



CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, 添付公開書類:
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】 広帯域化が可能で通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信機器を提供する。 【解決手段】 相互に電磁界結合するように横並びに順次配置された一方端が接地されて第 1～3 の共振器を構成する第 1～3 の共振電極 31 a, 31 b, 31 c と、第 1 の共振電極 31 a と対向して電磁界結合する第 1 の入出力結合電極 40 a と、第 2 の共振電極 31 b と対向して電磁界結合する第 2 の入出力結合電極 40 b と、第 1 の共振電極 31 a および第 3 の共振電極 31 c を電磁界結合する共振器結合電極 43 とを備え、第 1, 2 の共振器の共振周波数は互いに等しく且つ第 3 の共振器の共振周波数と異なり、第 1～3 の共振器を用いて通過帯域を構成するバンドパスフィルタである。広帯域化が可能で通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタである。

明 細 書

発明の名称：

バンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信機器

技術分野

[0001] 本発明は、広帯域化が可能で通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信機器に関するものである。

背景技術

[0002] 通信機器等の電子装置において、特定の周波数の電気信号のみを通過させるバンドパスフィルタが用いられている。特に、同一の共振周波数を有する2つの共振器が電磁氣的に結合された共振系における偶モード共振および奇モード共振を利用して、偶モード共振周波数および奇モード共振周波数を含む通過帯域を形成したバンドパスフィルタが広く用いられている。このようなバンドパスフィルタにおいては、2つの共振器間の電磁氣的な結合の強さに応じて偶モード共振周波数と奇モード共振周波数との差が変化し、これによって通過帯域の幅が決定される（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7-30303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、上述した従来のバンドパスフィルタは、偶モード共振および奇モード共振の2つの共振ピークを利用して通過帯域を形成するため、広帯域化には限界があった。また、同一の共振周波数を有する3つの共振器が電磁氣的に結合された共振系における3つの共振モードによる3つの共振ピ

ークを利用して通過帯域を形成したバンドパスフィルタも知られている。このようなバンドパスフィルタは更なる広帯域化が可能であるが、3つの共振ピークの周波数をそれぞれ任意に設定することは困難であり、通過帯域の設計の自由度が小さいものであった。

[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、広帯域化が可能で通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信機器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のバンドパスフィルタは、複数の誘電体層が積層されてなる積層体と、該積層体の上面および下面の少なくとも一方に配置された接地電極と、前記積層体の同一または異なる層間に、相互に電磁界結合するように積層方向から見て横並びに順次配置された、それぞれ一方端が接地されて第1乃至第3の共振器を構成する帯状の第1乃至第3の共振電極と、前記積層体の前記第1の共振電極が配置された層間とは異なる層間に、前記第1の共振電極と対向して電磁界結合するように配置された帯状の第1の入出力結合電極と、前記積層体の前記第2の共振電極が配置された層間とは異なる層間に、前記第2の共振電極と対向して電磁界結合するように配置された帯状の第2の入出力結合電極と、前記積層体の前記第1の共振電極が配置された層間および前記第3の共振電極が配置された層間とは異なる層間に配置された、前記第1の共振電極および前記第3の共振電極を電磁界結合する共振器結合電極とを備え、前記第1および第2の共振器の共振周波数は互いに等しく且つ前記第3の共振器の共振周波数と異なる周波数に設定されており、前記第1乃至第3の共振器を用いて通過帯域を構成することを特徴とするものである。

[0007] また、本発明のバンドパスフィルタは、上記構成において、前記第1乃至第3の共振電極は前記積層体の同一の層間に配置されているようにしてもよい。

[0008] さらに、本発明のバンドパスフィルタは、上記構成において、前記接地電

極は前記積層体の下面に配置されており、前記第 1 および第 3 の共振電極は前記積層体の第 1 の層間に間隔を開けて横並びに配置されており、前記第 2 の共振電極は、前記積層体の前記第 1 の層間よりも上側に位置する第 2 の層間に、積層方向から見て前記第 1 および第 3 の共振電極の間に位置するように配置されているようにしてもよい。

[0009] またさらに、本発明のバンドパスフィルタは、上記各構成において、前記第 1 乃至第 3 の共振電極は、積層方向から見てそれぞれの接地される側が互い違いになるように配置されており、前記第 1 の共振電極と前記第 3 の共振電極とは、前記共振器結合電極を介して主に容量性の電磁界結合をしており、前記第 1 および第 2 の共振器の共振周波数は前記第 3 の共振器の共振周波数よりも高く設定されているようにしてもよい。

[0010] さらにまた、本発明のバンドパスフィルタは、上記各構成において、前記第 1 乃至第 3 の共振電極は、積層方向から見てそれぞれの接地される側が互い違いになるように配置されており、前記第 1 の共振電極と前記第 3 の共振電極とは、前記共振器結合電極を介して主に誘導性の電磁界結合をしており、前記第 1 および第 2 の共振器の共振周波数は前記第 3 の共振器の共振周波数よりも低く設定されているようにしてもよい。

[0011] 本発明の無線通信モジュールは、上記各構成のいずれかのバンドパスフィルタを含む RF 部と、該 RF 部に接続されたベースバンド部とを備えることを特徴とするものである。

[0012] 本発明の無線通信機器は、上記各構成のいずれかのバンドパスフィルタを含む RF 部と、該 RF 部に接続されたベースバンド部と、前記 RF 部に接続されたアンテナとを備えることを特徴とするものである。

発明の効果

[0013] 上述したような構成を備える本発明のバンドパスフィルタによれば、隣り合う互いに共振周波数が等しい第 1 および第 2 の共振器が電磁界結合することにより、偶モードおよび奇モードの 2 つの共振ピークが生じる。また、第 1 および第 2 の共振器と異なる共振周波数に設定された第 3 の共振器が第 2

の共振器と直接電磁界結合するとともに共振器結合電極を介して第 1 の共振器と電磁界結合することにより 3 つ目の共振ピークが生じる。この 3 つの共振ピークを用いて通過帯域を形成することができるので、広帯域なバンドパスフィルタを得ることができる。また、3 つの共振ピークの周波数を任意に設定することができるので、通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1] 本発明の実施の形態の第 1 の例のバンドパスフィルタを模式的に示す外観斜視図である。

[図2] 図 1 に示すバンドパスフィルタの模式的な分解斜視図である。

[図3] 図 1 に示すバンドパスフィルタの上下面および層間を模式的に示す平面図である。

[図4] 図 1 に示すバンドパスフィルタの Q-Q' 線断面図である。

[図5] 本発明の実施の形態の第 2 の例のバンドパスフィルタを模式的に示す分解斜視図である。

[図6] 図 5 に示すバンドパスフィルタの上下面および層間を模式的に示す平面図である。

[図7] 本発明の実施の形態の第 3 の例のバンドパスフィルタを模式的に示す分解斜視図である。

[図8] 図 7 に示すバンドパスフィルタの上下面および層間を模式的に示す平面図である。

[図9] 本発明の実施の形態の第 4 の例のバンドパスフィルタを模式的に示す外観斜視図である。

[図10] 図 9 に示すバンドパスフィルタの模式的な分解斜視図である。

[図11] 図 9 に示すバンドパスフィルタの上下面および層間を模式的に示す平面図である。

[図12] 本発明のバンドパスフィルタの実施の形態の第 3 の例および第 4 の例の等価回路図である。

[図13] 本発明の実施の形態の第5の例のバンドパスフィルタを模式的に示す外観斜視図である。

[図14] 図13に示すバンドパスフィルタの模式的な分解斜視図である。

[図15] 図13に示すバンドパスフィルタの上下面および層間を模式的に示す平面図である。

[図16] 本発明の実施の形態の第6の例のバンドパスフィルタを模式的に示す分解斜視図である。

[図17] 図16に示すバンドパスフィルタの上下面および層間を模式的に示す平面図である。

[図18] 本発明の実施の形態の第7の例の無線通信モジュールおよび無線通信機器を模式的に示すブロック図である。

[図19] 本発明の実施の形態の第3の例のバンドパスフィルタの電気特性のシミュレーション結果を示す図である。

[図20] 本発明の実施の形態の第4の例のバンドパスフィルタの電気特性のシミュレーション結果を示す図である。

[図21] 本発明の実施の形態の第6の例のバンドパスフィルタの電気特性のシミュレーション結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明のバンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信機器を添付の図面を参照しつつ詳細に説明する。

[0016] (実施の形態の第1の例)

図1は本発明の実施の形態の第1の例のバンドパスフィルタを模式的に示す外観斜視図である。図2は図1に示すバンドパスフィルタの模式的な分解斜視図である。図3は図1に示すバンドパスフィルタの上下面および層間を模式的に示す平面図である。図4は図1に示すバンドパスフィルタのQ-Q'線断面図である。

[0017] 本例のバンドパスフィルタは、図1～図4に示すように、積層体10と、接地電極21a、21bと、第1乃至第3の共振電極31a、31b、31cと、第1の

入出力結合電極40 a と、第 2 の入出力結合電極40 b と、共振器結合電極43とを備えている。積層体10は、複数の誘電体層11が積層されてなる。接地電極21 a は、積層体10の下面の全面に配置されている。接地電極21 b は、積層体10の上面のほぼ全面に配置されている。第 1 乃至第 3 の共振電極31 a, 31 b, 31 c は、積層体10の層間 A に、相互に電磁界結合するように積層方向から見て横並びに順次配置されている。また、第 1 乃至第 3 の共振電極31 a, 31 b, 31 c は、それぞれ一方端が接地されて第 1 乃至第 3 の共振器を構成する。第 1 の入出力結合電極40 a は、帯状であり、積層体10の層間 A よりも上側に位置する層間 B に、第 1 の共振電極31 a と対向して電磁界結合するように配置されている。第 2 の入出力結合電極40 b は、帯状であり、積層体10の層間 B に、第 2 の共振電極31 b と対向して電磁界結合するように配置されている。共振器結合電極43は、積層体10の層間 A よりも下側に位置する層間 C に配置されており、第 1 の共振電極31 a および第 3 の共振電極31 c を電磁界結合する。また、積層体10の上面には第 1 の入出力端子電極60 a が接地電極21 b と間隔を開けて配置されており、貫通導体50 a を介して第 1 の入出力結合電極40 a に接続されている。さらに、積層体10の上面には第 2 の入出力端子電極60 b が接地電極21 b と間隔を開けて配置されており、貫通導体50 b を介して第 2 の入出力結合電極40 b に接続されている。そして、積層体10の層間 A には、第 1 乃至第 3 の共振電極31 a, 31 b, 31 c の周囲を囲むように環状接地電極23が配置されている。第 1 乃至第 3 の共振電極31 a, 31 b, 31 c は、それぞれ一方端が環状接地電極23に接続されており、それぞれの一方端が互い違いになるように配置されている。

[0018] また、本例のバンドパスフィルタにおいて、共振器結合電極43は、その一方端が貫通導体50 c を介して第 3 の共振電極31 c の他方端に接続されており、第 3 の共振電極31 c とともに第 3 の共振器を構成している。また、共振器結合電極43の他方端は、誘電体層11を介して第 1 の共振電極31 a の他方端と対向しており、第 1 の共振電極31 a と主に容量性の電磁界結合をしている。また、第 1 および第 2 の共振器の共振周波数は互いに等しく且つ第 3 の共振

器の共振周波数よりも高くなるように設定されている。

[0019] さらに、本例のバンドパスフィルタは、第1の入出力結合電極40aにおいて電気信号が入力または出力される第1の入出力点45aは、前記第1の入出力結合電極40aにおける第1の共振電極31aとの対向部の中央よりも第1の共振電極31aの他方端に近い側にある。また、第2の入出力結合電極40bにおいて電気信号が入力または出力される第2の入出力点45bは、第2の入出力結合電極40bにおける第2の共振電極31bとの対向部の中央よりも第2の共振電極31bの他方端に近い側にある。

[0020] このような構成を備える本例のバンドパスフィルタにおいては、例えば、第1の入出力端子電極60aおよび貫通導体50aを介して第1の入出力結合電極40aの第1の入出力点45aに外部回路からの電気信号が入力されると、第1の入出力結合電極40aと電磁界結合する第1の共振電極31aが励振されるとともに、これと電磁界結合する第2の共振電極31bが共振する。また、第1の共振電極31aが共振すると、共振器結合電極43を介して第1の共振電極31aと電磁界結合する第3の共振電極31cも共振し、そのエネルギーは第3の共振電極31cと電磁界結合する第2の共振電極31bに伝えられる。この2つのルートで第2の共振電極31bに電気信号が伝達され、第2の共振電極31bと電磁界結合する第2の入出力結合電極40bの第2の入出力点45bから貫通導体50bおよび第2の入出力端子電極60bを介して外部回路に電気信号が出力される。

[0021] 本例のバンドパスフィルタによれば、隣り合う互いに共振周波数が等しい第1および第2の共振器が電磁界結合することにより、偶モードおよび奇モードの2つの共振ピークが生じる。また、第1および第2の共振器よりも共振周波数が低く設定された第3の共振器が、第2の共振器と直接電磁界結合するとともに共振器結合電極43を介して第1の共振器と電磁界結合し、これにより3つ目の共振ピークが生じる。この3つの共振ピークを用いて通過帯域を形成することができるので、広帯域なバンドパスフィルタを得ることができる。また、3つの共振ピークの周波数を任意に設定することができるの

