

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年5月30日 (30.05.2002)

PCT

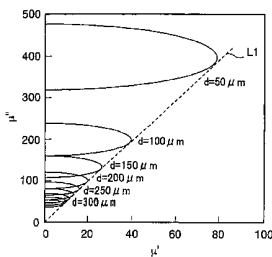
(10) 国際公開番号
WO 02/43460 A1

- (51) 国際特許分類: H05K 9/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/10112
- (22) 国際出願日: 2001年11月20日 (20.11.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2000-354253
2000年11月21日 (21.11.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡山克巳 (OKAYAMA, Katsumi) [JP/JP]. 豊田準一 (TOYODA, Junichi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 加藤義寛 (KATO, Yoshihiro) [JP/JP]. 杉本 諭 (SUGIMOTO, Satoshi) [JP/JP]. 猪俣浩一郎 (INOMATA, Koichiro) [JP/JP]; 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉02 東北大学大学院工学研究科 Miyagi (JP).
- (74) 代理人: 中村友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビル9階 三好内外国特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[続葉有]

(54) Title: RADIO WAVE ABSORBER

(54) 発明の名称: 電波吸収体



(57) Abstract: A radio wave absorber which has a high absorbing performance for a high-frequency electromagnetic wave and is reduced in thickness, and which is constructed so that a conductor is fixed to a surface opposite to an electromagnetic-wave incidence surface of a single-layer magnetic layer, wherein the values of a real part μ' and an imaginary part μ'' of complex relative permeability of the magnetic layer satisfy $\mu'' \geq m\mu' - n$ ($m: m > 0$, real number, $n: n \geq 0$, real number) outside an impedance mismatching area, whereby providing good high-frequency electromagnetic wave-absorbing characteristics even when a magnetic layer thickness is up to 1 mm.

(57) 要約:

高周波の電磁波に対して高い吸収性能を有し、より薄型化された電波吸収体である。電波吸収体は、単層の磁性層における電磁波の入射面に対する反対面に、導体が固着された構造をなし、磁性層の複素比透磁率の実部 μ' と虚部 μ'' の値が、インピーダンスの不整合領域外で $\mu'' \geq m\mu' - n$ ($m: m > 0$ の実数、 $n: n \geq 0$ の実数) を満たすようにすることで、磁性層の厚さが 1 mm 以下の場合にも、高周波の電磁波に対する良好な吸収特性を有する。



WO 02/43460 A1



添付公開書類：
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

電波吸収体

5 技術分野

本発明は、インピーダンス整合型の電波吸収体に関し、特に、高周波の電磁波を吸収するための薄型の電波吸収体に関する。

背景技術

- 10 近年、電子機器の扱う信号の高周波化にともない、これらの電子機器が発する不要輻射の問題が顕著になっている。電子機器からの不要輻射を抑制する方法としては、回路の設計変更、対策部品の使用等が考えられるが、これらの方法は、製品スパンの短期間化、コスト増大等の理由により、ますます困難になりつつある。
- 15 このため、高い周波数の電磁波に対しても磁気損失を有する複合軟磁性体をシート化した対策シート等を用いる方法がとられるようになっている。

- また近年、無線LAN（Local Area Network）や高速道路自動課金システム等、高周波電波を用いる通信システムが開発されて
- 20 いるが、これらのための電波使用機器においては、目的の信号電波以外の電波は妨害波となるため、発生される妨害波を吸収して通信を円滑に行うために電波吸収体の開発が要望されている。

- 例えば、2.45GHz帯域の電磁波は、電子レンジ、携帯情報端末、無線LAN、Bluetooth等の様々な電子機器に使用
- 25 されており、これらの電子機器が相互に誤動作することなく円滑に通信を行うことが重要である。

電波吸収体は、入射した電波のエネルギーを熱に変換して吸収するが、このエネルギー変換には、電波吸収体の比誘電率の損失項 ε'' （複素比誘電率の虚数成分）および比透磁率の損失項 μ'' （複素比透磁率の虚数成分）が関係する。このように損失を有する材料に電波が入射した場合、電波のエネルギーは以下に示す式（1）にしたがって熱に変換され、吸収される。

$$P = 1 / 2 \omega \varepsilon_0 \varepsilon'' |E|^2 + 1 / 2 \omega \mu_0 \mu'' |H|^2 \cdots (1)$$

式（1）中、Pは単位体積あたりの電波吸収エネルギー [W/m³]、 ω は電磁波の角周波数（ $2\pi f$ 、 f ：電磁波の周波数）、 ε_0 は真空の透磁率、 ε'' は複素比誘電率の虚数成分（誘電損失）、Eは外部から印加される電磁波の電界強度、 μ_0 は真空の透磁率、 μ'' は複素比透磁率の虚数成分（磁気損失）、Hは外部から印加される電磁波の磁界強度を表す。

式（1）によれば、損失の大きい材料ほど電波吸収能力が大きい。しかし、波源からの距離が $\lambda/6$ （ λ ：電磁波の波長）以上となる、比較的遠方の電磁界における平面波の場合、通常、このような材料に電波が1度だけ入射した程度では、電波のエネルギーを完全に吸収して熱に変換することは不可能である。これは、電波吸収体の前面では、空気と電波吸収体との間でインピーダンスが異なるために、反射するからである。

このため、平面波を吸収する電波吸収体では、電波吸収体の裏面を導体で裏打ちして、この界面における反射波と、電波吸収体の前面における反射波の位相を制御し、反射波を相殺することによって電波を吸収する方法がとられている。このような方法による電波吸収体は、インピーダンス整合型と呼ばれている。通常、インピーダンス整合型の電波吸収体では、電波のエネルギーを9

9% 吸収する値である反射減衰量 20 dB を目標にすることが多い。

1 GHz 以上の高周波帯域に用いるインピーダンス整合型の電波吸収体では、高い比透磁率と高い電気抵抗を有することが必要であるが、従来ではこのような電波吸収体として、例えば、ゴムフェライトが広く使用され、その他、カルボニル鉄や発泡スチロールカーボン等が使用されている。インピーダンス整合型の電波吸収体では、材料の定数が定まると整合周波数と整合厚さが決定されるが、2.45 GHz の電磁波に対しては、ゴムフェライト等を使用した場合、厚さが約 1 cm となり、従来はこの厚さの電波吸収体で使用されていた。しかし、例えば携帯情報端末等の電子機器は小型化が進んでおり、機器の大きさに占める電波吸収体の大きさを小さくするには、電波吸収体のさらなる薄型化が必要であり、比透磁率のより高い材料を用いることで、電波の吸収性能を維持しながら薄型軽量化がなされた電波吸収体の開発が望まれている。

一方、高周波帯域まで高い比透磁率を有する材料としては、Co を含む薄膜材料が知られており、例えば特開平 10-241938 号公報に開示されている。これによれば、Co-Ni-Al-O 薄膜等において、粒径が 4~7 nm 程度に制御された磁性微粒子とそれを取り囲むごく薄いセラミックス膜の粒界との 2 種類以上の微細構造からなるグラニューラ構造をとることによって、高い透磁率と高い電気抵抗とを両立している。しかし、この場合はスパッタ装置を用いた薄膜として作製され、電波吸収体としての実用材料とはなり得なかった。

また、インピーダンス整合型の電波吸収体としては、上記の材

料による磁性層を含む多層構造をなす電波吸収体が用いられることもある。例えば、上記のように導体で裏打ちされた磁性層の前面に誘電層が形成された構造等が考えられる。このような多層構造の電波吸収体は、単層構造のものと比較して、入射面のインピーダンスが空間インピーダンスに近づくことで反射量が抑制され、反射波の位相の整合が取りやすくなるという利点を持つ反面、製造コストが上昇してしまうという欠点を持っている。このため、インピーダンス整合型の電波吸収体を作製する際は、上記の利点および欠点を考慮して材料および構造の選定を行う必要があるが、その判断は容易ではなかった。

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、的確な材料および構造の選定が可能で、高周波の電磁波に対して吸収性能が高く、より薄型化された電波吸収体を提供することを目的とする。

15

発明の開示

本発明では上記課題を解決するために、インピーダンス整合型の電波吸収体において、複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' の値がインピーダンスの不整合領域外で $\mu'' \geq m \mu' - n$ ($m : m > 0$ の実数、 $n : n \geq 0$ の実数) を満たす厚さ 1 mm 以下の磁性層と、前記磁性層における電磁波の入射面に対する反対面に固着された導体と、によって構成されることを特徴とする電波吸収体が提供される。

このような電波吸収体では、単層の磁性層における電磁波の入射面に対する反対面に、導体が固着された構造をなし、磁性層の複素比透磁率の実部 μ' と虚部 μ'' の値が、インピーダンスの不

25

整合領域外で $\mu'' \geq m \mu' - n$ ($m : m > 0$ の実数、 $n : n \geq 0$ の実数) を満たすようにすることで、磁性層の厚さが 1 mm 以下の場合にも、高周波の電磁波に対する良好な吸収特性を示す。例えば、周波数が 2.4 ~ 2.5 GHz の電磁波に対しては、磁性層の比誘電率が 1.5 以下のとき、 $4 \leq m \leq 6$ 、 $n \leq 30$ とした場合に反射減衰量が 20 dB 以上となり、 $1.2 \leq m \leq 1.5$ 、 $n \leq 10$ とした場合に反射減衰量が 10 dB 以上となる。また、磁性層の比誘電率が 5.0 以下のとき、 $4 \leq m \leq 6$ 、 $n \leq 100$ とした場合に反射減衰量が 20 dB 以上となり、 $1.2 \leq m \leq 1.5$ 、 $n \leq 30$ とした場合に反射減衰量が 10 dB 以上となる。この磁性層は例えば、粒径が 1 ~ 100 nm に制御された微細組織構造を有する磁性材料を粉末状として、高分子材料等に分散させて形成される。

