

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2010-28590
(P2010-28590A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

HO 1 P 7/10 (2006.01) HO 1 P 7/10 5 J 0 0 6

HO 1 P 1/208 (2006.01) HO 1 P 1/208 A

HO 1 P 1/20 (2006.01) HO 1 P 1/20 A

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-189223 (P2008-189223)	(71) 出願人	000004547
(22) 出願日	平成20年7月22日 (2008.7.22)		日本特殊陶業株式会社
		(74) 代理人	愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 100110881
			弁理士 首藤 宏平
		(72) 発明者	笠島 崇
			愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
			日本特殊陶業株式会社内
		(72) 発明者	杉本 典康
			愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
			日本特殊陶業株式会社内
		Fターム(参考)	5J006 HC03 HC14 HC21 LA11 LA28 MA01 MA02 MB02 MB03 NA01 NE12 PA01

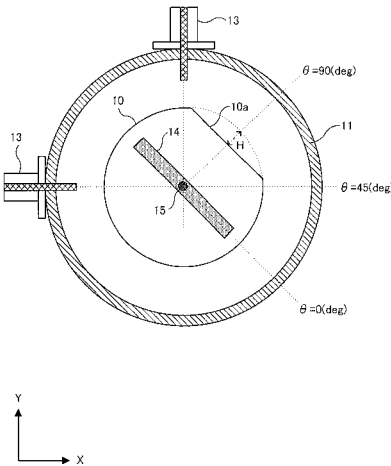
(54) 【発明の名称】 多重モード誘電体共振器およびその調整方法

(57) 【要約】

【課題】比較的に簡単な構造で伝送損失を増大させることなく、所望の周波数特性を容易に調整可能な多重モード誘電体共振器を提供する。

【解決手段】本発明の多重モード誘電体共振器は、導体に囲まれたキャビティー内に固定され、複数の共振モードを励振するための側面構造10aを有する柱状の誘電体共振器本体10と、誘電体共振器本体10の上面または底面に対向配置され誘電体共振器本体10の中心軸方向の回転軸に対して回転可能に構成された誘電体調整片14とを備えている。誘電体調整片14は、回転軸に直交する平面内で回転軸に対して非対称な形状を有し、支持棒15により誘電体調整片14を回転させて角度θを調整することにより周波数特性を適切に調整することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

導体に囲まれたキャビティー内に固定され、複数の共振モードを励振するための側面構造を有する柱状の誘電体共振器本体と、

前記誘電体共振器本体の上面または底面に対向配置され、前記誘電体共振器本体の中心軸方向の回転軸に対して回転可能に構成された誘電体調整片と、

を備え、前記誘電体調整片は、前記回転軸に直交する平面内で前記回転軸に対して非対称な形状を有することを特徴とする多重モード誘電体共振器。

【請求項 2】

前記誘電体共振器本体は、円柱状に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の多重モード誘電体共振器。

10

【請求項 3】

前記誘電体共振器本体は、多角形の断面形状を有することを特徴とする請求項 1 に記載の多重モード誘電体共振器。

【請求項 4】

前記断面形状は、八角形であることを特徴とする請求項 3 に記載の多重モード誘電体共振器。

【請求項 5】

前記側面構造は、前記誘電体共振器本体の側面の一部を切削した構造であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の多重モード誘電体共振器。

20

【請求項 6】

前記誘電体共振器本体の側面側の前記導体に取り付けられ、前記誘電体共振器本体の中心軸に直交する平面内で、前記中心軸から第 1 の方向および当該第 1 の方向に直交する第 2 の方向にそれぞれ位置する一対の入出力端子を備えることを特徴とする請求項 5 に記載の多重モード誘電体共振器。

【請求項 7】

前記誘電体共振器本体の中心軸に直交する平面内で、前記第 1 の方向および前記第 2 の方向のそれぞれに対し前記側面構造の切削面の法線方向が略 45 度の角度をなすことを特徴とする請求項 6 に記載の多重モード誘電体共振器。

【請求項 8】

前記誘電体調整片は、前記誘電体共振器本体に対する角度とは独立に、前記誘電体共振器本体との間の距離を調整可能に構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の多重モード誘電体共振器。

30

【請求項 9】

請求項 1 に記載の多重モード誘電体共振器の調整方法であって、

第 1 の周波数および当該第 1 の周波数より高い第 2 の周波数の前記共振モードをそれぞれ励振する前記誘電体共振器本体に対し、前記誘電体調整片の前記誘電体共振器本体に対する角度を調整することにより、前記第 1 の周波数および前記第 2 の周波数の平均周波数を一定に保ちつつ、前記第 1 の周波数および前記第 2 の周波数の結合係数を変化させて周波数特性を調整することを特徴とする調整方法。

40

【請求項 10】

請求項 8 に記載の多重モード誘電体共振器の調整方法であって、

第 1 の周波数および当該第 1 の周波数より高い第 2 の周波数の前記共振モードをそれぞれ励振する前記誘電体共振器本体に対し、前記誘電体調整片の前記誘電体共振器本体に対する角度と、前記誘電体調整片と前記誘電体共振器本体との間の距離とを独立に調整することにより、前記第 1 の周波数および前記第 2 の周波数をそれぞれ所望の周波数特性に調整することを特徴とする調整方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

50

本発明は、複数の周波数に対応する複数の共振モードを励振可能な多重モード誘電体共振器に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、携帯電話等の基地局には共振器フィルタが組み込まれている。このような共振器フィルタを小型かつ高性能に構成するため、複数の共振モードを励振させて複数の周波数に対応可能な多重モード共振器が注目されている。従来の多重モード共振器としては、その基本形状に円柱を用いる構造あるいは直方体を用いる構造など、種々の構造が提案されている。直方体形状を用いる構造で複数の共振モードを励振させるためには、複数の直方体を組み合わせた構造か、直方体の一部を3次元的に削除した構造を採用する必要がある。また、円柱形状を用いる構造で複数の共振モードを励振させるためには、共振器本体の特性調整のためのネジ部材や円柱穴等を設けた構造を採用する必要がある。一方、多重モード共振器の周波数調整を行うために、金属ビス等を用いた構造を設ける手法が提案されている（例えば、特許文献1、2参照）

