

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4108677号
(P4108677)

(45) 発行日 平成20年6月25日(2008.6.25)

(24) 登録日 平成20年4月11日(2008.4.11)

(51) Int.Cl.

H05K 9/00 (2006.01)
H01Q 17/00 (2006.01)

F 1

H05K 9/00
H01Q 17/00

M

請求項の数 5 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2004-374176 (P2004-374176)	(73) 特許権者	000111085 ニッタ株式会社 大阪府大阪市浪速区桜川4丁目4番26号
(22) 出願日	平成16年12月24日 (2004.12.24)	(74) 代理人	100075557 弁理士 西教 圭一郎
(62) 分割の表示	特願2004-159526 (P2004-159526) の分割	(74) 代理人	100072235 弁理士 杉山 毅至
原出願日	平成16年5月28日 (2004.5.28)	(74) 代理人	100101638 弁理士 廣瀬 峰太郎
(65) 公開番号	特開2005-184012 (P2005-184012A)	(72) 発明者	豊川 貴淳 奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株式会社 奈良工場内
(43) 公開日	平成17年7月7日 (2005.7.7)	(72) 発明者	吉田 隆彦 奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株式会社 奈良工場内
審査請求日	平成19年5月9日 (2007.5.9)		
(31) 優先権主張番号	特願2003-151352 (P2003-151352)		
(32) 優先日	平成15年5月28日 (2003.5.28)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電磁波吸収体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射形状および方形状の両者を配列して成り、放射形状は、相互に垂直なx方向およびy方向に沿う十文字状であり、x方向およびy方向にそれぞれ間隔をあけて行列状に配列され、方形状は、放射形状に囲まれる領域に、放射形状から間隔をあけて配置され、かつ、これらの形状のコーナー部のうち少なくとも一部のコーナー部が湾曲する導電性パターンが、同一面上に形成されるパターン層と、

磁性損失材でありかつ誘電損失材である材料から成る電磁波吸収層と、

誘電損失材である材料から成る誘電体層と、

導電性反射層とが、

パターン層および電磁波吸収層が隣接するように、電磁波入射側からパターン層、電磁波吸収層、誘電体層、導電性反射層の順に積層されるか、または電磁波入射側から電磁波吸収層、パターン層、誘電体層、導電性反射層の順に積層されて構成されることを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項 2】

電磁波吸収体の電波入射側の表面に、表面層が設けられることを特徴とする請求項1に記載の電磁波吸収体。

【請求項 3】

難燃性、準不燃性、または不燃性を有することを特徴とする請求項1または2に記載の電磁波吸収体。

【請求項 4】

電磁波反射性能を有する面上に用いられる電磁波吸収体であって、
前記導電性反射層を除く残余の各層が積層されて構成されることを特徴とする請求項 1
~ 3 のうちの 1 つに記載の電磁波吸収体。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のうちの 1 つに記載の電磁波吸収体を用いることによる電磁波吸収方法。
【発明の詳細な説明】

【技術分野】**【0001】**

本発明は、たとえばオフィスなどの空間の電磁波環境を改善する電磁波吸収体に関する 10
。

【背景技術】**【0002】**

現在、コンピューターネットワークの L A N (Local Area Network) 構築においてマイクロ波を利用した無線 L A N などが利用され、よりフレキシブルでモバイル性の高い通信システムが発達している。また、 W P A N (Wireless Personal Area Network) の代表とされる Bluetooth と呼ばれる近距離無線技術が有線ケーブルの代替品として利用されている。これらの技術を相互に多数使用する環境では、同じ帯域の電波を使用する結果生じる電磁波干渉の問題、および反射波などによる伝送の誤りの問題（マルチパスの問題）が生じる。具体的には、上記の無線技術を搭載した機器間の伝送速度の低下、 B E R (Bit Error Rate) の劣化であり、最悪の事態では、機器の誤動作が生じるおそれがある。 20

【0003】

これらの問題を解決するために、従来から、電磁波吸収材料としてフェライトに代表される磁性損失材料やカーボンブラックに代表される誘電損失材料等が用いられてきた。これらの電磁波吸収材を供するために所定の複素誘電率、複素透磁率を有している電磁波吸収体が開発されている。この先行技術では、たとえば無線 L A N 等の 2 . 4 5 G H z 帯において、フェライトを構成材料として電磁波吸収体を実現する場合、スネークの限界による制約を受け、通常 4 m m 以下の薄さに電磁波吸収材料の厚みを薄くできないという問題がある。

【0004】

30

他の先行技術として、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3、特許文献 4、および特許文献 5 には、パターン層を含む多層型電磁波吸収体、および特許文献 5 には、斜入射特性に優れるパターン層を有する電磁波吸収体が開示されている。さらに、特許文献 3 には複数の共振型周波数選択性電磁波遮断性面状体に関する記載があり、これが双峰特性を有するパターン層を有する電磁波吸収体に関する先行技術となる。

【0005】

特許文献 1 は、パターン層および樹脂層から成る構成を 1 単位として、これを複数繰り返す電磁波吸収体であるが、パターン層に 1 層以上塗膜を使うとしており、金属パターンを用いる本発明とは異なる。また樹脂層にはフェライトおよびカーボンから選ばれる少なくとも 1 種の粉末を含有するとあり、フェライトを用いない構成を認めており、本発明のように複素比誘電率 (' 、 ") および複素比透磁率 (μ ' 、 μ ") を必須の成分として設計されるパターン型電磁波吸収体とは思想が異なる。 40

【0006】

特許文献 2 は、パターン層と樹脂層の積層体であるがパターン構造を重層構造としており、本発明のパターン形状とは異なる。

【0007】

特許文献 3 は、異なる周波数の複数の電磁波を同時に遮断するとしたものである。ここではパターンのみでインダクタおよび容量を調整したものであり、これ以外にはスペーサ（誘電体）の厚さによる調整機構がある。構成として、1 つの共振周波数選択性電磁波遮断性面状体が 1 つの共振周波数を有する結果、対象共振周波数の数に対応して、その面状 50

体数が増加することになる。つまり1つのパターン層で複数の吸収周波数を制御するものではない。さらにここで用いる電磁波吸収体には、磁性損失成分が用いられていないので、パターンによる整合が取りにくく、薄型化の効果が充分発現しないといえる。また吸収範囲も狭くなり、狭帯域の電磁波吸収体になる。さらにスペーサ間隔に依存するため、電磁波の入射角度によりスペーサの厚さが変わってしまうと、斜入射特性に劣ると考えられる。

【0008】

特許文献4は、2層以上のフェライト含有樹脂層を有するフェライト含有構造体およびスペーサ層を用いるパターン電磁波吸収体である。ただし、パターン層と該フェライト含有構造体の間にスペーサ層が入っている。本発明のパターンの近傍に磁性損失材を有する電磁波吸収層を配置する構成と異なる。さらに磁性損失材以外に誘電率も考慮されているが、それはフェライト含有構造体の誘電率についてのみであり、他の層（たとえばスペーサ層）の誘電率は考慮されていない。この点、パターン層と導電性反射層との間の全ての層の複素比誘電率（'、''）および複素比透磁率（ μ' 、 μ'' ）を必須の成分として設計する本発明と異なる。また特許文献4には斜入射特性に関する記述はない。

10

【0009】

特許文献5は、斜入射特性に優れるアンテナパターンを有する電磁波吸収体が示されている。構成はパターン層、磁性損失性を有する電波吸収層、熱伝達変換層（導電性反射層と同じ）からなり、誘電体層を用いていない点で本発明の構成とは異なる。

20

【0010】

このような特許文献1～5に示されるように、薄型化および軽量化が可能な電磁波吸収体として、パターン層が設けられるパターン電磁波吸収体があり、遠方界電磁波の吸収体として実用化されている。電磁波吸収性能と薄型化とは相反する関係にあり、特に1～3GHzなどの低周波数の電磁波を吸収するための電磁波吸収体ほど、電磁波吸収層の厚みが必要があるので、薄型化、これによる軽量化は難しいのだが、この周波数での高性能且つ薄型化を達成した電磁波吸収体は少ない。また斜入射特性が要求されるがこれに対する技術の開示が不十分である。

【0011】

【特許文献1】特許第3076473号（特開平6-244583号公報）

30

【特許文献2】特許第3209456号（特開平6-140787号公報）

【特許文献3】特開平11-204984号公報

【特許文献4】特開2002-134981号公報

【特許文献5】特開2002-246786号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の目的は、以下の二つからなる。

一つめは、薄型、軽量でありながら斜入射特性を含む高い電磁波吸収性能を有する電磁波吸収体を提供することである。マイクロ波帯でも、無線LANの周波数を始めとする低周波数帯域（1～6GHz）では薄型、軽量、および高電磁波吸収性能を満たすことが難しくなる。これらの仕様を満たすことが本発明の電磁波吸収体の発明である。

40

【0013】

目的の二つめは、2以上の周波数の電磁波吸収特性を付与し、斜入射特性にも優れた薄型化を実現することができる電磁波吸収体およびそれを用いた電磁波吸収方法を提供することである。たとえば無線LANにおいては、2.4GHz帯と5.2GHz帯の二つの帯域を別々に用いる規格があり、それぞれに特徴を有している。ユーザー側に規格選択の自由を保つためには、無線LANの通信障害改善のための電磁波吸収体においても二つ以上の周波数を吸収できる特性を有していることが望ましくなる。このため二つ以上の吸収周波数の調整方法や、それぞれの吸収特性の斜入射特性の改善方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

50

【0014】

本発明は、放射形状および方形状の両者を配列して成り、放射形状は、相互に垂直なx方向およびy方向に沿う十文字状であり、x方向およびy方向にそれぞれ間隔をあけて行列状に配列され、方形状は、放射形状に囲まれる領域に、放射形状から間隔をあけて配置され、かつ、これらの形状のコーナー部のうち少なくとも一部のコーナー部が湾曲する導電性パターンが、同一面上に形成されるパターン層と、

磁性損失材でありかつ誘電損失材である材料から成る電磁波吸收層と、

誘電損失材である材料から成る誘電体層と、

導電性反射層とが、

パターン層および電磁波吸收層が隣接するように、電磁波入射側からパターン層、電磁波吸收層、誘電体層、導電性反射層の順に積層されるか、または電磁波入射側から電磁波吸收層、パターン層、誘電体層、導電性反射層の順に積層されて構成されることを特徴とする電磁波吸收体である。 10

【0015】

本発明に従えば、パターン層、電磁波吸收層、誘電体層、導電性反射層が積層されて構成される。具体的構成は、電磁波入射側からパターン層、電磁波吸收層、誘電体層、導電性反射層の順に積層される構成と、電磁波吸收層、パターン層、誘電体層、導電性反射層の順に積層される構成とを含む。またパターン層、電磁波吸收層、および誘電体層はそれ多層にて構成されてもよい。さらにパターン層における導電性パターンの支持体(フィルム)および各層間の接着剤が誘電体層あるいは誘電体層且つ磁性体層(つまり電磁波吸收層)として介在していてもよい。 20

