(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2009-200988
(P2009-200988A)
(43)公開日　平成21年9月3日(2009.9.3)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
H01P	1/203	(2006.01)	H01P	1/203		5J006
H01P	1/205	(2006.01)	H01P	1/205	A	
			H01P	1/205	K	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 20 頁）

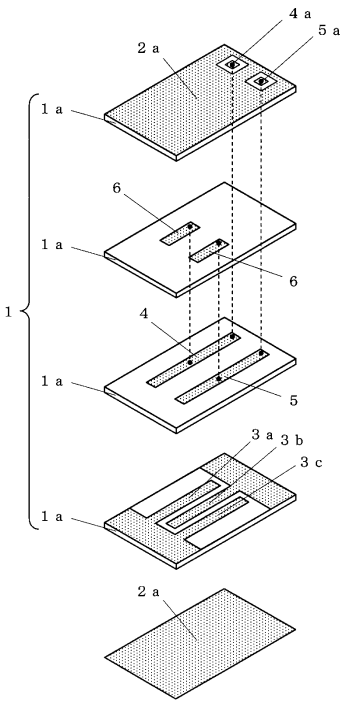
(21)出願番号　特願2008-42361 (P2008-42361)
(22)出願日　平成20年2月25日 (2008.2.25)

(71)出願人　000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地
(72)発明者　山崎　将
鹿児島県霧島市国分山下町１番１号　京セラ株式会社鹿児島国分工場内

Ｆターム(参考)　5J006 HB03 HB05 HB21 HB22 JA01 JA12 LA01 LA21 NA04 NC03 PA10

(54)【発明の名称】フィルタ装置

(57)【要約】
【課題】　通過帯域よりも高域側で不要な跳ね上がりのない優れた減衰特性を持つフィルタ装置を提供する。
【解決手段】　誘電体層１ａが積層された積層体１と、積層体１を挟んで対向して配置された接地電極２ａ・２ａと、積層体１内で電磁界結合するように横並びに整列され、短絡端と開放端を有する複数の共振器電極３ａ～３ｃと、初段および最終段の共振器電極３ａ，３ｃに沿った形状で対向して電磁界結合し、初段および最終段の共振器電極３ａ，３ｃの開放端側に電気信号の入力点および出力点を有する入力結合電極４および出力結合電極５と、入力結合電極４および出力結合電極５の少なくとも一方に電気的に接続されるとともに、接地電位に接続された電極に対向して電磁界結合する補助結合電極６とを備えるフィルタ装置である。補助結合電極６により所望の周波数にシフトした減衰極により、減衰特性の高周波側に生じる不要な跳ね上がりを除去できる。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の誘電体層が積層されてなる積層体と、
該積層体を挟んで対向するように配置された接地電極と、
前記積層体内において電磁界結合するように横並びに整列され、それぞれ一方端が短絡端で他方端が開放端である複数の共振器電極と、
前記積層体内において前記共振器電極が配置された前記誘電体層間とは異なる層間に形成され、初段の前記共振器電極に沿った形状で対向して電磁界結合するとともに、平面視で初段の前記共振器電極の前記開放端側に外部回路から電気信号が入力される電気信号入力点を有する入力結合電極と、
前記積層体内において前記共振器電極が配置された前記誘電体層間とは異なる層間に形成され、最終段の前記共振器電極に沿った形状で対向して電磁界結合するとともに、平面視で最終段の前記共振器電極の前記開放端側に外部回路へ電気信号が出力される電気信号出力点を有する出力結合電極と、
前記積層体内において前記入力結合電極および前記出力結合電極の少なくとも一方に電気的に接続されるとともに、接地電位に接続された電極に対向して電磁界結合する補助結合電極と
を備えることを特徴とするフィルタ装置。
【請求項２】
前記共振器電極が配置された前記誘電体層間に、平面視で複数の前記共振器電極を取り囲むように形成された内部接地電極を備えることを特徴とする請求項１記載のフィルタ装置。
【請求項３】
前記入力結合電極に接続された前記補助結合電極は前記誘電体層を挟んで初段の前記共振器電極と、前記出力結合電極に接続された前記補助結合電極は前記誘電体層を挟んで最終段の前記共振器電極と、対向してそれぞれ電磁界結合するように配置されていることを特徴とする請求項１または請求項２に記載のフィルタ装置。
【請求項４】
前記補助結合電極が前記内部接地電極と対向していることを特徴とする請求項２記載のフィルタ装置。
【請求項５】
一端が前記誘電体層を挟んで初段の前記共振器電極の短絡端と対向し、他端が前記誘電体層を挟んで最終段の前記共振器電極の短絡端部と対向して配置され、これら一端および他端が対向している前記共振器電極の短絡端にそれぞれ電気的に接続された結合電極を有することを特徴とする請求項１乃至請求項４のいずれかに記載のフィルタ装置。
【請求項６】
前記接地電極と前記共振器電極との間において前記誘電体層を挟んで前記接地電極と対向するとともに、複数の前記共振器電極の開放端にそれぞれ接続された複数の容量電極を有することを特徴とする請求項１乃至請求項５のいずれかに記載のフィルタ装置。
【請求項７】
前記容量電極の一部が前記誘電体層を挟んで前記内部接地電極と対向して電磁界結合するように配置されていることを特徴とする請求項６記載のフィルタ装置。
【請求項８】
前記誘電体層を挟んで初段の前記共振器電極に接続された前記容量電極と対向して電磁界結合し、前記入力結合電極に接続された入力結合補強電極、または、前記誘電体層を挟んで最終段の前記共振器電極に接続された前記容量電極と対向して電磁界結合し、前記出力結合電極に接続された出力結合補強電極を備えることを特徴とする請求項６または請求項７に記載のフィルタ装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
本発明は、例えば携帯電話、無線ＬＡＮ（Local Area Network）、ＵＷＢ（Ultra Wide Band）等の無線通信機器その他の各種通信機器等において使用されるフィルタ装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、携帯電話機や無線ＬＡＮ等の様々な用途で無線通信機器が用いられるようになっており、各無線通信機器において使用される周波数が互いに近くなっていることから、これらの無線通信機器には、所望周波数帯域の信号のみを選択的に通過させるとともに、通過帯域の低周波側および高周波側に近接した信号帯域における不所望信号の混入を防止して良質の通信を行ない得るようにするために、通過周波数帯域の低周波側および高周波側の減衰帯域にそれぞれ減衰極を備えた帯域通過特性を有するフィルタ装置が搭載されている。
【０００３】
情報伝送容量の増加に伴い、無線通信機器は使用可能な周波数帯域において、高周波化と広帯域化とで利用帯域幅を拡張して情報伝送容量を確保するようになってきている。そのため、通過帯域が広く、通過帯域の近傍に減衰極を有する（急峻な減衰特性を有する）フィルタ装置が求められるようになってきている。また、無線通信機器に対する小型化薄型化の要求により、複数の誘電体と電極とを積層したフィルタ装置が採用されている。
【０００４】
従来のフィルタ装置として、図11に分解斜視図で示すような、多数の誘電体シート11ａが積層・接合されて焼結一体化されている誘電体チップ11の内部に、短絡端と開放端とが互い違いとなるインターデジタル型に配置された複数の共振器内導体13と内挿入出力電極15ｂ・16ｂとが埋設され、誘電体チップ11の外面には、共振器外導体12ａと外部入出力電極15ａ・16ａとが設けられているストリップ線路型の積層誘電体フィルタにおいて、共振器内導体13ａ・13ｄの短絡端と開放端とが互い違いとなるインターデジタル型であり、隣接する共振器内導体13ａ・13ｄの短絡端近傍の共振器外導体12ａ・12ａ間を繋ぐ短絡端接続パターン17が埋設されたものが知られている（例えば、特許文献１を参照。）。これによれば、短絡端接続パターン17を形成する層の位置や、パターン幅などのパターン形状を変えることにより、通過帯域付近の任意の周波数に減衰極を設定し、急峻な減衰特性を得ることができるというものである。
【特許文献１】特開平11－88009号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
近年、新しい通信手段として着目されているＵＷＢは、10ｍ程度の短い距離において広い周波数帯域を使用して大容量のデータ転送を実現するものであり、例えば米国ＦＣＣ（Federal Communication Commission）の規定によると3.1～10.6ＧＨｚという非常に広い周波数帯域を使用する計画となっている。そして、日本では、無線ＬＡＮのＩＥＥＥ802.11.aにおいて使用される5.15ＧＨｚ～5.25ＧＨｚを避ける形で、3.4ＧＨｚ～4.8ＧＨｚ程度の帯域を使用するローバンドと、6.3ＧＨｚ～9.0ＧＨｚ程度の帯域や7.25ＧＨｚ～10.25ＧＨｚ程度の帯域を使用するハイバンドとに分割された規格が立案されている。このため、ハイバンド用のフィルタであれば、7.25ＧＨｚ～10.25ＧＨｚ程度の広い帯域を使用して阻止域で減衰量が充分に確保された減衰特性が求められている。また、欧州では6.3ＧＨｚ～9.0ＧＨｚ程度の帯域を使用するハイバンドの規格が立案されている。
【０００６】
しかしながら、従来のフィルタ装置では、通過帯域よりも高域側に急峻に減衰する極を形成すると、この減衰極よりさらに高域側に不要な跳ね上がりのある減衰特性となってしまうという問題があった。
【０００７】