10

【特許文献1】特開2003-174302号公報

【特許文献2】特開平7-147504号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上述の多重モード共振器のうち直方体形状を用いる構造は、製造時に所望の周波数特性を調整するために複雑な形状を持たせる必要があるため、製造コストの上昇につながる。これに対し、上述の多重モード共振器のうち円柱形状を用いる構造は、共振器本体の構造は比較的単純で製造は容易である。しかし、上記の特性調整用の構造を設けることを前提とすると、ネジ部材により伝送信号の損失が増大する恐れや、円柱穴を形成するための複雑な加工などの問題がある。さらに、上記特許文献1、2に開示されている特性調整用の構造を用いて多重モード共振器の周波数調整を行う場合は、設計条件に応じて複数の周波数が複雑に変化するので、単一モードの共振器に比べて所望の周波数特性を実現することは容易ではない。

20

【0004】

そこで、本発明はこれらの問題を解決するためになされたものであり、比較的簡単な構造で伝送損失を増大させることなく、所望の周波数特性を容易に調整可能な多重モード誘電体共振器を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、本発明の多重モード誘電体共振器は、導体に囲まれたキャビティー内に固定され、複数の共振モードを励振するための側面構造を有する柱状の誘電体共振器本体と、前記誘電体共振器本体の上面または底面に対向配置され、前記誘電体共振器本体の中心軸方向の回転軸に対して回転可能に構成された誘電体調整片とを備え、前記誘電体調整片は、前記回転軸に直交する平面内で前記回転軸に対して非対称な形状を有して構成される。

40

【0006】

本発明の多重モード誘電体共振器によれば、柱状の誘電体共振器本体が側面構造の作用により複数の共振モードを励振し、それに対応する周波数特性が伝送信号に付与される。そして、誘電体調整片を回転させて誘電体共振器本体に対する角度を調整することにより、所望の共振周波数を設定することができる。従って、周波数特性を調整するための特殊な構造や複雑な加工を要することなく、簡単な構造で容易に周波数特性を調整可能な多重モード誘電体共振器を実現することができる。

【0007】

本発明の誘電体調整片は、上記構造に対応する多様な形状で形成することができる。例えば、誘電体共振器本体の中心軸に直交する棒状の誘電体調整片を用いてもよい。また、

50

長い棒状部材と短い棒状部材からなる十字型あるいはＴ字型の誘電体調整片を用いてもよい。この場合、棒状の誘電体調整片あるいは誘電体調整片の棒状部材は、矩形や円形などの多様な断面形状で形成することができる。

【０００８】

本発明の誘電体共振器本体は、円柱状に形成する場合に加え、多角形（例えば、八角形）の断面形状にするなど、多様な構造で形成することができる。また、誘電体共振器本体の前記側面構造は、前記誘電体共振器本体の側面の一部を切削した構造としてもよい。この場合、前記誘電体共振器本体の側面側の前記導体に取り付けられ、前記誘電体共振器本体の中心軸に直交する平面内で、前記中心軸から第１の方向および当該第１の方向に直交する第２の方向にそれぞれ位置する一対の入出力端子を設けてもよい。さらに、前記誘電体共振器本体の中心軸に直交する平面内で、前記第１の方向および前記第２の方向のそれぞれに対し前記側面構造の切削面の法線方向が略４５度の角度をなすように構成してもよい。

10

【０００９】

本発明において、前記誘電体調整片は、前記誘電体共振器本体に対する角度とは独立に、前記誘電体共振器本体との間の距離を調整可能に構成してもよい。これにより、誘電体共振器の周波数特性の調整の自由度を一層高めることが可能となる。

【００１０】

上記課題を解決するために、本発明の多重モード誘電体共振器の調整方法は、第１の周波数および当該第１の周波数より高い第２の周波数の前記共振モードをそれぞれ励振する前記誘電体共振器本体に対し、前記誘電体調整片の前記誘電体共振器本体に対する角度を調整することにより、前記第１の周波数および前記第２の周波数の平均周波数を一定に保ちつつ、前記第１の周波数および前記第２の周波数の結合係数を変化させて周波数特性を調整するものである。

20

【００１１】

また、本発明の多重モード誘電体共振器の調整方法は、第１の周波数および当該第１の周波数より高い第２の周波数の前記共振モードをそれぞれ励振する前記誘電体共振器本体に対し、前記誘電体調整片の前記誘電体共振器本体に対する角度と、前記誘電体調整片と前記誘電体共振器本体との間の距離とを独立に調整することにより、前記第１の周波数および前記第２の周波数をそれぞれ所望の周波数特性に調整するものである。

30

【発明の効果】

【００１２】

以上説明したように本発明によれば、誘電体共振器本体は複数の共振モードを励振するための側面構造を有し、誘電体共振器本体に対向配置される誘電体調整片を誘電体共振器本体に対して回転可能に構成したので、所望の周波数特性を調整可能となる。この場合、誘電体調整片が回転軸に対して非対称な形状を有するので、誘電体調整片の角度を適切に調整して複数の共振モードに対し異なる作用を及ぼすことができ、複数の共振周波数の平均周波数を保ちつつ結合係数を効率的かつ高精度に調整できる。本発明の誘電体共振器を用いることにより、周波数調整用の複雑な加工が不要となり、伝送損失が少なく多様なフィルタに応用可能な多重モード誘電体共振器を実現可能となる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【００１３】

本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。以下では、２つの共振モード（２重モード）に対応して周波数特性に２つのピークを有する誘電体共振器に対して本発明を適用する場合において、８つの異なる実施形態を説明する。

【００１４】

（第１実施形態）

第１実施形態の誘電体共振器の構造および特性について説明する。第１実施形態の誘電体共振器に関し、図１に上面図を示すとともに、図２に側断面図を示す。図１および図２に示すように、第１実施形態の誘電体共振器は、誘電体共振器本体１０と、導体ケース１

50

１と、支持台１２と、一对の入出力端子１３と、誘電体調整片１４と、支持棒１５とを備えて構成される。

【００１５】

誘電体共振器本体１０は、円柱の一部が切削された形状を有し、円筒状の導体ケース１１に囲まれたキャビティー内の略中心部に配置されている。誘電体共振器本体１０は、その底面が導体ケース１１に取り付けられた支持台１２により固定されている。誘電体共振器本体１０は、所定の比誘電率を有する誘電体材料を用いて形成されている。誘電体共振器本体１０と外部空間の間は、周囲の導体ケース１１により電氣的に遮断された状態にある。また、支持台１２は、例えばアルミナ等で形成され、円筒状の形状を有する。

