

(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6月18日(18.06.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/087974 A1

- (51) 国際特許分類:
H01P 7/10 (2006.01) H01P 1/208 (2006.01)
H01P 1/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/082853
- (22) 国際出願日: 2014年12月11日(11.12.2014)
- (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 2013-258213 2013年12月13日(13.12.2013) 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.

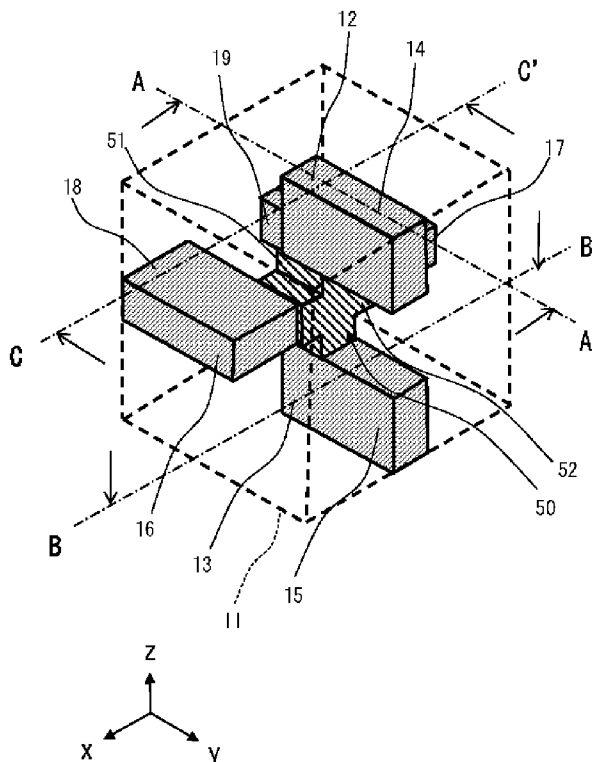
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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 which has a simple configuration and which can be easily produced; and a dielectric filter and a communication device which use said dielectric resonator. [Solution] A dielectric resonator wherein: a dielectric body (50) has a first section (51) which has surfaces (21 and 22), and a second section (52) which has surfaces (23 and 24); conductor (11) surrounding the dielectric body (50) has inner surfaces (31, 32, 33 and 34) which face surfaces (21, 22, 23 and 24); conductor (12) is disposed between surface (21) and inner surface (31); conductor (13) is disposed between surface (22) and inner surface (32); conductor (16) is disposed between surface (23) and inner surface (33); conductor (17) is disposed between surface (24) and inner surface (34); and the dielectric body (50) has a third section (53) which is not sandwiched between conductors (12 and 13), and a fourth section (54) which is not sandwiched between conductors (16 and 17).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/087974 A1

【課題】 構造が単純で製造が容易な誘電体共振器と、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】 誘電体50は、表面21, 22を有する第1部分51、表面23, 24を有する第2部分52を有し、誘電体50を取り囲む導体11は、表面21, 22, 23, 24と対向する内面31, 32, 33, 34を有し、導体12は表面21, 内面31間に配置され、導体13は表面22, 内面32間に配置され、導体16は表面23, 内面33間に配置され、導体17は表面24, 内面34間に配置され、誘電体50は、導体12, 13で挟まれていない第3部分53と、導体16, 17で挟まれていない第4部分54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] 複数の柱が交差した形状を有する誘電体をシールドケース内に収容した多重モード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：特開平5－167318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では、3重モード共振器を作製する場合には、誘電体の形状を、3本の柱が交差したような形状とする必要があるため、形状が複雑になり製造が困難であるという問題があった。

[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、構造が単純で製造が容易な誘電体共振器と、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、誘電体と、第1導体と、第2導体と、第3導体と、第4導体と、第5導体とを有しており、前記誘電体は、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、を有する柱状の第1部分と、前記第1方向に垂直な第3方向の端部に位置する第3表面と、前記第3方向と反対方向である第4方向の端部に位置する第4表面と、を有する柱状の第2部分と、を有しており、

前記第 1 部分と前記第 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、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 表面と対向する第 1 内面と、前記第 2 表面と対向する第 2 内面と、前記第 3 表面と対向する第 3 内面と、前記第 4 表面と対向する第 4 内面と、を有しており、前記第 2 導体は、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ており、前記第 3 導体は、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ており、前記第 4 導体は、前記第 3 表面に設けられており、前記第 3 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 5 導体は、前記第 4 表面に設けられており、前記第 4 方向の端部が前記第 4 内面に電氣的に接続されており、前記誘電体は、前記第 1 部分において前記第 2 導体と前記第 3 導体とで挟まれていない部分である第 3 部分と、前記第 2 部分において前記第 4 導体と前記第 5 導体とで挟まれていない部分である第 4 部分と、を有するものである。