で、通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタを得ることができる。

[0022] また、本例のバンドパスフィルタによれば、第1乃至第3の共振電極31a, 31b, 31cの接地される側が互い違いになるように配置されてインターデジタル型に電磁界結合しているので、第1の共振電極31aと第2の共振電極31bとの電磁界結合および第2の共振電極31bと第3の共振電極31cとの電磁界結合はどちらも主に容量性の電磁界結合になる。また、第1の共振電極31aと第3の共振電極31cとは共振器結合電極43を介して主に容量性の電磁界結合をしている。これにより、第1乃至第3の共振器間の全ての電磁界結合は、主に容量性の電磁界結合となっている。その上で、第1および第2の共振器の共振周波数が第3の共振器の共振周波数よりも高く設定されていることから、第1の共振器から直接第2の共振器へ伝達される電気信号と第1の共振器から第3の共振器を介して第2の共振器へ伝達される信号との間において、3つの共振ピークの間の周波数では位相反転が生じず、3つの共振ピークよりも低周波側の周波数で位相反転が生じるので、3つの共振ピークを含む通過帯域内には減衰極がなく、3つの共振ピークよりも低周波数側の通過帯域外に減衰極を有する優れた通過特性を有するバンドパスフィルタを得ることができる。

[0023] このような効果が得られるメカニズムをさらに詳細に説明する。すなわち、本例のバンドパスフィルタにおいては、第1の共振器を構成する第1の共振電極31aから第2の共振器を構成する第2の共振電極31bへ直接伝達される電気信号と、第1の共振電極31aから第3の共振器を構成する第3の共振電極31cを介して第2の共振電極31bへ伝達される信号とが存在する。ここで、第1の共振電極31aから第2の共振電極31bへ直接伝達される電気信号の伝達ルートは、第1の共振器および第2の共振器からなる共振系の偶モード共振および奇モード共振の2つの共振ピークの外側に位置する周波数領域において、第1の共振電極31aと第2の共振電極31bとが主として誘導性の結合をしている場合にはインダクタと等価になり、第1の共振電極31aと第

2の共振電極31bとが主として容量性の結合をしている場合にはキャパシタと等価になる。

[0024] また、第1の共振電極31aから第3の共振電極31cを介して第2の共振電極31bへ伝達される電気信号の伝達ルートは、第1の共振電極31aと第3の共振電極31cとの電磁界結合および第3の共振電極31cと第2の共振電極31bとの電磁界結合が、どちらも主に誘導性またはどちらも主に容量性の場合には、第2の共振器の共振周波数よりも低周波側でインダクタと等価になり、第2の共振器の共振周波数よりも高周波側でキャパシタと等価になる。また、第1の共振電極31aから第3の共振電極31cを介して第2の共振電極31bへ伝達される電気信号の伝達ルートは、第1の共振電極31aと第3の共振電極31cとの電磁界結合および第3の共振電極31cと第2の共振電極31bとの電磁界結合が、一方が主に誘導性の電磁界結合であり他方が主に容量性の電磁界結合である場合には、第2の共振器の共振周波数よりも低周波側でキャパシタと等価になり、第2の共振器の共振周波数よりも高周波側でインダクタと等価になる。

[0025] よって、第1乃至第3の共振器の相互の電磁界結合が主に容量性の電磁界結合であり、第1および第2の共振器の共振周波数が第3の共振器の共振周波数よりも高く設定されていることから、第1の共振器から直接第2の共振器へ伝達される電気信号と第1の共振器から第3の共振器を介して第2の共振器へ伝達される信号との間において、3つの共振ピークの間の周波数では位相反転が生じず、3つの共振ピークよりも低周波側の周波数で位相反転が生じるので、3つの共振ピークを含む通過帯域内には減衰極がなく、3つの共振ピークのよりも低周波側の通過帯域外に減衰極を有する優れた通過特性を有するバンドパスフィルタを得ることができる。

[0026] 本例のバンドパスフィルタにおいて、誘電体層11の材質としては、例えばエポキシ樹脂等の樹脂や例えば誘電体セラミックス等のセラミックス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 等の誘電体セラミック材料と、 B_2O_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 ZnO 等のガラス

材料とからなり、800～1200℃程度の比較的低い温度で焼成が可能なガラスセラミック材料が好適に用いられる。また、誘電体層11の厚みとしては、例えば0.01～0.1mm程度に設定される。

[0027] 前述した各種の電極および貫通導体の材質としては、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系導電材料等が好適に用いられる。各種の電極の厚みは、例えば0.001～0.2mmに設定される。

[0028] 本例のバンドパスフィルタは、例えば次のようにして作製することができる。まず、セラミック原料粉末に適当な有機溶剤等を添加・混合して泥漿を作製するとともに、ドクターブレード法によってセラミックグリーンシートを形成する。次に、得られたセラミックグリーンシートにパンチングマシン等を用いて貫通導体を形成するための貫通孔を形成し、Ag、Ag-Pd、Au、Cu等の導体を含む導体ペーストを充填するとともにセラミックグリーンシートの表面に印刷法を用いて前述したのと同様の導体ペーストを塗布して導体ペースト付きセラミックグリーンシートを作製する。次に、これらの導体ペースト付きセラミックグリーンシートを積層し、ホットプレス装置を用いて圧着し、800℃～1050℃程度のピーク温度で焼成する。

[0029] (実施の形態の第2の例)

図5は本発明の実施の形態の第2の例のバンドパスフィルタを模式的に示す分解斜視図である。図6は図5に示すバンドパスフィルタの上下面および層間を模式的に示す平面図である。なお、本例においては前述した第1の例と異なる点のみについて説明し、同様の構成要素については同一の参照符号を用いて重複する説明を省略する。

[0030] 本例のバンドパスフィルタにおいては、図5および図6に示すように、第1の入出力結合電極40aが共振器結合電極43と同じく積層体の層間Cに配置されている。また、第1の入出力結合電極40aは、貫通導体50dを介して層間Cよりも下側に位置する層間Dに配置された第1の接続電極46に接続されている。そして、第1の接続電極46は、貫通導体50eを介して第1の入出力

端子電極60 aに接続されている。

[0031] このような構成を備える本例のバンドパスフィルタによれば、第1の入出力結合電極40 aと第2の入出力結合電極40 bとが、層間Aを間に挟んで互いに反対側に位置する層間Bと層間Cとに離れて配置されている。これにより、第1の入出力結合電極40 aと第2の入出力結合電極40 bとの電磁界結合が強くなりすぎるのを防止することができる。

[0032] (実施の形態の第3の例)

図7は本発明の実施の形態の第3の例のバンドパスフィルタを模式的に示す分解斜視図である。図8は図7に示すバンドパスフィルタの上下面および層間を模式的に示す平面図である。なお、本例においては前述した第2の例と異なる点のみについて説明し、同様の構成要素については同一の参照符号を用いて重複する説明を省略する。

[0033] 本例のバンドパスフィルタは、図7および図8に示すように、環状接地電極23に代えて、第1の共振電極31 aおよび第3の共振電極31 cの一方端が接続された内層接地電極23 aと、第2の共振電極31 bの一方端が接続された内層接地電極23 bとが、それぞれ第1の層間に配置されている。また、第1の入出力結合電極40 aは層間Bに配置されており、第2の入出力結合電極40 bは層間Cに配置されている。さらに、第3の容量電極35 cは、接地電極21 aと誘電体層11を介して対向するように層間Dに配置されており、貫通導体50 fを介して第3の共振電極31 cの他方端に接続されている。第1の入出力結合電極40 aおよび共振器結合電極43は層間Bに配置されている。共振器結合電極43の一方端は貫通導体50 gを介して第1の共振電極31 aの他方端に接続されており、共振器結合電極43の他方端は誘電体層11を介して第3の共振電極31 cの他方端と対向して電磁界結合している。第1の接続電極46は層間Bよりも上側に位置する層間Eに配置されている。第2の容量電極35 bは、層間Eよりも上側に位置する層間Fに、誘電体層11を介して接地電極21 bと対向するように配置されており、貫通導体50 hを介して第2の共振電極31 bの他方端に接続されている。

[0034] 本例のバンドパスフィルタにおいては、第1の共振電極31a、共振器結合電極43および両者を接続する貫通導体50gによって第1の共振器が構成されており、第2の共振電極31b、第2の容量電極35bおよび両者を接続する貫通導体50hによって第2の共振器が構成されており、第3の共振電極31c、第3の容量電極35cおよび両者を接続する貫通導体50fによって第3の共振器が構成されている。

[0035] このような構成を備える本例のバンドパスフィルタによれば、第2の容量電極35bと接地電極21bとの間に生じる静電容量によって、第2の共振電極31bの長さを短縮することができる。また、第3の容量電極35cと接地電極21aとの間に生じる静電容量によって、第3の共振電極31cの長さを短縮することができる。さらに、共振器結合電極43によって第1の共振電極31aの長さを短縮することができる。これにより、小型のバンドパスフィルタを得ることができる。

[0036] (実施の形態の第4の例)

図9は本発明の実施の形態の第4の例のバンドパスフィルタを模式的に示す外観斜視図である。図10は図9に示すバンドパスフィルタの模式的な分解斜視図である。図11は図9に示すバンドパスフィルタの上下面および層間を模式的に示す平面図である。なお、本例においては前述した第3の例と異なる点のみについて説明し、同様の構成要素については同一の参照符号を用いて重複する説明を省略する。

[0037] 本例のバンドパスフィルタは、図9～図11に示すように、積層体の上面に配置された接地電極21bの上にさらに誘電体層11が配置されるとともに、積層体の下面に配置された接地電極21aの下にさらに誘電体層11が配置されており、これら全体で新たな積層体10を構成している。また、第1の入出力端子電極60aおよび第2の入出力端子電極60bは、積層体10の対向する2側面に分かれて配置されている。そして、内層接地電極23a、23bおよび接地電極21に接続された接地端子電極60cは、積層体10の他の対向する2側面に配置されている。

[0038] また、本例のバンドパスフィルタにおいては、第2の入出力結合電極40bは、層間Bに配置されており、その一方端が積層体10の側面において第2の入出力端子電極60bに接続されている。よって、第2の入出力点45bは、第2の入出力結合電極40bと第2の入出力端子電極60bとの接続点である。第1の入出力結合電極40a、共振器結合電極43および第3の接続電極36bが層間Cに配置されている。また、第1の接続電極46は層間Dに配置されており、その一方端が貫通導体50dを介して第1の入出力結合電極40aの第1の入出力点45aに接続されているとともに、他方端が積層体10の側面において第1の入出力端子電極60aに直接接続されている。また、接地端子電極60cに接続された内層接地電極22cが、層間Fに配置された第3の容量電極35cに対向するように層間Eに配置されている。また、第3の容量電極35cは、層間Fよりも上側に位置する層間Gに配置された接地電極21bと誘電体層11を介して対向しているとともに、貫通導体50fを介して第3の共振電極31cの他方端に接続されている。一方、層間Dよりも下側に位置する層間Hには第2の接続電極36aが配置されている。層間Hよりも下側に位置する層間Jには、層間Jよりも下側に位置する層間Kに配置された第1の容量電極35aと対向するように配置された内層接地電極22aと、層間Kに配置された第2の容量電極35bと対向するように配置された内層接地電極22bとが配置されている。層間Jに配置された2つの内層接地電極22a、22bは、どちらも接地端子電極60cに接続されている。第1の容量電極35aは層間Kよりも下側に位置する層間Lに配置された接地電極21aと誘電体層11を介して対向しており、貫通導体50kを介して第2の接続電極36aに接続されている。また第2の接続電極36aは貫通導体50mを介して共振器結合電極43に接続されている。共振器結合電極43は第3の共振電極31cの他方端と誘電体層11を介して対向するとともに、貫通導体50gを介して第1の共振電極31aの他方端に接続されている。第2の容量電極35bは層間Lに配置された接地電極21と誘電体層11を介して対向しており、貫通導体50nを介して第3の接続電極36bに接続されている。また、第3の接続電極36bは貫通導体50pを介して第2の共

振電極31 bの他方端に接続されている。

[0039] 本例のバンドパスフィルタにおいては、第1の共振電極31 a、共振器結合電極43、第2の接続電極36 a、第1の容量電極35 aと、これらを接続する貫通導体50 g、50 m、50 kとによって第1の共振器が構成されている。また、第2の共振電極31 b、第2の接続電極36 b、第2の容量電極35 bと、これらを接続する貫通導体50 p、50 nとによって第2の共振器が構成されている。さらに、第3の共振電極31 c、第3の容量電極35 cと、両者を接続する貫通導体50 fとによって第3の共振器が構成されている。

[0040] このような構成を備える本例のバンドパスフィルタによれば、第1乃至第3の容量電極35 a、35 b、35 cと、これらに対向する接地電極21 a、21 bおよび内層接地電極22 a、22 b、22 cとの間の静電容量が、第1乃至第3の共振器にそれぞれ加算されるので、第1乃至第3の共振電極31 a、31 b、31 cの長さをさらに短縮することができる。これにより、さらに小型のバンドパスフィルタを得ることができる。