【００１６】

10

図１に示すように、一对の入出力端子１３は、それぞれ導体ケース１１の側面に取り付けられている。一对の入出力端子１３のうち、一方の入出力端子１３には外部から供給される入力信号が供給され、他方の入出力端子１３からは複数の共振モードで励振された出力信号が外部に出力される。なお、一对の入出力端子１３は、互いに入出力を入れ替えて用いることができる。図１の下部に便宜上Ｘ軸とＹ軸を示しているが、誘電体共振器本体１０の中心軸から見て、一方の入出力端子１３の位置がＸ方向に配置され、かつ他方の入出力端子１３の位置がＹ方向に配置されている。すなわち、一对の入出力端子１３は、誘電体共振器本体１０の円形断面を含む平面内で、互いに直交する位置関係にある。

【００１７】

20

誘電体共振器本体１０の切削面１０ａは、その法線が水平面内においてＸ軸とＹ軸のそれぞれに対し４５度の角度をなすよう形成されている。このような角度で切削面１０ａを形成することは、誘電体共振器本体１０が２つの共振モードを励振するための側面構造の一例である。図１に示す切削面１０ａの切削量Ｈ、すなわち、切削前の誘電体共振器本体１０の円形断面の外周位置から切削面１０ａの中央位置までの距離は、共振モードの特性に大きく影響するので、所望の特性が得られる最適な切削量Ｈを定めることが望ましい。

【００１８】

30

誘電体調整片１４は、誘電体共振器本体１０の上面に対向配置されている。第１実施形態においては、誘電体調整片１４が矩形断面を有する棒状に形成されている。誘電体調整片１４の中央上部には支持棒１５が取り付けられている。そして、支持棒１５を誘電体共振器本体１０の中心軸方向の回転軸に対して回転させることにより、図１の平面内で誘電体共振器本体１０に対する誘電体調整片１４の角度 θ を変化させることができる。なお、誘電体調整片１４は誘電体共振器本体１０と同一の誘電体材料を用いて形成される。

【００１９】

40

ここで、誘電体調整片１４および支持棒１５の構造について図３を参照して説明する。図３（Ａ）は、誘電体調整片１４および支持棒１５の長辺側を見た側面図であり、図３（Ｂ）は、図３（Ａ）に直交する方向から見た側面図である。誘電体調整片１４は、長辺の長さ L_a 、矩形断面における横方向の長さ L_b および縦方向の長さ L_c に形成される。また、支持棒１５は、先端が誘電体調整片１４の長辺の中央上部に固定される円柱状に形成される。なお、支持棒１５は、その中心軸が誘電体共振器本体１０の中心軸と一致するように配置される。

【００２０】

図１に示すように、誘電体調整片１４の長辺の方向は、基準の方向に対して角度 θ をなすように調整することができる。すなわち、一对の入出力端子１３に対して対称的となる基準の方向を $\theta = 0$ 度とし、支持棒１５により自在に角度 θ を調整することができる。例えば、図１において、Ｘ方向は $\theta = 45$ 度、切削面１０ａの法線方向は $\theta = 90$ 度、Ｙ方向は $\theta = 135$ 度となる。第１実施形態では、誘電体調整片１４の形状の対称性から、 $\theta = 0 \sim 180$ 度の範囲内での調整を想定する。なお、図１では、支持棒１５の中心軸（回転軸）が誘電体共振器本体１０の中心軸に一致する場合を示しているが、両者が若干ずれている場合であっても、本発明を適用可能である。

【００２１】

50

第1実施形態の構成において、一対の入出力端子13と切削面10aの位置関係により、2つの共振モードに基づく電界は、X軸およびY軸に対して45度をなす2方向に発生する。これは、誘電体調整片14の角度 θ に関し、0度および90度に対応する。一方、誘電体調整片14が一方の共振モードの電界方向に配置されるので、角度 θ を調整することにより、2つの共振モードに対応する2つの共振周波数が異なる変化をする。このような共振周波数の調整について詳しくは後述する。

【0022】

第1実施形態の誘電体共振器の特性について、図4～図6を参照して説明する。ここで、誘電体共振器本体10と誘電体調整片14のサイズの一例としては、例えば、誘電体共振器本体10は、直径が約37mmで高さが約10mmに設定される。また、誘電体調整片14のサイズ(図3)は、 $L_a = 37\text{ mm}$ 、 $L_b = L_c = 3.7\text{ mm}$ に設定される。さらに、誘電体調整片14と誘電体共振器本体10との間の距離D(図2)は、1mmに設定される。

10

【0023】

図4は、誘電体共振器の伝送特性を示す図である。2GHz近辺の比較的狭い周波数範囲において、一方の入出力端子13から他方の入出力端子13に伝送される信号のSパラメータS21(挿入損失)をグラフに示している。図4では、上述の角度 θ を3通り($\theta = 0$ 、45、90度)に変化させ、各々の伝送特性を比較して示している。図4からわかるように、低周波側と高周波側でそれぞれ挿入損失が0(dB)に近接するピークを有し、それ以外の周波数では挿入損失が大きくなる。

20

【0024】

図4のグラフにおける2つのピークは、誘電体共振器の2つの共振モードに対応する2つの共振周波数で現れる。以下、低周波側の共振周波数をFL、高周波側の共振周波数をFHと表す。図4に示すように、誘電体調整片14の角度 θ が0度から90度まで大きくなるにつれて、低周波側の共振周波数FLが低下するのに対し、高周波側の共振周波数FHが上昇している。すなわち、低周波側と高周波側では、角度 θ に対して逆向きに変わることがわかる。

【0025】

図5は、角度 θ の変化と周波数の関係を示す図である。図5に示すように、2つの共振周波数FL、FHに加え、これらの平均周波数FA($FA = (FL + FH) / 2$)の角度 θ に対する変化をグラフで示している。図4の伝送特性を反映して、角度 θ が大きくなるにつれて、低周波側の共振周波数FLは低下し、高周波側の共振周波数FHは上昇し、平均周波数FAはほぼ一定に保たれる。