[0007] 本発明の誘電体フィルタは、前記誘電体共振器と、第 10 導体と、第 11 導体とを有しており、前記第 10 導体は、線状の導体であり、一方端である第 1 端部と、他方端である第 2 端部と、を有しており、前記第 1 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 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 部分と電磁氣的に結合し、前記第 11 導体は、線状の導体であり、一方端である第 3 端部と、他方端である第 4 端部と、を有しており、前記第 3 端部が前記第 4 導体または前記第 5 導体に接続され、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 部分と電磁氣的に結合するものである。

[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、構造が単純で製造が容易な誘電体共振器

を得ることができる。本発明の誘電体フィルタによれば、構造が単純で製造が容易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、製造が容易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]図1のC-C'線断面図である。

[図5]本発明の第2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D-D'線断面図である。

[図7]図5のE-E'線断面図である。

[図8]図5のF-F'線断面図である。

[図9]本発明の第3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10]比較例の誘電体共振器を模式的に示す斜視図である。

[図11]本発明の第2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。

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(A-A'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。図3は、図1のB-B'線断面図(B-B'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4は、図1のC-C'線断面図(C-C'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。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 1 1 を透視した状態を示している。

[0013] 本実施形態の誘電体共振器は、図 1 ～図 4 に示すように、誘電体 5 0 と、導体 1 1 と、導体 1 2 と、導体 1 3 と、導体 1 4 と、導体 1 5 と、導体 1 6 と、導体 1 7 と、導体 1 8 と、導体 1 9 とを有している。

[0014] 誘電体 5 0 は、第 1 部分 5 1 と第 2 部分 5 2 とが互いに交差した形状を有している。第 1 部分 5 1 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 2 1 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 2 2 とを有している。第 2 部分 5 2 は、第 1 方向に垂直な第 3 方向（+ x 方向）に伸びる柱状の部分であり、第 3 方向（+ x 方向）の端部に位置する表面 2 3 と、第 3 方向と反対方向である第 4 方向（- x 方向）の端部に位置する表面 2 4 とを有している。

[0015] 誘電体 5 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、第 1 部分 5 1 および第 2 部分 5 2 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。

[0016] 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 5 0 を収容しており、間隔を開けて誘電体 5 0 を取り囲むように配置されている。また、導体 1 1 は、誘電体 5 0 の表面 2 1 と対向する内面 3 1 と、誘電体 5 0 の表面 2 2 と対向する内面 3 2 と、誘電体 5 0 の表面 2 3 と対向する内面 3 3 と、誘電体 5 0 の表面 2 4 と対向する内面 3 4 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、球体や十二面体のような他の形状であっても良い。

[0017] 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 5 0 の表面 2 1 に設けられている。そして、導体 1 2 の第 1 方向（+ z

方向)の端部が、導体11の内面31に接合または接触することによって、導体11の内面31に電氣的に接続されている。

[0018] 導体13は、+z方向に伸びる柱状の導体である。また、導体13は、誘電体50の表面22に設けられている。そして、導体13の第2方向(-z方向)の端部が、導体11の内面32に接合または接触することによって、導体11の内面32に電氣的に接続されている。

[0019] 導体14は、直方体状の形状を有している。また、導体14は、第1方向および第3方向に垂直な第5方向(+y方向)において導体12と導体11との間に配置されている。導体14の第5方向(+y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14の第5方向と反対方向(-y方向)の端部は、導体12に接合または接触することによって、導体12に電氣的に接続されている。導体14の第1方向(+z方向)の端部は、導体11の内面31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。

[0020] 導体15は、直方体状の形状を有している。また、導体15は、第5方向(+y方向)において導体13と導体11との間に配置されている。導体15の第5方向(+y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15の第5方向と反対方向(-y方向)の端部は、導体13に接合または接触することによって、導体13に電氣的に接続されている。導体15の第2方向(-z方向)の端部は、導体11の内面32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。

[0021] 導体16は、+x方向に伸びる柱状の導体である。また、導体16は、誘電体50の表面23に設けられている。そして、導体16の第3方向(+x方向)の端部が、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。導体16の第4方向(-x方向)の端部が、誘電体50の表面23に接合または接触している。

[0022] 導体17は、+x方向に伸びる柱状の導体である。また、導体17は、誘

電体 50 表面 24 に設けられている。そして、導体 17 の第 4 方向（ $-x$ 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。

[0023] 導体 18 は、直方体状の形状を有している。また、導体 18 は、第 1 方向および第 3 方向に垂直な第 6 方向（ $-y$ 方向）において、導体 16 と導体 11 との間に配置されている。そして、導体 18 の第 6 方向（ $-y$ 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。また、導体 18 の第 6 方向と反対方向（ $+y$ 方向）の端部は、導体 16 に接合または接触することによって、導体 16 に電氣的に接続されている。導体 18 の第 3 方向（ $+x$ 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。

[0024] 導体 19 は、直方体状の形状を有している。また、導体 19 は、第 6 方向（ $-y$ 方向）において、導体 17 と導体 11 との間に配置されている。そして、導体 19 の第 6 方向（ $-y$ 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。また、導体 19 の第 6 方向と反対方向（ $+y$ 方向）の端部は、導体 17 に接合または接触することによって、導体 17 に電氣的に接続されている。また、導体 19 の第 4 方向（ $-x$ 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。

