

(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2015-172152

(P2015-172152A)

(43) 公開日 平成27年10月1日(2015.10.1)

| (51) Int.Cl.                 | F I          | テーマコード (参考) |
|------------------------------|--------------|-------------|
| <b>C09D 201/00</b> (2006.01) | C09D 201/00  | 4F100       |
| <b>H05K 9/00</b> (2006.01)   | H05K 9/00 M  | 4J002       |
| <b>C08L 101/00</b> (2006.01) | C08L 101/00  | 4J038       |
| <b>B32B 27/18</b> (2006.01)  | B32B 27/18 Z | 5E321       |
| <b>C09D 5/02</b> (2006.01)   | C09D 5/02    |             |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-49023 (P2014-49023)  
 (22) 出願日 平成26年3月12日 (2014. 3. 12)

(出願人による申告) 平成25年度、経済産業省、戦略的基盤技術高度化支援事業に係る委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 514063353  
 株式会社西澤  
 愛知県北名古屋市九之坪鴨田79番地  
 (71) 出願人 000173522  
 一般財団法人ファインセラミックスセンター  
 愛知県名古屋市熱田区六野2丁目4番1号  
 (71) 出願人 399054000  
 シーエムシー技術開発 株式会社  
 岐阜県各務原市テクノプラザ一丁目1番地  
 (74) 代理人 100129676  
 弁理士 ▲高▼荒 新一  
 (74) 代理人 100158067  
 弁理士 江口 基

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁波吸収コーティング剤、コーティング剤が塗布されたシート及びコーティング剤の作製方法

(57) 【要約】

【課題】電磁波吸収の性能をさらに向上させて、より広帯域で電磁波吸収機能を向上させた磁性体担持コイル状炭素繊維を含有した電磁波吸収コーティング剤を提供すること。

【解決手段】水と、シリコン、アクリル、ウレタン、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチック等による水系エマルジョン若しくは増粘剤と、磁性体担持コイル状炭素繊維と、を含有する電磁波吸収コーティング剤とした。前記磁性体担持コイル状炭素繊維は、 $Ni_x Zn_{1-x} Fe_2 O_4$  (Xは0より大きく1未満)の磁性酸化物が担持されたものである。

【選択図】なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

水と、  
水系エマルジョン若しくは増粘剤と、  
磁性体担持コイル状炭素繊維と、  
を含有する電磁波吸収コーティング剤。

## 【請求項 2】

前記水系エマルジョンは、シリコン、アクリル、ウレタン、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチックから選択される 1 又は 2 以上の樹脂が分散されたものであることを特徴とする請求項 1 に記載の電磁波吸収コーティング剤。

10

## 【請求項 3】

前記磁性体担持コイル状炭素繊維は、 $Ni_x Zn_{1-x} Fe_2 O_4$  (X は 0 より大きく 1 未満) の磁性酸化物が担持されたものであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電磁波吸収コーティング剤。

## 【請求項 4】

さらに、フェライトを含むことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の電磁波吸収コーティング剤。

## 【請求項 5】

さらに、増粘剤を含むことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の電磁波吸収コーティング剤。

20

## 【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の電磁波吸収コーティング剤でコーティングされたことを特徴とするシート。

## 【請求項 7】

水系エマルジョンは、シリコン、アクリル、ウレタン、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチックによる水系エマルジョン分散系に、磁性体担持コイル状炭素繊維を混合し、

超音波分散によってコイル状炭素繊維を分散してなることを特徴とする電磁波吸収コーティング剤の作製方法。

## 【請求項 8】

さらに、発泡剤を混合してなることを特徴とする請求項 7 に記載の電磁波吸収コーティング剤の作製方法。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電磁波吸収コーティング剤、コーティング剤が塗布されたシート及びコーティング剤の作製方法に関する。

## 【背景技術】

40

## 【0002】

本発明者は、長さ 0.5 mm 以上で 3.0 mm 未満のマイクロコイル状カーボン繊維が誘電損失材のシート中に混入され、そのマイクロコイル状カーボン繊維の混入量が誘電損失材 100 重量部に対し 1.0 ~ 1.5 重量部とされ、そのシート厚みが 1.7 ~ 2.0 mm とされていることを特徴とする電磁波吸収シートについて開示している(特許文献 1)。

## 【0003】

かかる発明は、シリコンゴム等の誘電損失材にマイクロコイル状カーボン繊維を混入し、これをシート状に成形することによって 60 GHz 帯での電磁波吸収量が 15 ~ 22 dB の電磁波吸収シートを得ることができる点で非常に優れた発明である。