また、本発明では、インピーダンス整合型の電波吸収体において、複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' の値がインピーダンスの不整合領域外で $\mu'' \leq m \mu' - n$ ($m : m > 0$ の実数、 $n : n \geq 0$ の実数) を満たす磁性層を含む多層構造をなし、厚さ 1 mm 以下である電波吸収層と、前記電波吸収層における電磁波の入射面に対する反対面に固着された導体と、によって構成されることを特徴とする電波吸収体が提供される。

このような電波吸収体では、磁性層を含む電波吸収層における電磁波の入射面に対する反対面に、導体を固着した構造をなし、磁性層の複素比透磁率の実部 μ' と虚部 μ'' の値が、インピーダンスの不整合領域外で $\mu'' \leq m \mu' - n$ ($m : m > 0$ の実数、 $n : n \geq 0$ の実数) を満たすようにすることで、磁性層の厚さが 1 mm 以下の場合にも、高周波の電磁波に対する良好な吸収特性を示

す。例えば、周波数が 2.4 ~ 2.5 GHz の電磁波に対しては、磁性層の比誘電率が 15 以下のとき、 $4 \leq m \leq 6$ 、 $n \leq 30$ とした場合に反射減衰量が 20 dB 以上となり、 $1.2 \leq m \leq 1.5$ 、 $n \leq 10$ とした場合に反射減衰量が 10 dB 以上となる。

- 5 また、磁性層の比誘電率が 50 以下のとき、 $4 \leq m \leq 6$ 、 $n \leq 100$ とした場合に反射減衰量が 20 dB 以上となり、 $1.2 \leq m \leq 1.5$ 、 $n \leq 30$ とした場合に反射減衰量が 10 dB 以上となる。この磁性層は例えば、粒径が 1 ~ 100 nm に制御された微細組織構造を有する磁性材料を粉末状として、高分子材料等に分散させて形成される。また、電波吸収層には、磁性層の他に例えば、セラミックスを高分子材料に混練して形成された誘電層が形成される。
- 10

図面の簡単な説明

- 15 第 1 図は、単層の磁性層によって構成される電波吸収体の構造を示す図である。

第 2 図は、単層の電波吸収体において、磁性層の厚さを変化させた場合に必要な比透磁率を示す図である。

- 20 第 3 図は、磁性層の厚さを固定し、比誘電率 ϵ を変化させた場合に必要な比透磁率 μ を示す図である。

第 4 図は、磁性層の厚さを変化させた場合に必要な比透磁率 μ を示す図である。

第 5 図は、磁性層の厚さを固定し、ターゲットの電磁波の周波数を変化させた場合に必要な比透磁率 μ を示す図である。

- 25 第 6 図は、多層構造の電波吸収層によって構成される電波吸収体の構造を示す図である。

第7図は、多層構造の電波吸収体において、誘電層の比誘電率および厚さを変化させた場合に必要な比透磁率 μ を示す図である。

第8図は、磁性層の比透磁率に対する材料の最適な選定条件を示すグラフである。

第9図は、単層構造の電波吸収体において、磁性層の比誘電率 ϵ が15の場合における-20 dB以上の吸収特性が得られる整合領域を示す図である。

第10図は、単層構造の電波吸収体において、磁性層の比誘電率 ϵ が50の場合における-20 dB以上の吸収特性が得られる整合領域を示す図である。

第11図は、単層構造の電波吸収体において、磁性層の比誘電率 ϵ が1の場合における-10 dB以上の吸収特性が得られる整合領域を示す図である。

第12図は、単層構造の電波吸収体において、磁性層の比誘電率 ϵ が15の場合における-10 dB以上の吸収特性が得られる整合領域を示す図である。

第13図は、単層構造の電波吸収体において、磁性層の比誘電率 ϵ が50の場合における-10 dB以上の吸収特性が得られる整合領域を示す図である。

第14図は、第1の実施例における電波吸収特性を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。まず、第1図に単層の磁性層によって構成される電波吸収体の構造を

示す。

本発明において提供される電波吸収体は、磁性層等で構成される電波吸収層の裏面を導体で裏打ちした構造をなす、インピーダンス整合型の電波吸収体である。このような構造の電波吸収体は、
 5 電波吸収層の厚さを調節し、空間インピーダンスと電波吸収層のインピーダンスとを整合させることで、電波吸収層と導体との界面における反射波と、電波吸収層の前面における反射波の位相を制御して、反射波を相殺することによって電波を吸収する。この電波吸収体は、波源からの距離が $\lambda / 6$ 以上となる、比較的遠方の
 10 の電磁界における平面波を吸収する。第 1 図では、インピーダンス整合型の電波吸収体の 1 例として、単層の磁性層 11 と、この磁性層 11 における電波の入射方向の反対面に、導体 12 として金属板が裏打ちされた構造をなす電波吸収体 10 を示している。このような単層構造の電波吸収体 10 は、後述する多層構造の電
 15 波吸収体と比較して製造工程数を少なくできるため、製造コストを抑制できるという利点を有する。

一般に、インピーダンス整合型の電波吸収体では、材料定数を次に示す式 (2) を満たすように設計し、かつ電波吸収層の厚みを制御することによって、目的の周波数における無反射を実現す
 20 る。

$$1 = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \tanh\left(\frac{2\pi f d}{c} i \sqrt{\epsilon \mu}\right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 i : 虚数単位、 d : 電波吸収体の厚さ

そこで、以下、式 (2) を満たすような材料定数の探索を行う。
 まず、第 2 図は、第 1 図に示した単層の電波吸収体 10 において、

磁性層 1 1 の厚さを変化させた場合に必要な比透磁率を示すグラフである。

第 2 図では、例として、2.45 GHz の電磁波に対して、反射減衰量が 20 dB となる複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' の値を示している。この 2.45 GHz の帯域では、電子レンジ、携帯情報端末、無線 LAN 等の様々な電子機器によって使用されており、これらの電子機器が相互に誤動作することなく円滑に通信を行うことができるよう要望されている電磁波帯域である。なお、磁性層 1 1 の比誘電率は $\epsilon = 1$ としている。第 2 図において、半楕円状で示された境界の内側が、上記の条件を満たす整合領域であり、上からそれぞれ厚さ 50 μm 、100 μm 、150 μm 、200 μm 、250 μm 、300 μm 、およびそれ以上の場合である。この第 2 図より、吸収量 - 20 dB を満たすために必要な磁性層 1 1 の比透磁率は、磁性層 1 1 の厚さを薄くするにつれて大きくなることがわかる。

なお、図中に示した点線については後述する。

次に、第 3 図は、磁性層 1 1 の厚さを固定し、比誘電率 ϵ を変化させた場合に必要な比透磁率 μ を示すグラフである。第 3 図では、第 2 図と同じく単層の電波吸収体 1 0 を用い、磁性層 1 1 の厚さを 200 μm として比誘電率 ϵ を変化させた場合について示し、不整合領域 3 1 の外側において示された円の内部が、2.45 GHz の電磁波に対して反射減衰量 20 dB となる複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' の値を示している。また、このような条件を満たす領域を示す円は、複素比誘電率の実部 ϵ' の値を 1.5 から 1000 まで変化させ、さらに各値について虚部 ϵ'' の値を変化させ、 $\epsilon'' = 0.5, 50, 100$ の場合をそれぞれ

れ実線、破線、点線の円で示している。

測定の結果、図中において半円形で示した不整合領域 3 1 の内部は、比誘電率 ϵ をどんな値に制御したとしても、 -20 dB 以上の吸収特性が得られない領域となり、この不整合領域 3 1 に
5 含まれる複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' の値をとる材料を用いたとしても、条件を満たす良好な電波吸収体を作製することはできない。また、上記の吸収特性を得るためには、比誘電率が高くなるにしたがって必要な比透磁率の値は低下することが
10 わかる。例えば第 3 図より、磁性層 1 1 として比誘電率が 3 0 0 程度の磁性材料を用いれば、厚さ $200 \mu\text{m}$ の薄型電波吸収体を作製するのに必要な複素比透磁率は $\mu = 60 - 40j$ 程度でよいことがわかる。

本発明においては、上記の不整合領域内の比透磁率を示す磁性材料を用いると良好な電波吸収体を作製できないことから、次に
15 この不整合領域の境界について検討することにする。第 4 図は、磁性層 1 1 の厚さを変化させた場合に必要な比透磁率 μ を示すグラフである。

第 4 図では、同様に単層の電波吸収体 1 0 を用い、ターゲットの電磁波の周波数を 2.45 GHz とし、磁性層 1 1 の厚さを
20 $00 \sim 300 \mu\text{m}$ の範囲で変化させた場合に、 -20 dB 以上の吸収が得られない不整合領域の境界がどのように変化するかを示している。この結果、磁性層 1 1 の各厚さにおいて、第 3 図で得られたものと同様の形状である半楕円状の不整合領域が得られた。この第 4 図より、磁性層 1 1 の厚さが薄くなるほど不整合領域は大きくなり、大きな比透磁率が要求されるということがわ
25 かる。

また、第5図は、磁性層11の厚さを固定し、ターゲットの電磁波の周波数を変化させた場合に必要な比透磁率 μ を示すグラフである。第5図では、同様に単層の電波吸収体10を用い、磁性層11の厚さを200 μ mに固定し、ターゲットの電磁波の周波数を2~3GHzの範囲で変化させた場合に、-20dB以上の吸収特性が得られない不整合領域の境界がどのように変化するかを示している。この結果、各周波数の電磁波に対して、第3図で得られたものと同様の形状である半楕円状の不整合領域が得られた。この第5図より、ターゲットの電磁波に対して良好な吸収特性を得るには、周波数が低いほど高い比透磁率が要求されることがわかる。

以上の結果、磁性層11の厚さが1mm以下となる薄型の単層構造の電波吸収体10を構成するためには、第3図および第4図に示したような不整合領域を計算し、比透磁率の値が不整合領域の外側の値をとるような材料を用いて設計する必要があるという指針が得られる。