30

【0026】

このように、第1実施形態における誘電体調整片14は、平均周波数FAを維持しつつ、低周波側の共振周波数FLと高周波側の共振周波数FHの差を調整する役割を有している。図1の平面内において、誘電体調整片14の長辺は、 $\theta = 0$ 度のときは一方の共振モードの方向に一致し、 $\theta = 90$ 度のときは他方の共振モードの方向に一致する。よって、誘電体調整片14の角度 θ は、2つの共振モードに対して90度異なる角度で対称的な作用を及ぼすので、上記の特性が得られるものである。

40

【0027】

図6は、角度 θ の変化と上述の平均周波数FAおよび結合係数kの関係を示す図である。ここで、結合係数kは、 $k = (FH - FL) / FA$ で求められ、2つの共振周波数FL、FHが相対的に離れている度合いを表す量である。角度 θ が大きくなるほど、平均周波数FAがほぼ一定に保たれるとともに、角度 θ の増加に連動して結合係数kが増加することがわかる。この結果は、周波数が増加するにつれ、2つの共振周波数FL、FHの差が徐々に拡大していくことを示している。

【0028】

なお、図4～図6においては、第1実施形態の誘電体共振器を用いて得られる特性の一例を示したものであり、実際には設計条件に応じて多様な特性を実現することができる。

50

例えば、誘電体共振器本体 10 に対する切削量 H (図 1) を変えることにより、図 4 ~ 図 6 の特性を変化させることができる。また、誘電体共振器本体 10 と誘電体調整片 14 のそれぞれのサイズについては周波数特性に与える影響が大きいので、所望の特性を得られるように最適な設計条件を予め設定する必要がある。

【0029】

以上説明したように、第 1 実施形態の誘電体共振器は、誘電体共振器本体 10 の中心軸方向の回転軸に対して非対称な形状を有する誘電体調整片 14 を回転可能に構成したので、2 つの共振モードに対し異なる作用を及ぼすことができる。よって、誘電体調整片 14 の角度 θ を適切に調整することにより、2 つの共振周波数 F_L 、 F_H の変化の方向が逆になるように調整可能とし、両者の差を拡大または縮小して所望の周波数特性を容易に実現可能となる。第 1 実施形態の誘電体共振器は、例えば、高精度な周波数調整が可能な帯域可変型フィルタへの応用に適している。

【0030】

(第 2 実施形態)

次に、第 2 実施形態の誘電体共振器について説明する。第 2 実施形態の誘電体共振器の基本構造は第 1 実施形態と共通するが、誘電体調整片 14 の調整手法が異なっている。すなわち、第 2 実施形態の誘電体共振器は、図 1 の上面図において角度 θ が固定の状態に保持される一方、図 2 の側断面図において、誘電体調整片 14 と誘電体共振器本体 10 の間の距離 D が可変となっている。図 2 に示す距離 D は、支持棒 15 を回転させることにより自在に調整することができる。その他の構造については、第 1 実施形態の場合と同様であるので説明を省略する。

【0031】

第 2 実施形態の誘電体共振器の特性について、図 7 および図 8 を参照して説明する。ここで、誘電体共振器本体 10 の角度 θ については、 $\theta = 0$ 度に保たれるものとする。一方、誘電体調整片 14 の距離 D については、1 ~ 6 mm の範囲で変化させるものとする。なお、他のパラメータについては、第 1 実施形態と同様であるものとする。

【0032】

図 7 は、第 2 実施形態の誘電体共振器における伝送特性を示す図である。図 4 の場合と同様、2 GHz 近辺の比較的狭い周波数範囲における S パラメータ S_{21} (挿入損失) をグラフで示し、上述の距離 D を 4 通り ($D = 1, 2, 3, 6$ mm) に変化させ、各々の伝送特性を比較して示している。図 7 のグラフにおける 2 つのピークは、図 4 と同様、低周波側の共振周波数 F_L と、高周波側の共振周波数 F_H に対応する。図 7 においては、図 4 とは異なり、低周波側の共振周波数 F_L と高周波側の共振周波数 F_H が連動して変化している。すなわち、距離 D が 1 mm から 6 mm まで大きくなるにつれ、2 つの共振周波数 F_L 、 F_H はともに上昇することがわかる。

【0033】

図 8 は、距離 D の変化と平均周波数 F_A および結合係数 k の関係をグラフで示す図である。距離 D が 1 ~ 4 mm の範囲では、平均周波数 F_A が距離 D に連動して上昇している。一方、距離 D の増減に関わらず、結合係数 k はほぼ一定に保たれる。なお、距離 D が 4 mm を越えると平均周波数 F_A の上昇が見られないので、距離 D を 1 ~ 4 mm の範囲に設定することが望ましい。

【0034】

このように、第 2 実施形態の誘電体共振器は、誘電体調整片 14 と誘電体共振器本体 10 との間の距離 D を可変としたので、2 つの共振モードに対して共通の作用を及ぼすことができる。よって、誘電体調整片 14 の距離 D を適切に調整することにより、2 つの共振周波数 F_L 、 F_H が連動して変化するように調整可能とし、結合係数 k を一定に保ちながら周波数特性を自在に調整することができる。

【0035】

(第 3 実施形態)

次に、第 3 実施形態の誘電体共振器について説明する。第 3 実施形態の誘電体共振器は

、第 1 実施形態の調整手法と第 2 実施形態の調整手法を組み合わせたものである。すなわち、第 3 実施形態の誘電体共振器は、図 1 の上面図において、第 1 実施形態と同様に誘電体調整片 1 4 の角度 θ を調整することができ、かつ図 2 の側断面図において、第 2 実施形態と同様に誘電体調整片 1 4 と誘電体共振器本体 1 0 の間の距離 D を調整することができる。

【 0 0 3 6 】

第 3 実施形態において、誘電体調整片 1 4 の角度 θ および距離 D の調整は、いずれも支持棒 1 5 を回転させることにより行うことができる。例えば、中空のネジ部材の内側に棒状のネジ部材を組み込んで支持棒 1 5 を形成し、内側のネジ部材により角度 θ を調整し、外側の中空のネジ部材により距離 D を調整する構造としてもよい。第 3 実施形態では、角

