

(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2006-73991

(P2006-73991A)

(43) 公開日 平成18年3月16日(2006.3.16)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)		
H05K 9/00 (2006.01)	H05K 9/00	M	5E040			
H01F 1/00 (2006.01)	H01F 1/00	C	5E321			

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2005-136560 (P2005-136560)
 (22) 出願日 平成17年5月9日(2005.5.9)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-225835 (P2004-225835)
 (32) 優先日 平成16年8月2日(2004.8.2)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. Bluetooth

(71) 出願人 000002185
 ソニー株式会社
 東京都品川区北品川6丁目7番35号
 (74) 代理人 100122884
 弁理士 角田 芳末
 (74) 代理人 100113516
 弁理士 磯山 弘信
 (72) 発明者 加藤 義寛
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
 (72) 発明者 伊藤 芳規
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

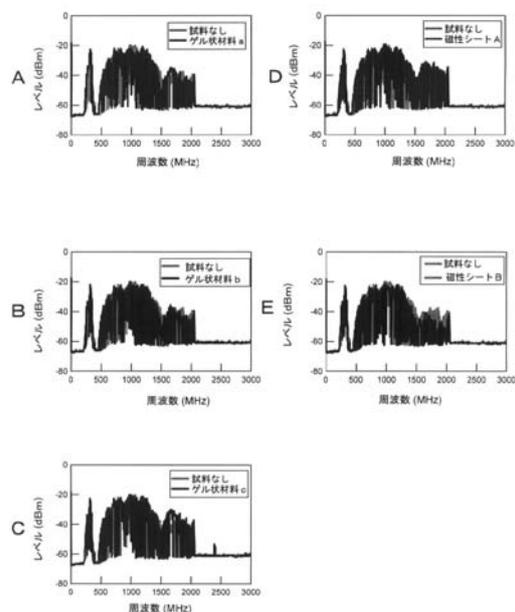
(54) 【発明の名称】 電磁波抑制材料、電磁波抑制デバイス、並びに電子機器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】電磁波抑制効果を高めて、多様な形状に柔軟に形成でき、しかも安価な電磁波抑制材料と、その電磁波抑制材料を用いる電磁波抑制デバイス、電磁波抑制材料または電磁波抑制デバイスを用いて成る電子機器を提供する。

【解決手段】電磁波抑制材料は、電気的極性を有する液状材料および/またはゲル状材料で構成される。当該電磁波抑制材料によれば電解液や電気的極性を有する分子液体材料の電磁波吸収、抑制効果が高い。また、当該電磁波抑制材料は磁性粉末を混合して用いられる。

【選択図】 図1



- 【特許請求の範囲】
- 【請求項 1】
電氣的極性を有する液状材料および / またはゲル状材料であることを特徴とする電磁波抑制材料。
- 【請求項 2】
電氣的極性を有する分子液体材料、または電解液材料であることを特徴とする電磁波抑制材料。
- 【請求項 3】
電氣的極性を有する低分子および / または高分子材料と、電氣的極性を有する分子液体材料または電解液を混合して成ることを特徴とする電磁波抑制材料。 10
- 【請求項 4】
吸水、保水特性を有する低分子および / または高分子材料と、電氣的極性を有する分子液体材料または電解液とを混合して成ることを特徴とする電磁波抑制材料。
- 【請求項 5】
磁性粉末を混合して成ることを特徴とする請求項 1 記載の電磁波抑制材料。
- 【請求項 6】
電氣的極性を有する低分子および / または高分子材料と、電氣的極性を有する分子液体材料または電解液と、磁性粉末とを混合して成ることを特徴とする電磁波抑制材料。 20
- 【請求項 7】
吸水、保水特性を有する低分子および / または高分子材料と、電氣的極性を有する分子液体材料または電解液と、磁性粉末とを混合して成ることを特徴とする電磁波抑制材料。
- 【請求項 8】
電解液の液状材料、または該液状材料を保持したゲル材料であることを特徴とする電磁波抑制材料。
- 【請求項 9】
前記液状材料に、1 A 族元素とハロゲン元素の化合物水溶液、2 A 族元素とハロゲン元素の化合物水溶液から選ばれた 1 種類、又は 2 種類以上の水溶液を用いることを特徴とする請求項 8 記載の電磁波抑制材料。 30
- 【請求項 10】
吸水、保水特性を有する低分子および / または高分子材料と、1 A 族元素とハロゲン元素の化合物水溶液、2 A 族元素とハロゲン元素の化合物水溶液から選ばれた 1 種類、又は 2 種類以上の液体材料とを混合して成ることを特徴とする電磁波抑制材料。
- 【請求項 11】
吸水、保水特性を有する低分子および / または高分子材料に、化学架橋してゲル化する材料を用いることを特徴とする請求項 10 記載の電磁波抑制材料。 40
- 【請求項 12】
前記化学架橋してゲル化する材料に、2-アクリルアミド-2-メチルプロパン酸、ジメチルアクリルアミド、アクリルアミド、アクリル酸、アクリル酸メチル、メチレンビスアクリルアミド、アクリルアミド系高分子から選ばれた 1 種類、又は 2 種類以上の材料を用いることを特徴とする請求項 11 記載の電磁波抑制材料。
- 【請求項 13】
化学架橋方法として、熱架橋または紫外線照射架橋を用いる 50

ことを特徴とする請求項 1 1 記載の電磁波抑制材料。

【請求項 1 4】

電気的極性を有する液状材料および/またはゲル状材料からなる電磁波抑制材料を、封入材に封止して成る

ことを特徴とする電磁波抑制デバイス。

【請求項 1 5】

電気的極性を有する液状材料および/またはゲル状材料と、磁性粉末を混合してなる電磁波抑制材料を、封入材に封止して成る

ことを特徴とする電磁波抑制デバイス。

【請求項 1 6】

電解液の液状材料、または該液状材料を保持したゲル材料からなる電磁波抑制材料を封止材に封入して成る

ことを特徴とする電磁波抑制デバイス。

【請求項 1 7】

電気的極性を有する液状材料および/またはゲル状材料からなる電磁波抑制材料を用いる

ことを特徴とする電子機器。

【請求項 1 8】

電気的極性を有する液状材料および/またはゲル状材料からなる電磁波抑制材料を、封止材に封入して成る電磁波抑制デバイスを用いる

ことを特徴とする電子機器。

【請求項 1 9】

電解液の液状材料、または該液状材料を保持したゲル材料からなる電磁波抑制材料を用いる

ことを特徴とする電子機器。

【請求項 2 0】

電解液の液状材料、または該液状材料を保持したゲル材料からなる電磁波抑制材料を封止材に封入して成る電磁波抑制デバイスを用いる

ことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子機器から発生する不要輻射対策に用いる電磁波抑制材料、この電磁波抑制材料を用いた電磁波抑制デバイス、これらの電磁波抑制材料または電磁波抑制デバイスを用いて成る電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年にみられる高周波数の電磁波利用の増加に伴い、電磁波ノイズによる機器の誤作動や脳・人体への悪影響等といった被害、障害が新たな環境問題として提起されている。例えば、免許不要で無線通信が、利用可能な周波数帯の1つである2.45GHz帯に注目してみると、無線LAN(IEEE802.11b)、Bluetooth、ISM(Industrial, Scientific and Medical)機器などに数多く利用されている、さらには情報機器のクロック周波数の高速化・デジタル化に伴い、この帯域における高調波の発生も考えられる。このように、潜在的な電磁波発生源および干渉被害側の双方の数と多様性が指数関数的に増加するため、干渉の起こるリスクが天文学的に増加している。

【0003】

このような電磁干渉(EMI: Electromagnetic Interference)の問題に対処するためには、個々の機器が、他の機器の正常な作動を妨害するような不要な電磁波を放射させることなく(エミッションの抑制)、かつ外部から侵入する電磁波に対して何ら影響を受けない十分な耐力をもつこと(イミュニティの向上)が要求される。このような考え方は、

10

20

30

40

50

電磁氣的両立性 (E M C : Electromagnetic Compatibility) と称され、電磁環境下で電子機器が電磁両立性を確立するために様々な規格が定められている。