次に、上記の吸収性能を有する薄型の電波吸収体として、電波吸収層が磁性層を含む多層構造となっているものについての検討を行う。まず、この1例として、第6図に、多層構造の電波吸収層によって構成される電波吸収体の構造を示す。

第6図に示す電波吸収体20は、電波吸収層として電磁波の入射面側から、誘電材料を用いた誘電層21および磁性層22が積層され、これに導体23が裏打ちされた構造となっている。この電波吸収体20では、裏打ちされた導体23側に比透磁率の高い磁性層22を設け、電磁波の入射面側に誘電層21を設けることによって、入射面のインピーダンスを空間インピーダンスに近づ

けて反射量が抑制され、反射波の位相の整合がとりやすくなっている。なお、多層構造の電波吸収体の構造は、これに限ったものではなく、磁性層あるいは誘電層が複数設けられる等の構造でも可能である。

5 次に、第7図は、第6図に示した多層構造の電波吸収体20において、誘電層21の比誘電率および厚さを変化させた場合に必要比透磁率 μ を示すグラフである。第7図では、電波吸収体20において、誘電層21と磁性層22を加えた厚さが200 μ mとなるように保ち、磁性層22の複素比誘電率の実部 ϵ' および虚部 ϵ'' の値がそれぞれ15、0.5で、誘電層21の複素比透磁率の実部 μ' と虚部 μ'' の値がそれぞれ1、0、複素比誘電率の虚部 $\epsilon''=0$ とし、誘電層21の複素比誘電率の実部 ϵ' および厚さ d_2 を変化させたときに、-20dB以上の吸収が得られる比透磁率の領域が円によって示されている。第7図によると、
10 左下に示された半円状の範囲は、この範囲でどのような比透磁率の値をとっても上記の吸収特性を得ることができない不整合領域71となり、その外側においては、誘電層21の比誘電率の値や厚さを変化させることにより、さまざまな比透磁率の値の磁性層22を用いることが可能であることがわかる。

20 以上の検討結果に基づいて使用する材料を選定することにより、本発明の電波吸収体の実現される。前述の通り、本発明の電波吸収体としては、電波吸収層が磁性層のみの単層構造をとるものと、磁性層を含む多層構造をとるものの2通りの実現方法が考えられるが、単層構造の場合は、複数の層を貼り合わせる多層構造と比較して製造工程数を少なくすることができ、また厚さの制御が容易なことから、製造コストを抑制することができる利点が
25

ある。そこで、電波吸収体の最適な設計を行うためには、どのような条件が必要となるかについて検討する。

第8図は、磁性層の比透磁率に対する材料の最適な選定条件を示すグラフである。第8図では1例として、ターゲットの電磁波の周波数を2.45GHzとし、電波吸収層の厚さを200μm以下としたときに、-20dB以上の吸収が得られる領域を示している。左下に示された半楕円状の範囲は不整合領域81で、磁性層の比透磁率がこの領域内の場合には、単層構造および多層構造ともに良好な吸収性能を得ることができない。

ここで、第2図を参照すると、単層構造の場合、-20dBの吸収特性が得られる比透磁率の領域は、磁性層の厚さが厚くなるにつれて減少していくが、その領域は図中において、原点を通りある傾きとなる線より複素比透磁率の虚部 μ'' の値が大きい領域、すなわち $\mu'' \geq m\mu' - n$ ($m: m > 0$ の実数、 $n \geq 0$ の実数)を満たす領域内に存在しており、第2図の条件の場合、 m の値は約5、 n の値は約0である。したがって、単層構造の電波吸収体が、高周波帯域において、ある周波数の電磁波に対して良好な吸収特性を有するためには、磁性層の複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' の値に $\mu'' \geq m\mu' - n$ という条件を満たさなければならない。一方、第7図を参照すると、多層構造の場合、誘電層の比誘電率や厚さを制御することによって、磁性層の比透磁率は基本的に、不整合領域81を除くほぼ全領域の値をとることが可能である。

以上のことから、第8図に示すように、不整合領域81を除く領域において、良好な吸収特性が得られる電波吸収体が作製可能となるためには、磁性層の複素比透磁率を用いて、 $\mu'' = m\mu' -$

n ($m : > 0$ の実数、 $n : n \geq 0$ の実数) を示す直線を設計の判断基準とすることができ、 $\mu'' \geq m \mu' - n$ の領域では単層構造の電波吸収体を作製するようにし、これ以外の領域では多層構造の電波吸収体を作製するのが有利であると判断することができる。

5 そこで次に、上式の m および n の値について検証することにする。

まず、単層構造の電波吸収体において -20 dB の吸収特性を得るための、磁性層の材料選定の指針について検証する。第 9 図は、磁性層の比誘電率 ϵ が 15 の場合における整合領域を示す図である。また第 10 図は、比誘電率 ϵ が 50 の場合における
10 整合領域を示す図である。以下、第 2 図、第 9 図および第 10 図を用いて、 -20 dB の吸収特性を満たす m および n の値を検証する。

第 2 図、第 9 図および第 10 図では、ターゲットの電磁波の周波数を 2.45 GHz とし、磁性層の厚さ d を変化させた場合に
15 -20 dB の吸収特性が得られる整合領域を、磁性層の比誘電率 ϵ の値ごとに示している。磁性層の比誘電率 ϵ の値は、第 2 図で 1、第 9 図で 15、第 10 図で 50 としており、各図において、磁性層の厚さ d が $50 \mu\text{m}$ 、 $100 \mu\text{m}$ 、 $200 \mu\text{m}$ 、 $250 \mu\text{m}$ 、 $300 \mu\text{m}$ 、およびそれ以上の場合の整合領域が、ほぼ楕円
20 形の線内として示されている。

第 9 図および第 10 図では、前述した第 2 図の場合と同様に、吸収量 -20 dB を満たすために必要な磁性層の比透磁率 ϵ が、厚さ d を薄くするにつれて大きくなっており、その整合領域は各
図において、ある傾きを有する直線の左側に現れている。このよ
25 うな直線を、第 2 図、第 9 図および第 10 図では直線 L1、L2 および L3 として点線で示している。各直線 L1、L2 および L

3 を $\mu'' = m\mu' - n$ として表すと、比誘電率 ϵ が 1 の場合は、第 2 図より $m = 5$ 、 $n = 0$ 、比誘電率 ϵ が 1.5 の場合は、第 9 図より $m = 4.3$ 、 $n = 2.5$ 、比誘電率 ϵ が 5.0 の場合は、第 10 図より $m = 5.1$ 、 $n = 7.5$ となっている。

- 5 以上の結果より、単層構造のインピーダンス整合型の電波吸収体において、ターゲットの周波数 2.4 ~ 2.5 GHz の電磁波に対して 20 dB 以上の反射減衰量を得るための指針は、磁性層の材料の複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' の関係が $\mu'' \geq m\mu' - n$ で、磁性層の比誘電率 ϵ が 1.5 以下の場合、 $4 \leq m \leq$
- 10 6 、 $n \leq 3.0$ とし、また、磁性層の比誘電率 ϵ が 5.0 以下の場合、 $4 \leq m \leq 6$ 、 $n \leq 10.0$ という値を目安とすることができる。このように、磁性層の比誘電率 ϵ の値が増加すると、傾きである m の値は大きく変化しないが、原点からの距離である n の値は次第に増加していき、整合可能な領域が大きくなる。また、上記
- 15 の指針によって、電子レンジ、携帯情報端末、無線 LAN 等の多くの電子機器によって使用される 2.45 GHz の周波数帯における不要な電波に対して、-20 dB 以上の吸収特性を有し、厚さ 1 mm 以下の薄型電波吸収体の設計条件を得ることが可能となる。
- 20 また、一般に -10 dB 以上となれば電波吸収体としての効果が認められることになることから、次に、上記と同様な電波吸収体において、-10 dB 以上の吸収特性を得るための磁性層の材料選定の指針について検証する。第 11 図は、磁性層の比誘電率 ϵ が 1 の場合における整合領域を示す図である。また第 12 図は、
- 25 比誘電率 ϵ が 1.5 の場合における整合領域を示す図である。さらに第 13 図は、比誘電率 ϵ が 5.0 の場合における整合領域を

示す図である。以下、第11図、第12図および第13図を用いて、 -10 dB の吸収特性を満たす m および n の値を検証する。

第11図、第12図および第13図では、 -20 dB の吸収特性を目標とする場合と同様に、吸収量 -10 dB を満たすために必要な磁性層の比透磁率 μ が、厚さ d を薄くするにつれて大きくなっており、その整合領域は各図において、ある傾きを有する直線の左側に現れている。このような直線を、第11図、第12図および第13図では直線 $L4$ 、 $L5$ および $L6$ として点線で示している。各直線 $L4$ 、 $L5$ および $L6$ を $\mu'' = m\mu' - n$ として表すと、比誘電率 ϵ が1の場合は、第11図より $m = 1.4$ 、 $n = 0$ 、比誘電率 ϵ が15の場合は、第12図より $m = 1.3$ 、 $n = 5$ 、比誘電率 ϵ が50の場合は、第13図より $m = 1.4$ 、 $n = 25$ となっている。

以上の結果より、単層構造のインピーダンス整合型の電波吸収体において、ターゲットの周波数 $2.4 \sim 2.5\text{ GHz}$ の電磁波に対して 10 dB 以上の反射減衰量を得るための指針は、磁性層の材料の複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' の関係が $\mu'' \geq m\mu' - n$ で、磁性層の比誘電率 ϵ が15以下の場合、 $1.2 \leq m \leq 1.5$ 、 $n \leq 10$ とし、また、磁性層の比誘電率 ϵ が50以下の場合、 $1.3 \leq m \leq 1.5$ 、 $n \leq 30$ という値を目安とすることができる。このように、磁性層の比誘電率 ϵ の値が増加すると、 m の値に大きな変化はないが、 n の値は次第に増加し、整合可能な領域が大きくなっていく。また、 -10 dB のように目的とする吸収特性のレベルを下げて設計を行う場合には、 m の値が減少することにより、単層構造の電波吸収体による整合領域が拡大し、設計に対する許容値は大きくなる。