[0041] 実施の形態の第3および第4の例のバンドパスフィルタの等価回路を図12に示す。01、02は入出力端子を示し、30 a、30 b、30 cはそれぞれ第1の共振器、第2の共振器、第3の共振器を示す。3つの共振器間は、第1乃至第3の共振電極31 a、31 b、31 c同士の直接または共振器結合電極43を介した電磁気的な結合によるキャパシタC12、C13、C23によって全て容量結合されている。また、第1の入出力結合電極40 aと第2の入出力結合電極40 bとの電磁気的な結合によってキャパシタC60が形成され、第1の入出力結合電極40 aおよび第2の入出力結合電極40 bと第3の共振電極31 cとの電磁気的な結合によってキャパシタC40、C50が形成される。このような構成により、バンドパスフィルタの通過特性において、通過帯域よりも低周波側に3つの減衰極を形成することができる。なお、C35、C36およびC37は、第1の容量電極35 a、第2の容量電極35 bおよび第3の容量電極35 cによって形成される、第1の共振電極31 a、第2の共振電極31 bおよび第3の共振電極31 cとアース電位との間にそれぞれ形成される静電容量である。

(実施の形態の第5の例)

図13は、本発明の実施の形態の第5の例のバンドパスフィルタを模式的に示す外観斜視図である。図14は、図13に示すバンドパスフィルタの模式的な分解斜視図である。図15は、図13に示すバンドパスフィルタの上下面および層間を模式的に示す平面図である。

[0042] 本例のバンドパスフィルタは、図13～図15に示すように、積層体10と、第1の入出力端子電極60aと、第2の入出力端子電極60bと、接地端子電極60cと、接地電極21aと、内部接地電極25と、第1乃至第3の共振電極31a, 31b, 31cと、共振器結合電極43と、帯状の第1の入出力結合電極40aと、第2の入出力結合電極40bとを備えている。

[0043] 積層体10は、複数の誘電体層11が積層されてなる。接地端子電極60cは、積層体10の対向する一組の側面の全面に渡って配置されており、接地電位に接続される。第1の入出力端子電極60aおよび第2の入出力端子電極60bは、積層体10の他の対向する一組の側面に接地端子電極60cと間隔を開けて配置されている。なお、第1の入出力端子電極60a, 第2の入出力端子電極60bおよび接地端子電極60cは、積層体10の上下面に若干回り込むように形成されている。接地電極21aは、積層体10の下面のほぼ全体に渡って配置されており、接地端子電極60cに接続されている。第1および第3の共振電極31a, 31cは、帯状であり、積層体10の第1の層間に間隔を開けて横並びに配置されている。第1および第3の共振電極31a, 31cの一方端はそれぞれ接地端子電極60cに接続されており、接地されて第1および第3の共振器を構成する。第2の共振電極31bは、帯状であり、積層体10の第1の層間よりも上側に位置する第2の層間に、第1および第3の共振電極31a, 31cに電磁界結合するように、積層方向（上）から見て第1および第3の共振電極31a, 31cの間に位置するように配置されている。すなわち、第1乃至第3の共振電極31a, 31b, 31cは、相互に電磁界結合するように、積層方向から見て横並びに順次配置されている。第2の共振電極31bの一方端は、同じく積層体10の第2の層間に配置された内部接地電極25を介して接地端子電極60c

に接続されており、接地されて第2の共振器を構成する。共振器結合電極43は、帯状であり、積層体10の第1および第2の層間の間に位置する第3の層間に配置されている。共振器結合電極43は、一方端部が貫通導体50 tを介して第3の共振電極31 cの他方端部に接続されているとともに、他方端部が誘電体層11を介して第1の共振電極31 aの他方端部と対向して電磁界結合するように配置されており、第1および第3の共振電極31 a, 31 cを電磁界結合する。このように、第1の共振電極31 aと第3の共振電極31 cとは、共振器結合電極43を介して主に容量性の電磁界結合をしている。第1の入出力結合電極40 aは、帯状であり、積層体10の第1の層間より下側に位置する第4の層間に、誘電体層11を介して第1の共振電極31 aと対向して電磁界結合するように配置されている。第1の入出力結合電極40 aの一方端は第1の入出力端子電極60 aに接続されている。第2の入出力結合電極40 bは、帯状であり、積層体10の第2の層間よりも上側に位置する第5の層間に、誘電体層11を介して第2の共振電極31 bと対向して電磁界結合するように配置されている。第2の入出力結合電極40 bの一方端は、第2の入出力端子電極60 bに接続されている。

[0044] また、本例のバンドパスフィルタにおいては、第3の共振電極31 c, 共振器結合電極43および両者を接続する貫通導体50 tによって第3の共振器が構成されており、第2の共振電極31 bおよび内部接地電極25によって第2の共振器が構成されており、第1の共振電極31 aによって第1の共振器が構成されている。また、第1および第2の共振器の共振周波数は互いに等しく且つ第3の共振器の共振周波数よりも高い周波数であり、第1乃至第3の共振器を用いて通過帯域を構成するように設定されている。

[0045] このような構成を備える本例のバンドパスフィルタによれば、3つの共振ピークを用いて通過帯域を形成することができるので、前述した実施形態の第1～第4の例のバンドパスフィルタと同様に、広帯域で通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタを得ることができる。

[0046] また、本例のバンドパスフィルタによれば、第1乃至第3の共振電極31 a

、31b、31cの接地される側が互い違いになるように配置されてインターデジタル型に電磁界結合しており、第1の共振電極31aと第3の共振電極31cとは共振器結合電極43を介して主に容量性の結合をしているので、第1乃至第3の共振器間の結合は全て主に容量性の結合となっている。その上で、第1および第2の共振器の共振周波数が第3の共振器の共振周波数よりも高く設定されている。これにより、第1の共振器から直接第2の共振器へ伝達される電気信号と、第1の共振器から第3の共振器を介して第2の共振器へ伝達される信号との間において、3つの共振ピークの間の周波数では位相反転が生じず、3つの共振ピークよりも低周波側の周波数で位相反転が生じる。よって、3つの共振ピークを含む通過帯域内には減衰極がなく、通過帯域よりも低周波側に減衰極を有する優れた通過特性を有するバンドパスフィルタを得ることができる。

[0047] さらに、本例のバンドパスフィルタにおいては、積層体10の下面に接地電極21aが配置されており、積層体10の、積層方向（上）から見て第1乃至第3の共振電極31a、31b、31cが横並びに配列された方向の両端に位置する2つの側面およびそれに隣接する上下面の一部にかけて接地端子電極60cが配置されている。また、第1および第3の共振電極31a、31cが配置された第1の層間よりも上側に位置する第2の層間に、上から見て第1および第3の共振電極31a、31cの間に位置するように第2の共振電極31bが配置されている。このような構成を備える本例のバンドパスフィルタによれば、限られたサイズの積層体10の中で、接地電極21aおよび接地端子電極60cと第1乃至第3の共振電極31a、31b、31cとの間隔を最大限に大きくすることができることから、第1乃至第3の共振器のQ値を最大限に大きくすることができるので、小型で低損失なバンドパスフィルタを得ることができる。

[0048] （実施の形態の第6の例）

図16は本発明の実施の形態の第6の例のバンドパスフィルタを模式的に示す分解斜視図である。図17は図16に示すバンドパスフィルタの上下面および層間を模式的に示す平面図である。なお、本例においては前述した第5の例

と異なる点のみについて説明し、同様の構成要素については同一の参照符号を用いて重複する説明を省略する。

[0049] 本例のバンドパスフィルタは、図16および図17に示すように、積層体10の第4の層間およびも下側に位置する第6の層間に接地電極21 aに対向するように配置された、第1の容量電極35 a、第2の容量電極35 bおよび第3の容量電極35 cを備えている。第1の容量電極35 aは貫通導体50 uを介して第1の共振電極31 aの他方端側に接続されている。第2の容量電極35 bは貫通導体50 wを介して第2の共振電極31 bの他方端側に接続されている。第3の容量電極35 cは貫通導体50 xを介して第3の共振電極31 cの他方端側に接続されている。

[0050] このような構成を備える本例のバンドパスフィルタによれば、第1の容量電極35 a、第2の容量電極35 bおよび第3の容量電極35 cと接地電極21 aとの間に静電容量が生じるので、第1の共振電極31 a、第3の共振電極31 cおよび第2の共振電極31の長さを短く設定することができる。これにより、小型のバンドパスフィルタを得ることができる。なお、本例のバンドパスフィルタにおいては、第1の共振電極31 a、第1の容量電極35 aおよび両者を接続する貫通導体50 uによって第1の共振器が構成されている。また、第2の共振電極31 b、第3の容量電極35 cおよび両者を接続する貫通導体50と内部接地電極25とによって第2の共振器が構成されている。そして、第3の共振電極31 c、第3の容量電極35 c、共振器結合電極43およびこれらを接続する貫通導体50 t、50 xによって第3の共振器が構成されている。

[0051] (実施の形態の第7の例)

図18は本発明の実施の形態の第7の例の無線通信モジュール80および無線通信機器85を示すブロック図である。

[0052] 本例の無線通信モジュール80は、例えば、ベースバンド信号が処理されるベースバンド部81と、ベースバンド部81に接続されてベースバンド信号の変調後および復調前のRF信号が処理されるRF部82とを備えている。RF部82には前述したバンドパスフィルタ821が含まれており、ベースバンド信号が

変調されてなるRF信号または受信したRF信号における通信帯域以外の信号をバンドパスフィルタ821によって減衰させている。具体的な構成としては、ベースバンド部81にはベースバンドIC 811が配置され、RF部82にはバンドパスフィルタ821とベースバンド部81との間にRF IC 822が配置されている。なお、これらの回路間には別の回路が介在していてもよい。そして、無線通信モジュール80のバンドパスフィルタ821にアンテナ84を接続することによってRF信号の送受信がなされる本例の無線通信機器85が構成されている。

[0053] このような構成を有する本例の無線通信モジュール80および無線通信機器85によれば、広帯域化が可能で通過帯域外に減衰極を有する本発明のバンドパスフィルタ821を通信信号の濾波に用いることにより、通信帯域の全体に渡って通信信号の損失を小さくできるとともに、ノイズを少なくすることができる。よって、受信感度が向上するとともに、通信信号の増幅度を小さくできるため増幅回路における消費電力が少なくなる。よって、受信感度が高く消費電力が少ない高性能な無線通信モジュール80および無線通信機器85を得ることができる。

[0054] (変形例)

本発明は前述した実施の形態の第1～第7の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更、改良が可能である。

[0055] 例えば、前述した実施の形態の第1～第6の例においては、第1乃至第3の共振電極31a, 31b, 31cの接地される側が互い違いになるように配置されて、隣り合う共振電極同士が主に容量性の電磁界結合をし、第1の共振電極31aと第3の共振電極31cとが共振器結合電極43を介して主に容量性の電磁界結合をするとともに、第1および第2の共振器の共振周波数が第3の共振器の共振周波数よりも高く設定される例を示した。しかしながら、これに限定されるものではない。例えば、第1乃至第3の共振電極31a, 31b, 31cの接地される側が互い違いになるように配置されて、隣り合う共振電極同士が主に容量性の電磁界結合をし、第1の共振電極31aと第3の共振電極31

cとが共振器結合電極43を介して主に誘導性の電磁界結合をするとともに、第1および第2の共振器の共振周波数が第3の共振器の共振周波数よりも低く設定されるようにしても構わない。

[0056] この場合には、第1の共振器から直接第2の共振器へ伝達される電気信号と第1の共振器から第3の共振器を介して第2の共振器へ伝達される信号との間において、3つの共振ピークの間の周波数では位相反転が生じず、3つの共振ピークよりも高周波側の周波数で位相反転が生じるので、3つの共振ピークを含む通過帯域内には減衰極がなく、通過帯域よりも高周波側に減衰極を有する優れた通過特性を有するバンドパスフィルタを得ることができる。

[0057] なお、共振器結合電極43を介して、第1の共振電極31aと第3の共振電極31cとが主に誘導性の電磁界結合をするためには、例えば、共振器結合電極43の両端を接地するとともに、共振器結合電極43の一方端側と第1の共振電極31aの一方端側とが対向して電磁界結合し、且つ共振器結合電極43の他方端側と第3の共振電極31cの一方端側とが対向して電磁界結合するようにすればよい。

[0058] また、前述した実施の形態の第1～第6の例においては、第1の入出力端子電極60a、第2の入出力端子電極60bを備えた例を示した。しかしながら、モジュール基板の中の一領域にバンドパスフィルタが形成される場合等では、これらは必ずしも必要ではない。接地端子電極60cも同様である。

[0059] さらに、前述した実施の形態の第1～第6の例においては、バンドパスフィルタが1つの積層体10の中に構成された例を示したが、厚み方向に積層された複数の積層体にまたがってバンドパスフィルタが構成されるようにしてもかまわない。

[0060] またさらに、前述した実施の形態の第1～第4の例においては、第1～第3の共振電極31a、31b、31cが積層体10の同一の層間Aに配置された例を示し、前述した実施の形態の第5および第6の例においては、第1および第3の共振電極31a、31cは積層体10の第1の層間に配置され、第2の共振電

極31 bは第1の層間よりも上側に位置する第2の層間に配置された例を示した。しかしながら、これらに限定されるものではなく、第1～第3の共振電極31 a, 31 b, 31 cは、積層体の同一または異なる層間に、相互に電磁界結合するように、積層方向から見て横並びに順次配置されていれば良い。例えば、第1および第2の共振電極31 a, 31 bが積層体10の同一の層間に配置され、第3の共振電極31 cが異なる層間に配置されるようにしても構わない。また、第1～第3の共振電極31 a, 31 b, 31 cが、それぞれ異なる層間に配置されるようにしても構わない。

