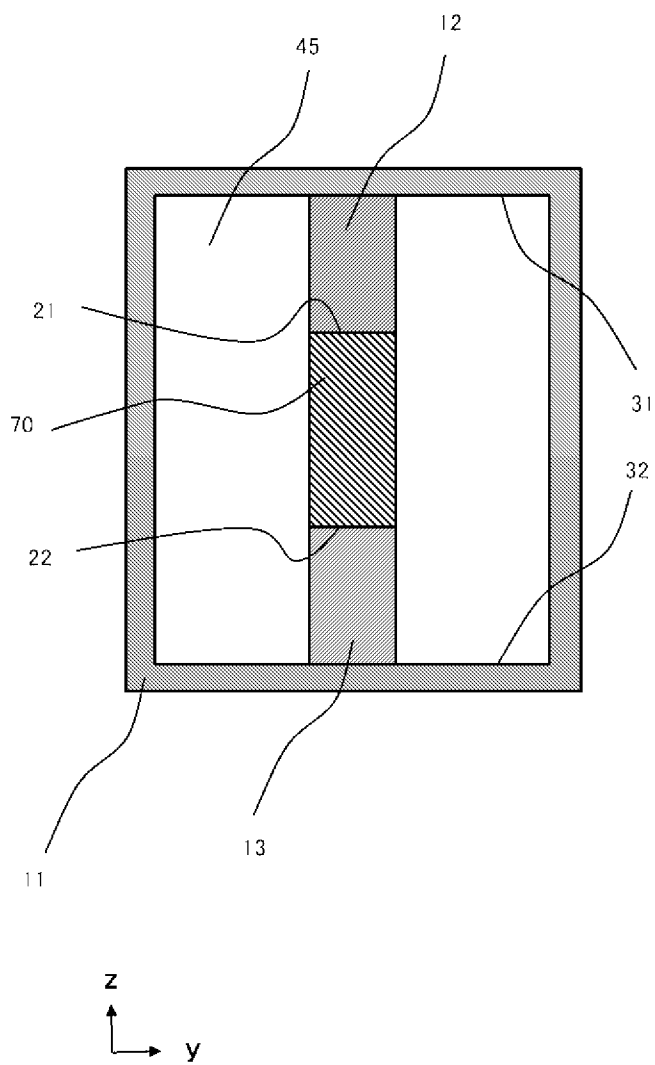
[請求項14]

アンテナと、通信回路と、前記アンテナと前記通信回路とを接続する請求項 1 3 に記載の誘電体フィルタと、を有していることを特徴とする通信装置。

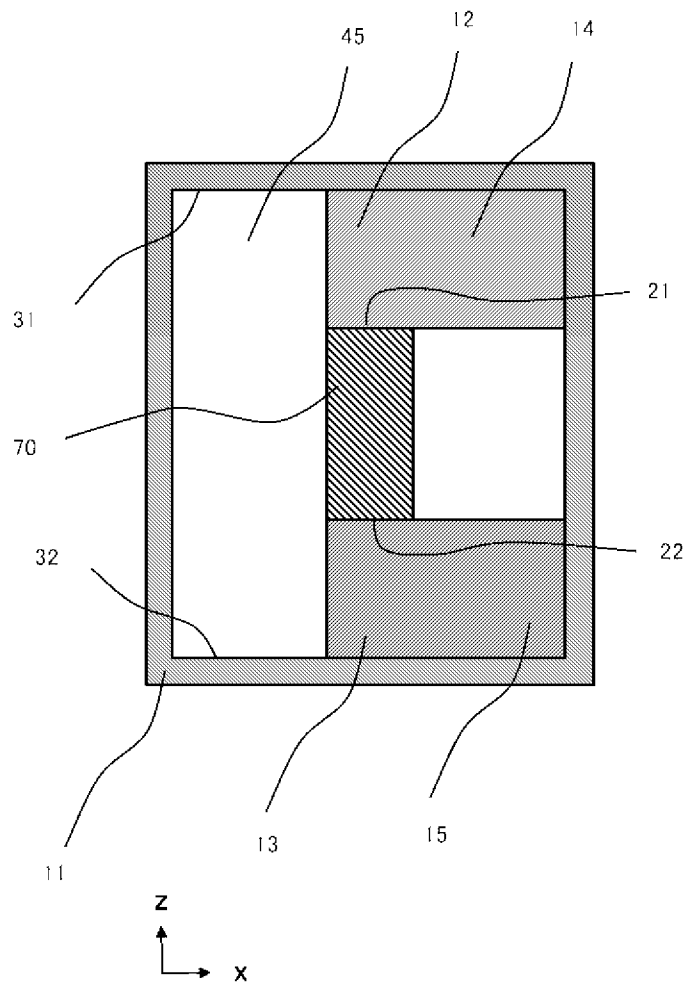
[図1]



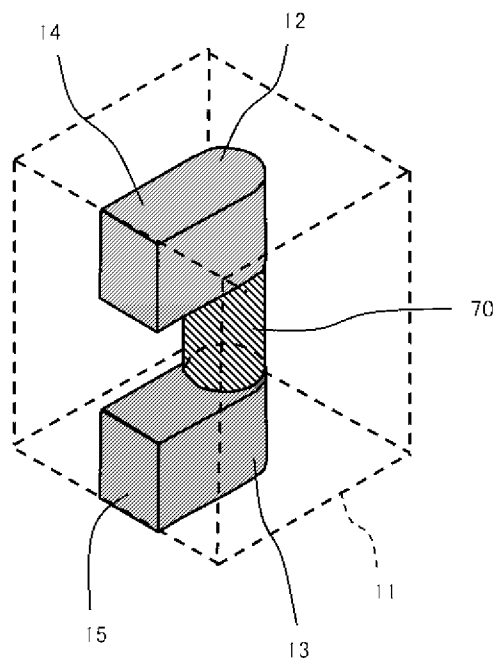
[図2]