【0016】

本発明が先行技術と異なる点は、電磁波吸收体が複素比誘電率(ε'、ε")および複素比透磁率(μ'、μ")を必須の成分として有するように設計され、そのための手段として磁性損失材を有する電磁波吸收層、および磁性損失材を有しないで誘電損失性のみ有する誘電体層を必要構成要素として有することにある。この構成にてパターン形状の最適化を行い、薄型でありながら高性能なパターン型電磁波吸收体を実現している。 20

【0018】

また本発明は、電磁波吸收層が、フェライトを含有する層であり、

電磁波吸收体の単位面積あたりの質量が、0.2kg/m²以上10kg/m²以下であることを特徴とする。 30

【0019】

本発明に従えば、電磁波吸收層にはフェライトが含有されており、複素比透磁率を大きくして、吸収量を大きくすることができる。このように高い電磁波吸収性能を得ることができ、0.2kg/m²以上10kg/m²以下である、薄型化および軽量化が図られた電磁波吸收体を実現することができる。

【0028】

また本発明に従えば、2つ以上の吸収位置をとる双峰特性または多峰特性を有する電磁波吸收体1を具体的に実現することができる。2以上の周波数に対し整合性を与える導電性パターン12が、十字状のパターン形状を部分的に配置され、それ以外の領域には、矩形状のパターン形状が配置される。单一吸収ピークの場合に比べ、2以上の周波数に対し整合性を与える場合は、制御因子が多く、製造に困難が伴うことがある。そのため面状の電磁波吸收体1の必要な箇所にのみ、双峰特性を付与することを意図したものである。 40

【0030】

本発明に従えば、図5のように、たとえば電磁波吸收体の電波入射側には、化粧版、防水コート層等のため表面材から成る表面層6と称することができるもう1つの誘電体層に相当する層が敷設される。当該表面層の材料も、樹脂または纖維等より成ってもよく、固有の複素比誘電率を有しているため、図5の電波入射側の表面層6は誘電体層にも相当することとなる。

【0031】

このため本発明の電磁波吸収体では、前述の電磁波吸収体の吸収周波数の整合に加え、さらに表面層6の複素比誘電率(‘’, ‘’’)、あるいはその厚さの制御で、電磁波吸収体1の整合特性を、低周波領域に変更させることによって、より薄い電磁波吸収層4を用いた電磁波吸収特性を実現している。

【0032】

また電磁波吸収層は、厚さが0.01~2.5mmに形成されてもよい。

【0033】

これによつて磁性を有する電磁波吸収材料として、電磁波の磁気損失を増大し、電磁波吸収量を効率よく増大することができる。複素透磁率を大きくすることによって、磁界の大きい場所での電磁波吸収の程度を大きくすることができる。こうして本発明の電磁波吸収体は、電界および磁界の大きい場所で、吸収量を常に大きくすることができる。複素比透磁率を有することにより、パターン層5および誘電体層3と積層した際に薄層化が達成しやすくなる。

10

【0034】

電磁波吸収層4の厚さを、2.5mmより薄くするには、パターン層5の付与が不可欠である。厚さ0.01mmは、塗工工程で製造できる下限を意味する。厚さ2.5mmを超えると、薄型化の範囲を超えてしまう。

【0035】

また電磁波吸収層が、有機重合体100重量部に対して、磁性損失材料としてフェライト、鉄合金、鉄粒子の群から選ばれる1または複数の材料を、1~700重量部の配合量で含んでいてもよい。

20

【0036】

これによつて複素比透磁率を利用した薄層化が可能であり、薄型の電磁波吸収体を実現することができる。フェライトとしては、たとえばMn-Znフェライト、Ni-Znフェライト、Mn-Mgフェライトなどのソフトフェライト、あるいは永久磁石材料であるハードフェライトが挙げられる。鉄合金としては、たとえば磁性ステンレス(Fe-Cr-Al-Si合金)、センダスト(Fe-Si-Al合金)、パーマアロイ(Fe-Ni合金)、ケイ素銅(Fe-Cu-Si合金)、Fe-Si-B(-Cu-Nb)合金が挙げられる。なお、これら合金においては扁平状のものを用いてもよい。鉄粒子としては、たとえばカルボニル鉄粉が挙げられる。カルボニル鉄の場合はできるだけ真球に近いものがよい。好ましくは低成本で複素比透磁率の高いソフトフェライト粉末を使用するのがよい。フェライトが存在しないと、複素比透磁率を利用した薄層化を達成することができず、700部を超すと加工性が著しく損なわれる。

30

【0037】

また、電磁波吸収層に含まれる誘電損失材料が、グラファイト、カーボンブラック、炭素繊維、グラファイト繊維の群から選ばれる材料である電磁波吸収体であつてもよい。電磁波吸収層4は磁性損失材料を必須の成分として含むが、インピーダンス整合のためには適宜な複素比誘電率を付与することも好ましい。この目的で、電磁波吸収層に充填される誘電損失材料としては、たとえばファーネスブラックやチャンネルブラックなどのカーボンブラック、ステンレス鋼や銅やアルミニウム等の導電粒子、グラファイト、カーボン繊維、グラファイト繊維、酸化チタン等が挙げられる。本発明で好ましく使用する誘電性材料は、カーボンブラックであり、特に窒素吸着比表面積(ASTM(American Society for Testing and Materials) D 3037-93)が100~1000m²/g、DBP吸油量(ASTM D 2414-96)が100~400ml/100gであるカーボンブラック、たとえば昭和キャボット社製の商品名IP1000およびライオン・アクゾ社製商品名ケッテンブラックECなどを使用するのが好ましい。DBP吸油量というのは、可塑剤の一種であるDBP(dibutyl phthalateの略)の吸収量(単位cm³/100g)である。窒素吸着比表面積が100m²/g未満の場合は充分な複素比誘電率が得られず、1000m²/gを超える場合は誘電損失材料の分散性が著しく悪くなる。DBP吸油量が100cm³/100g未満の場合は充分な複素比誘電率が得られず、

40

50

$400 \text{ cm}^3 / 100 \text{ g}$ を超える場合は加工性が著しく悪くなる。

【0038】

また電磁波吸収層は、磁性損失材料と併用して、グラファイト、カーボンブラック、炭素繊維、グラファイト繊維の群から選ばれる 1 または複数の材料を誘電損失材料として、有機重合体 100 重量部に対して 0 ~ 50 重量部の配合量で含んでいてもよい。

【0039】

これによって電磁波吸収層 4 が、有機重合体 100 重量部に誘電損失材料を 0 ~ 50 (0 は含まない) 重量部含む。誘電損失材料の種類は上述のとおりであるが、量には制限があり、50 重量部を超えると加工性が著しく損なわれることになる。

【0040】

電磁波吸収層に使用される有機重合体の材料(ビヒクル)としては、合成樹脂、ゴム、および熱可塑性エラストマーを使用している。たとえばポリエチレン、ポリプロピレン、およびこれらの共重合体、ポリブタジエンおよびこれらの共重合体等のポリオレフィン、ポリ塩化ビニル、ポリ酢酸ビニル、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂などの熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂やビチュメン等が挙げられる。ポリ尿酸などの生分解性を有する樹脂も使用可能である。またガラス繊維などの材料が充填された F R P となっていても良い。

【0041】

前記ゴムとしては、たとえば天然ゴムのほか、イソプレンゴム、ブタジエンゴム、エチレン・プロピレンゴム、クロロプロレンゴム、ニトリルゴム、アクリルゴム、塩素化ポリエチレンゴム、水素添加ニトリルゴム、シリコンゴムなどの各種合成ゴム単独、もしくはこれらのゴムを各種変性処理にて改質したものが使用できる。

【0042】

熱可塑性エラストマーとしては、たとえば塩素化ポリエチレン、ポリスチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、ポリエステル系、ポリアミド系などの各種熱可塑性エラストマーを用いることができる。

【0043】

これらのポリマーは単独で使用するほか、複数をブレンドして用いることができる。樹脂および熱可塑性エラストマー材料には、必要に応じて可塑剤、さらには、安定剤、補強用充填剤、流動性改良剤、難燃剤などを適宜添加した樹脂組成物として使用することができる。ゴム材料には、加硫剤のほか、加硫促進剤、老化防止剤、軟化剤、可塑剤、充填剤、着色剤、難燃剤などを配合することができる。

【0044】

電磁波吸収層は、前記有機重合体以外の、石膏材、セメント材、または不織布や発泡体、紙、段ボール等に磁性を有する塗料等を含浸させたものであってもよく、充填材を配合することが可能な材料を適宜選択することもできる。

【0045】

導電性反射層は、金、白金、銀、ニッケル、クロム、アルミニウム、銅、亜鉛、鉛、タンクステン、鉄などの金属であってもよく、樹脂に上記金属の粉末、導電性カーボンブラックの混入された樹脂混合物、あるいは導電性樹脂のフィルム等であってもよい。上記金属等を、板、シート、フィルム、不織布等に加工されたものであってもよい。あるいはまた合成樹脂性フィルム上に、膜厚たとえば 600 の金属層が形成された構成を有してもよい。金属箔をフィルムもしくはクロスなどの基材に転写したものでもよい。また、導電インク(たとえば体積固有抵抗値 10 cm 以下 0.5 cm 以上)を基板上に塗布してもよい。

【0046】

電磁波吸収体に所望周波数の電波の透過性を付与したい場合、公知技術であるアンテナ原理を応用して、波長から導かれる適宜な形状の非導電性部分を導電性反射層 2 の中に設けることができる。これによりたとえば 2.45 GHz および 5.2 GHz の各無線 LAN 周波数域に対する電磁波吸収性を有しながら、携帯電話(800 MHz または 1.5 G

10

20

30

40

50

H_z)は使用可能であるといった電磁波環境を提供することが可能となる。

【0047】

上述の導電反射層の構成材料を用いて、パターン層の導電性パターンを形成することができる。導電性パターンは、フィルム上にアルミニウムなどの蒸着、エッチング処理、もしくはスクリーン印刷等の方法で形成される。しかしこれらに限定されることはなく、たとえば導電性パターンの各模様のみを電磁波吸収層もしくは誘電体層に直接転写させ、基材となるフィルムを用いずに、利用することも可能である。

【0048】

誘電体層の材料として、汎用樹脂、たとえば塩化ビニル(PVC)、ステレン-ブタジエン系共重合体(SBS)、またはポリエチレンテレフタレート(PET)樹脂シートなどであってもよい。また上述の材料に限定されることなく、そのほかの合成樹脂、ゴムなどの材料、またメラミン樹脂、メラミン樹脂バッカーマー材、紙、不織布、クロス、難燃紙、木材、石膏、セメント、ガラス等であってもよい。厚みについては、0.1~4mmの範囲が好ましい。電磁波吸収体全体の薄層化のために、より好ましいのは0.1~2.5mmである。0.1mm未満では、誘電体層を用いる効果が乏しく、4mm超の厚さでは、電磁波吸収体の薄層化の意味がなくなってしまう。誘電体層を発泡体とすることで、電磁波吸収体の軽量化の達成も可能である。