実施例

- [0061] 次に、本発明のバンドパスフィルタの具体例について説明する。
- [0062] 図7および図8に示した実施の形態の第3の例のバンドパスフィルタ、図9～図11に示した実施の形態の第4の例のバンドパスフィルタならびに図16および図17に示した本発明の実施の形態の第6の例のバンドパスフィルタの電気特性を、有限要素法を用いたシミュレーションによって算出した。
- [0063] なお、実施の形態の第3の例のバンドパスフィルタのシミュレーションにおいては、第1乃至第3の共振電極31 a, 31 b, 31 cは、それぞれ幅が0.25 mmで長さが1.5 mmの矩形状とした。第2の容量電極35 bは一辺が0.3 mmの正形状とし、第3の容量電極35 cは幅が0.4 mmで長さが0.5 mmの矩形状とした。共振器結合電極43は幅が0.1 mmで長さが1.4 mmの矩形状とした。バンドパスフィルタ全体は幅が2.0 mmで長さが3.0 mmで高さが1.0 mmの直方体状とし、誘電体層11の比誘電率は18.7とした。
- [0064] また、実施の形態の第4の例のバンドパスフィルタのシミュレーションにおいては、第1の共振電極31 aは幅が0.35 mmで長さが1.9 mmの矩形状とした。第2の共振電極31 bは幅が0.35 mmで長さが2.1 mmの矩形状とした。第3の共振電極31 cは幅が0.35 mmで長さが2.2 mmの矩形状とした。第1の容量電極35 aは幅が0.3 mmで長さが0.88 mmの矩形状とした。第2の容量電極35 bは幅が0.33 mmで長さが1.1 mmの矩形状とした。第3の容量電極35 cは一辺が0.69 mmの正形状とした。第1の入出力結合電極40 aは幅が0.3 mm

で長さが1.4mmの矩形状とした。第2の入出力結合電極40bは幅が0.14mmで長さが2.1mmの矩形状とした。バンドパスフィルタ全体は幅が2.0mmで長さが2.5mmで高さが0.9mmの直方体状とし、誘電体層11の比誘電率は18.7とした。

[0065] さらに、実施の形態の第6の例のバンドパスフィルタのシミュレーションにおいては、第1の共振電極31aは、幅が0.31mmで長さが約2.4mmである、屈曲部を有する帯状とした。第3の共振電極31cは、幅が0.31mmで長さが約2mmである、屈曲部を有する帯状とした。第2の共振電極31bは幅が0.21mmで長さが2mmの帯状とした。共振器結合電極43は幅が0.25mmで長さが1.28mmの帯状とした。第1の入出力結合電極40aは、幅が0.15mmで長さが約2mmである、屈曲部を有する帯状とした。第2の入出力結合電極40bは幅が0.15mmで長さが2mmの帯状とした。第1の容量電極35aは幅が0.6mmで長さが0.8mmの矩形状とした。第2の容量電極35bは幅が0.6mmで長さが1.05mmの矩形状とした。第3の容量電極35cは幅が0.35mmで長さが1mmの矩形状とした。積層体10は幅が1.6mmで長さが2.5mmで厚みが0.9mmの直方体状とした。誘電体層11の比誘電率は18.7とした。

[0066] 図19、図20、図21はシミュレーション結果を示すグラフであり、横軸は周波数、縦軸は減衰量を表しており、バンドパスフィルタの通過特性（S21）および反射特性（S11）を示している。図19は実施の形態の第3の例のバンドパスフィルタの特性を示し、図20は実施の形態の第4の例のバンドパスフィルタの特性を示し、図21は実施の形態の第6の例のバンドパスフィルタの特性を示す。

[0067] 図19および図20に示すグラフによれば、どちらも広くて平坦な通過帯域を備えるとともに、通過帯域よりも低周波側に3つの減衰極が形成されて通過帯域よりも低周波側における減衰量が十分に確保された優れた通過特性が得られていることがわかる。なお、通過帯域に最も近い周波数にある減衰極は、第1～第3の共振器が全て容量結合し、第1および第2の共振器の共振周波数が等しく且つ第3の共振器の共振周波数よりも高く設定されていること

により生じる減衰極であり、それよりも低周波側の2つの減衰極は、図12に示す等価回路における、C40, C50, C60が付加されていることによって生じる減衰極である。また、図21に示すグラフによれば、2.3GHz~3GHz程度に渡る非常に広く平坦な通過帯域を有するとともに、通過帯域の低周波側近傍に減衰極が形成されて、通過帯域の低周波側近傍の減衰量が十分に確保された優れた通過特性が得られていることがわかる。これらの結果により、本発明の有効性が確認できた。

符号の説明

- [0068] 10 : 積層体
11 : 誘電体層
21 a, 21 b : 接地電極
31 a : 第1の共振電極
31 b : 第2の共振電極
31 c : 第3の共振電極
40 a : 第1の入出力結合電極
40 b : 第2の入出力結合電極
43 : 共振器結合電極
80 : 無線通信モジュール
81 : ベースバンド部
82 : RF部
84 : アンテナ
85 : 無線通信機器
821 : バンドパスフィルタ

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、
該積層体の上面および下面の少なくとも一方に配置された接地電極と、
、
前記積層体の同一または異なる層間に、相互に電磁界結合するように積層方向から見て横並びに順次配置された、それぞれ一方端が接地されて第1乃至第3の共振器を構成する帯状の第1乃至第3の共振電極と、
前記積層体の前記第1の共振電極が配置された層間とは異なる層間に、前記第1の共振電極と対向して電磁界結合するように配置された帯状の第1の入出力結合電極と、
前記積層体の前記第2の共振電極が配置された層間とは異なる層間に、前記第2の共振電極と対向して電磁界結合するように配置された帯状の第2の入出力結合電極と、
前記積層体の前記第1の共振電極が配置された層間および前記第3の共振電極が配置された層間とは異なる層間に配置された、前記第1の共振電極および前記第3の共振電極を電磁界結合する共振器結合電極とを備え、
前記第1および第2の共振器の共振周波数は互いに等しく且つ前記第3の共振器の共振周波数と異なる周波数に設定されており、
前記第1乃至第3の共振器を用いて通過帯域を構成することを特徴とするバンドパスフィルタ。

[請求項2]

前記第1乃至第3の共振電極は前記積層体の同一の層間に配置されていることを特徴とする請求項1に記載のバンドパスフィルタ。

[請求項3]

前記接地電極は前記積層体の下面に配置されており、
前記第1および第3の共振電極は前記積層体の第1の層間に間隔を開けて横並びに配置されており、
前記第2の共振電極は、前記積層体の前記第1の層間よりも上側に位

置する第2の層間に、積層方向から見て前記第1および第3の共振電極の間に位置するように配置されていることを特徴とする請求項1に記載のバンドパスフィルタ。

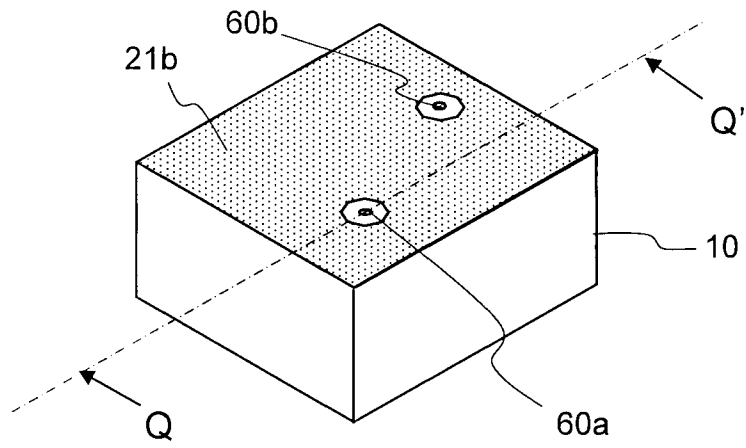
[請求項4] 前記第1乃至第3の共振電極は、積層方向から見てそれぞれの接地される側が互い違いになるように配置されており、前記第1の共振電極と前記第3の共振電極とは、前記共振器結合電極を介して主に容量性の電磁界結合をしており、前記第1および第2の共振器の共振周波数は前記第3の共振器の共振周波数よりも高く設定されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のバンドパスフィルタ。

[請求項5] 前記第1乃至第3の共振電極は、積層方向から見てそれぞれの接地される側が互い違いになるように配置されており、前記第1の共振電極と前記第3の共振電極とは、前記共振器結合電極を介して主に誘導性の電磁界結合をしており、前記第1および第2の共振器の共振周波数は前記第3の共振器の共振周波数よりも低く設定されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のバンドパスフィルタ。

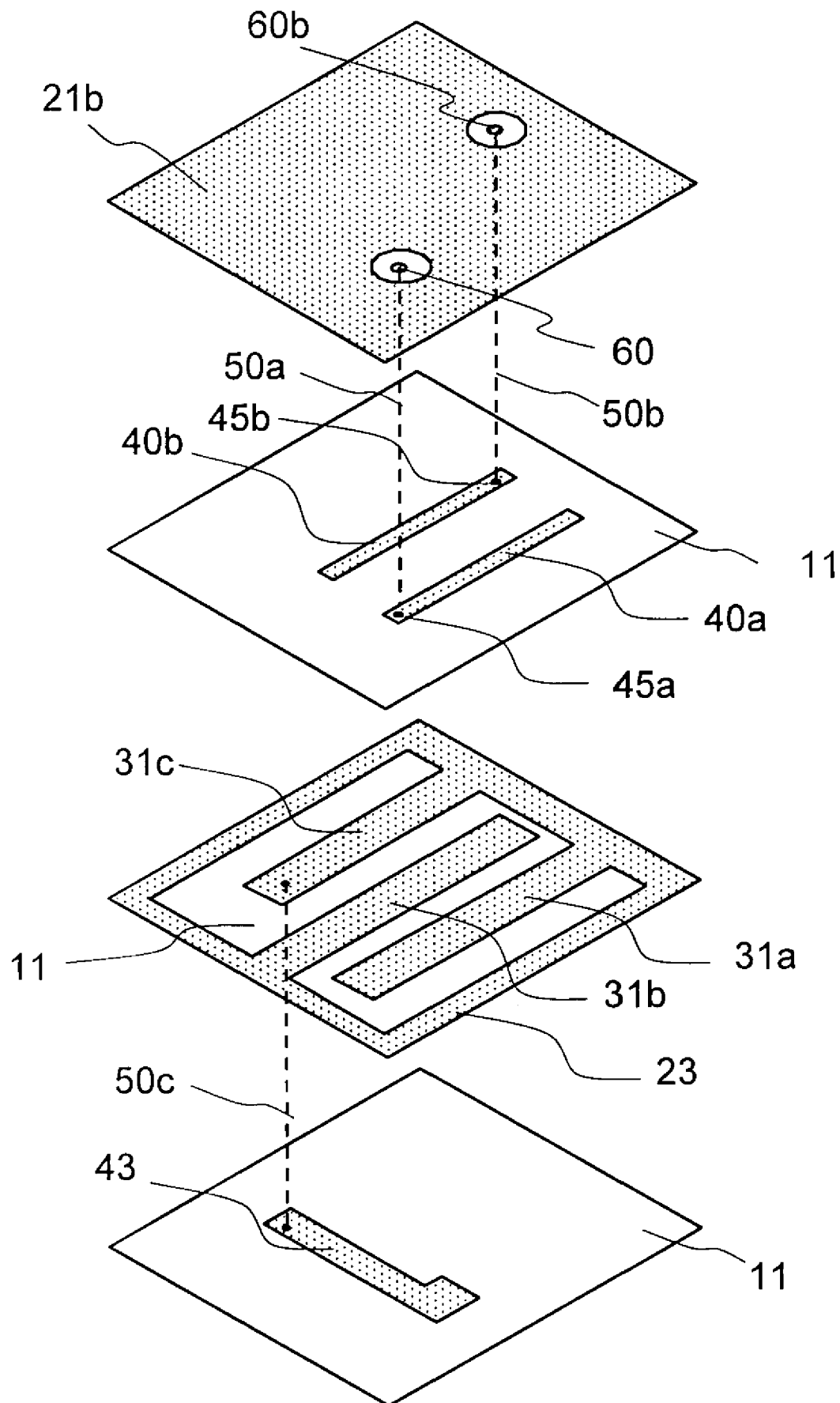
[請求項6] 請求項1乃至請求項5のいずれかに記載のバンドパスフィルタを含むRF部と、該RF部に接続されたベースバンド部とを備えることを特徴とする無線通信モジュール。

[請求項7] 請求項1乃至請求項5のいずれかに記載のバンドパスフィルタを含むRF部と、該RF部に接続されたベースバンド部と、前記RF部に接続されたアンテナとを備えることを特徴とする無線通信機器。