10

【 0 0 3 7 】

第 3 実施形態の誘電体共振器の特性を調整する場合、角度 θ と距離 D のうち、一方を粗調整に用い、他方を微調整に用いることが想定される。例えば、図 4 および図 7 の伝送特性に着目すると、距離 D の粗調整により平均周波数 F_A を所望の範囲に設定し、この状態で角度 θ の微調整により結合係数 k を適切な値に設定することができる。なお、第 3 実施形態において、かかる調整手法は一例であって、角度 θ と距離 D を独立に調整する手順を組み合わせることで自在に適用することができる。

【 0 0 3 8 】

(第 4 実施形態)

次に、第 4 実施形態の誘電体共振器について説明する。図 9 に第 4 実施形態の誘電体共振器の上面図を示す。第 4 実施形態の誘電体共振器においては、誘電体調整片 1 4 a の構造が第 1 ~ 第 3 実施形態の場合と異なっている。なお、誘電体共振器本体 1 0、導体ケース 1 1、支持台 1 2、一对の入出力端子 1 3、支持棒 1 5 については、第 1 ~ 第 3 実施形態と同様に構成される。第 4 実施形態の誘電体調整片 1 4 a は、第 1 ~ 第 3 実施形態の誘電体調整片 1 4 を長辺方向で概ね半分に分割した形状を有する。誘電体調整片 1 4 a の一端の上部には支持棒 1 5 が取り付けられている。支持棒 1 5 を回転させると、誘電体調整片 1 4 a の長辺の角度 θ を変化させることができる。

20

【 0 0 3 9 】

図 1 0 は、第 4 実施形態の誘電体共振器における伝送特性を示す図である。図 1 0 においては、図 4 と同様の条件に従って、 S パラメータ S_{21} のグラフを示している。図 1 0 のグラフにおけるピークは、角度 θ の変化に対して図 4 と同様の傾向で変化することがわかる。ただし、第 4 実施形態の誘電体調整片 1 4 a の形状を反映して、各ピークの現れる周波数は図 4 とは若干相違している。

30

【 0 0 4 0 】

(第 5 実施形態)

次に、第 5 実施形態の誘電体共振器について説明する。図 1 1 に第 5 実施形態の誘電体共振器の上面図を示す。第 5 実施形態の誘電体共振器においては、T 字型の誘電体調整片 1 4 b を用いる点が特徴的である。なお、誘電体共振器本体 1 0、導体ケース 1 1、支持台 1 2、一对の入出力端子 1 3、支持棒 1 5 については、第 1 ~ 第 4 実施形態と同様に構成される。第 5 実施形態の誘電体調整片 1 4 b の T 字型の連結部の上部には支持棒 1 5 が取り付けられている。支持棒 1 5 を回転させると、T 字型の誘電体調整片 1 4 b の角度 θ を変化させることができる。なお、図 1 1 の例では、誘電体調整片 1 4 b の連結部を基点とする棒状部材が向く角度 θ を基準にしている。

40

【 0 0 4 1 】

図 1 2 は、第 5 実施形態の誘電体共振器における伝送特性を示す図である。図 1 2 においては、図 4 と同様の条件に従って、 S パラメータ S_{21} のグラフを示している。図 1 2 のグラフにおけるピークと角度 θ の関係は、図 4 および図 1 0 とは逆になっている。すなわち、誘電体調整片 1 4 の角度 θ が 0 度から 90 度まで大きくなるにつれて、低周波側の共振周波数 F_L が上昇するのに対し、高周波側の共振周波数 F_H が低下している。これは

50

、上述したように誘電体調整片 14b の連結部を基点とする棒状部材よりも、これに直交する側の棒状部材の長さが長いため、角度 θ に直交する方向で各共振モードに及ぼす作用が強くなるためと考えられる。

【0042】

(第6実施形態)

次に、第6実施形態の誘電体共振器について説明する。図13に第6実施形態の誘電体共振器の上面図を示す。第6実施形態の誘電体共振器においては、十字型の誘電体調整片 14c を用いる点が特徴的である。なお、誘電体共振器本体 10、導体ケース 11、支持台 12、一对の入出力端子 13、支持棒 15 については、第1～第5実施形態と同様に構成される。第6実施形態の誘電体調整片 14c において、長い棒状部材と短い棒状部材が中央で直交する部分の上部に支持棒 15 が取り付けられている。支持棒 15 を回転させると、十字型の誘電体調整片 14c の角度 θ を変化させることができる。なお、図13の例では、誘電体調整片 14c の長い棒状部材が向く角度 θ を基準にしている。

【0043】

図14は、第6実施形態の誘電体共振器における伝送特性を示す図である。図14においては、図4と同様の条件に従って、Sパラメータ S_{21} のグラフを示している。図14のグラフにおけるピークは、角度 θ の変化に対して図4および図10と同様の傾向で変化することがわかる。これは、誘電体調整片 14c において、短い棒状部材に比べて長い棒状部材の方が、各共振モードに及ぼす作用が強くなるためと考えられる。ただし、短い棒状部材を角度 θ の基準とする場合には、図12と同様の傾向で変化することは明らかである。

【0044】

(第7実施形態)

次に、第7実施形態の誘電体共振器について説明する。第7実施形態の誘電体共振器は、円形の断面形状を有する誘電体調整片 14d を用いる点が特徴的である。なお、誘電体共振器本体 10、導体ケース 11、支持台 12、一对の入出力端子 13、支持棒 15 については、第1～第6実施形態と同様に構成される。また、第7実施形態の誘電体共振器の構造は、図1及び図2と同様に表されるものとする。第7実施形態の誘電体調整片 14d および支持棒 15 の構造について図15を参照して説明する。図15(A)は、誘電体調整片 14d および支持棒 15 の長辺側を見た側面図であり、図15(B)は、図15(A)と直交する方向から見た側面図である。図15(A)は図3(A)と同様であるが、図15(B)は、図3(B)とは異なり、誘電体調整片 14d が円形断面に形成されることがわかる。他の点については、第1実施形態と違いはない。

【0045】

図16は、第7実施形態の誘電体共振器における伝送特性を示す図である。図16においては、図4と同様の条件に従って、Sパラメータ S_{21} のグラフを示している。図16のグラフにおけるピークは、角度 θ の変化に対して図4と同様の傾向で変化することがわかる。すなわち、誘電体調整片 14d が各共振モードに及ぼす作用は、断面形状が変更された場合であっても概ね共通であると考えられる。

