

(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2016-171113

(P2016-171113A)

(43) 公開日 平成28年9月23日 (2016.9.23)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
<b>H05K</b>	<b>9/00</b>	<b>(2006.01)</b>	H05K	9/00	M	4F074
<b>C08J</b>	<b>9/35</b>	<b>(2006.01)</b>	C08J	9/35	CFC	5E321

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2015-48296 (P2015-48296)	(71) 出願人	504151365 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 茨城県つくば市大穂1番地1
(22) 出願日	平成27年3月11日 (2015.3.11)	(74) 代理人	100093816 弁理士 中川 邦雄
申請有り		(72) 発明者	井上 優貴 茨城県つくば市大穂1番地1 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構内
		(72) 発明者	都丸 隆行 茨城県つくば市大穂1番地1 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構内
		(72) 発明者	羽澄 昌史 茨城県つくば市大穂1番地1 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電波吸収材

(57) 【要約】

【課題】従来は(1)高い電波吸収率、(2)低い表面反射率、(3)加工・整形性が高い、(4)熱伝導率が高い特性を併せ持つ電波吸収材がなかった。そこで、本発明は上記特性を併せ持つ電波吸収材を提供する。

【解決手段】母材と、電波の散乱材である発泡剤体と、電波の吸収材であるカーボンを含む電波吸収体材において、前記母材が低誘電率でありかつ前記発泡剤体の誘電率が前記母材の誘電率未満であることを特徴とする電波吸収材とした。また、前記母材の誘電率が、1.0を超えて2.59以下であることを特徴とする前記記載の電波吸収材とした。また、前記発泡剤体の誘電率が、1.0であることを特徴とする前記記載の電波吸収材とした。また、前記カーボンが、カーボンブラックであることを特徴とする前記記載の電波吸収材とした。

【選択図】なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

母材と、電波の散乱材である発泡剤体と、電波の吸収材であるカーボン含有する電波吸収体材において、  
前記母材が低誘電率でありかつ前記発泡体の誘電率が前記母材の誘電率未満であることを特徴とする電波吸収材。

## 【請求項 2】

前記母材の誘電率が、1.0を超えて2.59以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の電波吸収材。

## 【請求項 3】

前記発泡体の誘電率が、1.0であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の電波吸収材。

## 【請求項 4】

前記カーボンが、カーボンブラックであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか 1 項に記載の電波吸収材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、(1)高い電波吸収率、(2)低い表面反射率、(3)加工・整形性が高く、(4)熱伝導率が高い特性を併せ持つ電波吸収材に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年の高度情報化社会の発展に伴い、電子機器や設備においては不必要な電波による機器や設備の誤作動防止のため、電波吸収材は通信機器、家電機器といった電子機器や ETC、レーダーといった幅広い分野で使用されている。

## 【0003】

従来の散乱材を用いた電波吸収材は、誘電率の高い散乱材(SiC、ガラスビーズ等)を用いるにより、散乱材内部で電波を散乱、反射及び減衰させ、効率的に電波の散乱吸収を実現するものであった(特許文献1)。しかし散乱材として用いられる物質、例えばSiCは誘電率が9.6と高いため、表面反射率が上昇することで機器や設備が誤動作する問題があった。

## 【0004】

一方、表面反射率低減のため電波吸収材としてスポンジを用いる技術もあった(特許文献2)。しかし、電波吸収率が低いことにより数センチの厚みが必要なため装置のコンパクト化が困難である。また加工整形性に乏しく、低温環境下では熱伝導率が低い問題があった。

## 【0005】

そのため散乱材を用いた電波吸収材とスポンジを用いた電波吸収材の両方の長所である、

- (1)高い電波吸収率、
- (2)低い表面反射率、
- (3)加工・整形性が高い、
- (4)熱伝導率が高い、

という特性を兼ね備えた電波吸収材が必要であった。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】特開2011-61166号公報

【特許文献2】特開2004-247532号公報

## 【発明の概要】

10

20

30

40

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

従来は(1)高い電波吸収率、(2)低い表面反射率、(3)加工・整形性が高い、(4)熱伝導率が高い特性を併せ持つ電波吸収材がなかった。そこで、本発明は上記特性を併せ持つ電波吸収材を提供することを課題とする。

**【課題を解決するための手段】****【0008】**

母材と吸収材と散乱材を混合して構成される電波吸収材では、従来、母材の誘電率より高い誘電率を有する散乱材を用いることで多重散乱を生じ電波を吸収してきた。しかし、本発明者等は鋭意検討した結果、上記課題を解決する方法を見出し、本発明を完成させた。