本発明は、上記問題点に鑑みて案出されたものであり、その目的は、通過帯域よりも高域側で不要な跳ね上がりのない優れた減衰特性を持つ、例えばＵＷＢ用にも用いることのできるフィルタ装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明のフィルタ装置は、複数の誘電体層が積層されてなる積層体と、該積層体を挟んで対向するように配置された接地電極と、前記積層体内において電磁界結合するように横並びに整列され、それぞれ一方端が短絡端で他方端が開放端である複数の共振器電極と、前記積層体内において前記共振器電極が配置された前記誘電体層間とは異なる層間に形成され、初段の前記共振器電極に沿った形状で対向して電磁界結合するとともに、平面視で初段の前記共振器電極の前記開放端側に外部回路から電気信号が入力される電気信号入力点を有する入力結合電極と、前記積層体内において前記共振器電極が配置された前記誘電体層間とは異なる層間に形成され、最終段の前記共振器電極に沿った形状で対向して電磁界結合するとともに、平面視で最終段の前記共振器電極の前記開放端側に外部回路へ電気信号が出力される電気信号出力点を有する出力結合電極と、前記積層体内において前記入力結合電極および前記出力結合電極の少なくとも一方に電気的に接続されるとともに、接地電位に接続された電極に対向して電磁界結合する補助結合電極とを備えることを特徴とするものである。

【０００９】

また、本発明のフィルタ装置は、上記構成において、前記共振器電極が配置された前記誘電体層間に、平面視で複数の前記共振器電極を取り囲むように形成された内部接地電極を備えることを特徴とするものである。

【００１０】

また、本発明のフィルタ装置は、上記各構成において、前記入力結合電極に接続された前記補助結合電極は前記誘電体層を挟んで初段の前記共振器電極と、前記出力結合電極に接続された前記補助結合電極は前記誘電体層を挟んで最終段の前記共振器電極と、対向してそれぞれ電磁界結合するように配置されていることを特徴とするものである。

【００１１】

また、本発明のフィルタ装置は、上記各構成において、前記補助結合電極が前記内部接地電極と対向していることを特徴とするものである。

【００１２】

また、本発明のフィルタ装置は、上記各構成において、一端が前記誘電体層を挟んで初段の前記共振器電極の短絡端と対向し、他端が前記誘電体層を挟んで最終段の前記共振器電極の短絡端部と対向して配置され、これら一端および他端が対向している前記共振器電極の短絡端にそれぞれ電気的に接続された結合電極を有することを特徴とするものである。

【００１３】

また、本発明のフィルタ装置は、上記各構成において、前記接地電極と前記共振器電極との間において前記誘電体層を挟んで前記接地電極と対向するとともに、複数の前記共振器電極の開放端にそれぞれ電気的に接続された複数の容量電極を有することを特徴とするものである。

【００１４】

また、本発明のフィルタ装置は、上記構成において、前記容量電極の一部が前記誘電体層を挟んで前記内部接地電極と対向して電磁界結合するように配置されていることを特徴とするものである。

【００１５】

また、本発明のフィルタ装置は、上記各構成において、前記誘電体層を挟んで初段の前記共振器電極に接続された前記容量電極と対向して電磁界結合し、前記入力結合電極に接続された入力結合補強電極、または、前記誘電体層を挟んで最終段の前記共振器電極に接続された前記容量電極と対向して電磁界結合し、前記出力結合電極に接続された出力結合

補強電極を備えることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【００１６】

本発明のフィルタ装置によれば、初段の共振器電極に沿った形状で対向して電磁界結合するとともに、平面視で初段の共振器電極の開放端側に外部回路から電気信号が入力される電気信号入力点を有する入力結合電極と、最終段の共振器電極に沿った形状で対向して電磁界結合するとともに、平面視で最終段の共振器電極の開放端側に外部回路へ電気信号が出力される電気信号出力点を有する出力結合電極とを備えることから、入力結合電極と初段の共振器電極との結合および出力結合電極と最終段の共振器電極との結合は、誘電体層を介してブロードサイドにインターデジタル型で結合するので、磁界による結合と電界による結合とが加算されてさらに強く電磁界結合することができ、従来の１／４波長共振器を利用したフィルタで実現可能だった領域を遙かに超えた広い通過帯域であっても、挿入損失が大きく増加することのない、広い通過帯域の全域に渡って平坦で低損失な通過特性を有するフィルタ装置を得ることができる。また、入力結合電極および出力結合電極の少なくとも一方に電気的に接続されるとともに、接地電位に接続された電極に対向して電磁界結合する補助結合電極を備えることから、補助結合電極により入力結合電極および出力結合電極と接地電位に接続された電極とのＣ結合を調整することで、入力結合電極および出力結合電極の等価的な電気長を調整することができるので、入力結合電極または出力結合電極によるλ／２共振の減衰極を所望の周波数にシフトすることができ、シフトさせたλ／２共振の減衰極により、通過帯域の高域側の減衰極よりさらに高周波側に生じる不要な跳ね上がりを除去した優れた減衰特性を有するフィルタ装置とすることができる。

【００１７】

また、本発明のフィルタ装置によれば、共振器電極が配置された誘電体層間に、平面視で複数の共振器電極を取り囲むように形成された内部接地電極を備えるときには、内部接地電極が共振器電極の周囲を取り囲むことによって、共振器電極から発生する電磁波の周囲への漏洩を低減することができる。この効果は、モジュール基板の一部の領域に本発明のフィルタ装置が形成される場合に、モジュール基板の他の領域への悪影響を防止する上で特に有用である。

【００１８】

また、本発明のフィルタ装置によれば、入力結合電極に接続された補助結合電極は誘電体層を挟んで初段の共振器電極と、出力結合電極に接続された補助結合電極は誘電体層を挟んで最終段の共振器電極と、対向してそれぞれ電磁界結合するように配置されているときには、入力結合電極または出力結合電極と共振器を構成する共振器電極とのＣ結合を強めることができるので、反射が低減されて広い通過帯域の全域に渡ってより平坦な通過特性を有するフィルタ装置を提供することができる。

【００１９】

また、本発明のフィルタ装置によれば、一端が誘電体層を挟んで初段の共振器電極の短絡端と対向し、他端が誘電体層を挟んで最終段の共振器電極の短絡端部と対向して配置され、これら一端および他端が対向している共振器電極の短絡端にそれぞれ電気的に接続された結合電極を有するときには、結合の弱い初段の共振器電極と最終段の共振器電極との間の結合を強めることができるので、フィルタの通過帯域により近い位置の周波数（通過帯域の低域側または高域側）に減衰極を形成することができ、より急峻な減衰特性を有するフィルタ装置を提供することができる。

【００２０】

また、本発明のフィルタ装置によれば、補助結合電極が内部接地電極と対向するように配置されているときには、補助結合電極を入力結合電極および出力結合電極と同じ層に配置することが可能であるので、補助結合電極と入力結合電極および出力結合電極との電気的接続を行なうために、誘電体層を貫通する貫通導体を形成する必要がなく、印刷等によってより容易に位置精度よく補助結合電極を形成することができ、減衰特性のバラツキの小さいフィルタ装置とすることができる。

【００２１】
また、本発明のフィルタ装置によれば、接地電極と共振器電極との間において誘電体層を挟んで接地電極と対向するとともに、複数の共振器電極の開放端にそれぞれ電気的に接続された複数の容量電極を有するときには、容量電極と接地電極との距離は共振器電極と接地電極との距離より短くなり、これにより共振器電極と接地電極との間の結合がより強くなり共振器電極のＣ結合が強化されるので、各共振器電極の長さを短縮することができ、より小型のフィルタ装置を提供することができる。
【００２２】
また、本発明のフィルタ装置によれば、容量電極の一部が誘電体層を挟んで内部接地電極と対向して電磁界結合するように配置されているときには、内部接地電極は共振器電極が形成された誘電体層間と同じ誘電体層間に形成されており、容量電極を内部接地電極と結合させるように対向させると共振器電極と容量電極との電気的接続を行なう貫通導体等の配線長を短くすることができるので、この配線による不要なインダクタンスを減らすことができ、電極間の配線のインダクタンスによる副次的な共振のない優れたフィルタ特性を有するフィルタ装置とすることができる。
【００２３】
また、本発明のフィルタ装置によれば、誘電体層を挟んで初段の共振器電極に接続された容量電極と対向して電磁界結合し、入力結合電極に接続された入力結合補強電極と、誘電体層を挟んで最終段の共振器電極に接続された容量電極と対向して電磁界結合し、出力結合電極に接続された出力結合補強電極とを備えるときには、初段の共振器電極に接続された容量電極と入力結合電極に接続された入力結合補強電極との間の電磁界結合が、初段の共振器電極と入力結合電極との間の電磁界結合に加算され、同様に、最終段の共振器電極に接続された容量電極と出力結合電極に接続された出力結合補強電極との間の電磁界結合が、最終段の共振器電極と出力結合電極との間の電磁界結合に加算されるので、入力結合電極と初段の共振器電極との間の電磁界結合、および出力結合電極と最終段の共振器電極との間の電磁界結合がさらに強まり、非常に広い通過帯域幅であっても、挿入損失の増加がさらに低減された、広い通過帯域の全域に渡ってより平坦でより低損失な通過特性を有するフィルタ装置を得ることができる。この効果は、容量電極を形成して共振器電極を短くすると、入力結合電極と初段の共振器電極とが重なる面積、および出力結合電極と最終段の共振器電極とが重なる面積が小さくなり、それぞれの間の電磁界結合が小さくなるので、このような場合に特に有用であり、小型で高性能のフィルタ装置を得ることができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２４】
本発明のフィルタ装置の実施の形態の例について以下に詳細に説明する。図１～図５、図７および図８はそれぞれ本発明のフィルタ装置の実施の形態の一例を示す分解斜視図である。また、図６は図５のフィルタ装置のＡ－Ａ線における断面の一部を示す断面図である。図１～８において、１ａは誘電体層、１は誘電体層１ａが積層されてなる積層体、２ａは接地電極、２ｂは内部接地電極、３ａ～３ｄは共振器電極、３ａは初段の共振器電極、３ｃは最終段の共振器電極、４は入力結合電極、４ａは入力端子電極、４ｂは入力結合補強電極、５は出力結合電極、５ａは出力端子電極、５ｂは出力結合補強電極、６は補助結合電極、７は結合電極、８は容量電極である。また、破線は誘電体層１ａの上下に位置する導体層（例えば共振器３ａと入力結合電極４）を電気的に接続するための誘電体層１ａを貫通する貫通導体があることを示している。
【００２５】
図１～図３に示す例では、本発明のフィルタ装置は、積層体１の外表面に形成された入力端子電極４ａに外部回路から入力された電気信号は、電気信号入力点から入力結合電極４へ伝達され、主に、入力結合電極４と電磁界結合した初段の共振器電極３ａへ、さらに電磁結合により最終段の共振器電極３ｃへ伝達され、最終段の共振器電極３ｃと電磁結合された出力結合電極５を介して出力端子電極５ａへと伝達されてフィルタとして機能する