【0046】

(第8実施形態)

次に、第8実施形態の誘電体共振器について説明する。図17に第8実施形態の誘電体共振器の上面図を示す。第8実施形態においては、誘電体共振器本体 20 の形状が第1～第7実施形態とは異なっている。なお、導体ケース 11、支持台 12、一对の入出力端子 13、支持棒 15 については、第1～第7実施形態と同様に構成される。

【0047】

図17に示すように、第8実施形態の誘電体共振器本体 20 は、円柱ではなく八角形の断面形状を有し、その中心軸が図1と同様の位置となるように配置されている。また、図17の誘電体共振器本体 20 において、中心軸から見て図1の切削面 10a と同じ方向の一辺に切削面 20a が形成されている。よって、誘電体共振器本体 20 の断面内で、切削

面 20a の側の一边が他の辺に比べて中心軸との距離が小さくなっている。また、誘電体調整片 14 については、図 1 と同様の構造であり、支持棒 15 を誘電体共振器本体 20 の中心軸方向の回転軸に対して回転させることで、角度 θ を変化させることができる。

【0048】

図 18 は、第 8 実施形態の誘電体共振器において、角度 θ の変化と上述の平均周波数 F_A および結合係数 k の関係を示す図である。なお、誘電体調整片 14 と誘電体共振器本体 20 との間の距離 D は、3 mm に設定されるものとする。図 18 に示すように、角度 θ が大きくなるほど、平均周波数 F_A は若干増加するとともに、結合係数 k が増加していくことがわかる。

【0049】

第 8 実施形態においては、誘電体共振器本体 20 が八角形の断面形状を有する場合を説明したが、八角形に限らず、他の多角形や、あるいは複数の共振モードを励振可能な任意の断面形状を有する柱状の誘電体共振器本体 20 を用いることができる。第 8 実施形態においては、柱状の誘電体共振器本体 20 の側面の一部に形成される切削面 20a の有無に関らず、入出力端子 13 との位置関係に基づき複数の共振モードを励振可能であることが前提となる。

【0050】

以上、第 1 ~ 第 8 実施形態に基づいて本発明の内容を具体的に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を施すことができる。例えば、上記各実施形態において、誘電体調整片 14 に関し、棒状、T 字型など様々な形状に形成する場合を説明したが、誘電体調整片 14 の形状はこれらに限られることはない。すなわち、回転軸に直交する平面内で、回転軸に対して非対称な形状を有する多様な誘電体調整片 14 を用いることができる。また、誘電体調整片 14 の構成部材は、矩形断面、円形断面に加え多様な断面形状で形成することができる。さらに、上記各実施形態では、誘電体調整片 14 が誘電体共振器本体 10 (20) の上面に対向配置される構成を説明したが、誘電体調整片 14 が誘電体共振器本体 10 (20) の底面に対向配置される構成を採用してもよい。また、上記各実施形態における誘電体共振器を複数個直列又は並列に接続する構成を採用してもよい。

【0051】

一方、誘電体調整片 14 は、誘電体共振器本体 10 (20) と同一の誘電体材料を用いて形成される場合に限らず、誘電体共振器本体 10 (20) と比誘電率が異なる誘電体材料を用いて誘電体調整片 14 を形成してもよい。さらに、上記各実施形態では、誘電体共振器本体 10 (20) が、図 1 等 に示される切削面 10a (20a) で切削される場合を説明したが、かかる切削方法に限定されるものではない。誘電体共振器本体 10 (20) の切削面 10a (20a) の配置や切削方法は、本発明の作用効果が得られる範囲内で自在に変更することができる。この場合、本実施形態では、誘電体共振器本体 10 (20) が 2 つの共振モードを励振する構造を示したが、切削方法の工夫により、さらに多くの共振モードを励振し、複数のピークを有する周波数特性を実現してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図 1】第 1 実施形態の誘電体共振器の上面図である。

【図 2】第 1 実施形態の誘電体共振器の側断面図である。

【図 3】第 1 実施形態の誘電体調整片および支持棒の構造を示す図である。

【図 4】第 1 実施形態の誘電体共振器の伝送特性を示す図である。

【図 5】第 1 実施形態の誘電体共振器における角度 θ の変化と周波数の関係を示す図である。

【図 6】第 1 実施形態の誘電体共振器における角度 θ の変化と平均周波数および結合係数の関係を示す図である。

【図 7】第 2 実施形態の誘電体共振器の伝送特性を示す図である。

【図 8】第 2 実施形態の誘電体共振器における距離 D の変化と平均周波数および結合係数

10

20

30

40

50

の関係を示す図である。

【図 9】第 4 実施形態の誘電体共振器の上面図である。

【図 10】第 4 実施形態の誘電体共振器の伝送特性を示す図である。

【図 11】第 5 実施形態の誘電体共振器の上面図である。

【図 12】第 5 実施形態の誘電体共振器の伝送特性を示す図である。

【図 13】第 6 実施形態の誘電体共振器の上面図である。

【図 14】第 6 実施形態の誘電体共振器の伝送特性を示す図である。

【図 15】第 7 実施形態の誘電体調整片および支持棒の構造を示す図である。

【図 16】第 7 実施形態の誘電体共振器の伝送特性を示す図である。

【図 17】第 8 実施形態の誘電体共振器の上面図である。

【図 18】第 8 実施形態の誘電体共振器における角度 θ の変化と平均周波数および結合係数の関係を示す図である。

10

【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

1 0、2 0 ... 誘電体共振器本体

1 0 a、2 0 a ... 切削面

1 1 ... 導体ケース

1 2 ... 支持台

1 3 ... 入出力端子

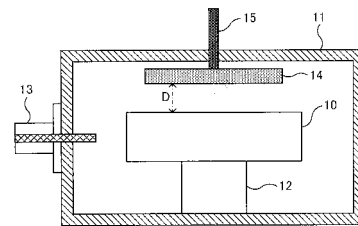
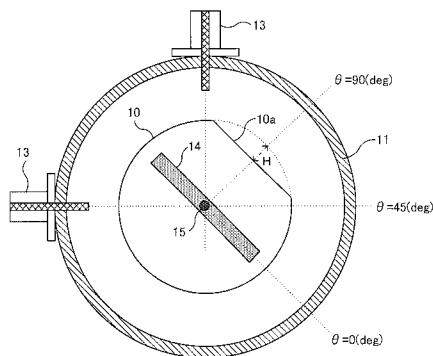
1 4、1 4 a、1 4 b、1 4 c、1 4 d ... 誘電体調整片