10

**【0009】**

すなわち、  
上記の課題を解決するために、本発明は、

**(1)**

母材と、電波の散乱材である発泡剤体と、電波の吸収材であるカーボンを含む電波吸収材において、

前記母材が低誘電率でありかつ前記発泡体の誘電率が前記母材の誘電率未満であることを特徴とする電波吸収材。

**(2)**

前記母材の誘電率が、1.0を超えて2.59以下であることを特徴とする(1)に記載の電波吸収材。

20

**(3)**

前記発泡体の誘電率が、1.0であることを特徴とする(1)又は(2)に記載の電波吸収材。

**(4)**

前記カーボンが、カーボンブラックであることを特徴とする(1)乃至(3)の何れかに記載の電波吸収材。

とした。

**【0010】**

上述のように、本発明は、電波の散乱材の誘電率が低い事と、誘電率の低い母材を用いた事から、電波の高い吸収率と低い表面反射率等を併せ持つ電波吸収材である。以下本発明について詳細に説明する。

30

**【0011】**

本発明は、母材と発泡体とカーボンを含む電波吸収材において、前記母材が低誘電率でありかつ前記発泡体の誘電率が前記母材の誘電率未満であることを特徴とする電波吸収材である。

**【0012】****(母材)**

吸収材を空間に保持するために用いられ母材は特に限定されずエポキシ樹脂、石粉粘土等が使用できる。とりわけ、母材は、低誘電率とし、望ましくは誘電率が1.0を超えて2.59以下であることが好ましく、さらに好ましくは誘電率が1.0を超えて1.96以下である。

40

**【0013】****(発泡体)**

散乱材として用いる発泡体としては特に限定されず例えばポリエチレン、ポリスチレン等が使用できるが誘電率が母材の誘電率未満であり、望ましく大気と同じ誘電率の1.0であることが好ましい。

**【0014】****(カーボン)**

50

吸収材として用いるカーボンは特に限定されずカーボンブラック、黒鉛、カーボンナノチューブ等が挙げられる。なかでも、カーボンブラックが好適である。

【0015】

本発明の電波吸収材は、さらに詳細には、母材としてStycast1090、Catalyst9M (Emerson and Cuming社)、カーボンとしてCarbonblack (三菱化学社；三菱カーボンブラック#10)、発泡体として発泡ポリスチレン (Mogusa社) を表1の質量比 (重量%) で配合した。

【0016】

【表1】

本発明1の質量比

材料	質量比 (重量%)
母材 ; Stycast1090	57
母材 ; Catalyst9M	5
カーボン ; カーボンブラック	35
発泡体 ; 発泡ポリスチレン	3

10

【0017】

配合の手順はまず、エポキシ樹脂であるStycast1090とCatalyst9Mを混合する。次にカーボンブラックを混合し粘土状になるまで捏ねる。次に、発泡ポリスチレンを混合し一様に分布するまで混ぜる。最後に任意の形に整形し、1日安静にして硬化させる (図1(a))。発泡ポリスチレンとカーボンブラックの量を調整する事で透過率を調整する事が可能である。また、硬化後は加工する事が可能なため任意の形に整形して用いる事が出来る。

20

【0018】

母材に石粉粘土を用いる場合は、表2の質量比 (重量%) で配合する。配合の手順は石粉粘土にカーボンブラックを混合し粘土状になるまで捏ねた後、発泡ポリスチレンを混合し一様に分布するまで混ぜる。最後に任意の形に整形し、1日安静にして硬化させる。母材にStycast1090、Catalyst9Mを用いたのと同様に発泡ポリスチレンの量を調整する事で透過率を調整すること等が可能である。

30

【0019】

【表2】

本発明2の質量比

材料	質量比 (重量%)
母材 ; 石粉粘土	92
カーボン ; カーボンブラック	7.3
発泡体 ; 発泡ポリスチレン	0.7

40

【発明の効果】

【0020】

(1) 電波の多重散乱は散乱材と母材との誘電率の差のみに影響する事に着目し、従来と異なり母材よりも低い誘電率を持つ電波の散乱材を用いて、電波の多重散乱を起こすことで高い電波吸収率 (95%以上) が実現した。