[0025] また、誘電体 50 は、第 3 部分 53 と第 4 部分 54 とを有している。第 3 部分 53 は、第 1 部分 51 において導体 12 と導体 13 とで挟まれていない部分であり、第 1 部分 51 における第 5 方向と反対方向（ $-y$ 方向）側に位置している。また、第 4 部分 54 は、第 2 部分 52 において導体 16 と導体 17 とで挟まれていない部分であり、第 2 部分 52 における第 6 方向と反対方向（ $+y$ 方向側）に位置している。

[0026] また、図 4 に示すように、誘電体 50 には、溝 55 が形成されている。溝 55 は、第 1 部分 51 と第 2 部分 52 とが交わる部分に形成されており、+

y方向の全体に渡って形成されている。このような溝55は、2つの共振モードの縮退を解く機能を有しており、溝55の形状は、所望する特性に応じて適宜調整する。

[0027] なお、本実施形態では、導体12、導体13、導体16、導体17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12および導体13は、+z方向に垂直な平面で切断したときの断面形状が、第1部分51における第3部分53以外の部分と同じであることが望ましい。また、導体16および導体17は、+x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52における第4部分54以外の部分と同じであることが望ましい。

[0028] また、導体11～19（導体11、導体12、導体13、導体14、導体15、導体16、導体17、導体18、導体19）が相互に接触し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11～19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11～19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、図1～図4では、導体12と導体14とが一体的に形成され、導体13と導体15とが一体的に形成され、導体16と導体18とが一体的に形成され、導体17と導体19とが一体的に形成された場合を示している。

[0029] また、導体12、導体13、導体16、導体17の各々と、誘電体50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。導体12、導体13、導体16、導体17の各々と、誘電体50とは、例えば、導電性接着剤を用いて接合することができる。

[0030] また、例えば、誘電体50の表面21に第1の板状導体を焼き付け、誘電体50の表面22に第2の板状導体を焼き付け、誘電体50の表面23に第

3の板状導体を焼き付け、誘電体50の表面24に第4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し、第3の板状導体に第3の柱状導体を半田等で接合し、第4の板状導体に第4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に該当し、第3の板状導体と第3の柱状導体との複合体が本実施形態における導体16に該当し、第4の板状導体と第4の柱状導体との複合体が本実施形態における導体17に該当する。

[0031] 導体11～19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。

[0032] 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。

[0033] このような構成を有する本実施形態の誘電体共振器は、誘電体50が、第1部分51において導体12と導体13とで挟まれていない部分である第3部分53と、第2部分52において導体16と導体17とで挟まれていない部分である第4部分54とを有している。これにより、第1部分51における導体12と導体13とで挟まれた領域の体積と、第2部分52における導体16と導体17とで挟まれた領域の体積との増加を抑制しつつ、誘電体50の体積を増加させることができる。これにより、第1共振モードおよび第2共振モードにおける共振周波数の低下を抑制しつつ、第3共振モードの共振周波数を低下させることができる。そして、これにより、第3共振モードの共振周波数を、第1共振モードの共振周波数および第2共振モードの共振周波数に近接させて、3重モード共振器として機能させることができる。こ

のようにして、構造が単純で製造が容易な3重モード共振器を得ることができる。なお、第1共振モードおよび第2共振モードは、第1部分51内に $+z$ 方向または $-z$ 方向に向かう電界が生じるとともに第2部分52内に $+x$ 方向または $-x$ 方向に向かう電界が生じるモードであり、第3共振モードは、誘電体50内に $+y$ 方向または $-y$ 方向に向かう電界が生じるモードである。

[0034] また、本実施形態の誘電体共振器は、特許文献1に記載されたような導体12～19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。

[0035] 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。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をそれぞれ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、この作用によってQ値が低下する。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をそれぞれ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、導体12、導体13における電流損失が減少してQ値が向上すると推測される。

[0036] 同様に、本実施形態の誘電体共振器は、導体18および導体19を有していることから、導体18および導体19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。導体18および導体19を有さない場合には、導体16および導体17をそれぞれ取り囲むように生じる磁界によって、導体16および導体17に電流損失が発生し、この作用に

よってQ値が低下する。本実施形態の誘電体共振器では、導体18および導体19によって、導体16および導体17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、導体16および導体17における電流損失が減少してQ値が向上すると推測される。

[0037] なお、図1、図2に示すように、導体14は、導体12よりも第5方向（+y方向）側における導体12と導体11との間であり、且つ第1方向（+z方向）において表面21と内面31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15は、導体13よりも第5方向（+y方向）側における導体13と導体11との間であり、且つ第1方向（+z方向）において表面22と内面32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12および導体13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12および導体13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。