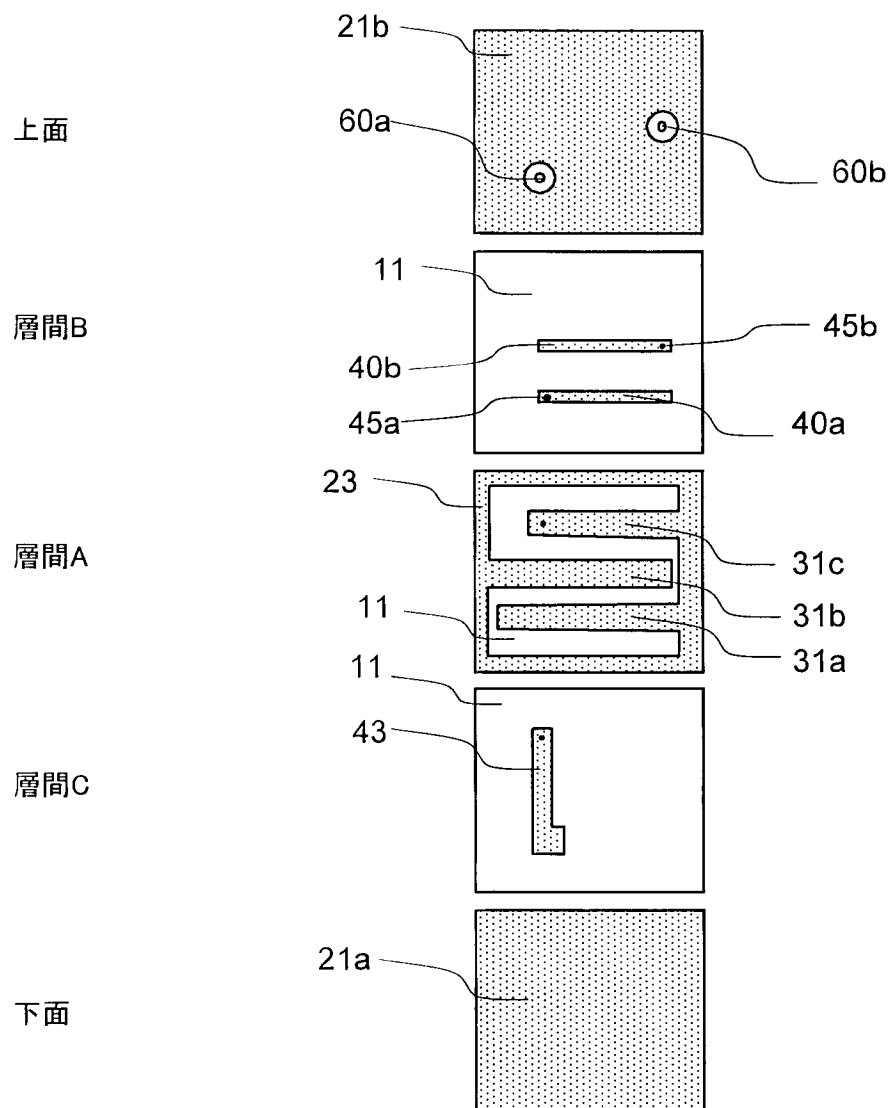
[図1]



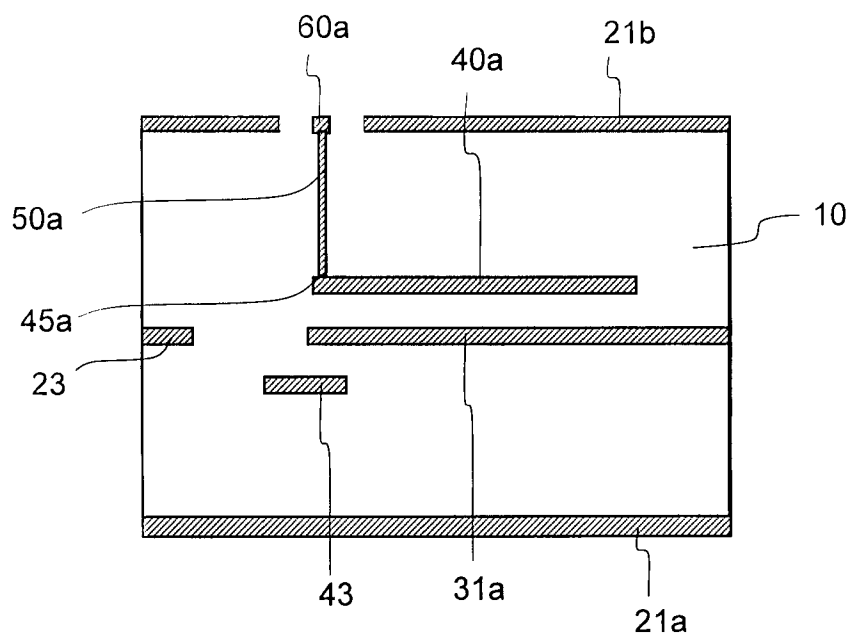
[図2]



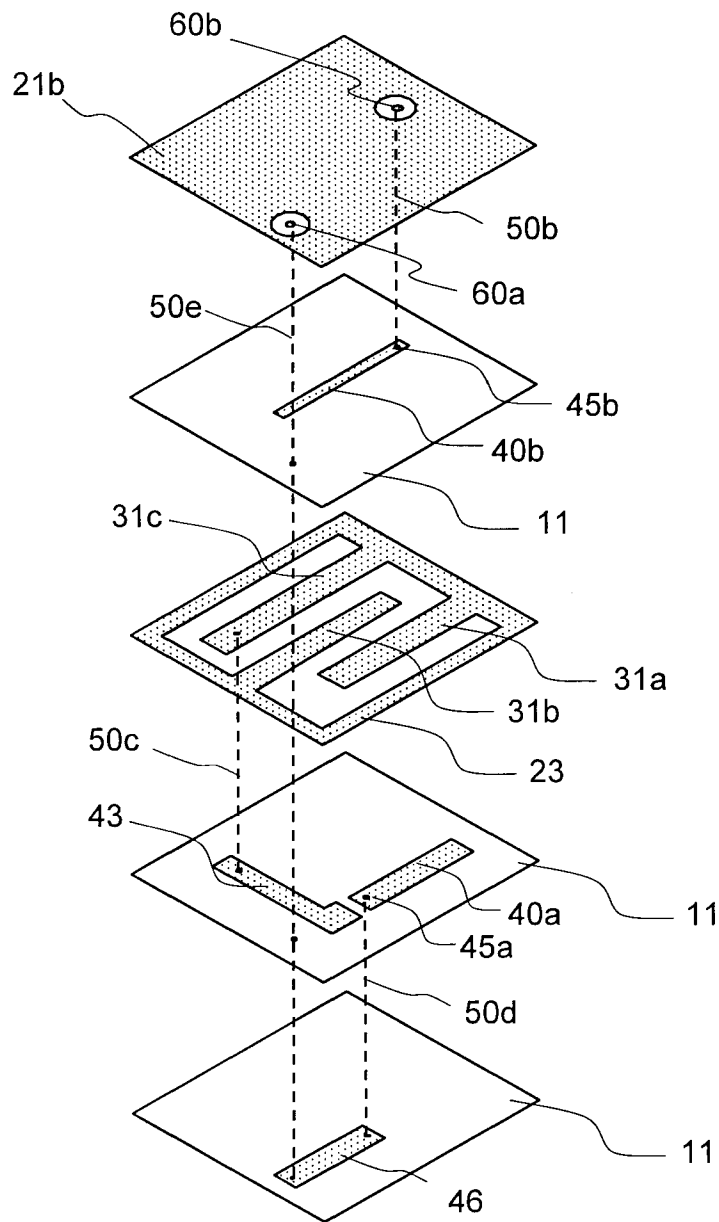
[図3]



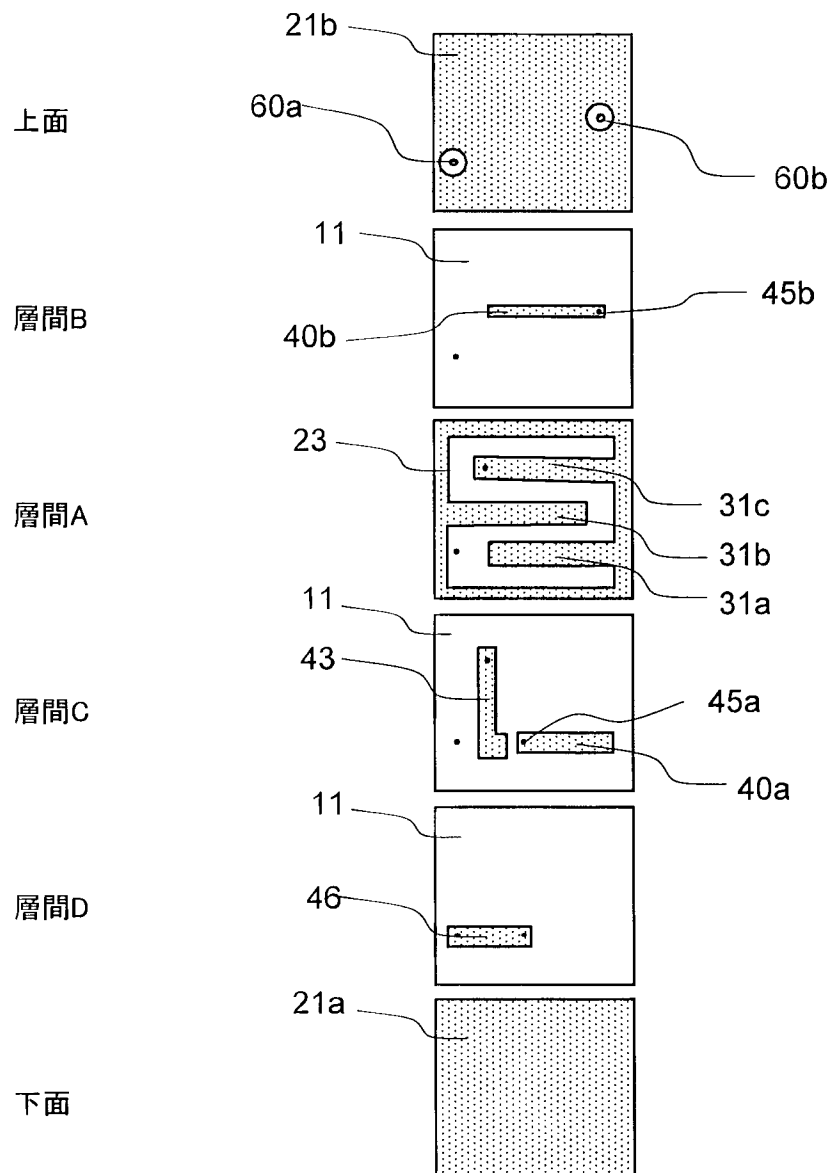
[図4]



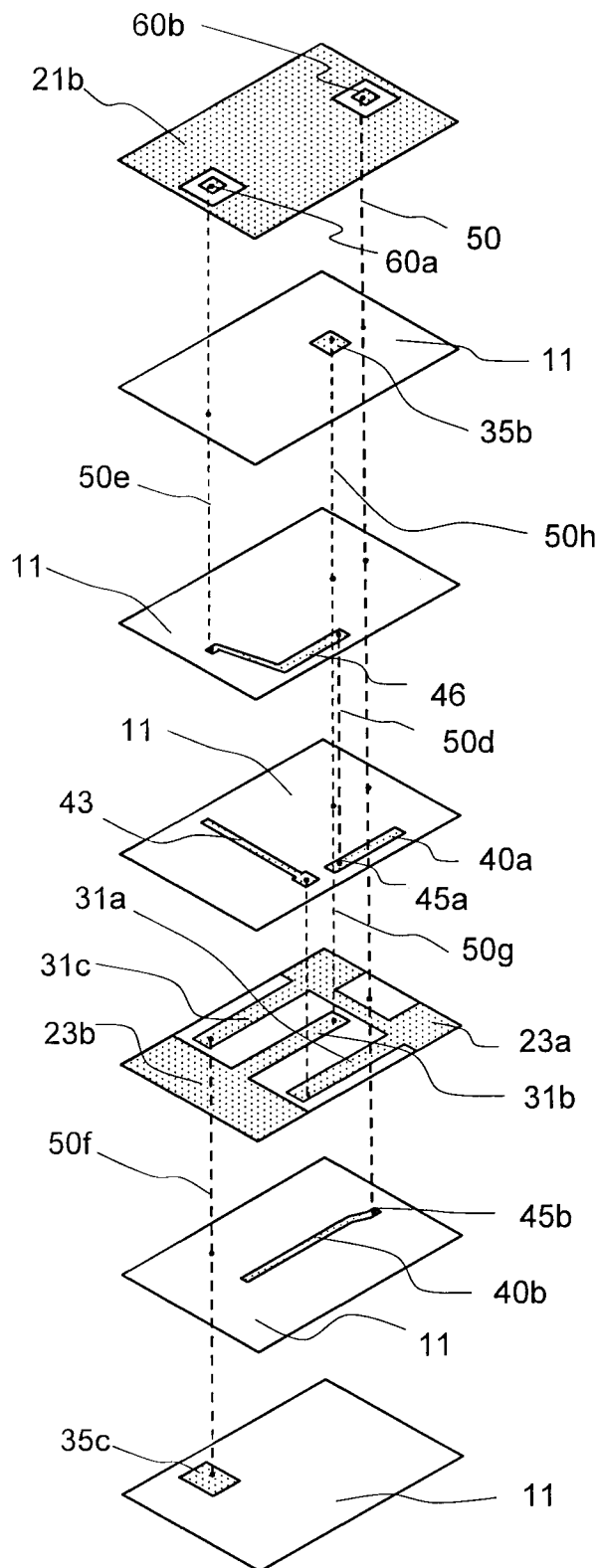
[図5]