【 0 0 0 4 】

例えば回路設計におけるEMC対策を進める際、電子機器から発生する電磁妨害波を低減させ、また、電子機器に電磁妨害波が侵入するのを防ぐための回路素子として、主に妨害抑圧素子が用いられる。妨害抑制素子には、コンデンサ、コイルを組み合わせたLCフィルタやバリスタなど様々なものがある。これらは、希望の信号が素子を通過する際には損失が小さく、妨害波に対しては大きな反射損失や通過損失を持つように設計され、ほとんどの電子回路に適切な方法で組み合わせられて使用されている。しかしながら、回路素子との組み合わせによる特定の共振周波数により、電圧や電流波形が振動してしまい、希望の信号波形が大きく歪むことがある。さらには、GHz帯の電磁波の波長は、電子回路の回路長に近く、回路自体が電磁波に対するアンテナとして作用するため誤作動を引き起こす可能性も生じる。

10

【 0 0 0 5 】

このように回路設計では補うことのできないEMC問題は、実装設計に提起され、近年、その解決策として注目されているのが磁性粉末を樹脂と混合してシート化した電磁波抑制体 / 電磁波吸収体を用いることである。この磁性シートの使い方は、主に2通りである。ひとつはアンテナ源から輻射された電磁波を吸収する使い方と、もうひとつは、アンテナ源に高調波ノイズ成分が乗ることを未然に抑制する高調波フィルタとしての使い方である。

20

【 0 0 0 6 】

電磁波吸収の原理は、入射した電磁波エネルギーのほとんどを電磁波抑制体 / 電磁波吸収体の内部で熱エネルギーに変換するというものである。このため電磁波吸収体では、前面に反射するエネルギーと後方へ透過するエネルギーの双方を小さくすることができる。熱エネルギーへの変換のメカニズムは、主に「導電損失」、「誘電損失」、「磁性損失」の3種に分類され、またこのときの単位体積あたりの電磁波吸収エネルギー P [W/m³] は、電界 E 、磁界 H および周波数 f を用いて数1のように表される。それぞれ第1項が導電損失、第2項が誘電損失、第3項が磁性損失を表している。

【 0 0 0 7 】

【 数 1 】

$$P = \frac{1}{2} \sigma |E|^2 + \pi f \varepsilon'' |E|^2 + \pi f \mu'' |H|^2$$

導電率 : σ

複素誘電率 : $\varepsilon = \varepsilon' - j \varepsilon''$

複素透磁率 : $\mu = \mu' - j \mu''$

30

数1の式は、それぞれ第1項が導電損失、第2項が誘電損失、第3項が磁性損失を表している。

【 0 0 0 8 】

さらに、伝達経路などに使用される電磁波抑制体 / 電磁波吸収体は、磁性材料に特有のインダクタ成分を生かしたフィルタ効果と、上記の電磁波吸収効果の併用であると考えられる。

40

【 0 0 0 9 】

現在、電磁波抑制体 / 電磁波吸収体として用いる磁性シートは、プリント回路基板上、フレキシブルプリント回路 (F P C) 上、または筐体裏面、及びパッケージ上面などに貼り付けて利用されている。しかしながら、どのような原理にて、どのような効果が効いているのかは、電子機器内における複雑な信号伝送路や、それ自身によって作られる電界・磁界分布により異なるため、明らかにすることが困難であるのが現状である。また、このように磁性シートの特性やその効果については明確になっていないため、磁性シートの性

50

能評価は、主にマイクロストリップラインにおける高周波フィルタ効果（抑制効果）と、損失項（ α 、 μ ）の大きさで見積もることが多く行われている。

【0010】

高誘電率媒質として、水、グリセリン、メチルアルコールなどを用いる媒質中に微粒子状強磁性材料を均一に分散させた電磁波の吸収材料が提案されている（特許文献1参照）。

【特許文献1】特開昭64-52302号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、上述のように電子機器の不要輻射対策において、磁性シートをプリント回路基板上、特に、ICパッケージ上や、または筐体裏面などに貼り付けて利用する場合に、期待するほど電磁波吸収効果が得られなく、逆に電界強度を増加させてしまうといった現象がしばしば見られる。このような現状を打破するためには、既存の磁性シートよりも更に吸収特性の良い電磁波抑制シートが必要である。既存の磁性シートでは、その特性を高めるため磁性粉末の混合量を増やしているが、その磁性粉末の量とともに磁性シートの比重も増加するため、硬い磁性シートとなってしまう。フレキシブルプリント回路（FPC）上に貼り付ける場合には、そのフレキシブルな特性を生かすために、より柔軟性のある電磁波抑制シートが必要である。さらには、磁性粉末を用いるため高コストになり、より安価な電磁波抑制シートが必要とされている。

10

20

【0012】

本発明は、上述の点に鑑み、電磁波吸収抑制効果を高めて、多様な形状に柔軟に形成でき安価な電磁波抑制材料と、この電磁波抑制材料を用いる電磁波抑制デバイス、これらの電磁波抑制材料または電磁波抑制デバイスを用いて成る電子機器を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明に係る電磁波抑制材料は、電気的極性を有する液状材料および/またはゲル状材料であることを特徴とする。

本発明に係る電磁波抑制材料は、電気的極性を有する分子液状材料、または電解液材料で構成することができる。

30

本発明に係る電磁波抑制材料は、電気的極性を有する低分子および/または高分子材料と、電気的極性を有する分子液体材料または電解液とを混合して構成することができる。

本発明に係る電磁波抑制材料は、電解液の液状材料、またはこの液状材料を保持したゲル材料で構成することができる。

【0014】

本発明に係る電磁波抑制デバイスは、上述の電磁波抑制材料を封止材に封止して成ることを特徴とする。

本発明に係る電子機器は、上述の電磁波抑制材料、または上述の電磁波抑制デバイスを用いて成ることを特徴とする。

【発明の効果】

40

【0015】

本発明の電磁波抑制材料によれば、電解液や電気的極性を有する分子液体材料などの電気的極性を有する液状材料、ゲル状材料が、電磁波吸収、抑制が高効率であり、フレキシブル性を有するEMC対策部品として安価に形成できる。これにより、不要輻射対策コストを激減できるだけでなく、高効率なために対策時間を削減することができる。さらに、磁性粉末を混合することにより、さらなる高い効率での設計も行うことができる。更には、既存の磁性材料と比較してもフレキシブル性を有するために実装面での簡易化ができることや、幅広い用途での使用方法が実現できる。

【0016】

本発明の電磁波抑制デバイスによれば、上述の電磁波吸収が高効率な電磁波抑制材料を

50

封止材、例えば樹脂シートなどに封入するため、電磁波吸収、抑制が高効率の電磁波抑制デバイスが得られ、フレキシブル性を有するEMC対策部品を安価に形成することができる。

【0017】

本発明の電子機器によれば、上述の電磁波抑制材料、あるいは、この電磁波抑制材料を封止材に封入して成る電磁波抑制デバイスを用いることにより、不要な電磁波を抑制、吸収することができる、電子機器の誤動作を防ぐことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

10

【0019】

先ず、従来からの高周波数帯域における電磁波抑制材料としては、磁性材料が現在も主流である。すなわち、磁性材料を用いた磁性シートは、電磁波を抑制、吸収するために上述の数1の磁性損失である第3項の透磁率 μ'' が高くなるように設計されている。

【0020】

ところで、本発明者らは、上述した数1から、MHz帯域、GHz帯域の周波数において、誘電損失である第2項の誘電率 ϵ'' が高い材料に着目した。一般的に知られているチタン酸バリウムなどの固体の強誘電体は、その名の通り高い誘電率を示すものの、共鳴現象が低周波数に存在するために、MHz帯域、GHz帯域の周波数における誘電率の分散特性をほとんど有しておらず、誘電率 ϵ'' は低い値である。このため、現在までのところ、高周波数帯域における電磁波抑制材料としては、磁性材料が主流であった。

20

【0021】

一方、本発明者らは、電気的極性を有する液状材料、すなわち極性を有する分子により構成される液体材料、または電解液のようなイオンを有する液状材料の誘電率に着目し、前述の電磁波吸収効率の高い電磁波抑制材料を発明するに至った。さらに、化学架橋のゲルを用いることで、セットの温度変化に対しても、安定状態を保ってられるように信頼性の点も考慮した。