1 5 ... 支持棒

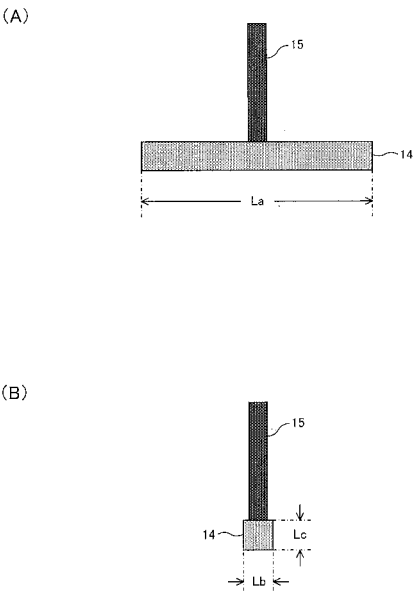
20

【図 1】

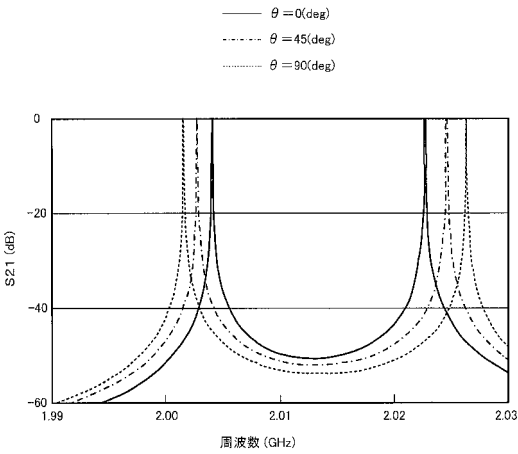
【図 2】



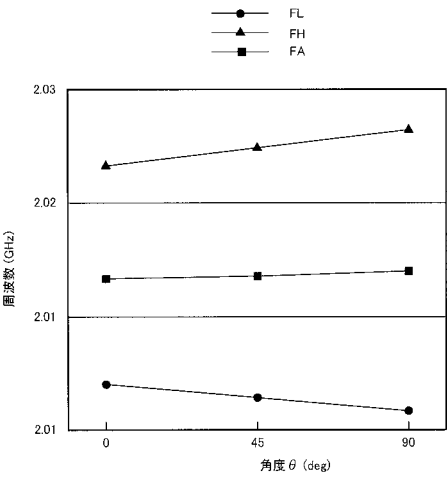
【 図 3 】



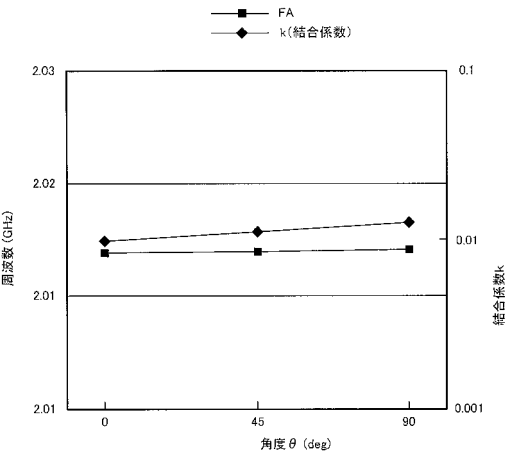
【 図 4 】



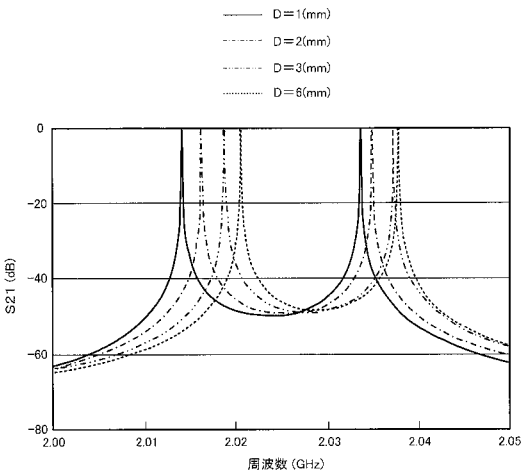
【 図 5 】



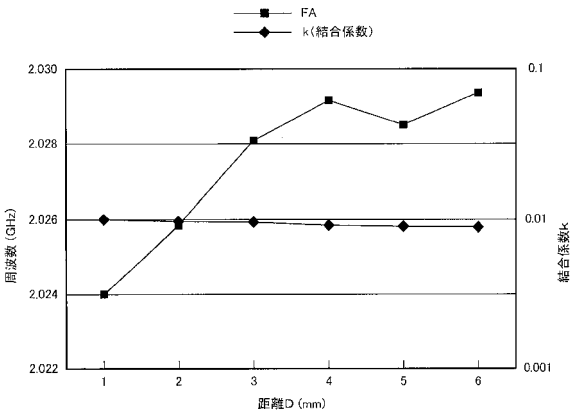
【 図 6 】



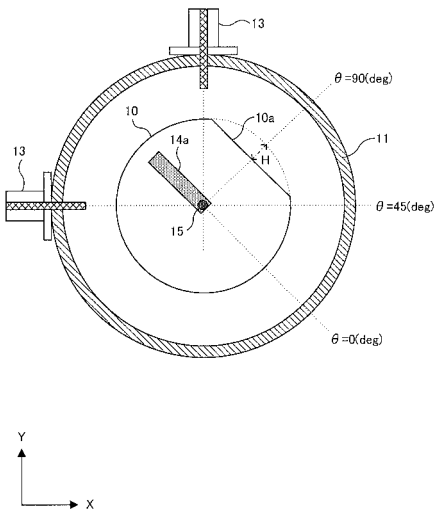
【 図 7 】



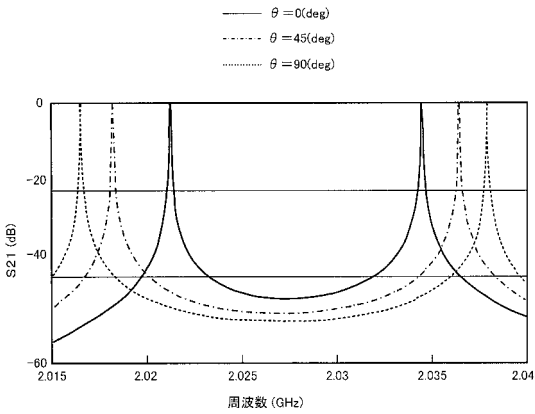