(2) 電波領域においては大気と等しい誘電率を持つ発泡体を散乱材として用いることで

50

表面反射率の上昇が起こらず、また母材も低誘電率樹脂を採用することでさらに低い表面反射率（５％以下）が実現した。

（３）母材（樹脂等）と電波の散乱材（発泡体）及び吸収材（カーボン）を混合して構成されるため加工・整形性が高い。

（４）材質がスポンジでなく樹脂等であるため、熱伝導率の低下も小さく低温環境化でも冷却が可能な熱伝導率が高い。

#### 【００２１】

すなわち、

本発明によれば（１）高い電波吸収率、（２）低い表面反射率、（３）加工・整形性が高い、（４）熱伝導率が高い特性を併せ持つ電波吸収材を提供することができる。

10

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【００２２】

【図１】本発明と従来の散乱材を用いた固形型電波吸収材の写真及び性能（Ａ）と、誘電率（Ｂ）の比較表である。

【図２】正反射法の測定装置（Ａ）及び７２ＧＨｚ - １１０ＧＨｚにおける反射率の測定結果（Ｂ）を示す図である。電波吸収材試料の厚みは、４ｍｍであった。

【図３】透過法の測定装置（Ａ）により測定した石粉粘土＋カーボンに発泡体を加えた発泡体ありと、発泡体を加えない発泡体なしの透過率のスペクトルの測定結果（Ｂ）を示すグラフである。

【図４】透過法により測定したエポキシ＋カーボンに発泡体を加えた発泡体ありと、発泡体を加えない発泡体なしの透過率のスペクトルの測定結果を示すグラフである。

20

【図５】透過法により測定したミリ波帯の透過率のスペクトルの測定結果を示すグラフである。電波吸収材の母材にはエポキシを使用し、電波吸収材試料の厚みは、４ｍｍであった。

【図６】透過法により測定したテラヘルツ帯の透過率のスペクトルの測定結果を示すグラフである。電波吸収材の母材にはエポキシを使用し、電波吸収材試料の厚みは、４ｍｍであった。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【００２３】

以下、添付の図面を参照し、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。なお、本発明は下記実施例に限定されるものではない。

30

#### 【実施例１】

#### 【００２４】

図１に、本発明と従来の散乱材を用いた固形型電波吸収材の写真及び性能（Ａ）と、誘電率（Ｂ）の比較表を示した。なお、誘電率（Ｂ）は、本発明（ａ）と従来散乱材を用いた固形型吸収材（ｂ）について示した。

#### 【００２５】

図１（Ａ）の（ａ）が、本発明である電波吸収材で、白色が散乱材で発泡体である。電波吸収材（ａ）は、表１の組成からなる固形型で、母材としてＳｔｙｃａｓｔ１０９０（Ｅｍｅｒｓｏｎ ａｎｄ Ｃｕｍｉｎｇ社、誘電率１．９６の樹脂）等、発泡体として発泡ポリスチレン（Ｍｏｇｕ社；パウダービーズ、誘電率 $\sim$ １）、カーボンとしてカーボンブラックを用いている。

40

#### 【００２６】

図１（Ａ）の（ｂ）は、従来散乱材を用いた固形型吸収材（カリフォルニア大学バークレー校；Ｂｅｒｋｅｌｅｙ Ｂｌａｃｋ）である。電波吸収材（ｂ）は、固形型で、母材としてエポキシのＳｔｙｃａｓｔ２８５０（Ｅｍｅｒｓｏｎ ａｎｄ Ｃｕｍｉｎｇ社；誘電率４．４の樹脂）を用いており、電波の散乱材としてはガラスビーズ（誘電率 $\sim$ ５．２）が用いられている。

#### 【００２７】

図１（Ａ）の（ｃ）は、従来散乱材を用いた固形型吸収材（Ｅｍｅｒｓｏｎ ａｎｄ Ｃｕｍｉｎｇ

50

社；CR112)である。電波吸収材(c)は、固形型で、電波の散乱材および吸収材として鉄が用いられている。鉄は、鉄は複素透磁率がマイクロ波よりも高い周波数で減少する事から、ミリ波では十分に光を吸収できない。

【0028】

図1(A)の(d)は、スポンジ型吸収材(Emerson and Cuming社；HR25)である。電波吸収材(c)は、スポンジ状で、表面反射率が低いが、厚く用いないと電波の吸収率が向上せず、加工・整形性が乏しい。また、熱伝導率が著しく低く低温環境における標準黒体には向かない。

【0029】

次に、図2に示すように、正反射法の測定装置(A)で、72GHz - 110GHz帯の電波における反射率の測定を行った。測定装置では、反射率は、入射角が30度になるように発信器と受信機を配置して測定した。電波は、各レンズで平行光線に集光した。反射率の較成は、試料(電波吸収材)の裏側にアルミ板(アルミ鏡)を配置して行った。測定温度は、300Kとした。なお、測定結果は、72GHz - 110GHz帯の電波の重み付き平均値と誤差(%)として求めた。