【0022】

電位極性を持った分子液体では、多くの場合、配向分極による緩和は数十GHzから数百GHzのあたりに存在する。一般に、分子量が大きい液体や分子間の相互作用が強い(要するに粘度が高い)液体ほど緩和時間が長く、分散が低周波数のところにあらわれる。例えば、水(H_2O)を特徴づける誘電緩和は、約25GHzのところに存在する。メタノール(CH_3OH)では3GHz、エタノール(C_2H_5OH)では1GHzである。この誘電分散は、イオンを含む電解液でも同様に存在する現象である。

30

誘電率の周波数分散について代表的な液体として、水を例にとる。水の誘電率の周波数分散特性を図7に示す。図7より、水の緩和現象は25GHz付近に存在していることが分かる。また、比誘電率の損失部 ϵ'' のピーク値は40程度とかなり高い値を示している。磁性シートの比透磁率の損失部 μ'' が10以下であることと比較すると、水は磁性シートよりも電磁波吸収率が大きいことが分かる。

【0023】

40

また、タンパク質水溶液などといった高分子材料と液状材料が複合した材料は、それぞれの緩和現象の相互作用により複数の誘電分散現象が生じる。例えば、分子量が数万程度のタンパク質水溶液の複素誘電率を500kHzから10GHzの範囲にわたって測定すると、分散が3つ観測される。最も低周波数の分散は数百kHzから数MHzに存在し、タンパク質全体、或いはドメインの運動に対応する。数百MHzに存在する分散は、動きの遅いタンパク質に束縛された結合水の運動に対応する。数GHz以上で裾野が見えてくる分散は、溶液中に存在する自由水の運動による分散である。イオンを含む電解液では、このほかに、イオン伝導による分散も観測される。

【0024】

このように、電位極性を持った分子液体や電解液を単体で用いることで、良好な電磁波

50

抑制材料となりうる。また、これらの水溶液に高分子材料を混合させると、その高分子のまわりの水溶液の誘電緩和分散は高分子の影響をうけるために、所期の周波数帯域にその誘電緩和分散をシフトさせることも可能となる。

【0025】

そこで本発明に係る電磁波抑制材料は、上述した数1から、誘電率 ϵ' が高い材料に着目することにより、MHz帯域、GHz帯域の周波数の電磁波を抑制、吸収することを可能とするものである。本発明者らは、このことを考慮し、誘電率に着目した本実施の形態の代表的な電磁波抑制材料について、その電磁波抑制効果の検証を行った。検証結果については後述する。

【0026】

本発明の一実施の形態に係る電磁波抑制材料は、電気的極性を有する液状材料および/またはゲル状材料で構成する。すなわち、上記液状材料、またはゲル状材料、または上記液状材料およびゲル状材料からなる材料で構成される。液状材料としては、電気的極性を有する分子液状材料、あるいはイオンを有する電解液を用いることができる。

10

【0027】

ゲル状材料としては、電気的極性を有する低分子および/または高分子材料に、上記の電気的極性を有する分子液状体材料を膨潤させたもの、あるいは電気的極性を有する低分子および/または高分子材料に、上記の電解液材料を膨潤させたものを用いることができる。

【0028】

本発明の他の実施の形態に係る電磁波抑制材料は、上記電気的極性を有する低分子および/または高分子材料と、上記電気的極性を有する分子液体材料を混合してなる材料で構成する。あるいは上記電気的極性を有する低分子および/または高分子材料と、上記電解液材料を混合してなる材料で構成する。この場合、ゲル状体となるもの、あるいはゲル状体と液材料の混ざったものを含むものである。

20

【0029】

本発明の他の実施の形態に係る電磁波抑制材料は、吸水、保水特性を有する低分子および/または高分子材料と上記電気的極性を有する分子液体材料を混合してなる材料で構成する。あるいは吸水、保水特性を有する低分子および/または高分子材料と、上記電解液材料を混合してなる材料で構成する。この場合も、ゲル状体となるもの、あるいはゲル状体と液材料の混ざったものを含むものである。

30

【0030】

本発明の他の実施の形態に係る電磁波抑制材料は、上述の各実施の形態の電磁波抑制材料に、さらに磁性粉末を混合して構成する。

【0031】

上記の電気的極性を有する分子液体材料の代表的なものは、水、エタノール、メタノールなどがある。

上記イオン電解液の代表的なものは、塩化ナトリウム水溶液、ヨウ化ナトリウム水溶液、塩化カリウム水溶液、ヨウ化カリウム水溶液を代表物とする1A族元素とハロゲン元素の化合物水溶液や、塩化カルシウム水溶液、塩化マグネシウム水溶液を代表物とする2A族元素とハロゲン元素の化合物水溶液や、水酸化ナトリウム水溶液、塩酸水溶液、塩化アンモニウム水溶液、塩化亜鉛水溶液などがある。

40

ここで、1A族元素とは、リチウム：Li、ナトリウム：Na、カリウム：K、ルビジウム：Rb、セシウム：Cs、フランシウム：Frである。

2A族元素とは、ベリリウム：Be、マグネシウム：Mg、カルシウム：Ca、ストロンチウム：Sr、バリウム：Ba、ラジウム：Raである。

ハロゲン元素とは、フッ素：F、塩素：Cl、臭素：Br、ヨウ素：I、アスタチン：Atである。

上記磁性粉末の代表的なものは、Mn-Znフェライト、Cu-Znフェライト、Ni-Znフェライトなどがある。

50

【0032】

上記低分子材料、高分子材料については、ここでは、約10000以上の分子量を有するものを高分子材料とし、それ以下の分子量を有するものを低分子材料とする。高分子材料の代表的なものは、アクリルアミド系である。

上記電氣的極性を有する低分子および/または高分子材料の代表的なものは、ポリアクリルアミド系、エチレングリコール系等を用いることができる。

上記吸水、保水特性を有する低分子および/または高分子材料の代表的なものは、ポリエチレン系、ポリアクリルアミド系等を用いることができる。

【0033】

本実施の形態においては、上述した電磁波抑制材料のうち、1種、または2種以上を所要の封止材に封入して電磁波抑制デバイスとして構成することができる。封止材については後述する。

さらに、本実施の形態においては、上述した電磁波抑制材料、あるいは電磁波抑制デバイス搭載して電子機器を構成することができる。

【0034】

次に、本実施の形態の代表的な電磁波抑制材料について、その電磁波抑制効果の検証を説明する。ここでは、本実施の形態に係る電磁波抑制材料の試料と従来市販されている磁性シートについて比較しながら説明する。

効果測定に用いた本実施の形態に係る電磁波抑制材料は、2種類のアクリルアミド系ゲルに対して、水溶液を水と塩の2種類を用意して作製した3種類のゲル状材料a, b, cである。

【0035】

本例のゲル状材料aは、1種目のアクリルアミド系ゲルに、電解液材料である塩化ナトリウム2mol/Lを有する塩溶液を膨潤させた、膨潤度39.9のゲル状材料である。

次に、本例のゲル状材料bは、2種目のアクリルアミド系ゲルに、電解液材料である塩化ナトリウム2mol/Lを有する塩溶液を膨潤させた、膨潤度27.8のゲル状材料である。

本例のゲル状材料cは、1種目のアクリルアミド系ゲルに、水を膨潤させた、膨潤度42.3のゲル状材料である。

【0036】

さらに本実験では、従来から市販されている磁性シートを2種類用いた。電磁波抑制シートA(以下、磁性シートAと略する)は、厚さ0.5mm、MHz帯域の電磁波を抑制、吸収するシートである。電磁波抑制シートB(以下、磁性シートBと略する)は、厚さ0.5mm、GHz帯域の電磁波を抑制するシートである。

【0037】

本例の各ゲル状材料a, b及びcは、樹脂からなる封止材に封入(梱包)して測定に用いた。

膨潤度は、(膨潤時の重量)/(乾燥時の質量)、であり、ポリマー1gあたり、何グラムの水を保持しているかを表す数値である。

【0038】

なお、本例のゲル状材料a, b, cはあくまで本実験で用いたものであり、本発明における材料はこれらに限るものではない。誘電率に着目する材料を選択・設計することで、抑制したい電磁波の周波数に応じて、抑制効率を大きくすることができる。