【0051】

また本発明は、難燃性、準不燃性、または不燃性を有することを特徴とする。

本発明に従えば、電磁波吸収体は、難燃性、準不燃性または不燃性が付与されている。難燃性としてはUL94V0の評価を得ることが目安であり、難燃剤および難燃助剤が好適量配合される。以上によって建物内装材として好適に用いることができる。電磁波吸収体1に難燃性、準不燃性、または不燃性を付与するにあたっては、たとえば難燃剤または難燃助剤が、電磁波吸収層4、誘電体層3などに添加される。

【0052】

難燃剤としては特に限定されることはなく、リン化合物、ホウ素化合物、臭素系難燃剤、亜鉛系難燃剤、窒素系難燃剤、水酸化物系難燃剤等が適宜量使用できる。リン化合物としては、リン酸エチル、リン酸チタンなどが挙げられる。ホウ素化合物としては、ホウ酸亜鉛などが挙げられる。臭素系難燃剤としては、ヘキサブロモベンゼン、デカブロモベンジルフェニルエーテル、デカブロモベンジルフェニルオキサイド、テトラブロモビスフェノール、臭化アンモニウムなどが挙げられる。亜鉛系難燃剤としては、炭酸亜鉛、酸化亜鉛若しくはホウ酸亜鉛等が挙げられる。窒素系難燃剤としては、たとえばトリアジン化合物、ヒンダードアミン化合物、若しくはメラミンシアヌレート、メラミングアニジン化合物といったようなメラミン系化合物などが挙げられる。水酸化物系難燃剤としては、水酸化マグネシウム、水酸化アルミニウムなどが挙げられる。

【0053】

また本発明は、電磁波反射性能を有する面上に用いられる電磁波吸収体であって、前記導電性反射層を除く残余の各層が積層されて構成されることを特徴とする。

【0054】

本発明に従えば、金属等の電磁波遮蔽性能を有する面上に上記電磁波吸収体1を設置する場合には、導電性反射層2を有さない構成の電磁波吸収体であることが可能である。すなわち、電磁波遮蔽性能を有する面は、そのまま電磁波反射板として機能できるため、上記電磁波吸収体1の中の導電性反射層2を有さない構成が使用可能となる。

【0055】

また本発明は、前述の電磁波吸収体を用いることによる電磁波吸収方法である。

本発明に従えば、前述のように優れた電磁波吸収体1を用いることによって、好適に電磁波を吸収することができる。

【0056】

前述の各本発明の電磁波吸収体の具体的な用途としては、オフィスなどの電磁波環境空間の形成する床材、壁材、天井材として、あるいは家具や事務機器の金属面の被覆材とし

10

20

30

40

50

て、あるいは衝立等として、本発明に従う電磁波吸収体を配置することにより、電磁波環境の改善を行う。具体的には、空間中に存在する電子機器の誤動作防止、無線 LAN 等の伝送遅延対策である。また電磁波環境については、オフィスだけではなく、家庭内、病院、コンサートホール、工場、研究施設、駅舎、展示場、道路側壁等の屋外施設等でも利用できる。それぞれ想定できる環境での壁、床、天井等において、必要とされる箇所ごとに利用できる。

【発明の効果】

【0057】

本発明によれば、特定形状のパターンを有するパターン層、磁性損失材料から成る電磁波吸収層と誘電体層と導電性反射層を設けることによって、電磁波吸収をする周波数の選択制御を制御することができ、結果として斜入射特性の良好な薄型、軽量電磁波吸収体を提供することができる。10

【0058】

さらに本件電磁波吸収体は、双峰特性を有し、二つ以上の吸収周波数を有する電磁波吸収体を提供することができる。双峰特性を有しても、なお且つ薄く、軽く、高い吸収性能（斜入射特性を含む）を実現している。

【0059】

さらに本件電磁波吸収体は、既存の電磁波吸収体よりも薄く、かつ軽くなっているため、その構成上室内建材と組み合わせることができるという効果がある。たとえば表面層の表面層をビニールクロスや合板材などの木材、既存の壁材、床材、天井材、さらに什器、家具、デスクのボード、パネル、表面材などに置き換えることで、容易に室内壁面材や床材など電磁波吸収可能な機能的な建材を構成でき、かつ複数の周波数に対して選択的な電磁波吸収性を付与できるという効果がある。20

【発明を実施するための最良の形態】

【0060】

図1は、本発明の実施の一形態の電磁波吸収体1の断面図である。この電磁波吸収体1は、図1の上方である電波入射側から、パターン層5と、電磁波吸収層4と、誘電体層3と、導電性反射層2とが、電波入射側からこの順序で積層した構成である。パターン層5は、導電性パターン12を有する。この導電性パターン12を構成する複数の各パターン形状に依存して、整合周波数を調整することができる。30

【0061】

図2は、図1に示される本発明の実施の一形態の電磁波吸収体1を構成するパターン層5を示す正面図である。図3は、図1および図2に示される実施の形態におけるパターン層5の一部の拡大した斜視図である。

【0062】

このパターン層5は、板状基材11の電波入射側の表面上に、導電性パターン12が形成される。板状基材11は、たとえば合成樹脂である誘電体から成っており、この板状基材11もまた誘電性の損失材である。導電性パターン12は、放射形パターン30と、方形パターン31とを有する。

【0063】

放射形パターン30は、放射形状に形成され、複数の放射形パターン30が、相互に間隔（以下「放射形パターン間隔」という） c_{2x} , c_{2y} をあけて設けられる。さらに具体的に述べると、たとえばこの実施の形態では、放射形パターン30は、相互に垂直なx方向およびy方向に沿う放射状である+字状に形成され、x方向に放射形パターン間隔 c_{2x} をあけ、y方向に放射形パターン間隔 c_{2y} をあけて、行列状に規則正しく配置されてもよい。

【0064】

放射形パターン30は、x方向に細長く延びる長方形の形状部分14と、y方向に細長く延びる長方形の形状部分15とが、それらの各形状部分14, 15の図心を重ねて、交差部分16で直角に交差する形状である。各形状部分14, 15は、交差部分16において

40

50

て垂直な軸線まわりに 90 度ずれており、同一形状を有する。各形状部分 14, 15 の幅 a_{1y} , a_{1x} は、等しく、たとえば 2.5 mm であり、各形状部分 14, 15 の長さ a_{2x} , a_{1y} は、等しく、たとえば 16 mm である。放射形パターン 30 の放射形パターン間隔は、 x 方向の間隔 c_{2x} と y 方向の間隔 c_{2y} が、等しく、たとえば 1.0 mm である。

【0065】

方形パターン 31 は、放射形パターン 30 に囲まれる領域に、放射形パターン 30 から間隔（以下「放射 - 方形間隔」という） c_{1x} , c_{1y} をあけて配置され、放射形パターン 30 に囲まれる領域を塗潰すように設けられる。さらに詳細には、放射形パターン部に囲まれる領域に対応する形状に形成される。さらに具体的に述べると、たとえばこの実施の形態では、放射形パターン部 30 が前述のような + 字状であり、放射形パターン 30 に囲まれる領域は長方形であり、これに対応する形状、つまり放射 - 方形間隔 c_{1x} , c_{1y} が全周にわたって同一となる形状に形成される。各形状部分 14, 15 が前述のように同一形状である場合、放射形パターン 30 に囲まれる領域は、正方形となり、方形パターン 31 は、正方形となる。方形パターン 31 は、縁辺部が、 x 方向および y 方向のいずれかに延びるように配置されている。10

【0066】

方形パターン 31 は、 x 方向の寸法 b_{1x} と y 方向の寸法 b_{1y} とが、等しく、たとえば 12.5 mm である。放射形パターン 30 と方形パターン 31 との放射 - 方形間隔は、 x 方向の間隔 c_{1x} と y 方向の間隔 c_{1y} とが、等しく、たとえば 1.0 mm である。20

【0067】

放射形パターン 30、方形パターン 31 は、それぞれ折れ曲がり部（外向き、内向き）にエッジのある構成であるが、電磁波を受信したときの共振電流がスムーズに流れる様に、そのコーナー部の一部または全てに R を付けることができる。

【0071】

このように電磁波吸収体 1 では、パターン層 5 によって、各導電性パターン 19, 30, 31 の共振周波数の電磁波を、効率よく受信することができる。ただし、最終的な共振周波数はパターン寸法だけでなく、導電性パターン 12 同士の結合特性、電磁波吸収層 4、誘電体層 3 から決定されるインピーダンスの影響を受けて決まる。このパターン層 5 に近接して、電磁波吸収層 4、誘電体層 3 が設けられており、パターン層 5 によって受信される電磁波のエネルギーが損失される。言い換えるならば電磁波のエネルギーを熱エネルギーに変換して吸収することができる。このようにパターン層 5 を用いることによって電磁波を効率よく受信して吸収することができる。30

【0072】

このように電磁波の吸収効率を高くすることができるので、高い電磁波吸収性能を得ることができ、薄型化および軽量化を図ることができる。たとえば本実施の形態では、電磁波吸収体 1 は、全体の厚さが、0.1 mm 以上 6 mm 以下であり、単位面積あたりの質量が、0.2 kg / m² 以上 10 kg / m² 以下であるシート状に形成される。

【0073】

また電磁波吸収体 1 は、電磁波遮蔽板としての導電性反射板 2 を設ける構成とする。この導電性反射板 2 を設けない場合には、電磁波遮蔽性能を有する物体の面上に設置するよう構成とする。これによって、パターン層 5 の形状および寸法などの決定、つまり設計が容易に成る。この場合電磁波反射板 2 を用いる構成では、電磁波吸収体 1 の設置場所の影響を受けて、導電性パターン 19, 30, 31 の共振周波数が変化することが防がれる。たとえば電磁波吸収体 1 を、建物内装材の上に設けても、その内装材の複素比誘電率などの影響を受けて、アンテナ素子の共振周波数が変化してしまうことがあるが、それを防ぐことができる。40

【0074】

また導電性パターン 12 において、放射形パターン 30 は、前述のように放射状に延びる部分を相互に突合せるように配置され、方形パターン 31 は、放射形パターン 30 に囲50

まれる領域に対応する形状に形成される。このような配置は、受信原理の異なる、放射形パターン30と形パターン31を組み合わせることで、受信効率が最適（高くなる）組み合わせである。したがって吸収効率の高い、電磁波吸収体を実現することができる。また放射形パターン30がx方向およびy方向に沿って放射する配置であるとともに方形パターン31の縁辺部がx方向およびy方向に延びるように配置されており、x方向およびy方向に偏波する電磁波の受信効率が高くすることができる。

