

(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2009-246560

(P2009-246560A)

(43) 公開日 平成21年10月22日(2009.10.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 Q 1/52 (2006.01)	H O 1 Q 1/52	5 J O 2 1
H O 1 Q 21/28 (2006.01)	H O 1 Q 21/28	5 J O 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-88781 (P2008-88781)	(71) 出願人	000004547
(22) 出願日	平成20年3月28日 (2008.3.28)		
		(74) 代理人	日本特殊陶業株式会社 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	青山 恵哉 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	大鷹 直樹 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	佐藤 学 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

最終頁に続く

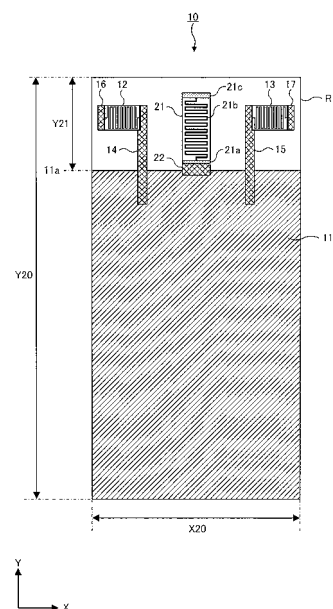
(54) 【発明の名称】 アンテナ装置及びそれを備えた無線通信装置

(57) 【要約】

【課題】 2つのアンテナ素子同士の良好なアイソレーション特性を確保しつつ、サイズを縮小して小型化に適したアンテナ装置等を提供する。

【解決手段】 本発明のアンテナ装置は、表面に接地導体パターン11が形成された基板10と、基板10の表面のうち接地導体パターン11が形成されない実装領域R1において互いに離間して実装された少なくとも2つのアンテナ素子12、13と、実装領域R1において2つのアンテナ素子12、13に挟まれた位置に実装され基端が接地導体パターン11と電気的に接続されるアイソレーション素子21とを備えて構成される。アイソレーション素子21は、複数の屈曲部により連結される線状導体を含んで構成され、これにより実装領域R1のY方向の長さY21を縮小することができる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

表面に接地導体パターンが形成された基板と、
前記基板の表面のうち前記接地導体パターンが形成されない実装領域において、互いに離間して実装された少なくとも 2 つのアンテナ素子と、
前記実装領域において、隣接する前記 2 つのアンテナ素子に挟まれた位置に実装され、基端が前記接地導体パターンと電氣的に接続されるアイソレーション素子と、
を備え、
前記アイソレーション素子は、複数の屈曲部により連結される線状導体を含んで構成されることを特徴とするアンテナ装置。

10

【請求項 2】

前記アイソレーション素子は、ミアンダ状の前記線状導体を含んで構成されることを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 3】

前記ミアンダ状の線状導体の線幅、間隔、線長は、使用周波数帯域に対して共振の極を有するように設定されることを特徴とする請求項 2 に記載のアンテナ装置。

【請求項 4】

前記線状導体は、前記接地導体パターンの一端から突出するパターン部分により形成されることを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 5】

前記アイソレーション素子は、誘電体基板の内層に、前記線状導体に対応する導体パターンを形成した構造を有することを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

20

【請求項 6】

前記誘電体基板はセラミック基板であり、前記基板の誘電率より高い誘電率を有することを特徴とする請求項 5 に記載のアンテナ装置。

【請求項 7】

前記線状導体に対応する前記導体パターンの基端が、前記誘電体基板の側面電極を介して前記接地導体パターンと電氣的に接続されることを特徴とする請求項 5 に記載のアンテナ装置。

【請求項 8】

前記アイソレーション素子及び前記 2 つのアンテナ素子は、共通の構造を有する前記誘電体基板を用いて形成されることを特徴とする請求項 5 に記載のアンテナ装置。

30

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれかに記載のアンテナ装置を備えた無線通信装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数のアンテナ素子を備えたアンテナ装置に関し、特に、基板の実装領域において 2 つのアンテナ素子の間にアイソレーション素子を実装したアンテナ装置に関するものである。

40

【背景技術】**【0002】**

近年、携帯用途の無線通信装置においては、ダイバシティ受信や MIMO (multiple-input multiple-output) 技術に対応するため、複数のアンテナ素子を備えた構成が増えている。このような無線通信装置において、隣接する 2 つのアンテナ素子の間の干渉を避けるには、両者の距離を離して配置することが望ましい。しかし、無線通信装置の小型化の要請から、隣接する 2 つのアンテナ素子が基板上で比較的近い距離を置いて配置される結果、両者の間の干渉によるアンテナ特性の劣化が問題となる。その対策として、基板上で隣接する 2 つのアンテナ素子の間に、接地導体パターンに接続されるアイソレーション素