次に、以上の設計条件に基づいて実現される電波吸収体の具体例について説明する。ここでは、2.45 GHz帯域の電磁波に対して-20 dBの吸収特性を示し、厚さが1 mm以下となることを目的とする。

- 5 まず、磁性層に使用する材料は、高周波数帯域まで高い比透磁率を有することが必要である。高透磁率を示すためには、一般的に飽和磁束密度が大きいことが必要となるが、このような材料としてFeCo系合金が知られている。本発明では、このFeCo系合金を用い、さらに、粒径を1~100 nmに制御した磁性微
- 10 粒子と、析出等によってこの磁性微粒子を取り囲む、Al₂O₃をはじめとするセラミックス等の高抵抗物質によるごく薄い粒界とによって微細な組織形態をなすナノグラニューラ構造を維持することによって、高い透磁率と高い電気抵抗とを得ることができた。
- 15 このようなFeCo系金属軟磁性体は、例えば、一般的な高分子材料と複合してシート化することにより、電波吸収体として用いることが可能となる。この方法では、前述した磁性材料を、ナノグラニューラ構造を有する粉末材料として用意する。粒子の直径は、粉末への充填を考慮すると10~50 μmが適当であり、
- 20 また、粒界の厚さはスキンドeps以下とすることが望ましく、スキンドepsが1 μm程度であることから厚さ0.1~3 μm程度とする。すなわち、アスペクト比では最大50/0.1=500で、最小3/10=0.3程度となる。このような粉末材料を、
- 25 体積充填率30~60%の割合で高分子材料に分散させ、3本ロールによって混練してペースト状の試料を生成し、これをドクターブレード法によって所定の厚さに調整してシート状に加工す

る。高分子材料としては、塩素化ポリエチレン、ゴム系材料、ABS樹脂、生分解性を有するポリ乳酸等を用いることができ、また熱硬化性樹脂や光硬化性樹脂等を用いて硬化させてもよい。さらに、高分子の代わりにコンクリートやセラミックス等を用いてもよい。

このようなシート状材料を用い、第1の実施例として、第1図に示したような単層構造の電波吸収体を作製した。これによると、磁性層の複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' がそれぞれ5、80の値をとる試料を得ることができ、磁性層の厚さを従来と比較してはるかに薄い200 μm として良好な吸収特性を得ることができた。第14図に、第1の実施例における電波吸収特性を示す。

第14図に示すように、第1の実施例では、周波数2.45 GHzの周辺帯域において、前面からのTEM波 (Transverse Electric Magnetic wave) に対して-20 dB以上の吸収特性が得られており、これによって99%以上の反射減衰率となり、電子レンジ、携帯情報端末、無線LAN等の多くの電子機器によって使用される帯域では、不要な電波を効果的に除去することができる。また、一般に電波吸収体としての効果が認められることになる-10 dB以上の吸収特性については、第1の実施例では約2~3 GHzの広帯域において、このような吸収特性が得られている。なお、磁性層の裏打ち導体にはアルミ箔を用いた。この導体としては、これ以外にカーボン膜、ITO (酸化インジウムすず) 膜、および他の金属膜等を用いることが可能で、これらは蒸着膜、スパッタ膜として生成されてもよく、また、この電波吸収体が設置される構造物の金属面が、この裏打ち導体に相当するよ

うに構成してもよい。

次に、上記の材料を用い、第2の実施例として第6図に示したような、誘電層および磁性層の多層構造よりなる電波吸収層を有する電波吸収体を作製した。この第2の実施例では、高分子材料を母材としてBaO-TiO₂系セラミックスを分散させてシート状材料として誘電層を生成し、この誘電層と、第1の実施例と同様の材料を用いた磁性層とを所定の厚さに作製して圧着し、アルミ箔で裏打ちした。裏打ちした導体としてはアルミ箔の他に、第1の実施例と同様に他の材料および製法を用いてもよい。この
5
10
15
のような材料を用いることにより、誘電層の比誘電率が300、磁性層の比誘電率が15、複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' の値がそれぞれ80、50となる試料を得て、誘電層および磁性層の厚さをそれぞれ30 μ m、120 μ m、合計150 μ mとしたとき、2.45GHzの電磁波に対して-20dB以上の吸収特性を得ることができた。

以上のような電波吸収体は、高周波の電磁波に対して良好な吸収特性を有するために、従来では厚さ約1cm以上が必要であったところを、1mm以下として実現することが可能となる。このような電波吸収体を、例えば携帯情報端末等の小型の電子機器に
20
組み込んだ場合、薄型化および軽量化がなされ、きわめて有効である。また、上記の生成方法による電波吸収体は、シート状に生成した電波吸収シートその他、電波吸収パネルや電波吸収筐体に応用することが可能である。例えば、上述したように、磁性材料を高分子材料に混練させて電波吸収体を生成する方法では、磁性材
25
料の体積充填率を制御することにより、ペースト状や液状の試料を生成し、これをパネル状の物体や、電子機器の筐体等の表面に

スプレー等を用いた塗装を行うことにより、薄型の電波吸収体を容易に形成することが可能となる。

なお、磁性層に用いられる磁性材料には上記の材料に限らず、Fe、Co、Niのうち1つ以上を含む材料、またはMmAl、
 5 CnzMnAl、MnBi等のMnを含む合金のいずれかを用いてもよい。また、誘電層に用いられる誘電材料としては、上述したBaO-TiO₂系セラミックスの他に、PbTiO₃-PbZrO₃系(PZT系)、PbO₂-Li₂O₃-ZrO₂-TiO₂系(PLTZ系)、MgTiO₃-CaTiO₃系、BaMg_{1-x}TaxO₃
 10 系、BZn_{1-x}TaxO₃系、Ba₂TiO₂系、Zr_{1-x}Sn_xTiO₄系、BaO-Nd₂O₃-TiO₂系、Pb_{1-x}CaxZrO₃系、PbTiO₃-PrZrO₃-PbB_{1(1-x)}B_{2(x)}O₃系をはじめとするセラミックス等を用いてもよい。

15 産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明の電波吸収体では、単層の磁性層における電磁波の入射面に対する反対面に、導体が固着された構造をなし、磁性層の複素比透磁率の実部 μ' と虚部 μ'' の値が、インピーダンスの不整合領域外で $\mu'' \geq m\mu' - n$ ($m: m > 0$ の
 20 実数、 $n: n \geq 0$ の実数) を満たすようにすることで、磁性層の厚さが1mm以下の場合にも、高周波の電磁波に対する良好な吸収特性を持たせることが可能となる。

また、本発明の電波吸収体では、磁性層を含む電波吸収層における電磁波の入射面に対する反対面に、導体を固着した構造をなし、磁性層の複素比透磁率の実部 μ' と虚部 μ'' の値が、インピー
 25 ダンスの不整合領域外で $\mu'' \leq m\mu' - n$ ($m: m > 0$ の実数、

$n : n \geq 0$ の実数) を満たすようにすることで、磁性層の厚さが 1 mm 以下の場合にも、高周波の電磁波に対する良好な吸収特性を持たせることが可能となる。

請求の範囲

1. インピーダンス整合型の電波吸収体において、複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' の値がインピーダンスの不整合領域外
5 で $\mu'' \geq m \mu' - n$ ($m: m > 0$ の実数、 $n: n \geq 0$ の実数) を満たす厚さ 1 mm 以下の磁性層と、前記磁性層における電磁波の入射面に対する反対面に固着された導体と、によって構成されることを特徴とする電波吸収体。
2. 前記磁性層の比誘電率が 1.5 以下で、周波数 2.4 ~ 2.5
10 GHz の前記電磁波に対する反射減衰量が 20 dB 以上となる
とき、 $4 \leq m \leq 6$ 、 $n \leq 30$ であることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の電波吸収体。
3. 前記磁性層の比誘電率が 5.0 以下で、周波数 2.4 ~ 2.5
15 GHz の前記電磁波に対する反射減衰量が 20 dB 以上となる
とき、 $4 \leq m \leq 6$ 、 $n \leq 100$ であることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の電波吸収体。
4. 前記磁性層の比誘電率が 1.5 以下で、周波数 2.4 ~ 2.5
20 GHz の前記電磁波に対する反射減衰量が 10 dB 以上となる
とき、 $1.2 \leq m \leq 1.5$ 、 $n \leq 10$ であることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の電波吸収体。
5. 前記磁性層の比誘電率が 5.0 以下で、周波数 2.4 ~ 2.5
GHz の前記電磁波に対する反射減衰量が 10 dB 以上となる
とき、 $1.3 \leq m \leq 1.5$ 、 $n \leq 30$ であることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の電波吸収体。
- 25 6. 前記磁性層は、粒径が 1 ~ 100 nm に制御された微細組織構造を有する磁性材料を含むことを特徴とする請求の範囲第 1

項記載の電波吸収体。

7. 前記磁性材料は、Fe、Co、Niのうち1つ以上を含む材料、またはMnを含む合金のいずれかを含むことを特徴とする請求の範囲第6項記載の電波吸収体。

5 8. 前記磁性層は、粉末状の前記磁性材料を、高分子材料、コンクリート、セラミックスのいずれかの中に分散させて形成されることを特徴とする請求の範囲第6項記載の電波吸収体。

9. インピーダンス整合型の電波吸収体において、複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' の値がインピーダンスの不整合領域外
10 で $\mu'' \leq m\mu' - n$ ($m: m > 0$ の実数、 $n: n \geq 0$ の実数) を満たす磁性層を含む多層構造をなし、厚さ1mm以下である電波吸収層と、前記電波吸収層における電磁波の入射面に対する反対面に固着された導体と、によって構成されることを特徴とする電波吸収体。