。

【００２６】

本発明のフィルタ装置は、複数の誘電体層１ａが積層されてなる積層体１と、この積層体１を挟んで対向するように配置された接地電極２ａ・２ａと、積層体１内において電磁界結合するように横並びに整列され、それぞれ一方端が短絡端で他方端が開放端である複数の共振器電極３ａ～３ｃと、積層体１内において共振器電極３ａ～３ｃが配置された誘電体層１ａ・１ａ間とは異なる層間に形成され、初段の共振器電極３ａに沿った形状で対向して電磁界結合するとともに、平面視で初段の共振器電極３ａの開放端側に外部回路からの電気信号が入力される電気信号入力点を有する入力結合電極４と、積層体内において共振器電極３ａ～３ｃが配置された誘電体層１ａ・１ａ間とは異なる層間に形成され、最終段の共振器電極３ｃに沿った形状で対向して電磁界結合するとともに、平面視で最終段の共振器電極３ｃの開放端側に外部回路へ電気信号が出力される電気信号出力点を有する出力結合電極５と、積層体１内において入力結合電極４および出力結合電極５の少なくとも一方に電気的に接続されるとともに、接地電位に接続された電極に対向して電磁界結合する補助結合電極６とを備えることを特徴とするものである。

【００２７】

本発明のフィルタ装置によれば、このような構成としたことから、入力結合電極４と初段の共振器電極３ａとの結合および出力結合電極５と最終段の共振器電極３ｃとの結合は、誘電体層１ａを介してブロードサイドにインターデジタル型で結合するので、磁界による結合と電界による結合とが加算されてさらに強く電磁界結合することができ、従来の１／４波長共振器を利用したフィルタで実現可能だった領域を遙かに超えた広い通過帯域であっても、挿入損失が大きく増加することのない、広い通過帯域の全域に渡って平坦で低損失な通過特性を有するフィルタ装置を得ることができる。また、入力結合電極４または出力結合電極５によるλ／２共振の減衰極が不要な跳ね上がりの発生する周波数より高周波側に位置する場合に、補助結合電極６により入力結合電極４および出力結合電極５と接地電位に接続された電極とのＣ結合の量を増加させて、入力結合電極４および出力結合電極５の等価的な電気長を長くすることができるので、入力結合電極４および出力結合電極５によるλ/２共振の減衰極を低周波側にシフトすることができる。そして、このＣ結合の量を調整することで等価的な電気長を調整して、入力結合電極４および出力結合電極５によるλ/２共振の減衰極を跳ね上がりの発生する周波数の近傍にシフトすることにより、不要な跳ね上がりを除去した優れた減衰特性を有するフィルタ装置とすることができる。

【００２８】

本発明のフィルタ装置は、図３に示す例のように、上記構成において、共振器電極３ａ～３ｃが配置された誘電体層間１ａ・１ａ間に、平面視で複数の共振器電極３ａ～３ｃを取り囲むように形成された内部接地電極２ｂを備えることが好ましい。このように内部接地電極２ｂが共振器電極３ａ～３ｃを取り囲むことによって、共振器電極３ａ～３ｃから発生する電磁波の周囲への漏洩を低減することができる。この効果は、モジュール基板の一部の領域に本発明のフィルタ装置が形成される場合に、モジュール基板の他の領域への悪影響を防止する上で特に有用である。

【００２９】

また、本発明のフィルタ装置は、図２に示す例のように、上記各構成において、入力結合電極４に接続された補助結合電極６は誘電体層１ａを挟んで初段の共振器電極３ａと、出力結合電極５に接続された補助結合電極６は誘電体層１ａを挟んで最終段の共振器電極３ｃと、それぞれ対向して電磁界結合するように配置されていることが好ましい。このような構成としたときは、所望の周波数における不要な跳ね上がりを除去した優れた減衰特性を有することに加え、入力結合電極４または出力結合電極５と共振器を構成する共振器電極３ａ，３ｃとのＣ結合を強化することができるので、反射特性が低減されて広い通過帯域の全域に渡ってより平坦な通過特性を有するフィルタ装置を提供することができる。

【００３０】

また、本発明のフィルタ装置は、上記各構成において、補助結合電極６が内部接地電極２ｂと対向しているときには、補助結合電極６を入力結合電極および出力結合電極と同じ層に配置することが可能であるので、補助結合電極６と入力結合電極４および出力結合電極５との電気的接続を行なうために、誘電体層１ａを貫通する貫通導体を形成する必要がなく、印刷等によってより容易に位置精度よく補助結合電極６を形成することができ、減衰特性のバラツキの小さいフィルタ装置とすることができる。

【００３１】

また、本発明のフィルタ装置は、図４および図５に示す例のように、上記各構成において、一端が誘電体層１ａを挟んで初段の共振器電極３ａの短絡端と対向し、他端が誘電体層１ａを挟んで最終段の共振器電極３ｃの短絡端部と対向して配置され、これら一端および他端が対向している共振器電極３ａ・３ｃの短絡端にそれぞれ電気的に接続された結合電極７を有することが好ましい。このような構成としたときには、結合の弱い初段の共振器電極３ａと最終段の共振器電極３ｃとの間の結合を強めることができるので、フィルタの通過帯域により近い位置の周波数（通過帯域の低域側または高域側）に減衰極を形成することができ、より急峻な減衰特性を有するフィルタ装置を提供することができる。

【００３２】

また、本発明のフィルタ装置は、図４および図５に示す例のように、接地電極２ａと共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄとの間において誘電体層１ａを挟んで接地電極２ａと対向するとともに、複数の共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄの開放端にそれぞれ電気的に接続された複数の容量電極８を有することが好ましい。このような構成としたときには、容量電極８と接地電極２ａとの距離は共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄ，３ｅと接地電極２ａとの距離より短く、これにより共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄ，３ｅと接地電極２ａとの間の結合がより強くなって共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄ，３ｅと接地電極２ａとのＣ結合が強化されるので、各共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄ，３ｅの長さを短縮することができ、より小型なフィルタ装置を提供することができる。

【００３３】

また、本発明のフィルタ装置は、図５および図６に示す例のように、上記構成において、容量電極８の一部が誘電体層１ａを挟んで内部接地電極２ｂと対向して電磁界結合するように配置されているのが好ましい。内部接地電極２ｂは、図５に示す例のように、通常、共振器電極３ａ～３ｄが形成された誘電体層１ａ・１ａ間と同じ誘電体層１ａ・１ａ間に形成されており、容量電極８を内部接地電極２ｂと結合させるように対向させると、容量電極８を接地電極２ａのみと結合させるように対向させた場合（図６に破線で示した容量電極８ａの場合）と比較して、共振器電極３ａ～３ｄと容量電極８との電気的接続を行なう貫通導体等の配線長を短くすることができるので、この配線による不要なインダクタンスを減らすことができ、電極間の配線のインダクタンスによる副次的な共振のない優れたフィルタ特性を有するフィルタ装置とすることができる。また、共振器電極３ａ～３ｄと容量電極８との電気的接続を行なう貫通導体等の配線長が同じ場合であっても、容量電極８と内部接地電極２ｂとの間の静電容量が加わるので、共振器電極３ａ～３ｄの開放端と接地電位との間の静電容量がさらに増加し、共振器電極３ａ～３ｄの長さを短縮することができるので、より小型のバンドパスフィルタとしてのフィルタ装置を得ることができる。

【００３４】

また、本発明のフィルタ装置は、図７および図８に示す例のように、上記各構成において、誘電体層１ａを挟んで初段の共振器電極３ａに接続された容量電極８と対向して電磁界結合し、入力結合電極４に接続された入力結合補強電極４ｂ、または、誘電体層１ａを挟んで最終段の共振器電極３ｃに接続された容量電極８と対向して電磁界結合し、出力結合電極５に接続された出力結合補強電極５ｂを備えることが好ましい。初段の共振器電極３ａに接続された容量電極８と入力結合電極４に接続された入力結合補強電極４ｂとの間の電磁界結合が、初段の共振器電極３ａと入力結合電極４との間の電磁界結合に加算され、同様に、最終段の共振器電極３ｃに接続された容量電極８と出力結合電極５に接続され