【0078】

図4は、本発明の実施の他の形態の電磁波吸収体1の断面図である。この実施の形態は、前述の図1～図3の実施の各形態に類似し、対応する部分には同一の参照符を付す。特にこの実施の形態では、電波入射側から、電磁波吸収層4、パターン層5、誘電体層3と、導電性反射層2とが、この順序で積層して構成される。そのほかの構成は、前述の実施の形態と同様である。10

【0079】

図5は、本発明の実施の他の形態の電磁波吸収体1の断面図である。この実施の形態は、前述の図1～3の実施の形態に類似し、対応する部分には同一の参照符を付す。特にこの実施の形態では、パターン層5の電波入射側（図11の上方）には、前述のようにさらに表面層6が形成されてもよい。

【0080】

本発明の実施のさらに他の形態では、電磁波吸収体は、図1～図5の実施の各形態における導電性反射層2を含まず、このような導電性反射層2を含まない電磁波吸収体が、誘電体層3の電波入射側（図1、図4および図5の上方）とは反対側（図1、図4および図5の下方）で、電磁波遮蔽性能を有する面上に設置されるように構成されてもよい。こうして電磁波吸収性能を達成することができる。電磁波遮蔽性能を有する面は、たとえば導電性反射層2と同様な構成を有してもよく、たとえば金属板などによって実現されてもよい。20

【0081】

以下に、表1および表2ならびに図6～図11を参照して、本件発明者の実験結果を述べる。図6～図11において、横軸は周波数であり、縦軸は電磁波の吸収量である。

【0082】

実施例1

図1、図4、図5に示される電磁波吸収体1において、導電性反射層2はアルミニウム蒸着ポリエチレンテレフタレート（P E T）フィルムである。誘電体層3は、P E T樹脂を使用し、その2.45GHzにおける複素比誘電率の実部=3.1、同の虚部=0、厚みは2mmである。電磁波吸収層4は、P V C樹脂100重量部と、誘電損失材料としてカーボンブラック（昭和キャボット製商品名I P 1 0 0 0）が50重量部、磁性損失材料としてフェライト（戸田工業製商品名K N S - 4 1 5）粉末340重量部とを混練し、シート状（1mm厚）に押出成形して用いる。同軸管法（Sパラメータ法）により求められた電磁波吸収層4の2.45GHzにおける複素比誘電率の実部は11.6、同の虚部は2.0、複素比透磁率の実部は1.4、同の虚部は0.4である。電磁波吸収層4を押し出す際の加熱された状態で誘電体層3と貼り合わせ、パターン層5と電磁波吸収層4との間、誘電体層3と導電性反射層2の間は接着剤により積層した。40

【0083】

電磁波吸収性能はフリースペース法による。フリースペース法は、自由空間に置かれた測定試料である電磁波吸収体1に平面波を照射し、そのときの反射係数、透過係数を、周波数、入射角度、偏波を変化させて測定し、材料の複素比誘電率および複素比透磁率を得る測定方法であり、こうして得られた複素比誘電率および複素比透磁率とから、電磁波吸収体1の電磁波吸収量を計算して求める。このときT E波とT M波での測定を行っている。使用した測定機器は、ネットワークアナライザ（アジレントテクノロジー社製商品名H P 8 7 2 0 E S）であり、アンテナはダブルリジッドアンテナである。電磁波吸収体1である測定試料の矩形の各辺のサイズは500×500（mm）および1,000×1,050

00 (mm) である。

【0084】

導電性パターン12の形状は、図2および図3に示した放射形状と方形形状の組合せで、各サイズは、放射形状が幅 $a_{1y} = a_{1x} = 2.5\text{ mm}$ 、長さ $a_{2x} = a_{1y} = 16\text{ mm}$ 、方形形状が一边 $b_{1x} = b_{1y} = 12.5\text{ mm}$ の正方形であり、放射-方形間隔 $c_{1x} = c_{1y} = 1.0\text{ mm}$ である。PETフィルムに対するアルミ蒸着により導電性パターン12を作製した。この電磁波吸収体1のフリースペース法による斜入射特性(10°、30°、45°)の測定結果を表1および表2ならびに図6に示す。

【0085】

後述の比較例1との比較から、本形状のパターン層5を用いることで、大きく薄型化しており、また斜入射特性においても周波数のズレが少なく、高い吸収性能を示すことがわかる。比較例2と比べても、とくに斜入射特性の向上が見られ、比較例3との比較では、高い電磁波吸収性能が得られていることがわかる。

【0086】

【表1】

		各層厚み(d)	ϵ'	密度(D)	周波数(f)	$\epsilon'/(f*d)$	$\epsilon'*D/(f*d)$	$\sum \epsilon'/(f*d)$	$\sum (\epsilon'*D)/(f*d)$	μ''	L	μ''/L
実施例1	吸収層	1	12	2.2	2.5	4.6	10.1	5.3	10.9	0.35	1.0	0.35
	誘電体層	2	3	1.4	2.5	0.6	0.9					
実施例2	吸収層	0.5	15	1.9	2.5	11.7	22.2	12.2	22.9	0.55	0.5	1.10
	誘電体層	2.5	3	1.2	2.5	0.6	0.7					
比較例1	吸収層	0	—	—	2.4	—	—	—	—	—	—	—
	誘電体層	12	2	0.5	2.4	0.1	0.03					
比較例2	吸収層	2	14	2.0	2.6	2.7	5.3	—	—	—	—	—
	誘電体層	0	—	—	2.6	—	—					
比較例3	吸収層	3	14	2.2	2.8	1.7	3.6	2.0	3.7	0.35	3.0	0.12
	誘電体層	1.5	1	0.2	2.8	0.31	0.06					
比較例4	吸収層	4	10	2	4.8	0.52	1.04	—	—	—	—	—
	誘電体層	0	0	0	4.8	—	—					

【0087】

【表2】

	グラフNo.	導体性パターン	吸収層			誘電体層		総厚(mm)
			バインダー	磁性材料	厚み(mm)	材料	厚み(mm)	
実施例1	図6	十字+パッチ	PVC	フェライト	1	PET	2	3
実施例2	図7	十字+パッチ	SBS	フェライト	0.5	SBS	2.5	3
比較例1	図8	抵抗皮膜	—	—	—	合板	12	12
比較例2	図9	十字	ゴム	フェライト	2	—	—	2
比較例3	図10	ループ	ゴム	フェライト	3	PE発泡体	1.5	4.5
比較例4	図11	無し	PVC	フェライト	4	—	—	4

【0089】

実施例2

電磁波吸収体1を、図5のように表面層6、パターン層5、電磁波吸収層4、誘電体層3、および導電性反射層2の積層体とした。表面層6としてメラミン化粧板(2.45GHzにおける複素比誘電率の実部=3.9、同の虚部=0.35)の厚みを0.8mmとして用い、電磁波吸収層4の配合および厚みは実施例2と同じで、誘電体層3をSBS樹脂(2.45GHzにおける複素比誘電率の実部=3.4、同の虚部=0.1)の2.5mm厚とした、また導電性反射層2としてアルミ箔をガラスクロスで補強したものを使用した、さらにパターン形状12を実施例1の形状を導電性インクによるスクリーン印刷にてパターンを作製した。以外は実施例1と同じである。ノンハロゲン系からなる構成とし

10

20

30

40

50

ている。フリースペース法の結果を表1および表2ならびに図7に示す。ノンハロ系ポリマーによる構成で、斜入射特性に優れた薄型の電磁波吸収体1が得られている。

【0094】

比較例1

電磁波入射方向から抵抗被膜(約377)、誘電体層、および導電性反射層から形成される、いわゆる $\lambda/4$ 型電磁波吸収体を作製した。2.45GHzを吸収するための誘電体層の厚みは12mm必要であった。誘電体層はベニヤ板(複素比誘電率の実部=2)で構成している。このフリースペース法による測定結果を表1および表2ならびに図8に示す。10°入射に対しては高吸収性能を示すものの、斜入射時(30°入射および45°入射)の吸収周波数のズレおよび吸収量の低下が著しいものであった。10

【0095】

比較例2

導電性パターン12の形状を、各導線部の長さが等しい放射形状(+字形)で、幅 $b_1 = a_2 = 2.5\text{ mm}$ 、長さ $a_1 = b_2 = 16\text{ mm}$ 、間隔 $c_1 = c_2 = 1\text{ mm}$ である。この導電性パターン12から成るパターン層5に、電磁波吸収層4の2mm厚を積層し、誘電体層3を用いずに導電性反射層2を貼り合わせた。電磁波吸収層4の配合は、電磁波吸収層4は、クロロブレン100重量部と、誘電損失材料としてカーボンブラック(ライオン・アクゾ製商品名ケッテンブラックEC)8重量部、磁性損失材料としてフェライト(戸田工業製商品名KNS-415)粉末100重量部とを混練し、シート状に加硫成型して作成している。このフリースペース法による測定結果を表1および表2ならびに図9に示す。10°入射においても電磁波吸収性能が非常に低かった。20

【0096】

比較例3

導電性パターン12の形状を、閉ループ構造とし、その閉ループ(正方形)のサイズは外周部の一辺 $a_5 = b_6 = 10\text{ mm}$ 、閉ループの導体部の線幅 $a_6 = b_5 = 1\text{ mm}$ 、各ループの間隔 $c_5 = c_6 = 12\text{ mm}$ である。さらに誘電体層3としてPET樹脂(複素比誘電率の値は上記と同じ)の厚み3mmを用い、それ以外は実施例1と同じである。この導電性パターン12から成るパターン層5に、電磁波吸収層4の3mm厚を積層し、誘電体層3を発泡ポリエチレン(2.45GHzにおける複素比誘電率の実部=1.3、同の虚部=0)に導電性反射層2を貼り合わせた。電磁波吸収層4の配合は、電磁波吸収層4は、クロロブレン100重量部と、誘電損失材料としてカーボンブラック(ライオン・アクゾ製商品名ケッテンブラックEC)8重量部、磁性損失材料としてフェライト(戸田工業製商品名KNS-415)粉末100重量部とを混練し、シート状に加硫成型して作成している。このフリースペース法による測定結果を表1および表2ならびに図10に示す。斜入射特性が悪く、とくに吸収周波数の角度依存性が大きかった。30

【0097】

比較例4

単層型電磁波吸収体をPVC樹脂を用いて作成した。PVC樹脂100重量部に対して誘電損失材料としてカーボンブラック(昭和キャボット製商品名IP1000)60重量部、磁性損失材料としてフェライト(戸田工業製商品名KNS-415)粉末430重量部とを混練し、プレス成形(4mm厚)した。5.2GHzに吸収位置が来るよう設計している。このフリースペース法による測定結果を表1および表2ならびに図11に示す。吸収性能は良好であるが、斜入射特性に劣ることがわかる。また重量も重く、実際の使用には耐えないものであった。40