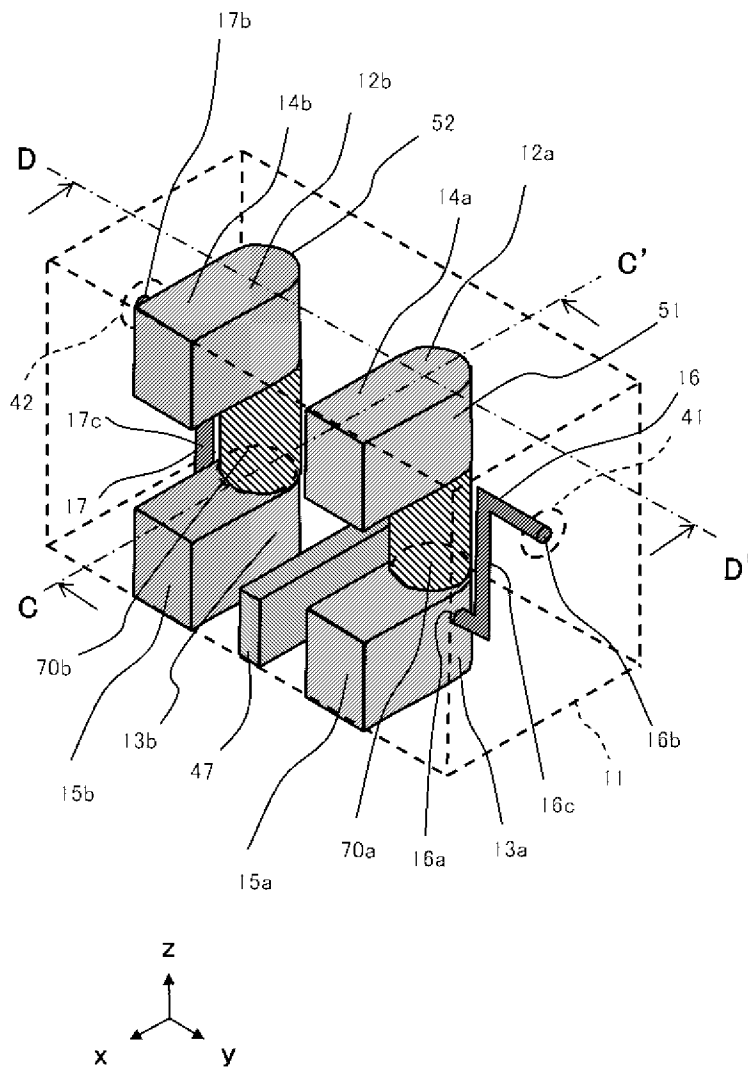
[図3]



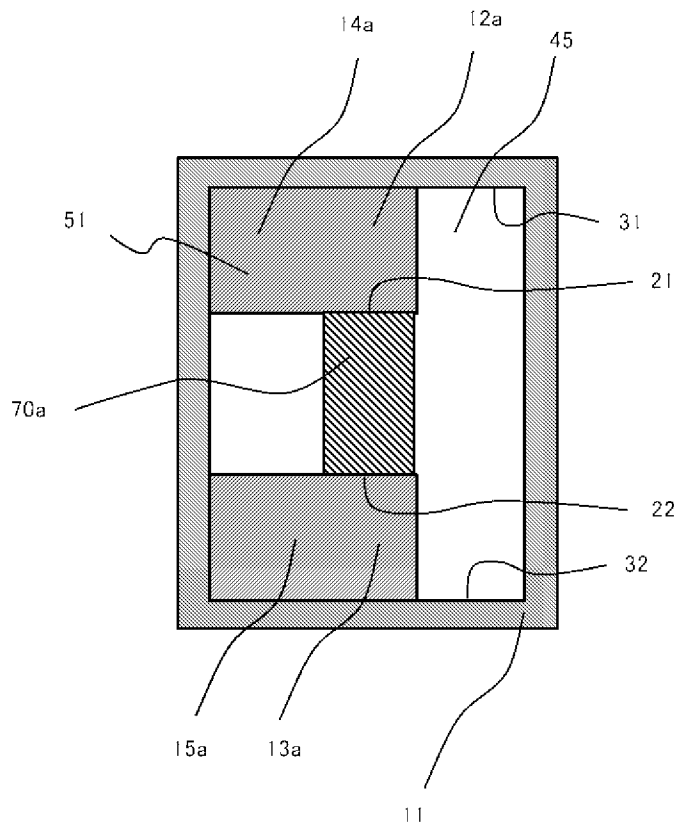
[図4]



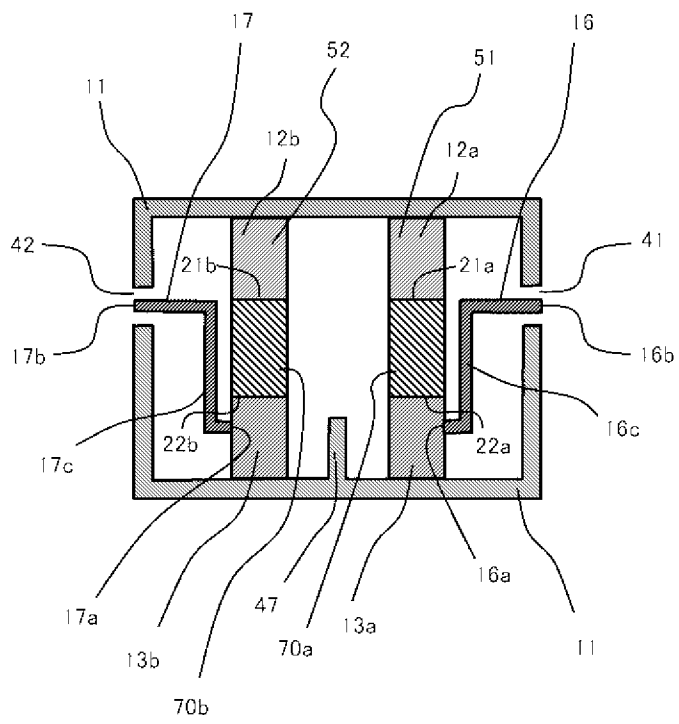
[図5]