【0039】

図3に測定方法を示す。符号1はこの測定方法の測定系である。電波暗室2に発信器3からの信号を照射する電磁波発信源4を用意し、これと発信方向に向かって対向する位置に電磁波受信アンテナ5を設置する。電磁波発信源4と電磁波受信アンテナ5との間隔D1は約2mである。電磁波発信源4の約2倍の大きさで面積が約4倍の各試料6の各試料(磁性シートA, B及びゲル状材料a, b, cを示す)を電磁波発信源4から距離D2が20mmの位置に設置する。測定には各試料を設置する場合と試料を設置しない場合にお

10

20

30

40

50

ける電磁波受信アンテナ5で観測される各電磁波量の変化から電磁波抑制効果を評価した。

【0040】

図1に測定結果を示す。この図1は、本実施の形態に係る電磁波抑制材料a, b, c及び従来の磁性シートA, Bを、図3の測定方法を用いて電磁波測定を行い各周波数別の電磁波レベルを示すグラフである。薄い線が試料無しの場合、濃い線が各試料を設置した後、測定して得られた結果である。縦軸に電磁波のレベル(dBm)、横軸に周波数(MHz)を取る。横軸の周波数は、300MHz~2000MHzの範囲で測定する。特に図1D、図1Eは、従来の市販製品の磁性シートを用いて、比較のために示したグラフである。

10

【0041】

図1Aは、本実施の形態に係る電磁波抑制材料の、ゲル状材料aと試料無しの場合を比較したグラフである。図1Bは、本実施の形態に係る電磁波抑制材料のゲル状材料bと試料無しの場合を比較したグラフである。図1Cは、本実施の形態に係る電磁波抑制材料のゲル状材料cと試料無しの場合を比較したグラフである。図1Dは、従来の磁性シートAと試料無しの場合を比較したグラフである。この磁性シートAは、MHz用として市販されているものである。図1Eは、従来の磁性シートBと試料無しの場合を比較したグラフである。この磁性シートBは、GHz用として市販されているものである。

【0042】

図2は、図1の各試料と試料無しの場合をそれぞれ減算して電磁波の増減量をグラフで示すものである。すなわち、図1のグラフから試料無しの場合を基準に算出した各試料の周波数に対する電磁波増減量を示している。縦軸には電磁波の差分(dBm)、横軸には周波数を示す。横軸の周波数は、300MHz~2000MHzの範囲とした。

20

【0043】

図2Aは、ゲル状材料aのグラフである。本例のゲル状材料aでは、電磁波の差分が平均値-0.99[dBm]であった。

図2Bは、ゲル状材料bのグラフである。本例のゲル状材料bでは、電磁波の差分が平均値-2.49[dBm]であった。

図2Cは、ゲル状材料cのグラフである。本例のゲル状材料cでは、電磁波の差分が平均値1.19[dBm]であった。

30

【0044】

図2Dは、従来の磁性シートAのグラフである。従来の磁性シートAでは、電磁波の差分が平均値-0.61[dBm]であった。

図2Eは、従来の磁性シートBのグラフである。従来の磁性シートBでは、電磁波の差分が平均値1.68[dBm]であった。

【0045】

図1及び2の測定結果によれば、市販の電磁波抑制シートAは、電磁波抑制シートBより電磁波抑制効果が有るが、いずれも電磁波の増加が見られることが分かる。特に、電磁波抑制シートBを設置した場合は、高周波数帯域にて電磁波の増加が顕著に見られる。ゲル状材料cであるアクリルアミド系ゲルと水の混合材料でも同様の結果になっている。これは、電磁波吸収量が小さく、それよりも電磁波を集束する効果が大きく働いている結果であると考えられる。電磁波は電界と磁界により構成されるが、高誘電率材料や高透磁率材料はそれぞれの特性から、周囲の電界、磁界を集束する特性を有する。磁気シールドの原理などと同様の効果である。

40

一方、ゲル状材料a, bであるアクリルアミド系ゲルと塩溶液の混合材料では、電磁波の減衰が顕著に見られる。このことは、ゲルと塩溶液を混合するゲル状材料の、電磁波吸収量が本測定の周波数帯域の範囲で大きく、つまり誘電損失が大きい材料であることを意味する。ゲル状材料a, bでは、この周波数帯域における電磁波抑制材料として、市販の磁性シートよりも良好な電磁波抑制効果が得られる。

【0046】

50

次に、高調波フィルタ（遮蔽）効果について評価した。

測定効果に用いた本発明に係る電磁波抑制材料は、ゲル状材料 b である。また、比較のために既存材料として、市販の磁性シート A を用いた。図 4 に、高調波フィルタ効果を測定する測定方法を示す。符号 10 はこの測定方法の測定系の全体を示す。

図 4 では、裏面にグランド電位の導電層 11 を有した基板 12 上に、マイクロストリップライン 14 を形成し、このマイクロストリップライン 14 上に試料 6 を載置した。なお、基板 12 は、誘電率 ϵ_r が 4.1、厚さ縦×横×厚さが 100.0 mm×100.0 mm×1.5 mm の基板である。導電層 11 の膜厚は 0.018 mm である。マイクロストリップライン 14 の幅×長さは 3 mm×100.0 mm である。

マイクロストリップライン 14 の入力側から出力側に信号を入射することにより、反射特性と伝送特性を測定する。その際の試料の有無における信号特性の測定結果から、試料の高調波フィルタ（遮蔽）効果について評価した。 10

【0047】

図 5 及び図 6 は、本実施の形態に係る電磁波抑制材料を用いて、高調波フィルタ効果を評価したグラフである。図 5 は周波数 0 ~ 20 GHz までの測定結果を示し、図 6 は図 5 の要部の周波数 0 ~ 1 GHz までの測定結果を示す。実線は、本実施の形態に係る電磁波抑制材料の一例であるゲル状材料 b である。破線は、従来市販されている磁性シート A である。点線は、試料なしである。

【0048】

図 5 A 及び図 6 A は、マイクロストリップライン 14 の入力側に信号を入力したとき、試料 6 で反射される反射特性（S11 特性）を示し、縦軸に反射率、横軸に周波数を示す。 20

例えば、周波数 0 ~ 1 GHz では、本例のゲル状材料 b の反射率（実線）は -10 dB と、従来の磁性シートの反射率（破線）-10 dB ~ -30 dB より若干高い反射率を示す。また、試料なしの反射率（点線）は、-20 dB ~ -60 dB の範囲で大きく上下している。ここでの反射率 -30 dB とは、マイクロストリップライン 14 の入力側へ入力した信号（100%）に対し、入力ポートとマイクロストリップラインモデルのインピーダンスの不整合や、試料 6 の設置におけるインピーダンスの不整合のために入力側へ反射される信号の反射率が 0.1% であることを意味する。

【0049】

図 5 B 及び図 6 B は、マイクロストリップライン 14 の入力側に信号を入力するとき、試料を透過する伝送特性（S21 特性）を示し、縦軸に伝送量、横軸に周波数を示す。 30

例えば、周波数 0 ~ 1 GHz では、本例のゲル状材料 b の伝送量（実線）は、磁性シート（破線）及び試料なし（点線）より高いフィルタ効果を示している。さらに周波数が 5 GHz であっても、本例のゲル状材料 b は伝送量（実線）-20 dB と、従来の磁性シートの伝送量（破線）より、高いフィルタ効果を示すことができる。

【0050】

図 5 C 及び図 6 C は、マイクロストリップライン 14 の入力側に信号を入力するとき、試料 6 では吸収される損失特性を示し、縦軸に損失率、横軸に周波数を示す。

例えば、周波数 0 ~ 1 GHz では、本例のゲル状材料 b の損失率（実線）は、磁性シート（破線）及び試料なし（点線）より、高い損失率を示している。 40

【0051】

図 5 のグラフから、伝送特性についてアクリルアミド系ゲルと塩溶液の混合材料のゲル状材料 b は、磁性シート A と同様に周波数約 5 GHz 以上では、伝送量 -20 dB 以下となるために、同等のフィルタ効果を有していることが分かる。図 5 A に示す反射特性および図 5 B に示す伝送特性から算出される図 5 C の抑制効果（損失効果）もほぼ同等である。

電子機器からの不要輻射の規格は、現在は 1 GHz 以下であるため、図 6 に示す周波数帯域 0 ~ 1 GHz について測定した。図 6 のグラフから、アクリルアミド系ゲルと塩溶液の混合材料のゲル状材料 b は、磁性シート A と比較して、図 6 A の反射特性の測定結果よ 50