50

子を設け、アンテナ素子同士の十分なアイソレーションを確保し得る構成が提案されている（例えば、特許文献 1、2 参照）。

【0003】

図 12 は、上記従来のアイソレーション素子を採用した構成例を示している。図 12 において、無線通信装置の基板 100 の表面に接地導体パターン 101 が形成されるとともに、接地導体パターン 101 の一端の位置 101a から基板 100 の先端位置に至る実装領域 R0 に、2 つのアンテナ素子 102、103 が実装されている。それぞれのアンテナ素子 102、103 の基端側は、給電ライン 104、105 に接続され、給電ライン 104、105 のそれぞれ他端が無線回路の給電点（不図示）に接続されている。実装領域 R0 において、2 つのアンテナ素子 102、103 の間には、基端側が接地導体パターン 101 に接続されたアイソレーション素子 106 が実装されている。

10

【0004】

図 12 の下部に示すように、便宜上、X 方向及び Y 方向を定めるものとする。この場合、アイソレーション素子 106 は、基端側が接地導体パターン 101 に接続された Y 方向の長さ Y_a の直線状導体の先端に、X 方向の長さ X_a の直線状導体を連結した T 字型の形状を有している。T 字型のアイソレーション素子 106 による十分なアイソレーション特性を確保するには、接地導体パターン 101 に接続される基端部から X 方向の直線状導体の先端部に至るトータルの線長を、使用周波数帯域の波長の 1/4 程度に調整する必要がある。また、アイソレーション素子 106 とアンテナ素子 102、103 の間が近接するとアイソレーション特性が劣化するので、ある程度間隔を置いて配置することが望ましい。

20

【特許文献 1】特開 2006 - 74446 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 108830 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、図 12 において、一般的なガラスエポキシからなる基板 100 を用いてアイソレーション素子 106 の線長を波長の 1/4 程度に調整する場合、アイソレーション素子 106 の配置スペースが広く必要になる。使用周波数帯域として無線 LAN 等において一般的な 2.4 GHz を想定した場合、例えば、X_a = 10 mm、Y_a = 14 mm 程度のサイズに調整される。アンテナ素子 102、103 として小型のチップアンテナ等を採用したとしても、アイソレーション素子 106 の配置スペースの分だけ実装領域 R0 の面積を大きくしなければならず、アンテナ装置の小型化に支障を来すことが問題であった。

30

【0006】

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、隣接する 2 つのアンテナ素子同士の良好なアイソレーション特性を確保しつつ、配置スペースを縮小して小型化に適したアンテナ装置及びそれを備えた無線通信装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

40

【0007】

上記課題を解決するために、本発明のアンテナ装置は、表面に接地導体パターンが形成された基板と、前記基板の表面のうち前記接地導体パターンが形成されない実装領域において、互いに離間して実装された少なくとも 2 つのアンテナ素子と、前記実装領域において、隣接する前記 2 つのアンテナ素子に挟まれた位置に実装され、基端が前記接地導体パターンと電氣的に接続されるアイソレーション素子とを備え、前記アイソレーション素子は、複数の屈曲部により連結される線状導体を含んで構成される。

【0008】

本発明のアンテナ装置によれば、基板表面の実装領域には 2 つのアンテナ素子が配置されるとともに、その間の位置に、接地導体パターンと電氣的に接続されるアイソレーショ

50

ン素子が配置される。このアイソレーション素子は、複数の屈曲部により連結される線状導体を含んで構成されるので、アイソレーション素子自体の全長を大きくすることなく、波長に適合した長い線長を構成可能となる。よって、良好なアイソレーション特性を確保しつつ、アイソレーション素子のサイズが小さくなる分だけ実装領域を小さくすることができるので、アンテナ装置全体を小型に構成可能となる。

【0009】

本発明において、前記アイソレーション素子は、ミアンダ状の前記線状導体を含んで構成してもよい。この場合、前記ミアンダ状の線状導体の線幅、間隔、線長は、使用周波数帯域に対して共振の極を有するように設定してもよい。

【0010】

本発明において、前記線状導体は、前記接地導体パターン的一端から突出するパターン部分により形成してもよい。

【0011】

本発明において、前記アイソレーション素子は、誘電体基板の内層に前記線状導体に対応する導体パターンを形成した構造を持たせてもよい。

【0012】

本発明において、前記誘電体基板はセラミック基板とし、前記基板の誘電率より高い誘電率を持たせてもよい。

【0013】

本発明において、前記線状導体に対応する前記導体パターンの基端を、前記誘電体基板の側面電極を介して前記接地導体パターンと電氣的に接続してもよい。

【0014】

本発明において、前記アイソレーション素子及び前記2つのアンテナ素子を、共通の構造を有する前記誘電体基板を用いて形成してもよい。

【0015】

上記課題を解決するために、本発明の無線通信装置は、上述したいずれかのアンテナ装置を備えて構成される。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、2つのアンテナ素子の間に位置するアイソレーション素子は、複数の屈曲部により連結される線状導体（例えば、ミアンダ状の線状導体）を含んで構成されるので、アイソレーション素子の全長を長くすることなく、線状導体の線長を長くして使用周波数帯域に適合するアイソレーション特性を得ることができる。従って、従来のT字型のアイソレーション素子を用いる際に波長オーダーの寸法設計が求められるのに比べ、小さい寸法でアイソレーション素子を構成できるので、実装領域を縮小してアンテナ装置の小型化を実現することができる。また、アイソレーション素子を別体の誘電体基板を用いて形成すれば、波長短縮効果により一層アイソレーション素子の寸法を小さくし、アンテナ装置の小型化に適した構成を実現することができる。一方、アイソレーション素子の線状導体の寸法を適切に設定すれば、使用周波数帯域で共振ピークを持たせることができ、アンテナ装置のアイソレーション特性の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