15 10. 前記磁性層の比誘電率が1.5以下で、周波数2.4～2.5GHzの前記電磁波に対する反射減衰量が20dB以上となる
とき、 $4 \leq m \leq 6$ 、 $n \leq 30$ であることを特徴とする請求の範囲第9項記載の電波吸収体。

11. 前記磁性層の比誘電率が5.0以下で、周波数2.4～2.5GHzの前記電磁波に対する反射減衰量が20dB以上とな
20 るとき、 $4 \leq m \leq 6$ 、 $n \leq 100$ であることを特徴とする請求の範囲第9項記載の電波吸収体。

12. 前記磁性層の比誘電率が1.5以下で、周波数2.4～2.5GHzの前記電磁波に対する反射減衰量が10dB以上とな
25 るとき、 $1.2 \leq m \leq 1.5$ 、 $n \leq 10$ であることを特徴とする請求の範囲第9項記載の電波吸収体。

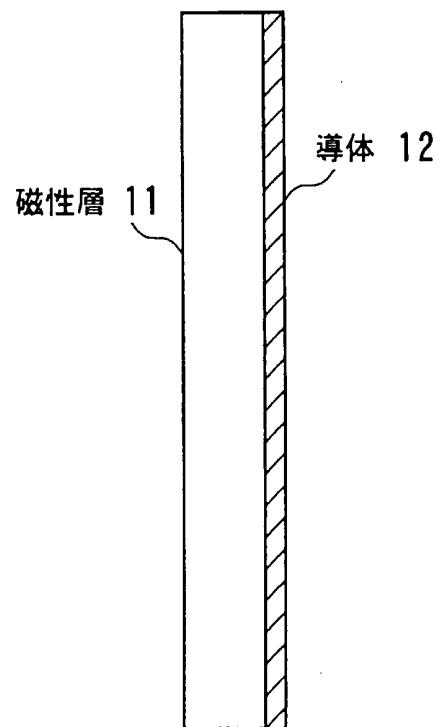
- 1 3. 前記磁性層の比誘電率が50以下で、周波数2.4~2.5 GHzの前記電磁波に対する反射減衰量が10 dB以上となる
るとき、 $1.3 \leq m \leq 1.5$ 、 $n \leq 30$ であることを特徴とする
請求の範囲第9項記載の電波吸収体。
- 5 1 4. 前記磁性層は、粒径が1~100 nmに制御された微細組織構造を有する磁性材料を含むことを特徴とする請求の範囲第9項記載の電波吸収体。
- 1 5. 前記磁性材料は、Fe、Co、Niのうち1つ以上を含む材料、またはMnを含む合金のいずれかを含むことを特徴とする
10 請求の範囲第14項記載の電波吸収体。
- 1 6. 前記磁性層は、粉末状の前記磁性材料を、高分子材料、コンクリート、セラミックスのいずれかの中に分散させて形成されることを特徴とする請求の範囲第14項記載の電波吸収体。
- 1 7. 前記電波吸収層には、誘電材料を含む誘電層が形成された
15 ことを特徴とする請求の範囲第9項記載の電波吸収体。
- 1 8. 前記誘電層は、前記誘電材料としてBaO-TiO₂系、PZT系、PLTZ系、MgTiO₃-CaTiO₃系、BaMg_{1-x}Ta_xO₃系、BZn_{1-x}Ta_xO₃系、Ba₂TiO₂系、Zr_{1-x}Sn_xTiO₄系、BaO-Nd₂O₃-TiO₂系、Pb_{1-x}Ca_xZrO₃系およびPbTiO₃-PrZrO₃-PbB_{1(1-x)}B_{2(x)}O₃系の
20 いずれかのセラミックスを、高分子材料に混練して形成されることを特徴とする請求の範囲第17項記載の電波吸収体。
- 1 9. 請求の範囲第1項または9項記載の電波吸収体によって構成されることを特徴とする電波吸収シート。
- 25 2 0. 請求項の範囲第1項または9項記載の電波吸収体によって構成されることを特徴とする電波吸収パネル。

21. 請求の範囲第1項または9項記載の電波吸収体によって構成されることを特徴とする電波吸収筐体。

1 / 1 4

Fig. 1

電波吸収体 10



F i g. 2

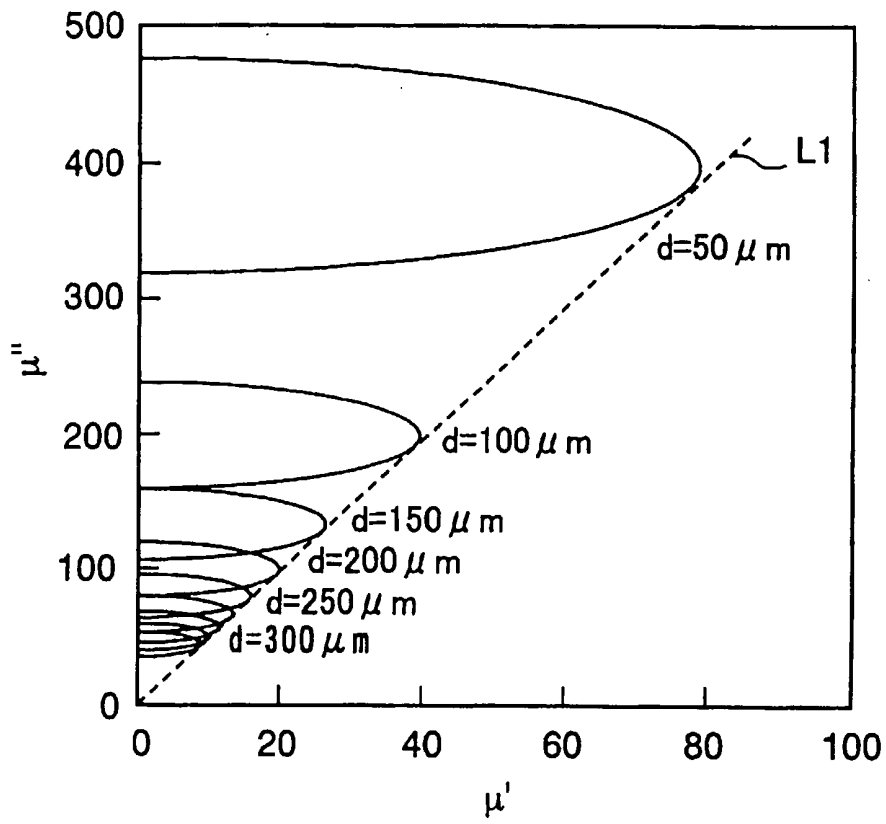
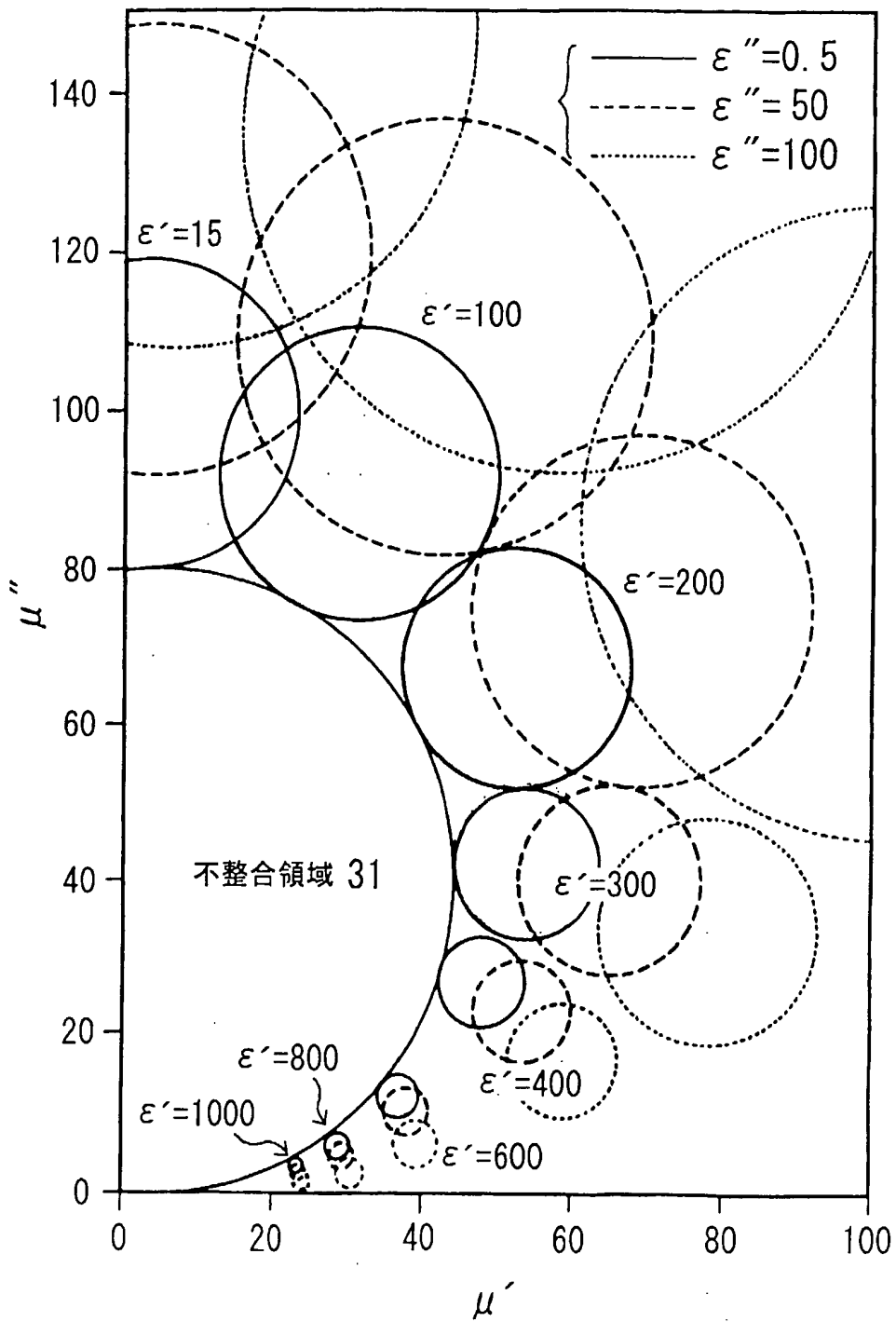
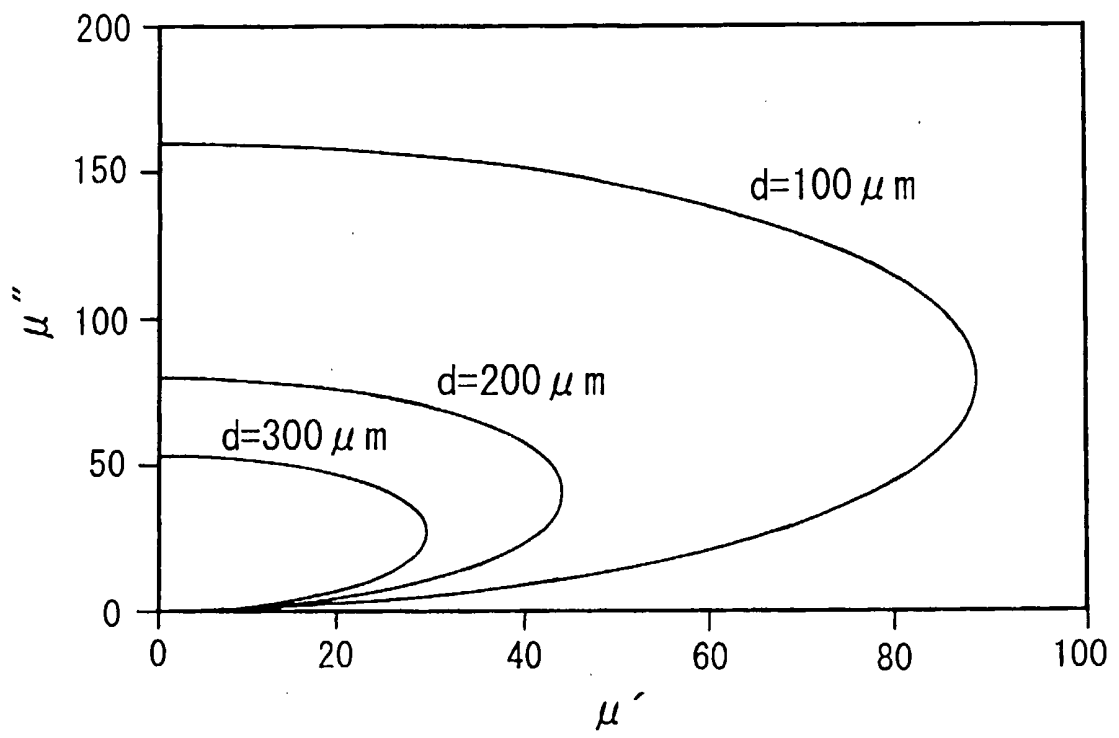