【0101】

本発明は、次の実施の形態が可能である。

(1) 導電性パターン12が互いに連結しない様で、複数個、配列して形成されるパターン層5と、磁性損失材でありかつ誘電損失材である材料から成る電磁波吸収層4と、誘電損失材から成る誘電体層3と、導電性反射層2とを積層して構成され、導電性パターンを備えるとともに、複素比誘電率(ϵ' 、 ϵ'')および複素比透磁率(μ' 、 μ'')を50

有することを特徴とする電磁波吸収体。

【0102】

パターン層、電磁波吸収層、誘電体層、導電性反射層が積層されて構成される。具体的構成は、たとえば電磁波入射側からパターン層、電磁波吸収層、誘電体層、導電性反射層の順に積層される構成と、電磁波吸収層、パターン層、誘電体層、導電性反射層の順に積層される構成とを含む。またパターン層、電磁波吸収層、および誘電体層はそれぞれ多層にて構成されてもよい。さらにパターン層における導電性パターンの支持体（フィルム）および各層間の接着剤が誘電体層あるいは誘電体層且つ磁性体層（つまり電磁波吸収層）として介在していてもよい。

【0103】

先行技術と異なる点は、電磁波吸収体が複素比誘電率（'、''）および複素比透磁率（ μ' 、 μ'' ）を必須の成分として有するように設計され、そのための手段として磁性損失材を有する電磁波吸収層および磁性損失材を有しない、誘電損失性のみ有する誘電体層を必要構成要素として有することにある。この構成にてパターン形状の最適化を行い、薄型でありますながら高性能なパターン型電磁波吸収体を実現している。

【0105】

(2) パターン層5に近接して電磁波吸収層4が配置され、斜入射特性に優れていることを特徴とする電磁波吸収体。

【0106】

電磁波吸収体は、次のような電磁波吸収原理と斜入射特性改善とを実現している。電磁波吸収体は、パターン層中の不連続に形成される導電性パターンが特定周波数の電磁波を受信する機能を有することに特徴がある。その導電性パターンの長さや周囲長にて特定周波数の電磁波と共に振る形で電磁波を受信する。導電性パターンが共振した場合、パターン自体や周囲に電流が発生する。導電体に電流が発生するとその周りに磁束が発生することになる。その磁束密度は導電体に近いほど大きく、離れていくと減衰することになる。捉えた電磁波を熱に変えることでいわゆる電磁波吸収を実現するのであるが、電磁界のエネルギーを減衰するために、まず磁界エネルギーに変換した分を効率良く捉えることを目的として磁性を有する電磁波吸収層を用いる。具体的には、導電性パターン12に近接する電磁波吸収層4の複素比透磁率の実部 μ' が大きく、さらに磁束を熱に変換するには複素比透磁率の虚部 μ'' が大きくする必要がある。これにより効率的に磁束を集め、熱に変換することが可能となる。

【0107】

また導電性パターンと導電性反射層の間にはコンデンサーが形成される。導電性パターンに電荷が付与された場合、電極板間に電気力線が流れる。この場合、電磁波吸収層および誘電体層の複素比誘電率の実部'が大きいと極板間の距離を小さくでき、また虚部''が大きいと熱変換性が高くなる。この機能によりまた電磁波エネルギーを減衰できる。ただし、虚部''が大きすぎると導電性が発現することがあり、この場合電磁波吸収体として機能しなくなる。

【0108】

このように磁界成分と電界成分にそれぞれに熱変換機能を持たせたことで、従来よりも薄型の電磁波吸収体が達成できた理由の1つである。

【0109】

(3) 略垂直入射される場合に吸収可能な電磁波の周波数と、斜入射される場合に吸収可能な電磁波の周波数との差が、1GHz以内に収まることを特徴とする電磁波吸収体。

【0110】

次のようなメカニズムによって、斜入射特性が改善される。誘電損失材による電波吸収性能は導電性パターンと導電性反射層間のコンデンサーによるインピーダンスにより空気中の電磁波のインピーダンス(377)と整合をとられることになり、その厚みの影響が直接効くことになる。共振する周波数も厚み差によるインピーダンス変化を受け、電磁波の斜入射の場合に吸収特性の変化と周波数のズレが現れやすい傾向にある。

10

20

30

40

50

【0111】

これに対して、磁性損失材は厚みの効果もあるが、それよりも電流に近接する電磁波吸収層4の複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' が大きい場合には距離の因子に強く依存することなく効率的にエネルギー減衰できる傾向があるため、電磁波の斜入射の場合に吸収特性の変化と周波数のズレが現れ難い傾向にある。この誘電損失材と磁性損失材の併用効果により、薄型、軽量でありながら斜入射特性を含む高い電磁波吸収性能を達成できることになる。

【0112】

ここで、略垂直入射は、電磁波吸収体の入射面に垂直な方向である電磁波吸収体の厚み方向に対して $0^\circ \sim 10^\circ$ 程度の角度での入射を含む。斜入射は、基本的には略垂直入射以外の入射である。したがって斜入射は、電磁波吸収体の厚み方向に対して 45° またはそれ以上の角度での入射を含む。10

【0113】

(4) 特定周波数の電磁波に対する電磁波吸収層の複素比透磁率の虚部 μ'' と、パターン層から電磁波吸収層までの厚さ L とが、 $0.15 < \mu'' / L < 7$ の関係にあることを特徴とする電磁波吸収体。

【0114】

導電性パターン周辺に発生する磁束は導電性パターンの電流が流れる部分に近い程大きくなるため、近接して複素比透磁率の虚部 μ'' の大きい材料、したがって電磁波吸収層があれば効率的にエネルギーを減衰できる。さらに複素比透磁率の実部 μ' の大きい材料である電磁波吸収層であれば磁束を電磁波吸収層の中に導きやすくなるが、損失項 \tan と複素透磁率との間に $\tan = \mu'' / \mu'$ の関係があり、 $\mu'' = \mu' \times \tan$ の関係にあるため、熱変換として特に複素比透磁率の虚部 μ'' に着目している。複素比透磁率の虚部 μ'' を高くし、パターン層から電磁波吸収層までの厚さ L を小さくする方向が高性能且つ薄型を達成する方向であり、前記関係式を満たすことによって優れた電磁波吸収体を実現することができる。20

【0115】

(5) 特定周波数 f の電磁波に対する電磁波吸収層4と誘電体層3の各層における複素比誘電率の実部 $'$ と、電磁波吸収層の厚さと誘電体層の厚さとを合計した厚さ d とが、 $2 < \{ ' / (f \times d) \} < 25$ の関係にあることを特徴とする電磁波吸収体。30

【0116】

薄型の電磁波吸収体を実現することができる。薄型であるためには、パターン層の導電性パターンと導電性反射層間が近接している必要があるが、そのためにはコンデンサー内の特定周波数での複素比誘電率の実部値 $'$ を上げる必要がある。前記式を満たすようにすることによって、複素比誘電率の実部値 $'$ を大きくして、電磁波吸収体を薄型化することができる。前記式中の「 $\{ ' / (f \times d) \}$ 」は、電磁波吸収層における複素比誘電率の実部 $'$ で算出される $\{ ' / (f \times d) \}$ の値と、誘電体層における複素比誘電率の実部 $'$ で算出される $\{ ' / (f \times d) \}$ の値の総和である。

【0117】

(6) 特定周波数 f の電磁波に対する電磁波吸収層4および誘電体層3の各層における複素比誘電率の実部 $'$ と、電磁波吸収層の厚さと誘電体層の厚さとを合計した厚さ d と、電磁波吸収層および誘電体層の各層の比重 D とが、 $5 < \{ (' \times D) / (f \times d) \} < 70$ の関係にあることを特徴とする電磁波吸収体。40

【0118】

薄型の電磁波吸収体を実現することができる。複素比誘電率の実部 $'$ を上げるために、誘電損失材料や磁性損失材料の充填量を増す必要があり、軽量化を達成するためには薄型化効果や電磁波吸収性能とのバランスをとりながら最適化を図る必要がある。そのため充填量を増し過ぎることのない様に比重との関係式を用いることによって好適な薄型化された電磁波吸収体を実現することができる。前記式中の「 $\{ (' \times D) / (f \times d) \}$ 」は、電磁波吸収層における複素比誘電率の実部 $'$ で算出される $\{ (' \times D) / (f \times d) \}$ 50

$f \times d$) } の値と、誘電体層における複素比誘電率の実部 ' で算出される { (' × D) / (f × d) } の値の総和である。

【 0 1 1 9 】

(7) 導電性パターン 1 2 が金属よりなることを特徴とする電磁波吸収体。

上記のようにパターンは導電性が必要であるので、そのためには導電性金属を使用することが最も好ましく、その所望の電磁波吸収体を実現することができる。導電性パターンは、金属(導電性反射層 2)と同程度の導電性を持てば、どのような構成であってもよい。たとえば導電性が不足する場合や、経時による性能低下の問題からインピーダンスが初期設計時から変わってしまうことがあるが、導電性インクでも使用可能である。

【 0 1 2 0 】

10

(8) 特定周波数の電磁波に対する誘電体層 3 の複素比誘電率の実部 ' が、2 ~ 5 であり、誘電体層 3 の厚さが 0 . 1 ~ 4 mm であることを特徴とする電磁波吸収体。

【 0 1 2 1 】

軽量な電磁波吸収体を実現することができる。軽量化のために発泡体等の比重の低い、複素比誘電率の実部 ' が 1 に近い(2 ~ 5) 材料による誘電体層が用いられる。斜入射特性に関しては、複素比誘電率の実部 ' を上げて、できるだけ導電性パターンと導電性反射層の距離を近接させた方が、良好な結果が得られているので、0 . 1 ~ 4 mm の誘電体層が用いられる。厚さに関しては、0 . 1 mm 未満では誘電体層としての効果が期待できず、4 mm より厚い場合には薄型化の意味がなくなってしまう。したがって複素比誘電率の実部 ' および誘電体層の厚さを前記範囲に決定することによって、軽量かつ斜入射特性に優れた電磁波吸収体を実現することができる。

20

【 0 1 2 2 】

(9) 前記の特定周波数が無線 LAN 対応周波数であることを特徴とする電磁波吸収体。

【 0 1 2 3 】

無線 LAN(ローカルエリアネットワーク)で用いられる周波数の電磁波を効率良く吸収することができる。無線 LAN で用いられる周波数は、たとえば、2 . 4 GHz、5 . 2 GHz、またはその両方、さらにはより高周波数での無線 LAN 利用可能な帯域(19 GHz 帯)であり、これらの周波数帯の電磁波を効率良く吸収することが可能となる。

【 0 1 2 4 】

30

もちろん無線 LAN に限定されることなく、マイクロ波帯域およびミリ波帯域の特定周波数帯域(單一周波数および複数周波数)の電磁波吸収体として使用可能であることは言うまでも無い。