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、携帯用途の無線通信装置に搭載されるアンテナ装置に対して本発明を適用した2つの実施形態を説明する。

【0018】

[第1実施形態]

図1は、第1実施形態のアンテナ装置の概略構成を示す図である。図1においては、無線通信装置の無線回路が構成された基板10が示されている。基板10としては、例えばガラスエポキシ基板が用いられる。基板10の表面には、接地電位に接続される接地導体パターン11が形成され、接地導体パターン11の一端の位置11aから基板10の先端

10

20

30

40

50

位置までが実装領域 R 1 となっている。図 1 の下部に示すように、便宜上、X 方向及び Y 方向を定めるものとする。この場合、基板 1 0 は、X 方向の長さ X 1 0 と Y 方向の長さ Y 1 0 との矩形に形成され、上部の実装領域 R 1 は、基板 1 0 と同様の X 方向の長さ X 1 0 と、位置 1 1 a から上部の Y 方向の長さ Y 1 1 の矩形となっている。

【0019】

実装領域 R 1 には、2 つのアンテナ素子 1 2、1 3 が実装されている。これらのアンテナ素子 1 2、1 3 はミアンダ状の導体パターンが形成されたチップアンテナであり、同様の構造で対称的な配置となっている。それぞれのアンテナ素子 1 2、1 3 は、基端部が給電ライン 1 4、1 5 に接続され、給電ライン 1 4、1 5 の接地導体パターン 1 1 側に設けられた給電点（不図示）が無線回路に接続されている。また、アンテナ素子 1 2、1 3 の先端部は、それぞれ実装領域 R 1 に設けられたランド 1 6、1 7 に接続されている。アンテナ素子 1 2、1 3 には、例えば、多層のセラミック基板が用いられ、その内層にミアンダ状の導体パターンが形成される。

10

【0020】

アイソレーション素子 2 0 は、実装領域 R 1 の中央部において 2 つのアンテナ素子 1 2、1 3 に挟まれた位置に配置され、基端側が接地導体パターン 1 1 に接続される導体パターンである。アイソレーション素子 2 0 は、接地導体パターン 1 1 の位置 1 1 a の中央付近から突出する基端部 2 0 a と、基端部 2 0 a に接続される線状導体部 2 0 b と、線状導体部 2 0 b の先端に接続される先端部 2 0 c が連結されて構成される。このうち、線状導体部 2 0 b は、ミアンダ状の線状導体に形成され、使用周波数帯域に共振可能な線長を有する。アイソレーション素子 2 0 は、使用周波数帯域において 2 つのアンテナ素子 1 2、1 3 の間のアイソレーションを確保する役割を担う。

20

【0021】

図 2 は、アイソレーション素子 2 0 の詳細な構成を示す平面図である。アイソレーション素子 2 0 は、X 方向の全幅 X 1 2 と Y 方向の全長 Y 1 2 の範囲に形成される。Y 方向において、アイソレーション素子 2 0 のミアンダ状の線状導体部 2 0 b の両端には、長さ Y 1 3 の基端部 2 0 a と長さ Y 1 4 の先端部 2 0 c がそれぞれ接続されている。線状導体部 2 0 b は、多数の屈曲部により連結される線状導体が線幅 L 1 及び間隔 S 1 で配置される構造を有する。線状導体部 2 0 b において、基端部 2 0 a との連結点から先端部 2 0 c との連結点までのトータルの線長は、全長 Y 1 2 に比べて十分長く設定される。線幅 L 1 及び間隔 S 1 を小さく設定すると、線状導体部 2 0 b のトータルの線長が長くなるが、隣接する線状導体が極端に近接する場合の高周波特性の劣化を考慮して、適切な線幅 L 1 及び間隔 S 1 を設定することが望ましい。

30

【0022】

図 3 は、第 1 実施形態のアンテナ装置の S パラメータを示している。図 3 においては、アンテナ素子 1 2、1 3 の反射特性に対応する S パラメータ S 1 1 と、アンテナ素子 1 2、1 3 の間のアイソレーション特性に対応する S パラメータ S 2 1 に関し、周波数 1 ~ 4 GHz の範囲における変化をプロットしている。ここでは、2 ~ 4 GHz の使用周波数帯域を想定するとともに、アイソレーション素子 2 0 の寸法のパラメータとして、X 1 2 = 3 mm、Y 1 2 = 10.65 mm、Y 1 3 = 1.35 mm、Y 1 4 = 0.7 mm、L 1 = S 1 = 0.22 mm に設定されるものとする。