10

【0030】

反射率の測定の結果(B)、本発明の反射率は、従来の電波吸収材に比べ極めて小さく、約2%程度であった。

【0031】

次に、図3に示すように、粉粘土+カーボンに発泡体を加えた表2の組成及び表2の組成物から発泡体を除いた試料(電波吸収材)の透過率の測定を行った。測定装置は、図3(A)に示すように、従来の測定装置を改変して行った。発信器が発生した電波は、レンズで平行光線に集光される。測定温度は300Kであった。測定可能範囲は、72GHz - 1600GHzである。なお、他の透過率測定にも図3(A)の測定装置を用いた。

20

【0032】

透過率の測定の結果(B)、各周波数帯の電波(横軸)において、発泡体ありの本発明の電波吸収材の透過率(縦軸)は、試験したいずれの周波数帯の電波でも、発泡体なしの場合より小さい。このことから、発泡体、さらに本発明の電波吸収材は、極めて高い電波吸収性を有することが分かる。

【0033】

次に、図4に示すように、カーボンを加えたエポキシ樹脂の母材に、さらに発泡体(発泡ポリスチレン)を加えた発泡体ありと、発泡体を加えない発泡体なしの試料(電波吸収材)の透過率の測定を行った。

30

【0034】

透過率の測定の結果、各周波数帯の電波(横軸)において、発泡体ありの本発明の電波吸収材の透過率(縦軸)は、試験したいずれの周波数帯の電波でも、発泡体なしの場合より小さい。このことから、発泡体、さらに本発明の電波吸収材は、極めて高い電波吸収性を有することが分かる。

【0035】

次に、図1(A)に示す、本発明である電波吸収材(a)及び従来の電波吸収材(b)、(c)について、ミリ波帯の透過率の測定を行った。その結果を図5に示す。

40

【0036】

図5に示すように、測定範囲70GHz - 160GHzの電波帯において、試験したいずれの周波数帯(横軸)の電波でも、本発明の電波吸収材(a)の透過率(縦軸)は、従来の電波吸収材(b)(c)に比べ透過率は極めて小さいか同等であった。

【0037】

次に、図1(A)に示す、本発明である電波吸収材(a)及び従来の電波吸収材(b)、(c)について、テラヘルツ帯の透過率の測定を行った。その結果を図6に示す。

【0038】

図6に示すように、測定範囲150GHz - 1500GHzの電波帯において、試験し

50

たいずれの周波数帯（横軸）の電波でも、本発明の電波吸収材（a）の透過率（縦軸）は、従来の電波吸収材（b）（c）に比べ透過率は極めて小さいか同等であった。図5の結果も含め、本発明である電波吸収材は、4mmの厚みで、70GHz - 1500GHzの範囲において、透過率が極めて低い。即ち、電波吸収率が極めて高い。

【0039】

上記測定結果から、本発明である電波吸収材は、従来にない、（1）高い電波吸収率、（2）低い表面反射率であることが理解できる。さらに、本発明である電波吸収材は、粘度状を経て成形されるため任意形状に成形可能で、また母材がスポンジ状でなく樹脂又は石粉粘度であるので、（3）加工・整形性が高く、（4）熱伝導率が高い特性を併せ持つ電波吸収材である。

10

【産業上の利用可能性】

【0040】

（1）

従来と比較して、本発明である電波吸収材は、表面反射率が低く吸収率が高いため、より精度の高い電波観測、精度の高い自動車の衝突防止システム、空港の手荷物検査技術、及びETC通信技術などが可能となる。

また、本発明である電波吸収材は、表面反射が小さい事により誤検出を防ぐ事ができ、従来を超える防犯・防災性能をもった装置の開発が可能になる。

さらに、本発明である電波吸収材において、例えば発泡ポリスチレンの配合比を調節する事で、透過波を段階的に抑制することができ、回折を抑制する事が可能になるため、回折限界を超えない範囲で、用途に応じた分解能のビームを得る事が可能になり、自動車の衝突防止技術や空港の手荷物検査技術等においては指向性と分解能を調節する事で誤作動を防止し、より性能を向上させる事が可能となる。

20

【0041】

（2）

本発明である電波吸収材は、厚さは2mm以上で十分な性能を発揮でき、用途に応じた大きさの電波吸収材の加工・整形できるため、既存の電波吸収材と取り替えが可能であり、また従来よりも電波吸収性能の向上が見込まれる。

【 図 1 】

(A) 電波吸収材の写真及び性能

(a)	(b)	(c)	(d)
本発明	従来の散乱材をもいた固形型電波吸収体	従来の固形型吸収体	従来のスポンジ型吸収体
Berkeley Black	CR112	HR25	
入射光 低反射 高吸収	入射光 高反射 高吸収	(b)入射光 高反射 低吸収	入射光 低反射 低吸収
加工・整形性有	加工・整形性有	加工・整形性有	加工・整形性無
高熱伝導率	高熱伝導率	高熱伝導率	低熱伝導率