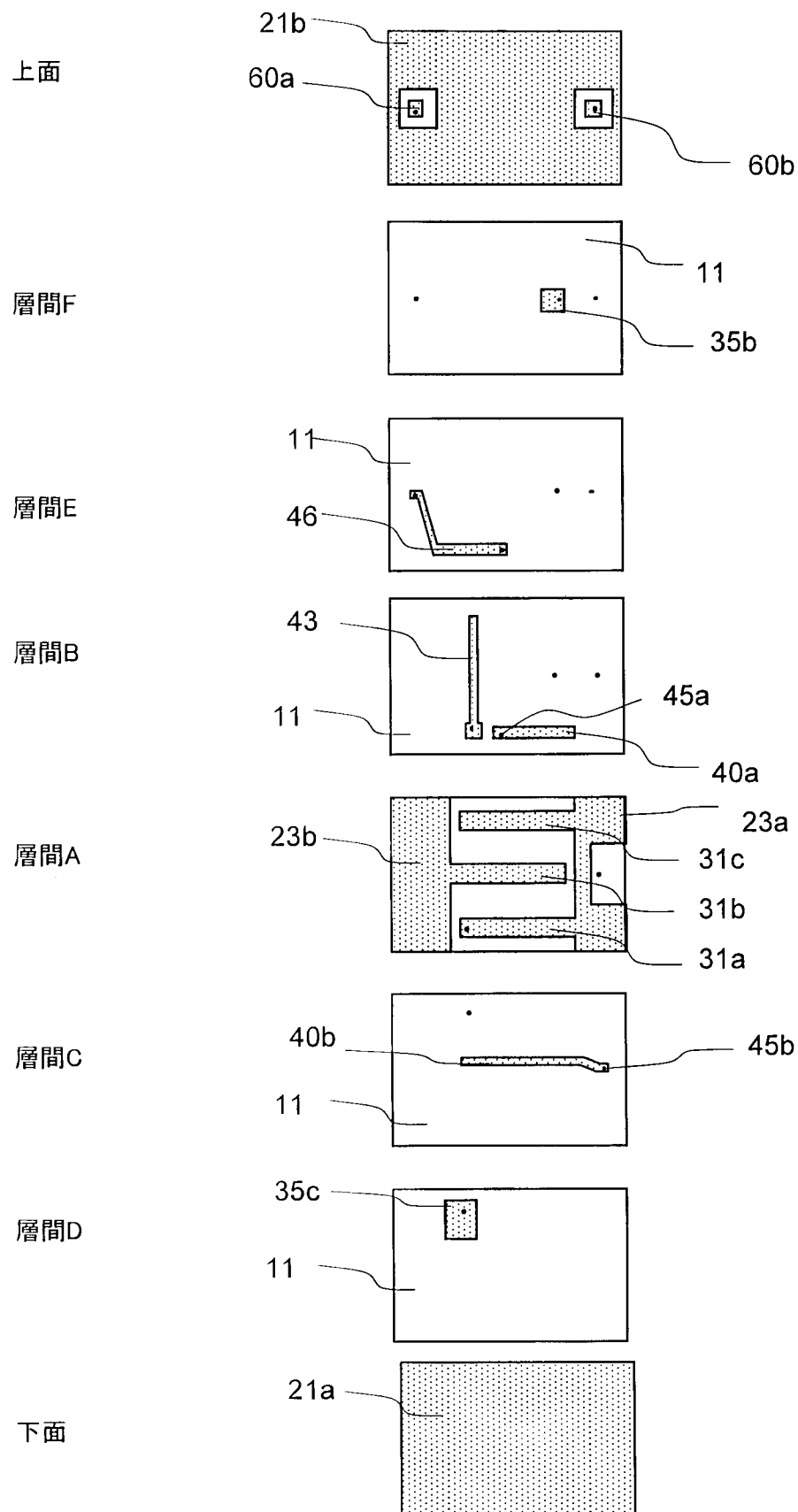
[図6]



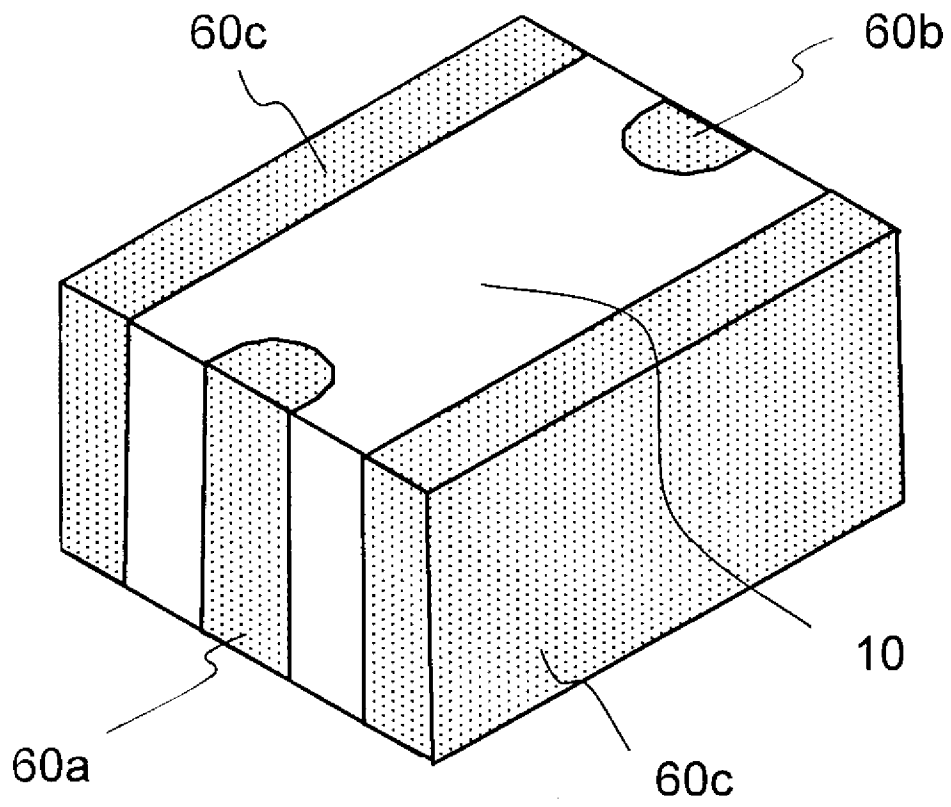
[図7]



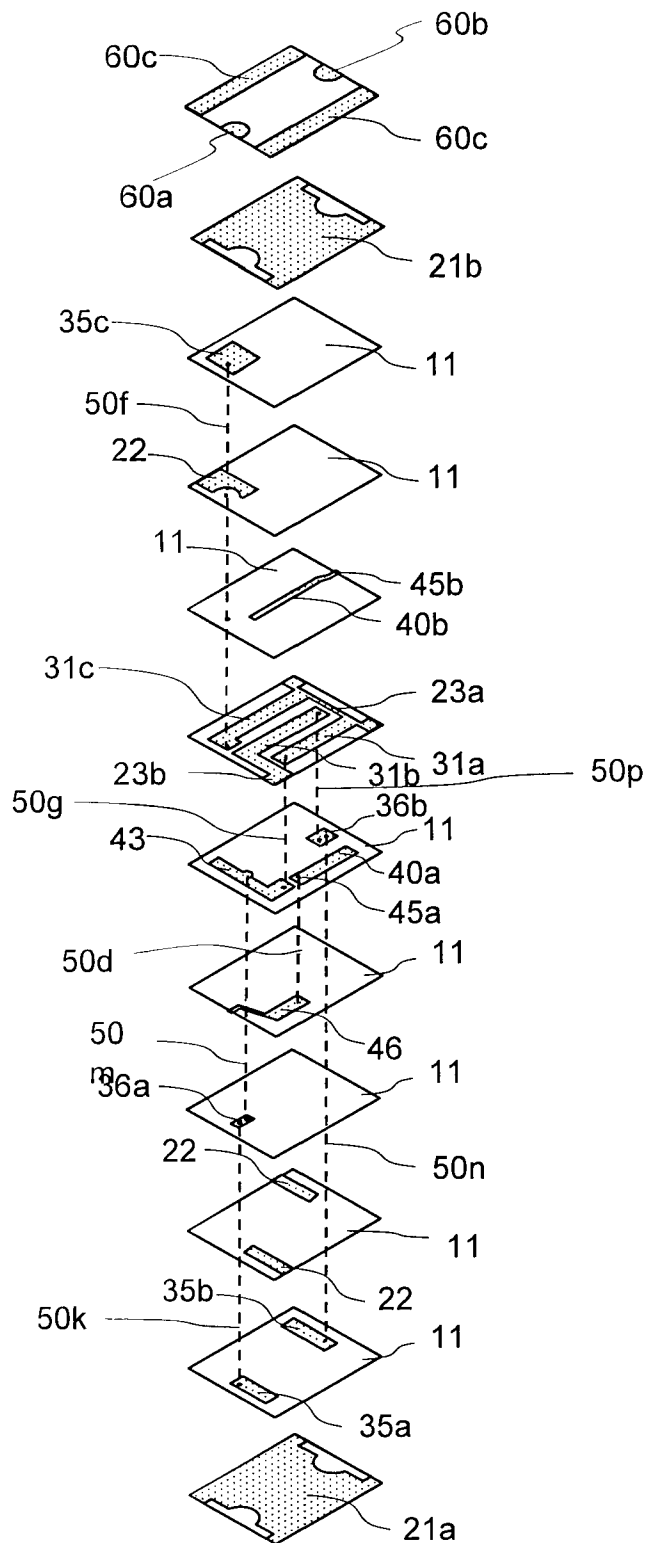
[図8]



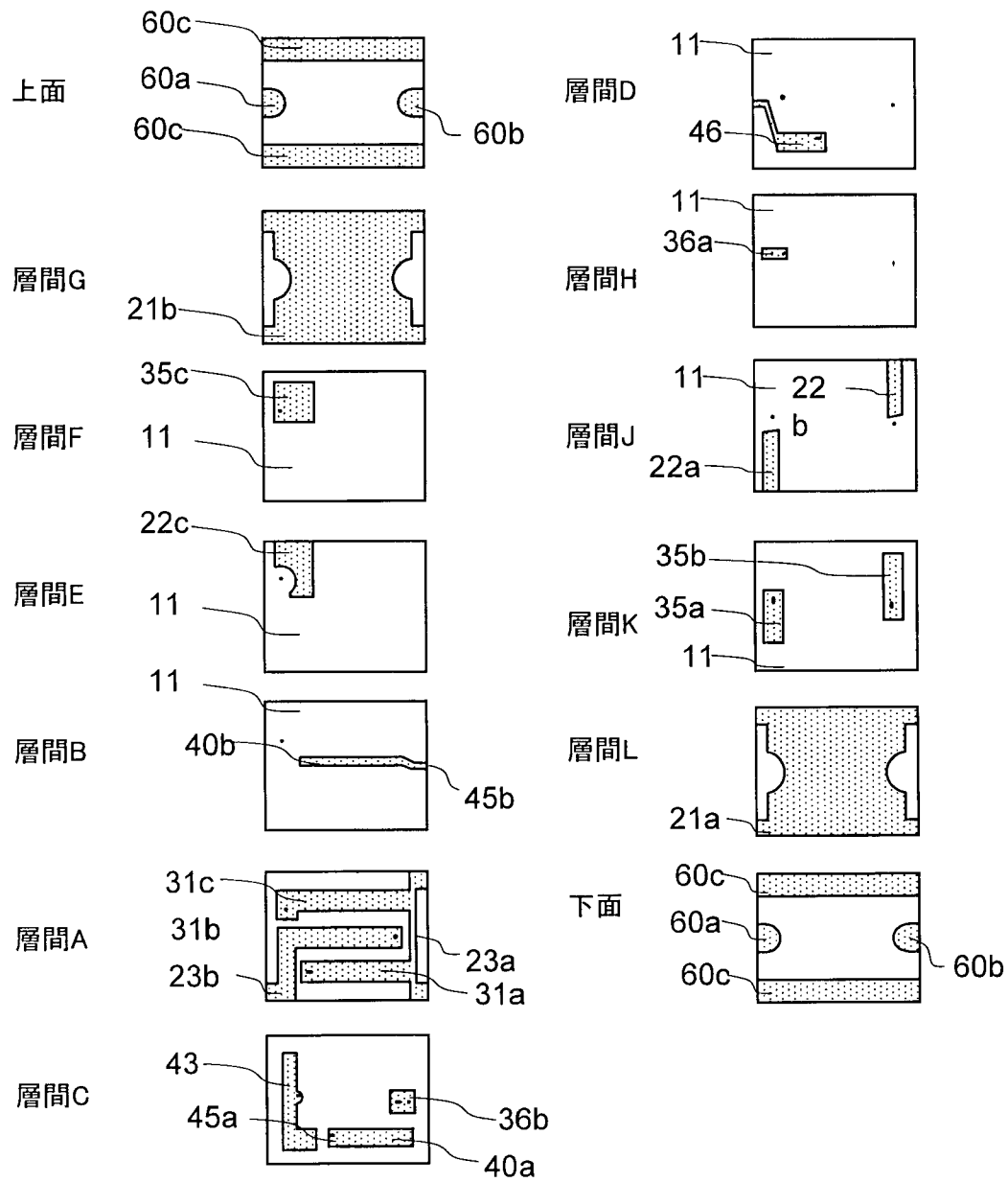
[図9]