【 0 1 2 5 】

(10) 導電性パターン 1 2 が、線状で両端部を有する構造を単位として、その両端部を除いた箇所で、2 つ以上の単位が交差する構成として 1 つのパターン形状とし、または閉ループ形状を 1 つのパターン形状として形成し、そのパターン形状が互いに連結しない様で複数個、配列して形成されるパターン層 5 と、電磁波吸収層 4 と、誘電体層 3 と、導電性反射層 2 とを、積層して構成され、2 以上の周波数に対し整合性を与えることを特徴とする電磁波吸収体。

40

【 0 1 2 6 】

2 以上の周波数に対し整合性を与える電磁波吸収体を実現することができる。前述の先行技術は、パターン層を付与することで、電磁波吸収性を維持したまま、電磁波吸収体の薄層化を達成することを可能としている。しかし、パターン電磁波吸収体で得られる共振周波数は单一である場合がほとんどである。本件発明者は、図 1 のように、形状および位置関係に規則性を付与した複数のパターン形状から成るパターンを有するパターン層 5 を、磁性を有する電磁波吸収層 4、誘電体層 3、および導電性反射層 2 と組合させて積層した電磁波吸収体 1 とすることにより、2 以上の整合周波数が発現することを見いだした。

【 0 1 2 7 】

パターン電磁波吸収体の共振周波数は、まず導電性パターン 1 2 の長さや周囲長にて特

50

定される。これは特定周波数の電磁波と共振する形で電磁波を受信するため、その特定周波数の電磁波の波長の $1/2$ や $1/4$ の長さに応じて共振長さが決まる。また電磁波吸收層4、および誘電体層3の複素比誘電率の実部 ϵ' による波長短縮効果、加えて表面層6が設けられる場合は、その表面層6の複素比誘電率の実部 ϵ'' による波長短縮効果も重なり、共振長およびパターン寸法が決まる。

【0128】

導電性パターン12を受信アンテナとして考えた場合、共振周波数は基本波の整数倍で現れるため、その意味で複数周波数の受信は可能となる。

【0129】

しかし、パターン電磁波吸收体の場合は、単なる受信アンテナと異なり、電磁波吸收層4および誘電体層3にて形成されるインピーダンス、さらに隣接するパターン同士の結合特性までも加味されて共振周波数が決定されるため、吸収周波数を複数にすることは容易ではない。

10

【0130】

パターン設計方法は、電磁波吸收層4および誘電体層3、または表面層6の全ての複素比誘電率(ϵ', ϵ'')および複素比透磁率(μ', μ'')、各層の厚みを基にパターン形状、寸法、パターン同士の間隔をシミュレーションにより最適化する方法である。具体的には英國KCC社製シミュレーションソフト「Micro-Stripes」(TLM法による計算)を用い、各パラメータの独立および相関関係を求めて、最適値(理論値)を算出した。この結果に対して実験による検証を行い、信頼性実験を経て、パターンおよびパターン電波吸收体が決定している。

20

【0131】

パターン層5、電波吸收層4、および誘電体層3と同じにして(もちろん複素比誘電率や複素比透磁率の値の周波数依存性はあるが)、複数周波数に対して整合を取ることができて始めて2つ以上の吸収位置(吸収周波数)をとる双峰特性または多峰特性を有する電磁波吸收体1となる。

【0132】

双峰特性発現のメカニズムは十分明らかではないが、ダイポールアンテナ状の線状で両端部を有する構造を単位として、これを交差させた形状、または閉ループ形状の場合に双峰特性が見られた。

30

【0133】

その二つの吸収周波数の周波数位置の制御は、電磁波吸收層4および誘電体層3の複素比誘電率の実部 ϵ' を変更することで可能であった。

【0134】

双峰特性を有する電磁波吸收体1の斜入射特性をみると、基本波ではなく高調波側の斜入射特性に問題があった。具体的には、斜入射の場合の電磁波吸収量の低下および吸収周波数のズレ(とくに高周波数側へのズレ)が著しかった。この対策には、上述の対策と同じく電磁波吸收層4の複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' が大きくすることと、電磁波吸收層4および誘電体層3の複素比誘電率の実部 ϵ' を大きくして導電性パターン12と導電性反射板2間の距離を小さくすることが有効であった。この誘電損失材と磁性損失材の併用効果により、薄型、軽量でありながら双峰性を有する斜入射特性を含む高い電磁波吸収性能を達成できることになる。

40

【0141】

このため前述の電磁波吸收体では、前述の電磁波吸收体の吸収周波数の整合に加え、さらに表面層6の複素比誘電率(ϵ', ϵ'')、あるいはその厚さの制御で、電磁波吸收体1の整合特性を、低周波領域に変更させることによって、より薄い電磁波吸收層4を用いた電磁波吸収特性を実現している。

【0142】

(14)電磁波吸收層4は、複素比透磁率の実部が、 $1.01 \sim 1.0$ であり、厚さが $0.01 \sim 2.5\text{ mm}$ であることを特徴とする電磁波吸收体。

50

【0143】

磁性を有する電磁波吸収材料として、電磁波の磁気損失を増大し、電磁波吸収量を効率よく増大することができる。複素透磁率を大きくすることによって、磁界の大きい場所での電磁波吸収の程度を大きくすることができる。こうして前述の電磁波吸収体は、電界および磁界の大きい場所で、吸収量を常に大きくすることができる。複素比透磁率を有することにより、パターン層5および誘電体層3と積層した際に薄層化が達成しやすくなる。

【0144】

電磁波吸収層4の厚さを、2.5mmより薄くするには、パターン層5の付与が不可欠である。厚さ0.01mmは、塗工工程で製造できる下限を意味する。厚さ2.5mmを超えると、薄型化の範囲を超えてしまう。

10

【0145】

(15) 電磁波吸収層4が、有機重合体100重量部に対して、磁性損失材料としてフェライト、鉄合金、鉄粒子の群から選ばれる1または複数の材料を、1~700重量部の配合量で含むことを特徴とする電磁波吸収体。

【0146】

複素比透磁率を利用した薄層化が可能であり、薄型の電磁波吸収体を実現することができる。フェライトとしては、たとえばMn-Znフェライト、Ni-Znフェライト、Mn-Mgフェライトなどのソフトフェライト、あるいは永久磁石材料であるハードフェライトが挙げられる。鉄合金としては、たとえば磁性ステンレス(Fe-Cr-Al-Si合金)、センダスト(Fe-Si-Al合金)、パーマアロイ(Fe-Ni合金)、ケイ素銅(Fe-Cu-Si合金)、Fe-Si-B(-Cu-Nb)合金が挙げられる。なお、これら合金においては扁平状のものを用いてもよい。鉄粒子としては、たとえばカルボニル鉄粉が挙げられる。カルボニル鉄の場合はできるだけ真球に近いものがよい。好ましくは低コストで複素比透磁率の高いソフトフェライト粉末を使用するのがよい。フェライトが存在しないと、複素比透磁率を利用した薄層化を達成することができず、700部を超すと加工性が著しく損なわれる。

20

【0147】

また、電磁波吸収層4に含まれる誘電損失材料が、グラファイト、カーボンブラック、炭素繊維、グラファイト繊維の群から選ばれる材料である電磁波吸収体である。電磁波吸収層4は磁性損失材料を必須の成分として含むが、インピーダンス整合のためには適宜な複素比誘電率を付与することも好ましい。この目的で、電磁波吸収層4に充填される誘電損失材料としては、たとえばファーネスブラックやチャンネルブラックなどのカーボンブラック、ステンレス鋼や銅やアルミニウム等の導電粒子、グラファイト、カーボン繊維、グラファイト繊維、酸化チタン等が挙げられる。誘電性材料は、カーボンブラックであり、特に窒素吸着比表面積(ASTM(American Society for Testing and Materials)D3037-93)が100~1000m²/g、DBP吸油量(ASTM D2414-96)が100~400ml/100gであるカーボンブラック、たとえば昭和キヤボット社製の商品名IP1000およびライオン・アクゾ社製商品名ケッテンブラックECなどを使用するのが好ましい。DBP吸油量というのは、可塑剤の一種であるDBP(dibutyl phthalateの略)の吸収量(単位cm³/100g)である。窒素吸着比表面積が100m²/g未満の場合は充分な複素比誘電率が得られず、1000m²/gを超える場合は誘電損失材料の分散性が著しく悪くなる。DBP吸油量が100cm³/100g未満の場合は充分な複素比誘電率が得られず、400cm³/100gを超える場合は加工性が著しく悪くなる。

30

【0148】

(16) 電磁波吸収層4は、磁性損失材料と併用して、グラファイト、カーボンブラック、炭素繊維、グラファイト繊維の群から選ばれる1または複数の材料を誘電損失材料として、有機重合体100重量部に対して0~50重量部の配合量で含むことを特徴とする電磁波吸収体。

40

【0149】

50

電磁波吸収層4が、有機重合体100重量部に誘電損失材料を0～50(0は含まない)重量部含む。誘電損失材料の種類は上述のとおりであるが、量には制限があり、50重量部を超えると加工性が著しく損なわれることになる。

【0150】

電磁波吸収層4に使用される有機重合体の材料(ビヒクル)としては、合成樹脂、ゴム、および熱可塑性エラストマーを使用している。たとえばポリエチレン、ポリプロピレン、およびこれらの共重合体、ポリブタジエンおよびこれらの共重合体等のポリオレフィン、ポリ塩化ビニル、ポリ酢酸ビニル、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂などの熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂やビチュメン等が挙げられる。ポリ尿酸などの生分解性を有する樹脂も使用可能である。またガラス繊維などの材料が充填されたFRPとなつても良い。10

【0151】

前記ゴムとしては、たとえば天然ゴムのほか、イソブレンゴム、ブタジエンゴム、エチレン-プロピレンゴム、クロロブレンゴム、ニトリルゴム、アクリルゴム、塩素化ポリエチレンゴム、水素添加ニトリルゴム、シリコンゴムなどの各種合成ゴム単独、もしくはこれらのゴムを各種変性処理にて改質したものが使用できる。

【0152】

熱可塑性エラストマーとしては、たとえば塩素化ポリエチレン、ポリスチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、ポリエステル系、ポリアミド系などの各種熱可塑性エラストマーを用いることができる。20

【0153】

これらのポリマーは単独で使用するほか、複数をブレンドして用いることができる。樹脂および熱可塑性エラストマー材料には、必要に応じて可塑剤、さらには、安定剤、補強用充填剤、流動性改良剤、難燃剤などを適宜添加した樹脂組成物として使用することができる。ゴム材料には、加硫剤のほか、加硫促進剤、老化防止剤、軟化剤、可塑剤、充填剤、着色剤、難燃剤などを配合することができる。

【0154】

電磁波吸収層4は、前記有機重合体以外の、石膏材、セメント材、または不織布や発泡体、紙、段ボール等に磁性を有する塗料等を含浸させたものであってもよく、充填材を配合することが可能な材料を適宜選択することもできる。30