40

【0023】

図 3 に示すように、使用周波数帯域の 2 ~ 4 GHz においては、S 1 1、S 2 1 のそれぞれのピークが生じ、値 m 1、m 2 が得られる。このうち、S 2 1 に関しては、主にミアンダ状の線状導体 2 0 b の線長に応じて発生する共振の極に基づき、2 ~ 4 GHz の付近で -25 ~ -30 dB 程度のアイソレーションを確保することができる。アイソレーションが -25 ~ -30 程度確保されていれば、2 つのアンテナ素子 1 2、1 3 の間の結合を抑制することができ、良好なアンテナ特性を保つことができる。

【0024】

以上のように第 1 実施形態においては、接地導体パターン 1 1 と同電位に保たれるアイ

50

ソレーション素子 20 を設けたことにより、隣接する 2 つのアンテナ素子 12、13 の間の電磁波の結合を抑制してアイソレーション特性の向上を図ることができる。この場合、線状導体部 20b の線長を適切に調整することにより、使用周波数帯域の波長 に対して適切に共振を生じさせ、使用周波数帯域でピークを持つアイソレーション特性を実現することができる。ここで、アイソレーション素子 20 の全長 Y_{12} に比べて、ミアンダ状の線状導体部 20b の線長を長く設定することができるので、波長 に対して全長 Y_{12} を十分に短縮することができる。従って、従来の T 字型のアイソレーション素子を実装する場合に比べ、相対的に全長 Y_{12} を小さくできる分だけ実装領域 R1 のサイズを縮小することができる。

【0025】

なお、第 1 実施形態のアイソレーション素子 20 には、線状導体部 20b に加えて、基端部 20a と先端部 20c が含まれるが、これらは後述の第 2 実施形態の構成に対応させたものであり、基端部 20a 及び先端部 20c を設けることなく線状導体部 20b のみによりアイソレーション素子 20 を構成してもよい。この場合は、アイソレーション素子 20 の全長 Y_{12} をさらに短縮可能となる。

【0026】

[第 2 実施形態]

図 4 は、第 2 実施形態のアンテナ装置の概略構成を示す図である。図 4 においては、図 1 の場合と同様、無線通信装置の無線回路が構成された基板 10 が示されるとともに、基板 10 には接地導体パターン 11 が形成され、かつ接地導体パターン 11 の一端の位置 11a から基板 10 の先端位置までが実装領域 R1 となっている。第 1 実施形態と比べると、基板 10 の構造については同様であるが、サイズは若干小さくなっている。すなわち、基板 10 は、X 方向の長さ X_{20} と Y 方向の長さ Y_{20} との矩形に形成され、上部の実装領域 R1 は、基板 10 と同様の X 方向の長さ X_{20} と、位置 11a から上部の Y 方向の長さ Y_{21} の矩形となっている。このうち、長さ Y_{20} 、 Y_{21} は、図 1 の Y 方向の長さ Y_{10} 、 Y_{11} よりも短縮されているが、この理由については後述する。

【0027】

実装領域 R1 に実装された 2 つのアンテナ素子 12、13 については、第 1 実施形態と同様であるので説明を省略する。一方、実装領域 R1 の中央部において 2 つのアンテナ素子 12、13 に挟まれた位置には、アイソレーション素子 21 が実装されている。このアイソレーション素子 21 は、第 1 実施形態とは異なり、接地導体パターン 11 とは別体の多層のセラミック基板を用いて形成される。アイソレーション素子 21 は、接地導体パターン 11 に接続される基端部 21a と、基端部 21a に接続される線状導体部 21b と、線状導体部 21b の先端に接続される先端部 21c が連結されて構成される。基端部 21a は、接地導体パターン 11 の位置 11a の中央付近のランド 22 に接続される。線状導体部 21b は、後述のセラミック基板の内層においてミアンダ状の線状導体に形成され、使用周波数帯域に共振可能な線長を有する。第 2 実施形態のアイソレーション素子 21 の役割は、第 1 実施形態と同様であり、使用周波数帯域において 2 つのアンテナ素子 12、13 の間のアイソレーションを確保することにある。

【0028】

図 4 のアイソレーション素子 21 の詳細な構造について、図 5 及び図 6 を参照して説明する。図 5 は、アイソレーション素子 21 のパターン構成を示す平面図であり、図 6 は、アイソレーション素子 21 の a - a 断面 (図 5) の構造を示す断面構造図である。アイソレーション素子 21 は、X 方向の全幅 X_{22} と Y 方向の全長 Y_{22} の範囲に形成される。ミアンダ状の線状導体部 21b は、X 方向の長さ X_{23} の範囲に、多数の屈曲部により連結される線状導体が線幅 L_2 及び間隔 S_2 で配置される構造を有する。線状導体部 21b の基端側から先端側に至るトータルの線長は、全長 Y_{22} に比べ十分長く設定される。