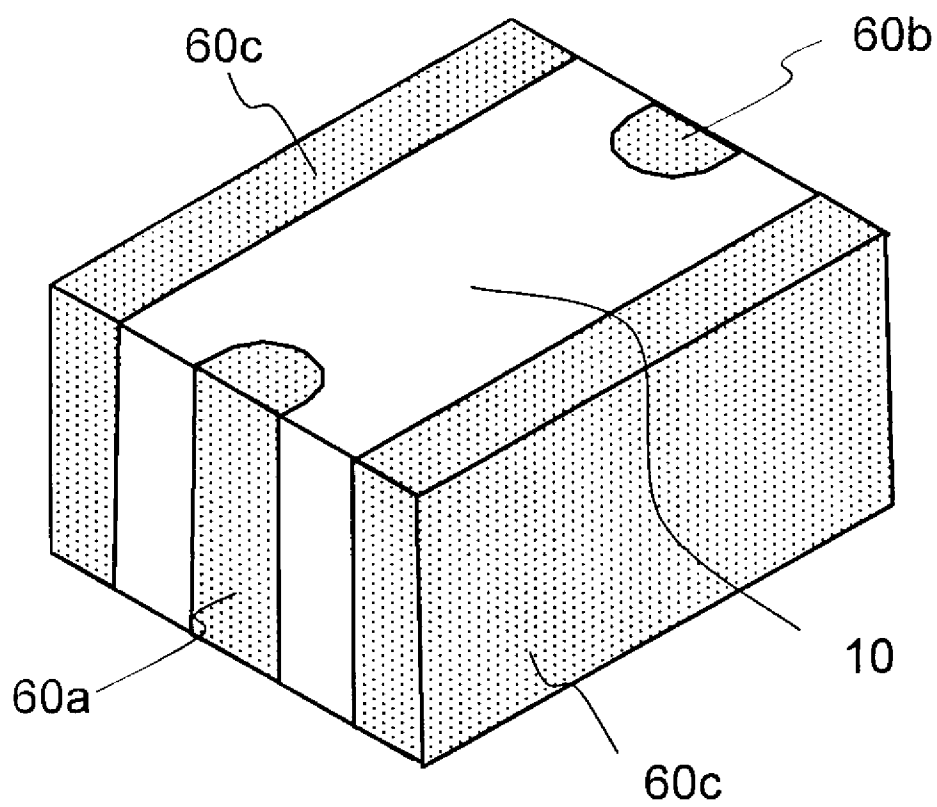
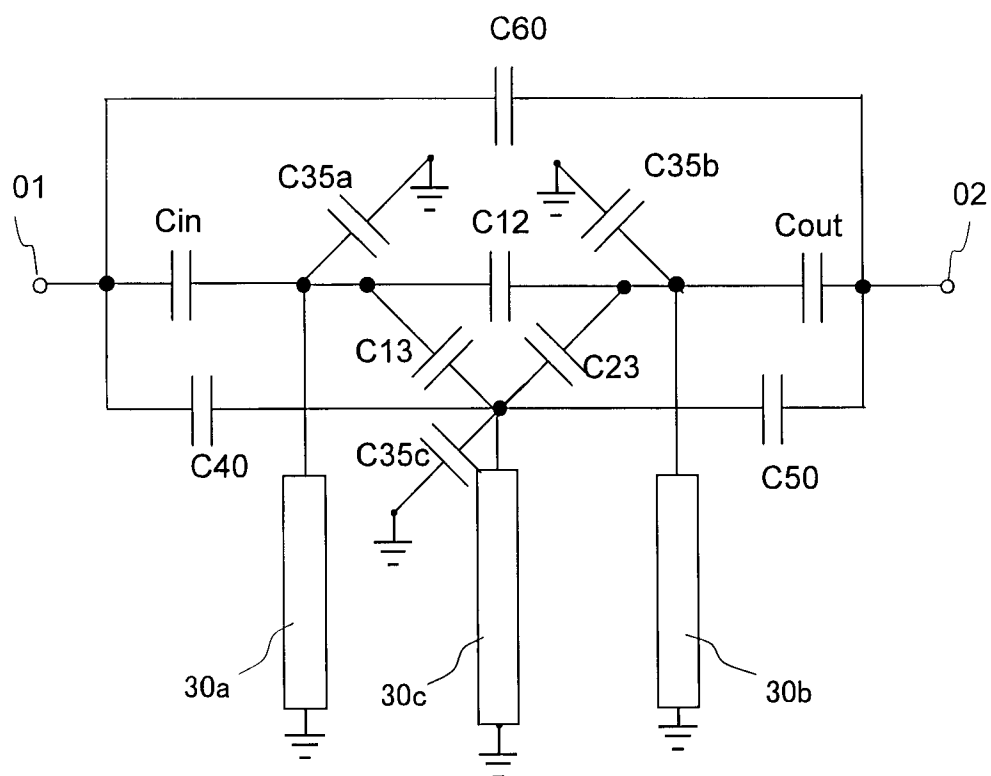


[図10]

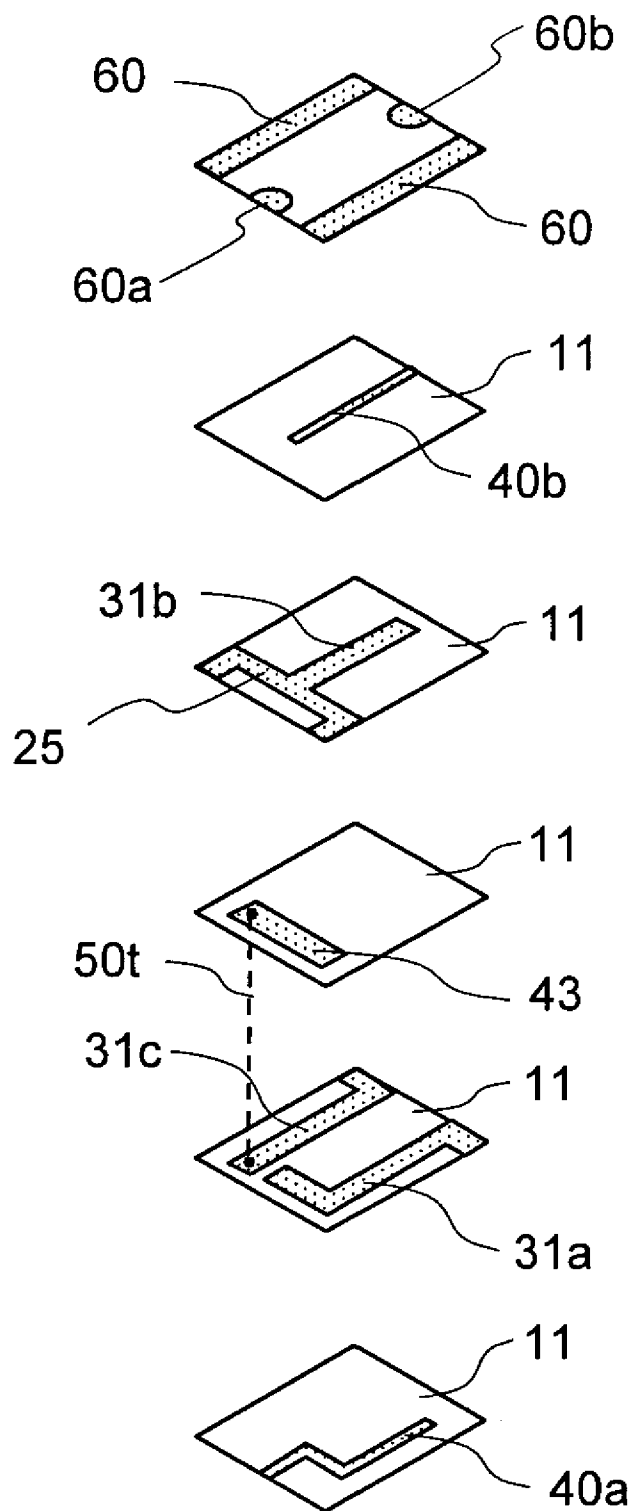


[図11]

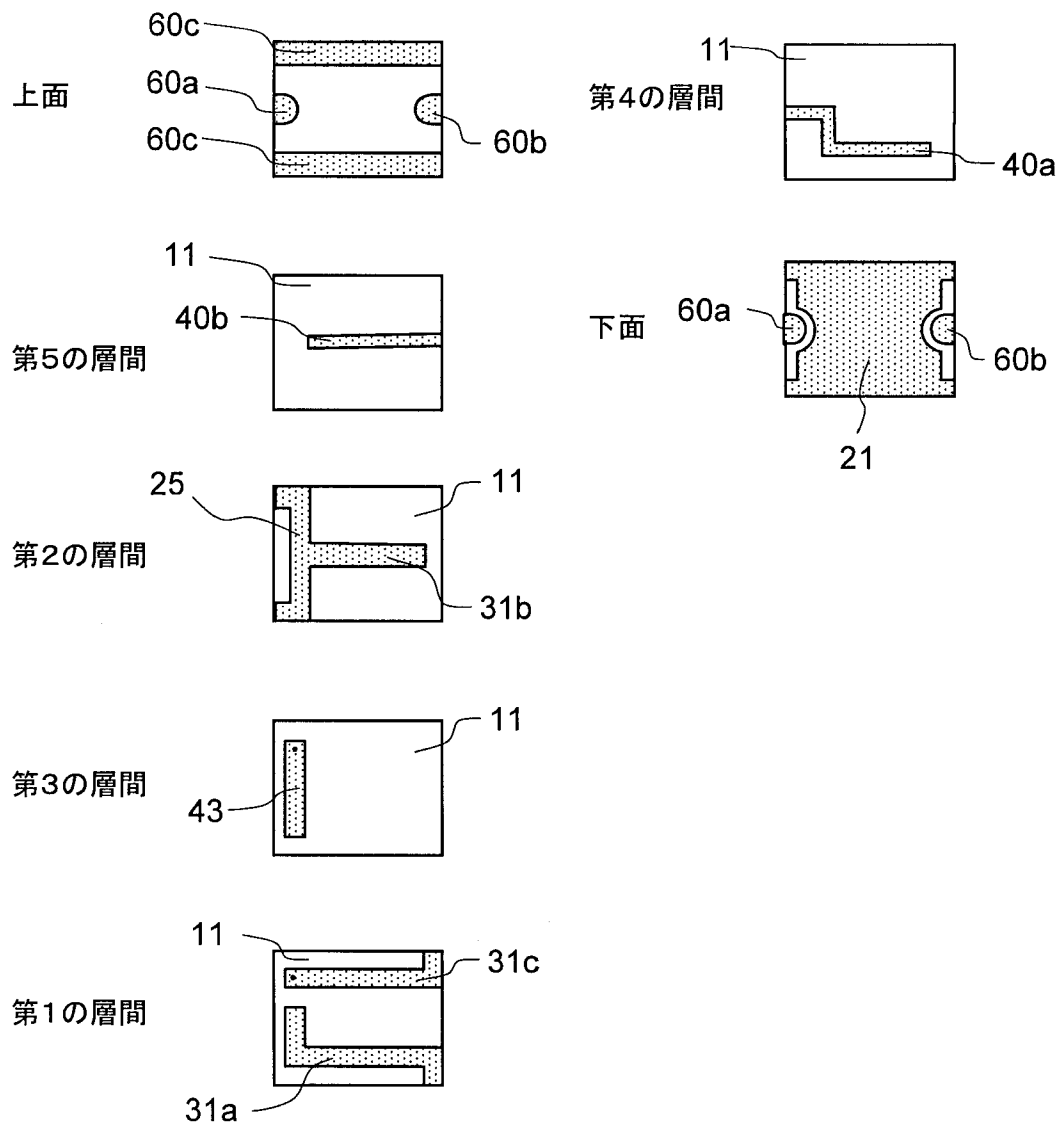




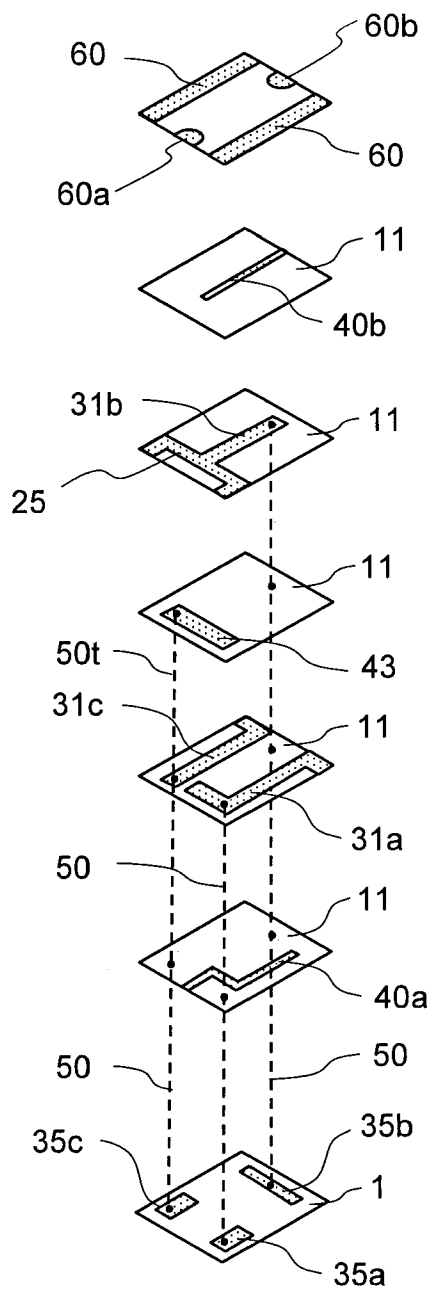
[図14]