[0038] また、図1、図3に示すように、導体18は、導体16よりも第6方向（-y方向）側における導体16と導体11との間であり、且つ第3方向（+x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19は、導体17よりも第6方向（-y方向）側における導体17と導体11との間であり、且つ第3方向（+x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16および導体17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16および導体17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。

[0039] また、本実施形態の誘電体共振器では、第5方向（+y方向）と第6方向（-y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16および導体17に対する導体18および導体19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。

[0040] (第2実施形態)

図5は、本発明の第2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D-D'線断面図(D-D'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。図7は、図5のE-E'線断面図(E-E'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8は、図5のF-F'線断面図(F-F'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。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。本実施形態の誘電体フィルタは、図5～図8に示すように、前述した第1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。

[0041] 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61bと、第1部分51に沿って第1方向(+z方向)へ伸びる部分である結合部61cと、を有している。結合部61cは、第1部分51と主に磁界によって結合する部分である。そして、端部61aは、導体12に接続されており、端部61b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。なお、端部61aは、導体12の代わりに導体13に接続されても構わない。このようにして、導体61は、第1部分51と電磁気的に結合する。

[0042] 導体62は、線状の導体であり、一方端である端部62aと、他方端である端部62bと、第2部分52に沿って第3方向(+x方向)へ伸びる部分である結合部62cと、を有している。結合部62cは、第2部分52と主

に磁界によって結合する部分である。そして、端部 6 2 a は、導体 1 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 2 を介して外部へ露出している。なお、端部 6 2 a は、導体 1 6 の代わりに導体 1 7 に接続されても構わない。このようにして、導体 6 2 は、第 2 部分 5 2 と電磁氣的に結合する。

[0043] 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、+ x 方向と平行に形成されていることが望ましいが、+ x 方向の成分を有していれば良く、+ x 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。

[0044] 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 5 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。

[0045] 本実施形態の誘電体フィルタは、構造が単純で製造が容易な第 1 実施形態の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、構造が単純で製造が容易な誘電体フィルタを得ることができる。また、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第 1 実施形態の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。

[0046] (第 3 実施形態)

図 9 は、本発明の第 3 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 8 2 と、通信回路 8 1 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２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。

[0047] このような構成を有する本実施形態の通信装置は、構造が単純で製造が容易な第２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、製造が容易な通信装置を得ることができる。

実施例

[0048] （第１実施例）

図１～図４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５０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。導体１１～１９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２４ｍｍ，＋ｙ方向の寸法が２４ｍｍ，＋ｚ方向の寸法が２０ｍｍの直方体とし、空洞４５の中央に誘電体５０を配置した。第１部分５１および第２部分５２の各々は、直交する３方向の寸法が、３．７ｍｍ，５．７ｍｍ，１０ｍｍの四角柱状とした。誘電体５０は、第１部分５１および第２部分５２が、各々の中央で交差した形状とした。導体１２，導体１３，導体１６および導体１７は、直交する３方向の寸法が、３．７ｍｍ，３．７ｍｍ，５ｍｍの四角柱状とした。導体１４，導体１５，導体１８および導体１９は、全て同じ形状とした。その結果、３つの基本モード（第１共振モード，第２共振モードおよび第３共振モード）の共振周波数が、１．９５６ＧＨｚ，１．９７３ＧＨｚ，２．０５８ＧＨｚであった。また、最も周波数が低いスプリアスモードの共振周波数は、５．０３５ＧＨｚであった。

[0049] また、図１０に示す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。比較例の誘電体共振器は、図１０に示すように、導体１２，導体１３，導体１４，導体１５，導体１６，導体１７，導体１８および導体１９を有さない形状とし、誘電体５７を、３本の柱状誘電体が各々の中

央で交差した形状とした。また、基本モードの共振周波数を第1実施形態の誘電体共振器と略一致させるために、3本の柱状誘電体は、直交する3方向の寸法が6 mm, 6 mm, 20 mmの四角柱状とした。導体11の内側の形状(空洞45の外形)が、+x方向の寸法が20 mm, +y方向の寸法が20 mm, +z方向の寸法が20 mmの直方体状とした。その結果、3つの基本モードは、共振周波数が、2.044 GHz, 2.045 GHz, 2.050 GHzであった。また、最も周波数が低いスプリアスモードの共振周波数は、2.546 GHzであった。

[0050] この結果によれば、第1実施形態の誘電体共振器は、従来の誘電体共振器である比較例の誘電体共振器と比較して、最も周波数が低いスプリアスモードの共振周波数を大幅に高くできており、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大きく確保できていることがわかる。これにより本発明の有効性が確認できた。

[0051] (第2実施例)

また、図5～図8に示した第2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50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。誘電体50の形状は、第1実施例と同じ形状とした。導体11～19, 導体61および導体62の導電率は $46.4 \times 10^6 \text{ S/m}$ とした。導体11～19の形状は、第1実施例と同じ形状とした。その結果を図11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。また、実線が伝送特性(S_{21})を示し、破線が反射特性(S_{11})を示している。グラフによれば、2 GHz付近の通過帯域中に、 S_{11} の3つのピークが確認でき、3重モード共振が生じていることがわかる。また、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。これにより本発明の更なる有効性が確認できた。