【0029】

図 6 に示すように、アイソレーション素子 21 は、所定の誘電率を有する厚さ T のセラミック基板に形成される。セラミック基板の内層には、線状導体部 21b の導体パターン

10

20

30

40

50

が形成されている。アイソレーション素子 2 1 の基板には、側面電極 E 1、E 2 が形成され、線状導体部 2 1 b の基端側が側面電極 E 1 に接続され、線状導体部 2 1 b の先端側が側面電極 E 2 に接続される。セラミック基板の裏面の両端には、導体パターン P 1、P 2 が形成され、側面電極 E 1 が導体パターン P 1 に接続されるとともに、側面電極 E 2 が導体パターン P 2 に接続される。側面電極 E 1 及び導体パターン P 1 は、一体的に上述の基端部 2 1 a として機能し、側面電極 E 2 及び導体パターン P 2 は、一体的に上述の先端部 2 1 c として機能する。

【0030】

図 7 は、第 2 実施形態のアンテナ装置の S パラメータを示している。図 7 においては、図 3 と同様、アンテナ素子 1 2、1 3 の反射特性に対応する S パラメータ S 1 1 と、アンテナ素子 1 2、1 3 の間のアイソレーション特性に対応する S パラメータ S 2 1 に関し、周波数 1 ~ 4 GHz の範囲における変化をプロットしている。ここでは、2.4 GHz の使用周波数帯域を想定するとともに、アイソレーション素子 2 1 の寸法のパラメータとして、 $X_{22} = 3 \text{ mm}$ 、 $X_{23} = 2.6 \text{ mm}$ 、 $Y_{22} = 8.33 \text{ mm}$ 、 $Y_{23} = 1.35 \text{ mm}$ 、 $Y_{24} = 0.53 \text{ mm}$ 、 $L_2 = S_2 = 0.165 \text{ mm}$ に設定されるものとする。

【0031】

図 7 に示すように、使用周波数帯域の 2.4 GHz においては、S 1 1、S 2 1 のそれぞれのピークが生じ、値 m 3、m 4 が得られる。図 7 の S 2 1 に着目して、図 3 と比較すると、共振の極において - 40 dB に達する鋭いピークが現れている。このように、第 2 実施形態の構成では、セラミック基板に構成されたミアンダ状の線状導体 2 0 b の線長に応じて、適切なアイソレーションを確保することができる。これにより、2 つのアンテナ素子 1 2、1 3 の間の結合を十分に抑制し、良好なアンテナ特性を保つことができる。

【0032】

ここで、図 8 は、第 2 実施形態のアイソレーション特性を従来の T 字型のアイソレーション素子を用いる場合のアイソレーション特性と比較した図である。図 8 には、図 7 の S 2 1 に重ねて、アイソレーション素子 2 1 を T 字型に置き換えて他の条件を共通に設定した場合の S 2 1 が示されている。第 2 実施形態の場合の S 2 1 は、使用周波数帯域の 2.4 GHz において共振ピークが生じているのに対し、従来の構成の S 2 1 は、使用周波数帯域 2.4 GHz に共振ピークが生じず、概ね - 20 ~ - 25 dB の範囲で緩やかに変化している。よって、ミアンダ状の線状導体部 2 0 b を構成することは、使用周波数帯域における共振ピークを鋭くする効果があり、これによりアイソレーション特性が向上する。

【0033】

以上のように、第 2 実施形態においては、接地導体パターン 1 1 と同電位に保たれるアイソレーション素子 2 1 を設けたことにより、隣接する 2 つのアンテナ素子 1 2、1 3 の間の電磁波の結合を抑制してアイソレーション特性の向上を図ることができる。この場合、アイソレーション素子 2 1 が形成されるセラミック基板の誘電率に基づく波長短縮効果により、線状導体部 2 1 b をより短い線長に調節しても、使用周波数帯域の波長に対して共振させることができる。よって、第 2 実施形態のアイソレーション素子 2 1 は、第 1 実施形態のアイソレーション素子 2 0 よりも短い線長で、同様のアイソレーション特性を実現することができる。従って、全長 Y 2 2 をより小さくできる分だけ実装領域 R 1 のサイズを一層縮小することができ、アンテナ装置の小型化に適している。一方、アイソレーション素子 2 1 の構造はアンテナ素子 1 2、1 3 の構造と共通であるため、製造工程においてアンテナ素子 1 2、1 3 とともにアイソレーション素子 2 1 を基板 1 0 に実装すれば、製造工程の複雑化を回避することができる。

【0034】

次に、第 1 及び第 2 実施形態において、アイソレーション素子 2 0、2 1 の寸法のパラメータとアイソレーション特性の関係を説明する。図 9 は、第 1 及び第 2 実施形態のアイソレーション素子 2 0、2 1 の寸法のパラメータの設定を変化させた場合の S パラメータをシミュレーションにより求めた結果を示している。図 9 では、アイソレーション素子 2 0、2 1 の全長 Y 1 2、Y 2 2 を 6 mm から 11.5 mm の範囲内で変化させ、それぞれ