り若干の反射が大きいものの、図 6 B の伝送特性の測定結果より高調波の減衰効果は明らかに大きいことが分かる。反射特性および伝送特性から算出される図 6 C の抑制効果（損失効果）も明らかにゲル状材料 b のほうが大きくなる。このことより、本実施の形態に係るゲル状材料 b は、市販の磁性シートよりも良好な効果が得られていることが分かる。

【 0 0 5 2 】

以上の測定結果から、本実施の形態のゲル状材料は、電磁波抑制について、既存の磁性シートよりも優れていることが明白である。また、本実施の形態のゲル状材料は、既存の磁性シートと比較して、低コスト、比重が軽い、柔軟性に優れる。さらに、このゲル状材料は、例えば電磁波を透過する樹脂フィルムなどの柔軟性のあるシート状体、柔軟性の袋状体、あるいは硬いケース状体、筐体などの、いかなる封止材にも封止（あるいは梱包）して、デバイスとして構成することが可能であるので、バルク状からシート状まで、形状による特性の制限がないという点においても、既存のものより優位性がある。

10

【 0 0 5 3 】

上記測定評価は、アクリルアミド系ゲルと塩溶液の混合によるゲル状材料、アクリルアミド系ゲルと水の混合によるゲル状材料であるが、その他の電氣的極性を有する、あるいは吸水、保水特性を有する低分子および/または高分子材料と、電氣的極性を有する分子液体材料、あるいはイオン電解液材料の混合によるゲル状材料においも、従来市販の磁性シートと同等、あるいはそれ以上の電磁波抑制効果が得られるものである。さらに、電氣的極性を有する分子液体材料、あるいはイオン電解液材料においも、従来市販の磁性シートと同等、あるいはそれ以上の電磁波抑制効果が得られるものである。また、この場合も、

20

【 0 0 5 4 】

次に、特に 1 GHz 以下に誘電損失（ $\tan \delta$ ）が大きい材料に着目した本発明に係る電磁波抑制材料のさらに他の実施の形態を示す。

この本発明の他の実施の形態に係る電磁波抑制材料は、電解液の液状材料、または該電解液を保持したゲル状材料で構成する。電解液の液状材料の代表的なものは、前述した 1 A 族元素とハロゲン元素の化合物水溶液、2 A 族元素とハロゲン元素の化合物水溶液などがある。また、これらの水溶液を 2 種類以上用いることもできる。すなわち、1 A 族元素とハロゲン元素の化合物水溶液、2 A 族元素とハロゲン元素の化合物水溶液から選ばれた 1 種類、または 2 種類以上の液状材料を用いることができる。例えば、電解液の代表例としては、塩化ナトリウム水溶液、ヨウ化ナトリウム水溶液、塩化カリウム水溶液、ヨウ化カリウム水溶液、塩化カルシウム水溶液、塩化マグネシウム水溶液から選ばれた 1 種類、または 2 種類以上の液状材料を用いることができる。

30

【 0 0 5 5 】

さらに本発明の他の実施の形態に係る電磁波抑制材料は、吸水、保水特性を有する低分子および/または高分子材料と、上記 1 A 族元素とハロゲン元素の化合物水溶液、2 A 族元素とハロゲン元素の化合物水溶液（代表例として、例えば塩化ナトリウム水溶液、ヨウ化ナトリウム水溶液、塩化カリウム水溶液、ヨウ化カリウム水溶液、塩化カルシウム水溶液、塩化マグネシウム水溶液）から選ばれた 1 種類、または 2 種類以上の液状材料とを混合して構成する。この吸水、保水特性を有する低分子および/または高分子材料には、化学架橋を有してゲル化する材料を用いることが好ましい。化学架橋は、物理架橋に比べて高い温度でもゲル状態を安定に保つことができる。

40

【 0 0 5 6 】

化学架橋を有してゲル化する材料には、アクリルアミド系である例えば、2-アクリルアミド-2-メチルプロパン酸、ジメチルアクリルアミド、アクリルアミド、アクリル酸、アクリル酸メチル、メチレンビスアクリルアミド、アクリルアミド系高分子を用いることができる。そして、この化学架橋を有してゲル化する材料としては、これらの材料から選ばれた 1 種類、または 2 種類以上のアクリルアミド系材料を用いることができる。

ゲル化する材料の化学架橋方法としては、熱架橋、または紫外線照射架橋（UV 架橋）を用いることができる。

50

【0057】

本実施の形態においては、このような電磁波抑制材料のうち、1種、または2種以上を所要の封止材に封入して電磁波抑制デバイスとして構成することができる。さらに、本実施の形態においては、このような電磁波抑制材料、あるいは電磁波抑制デバイス搭載して電子機器を構成することができる。

【0058】

次に、上述の本実施の形態に係る電磁波抑制材料、すなわち具体的な材料を用いて作製したゲル状材料による電磁波抑制材料の誘電率特性を、図8、図9に示す。図8及び図9は、アクリルアミドに架橋材としてメチレンビスアクリルアミドを混合させてゲル化したものであり、電解液の溶媒として塩化ナトリウムを溶かした塩溶液を用いた電磁波抑制材料の誘電率特性である。図8は縦軸に比誘電率 r を、横軸に周波数を取り、塩濃度をパラメータとした複素誘電率の実部の誘電率特性である。図9は縦軸に比誘電率 r'' を、横軸に周波数を取り、塩濃度をパラメータとした虚部の誘電率特性である。両図において、曲線aは塩濃度を 0.0 mol/l とした場合である。曲線bは塩濃度を 0.01 mol/l とした場合である。曲線cは塩濃度を 0.1 mol/l とした場合である。曲線dは塩濃度を 1.0 mol/l とした場合である。なお、パラメータの末尾のRはリアル（実部）のを表し、Iはイマジナリー（虚部）を表す。

【0059】

塩濃度が高くなるにつれて、比誘電率（実部） r は若干ではあるが低下する傾向にあることが分かる。反対に塩濃度が高くなるにつれて、比誘電率（虚部） r'' は大きく増加している。前述の数1より r'' が大きいほど電磁波抑制・吸収特性が向上する。磁性シートの比透磁率の損失部 $\mu r''$ が 1 GHz 付近で10程度であることと比較すると、本実施の形態の電磁波抑制材料は 0.1 モル以上の塩濃度では、磁性シートよりもはるかに電磁波吸収率が大きいことが分かる。

【0060】

本実施の形態に係る電磁波抑制材料は、前述した数1から誘電率 r'' が高い材料に着目することにより、MHz帯域、GHz帯域の周波数の電磁波を抑制、吸収することを可能にするものである。本実施の形態の代表的な電磁波抑制材料について、その電磁波抑制効果の検証を行った。

【0061】

本実施の形態で評価した測定方法は前述の図3及び図4で説明したと同様である。本測定用サンプル（本実施の形態の電磁波抑制材料）としては、塩化ナトリウム： 1.0 mol/l の液状材料をゲル化したものを用いた。アクリルアミド： 1 mol/l とメチレンビスアクリルアミド： $0.5 \text{ mol}\%$ 、ならびに熱架橋開始材として過酸化アンモニウム： $0.2 \text{ mol}\%$ を混合し、シート状にした状態にて 70°C でゲル化させて作製した。

【0062】

図10及び図11は、本実施の形態に係る電磁波抑制材料（上記測定用サンプル）を用いて、高調波フィルタ効果を評価したグラフである。周波数 $50 \sim 1000 \text{ MHz}$ までの測定結果を示す。曲線eはサンプル無しの状態、曲線fは 0.5 mm 厚さの本発明材料、曲線gは 1 mm 厚さの本発明材料、曲線hは 2 mm 厚さの本発明材料、また曲線iは電磁波抑制シートとして市販されている磁性シート、のそれぞれの測定結果である。

【0063】

図10は、マイクロストリップラインの入力側に信号を入力したとき、サンプルで反射される反射特性（S11特性）を示し、縦軸に反射量、横軸に周波数を示す。図10より本実施の形態のゲル状材料の反射率は -10 dB 前後であり、 600 MHz 以下では従来の磁性シートの反射率（曲線i）と同程度の特性である。また、サンプル無しの反射率（曲線e）は、 $-30 \text{ dB} \sim -40 \text{ dB}$ の範囲で大きく上下している。ここでの反射率 -30 dB とは、マイクロストリップラインの入社側へ入力した信号（ 100% ）に対し、入力ポートとマイクロストリップラインモデルのインピーダンスの不整合や、サンプルの