【0155】

導電性反射層2は、金、白金、銀、ニッケル、クロム、アルミニウム、銅、亜鉛、鉛、タンゲステン、鉄などの金属であってもよく、樹脂に上記金属の粉末、導電性カーボンブラックの混入された樹脂混合物、あるいは導電性樹脂のフィルム等であってもよい。上記金属等を、板、シート、フィルム、不織布等に加工されたものであってもよい。あるいはまた合成樹脂性フィルム上に、膜厚たとえば600の金属層が形成された構成を有してもよい。金属箔をフィルムもしくはクロスなどの基材に転写したものでもよい。また、導電インク(たとえば体積固有抵抗値10cm以下0.5cm以上)を基板上に塗布してもよい。

【0156】

電磁波吸収体1に所望周波数の電波の透過性を付与したい場合、公知技術であるアンテナ原理を応用して、波長から導かれる適宜な形状の非導電性部分を導電性反射層2の中に設けることができる。これによりたとえば2.45GHzおよび5.2GHzの各無線LAN周波数域に対する電磁波吸収性を有しながら、携帯電話(800MHzまたは1.5GHz)は使用可能であるといった電磁波環境を提供することが可能となる。

【0157】

上述の導電反射層2の構成材料を用いて、パターン層5の導電性パターン12を形成することができる。導電性パターン12は、フィルム上にアルミニウムなどの蒸着、エッチング処理、もしくはスクリーン印刷等の方法で形成される。しかしこれらに限定されることはなく、たとえば導電性パターン12の各模様のみを電磁波吸収層4もしくは誘電体層

10

20

30

40

50

3に直接転写させ、基材となるフィルムを用いずに、利用することも可能である。

【0158】

誘電体層3の材料として、汎用樹脂、たとえば塩化ビニル(PVC)、スチレン-ブタジエン系共重合体(SBS)、またはポリエチレンテレフタレート(PET)樹脂シートなどであってもよい。また上述の材料に限定されることなく、そのほかの合成樹脂、ゴムなどの材料、またメラミン樹脂、メラミン樹脂バッカー材、紙、不織布、クロス、難燃紙、木材、石膏、セメント、ガラス等であってもよい。厚みについては、0.1~4mmの範囲が好ましい。電磁波吸収体全体の薄層化のために、より好ましいのは0.1~2.5mmである。0.1mm未満では、誘電体層3を用いる効果が乏しく、4mm超の厚さでは、電磁波吸収体の薄層化の意味がなくなってしまう。誘電体層3を発泡体とすることで、電磁波吸収体の軽量化の達成も可能である。10

【0159】

(17) 電磁波吸収層および誘電体層の複素比誘電率を制御することにより、2以上の吸収周波数の位置を個別に制御することを特徴とする電磁波吸収体。

【0160】

これによって吸収すべき電磁波の周波数に応じた好適な電磁波吸収体を実現することができる。

【0161】

(18) 難燃性、準不燃性、または不燃性を有することを特徴とする電磁波吸収体。

電磁波吸収体は、難燃性、準不燃性または不燃性が付与されている。難燃性としてはUL94V0の評価を得ることが目安であり、難燃剤および難燃助剤が好適量配合される。以上によって建物内装材として好適に用いることができる。電磁波吸収体1に難燃性、準不燃性、または不燃性を付与するにあたっては、たとえば難燃剤または難燃助剤が、電磁波吸収層4、誘電体層3などに添加される。20

【0162】

難燃剤としては特に限定されることはなく、リン化合物、ホウ素化合物、臭素系難燃剤、亜鉛系難燃剤、窒素系難燃剤、水酸化物系難燃剤等が適宜量使用できる。リン化合物としては、リン酸エステル、リン酸チタンなどが挙げられる。ホウ素化合物としては、ホウ酸亜鉛などが挙げられる。臭素系難燃剤としては、ヘキサブロモベンゼン、デカブロモベンジルフェニルエーテル、デカブロモベンジルフェニルオキサイド、テトラブロモビスフェノール、臭化アンモニウムなどが挙げられる。亜鉛系難燃剤としては、炭酸亜鉛、酸化亜鉛若しくはホウ酸亜鉛等が挙げられる。窒素系難燃剤としては、たとえばトリアジン化合物、ヒンダードアミン化合物、若しくはメラミンシアヌレート、メラミングアニジン化合物といったようなメラミン系化合物などが挙げられる。水酸化物系難燃剤としては、水酸化マグネシウム、水酸化アルミニウムなどが挙げられる。30

【0163】

(19) 電磁波反射性能を有する面上に用いられる電磁波吸収体であって、前記導電性反射層を除く残余の各層が積層されて構成されることを特徴とする電磁波吸収体。

【0164】

金属等の電磁波遮蔽性能を有する面上に上記電磁波吸収体1を設置する場合には、導電性反射層2を有さない構成の電磁波吸収体であることが可能である。すなわち、電磁波遮蔽性能を有する面は、そのまま電磁波反射板として機能できるため、上記電磁波吸収体1の中の導電性反射層2を有さない構成が使用可能となる。40

【0165】

(20) 前述の電磁波吸収体を用いることによる電磁波吸収方法。

前述のように優れた電磁波吸収体1を用いることによって、好適に電磁波を吸収することができる。

【0166】

前述の電磁波吸収体の具体的な用途としては、オフィスなどの電磁波環境空間の形成する床材、壁材、天井材として、あるいは家具や事務機器の金属面の被覆材として、あるいは50

は衝立等として、前述の電磁波吸収体を配置することにより、電磁波環境の改善を行う。具体的には、空間中に存在する電子機器の誤動作防止、無線 LAN 等の伝送遅延対策である。また電磁波環境については、オフィスだけではなく、家庭内、病院、コンサートホール、工場、研究施設、駅舎、展示場、道路側壁等の屋外施設等でも利用できる。それぞれ想定できる環境での壁、床、天井等において、必要とされる箇所ごとに利用できる。

【0167】

特定形状のパターンを有するパターン層、磁性損失材料から成る電磁波吸収層 4 と誘電体層 3 と導電性反射層 2 を設けることによって、電磁波吸収をする周波数の選択制御を制御することができ、結果として斜入射特性の良好な薄型、軽量電磁波吸収体 1 を提供することができる。

10

【0168】

さらに本件電磁波吸収体 1 は、双峰特性を有し、二つ以上の吸収周波数を有する電磁波吸収体 1 を提供することができる。双峰特性を有しても、なお且つ薄く、軽く、高い吸収性能（斜入射特性を含む）を実現している。

【0169】

さらに本件電磁波吸収体 1 は、既存の電磁波吸収体よりも薄く、かつ軽くなっているため、その構成上室内建材と組み合わせることができるという効果がある。たとえば表面層の表面層 6 をビニールクロスや合板材などの木材、既存の壁材、床材、天井材、さらに什器、家具、デスクのボード、パネル、表面材などに置き換えることで、容易に室内壁面材や床材など電磁波吸収可能な機能的な建材を構成でき、かつ複数の周波数に対して選択的な電磁波吸収性を付与できるという効果がある。