符号の説明

[0052] 1 1, 1 2, 1 3, 1 4, 1 5, 1 6, 1 7, 1 8, 1 9, 6 1, 6 2 : 導
体

4 1, 4 2 : 貫通孔

4 5 : 空洞

5 0, 5 7 : 誘電体

5 1 : 第 1 部分

5 2 : 第 2 部分

5 3 : 第 3 部分

5 4 : 第 4 部分

8 0 : 誘電体フィルタ

8 1 : 通信回路

8 2 : アンテナ

請求の範囲

[請求項1] 誘電体と、第1導体と、第2導体と、第3導体と、第4導体と、第5導体とを有しており、
前記誘電体は、
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、を有する柱状の第1部分と、
前記第1方向に垂直な第3方向の端部に位置する第3表面と、前記第3方向と反対方向である第4方向の端部に位置する第4表面と、を有する柱状の第2部分と、
を有しており、
前記第1部分と前記第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、
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表面と対向する第1内面と、前記第2表面と対向する第2内面と、前記第3表面と対向する第3内面と、前記第4表面と対向する第4内面と、を有しており、
前記第2導体は、
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ており、
前記第3導体は、
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ており、
前記第4導体は、
前記第3表面に設けられており、前記第3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5導体は、

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

前記誘電体は、

前記第1部分において前記第2導体と前記第3導体とで挟まれていない部分である第3部分と、前記第2部分において前記第4導体と前記第5導体とで挟まれていない部分である第4部分と、を有していることを特徴とする誘電体共振器。

[請求項2]

第6導体と、第7導体と、を更に有しており、

前記第6導体は、

前記第1方向および前記第3方向に垂直な第5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5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ており、

前記第7導体は、

前記第5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5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]

第8導体と、第9導体と、を更に有しており、

前記第8導体は、

前記第1方向および前記第3方向に垂直な第6方向において、前記第4導体と前記第1導体との間に配置されており、

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6方向と反対方向の端部が前記第4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3内面に電氣的に接続されており、

前記第 9 導体は、

前記第 6 方向において、前記第 5 導体と前記第 1 導体との間に配置されており、

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 6 方向と反対方向の端部が前記第 5 導体に電氣的に接続されており、前記第 4 方向の端部が前記第 4 内面に電氣的に接続されている、ことを特徴とする請求項 2 記載の誘電体共振器。

[請求項 4] 前記第 5 方向と前記第 6 方向とが互いに反対方向であることを特徴とする請求項 3 に記載の誘電体共振器。

[請求項 5] 請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の誘電体共振器と、第 1 0 導体と、第 1 1 導体とを有しており、

前記第 1 0 導体は、

線状の導体であり、一方端である第 1 端部と、他方端である第 2 端部と、を有しており、

前記第 1 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 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 部分と電磁氣的に結合し、

前記第 1 1 導体は、

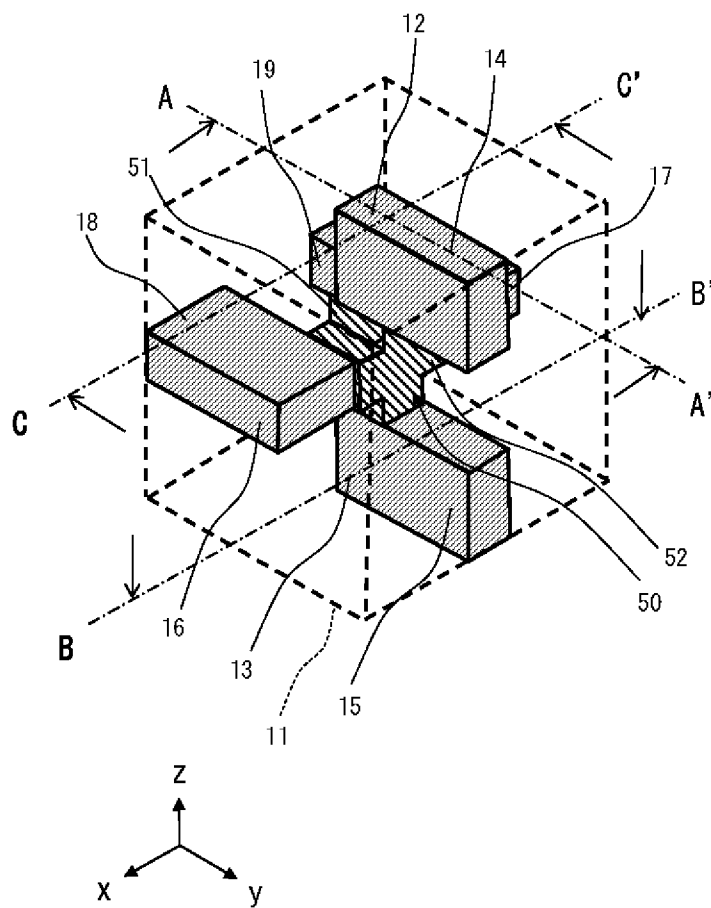
線状の導体であり、一方端である第 3 端部と、他方端である第 4 端部と、を有しており、