た出力結合補強電極５ｂとの間の電磁界結合が、最終段の共振器電極３ｃと出力結合電極５との間の電磁界結合に加算されるので、入力結合電極４と初段の共振器電極３ａとの間の電磁界結合、および出力結合電極５と最終段の共振器電極３ｃとの間の電磁界結合がさらに強まり、非常に広い通過帯域幅であっても、挿入損失の増加がさらに低減された、広い通過帯域の全域に渡ってより平坦でより低損失な通過特性を有するフィルタ装置を得ることができる。また、入力結合電極４と初段の共振器電極３ａとの間の電磁界結合、および出力結合電極５と最終段の共振器電極３ｃとの間の電磁界結合がさらに強まる分だけ、共振器電極３ａ～３ｄを短くすることもできるので、小型のフィルタ装置を得ることができる。

【００３５】

接地電極２ａ・２ａは、誘電体層１ａが積層された積層体１の上下面に、入力端子電極４ａおよび出力端子電極５ａの周囲を除いたほぼ全面に配置されており、接地電位に接続されている。

【００３６】

共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄは、積層体１の１つの層間に横並びに配置されて相互に電磁界結合（エッジ結合）している。隣り合う共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄ，３ｅ同士の間隔は小さい方が強い結合が得られ、容易に通過帯域を広くできるので好ましいが、短絡端から開放端の間において互いに短絡しないようにして等間隔に良好に形成するには、例えば、0.05～0.5ｍｍ程度に設定される。横並びに配置されて相互に電磁界結合するためには、共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄの形状は細長い帯状のものであるのが好ましい。共振器電極３ａ～３ｅは、積層体１内において互いに電磁界結合するように平面視で横並びに整列されていればよい。通常は、例えば図１に示す例のように、４つの共振器電極３ａ～３ｄが１つの誘電体層１ａ・１ａ間に配置されるが、共振器電極３ａ，３ｃを１つの誘電体層１ａ・１ａ間に配置し、共振器電極３ｂ，３ｄを誘電体層１ａを１層介した別の誘電体層１ａ・１ａ間に配置してもよい。このように配置すると、隣り合う共振器電極間における短絡がないのでその形成は容易になるので好ましいが、誘電体層１ａの層数が増加してフィルタ装置の厚みは厚いものとなる。

【００３７】

図１～図４、図７および図８に示す例のように、共振器電極３ａ～３ｄをインターデジタル型に配置したときには、共振器電極３ａ～３ｄ間の結合は磁界による結合と電界による結合とが加算されることにより、各共振器電極３ａ～３ｄ間においてより強い結合が生じることによって、それぞれの共振モードにおける共振周波数の間の周波数間隔を、従来の１／４波長共振器を利用したフィルタで実現可能だった帯域を超えて調整することができ、広帯域な通過帯域を有するフィルタ装置とすることができる。また、インターデジタル型に配置された共振器電極３ａ～３ｄ間の結合は強い磁界結合となり、共振器電極３ａ～３ｄのパターン幅を小さくして磁界を強める必要がないので、共振器電極３ａ～３ｄのパターン幅を大きくすることによって共振器電極３ａ～３ｄの電気抵抗を小さくし、共振器の急峻性共振の鋭さを示すＱ値（quality factor）を高くすることができる。その結果として、広い通過帯域を有し急峻な減衰特性を有する、例えばＵＷＢ用途のバンドパスフィルタに適したフィルタ装置とすることができる。

【００３８】

また、図５に示す例のように、共振器電極３ａ～３ｄをコムライン型に配置したときは、インターデジタル型と比べて共振器電極３ａ～３ｄ間の結合が弱いことから、通過帯域が狭く急峻な特性が得られ、また各共振器電極３ａ～３ｄのパターン幅を小さくできることによって小型化できるため、携帯電話用や無線ＬＡＮ等の比較的小型の無線機器に適したフィルタ装置となる。

【００３９】

接地電極２ａ・２ａは、誘電体層１ａが積層された積層体１の上下面に、入力端子電極５および出力端子電極６の周囲を除いたほぼ全面に配置されており、接地電位に接続されている。

【００４０】
共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄは、上下の接地電極２ａ・２ａと共にストリップライン共振器を構成しており、短絡端が上下の接地電極２ａ・２ａに接続されて接地電位に接続されることによって１／４波長共振器として機能する。共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄ，３ｅと上下の接地電極２ａ・２ａとの接続は、図１に示す例のように、共振器電極３ａ～３ｄを形成した層間に共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄの短絡端同士を接続するための導体層を設け、この導体層と貫通導体（図示せず。）とにより接続したり、この導体層を誘電体層１ａの端部まで延ばして誘電体層１ａの端面（積層体１の側面）に形成した端面導体（図示せず。）により接続したりすればよい。共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄの短絡端同士を接続するための導体層を設けない場合は、共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄのそれぞれを貫通導体により接地電極２ａ・２ａに接続してもよいし、共振器電極３ａ～３ｄの短絡端を誘電体層１ａの端部まで延ばして誘電体層１ａの端面（積層体１の側面）に形成した端面導体によって接地電極２ａ・２ａに接続してもよい。端面導体で接続すると、共振器電極３ａ～３ｄから発生する電磁波の周囲への漏洩を低減するシールド層として端面導体を機能させることができ、貫通導体の場合でも、その間隔を小さくしたり、共振器電極３ａ～３ｄの周りに二重以上に配列し、側面から見てできるだけ貫通導体を隙間なく配置したりすれば、同様にシールドの機能がより顕著になるので好ましい。図１に示す例のように、共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄの短絡端同士を接続するための導体層を設けると、共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄの短絡端を接地電極２ａ・２ａに接続するのが容易となるので好ましい。

【００４１】
内部接地電極２ｂは、上述した共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄの短絡端同士を接続するための導体層と共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄの並びの両側に形成された導体層とからなる環状のものである。接地電極２ａと共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄとの接続を、内部接地電極２ｂの共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄの並びの両側に位置する部分でも行なえば、共振器電極３ａ～３ｄから発生する電磁波の周囲への漏洩をより効果的に低減することができる。

【００４２】
共振器電極３は、図１～図３、図７および図８に示す例では３つ（３ａ～３ｃ）設けられているが、例えば図４および図５に示す例のように４つの共振器電極３（３ａ～３ｄ）を設けてもよいし、またはそれ以上の個数で設けてもよく、損失が大きくならない程度の個数であればよい。ＵＷＢのローバンド用途では、損失と減衰特性のバランスから４つが好ましい。

【００４３】
入力結合電極４および出力結合電極５は、それぞれ初段の共振器電極３ａおよび最終段の共振器電極３ｃと電磁界結合するものであるので、それぞれ初段の共振器電極３ａおよび最終段の共振器電極３ｃに沿った形状である。上述したように、共振器電極３ａ～３ｃの形状は細長い帯状とするのが好ましいので、入力結合電極４および出力結合電極５の形状も細長い帯状とするのが好ましい。

【００４４】
入力結合電極４と出力結合電極５とは、図１～図５に示す例では、両方とも共振器電極３ａ～３ｄに対して誘電体層１ａを挟んで上側の同一の誘電体層１ａ・１ａ間に配置しているが、図７および図８に示す例のように、共振器３ａ～３ｅに対して誘電体層１ａを挟んで上下の異なる誘電体層１ａ・１ａ間に配置してもよい。

【００４５】
入力結合電極４および出力結合電極５は、積層体１の外表面に形成された入力端子電極４ａおよび出力端子電極５ａにそれぞれ接続される。図１～図８に示す例では、積層体１の上面や下面に形成された入力端子電極４ａおよび出力端子電極５ａに貫通導体で接続されているが、積層体１の側面に形成した端面導体により接続してもよい。また、積層体１の側面に形成した入力端子電極４ａおよび出力端子電極５ａに入力結合電極４および出力

結合電極５から引き出した導体層で接続してもよい。不要な浮遊容量の発生を抑えるためには、積層体１の上面や下面に形成された入力端子電極４ａおよび出力端子電極５ａに貫通導体で接続するのが好ましい。

【００４６】

入力結合補強電極４ｂおよび出力結合補強電極５ｂは、図７に示す例のように、入力結合電極４、出力結合電極５が形成される誘電体層１ａ・１ａ間とは異なる誘電体層１ａ・１ａ間に形成してもよいし、図８に示す例のように、入力結合電極４、出力結合電極５が形成される誘電体層１ａ・１ａ間と同じ誘電体層１ａ・１ａ間に形成してもよい。

【００４７】

例えば、図７に示す例のように、容量電極８が内部接地電極２ｂと主に結合するように、入力結合電極４および出力結合電極５が形成された誘電体層１ａ・１ａ間と同じ誘電体層１ａ・１ａ間に容量電極８が形成されている場合は、入力結合補強電極４ｂおよび出力結合補強電極５ｂは、容量電極８と接地電極２ａ，２ａとの間に形成すればよい。この例の場合は、入力結合電極４と入力端子電極４ａとの接続は、入力結合補強電極４ｂを介して行なわれており、入力結合電極４の電気信号入力点は入力結合補強電極４ｂが接続される点となる。また、出力結合電極５と出力端子電極５ａとの接続は、出力結合電極５を介して行なわれており、出力結合電極５の電気信号出力点は出力結合補強電極５ｂが接続される点となる。