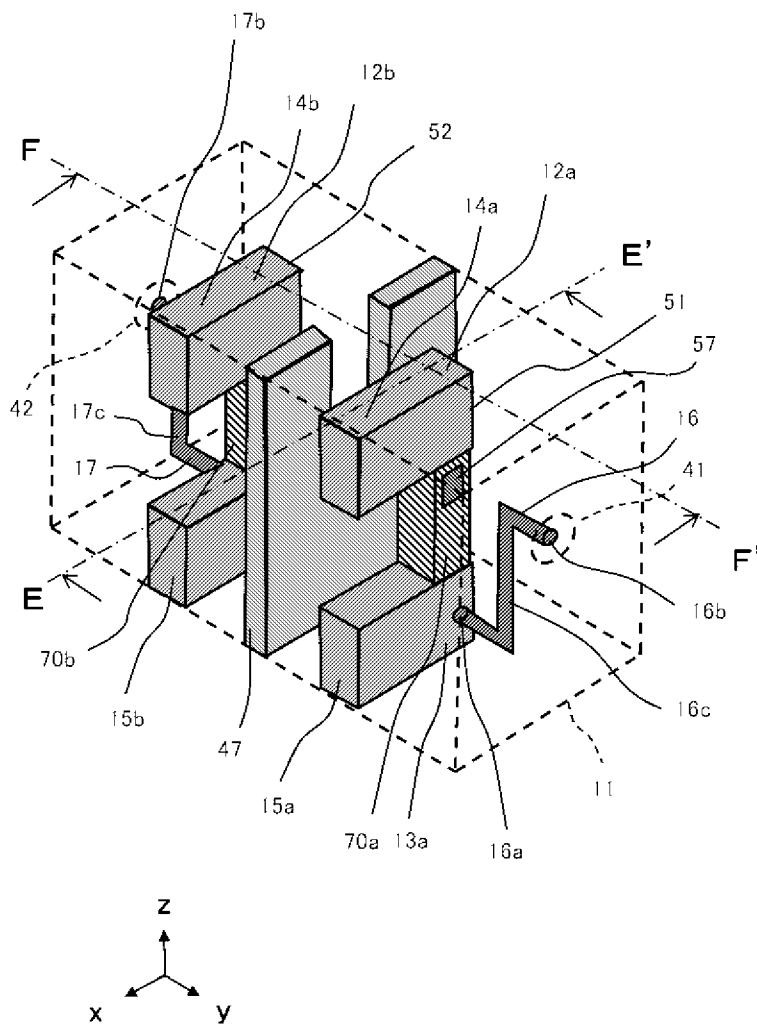
[図6]



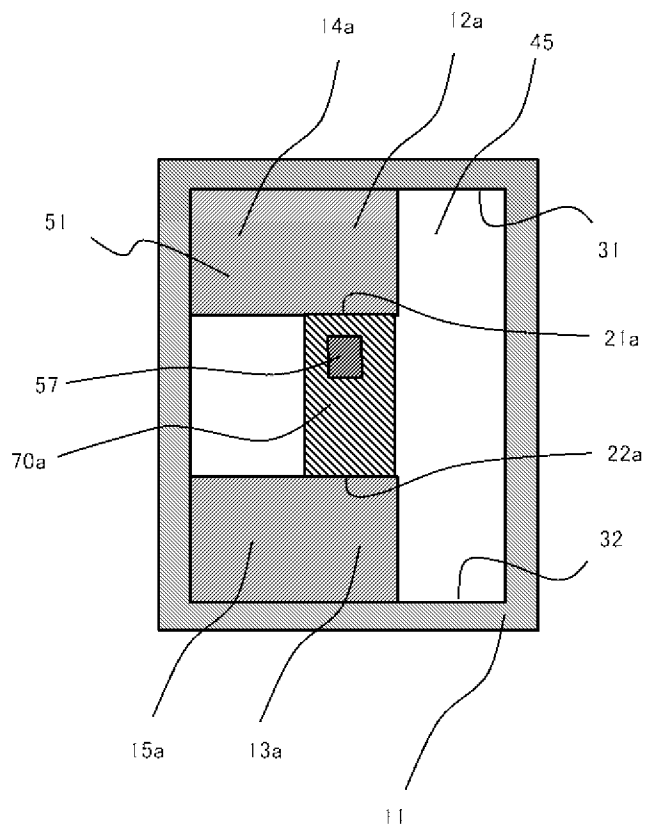
[図7]



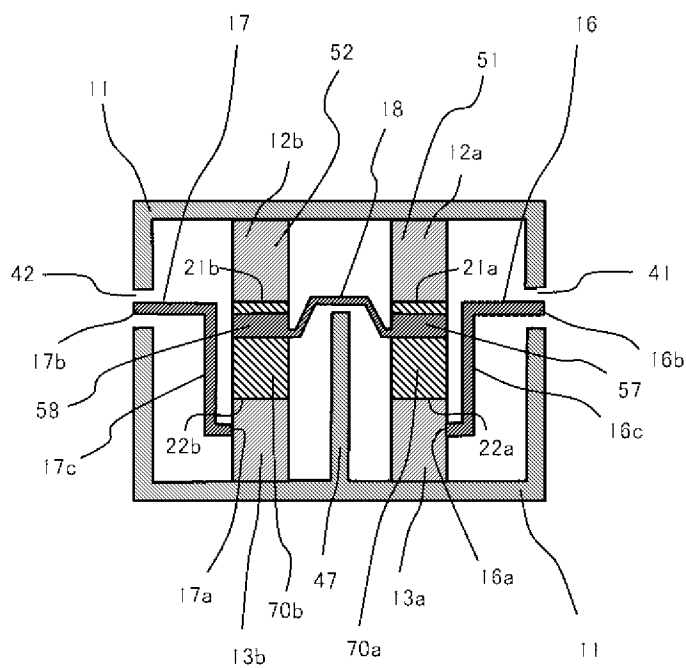
[図8]



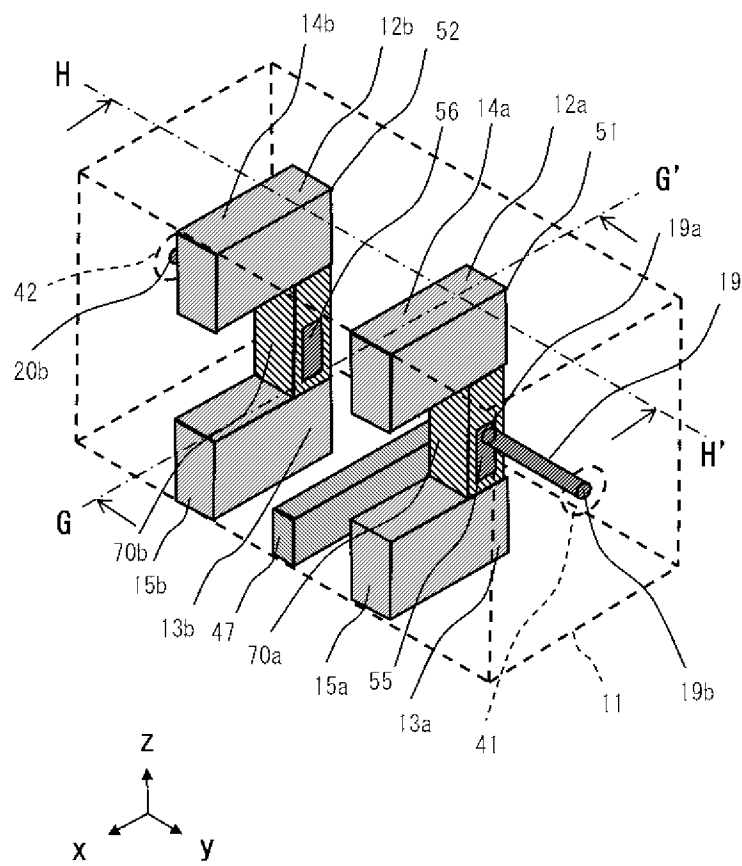
[図9]