Fig. 3



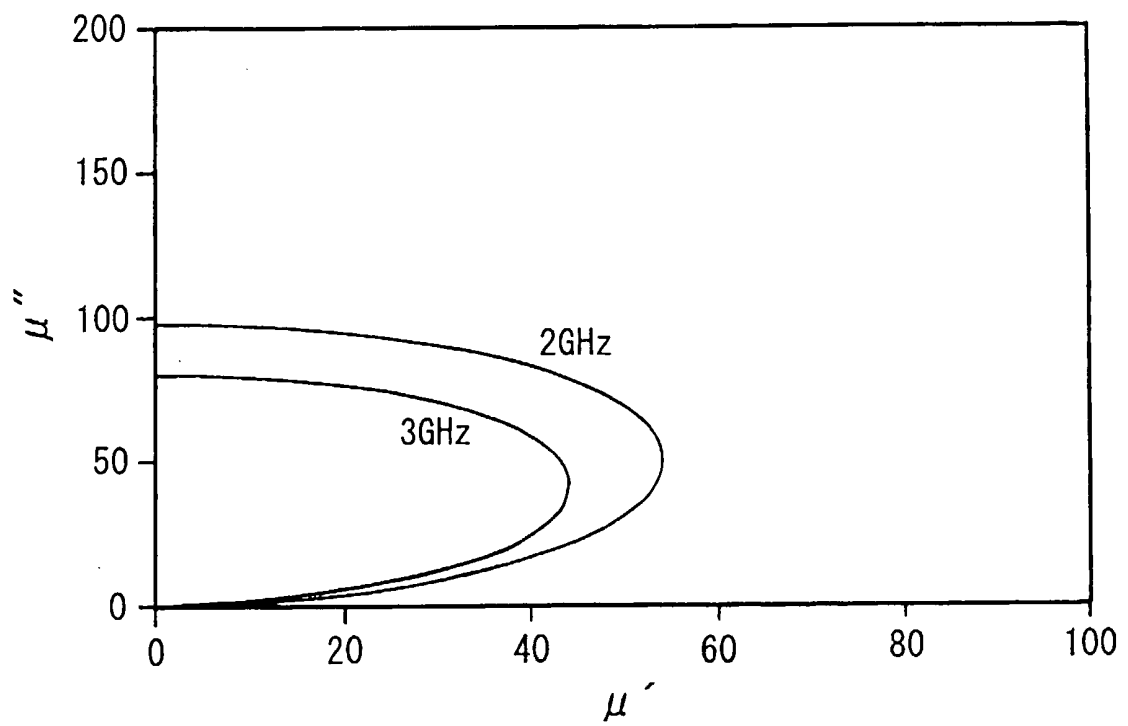
4 / 1 4

Fig. 4



5 / 1 4

Fig. 5



6 / 1 4

Fig. 6

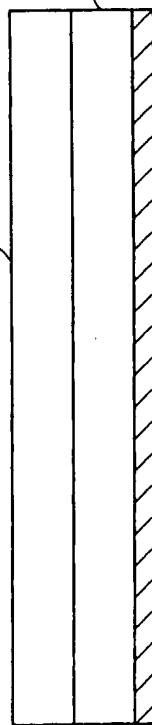
電波吸収体 20



磁性層 22

誘電層 21

導体 23



7 / 14

Fig. 7

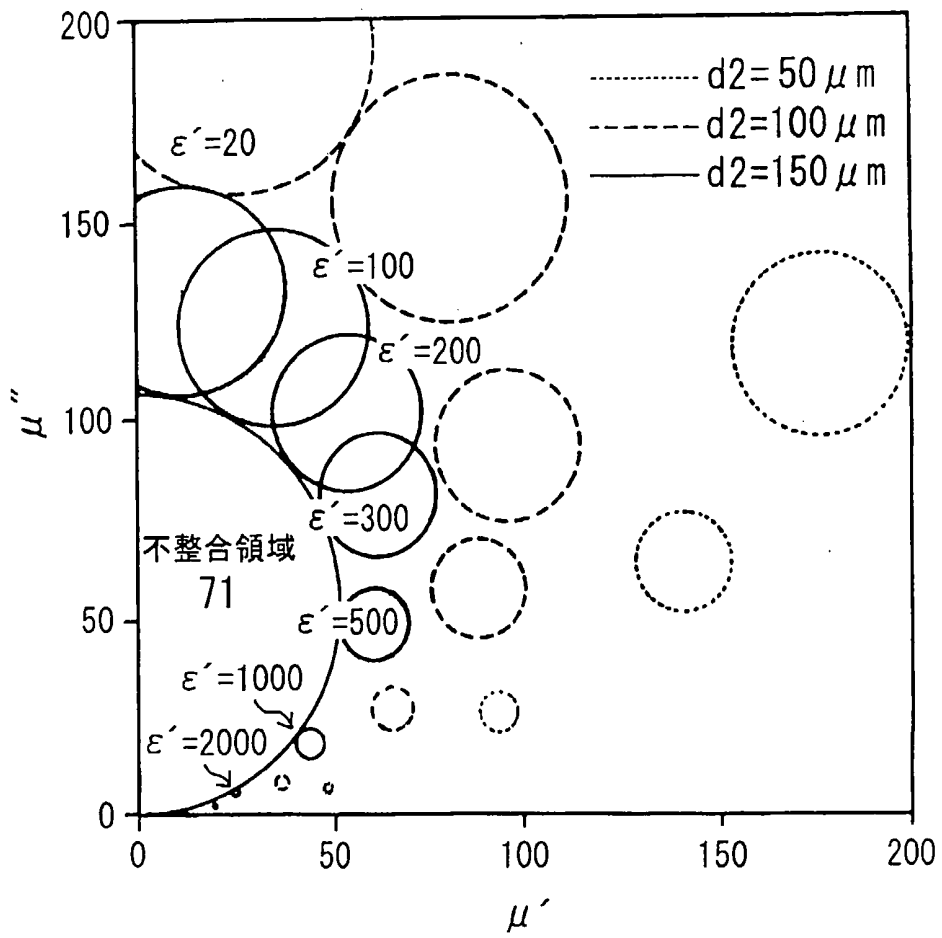


Fig. 8

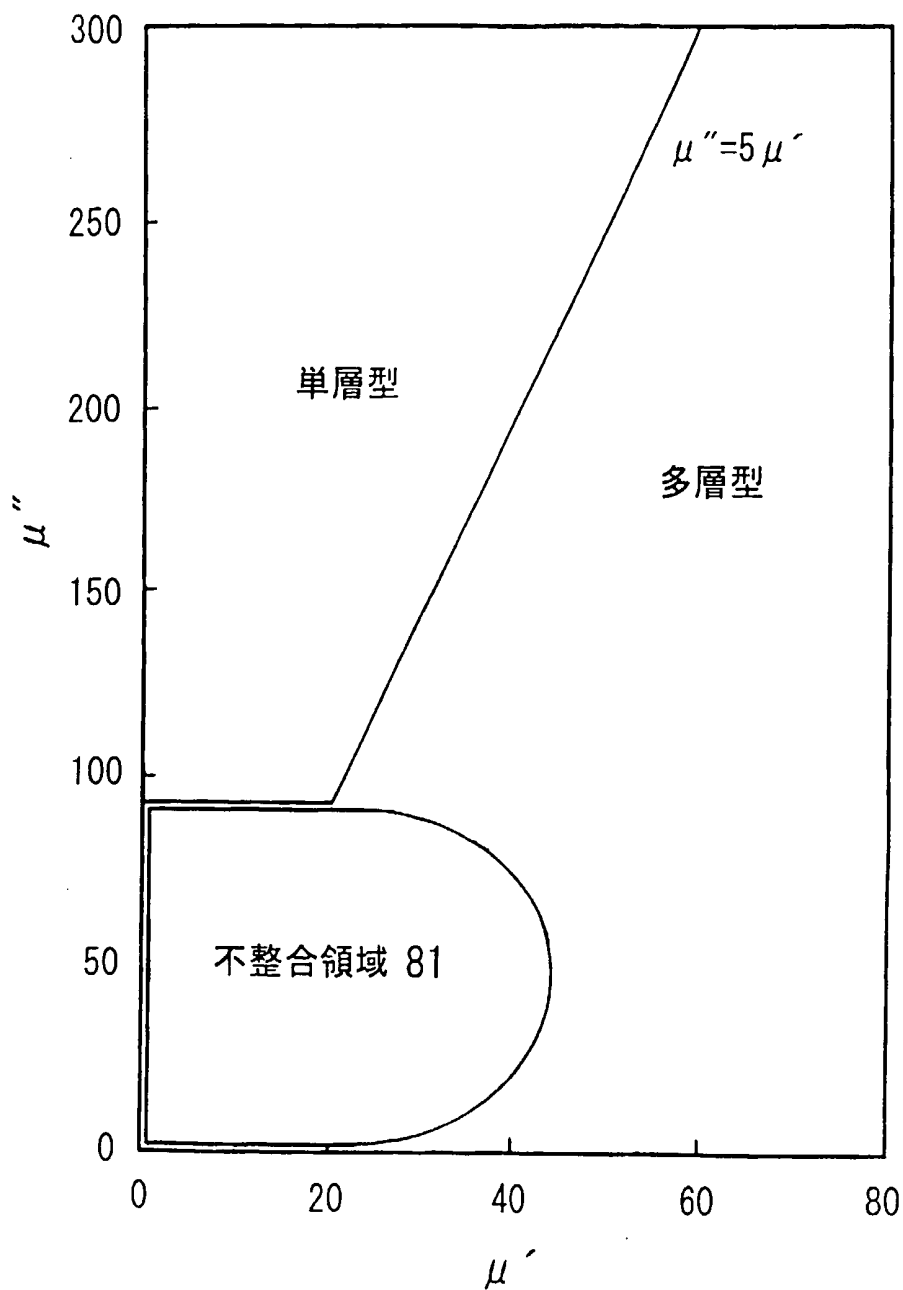


Fig. 9

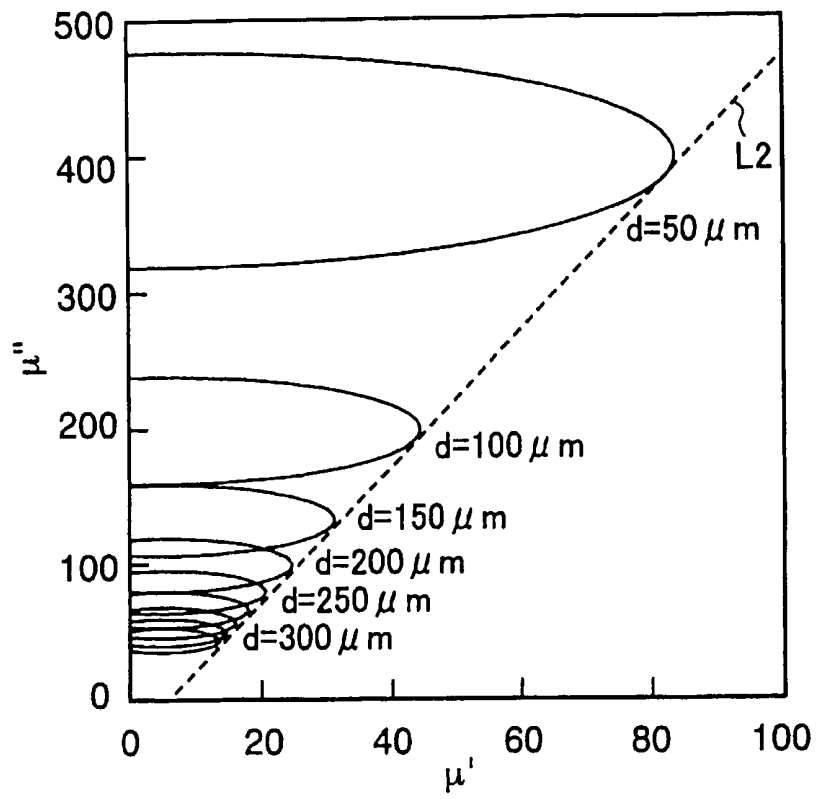


Fig. 10

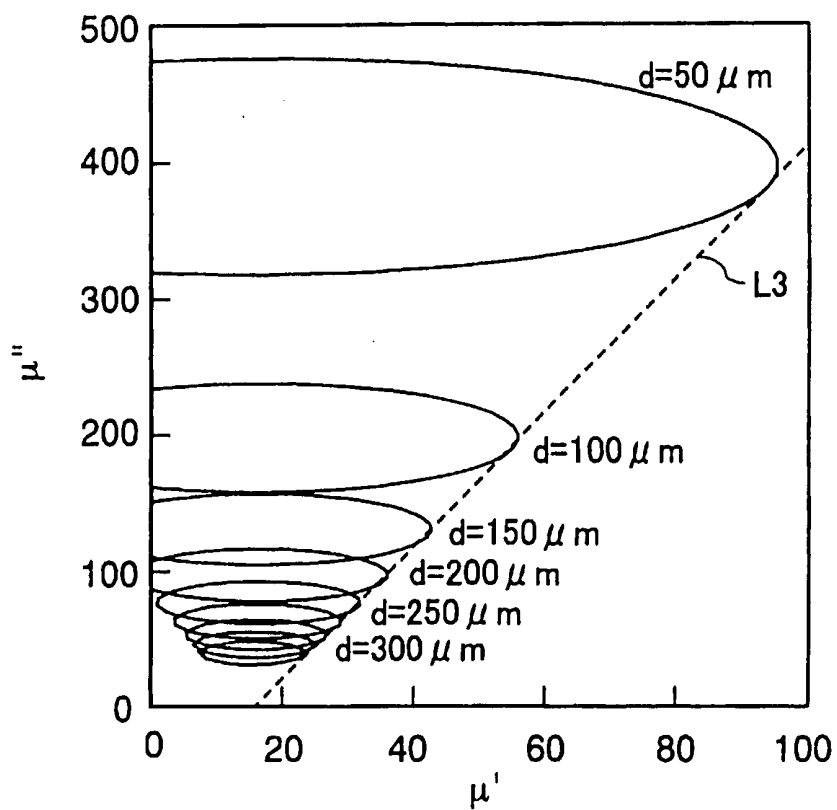


Fig. 11

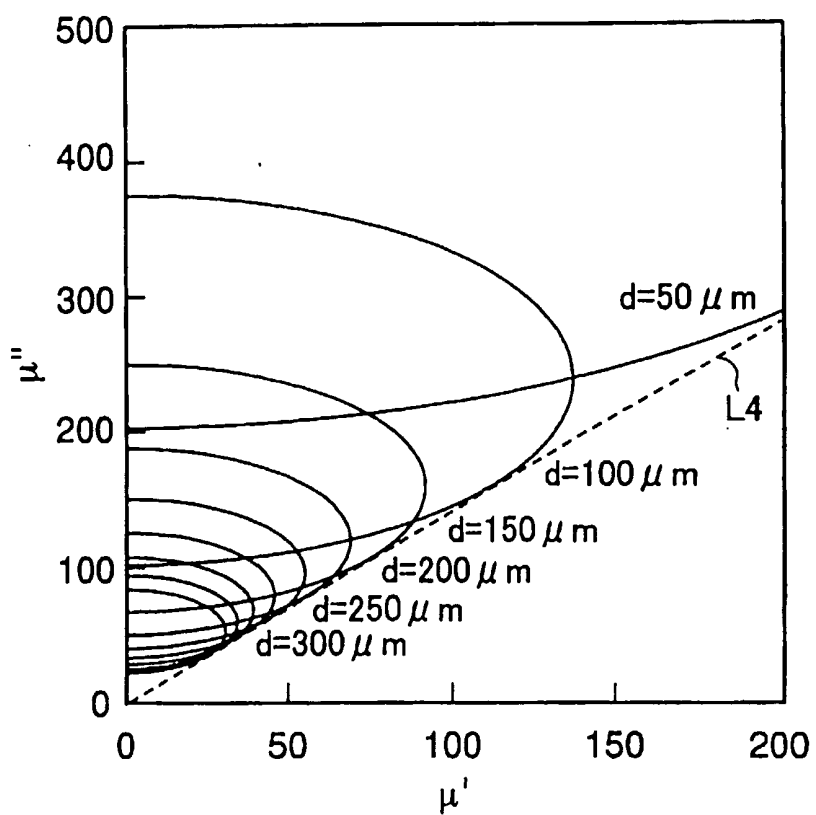


Fig. 12

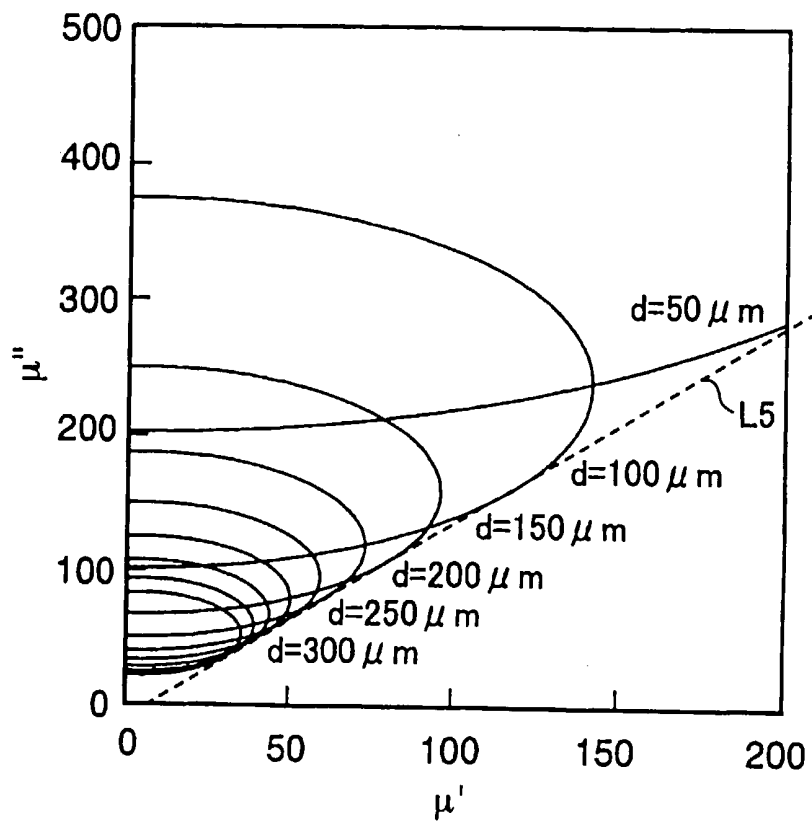
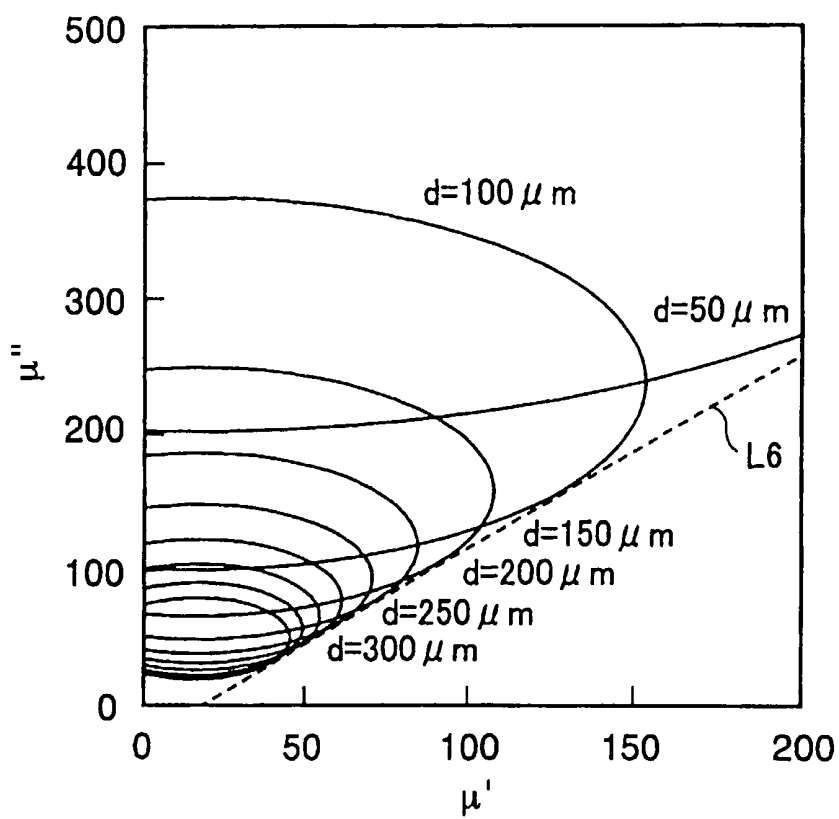
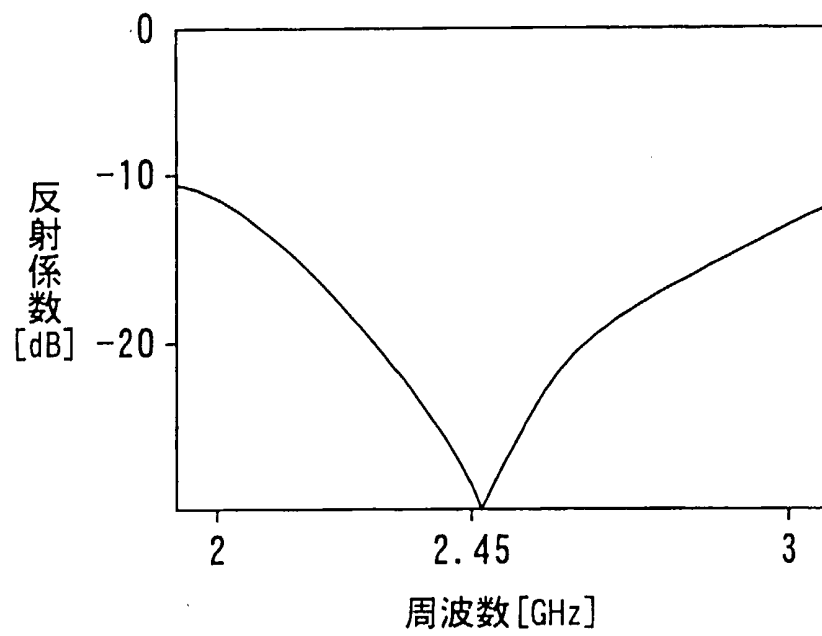


Fig. 13



14 / 14

Fig. 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/10112

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H05K9/00

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)
Int.Cl⁷ H05K9/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002

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.
Y	JP 11-177273 A (Nippon Paint Co., Ltd.), 02 July, 1999 (02.07.1999), Par. Nos. [0017], [0020], [0031] to [0038], [0042], [0043] (Family: none)	6-8, 14-21
Y	JP 11-269503 A (Hitachi Metals, Ltd.), 05 October, 1999 (05.10.1999), Par. Nos. [0017], [0018] (Family: none)	6-8, 14-21
Y	US 5938979 A (Nanogram Corporation), 17 August, 1999 (17.08.1999), column 2, lines 3 to 13; column 11, lines 18 to 31 & WO 99/23862 A1 & EP 1027819 A1	6-8, 14-16