【００４８】

内部接地電極２ｂが形成されないか、または、例えば図８に示す例のように、内部接地電極２ｂが形成されても容量電極８が接地電極２ａと主に結合するように、入力結合補強電極４ｂおよび出力結合補強電極５ｂと接地電極２ａ、２ａとの間の誘電体層１ａ・１ａ間に容量電極８が形成されている場合は、入力結合電極４の、初段の共振器電極３ａの開放端側に入力結合補強電極４ｂを配置して、接続導体層で入力結合電極４と接続すればよい。この接続導体層は、例えば図８に示す例のように、容量電極８と初段の共振器電極３ａとを接続する貫通導体と短絡しないようにする。出力結合補強電極５ｂも同様にして接続すればよく、接続導体層の形状は、図８に示すような、出力結合補強電極５ｂの接続導体層のような形状としてもよい。

【００４９】

入力結合補強電極４ｂおよび出力結合補強電極５ｂは、対向する容量電極８，８と相似形で、一回り小さいものにすることで、容量結合電極８，８と結合しつつ、接地電極２ａや内部接地電極２ｂと容量結合電極８，８との間に入力結合補強電極４ｂおよび出力結合補強電極５ｂが配置されることで、容量結合電極８，８と接地電極２ａや内部接地電極２ｂとの電磁界結合が大きく減少することを抑えられる。

【００５０】

また、図７に示す例のように、接地電極２ａと容量電極８，８との間に入力結合補強電極４ｂや出力結合補強電極５ｂが配置される場合は、入力結合補強電極４ｂと容量電極８との電磁界結合ならびに出力結合補強電極５ｂと容量電極８との電磁界結合を強めて、入力結合補強電極４ｂや出力結合補強電極５ｂと接地電極２，２との電磁界結合を相対的に弱めるために、入力結合補強電極４ｂおよび入力結合補強電極４ｂと接地電極２ａ，２ａとの間の誘電体層１ａの厚みよりも、入力結合補強電極４ｂと容量電極８との間の誘電体層１ａおよび入力結合補強電極４ｂと容量電極８との間の誘電体層１ａの厚みを薄くする方が好ましい。また、接地電極２ａ，２ａと容量電極８との電磁界結合が弱まるので、容量電極８と内部接地電極２ｂとの電磁界結合を強めるために、これらの間の誘電体層１ａ，１ａも薄くして、この電磁界結合が主となるようにするのが好ましい。

【００５１】

補助結合電極６は、接地電位に接続された電極に対向して電磁界結合するものであり、接地電位に接続された電極とは、接地電極２ａ、内部接地電極２ｂおよび共振器電極３ａ～３ｄのことである。

【００５２】

また、補助結合電極６は、入力結合電極４および出力結合電極５の少なくとも一方に電気的に接続されていればよいが、図１～図８に示す例のように、入力結合電極４および出力結合電極５の両方に接続されているのが好ましい。補助結合電極６により所望の周波数にシフトする減衰極は、入力結合電極４または出力結合電極５によるλ／２共振の減衰極であることから、補助結合電極６を入力結合電極４および出力結合電極５の両方に接続することにより、入力結合電極４および出力結合電極５の両方により形成される大きい減衰極をシフトさせることができ、大きい跳ね上がりを除去することが可能となる。また、跳ね上がりが小さい場合は、シフト量が小さくても跳ね上がりを除去することが可能となるので、設計の自由度が高くなる。

【００５３】

補助結合電極６と接地電位に接続された電極との間のＣ結合の量が大きくなると、入力結合電極４または出力結合電極５による減衰極の発生する周波数は、より低周波側にシフトする。このＣ結合の量は、補助結合電極６と接地電位に接続された電極とが互いに重なる面積に比例し、補助結合電極６と接地電位に接続された電極との間の距離（誘電体層１ａの厚み）に反比例するので、これらにより調整することができる。

【００５４】

補助結合電極６と接地電位に接続された電極とが互いに重なる面積および補助結合電極６と接地電位に接続された電極との間の距離が一定であっても、補助結合電極６と入力結合電極４および出力結合電極５との電気的な接続点の位置を、入力結合電極４および出力結合電極５の開放端側にすると、入力結合電極４および出力結合電極５の電気長が長くなるので減衰極のシフト量が大きくなる。このとき、図４および図５に示す例のように、補助結合電極６の入力結合電極４および出力結合電極との接続点が、補助結合電極６の端部にあると、より電気長を長くすることができる。

【００５５】

補助結合電極６が共振器電極３ａ，３ｃに対向する場合は、補助結合電極６を入力結合電極４および出力結合電極５と共振器電極３ａ，３ｃとの間に配置すると、補助結合電極６の面積の分だけ入力結合電極４および出力結合電極５と共振器電極３ａ，３ｃとのＣ結合が小さくなる。このため、よりシフト量を大きくするためには、図５に示す例のように、補助結合電極６と入力結合電極４および出力結合電極５との重なりが小さくなるように、入力結合電極４および出力結合電極５の開放端で補助結合電極６に接続し、そこから開放端を延長する方向に補助結合電極６が延びるようにするとよい。

【００５６】

また、補助結合電極６が共振器電極３ａ，３ｃに対向する場合は、図４に示す例のように、補助結合電極６が共振器電極３ａ，３ｃの開放端側と対向していると、共振器電極３ａ，３ｃの開放端側がより電界が強いために共振器電極３ａ，３ｃと補助結合電極６と間のＣ結合がより強いものとなり、フィルタ特性としてより反射低減の効果が大きくなるので好ましい。

【００５７】

跳ね上がりの発生する周波数と入力結合電極４または出力結合電極５によるλ／２共振の減衰極が発生する周波数との差に応じて、また、反射特性を考慮して、上記したような補助結合電極６の配置や寸法を調整すればよい。

【００５８】

結合電極７は、結合の弱い初段の共振器電極３ａと最終段の共振器電極３ｄとの間の結合を強めるために設けるものであり、例えば図４に示す例において、第２段の共振器電極３ｂと第３段の共振器電極３ｄとの結合が増えると、共振器電極３ａ～３ｄと接地電極２ａ・２ａとで形成される基本的なフィルタの中心周波数がずれるなど通過帯域内のフィルタ特性が変わることとなり、結合電極７を加えることによる減衰特性の設計が複雑になってしまう。また、結合電極７において初段の共振器電極３ａに対向する部分と最終段の共振器電極３ｃに対向する部分とを接続するパターンの線幅が大きいと、結合電極７自身が接地電極のように機能することから共振器電極３ａ～３ｄによる磁界に影響を与えるこ

とにより、フィルタのＱ値が低下して通過帯域の損失が大きくなってしまう。そのため、初段の共振器電極３ａに対向する部分と最終段の共振器電極３ｃに対向する部分とを接続する部分は、その間の第２段および第３段の共振器電極３ｂ・３ｄと対向する面積を小さくして結合をできるだけ小さくするために、小さい幅のパターンで、第２段および第３段の共振器電極３ｂ・３ｃと直交するように設けるとよい。また、初段の共振器電極３ａおよび最終段の共振器電極３ｃに対向する部分までの距離を大きくすることにより結合を小さくするために、この直交する部分をさらに１層以上の誘電体層１ａを挟んだ位置に形成して、貫通導体により初段の共振器電極３ａに対向する部分および最終段の共振器電極３ｃに対向する部分に接続してもよい。

【００５９】

結合電極７と共振器電極３ａ・３ｄとの間の誘電体層１ａの層数により結合電極７と共振器電極３ａ・３ｃとの間の距離を変更したり、結合電極７のパターン幅や長さ等のパターン形状や平面視での位置により結合電極７と共振器電極３ａ・３ｃとが重なる面積を変更したりすることで、結合電極７と共振器電極３ａ・３ｃとの間の電磁界結合度の強弱を調整でき、減衰極が生じる周波数を任意に設定できる。共振器電極３ａ・３ｃとの間で十分な結合が得られ、フィルタ装置を作製する際の位置ずれにより初段の共振器電極３ａおよび最終段の共振器電極３ｄ以外の共振器電極３ｂ・３ｄとの結合が発生してしまうことがないように、結合電極７の初段の共振器電極３ａに対向する部分および最終段の共振器電極３ｃに対向する部分は、共振器電極３ａ・３ｃの形状に沿った帯状で、共振器電極３ａ・３ｃよりも幅の小さい形状とするのがよい。

【００６０】

容量電極８と共振器電極３ａ～３ｄとは、貫通導体で電気的に接続されるが、これらの配置は、平面視での重なりができるだけ小さくなるようにするのが好ましい。容量電極８と共振器電極３ａ～３ｄとが平面視で重なると、その重なった面積分だけ共振器電極３ａ～３ｄと接地電極２ａとの結合が小さくなってしまい、また、例えば初段の共振器電極３ａに接続された容量電極８と他の共振器電極３ｂ～３ｄとが平面視で重なると、初段の共振器電極３ａと他の共振器電極３ｂ～３ｄとの結合量が変わってしまうからである。このようなことから、図４および図５に示す例のように、容量電極８を長方形や楕円形のような細長い形状とし、共振器電極３ａ～３ｄの開放端と容量電極８の一方端とを接続し、容量電極８の他方端を共振器電極３ａ～３ｄの開放端を延長する方向に向けるとよい。また、図７および図８に示す例のように、容量電極８の共振器電極３ａ～３ｃと平面視で重なる部分の幅は小さく、接地電極２や内部接地電極２ａと重なる部分の幅は大きい、例えば凸形状（Ｔ字形状）とすると、上記のような不具合がなく、短い容量電極８でも接地電極２ａや内部接地電極２ｂとの結合が得やすいのでより好ましい。