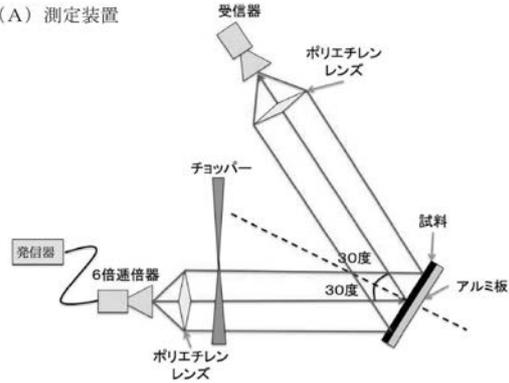
(B) 誘電率

試料 (電波吸収材)	母材	散乱材
(a) 本発明	1.96 (樹脂)	2.59 (石粉粘土)
(b) 従来の散乱材を用いた固形型吸収体	4.4	5.2

(数値：誘電率)

【 図 2 】

(A) 測定装置

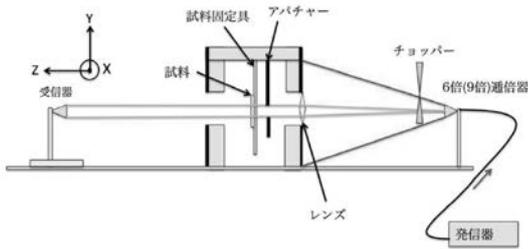


(B) 反射率

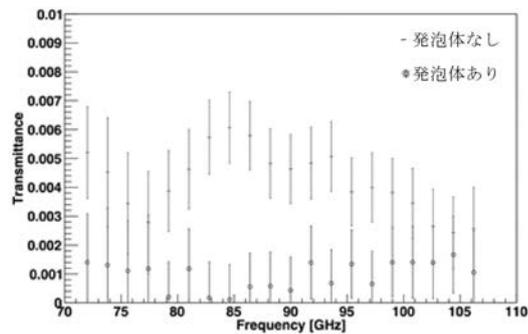
試料 (電波吸収材)	反射率
(a) 本発明	2.14 ± 0.03%
(b) 従来の散乱剤を用いた固形型吸収体	8.15 ± 0.03%
(c) 従来の固形型吸収体	12.07 ± 0.03%

【 図 3 】

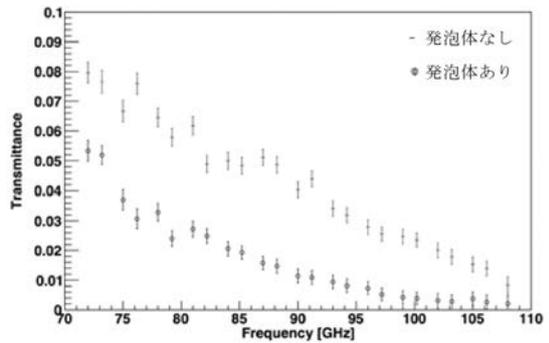
(A) 測定装置



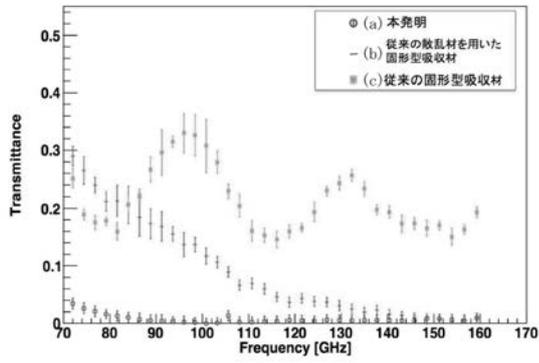
(B) 透過率



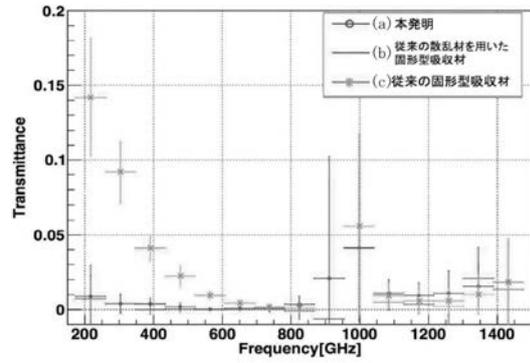
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F074 AA64 AE07 AG20 CB91 DA24 DA59  
5E321 AA21 BB32 GG11 GH03