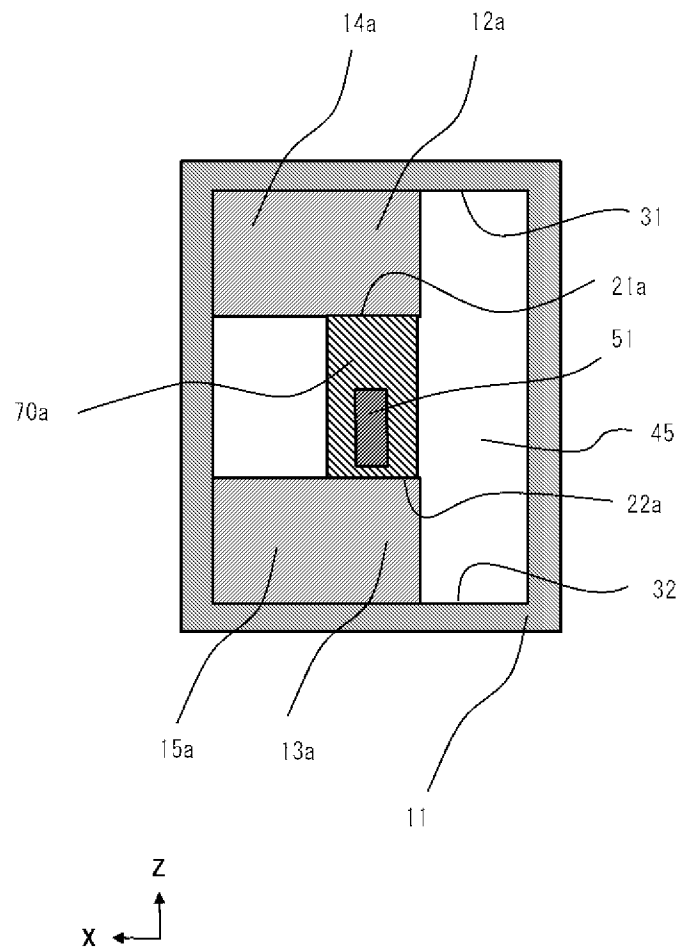
[図10]



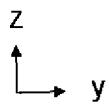
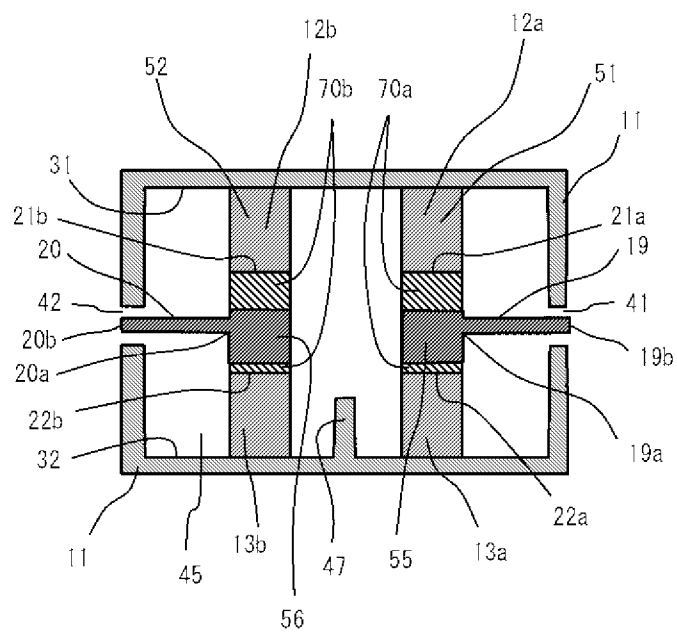
[図11]



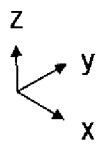
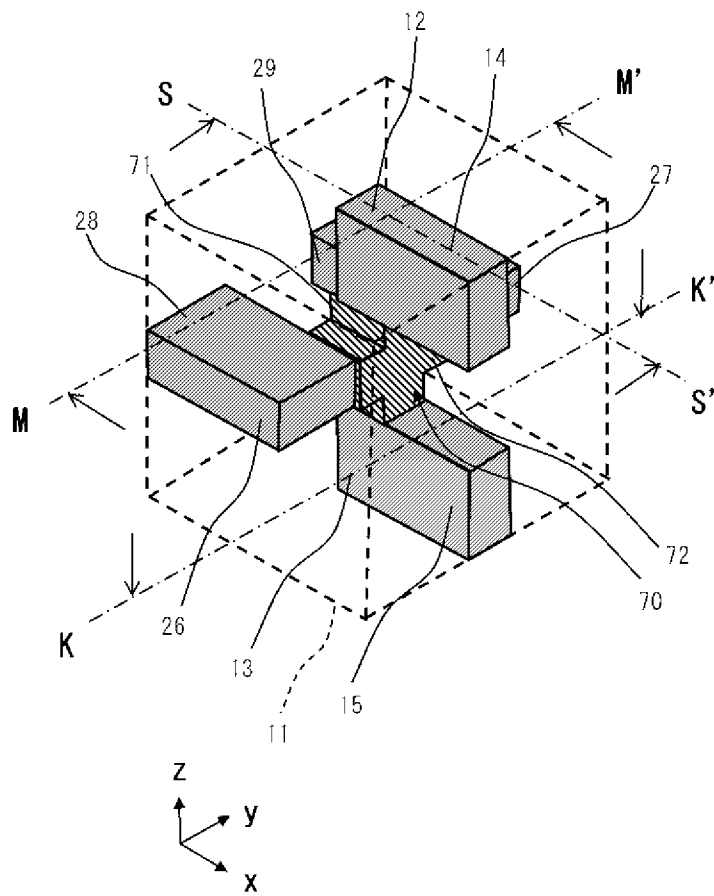
[図12]