【 図 8 】



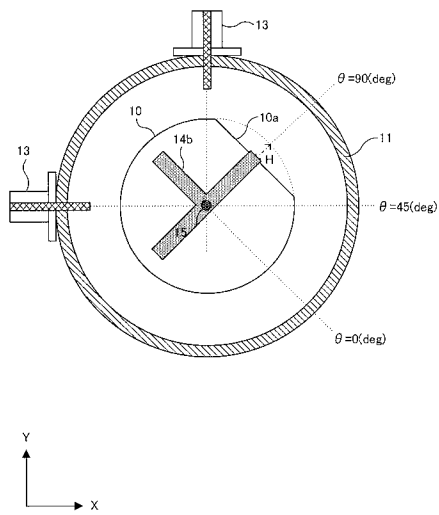
【 図 9 】



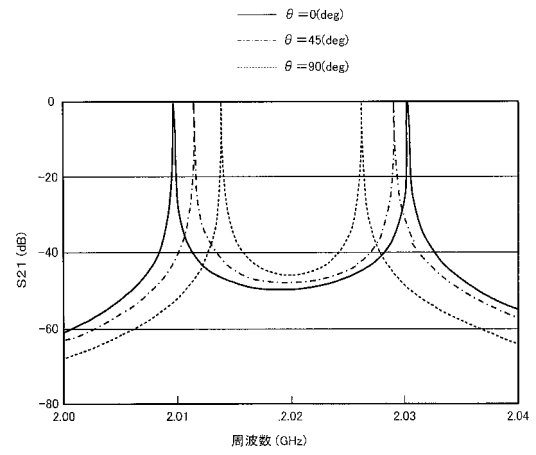
【 図 10 】



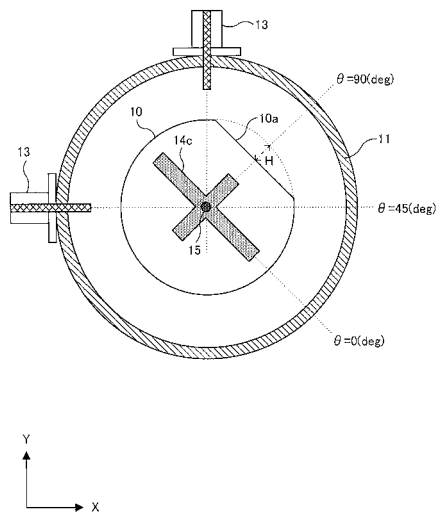
【図 1 1】



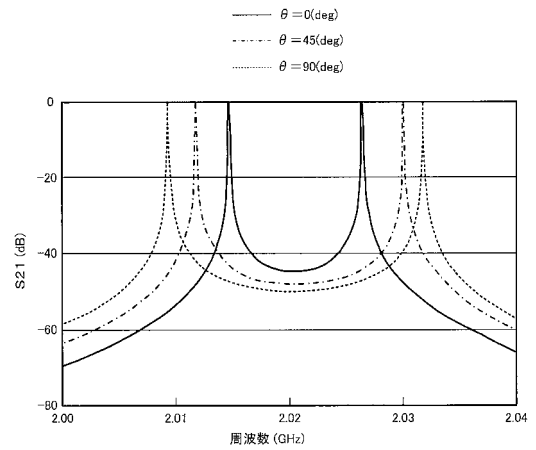
【図 1 2】



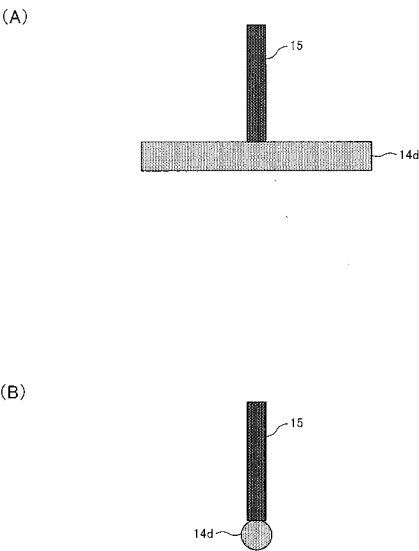
【図 1 3】



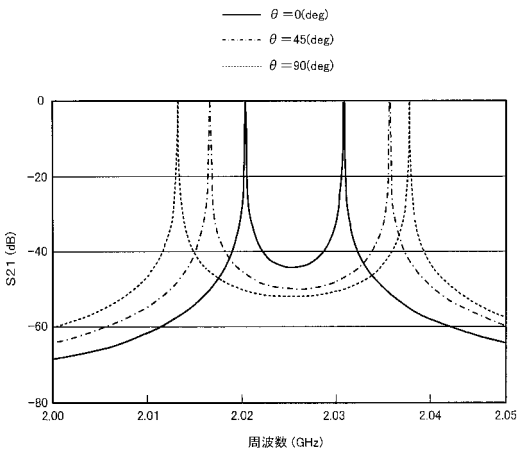
【図 1 4】



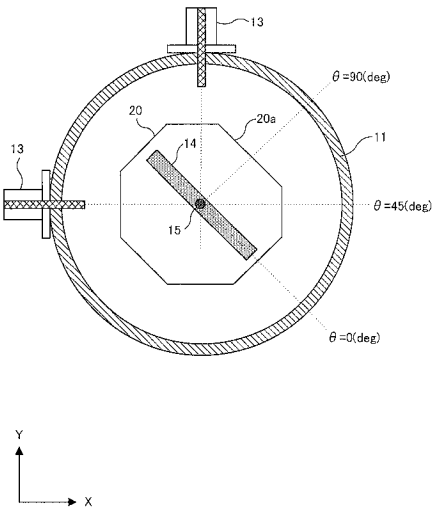
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】