前記第 3 端部が前記第 4 導体または前記第 5 導体に接続され、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 部分と電磁氣的に結合する

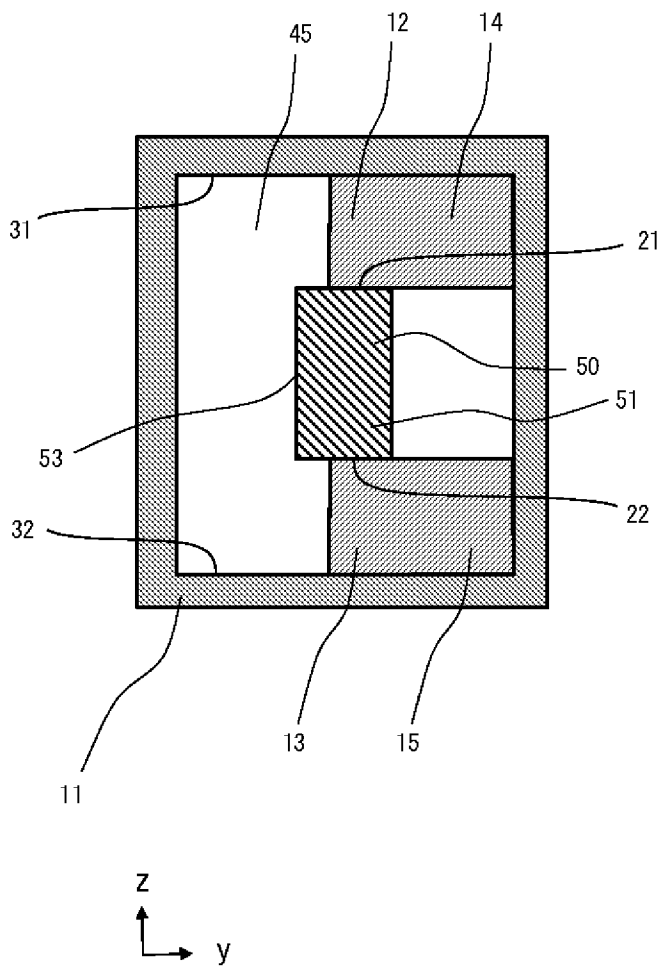
ことを特徴とする誘電体フィルタ。

[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 5 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。

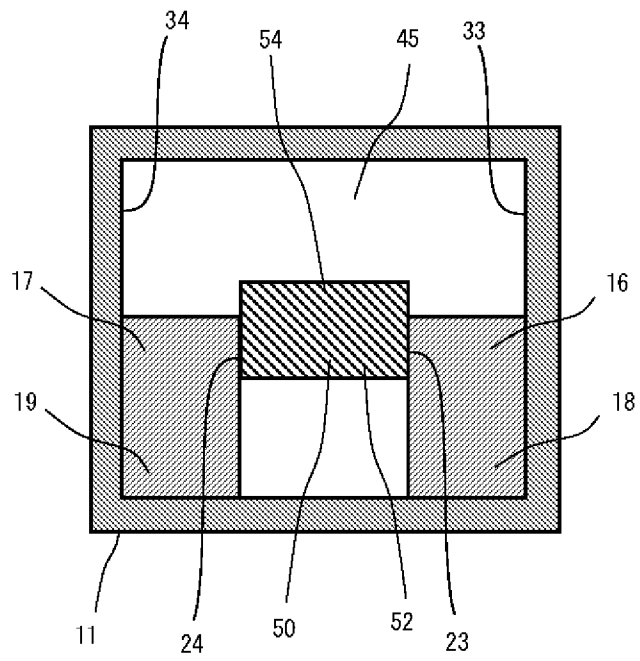
[図1]



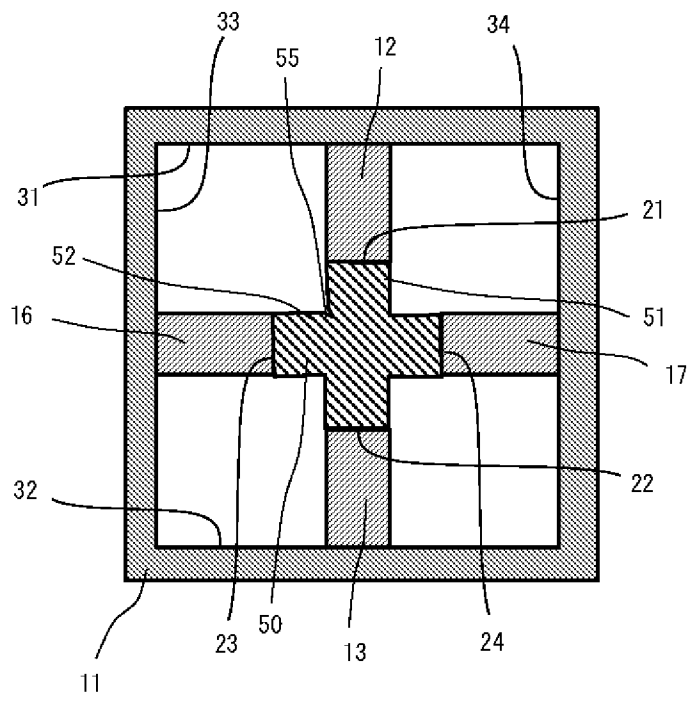
[図2]