【００６１】

容量電極８は、図５に示す例では、共振器電極３ａ～３ｄに対して誘電体層１ａを挟んで上方にそれぞれ１つずつ設けられているが、共振器電極３ａ～３ｅの下方にそれぞれ１つずつ設けてもよいし、図７および図８に示す例のように共振器電極３ａ～３ｅの上方または下方のいずれかにそれぞれ１つずつ設けてもよいし、あるいは、図４に示す例のように、複数の各共振器電極３ａ～３ｄのそれぞれに対して、上方および下方の両方にそれぞれ１つずつ設けてもよい。容量電極８が上述した凸形状（Ｔ字形状）の場合は、図７および図８に示す例のように、共振器電極３ａ～３ｃに対して誘電体層１ａを挟んで上方と下方とに分けて容量電極８を配置すると、接地電極２ａや内部接地電極２ｂと重なる部分の幅をより大きくすることができるので好ましい。

【００６２】

誘電体層１ａとしては、例えば、アルミナ，ムライト，窒化アルミニウム，ＢａＯ－ＴｉＯ$_2$系，ＣａＯ－ＴｉＯ$_2$系，ＭｇＯ－ＴｉＯ$_2$系およびガラスセラミックス等のセラミック材料、あるいは四ふっ化エチレン樹脂（ポリテトラフルオロエチレン；ＰＴＦＥ），四ふっ化エチレン－エチレン共重合樹脂（テトラフルオロエチレン－エチレン共重合樹脂；ＥＴＦＥ），四ふっ化エチレン－パーフルオロアルコキシエチレン共重合樹脂（テト

ラフルオロエチレン－パーフルテロアルキルビニルエーテル共重合樹脂；ＰＦＡ）等のフッ素樹脂やガラスエポキシ樹脂，ポリイミド等の有機樹脂材料が用いられる。これらの材料による誘電体層１ａの形状や寸法（厚みや幅，長さ）は、使用される周波数や用途等に応じて設定される。セラミック材料の場合は、より高周波の信号を伝送することが可能な、Ａｕ，Ａｇ，Ｃｕ等の低抵抗金属からなる導体材料と同時焼成が可能な低温焼成セラミックスが好ましい。

【００６３】

接地電極２ａ，内部接地電極２ｂ，共振器電極３ａ～３ｄ，入力結合電極４，入力端子電極４ａ，入力結合補強電極４ｂ，出力結合電極５，出力端子電極５ａ，出力結合補強電極５ｂ，補助結合電極６，結合電極７，容量電極８は、誘電体層１ａがセラミック材料からなる場合は、Ｗ，Ｍｏ，Ｍｏ－Ｍｎ，Ａｕ，Ａｇ，Ｃｕ等の金属を主成分とするメタライズ層により形成される。また、誘電体層１ａが樹脂系材料からなる場合は、厚膜印刷法，各種の薄膜形成方法，めっき法あるいは箔転写法等により形成した金属層や、このような金属層上にめっき層を形成したもの、例えばＣｕ層，Ｃｒ－Ｃｕ合金層，Ｃｒ－Ｃｕ合金層上にＮｉめっき層およびＡｕめっき層を被着させたもの，ＴａＮ層上にＮｉ－Ｃｒ合金層およびＡｕめっき層を被着させたもの，Ｔｉ層上にＰｔ層およびＡｕめっき層を被着させたもの，Ｎｉ－Ｃｒ合金層上にＰｔ層およびＡｕめっき層を被着させたもの等が挙げられる。その厚みや幅は、伝送される高周波信号の周波数や用途等に応じて設定される。

【００６４】

誘電体層１ａ，接地電極２ａ，内部接地電極２ｂ，共振器電極３ａ～３ｄ，入力結合電極４，入力端子電極４ａ，入力結合補強電極４ｂ，出力結合電極５，出力端子電極５ａ，出力結合補強電極５ｂ，補助結合電極６，結合電極７，容量電極８の形成は、従来周知の方法を用いればよい。例えば誘電体層１ａがガラスセラミックスから成る場合であれば、まずそれら誘電体層１ａとなるガラスセラミックスのグリーンシートを準備し、グリーンシート上にスクリーン印刷法によりＡｇ等の導体ペーストを所定形状で印刷塗布して接地電極２ａ，内部接地電極２ｂ，共振器電極３ａ～３ｄ，入力結合電極４，入力端子電極４ａ，入力結合補強電極４ｂ，出力結合電極５，出力端子電極５ａ，出力結合補強電極５ｂ，補助結合電極６，結合電極７，容量電極８の各電極パターンを形成する。次に、これらの電極パターンが形成されたグリーンシートを重ねて圧着するなどして積層体を作製し、この積層体を850～1000℃で焼成することにより形成する。その後、外表面に露出している導体層上には、ＮｉめっきおよびＡｕめっき等のめっき皮膜を形成する。誘電体層１ａが有機樹脂材料から成る場合であれば、例えば有機樹脂シート上に接地電極２ａ，内部接地電極２ｂ，共振器電極３ａ～３ｄ，入力結合電極４，入力端子電極４ａ，入力結合補強電極４ｂ，出力結合電極５，出力端子電極５ａ，出力結合補強電極５ｂ，補助結合電極６，結合電極７，容量電極８の各電極パターン形状に加工したＣｕ箔を転写し、Ｃｕ箔が転写された有機樹脂シートを積層して接着剤で接着することにより形成する。

【００６５】

接地電極２ａと共振器電極３ａ～３ｄの短絡端とを接続する接続導体は、それらの間に位置する誘電体層１ａ内に形成された貫通導体または誘電体層１ａの端面に形成された端面導体の形態で形成することにより、積層されたそれら誘電体層１ａの内部に形成するフィルタ装置の設計自由度が向上するとともに、より小型で高性能なフィルタ装置とすることができる。

【００６６】

このような接続導体となる貫通導体や側面導体は、誘電体層１ａがガラスセラミックス等のセラミックスから成る場合には、貫通導体は、例えば前述の製造方法において接地電極２ａ，内部接地電極２ｂ，共振器電極３ａ～３ｄ，入力結合電極４，入力端子電極４ａ，入力結合補強電極４ｂ，出力結合電極５，出力端子電極５ａ，出力結合補強電極５ｂ，補助結合電極６，結合電極７，容量電極８の各電極パターンを形成する前に、グリーンシートに金型加工やレーザー加工によってあらかじめ形成しておいた貫通孔内に同様の導体ペーストを印刷法等によって充填することで形成することができ、端面導体は、例えば共

振器電極３ａ～３ｅの電極パターンの短絡端を端面に露出させたグリーンシート積層体を形成した後、同様の導体ペーストをグリーンシート積層体の側面に印刷することによって形成することができる。また、端面導体は、グリーンシートに共振器電極３ａ～３ｄの列の幅程度の貫通穴を形成しておき、共振器電極３ａ～３ｄの電極パターンの短絡端をこの貫通穴に接するように形成した後、グリーンシートの積層前または積層後に導体ペーストを貫通穴の内面に印刷し、または貫通穴に充填して、貫通穴の部分で切断することによっても形成することができる。誘電体層１ａが樹脂系材料から成る場合も同様に、グリーンシートに代えて有機樹脂シートを用い、導体ペーストの印刷やめっきにより貫通孔内に貫通導体を形成したり、薄膜法等により側面導体を形成したりすればよい。共振器電極３ａ～３ｄの電極パターンの短絡端を積層体の側面に露出させるには、共振器電極３ａ～３ｄの電極パターンの短絡端がグリーンシート（あるいは有機樹脂シート）の端部に位置するように形成したり、共振器電極３ａ～３ｄの電極パターンを形成したグリーンシート（有機樹脂シート）を積層した後に、共振器電極３ａ～３ｄの電極パターンの短絡端が側面に露出するように積層体を切断したりすればよい。

【００６７】

具体的には、ＵＷＢのローバンド規格に用いられるような、通過帯域の中心周波数が3.9ＧＨｚのバンドパスフィルタとしてのフィルタ装置は、図４に示すような形態であれば、例えば誘電体層１ａとして比誘電率が9.4のガラスセラミックスを用い、接地電極２ａ，内部接地電極２ｂ，共振器電極３ａ～３ｄ，入力結合電極４，入力端子電極４ａ，入力結合補強電極４ｂ，出力結合電極５，出力端子電極５ａ，出力結合補強電極５ｂ，補助結合電極６，結合電極７，容量電極８および貫通導体にＡｇメタライズを用いることにより得られる。比誘電率が9.4のガラスセラミックスは、例えば、ガラス成分としてＰｂＯ，B_2O_3，SiO_2，Al_2O_3，ＺｎＯおよびアルカリ土類金属酸化物を主成分とする結晶化ガラスが50質量％とフィラー成分としてアルミナが50質量％とからなるものを用いればよい。