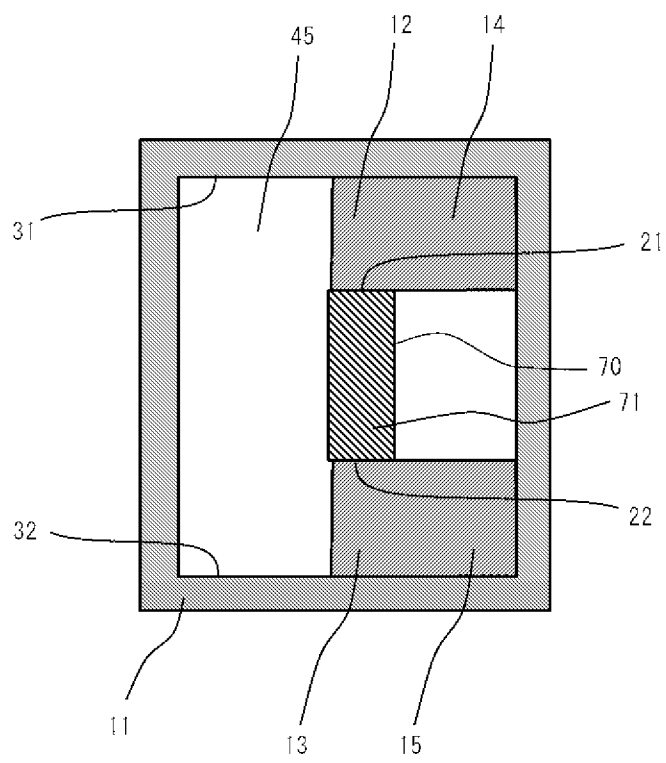
[図13]



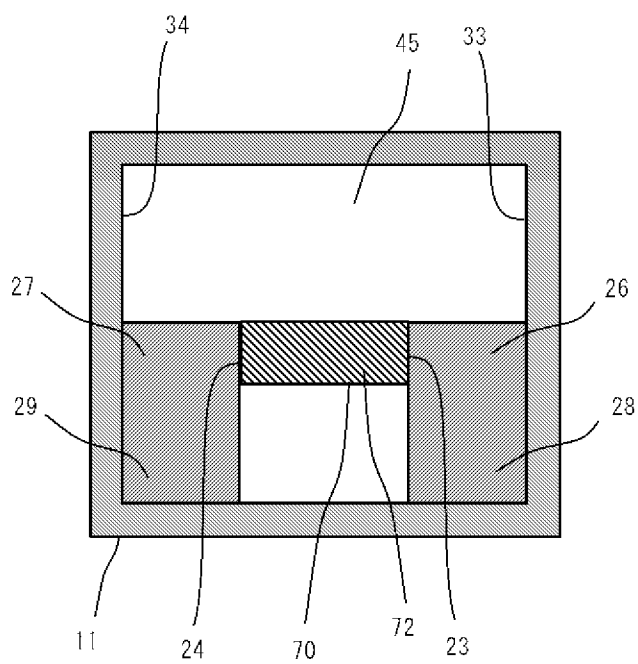
[図14]



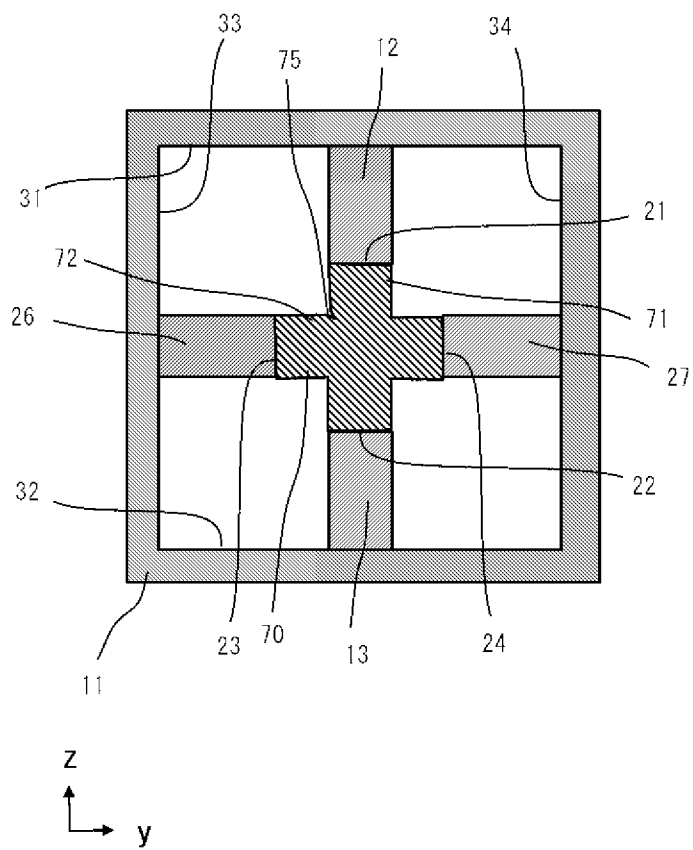
[図15]



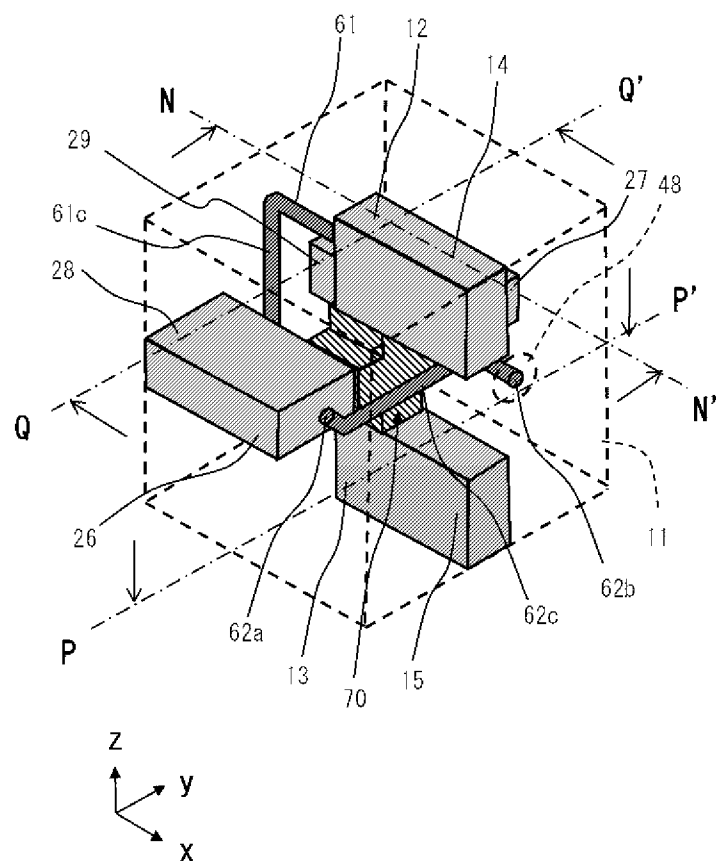
[図16]