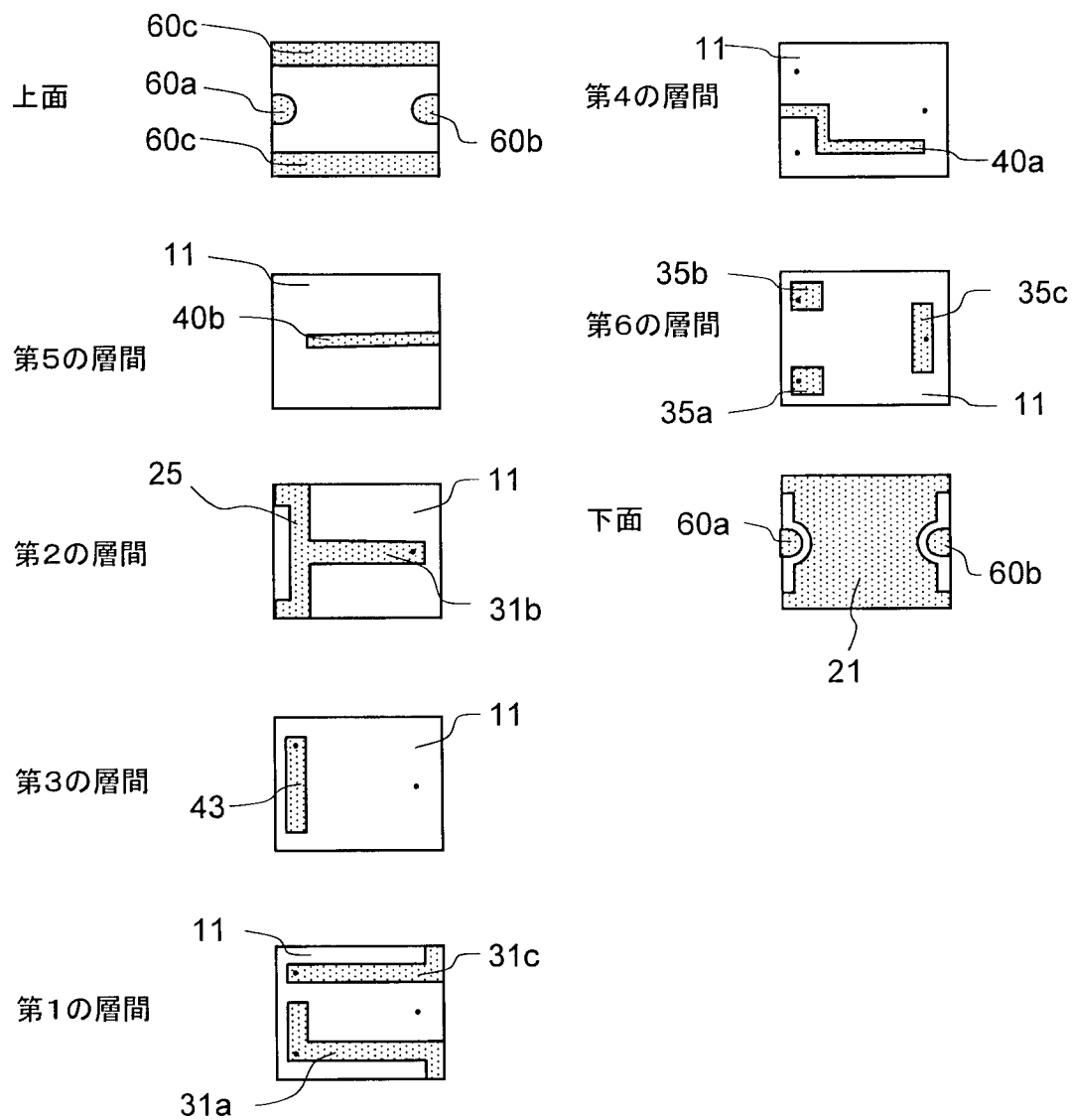
[図15]



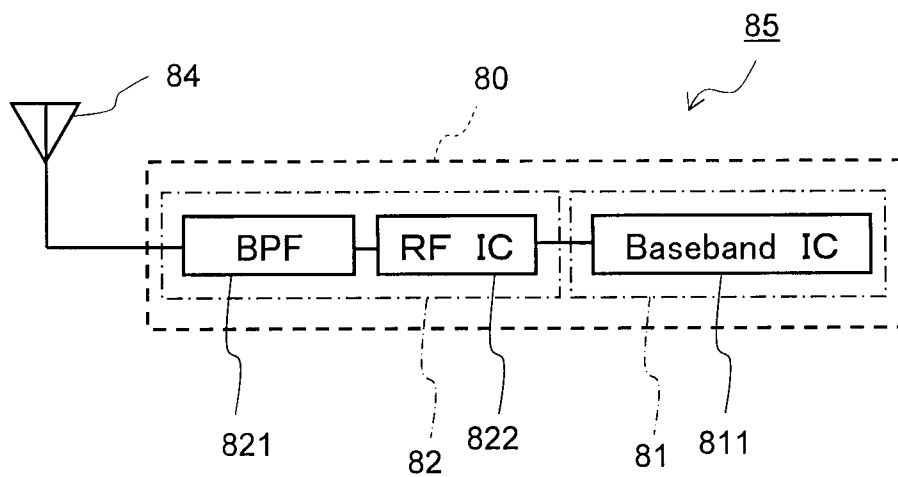
[図16]



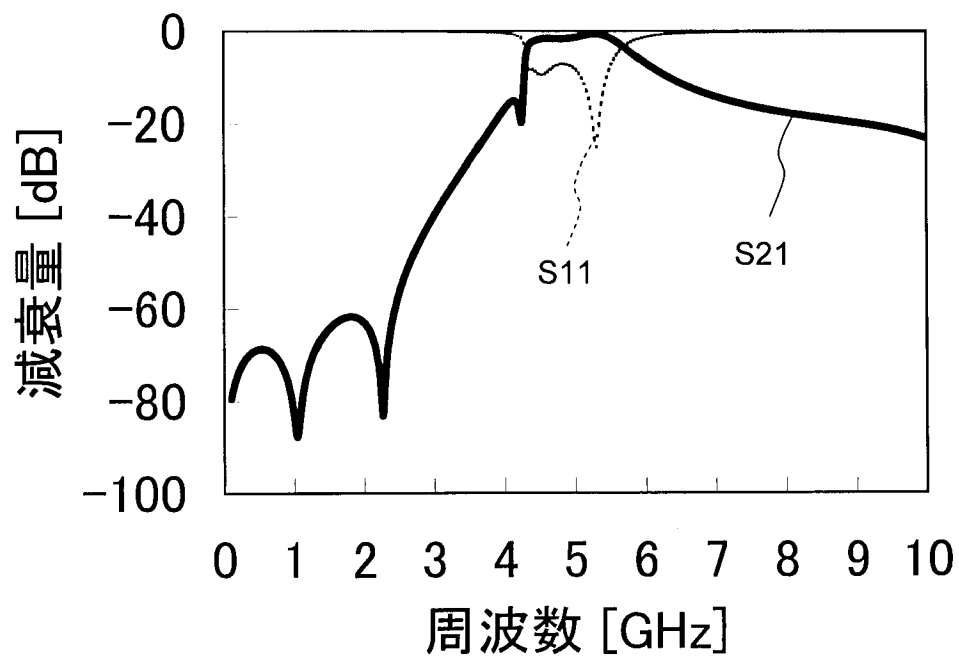
[図17]



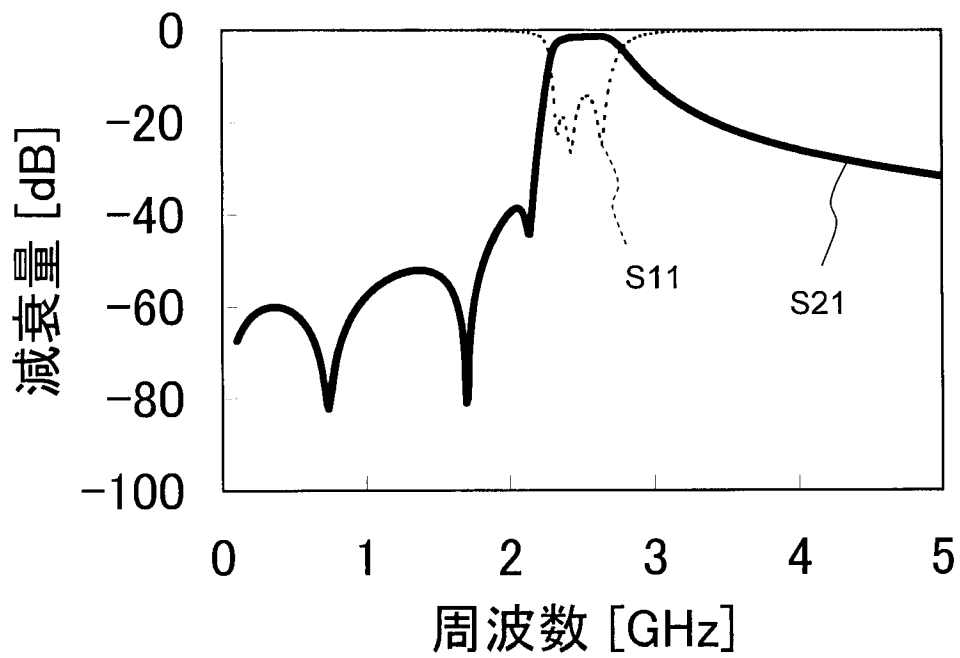
[図18]



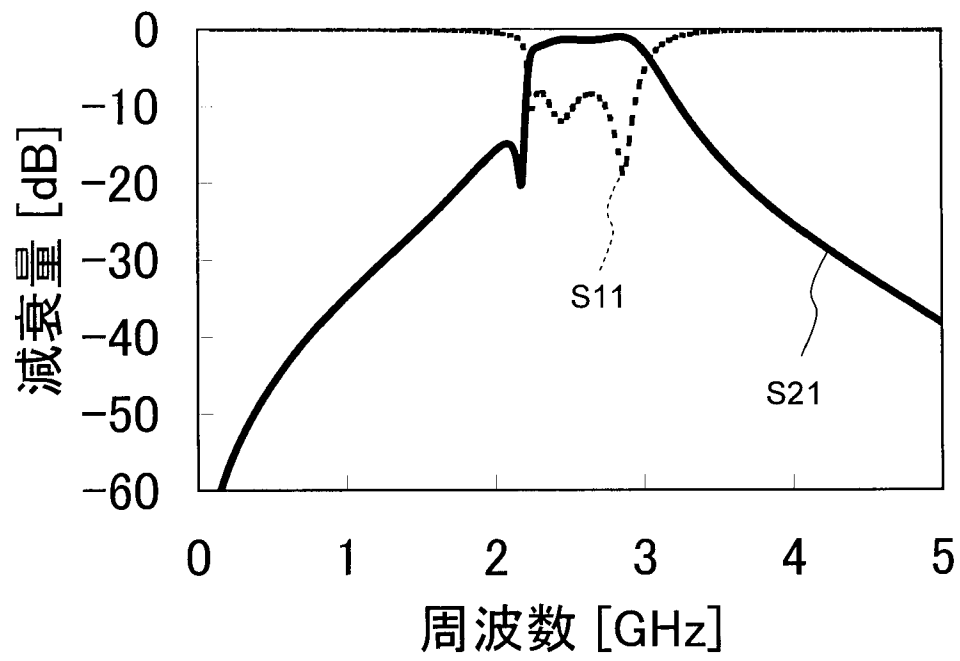
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/069792

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01P1/203(2006.01)i, H01P1/205(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)

H01P1/203, H01P1/205

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2006-166136 A (Koa Corp.), 22 June 2006 (22.06.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2008-271485 A (Kyocera Corp.), 06 November 2008 (06.11.2008), entire text; all drawings & US 2009/0140827 A & KR 10-2009-0016484 A	1-7
A	JP 2006-33614 A (TDK Corp.), 02 February 2006 (02.02.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

☒ 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
17 February, 2010 (17.02.10)

Date of mailing of the international search report
02 March, 2010 (02.03.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/069792

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-70201 A (Japan Radio Co., Ltd.), 12 March 1996 (12.03.1996), entire text; all drawings (Family: none)	3
P,A	JP 2009-105865 A (Kyocera Corp.), 14 May 2009 (14.05.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. H01P1/203 (2006.01)i, H01P1/205 (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. H01P1/203, H01P1/205

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 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 2006-166136 A（コア株式会社）2006.06.22, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2008-271485 A（京セラ株式会社）2008.11.06, 全文, 全図 & US 2009/0140827 A & KR 10-2009-0016484 A	1-7
A	JP 2006-33614 A（TDK株式会社）2006.02.02, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-7

☒ 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 7 . 0 2 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 2 . 0 3 . 2 0 1 0

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 8

5 T

9 1 8 3

C (続き) . 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 8-70201 A (日本無線株式会社) 1996.03.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3
P, A	JP 2009-105865 A (京セラ株式会社) 2009.05.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7