【００６８】

このとき、誘電体層１ａは、厚みを上から順に、350μｍ，50μｍ，50μｍ，100μｍ,350μｍとした。接地電極２ａ・２ａは、寸法を3.1ｍｍ×3.6ｍｍとし、内部接地電極２ｂは外寸を3.1ｍｍ×3.6ｍｍで内寸（開口の寸法）を2.7ｍｍ×1.85ｍｍとする。この開口内に寸法が0.4ｍｍ×1.7ｍｍの共振器電極３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄを0.25ｍｍ，0.17ｍｍ，0.25ｍｍ間隔で横並びに整列し、各短絡端を内部接地電極２ｂに接続して、各開放端と内部接地電極２ｂとの間隔を0.15ｍｍ、共振器電極３ａおよび３ｄと内部接地電極２ｂとの間隔を0.215ｍｍとなるように配置した。内部接地電極２ｂと積層体１の上下面の接地電極２ａ・２ａとは、外周部に配列した直径0.1ｍｍの貫通導体で接続する。入力結合電極４は寸法を0.3ｍｍ×2.25ｍｍとして、初段の共振器電極３ａの開放端側と平面視で0.3ｍｍ×1.7ｍｍの範囲で重なるように配置し、0.2ｍｍ×0.2ｍｍの入力端子電極４ａの中心と直径0.1ｍｍの貫通導体で接続した。出力結合電極５も同様に寸法を0.3ｍｍ×2.25ｍｍとして、最終段の共振器電極３ｃの開放端側と平面視で0.3ｍｍ×1.7ｍｍ重なるように配置し、0.2ｍｍ×0.2ｍｍの出力端子電極５ａの中心と直径0.1ｍｍの貫通導体で接続した。補助結合電極６は、寸法を0.3ｍｍ×1.2ｍｍとし、入力結合電極４の開放端と補助結合電極６の一端とを合わせるとともに初段の共振器電極３ａの開放端側と平面視で0.3ｍｍ×1.2ｍｍの範囲で重なるように配置し、入力結合電極４の開放端から、および補助結合電極６の一端からそれぞれ0.1ｍｍの位置同士を直径0.1ｍｍの貫通導体で接続した。また、同じ寸法の補助結合電極６の一端と出力結合電極５の開放端とを合わせるとともに最終段の共振器電極３ｃの開放端側と平面視で0.3ｍｍ×1.2ｍｍの範囲で重なるように配置し、出力結合電極５の開放端から、および補助結合電極６の一端からそれぞれ0.1ｍｍの位置同士を直径0.1ｍｍの貫通導体で接続した。結合電極７は、２つの0.1ｍｍ×0.975ｍｍのものの端部同士を1.97ｍｍ×0.1ｍｍ幅の導体層で接続したクランク形とし、初段および最終段の共振器電極３ａ，３ｃそれぞれの短絡端側と平面視で0.1ｍｍ×0.875ｍｍの範囲で重なるように配置し、内部接地電極２ｂと重なる0.1ｍｍ×0.1ｍｍの部分の中心で

直径0.1ｍｍの貫通導体により接続した。容量電極８は、寸法が0.2ｍｍ×0.72ｍｍのものを、共振器電極３ａ，３ｃの開放端部と平面視で0.2ｍｍ×0.2ｍｍの範囲で重なり、内部接地電極２ｂと0.2ｍｍ×0.37ｍｍの範囲の重なるように初段および最終段の共振器電極３ａ，３ｃそれぞれの上下に配置し、共振器電極３ａ，３ｃの開放端部と重なる部分の中心で直径0.1ｍｍの貫通導体により接続した。また、0.2ｍｍ×0.6ｍｍの寸法の容量電極８を、第２段および第３段の共振器電極３ｂ，３ｄの開放端部と平面視で0.2ｍｍ×0.2ｍｍの範囲で重なり、内部接地電極２ｂと0.2ｍｍ×0.25ｍｍの範囲の重なるように共振器電極３ｂ，３ｄそれぞれの上下に配置し、第２段および第３段の共振器電極３ｂ，３ｄの開放端部と重なる部分の中心で直径0.1ｍｍの貫通導体により接続した。

【００６９】

このような例の本発明のフィルタ装置（実施例）のフィルタ特性は、図９の線図に実線の特性曲線で示すようなものとなる。また、このような例の本発明のフィルタ装置によるフィルタ特性に対して、補助結合電極６のみを有さないフィルタ装置（比較例）において得られるフィルタ特性は、図９に破線の特性曲線で示すようなものとなる。また、このときの本発明のフィルタ装置の通過帯域における反射特性は、図10に実線で示すようなものとなり、同様に比較例の反射特性は、図10に破線で示すようなものとなる。図10における一点鎖線および二点鎖線は、それぞれ本発明のフィルタ装置によるフィルタ特性および比較例のフィルタ装置によるフィルタ特性を示す。なお、図９および図10に示す線図において、縦軸は挿入損失（単位：ｄＢ）を、横軸は周波数（単位：ＧＨｚ）を示す。

【００７０】

図９に示すフィルタ特性から、比較例のフィルタ特性は、約19ＧＨｚに入力結合電極４または出力結合電極５によるλ／２共振の減衰極を有し、約15.3ＧＨｚに結合電極７による減衰特性の跳ね上がりを有しているのに対して、本発明のフィルタ装置の実施例のフィルタ特性は、入力結合電極４または出力結合電極５によるλ／２共振の減衰極が15.3ＧＨｚにシフトしたことにより、跳ね上がりが打ち消されていることが分かる。

【００７１】

以上のことから、本発明のフィルタ装置によれば、入力結合電極４および出力結合電極５の少なくとも一方に電気的に接続されるとともに、接地電位に接続された電極に対向して電磁界結合する補助結合電極６とを備えることから、入力結合電極４または出力結合電極５によるλ／２共振の減衰極が不要な跳ね上がりの発生する周波数より高周波側に位置する場合に、補助結合電極６により入力結合電極４および出力結合電極５と接地電位に接続された電極とのＣ結合の量を増加させて、入力結合電極４および出力結合電極５の等価電気長を、入力結合電極４および出力結合電極５のみによる電気長よりも長くすることができるので、入力結合電極４および出力結合電極５によるλ／２共振の減衰極を低周波側にシフトすることができる。そして、このＣ結合の量を調整することで等価的な電気長を調整して、入力結合電極４および出力結合電極５によるλ／２共振の減衰極を跳ね上がりの発生する周波数の近傍にシフトすることにより、不要な跳ね上がりを除去した優れた減衰特性を有するものであることが分かる。

【００７２】

なお、比較例に対してさらに容量電極８を有さない従来のフィルタ装置において、本発明のフィルタ装置（および比較例のフィルタ装置）と同様の周波数に減衰極を有するものとするには、共振器電極３ａ～３ｄを長くしなければならず、フィルタ装置の大きさが大きくなってしまうばかりでなく、減衰極よりさらに高周波側に減衰特性の跳ね上がりがあるものとなり、無線ＬＡＮで使用する帯域に対する減衰帯域において十分に減衰していないフィルタ特性となってしまう。

【図面の簡単な説明】

【００７３】

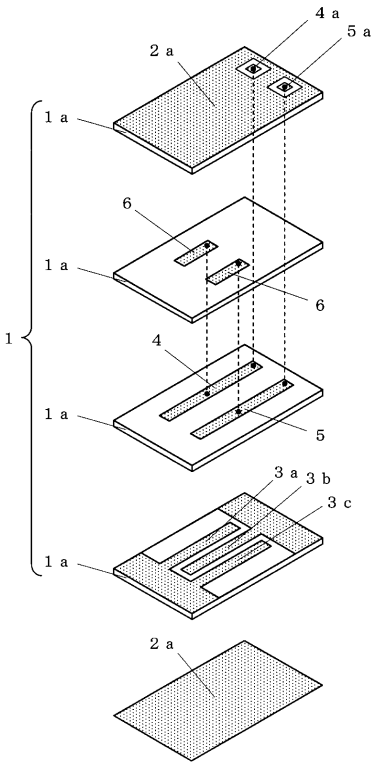
【図１】本発明のフィルタ装置の実施の形態の一例を模式的に示す分解斜視図である。

【図２】本発明のフィルタ装置の実施の形態の一例を模式的に示す分解斜視図である。

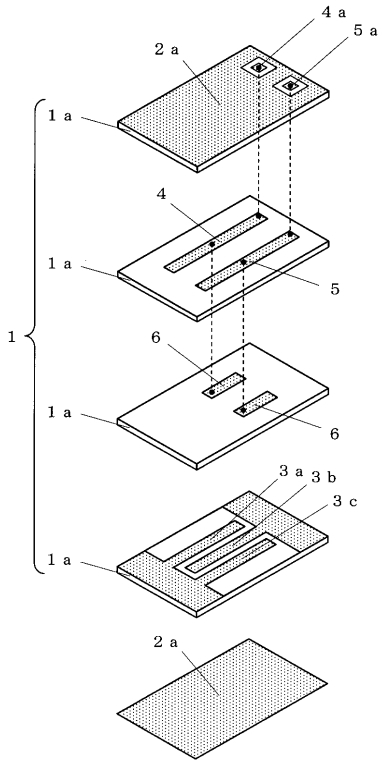
【図３】本発明のフィルタ装置の実施の形態の一例を模式的に示す分解斜視図である。

【図４】本発明のフィルタ装置の実施の形態の一例を模式的に示す分解斜視図である。
【図５】本発明のフィルタ装置の実施の形態の一例を模式的に示す分解斜視図である。
【図６】図５に示すフィルタ装置のＡ－Ａ断面の一例を示す断面図である。
【図７】本発明のフィルタ装置の実施の形態の一例を模式的に示す分解斜視図である。
【図８】本発明のフィルタ装置の実施の形態の一例を模式的に示す分解斜視図である。
【図９】図４に示すフィルタ装置の伝送特性のシミュレーション結果を示す図である。
【図１０】図４に示すフィルタ装置の伝送特性のシミュレーション結果を示す図である。
【図１１】従来のフィルタ装置を示す分解斜視図である。
【符号の説明】
【００７４】
１・・・積層体
１ａ・・・誘電体層
２ａ・・・接地電極
２ｂ・・・内部接地電極
３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄ・・・共振器電極
４・・・入力結合電極
４ａ・・・入力端子電極
４ｂ・・・入力結合補強電極
５・・・出力結合電極
５ａ・・・出力端子電極
５ｂ・・・出力結合補強電極
６・・・補助結合電極
７・・・結合電極
８・・・容量電極