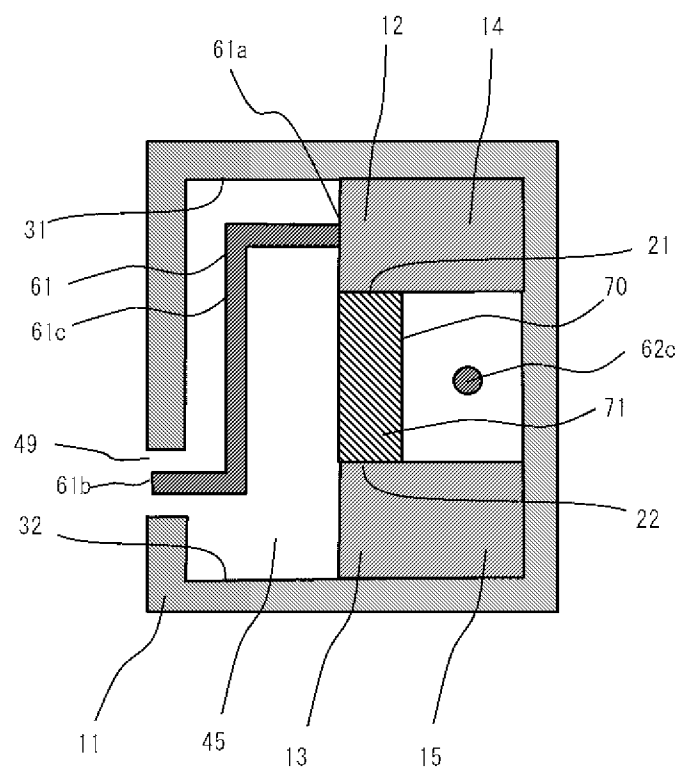
[図17]



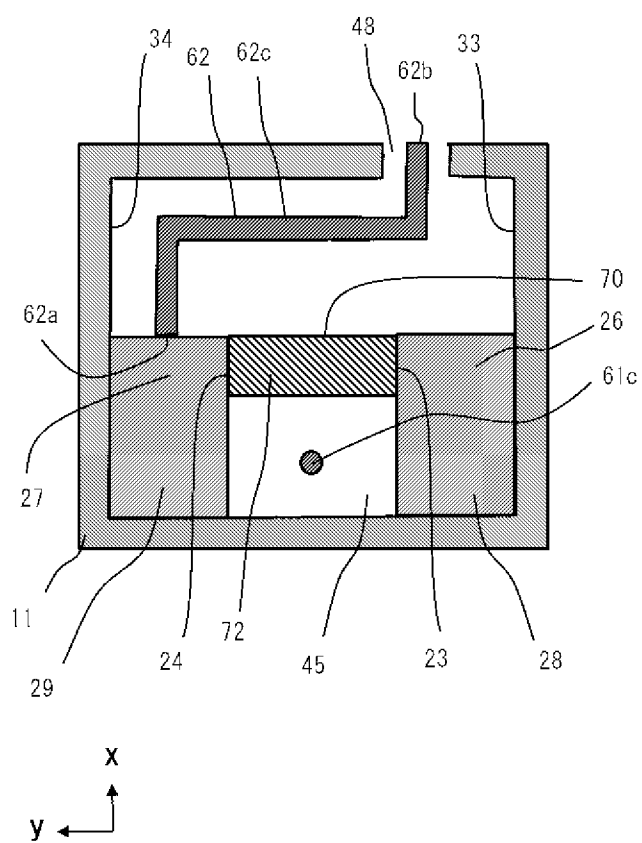
[図18]



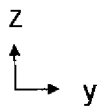
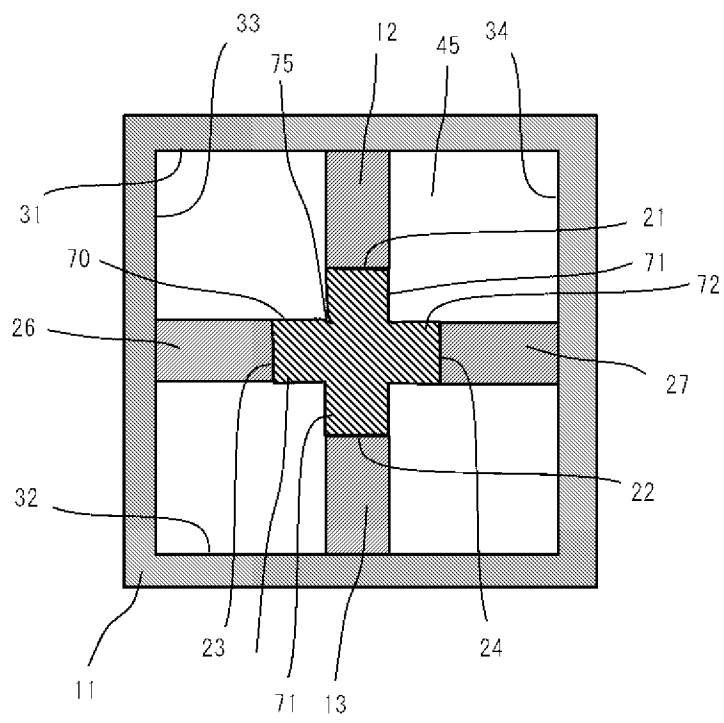
[図19]