に対して使用周波数帯域に適合するように、線状導体部 20b、21b の線幅 L1、L2 及び間隔 S1、S2 を調整している。また、それぞれの設定に対応して、線状導体部 20b、21b のトータルの線長 M1、M2 を示している。第 1 及び第 2 実施形態に関して寸法のパラメータを共通としたとき、それぞれの S パラメータ S11、S12 をシミュレーションにより算出した結果を示している。

【0035】

図 10 は、図 9 の結果のうち、全長 Y12、Y22 と S パラメータ S21 (アイソレーション特性) の関係をプロットして示している。まず、第 1 実施形態の場合は、アイソレーション素子 20 の全長 Y12 が 10 ~ 11 mm の範囲で S21 のピークが現れる。これに対し、第 2 実施形態の場合は、アイソレーション素子 21 の全長 Y22 が 8 ~ 9 mm の範囲で S21 のピークが現れる。第 1 及び第 2 実施形態の構成において、ミアンダ状の線状導体 20b、21b を採用する効果は共通であるが、さらに第 2 実施形態の構成の場合は、相対的に誘電率が高いセラミック基板を用いることによる波長短縮効果が加わるため、全長 Y22 を短縮可能であることが確認された。

10

【0036】

次に、第 2 実施形態において、アイソレーション素子 21 の寸法を含めてパラメータを最適化し、全長 Y12 のさらなる短縮化をシミュレーションにより検証した。その結果、アイソレーション素子 21 に対するパラメータとして、Y22 = 7 mm、X22 = 3 mm、X23 = 2.6 mm、L2 = S2 = 0.075 mm に設定し、セラミック基板の比誘電率 $r = 7.6$ に設定したときに良好なアイソレーション特性が得られた。図 11 は、このように最適化されたパラメータに対応する第 2 実施形態のアンテナ装置の S パラメータを示している。

20

【0037】

図 11 においては、図 7 と同様の周波数条件で、アンテナ素子 12、13 の S パラメータ S11、S21 の変化をプロットしている。使用周波数帯域の 2.4 GHz 付近で、-60 dB に達する S パラメータ S21 の共振ピークが生じており、良好なアイソレーション特性を確保することができる。このように、第 2 実施形態の構成においては、アイソレーション素子の全長 Y22 を 7 mm 程度に短縮可能であることが確認された。この場合、基板 10 の領域 R1 の Y 方向の長さは、7 mm を若干上回る程度に設定することができる。従って、従来の T 字型のアイソレーション素子を採用する場合に比べ、基板 10 のサイズを大幅に縮小可能となる。

30

【0038】

以上、2 つの実施形態に基づき本発明の内容を具体的に説明したが、本発明は上述の各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、上記各実施形態では、2 つのアンテナ素子 12、13 を備える構成に対して本発明を適用する場合を説明したが、より多くのアンテナ素子を備える構成であっても、隣接する任意の 2 つのアンテナ素子の間にアイソレーション素子 20、21 を配置する構成に対して本発明の適用が可能である。また、上記各実施形態では、アンテナ素子 12、13 としてチップアンテナを用いる構成に対して本発明を適用する場合を説明したが、実装領域 R1 に配置可能な構造を備える多様なアンテナ素子を用いる場合であっても本発明の適用が可能である。さらに、上記各実施形態では、アイソレーション素子 20、21 がミアンダ状の線状導体部 20b、21b を含む場合を説明したが、ミアンダ状に限らず、例えばスパイラル状など、多数の屈曲部により連結される多様な線状導体部を形成してもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図 1】第 1 実施形態のアンテナ装置の概略構成を示す図である。

【図 2】図 1 のアイソレーション素子 20 の詳細な構成を示す平面図である。

【図 3】第 1 実施形態のアンテナ装置の S パラメータを示す図である。

【図 4】第 2 実施形態のアンテナ装置の概略構成を示す図である。

50

【図 5】図 4 のアイソレーション素子 2 1 のパターン構成を示す平面図である。

【図 6】図 5 のアイソレーション素子 2 1 の a - a 断面の構造を示す断面構造図である。

【図 7】第 2 実施形態のアンテナ装置の S パラメータを示す図である。

【図 8】第 2 実施形態のアイソレーション特性を従来の T 字型のアイソレーション素子を用いる場合のアイソレーション特性と比較した図である。

【図 9】第 1 及び第 2 実施形態のアイソレーション素子 2 0、2 1 の寸法のパラメータの設定を変化させた場合の S パラメータを示す図である。

【図 10】図 9 の結果のうち、全長 Y 1 2、Y 2 2 と S パラメータ S 2 1 の関係を示す図である。

【図 11】第 2 実施形態において最適化されたパラメータに対応するアンテナ装置の S パラメータを示す図である。

【図 12】従来のアイソレーション素子を採用した構成例を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 4 0 】