10

20

30

40

50

設置におけるインピーダンスの不整合のために入力側へ反射される信号の反射率が0.1パーセントであることを意味する。

【0064】

図11は、マイクロストリップラインの入力側に信号を入力するとき、サンプルを透過する伝送特性(S21特性)を示し、縦軸に伝送量、横軸に周波数を示す。図11より、本実施の形態のゲル状材料の伝送量(曲線f, g, h)は、磁性シート(曲線i)より高いフィルタ効果を示している。

【0065】

図12は、マイクロストリップラインの入力側に信号を入力するとき、サンプルで吸収される損失特性を示し、縦軸に損失率、横軸に周波数を示す。つまり入力量から反射量、透過量を差し引いた量が損失量に値する。この損失量が大きいほど、電磁波抑制・吸収効果が大きいということになる。なお、図12において、曲線eはサンプル無しの状態、曲線fは0.5mm厚さの本発明材料、曲線gは1mm厚さの本発明材料、曲線hは2mm厚さの本発明材料、また曲線iは電磁波抑制シートとして市販されている磁性シートを示す。図12より、本実施の形態のゲル状材料の損失率は、磁性シートより同じシート厚さにおいても大きい損失率を示している。またシート厚みが厚いほど、損失量も大きいことが分かる。

【0066】

上述した実施の形態において、液状材料として、例えば、1A族元素とハロゲン元素の化合物水溶液、2A族元素とハロゲン元素の化合物水溶液(代表例として、例えば塩化ナトリウム水溶液、ヨウ化ナトリウム水溶液、塩化カリウム水溶液、ヨウ化カリウム水溶液)から選ばれた1種類、または2種類以上の液状材料を用い、化学架橋を有してゲル化する材料として、例えば、2-アクリルアミド-2-メチルプロパン酸、ジメチルアクリルアミド、アクリルアミド、アクリル酸、アクリル酸メチル、メチレンビスアクリルアミド、アクリルアミド系高分子から選ばれた1種類、または2種類以上の材料を用いて作製した電磁波抑制材料についても、その反射特性(S11特性)、伝達特性(S21特性)、損失特性は、上記本実施の形態の測定用サンプルと同じ傾向である。

【0067】

本発明に係る電磁波抑制材料は上記測定用サンプルに限定されるものではない。電解液、ゲル生成のための高分子、化学架橋材、開始材があれば作製可能である。

【0068】

以上の測定結果から、本実施の形態にゲル状材料は、前述と同様に電磁波抑制、特に1GHz以下の帯域での電磁波抑制について、既存の磁性シートよりも優れていることが明白である。また、本実施の形態のゲル状材料は、既存の磁性シートと比較して、低コスト、比重が軽い、柔軟性に優れる。さらに、このゲル状材料は、例えば電磁波を透過する樹脂フィルムなどの柔軟性のあるシート状体、柔軟性の袋状体、あるいは硬いケース状態、筐体などの、いかなる封止材にも封止(あるいは梱包)して、デバイスとして構成することが可能であるので、バルク状からシート状まで、形状による特性の制限がないという点においても、既存のものより優位性がある。

【0069】

上述の実施の形態に係る電磁波抑制材料、あるいは電磁波抑制デバイスは、前述と同様に電子機器に搭載することができる。

【0070】

上述した本発明の各実施の形態に係る電磁波抑制材料によれば、既存の磁性材料よりも電磁波抑制効果を高くすることができる。電磁波の抑制及び吸収を行う上で、誘電損失のよい材料に着目し、さらに物質の状態、本例では液状やゲル状によって誘電損失が変化することを合わせて用いることで、所定の周波数帯域の電磁波を抑制、吸収することができる。

【0071】

更に、電磁波抑制材料をゲル状材料で構成するときは、基板間、もしくは基板と筐体間

10

20

30

40

50

への応用も可能であり、電磁波抑制・吸収材と衝撃緩衝材の機能を兼ね備えた新たな電磁波抑制材料、電磁波抑制デバイスとして利用することができる。電磁波抑制材料を化学架橋のゲル状材料で構成するときは、セットの温度変化に対しても、安定状態を保つことができ信頼性を向上することができる。

【0072】

本発明に係る電磁波抑制デバイスによれば、電磁波抑制材料をさまざまな形状に封止することができる、より最適に電磁波を抑制することができる。シートにするとき既存の磁性シートよりも優れている。またさらには、既存の磁性シートと比較して、低コスト、比重が軽い、柔軟性に優れる、バルク状からシート状まで形状による特性の制限が無いなどといった点においても優位性がある。必ずしも、本例の樹脂フィルムで封止する必要はなく、筐体などに電磁波抑制材料を注入できる空間を設けて、電磁波抑制材料を注入することで筐体全体もしくは一部を電磁波の抑制することもできる。封止材は、電磁波を反射するような金属材料以外であればよい。

10

【0073】

本実施の形態に係る電子機器は、電磁波抑制材料、あるいは、この電磁波抑制材料を封止材によって封止している電磁波抑制デバイスを用いることにより、例えば電子機器の基板上、フレキシブルケーブル上や半導体部品上に貼り付けられることで電子機器の電磁波を抑制させるものである。

本発明に係る電子機器によれば、電磁波抑制材料、あるいは、電磁波抑制材料を封止材によって封止して成る電磁波抑制デバイスを用いることにより、不要な電磁波を抑制することができ、電子機器の誤動作を防ぐことができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】A～C 本発明の一実施の形態に係る電磁波抑制材料の周波数に対するレベルを示すグラフである。D～E 従来の磁性シートの周波数に対するレベルを示すグラフである。