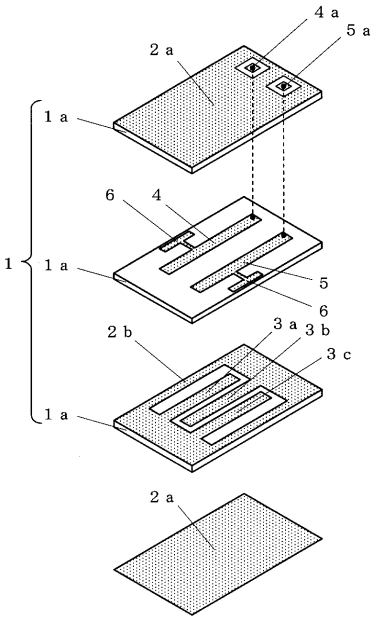
【図１】



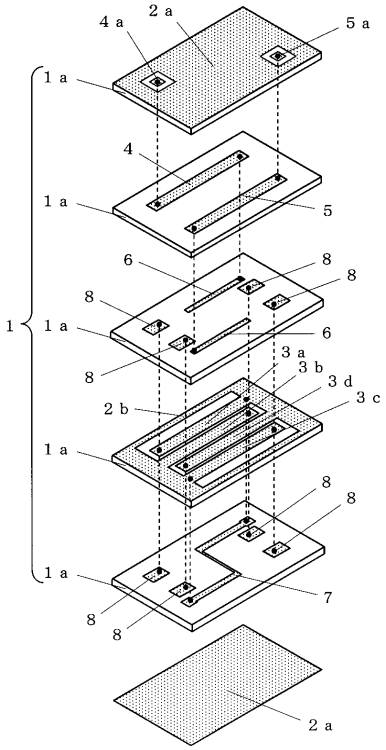
【図２】



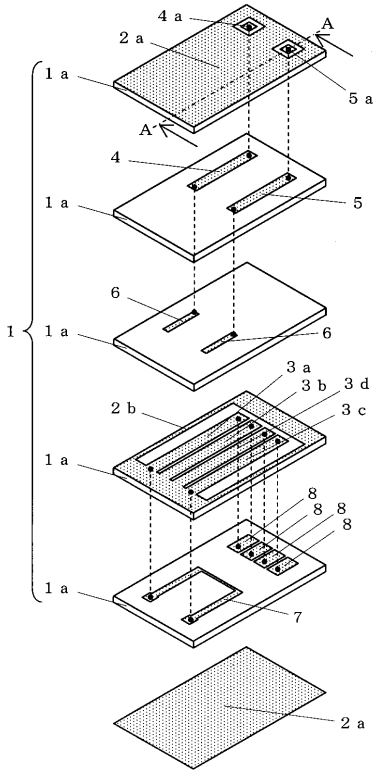
【図３】


4 a
5 a
2 a
1 a
6
4
1
1 a
5
6
2 b
3 a
3 b
3 c
1 a
2 a

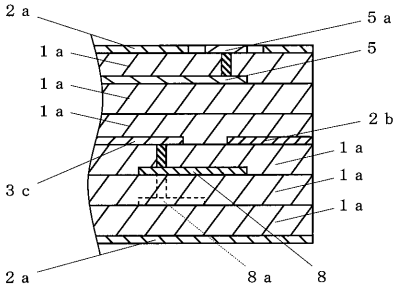
【図４】


4 a
2 a
5 a
1 a
4
1 a
5
6
8
8
8
1
1 a
6
8
3 a
3 b
3 d
3 c
2 b
1 a
8
8
1 a
7
8
8
2 a

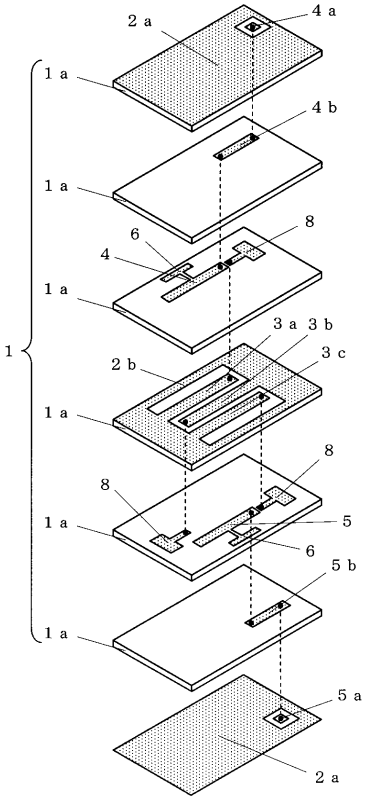
【図５】


4 a
A
2 a
1 a
5 a
A´
4
1 a
5
6
1
1 a
6
3 a
3 b
3 d
2 b
3 c
1 a
8
8
8
8
1 a
7
2 a

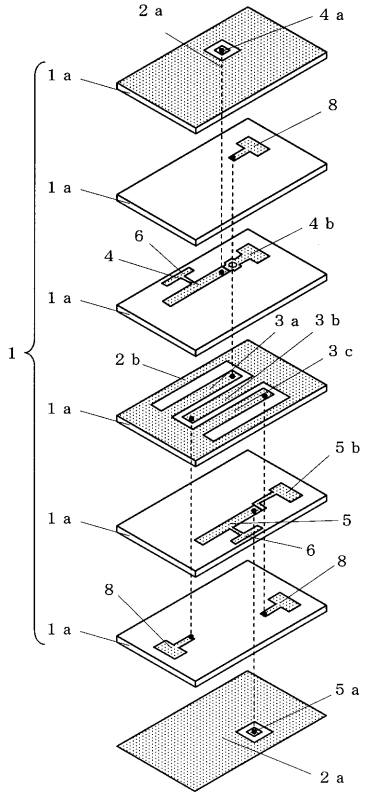
【図６】


2 a
5 a
1 a
5
1 a
1 a
2 b
1 a
3 c
1 a
1 a
2 a
8 a
8

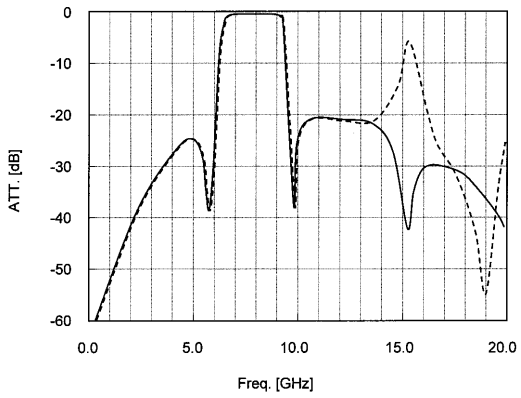
【図７】


2 a
4 a
1 a
4 b
1 a
6
8
4
1 a
3 a 3 b
3 c
1
2 b
1 a
8
8
1 a
5
6
5 b
1 a
5 a
2 a

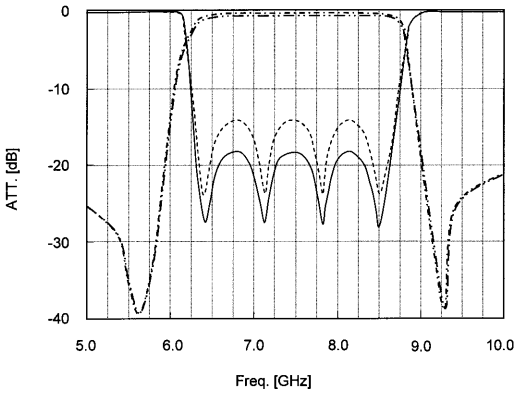
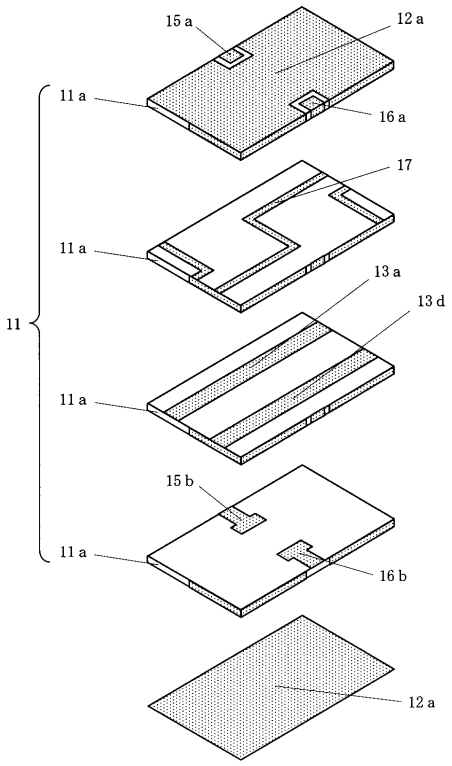
【図８】


2 a
4 a
1 a
8
1 a
6
4 b
4
1 a
3 a 3 b
3 c
1
2 b
1 a
5 b
1 a
5
6
8
8
1 a
5 a
2 a

【図９】


0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
ATT. [dB]
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
Freq. [GHz]

【図１０】


0
-10
-20
-30
-40
ATT. [dB]
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
Freq. [GHz]

【図１１】