1 0 ... 基板

1 1 ... 接地導体パターン

1 2、1 3 ... アンテナ素子

1 4、1 5 ... 給電ライン

1 6、1 7、2 2 ... ランド

2 0、2 1 ... アイソレーション素子

R 1 ... 領域

E 1、E 2 ... 側面電極

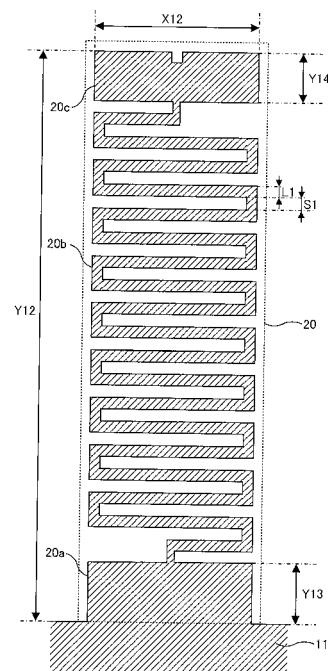
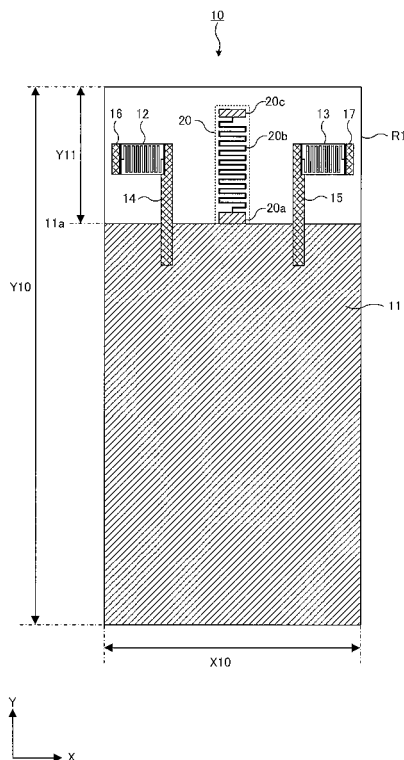
P 1、P 2 ... 導体パターン