【図2】A～E 図1の各材料と試料なしの電磁波の差分を示すグラフである。

【図3】図1の測定方法を示す構成図である。

【図4】高調波フィルタ効果を調べるための構成図である。

【図5】A、B及びC 一実施の形態に係る電磁波抑制材料の反射特性を示すグラフ、伝送特性を示すグラフ、及び損失特性を示すグラフである。

30

【図6】A、B及びC 図5Aの要部を示すグラフ、図5Bの要部を示すグラフ、及び図5Cの要部を示すグラフである。

【図7】水の周波数に対する誘電損失を示すグラフである。

【図8】本発明の他の実施の形態に係る電磁波抑制材料の実部の誘電率特性を示すグラフである。

【図9】本発明の他の実施の形態に係る電磁波抑制材料の虚部の誘電率特性を示すグラフである。

【図10】本発明の他の実施の形態に係る電磁波抑制材料の反射特性を示すグラフである。

40

【図11】本発明の他の実施の形態に係る電磁波抑制材料の伝達特性を示すグラフである。

【図12】本発明の他の実施の形態に係る電磁波抑制材料の損失特性を示すグラフである。

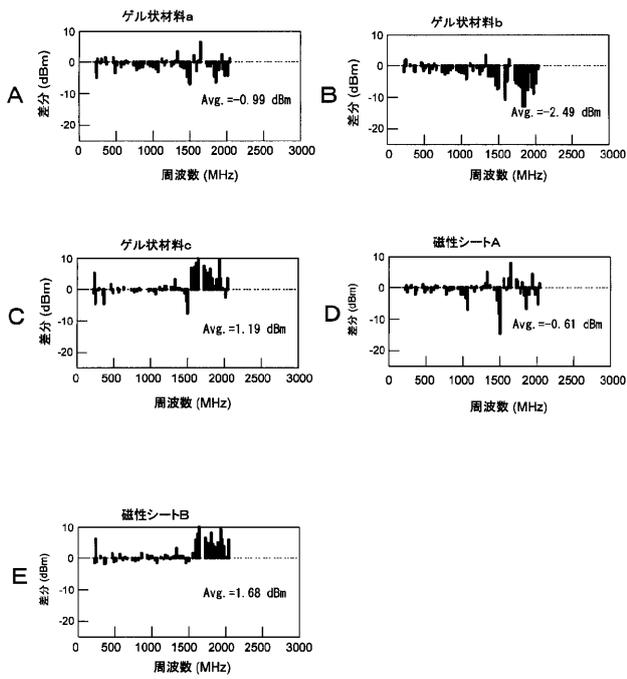
【符号の説明】

【0075】

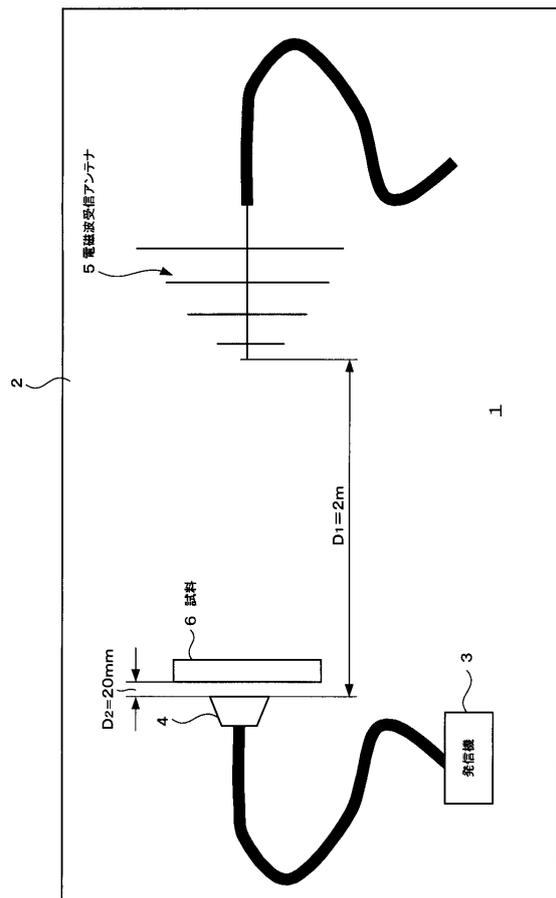
1、10・・・測定系、2・・・電波暗室、3・・・発信機、4・・・電磁波発信源、5・・・電磁波受信アンテナ、6・・・試料、11・・・導電層、12・・・基板、14・・・マイクロストリップライン