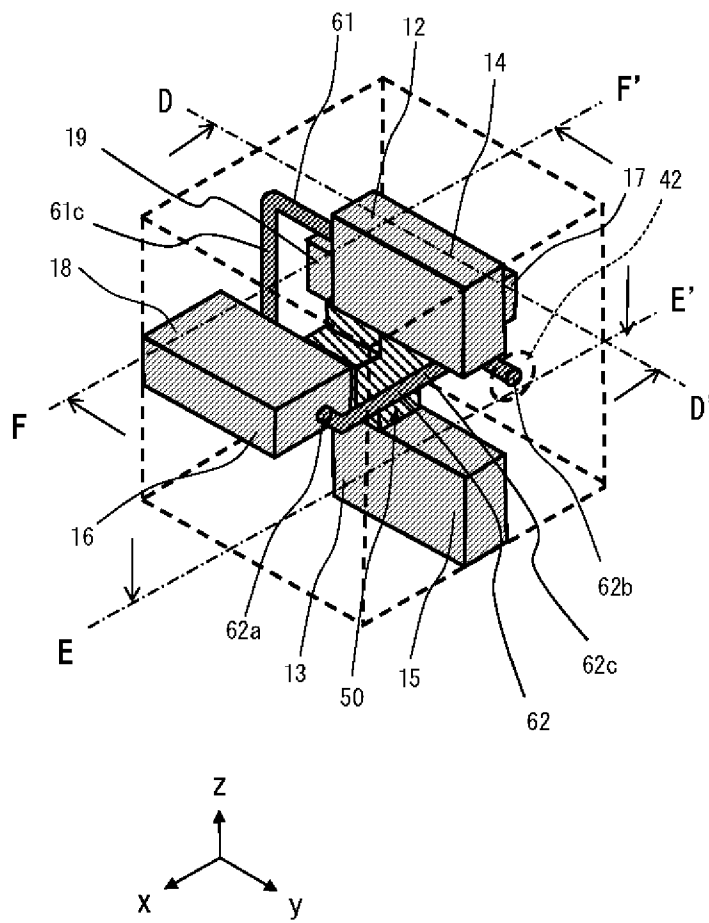
[図3]



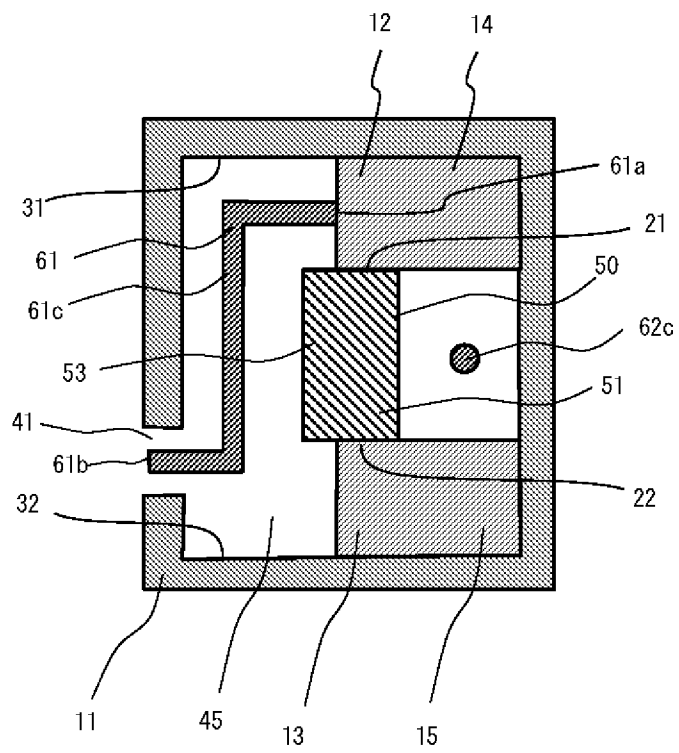
[図4]



[図5]



[図6]



[図7]