10

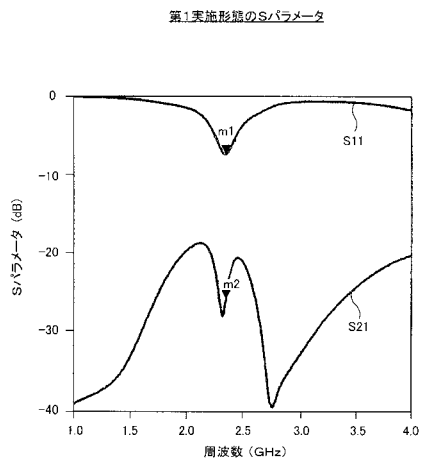
20

【図 1】

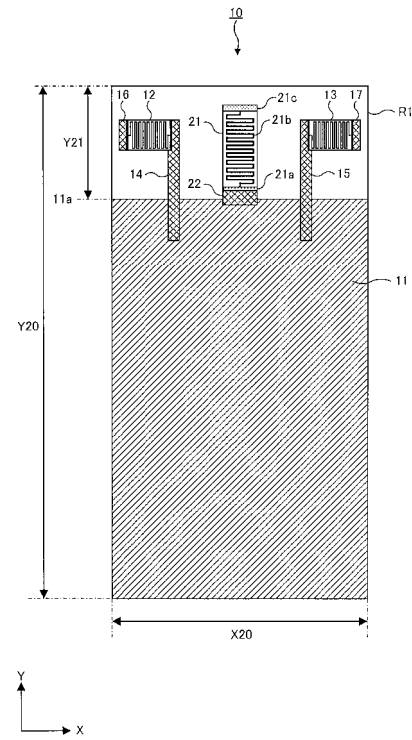
【図 2】



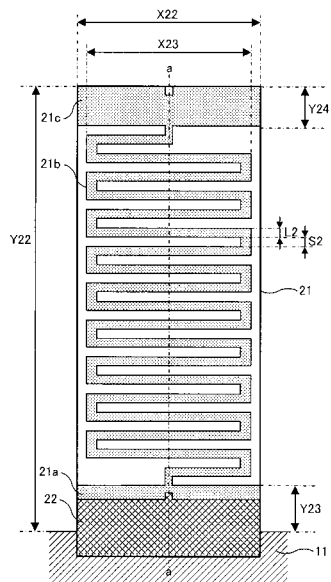
【図 3】



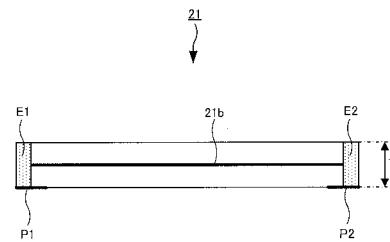
【図 4】



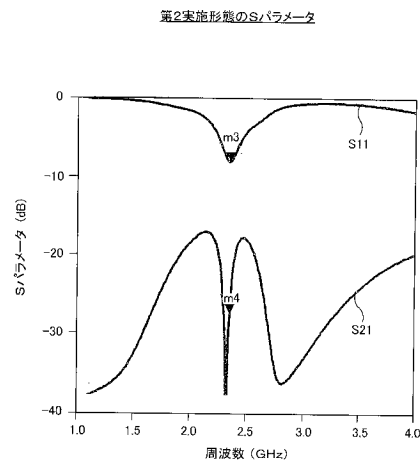
【図 5】



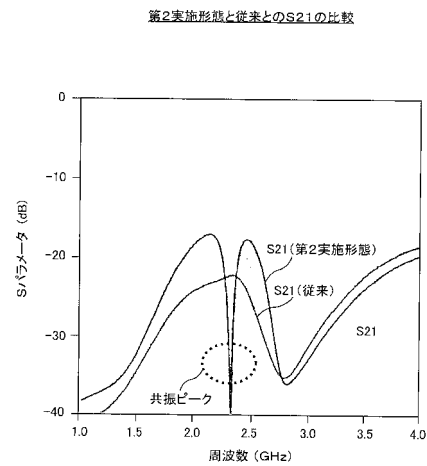
【図 6】



【 図 7 】



【 図 8 】

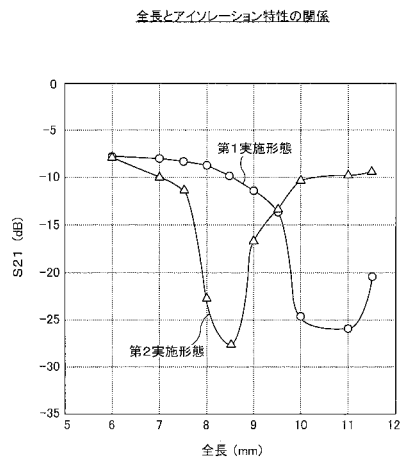


【 図 9 】

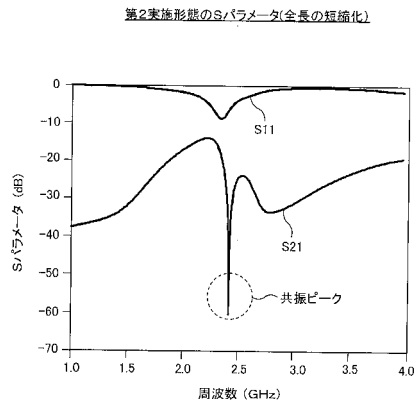
Sパラメータのシミュレーション結果

パラメータ				第1実施形態		第2実施形態	
Y12/Y22 (mm)	L1/L2 (mm)	S1/S2 (mm)	M1/M2 (mm)	S11 (dB)	S21 (dB)	S11 (dB)	S21 (dB)
6.0	0.110	0.110	48.8	-18.3	-7.8	-19.2	-7.9
7.0	0.132	0.132	49.8	-17.2	-8.0	-12.9	-9.9
7.5	0.143	0.143	50.0	-16.0	-8.4	-11.1	-11.2
8.0	0.154	0.154	50.4	-14.7	-8.9	-8.3	-22.6
8.5	0.165	0.165	50.8	-11.6	-9.9	-8.1	-27.5
9.0	0.176	0.176	51.2	-10.4	-11.4	-8.0	-16.6
9.5	0.187	0.187	51.6	-8.8	-13.8	-8.7	-13.2
10.0	0.209	0.209	52.3	-7.5	-24.7	-10.7	-10.2
11.0	0.220	0.220	52.7	-7.3	-25.9	-10.7	-9.7
11.5	0.231	0.231	53.1	-7.3	-20.4	-10.7	-9.3

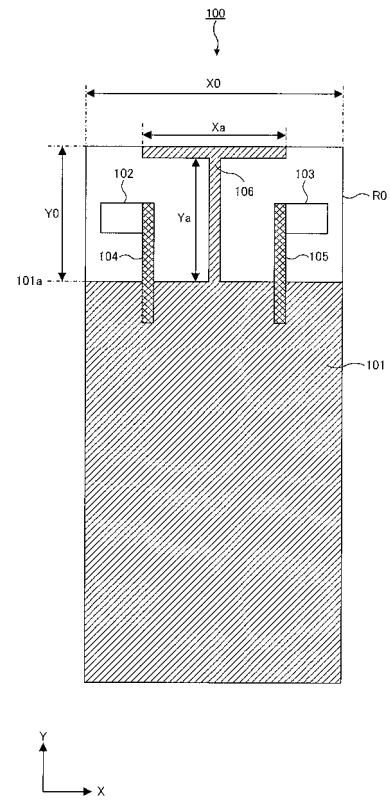
【 図 1 0 】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5J021 AA02 AA12 AB02 BA01 CA03 HA05 JA07
5J046 AA02 AA07 AA12 AB06 UA02 UA03