50

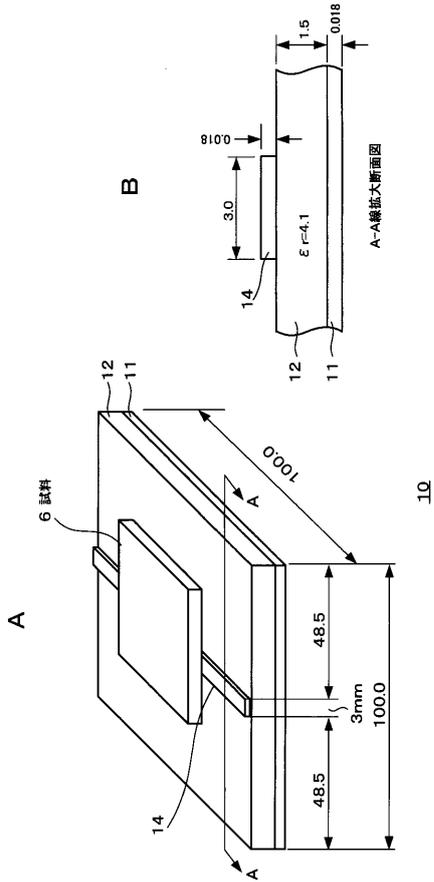
【図2】



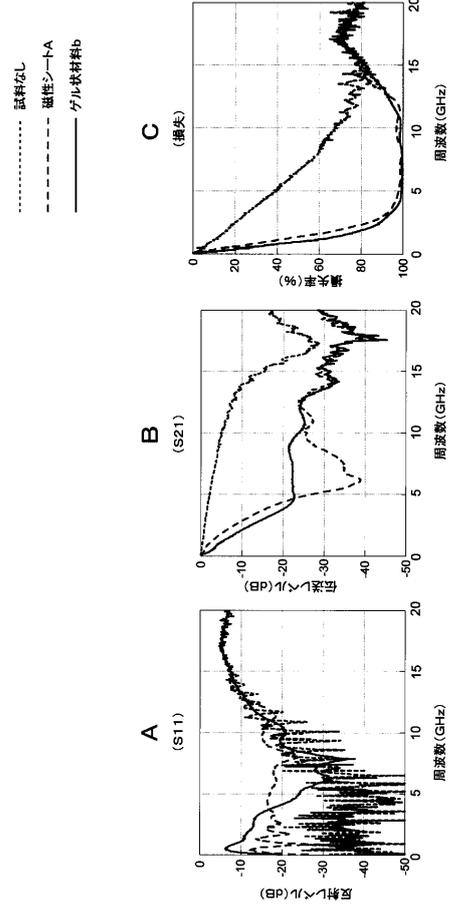
【図3】



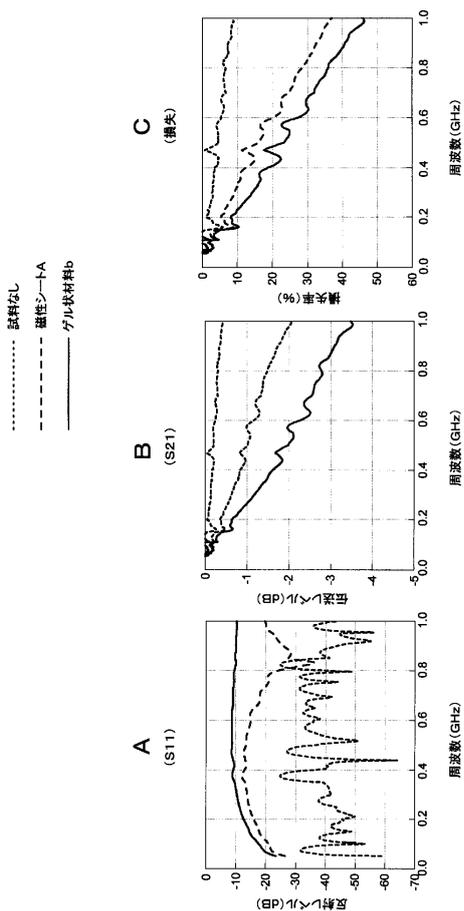
【 図 4 】



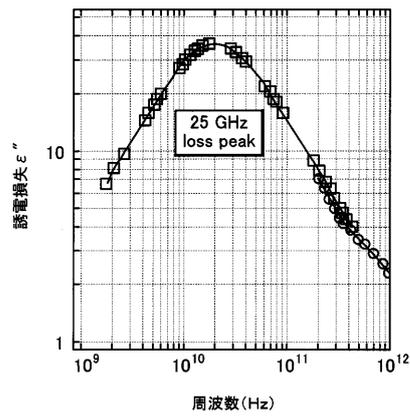
【 図 5 】



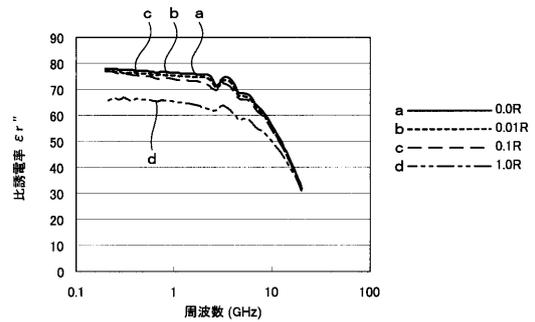
【 図 6 】



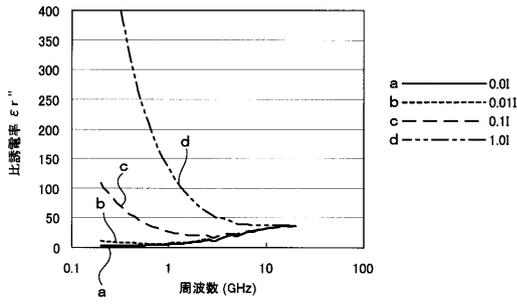
【 図 7 】



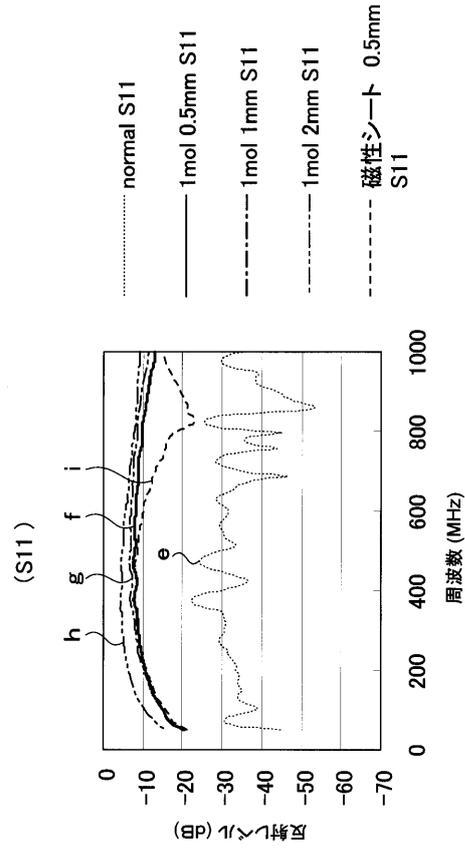
【 図 8 】



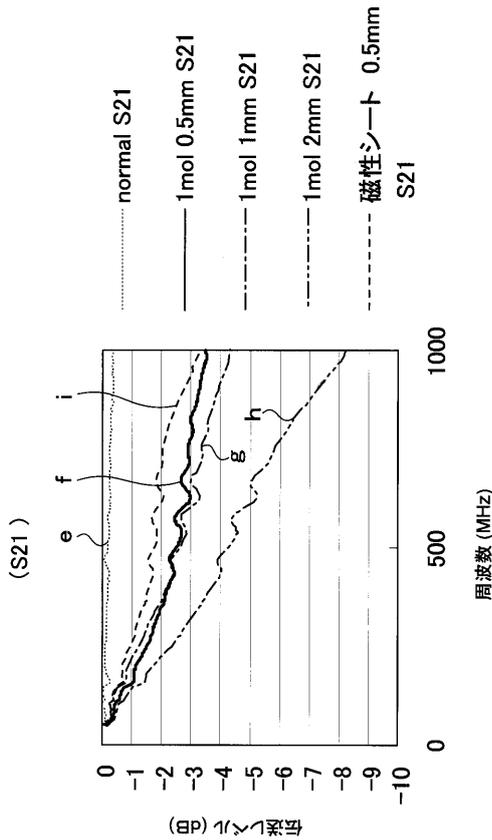
【 図 9 】



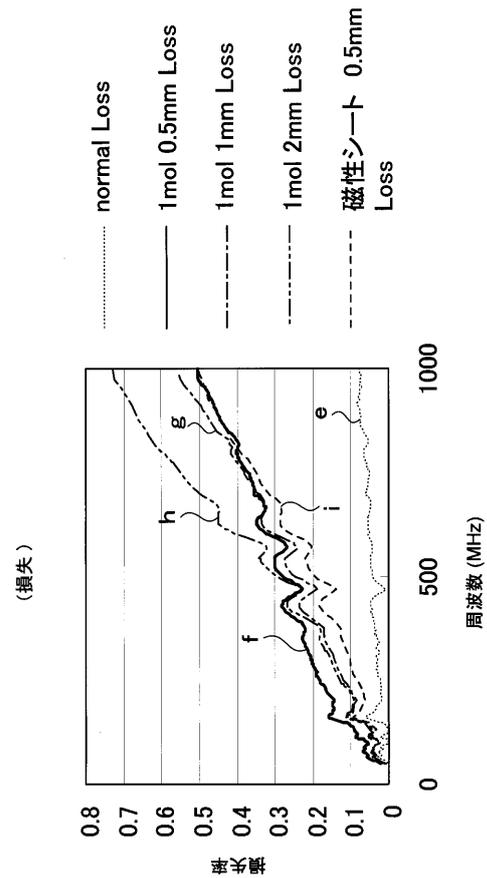
【 図 1 0 】



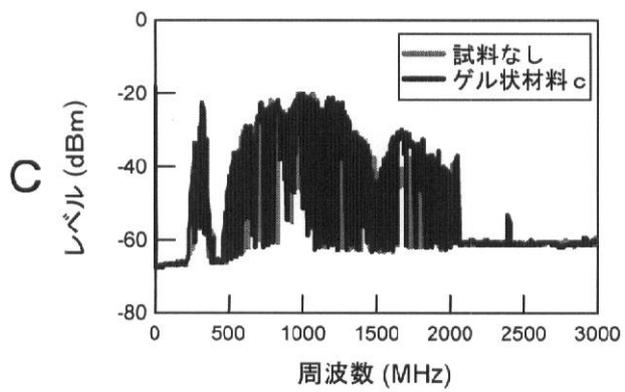
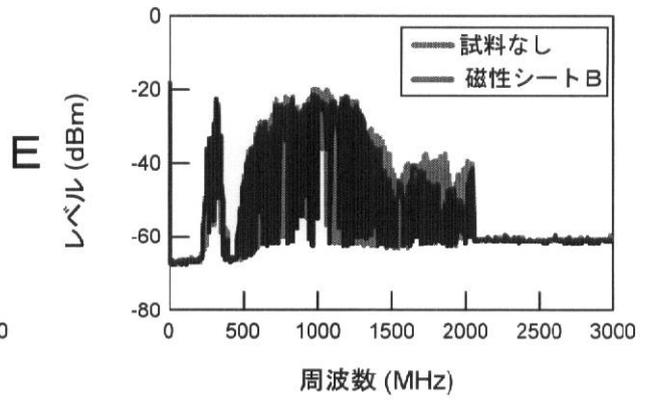
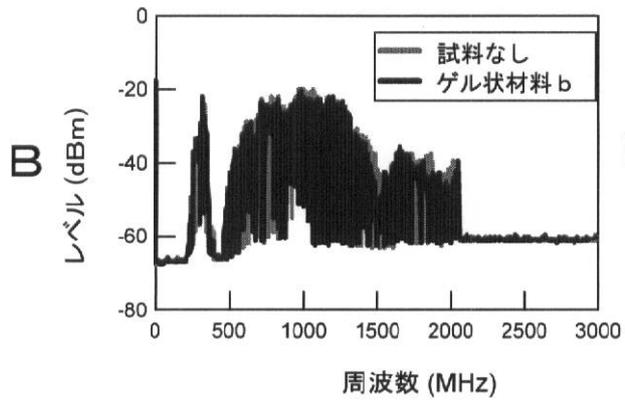
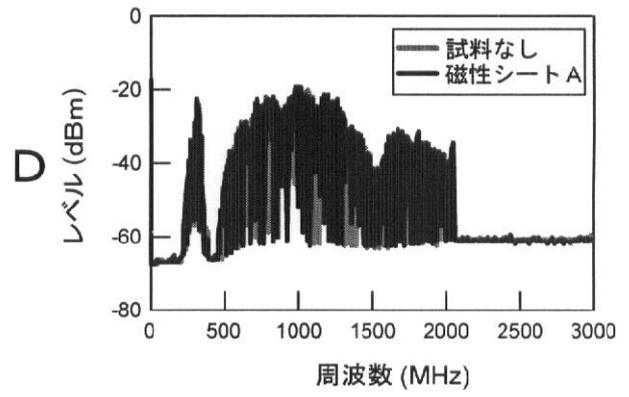
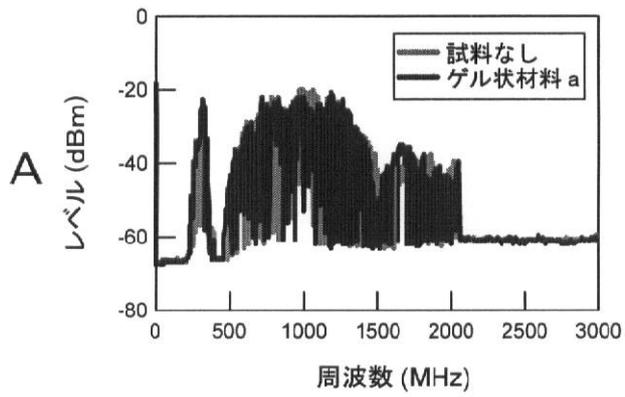
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 】



フロントページの続き

- (72)発明者 岡山 克巳
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 小林 薫
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 折橋 正樹
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 鈴木 誠
宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉02 国立大学法人東北大学内
- (72)発明者 宮崎 崇
宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉02 国立大学法人東北大学内
- Fターム(参考) 5E040 CA13
5E321 AA23 BB32 BB44 BB57 CC16 GG11