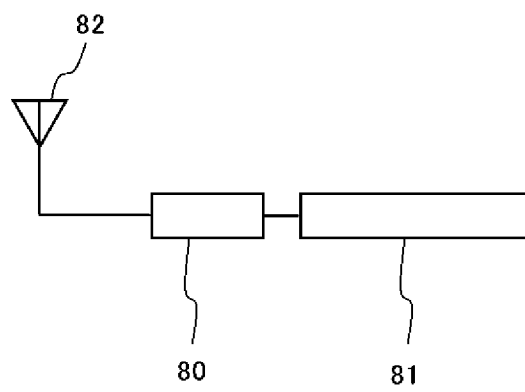
[図20]



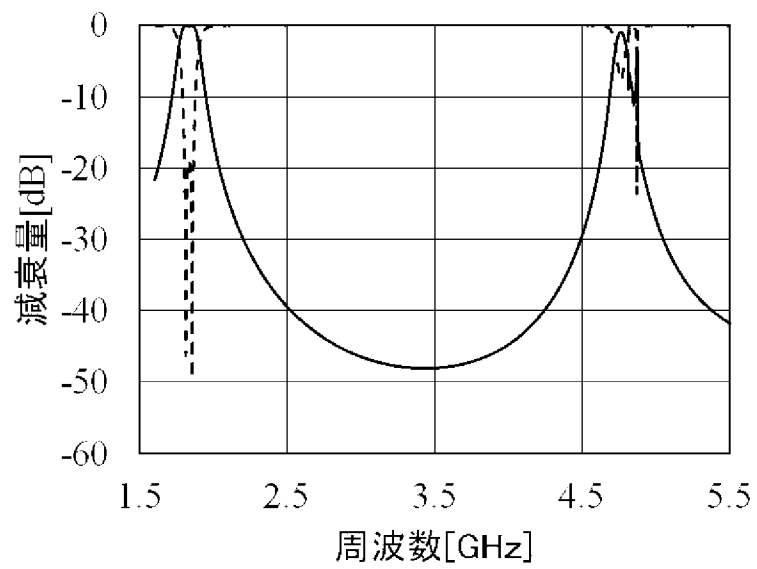
[図21]



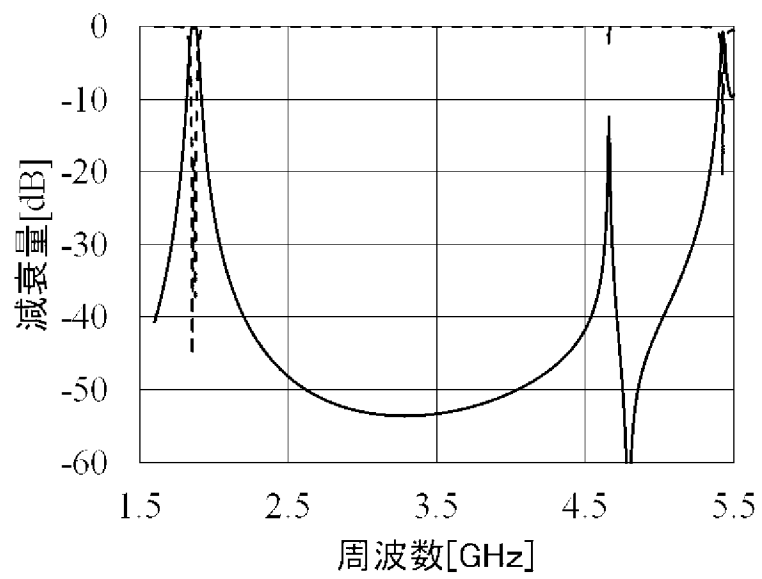
[図22]



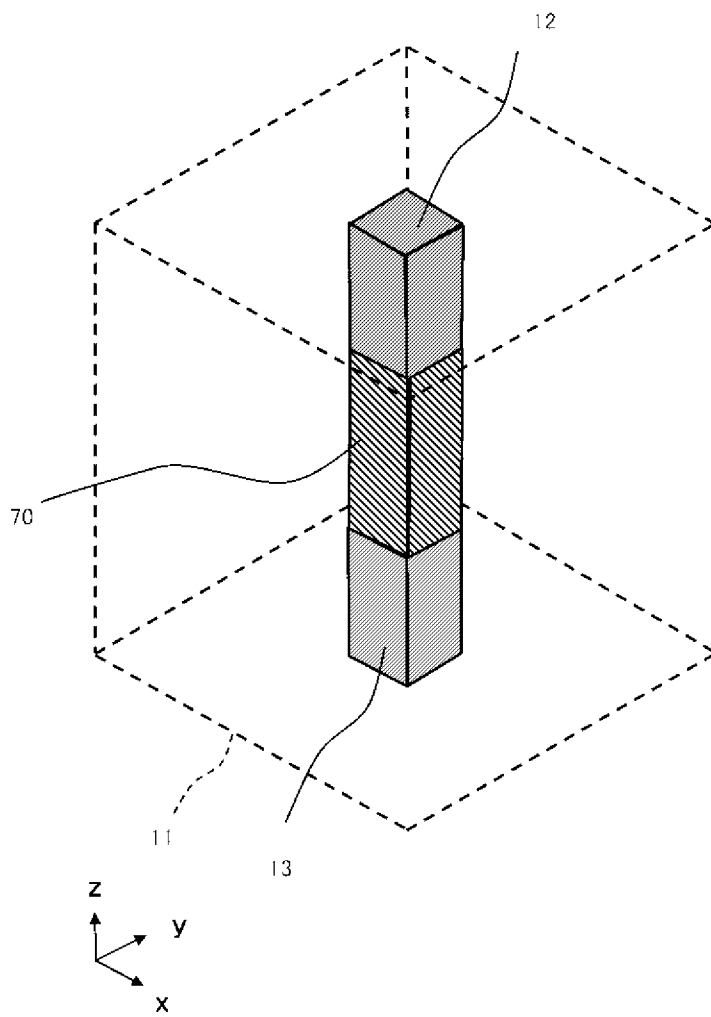
[図23]