Y	JP 2000-307287 A (Tokin Corporation), 02 November, 2000 (02.11.2000), Par. No. [0054] (Family: none)	17, 18
Y	JP 5-175031 A (Tokuyama Soda Co., Ltd.), 13 July, 1993 (13.07.1993), Par. Nos. [0006] to [0007] (Family: none)	15, 16

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
25 January, 2002 (25.01.02)

Date of mailing of the international search report
05 February, 2002 (05.02.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/10112

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: 2-5,10-13
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

Specific matters in claims 2-5, 10-13 only indicate the ranges of relative permeability and complex relative permeability essentially provided by magnetic materials based on physical calculation expressions when a reflection damping rate of at least 20 dB or at least 10 dB is to be shown, and therefore are considered to be mere representations of information.
2. Claims Nos.: 1,9
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

Since any positive number can be selected for coefficients m and n, respective values of an imaginary part and a real part of complex relative permeability can be selected arbitrarily. Accordingly, no specific value can be determined.
3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

- Remark on Protest**
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05K9/00

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 (IPC))

Int. Cl⁷ H05K9/00

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 1926-1996
- 日本国公開実用新案公報 1971-2002
- 日本国登録実用新案公報 1994-2002
- 日本国実用新案登録公報 1996-2002

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 請求の範囲の番号
Y	JP 11-177273 A(日本ペイント株式会社), 1999. 07. 02, 段落【0017】, 【0020】, 【0031】 - 【0038】, 【0042】, 【0043】 (ファミリーなし)	6-8, 14-21
Y	JP 11-269503 A(日立金属株式会社), 1999. 10. 05, 段落【0017】, 【0018】 (ファミリーなし)	6-8, 14-21

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

25.01.02

国際調査報告の発送日

05.02.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JJP)
郵便番号100-8915
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)

内田博之



3S

8917

電話番号 03-3581-1101 内線 3389

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 請求の範囲の番号
Y	US 5938979 A(NANOGRAM CORP.), 1999. 08. 17, 第2欄 第3-13行, 第11欄第18-31行 & WO 99/23862 A1 & EP 1027819 A1	6-8, 14-16
Y	JP 2000-307287 A(株式会社トーキン), 2000. 11. 02, 段落【0054】 (ファミリーなし)	17, 18
Y	JP 5-175031 A(徳山曹達株式会社), 1993. 07. 13, 段落【0006】 - 【0007】 (ファミリーなし)	15, 16

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲 2-5, 10-13 は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、請求の範囲2-5, 10-13の特定事項は、20dB以上、あるいは10dB以上の反射減衰率を示す際、磁性材料が必ず有する比誘電率、複素比誘電率の範囲を、物理学上の計算式に基づいて示したに過ぎず、情報の単なる提示に該当すると認められる。
2. 請求の範囲 1, 9 は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
係数m, nに任意の正の数を選べるため、
複素誘電率の虚部、実部、それぞれ値を任意に取り得る。
よって、特定すべき値が確定できない。
3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。