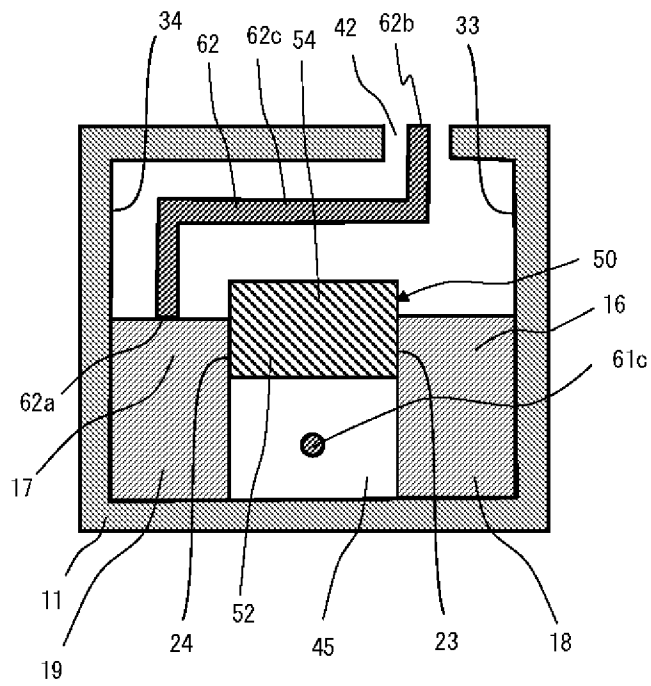
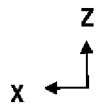
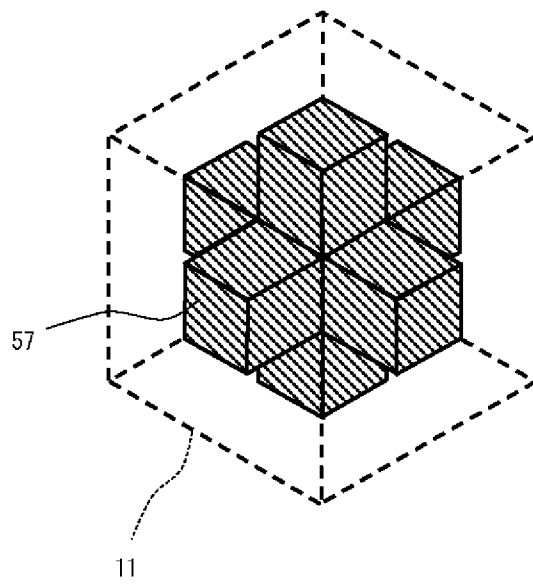


FIG. 1 is a schematic cross-sectional view of a square device. The device consists of a thick outer frame (11) and a central square region (12). The central region is divided into four quadrants (13, 14, 15, 16) by a cross-shaped structure (17). The cross (17) has a central square (21) and four rectangular arms (22, 23, 24, 25). Various layers and interfaces are labeled with numbers: 31, 32, 33, 34, 35, 45, 50, 51, 52, 55.

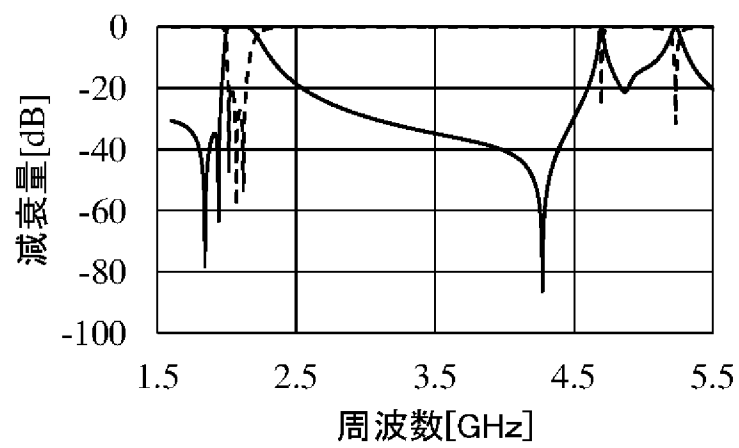


Block diagram of the transmitter 100. It shows an antenna 82 connected to a block 80, which is connected to a block 81.

[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/082853

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01P7/10(2006.01)i, H01P1/20(2006.01)i, H01P1/208(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, H01P1/208

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.
Y A	JP 5-67905 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 19 March 1993 (19.03.1993), fig. 1 to 9; paragraphs [0009] to [0023] (Family: none)	1 2-6
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 151858/1987 (Laid-open No. 57804/1989) (Murata Mfg. Co., Ltd.), 11 April 1989 (11.04.1989), fig. 2 to 4; page 2, line 12 to page 4, line 10 (Family: none)	1

☐ 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, H01P1/208(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, H01P1/208

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 5-67905 A（株式会社村田製作所）1993.03.19, 図1-9, 【0009】 - 【0023】（ファミリーなし）	1 2-6
Y	日本国実用新案登録出願62-151858号（日本国実用新案登録出願公開1-57804号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社村田製作所）1989.04.11, 第2-4図, 第2頁第12行-第4頁第10行（ファミリーなし）	1

☐ 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

1 3 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 1 . 2 0 1 5

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

9 1 8 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3556