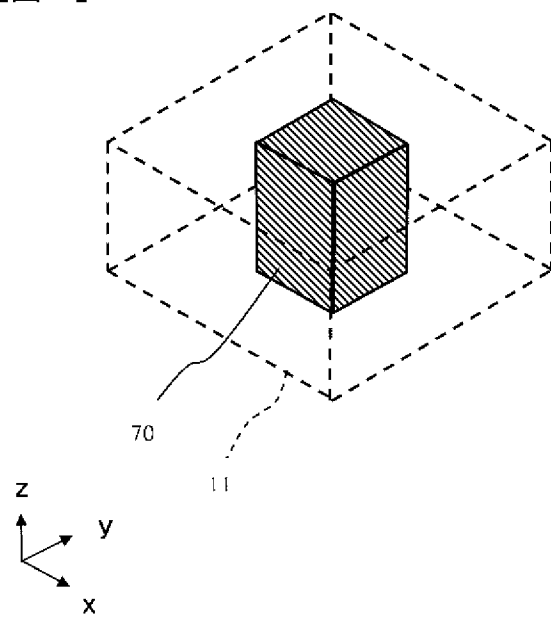
[図24]



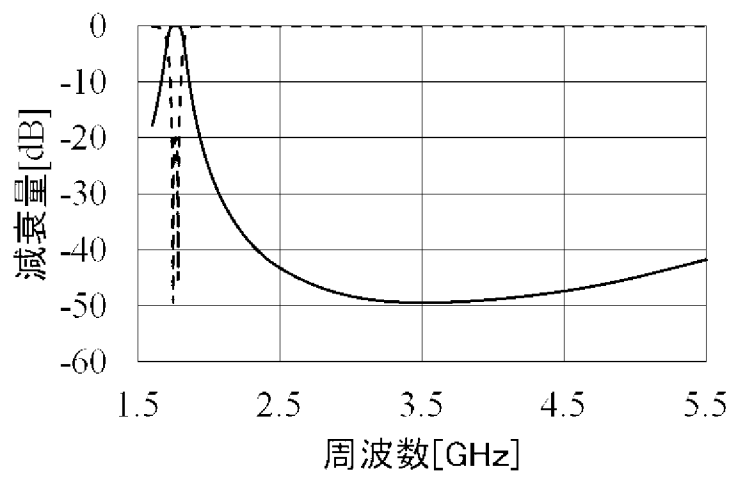
[図25]



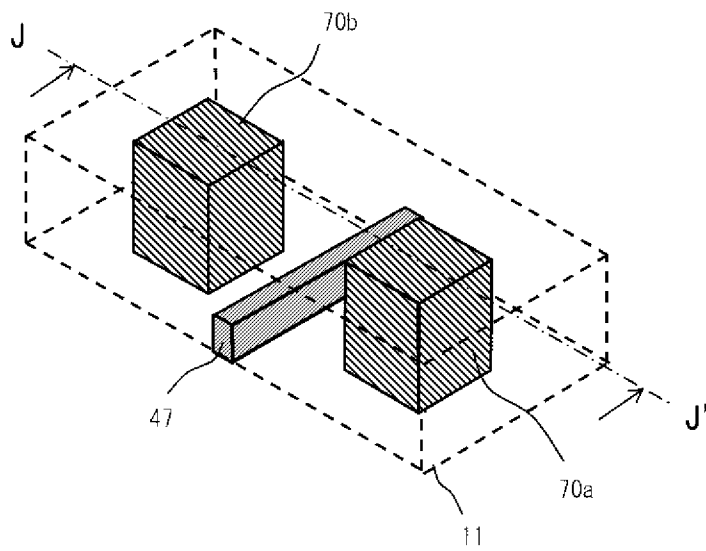
[図26]



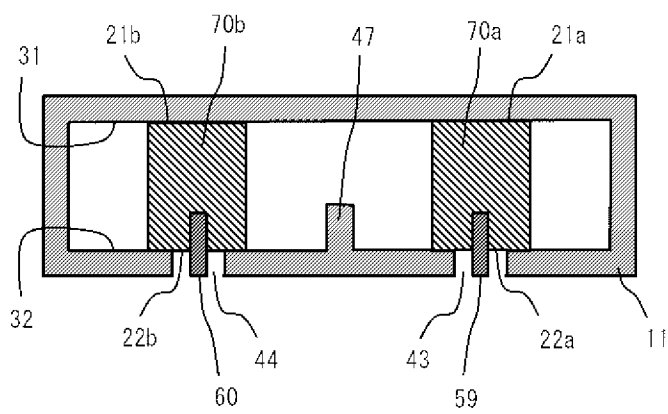
[図27]



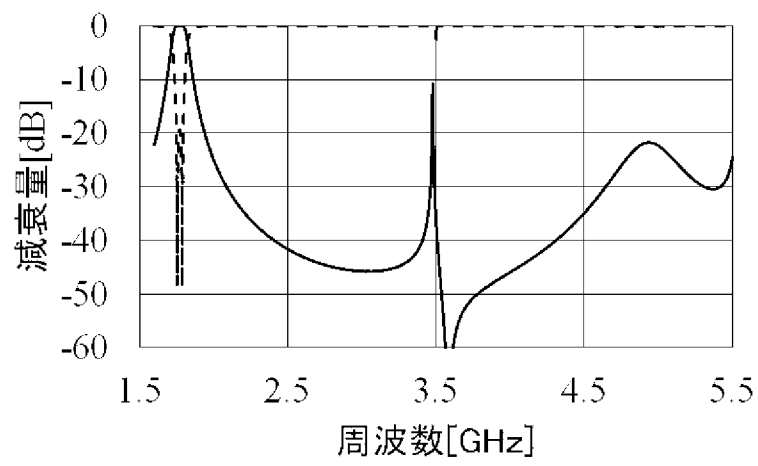
[図28]



[図29]



[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/080493

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01P7/10(2006.01)i, H01P1/20(2006.01)i

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)

H01P7/10, H01P1/20

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2000-165118 A (NEC Corp. et al.), 16 June 2000 (16.06.2000), entire text; all drawings & US 6320484 B1	1-14
A	JP 63-266902 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 04 November 1988 (04.11.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

☐ 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
13 January 2015 (13.01.15)

Date of mailing of the international search report
20 January 2015 (20.01.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01P7/10(2006.01)i, H01P1/20(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. H01P7/10, H01P1/20

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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 2000-165118 A（日本電気株式会社（外1名））2000.06.16, 全文, 全図 & US 6320484 B1	1-14
A	JP 63-266902 A（株式会社村田製作所）1988.11.04, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-14

☐ 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矛盾するものではなく、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

13.01.2015

国際調査報告の発送日

20.01.2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

岸田 伸太郎

5 K

9183

電話番号 03-3581-1101 内線 3556