20

【図面の簡単な説明】

【0170】

【図 1】本発明の実施の一形態の電磁波吸収体 1 の断面図である。

【図 2】図 1 に示される本発明の実施の一形態の電磁波吸収体 1 を構成するパターン層 5 を示す斜視図である。

【図 3】図 1 および図 2 に示される実施の形態におけるパターン層 5 の一部の拡大した斜視図である。

【図 4】本発明の実施の他の形態の電磁波吸収体 1 の断面図である。

30

【図 5】本発明の実施の他の形態の電磁波吸収体 1 の断面図である。

【図 6】本件発明者の実施例 1 における実験結果を示すグラフである。

【図 7】本件発明者の実施例 2 における実験結果を示すグラフである。

【図 8】本件発明者の比較例 1 における実験結果を示すグラフである。

【図 9】本件発明者の比較例 2 における実験結果を示すグラフである。

【図 10】本件発明者の比較例 3 における実験結果を示すグラフである。

【図 11】本件発明者の比較例 4 における実験結果を示すグラフである。

【0171】

【図 21】本件発明者の比較例 4 における実験結果を示すグラフである。

【図 22】本発明の実施の他の各形態のパターン形状を示す正面図である。

【図 23】本発明の実施の他の形態のパターン層 5 a を示す正面図である。

40

【符号の説明】

【0172】

1 電磁波吸収体

2 導電性反射層

3 誘電体層

4 電磁波吸収層

5 パターン層

6 表面層

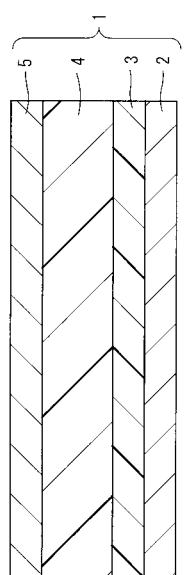
11 基材

12 導電性パターン

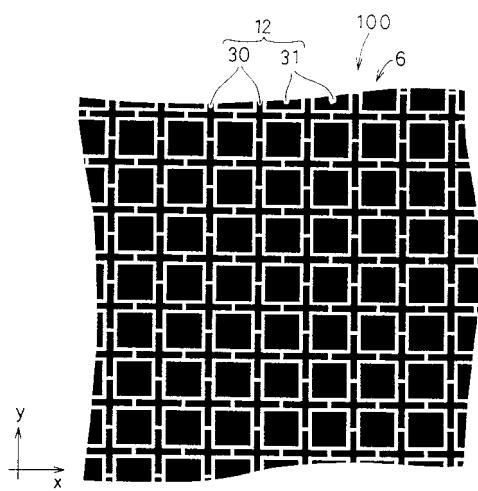
50

1 3 パターン形状
1 4 , 1 5 形状部分

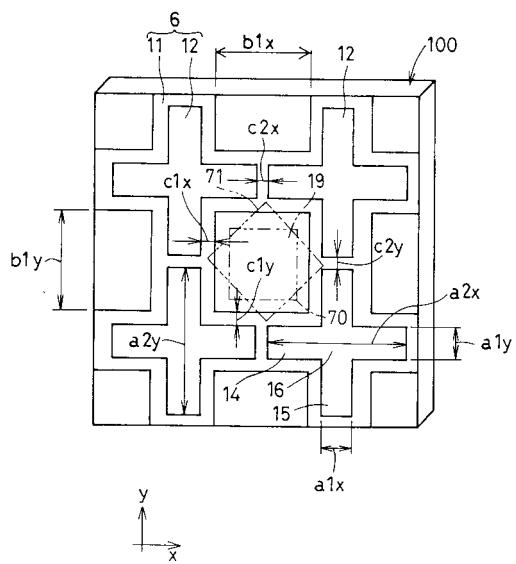
【図1】



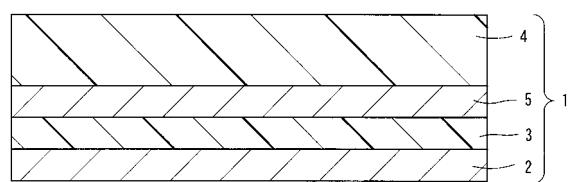
【図2】



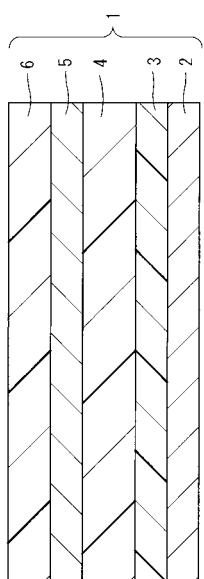
【図3】



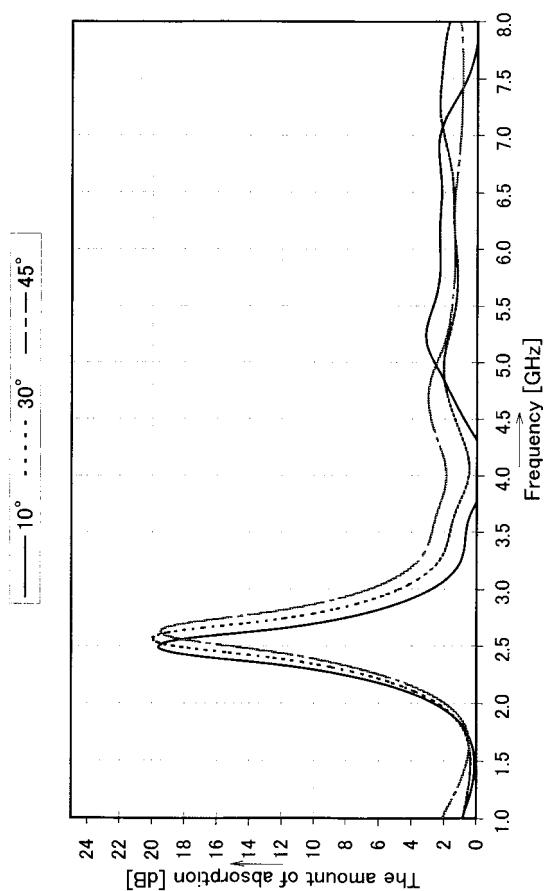
【図4】



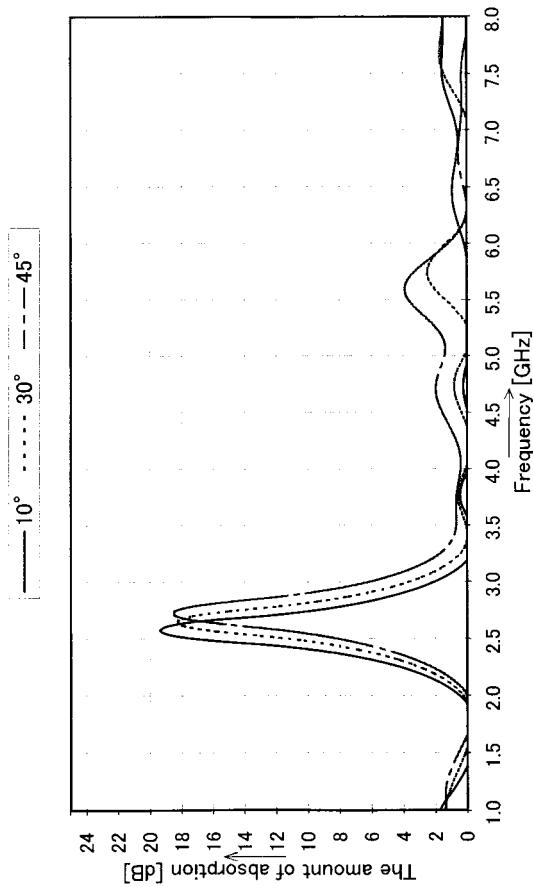
【図5】



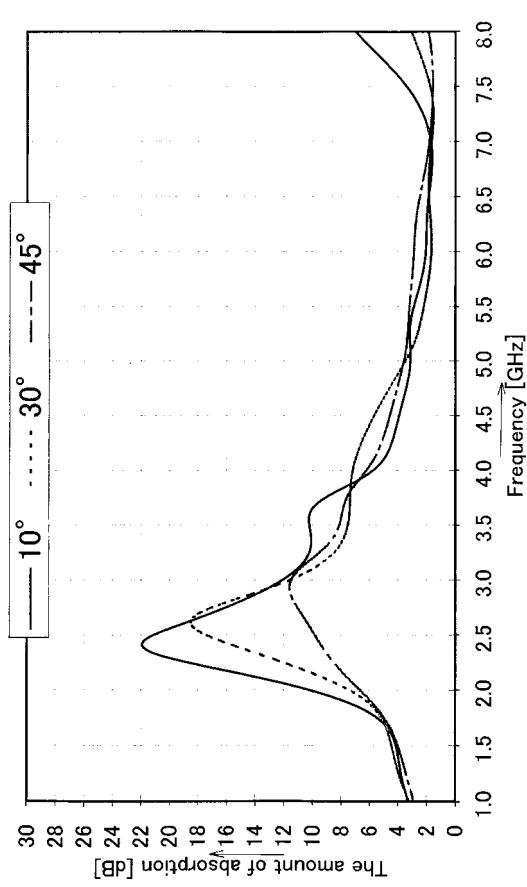
【図6】



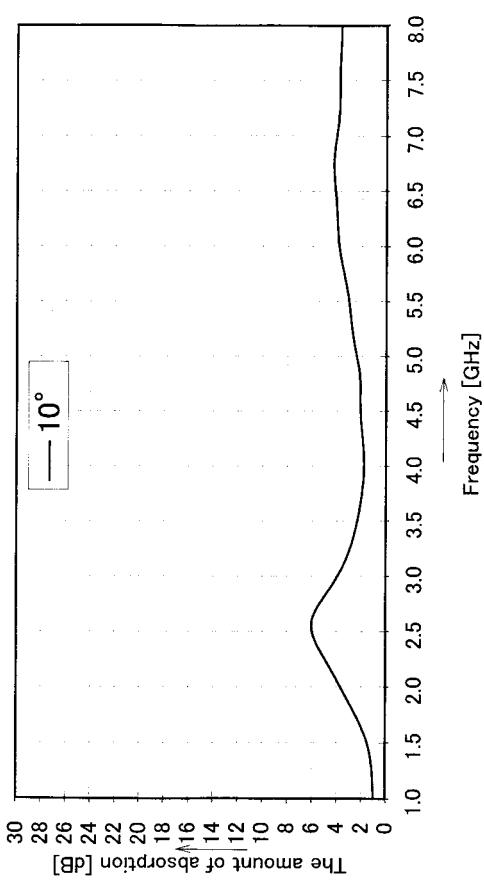
【図7】



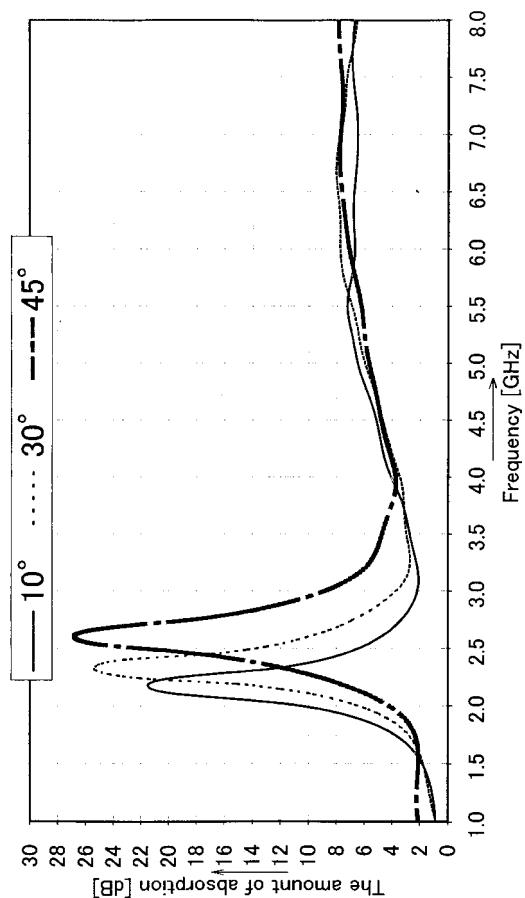
【図8】



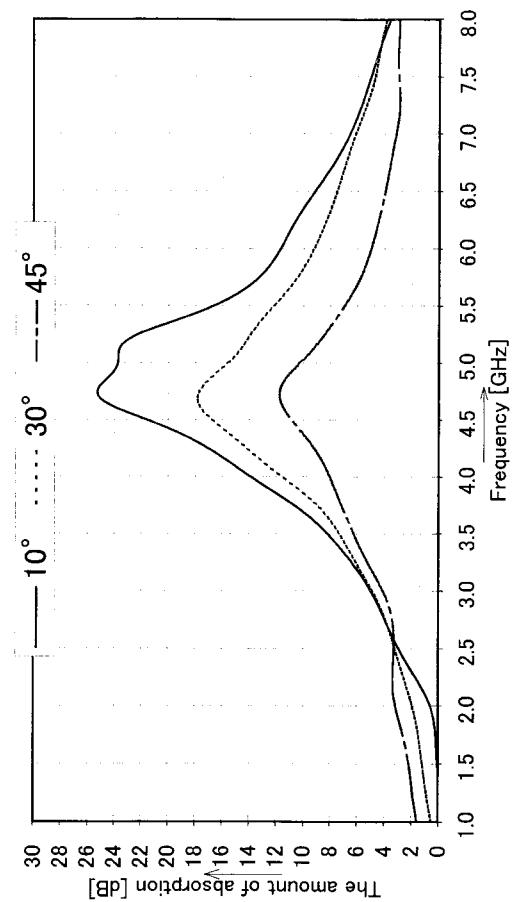
【図9】



【図10】



【図 1 1】



フロントページの続き

(72)発明者 清原 好晴
奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株式会社 奈良工場内
(72)発明者 佐藤 真一
奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株式会社 奈良工場内
(72)発明者 吳 東英
奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株式会社 奈良工場内

審査官 川内野 真介

(56)参考文献 特開平11-204984(JP,A)
特開平06-224584(JP,A)
特開2000-244178(JP,A)
特開2003-152382(JP,A)
特開平10-224075(JP,A)
特開平09-289392(JP,A)
特開2003-368479(JP,A)
特開2004-063719(JP,A)
特開2002-076678(JP,A)
特開平11-163585(JP,A)
特開平08-274538(JP,A)
天野、小塚，導体素子を装荷した電波吸収体の整合特性，電子情報通信学会技術研究報告，日本，
，社団法人電子情報通信学会，2002年10月18日，Vol.102、No.406，p.
13-17

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05K 9/00
H01Q 17/00