50

## 【0004】

しかし、かかる発明の電磁波吸収特性は、電磁波吸収量は大きいものの、電磁波吸収域が非常に狭い上、狭帯域で急峻な減衰特性を有しているという問題点があった。

## 【0005】

また、本発明者は、コイル状炭素繊維の表面に、磁性酸化物又は誘電体酸化物を、共沈法によって担持させ磁性体担持コイル状炭素繊維を開示している（特許文献2）。この磁性酸化物を担持したコイル状炭素繊維は超広帯域電波吸収体として機能する。

## 【0006】

しかし、磁性体担持コイル状炭素繊維は、コイル状炭素繊維と比較して、比重が重たい上に、凝集性が高いため、コーティング剤として溶液の状態では、均一分散させることが困難である上、分散状態を保持することも困難であった。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献1】特開2001-77583号公報

【特許文献2】特開2012-12736号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

そこで、本発明は、広帯域で電波を吸収可能な磁性体担持コイル状炭素繊維を使用したコーティング剤を提供するとともに、さらに、広帯域電波吸収性能を有するコーティング剤を提供することを主目的とする。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

本発明は、上述の目的を達成するために、以下の手段を採った。

## 【0010】

本発明にかかる電磁波吸収コーティング剤は、

水と、

シリコン、アクリル又はウレタンによる水系エマルジョン若しくは増粘剤と、

磁性体担持コイル状炭素繊維と、

を含有するものとした。

30

## 【0011】

磁性体担持コイル状炭素繊維をエマルジョン化した状態で分散させたり、増粘剤で粘度を高くした状態で分散させたりすることによって、分散状態を維持しやすくさせることができる。

## 【0012】

また、前記水系エマルジョンは、シリコン、アクリル、ウレタン、エポキシ、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチックから選択される1又は2以上の樹脂が分散されたものであることを特徴とするものであってもよい。

## 【0013】

40

また、本発明にかかる電磁波吸収コーティング剤において、前記磁性体担持コイル状炭素繊維は、 $Ni_xZn_{1-x}Fe_2O_4$ （ $X$ は0より大きく1未満）の磁性酸化物が担持されたものであることを特徴とするものであってもよい。

## 【0014】

さらに、本発明にかかる電磁波吸収コーティング剤において、フェライトを含むことを特徴とするものであってもよい。

## 【0015】

さらに、本発明にかかる電磁波吸収コーティング剤において、増粘剤を含むことを特徴とするものであってもよい。

## 【0016】

50

また、前述した記載の電磁波吸収コーティング剤がコーティングされたことを特徴とする布地であってもよい。

【0017】

また、本発明にかかる電磁波吸収コーティング剤の作製方法は、シリコン、アクリル又はウレタンによる水系エマルジョン分散系に、前記磁性体担持コイル状炭素繊維を混合し、超音波分散によって磁性体担持コイル状炭素繊維を分散してなる。

【0018】

さらに、本発明にかかる電磁波吸収コーティング剤の作製方法において、発泡剤を混合してなることを特徴とするものであってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、実施例における反射減衰量の電磁波吸収測定方法を示す模式図である。

【図2】図2は、実施例1における電磁波吸収測定結果を示す。

【図3】図3は、実施例2における電磁波吸収測定結果を示す。

【図4】図4は、実施例3における電磁波吸収測定結果を示す。

【図5】図5は、実施例における透過減衰量の電磁波吸収測定方法を示す模式図である。

【図6】図6は、実施例4における電磁波吸収測定結果を示す。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明にかかる電磁波吸収コーティング剤について説明する。実施形態にかかる電磁波吸収コーティング剤は、主として、溶媒である水と、最終的にバインダーとして機能するシリコン、アクリル、ウレタン、エポキシ、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチック等が分散された水系エマルジョン若しくはノ及び増粘剤と、水に分散している磁性体担持コイル状炭素繊維と、を含有している。

【0021】

磁性体担持コイル状炭素繊維は、コイル状炭素繊維の表面に磁性材料として磁性酸化物又は誘導体酸化物を担持したものである。コイル状炭素繊維としては、一重巻きのコイル状炭素繊維は、例えば線径が1nm~1μm、コイルの直径が1nm~100μm、コイルの螺旋ピッチが1nm~100μm及びコイルの長さが1μm~10mmとなるものが使用される。製造の容易性等の観点から、コイルの直径は1nm~10μmであることが好ましく、螺旋ピッチは10nm~10μmであることが好ましい。さらに、コイルの長さは、水系エマルジョン中における分散性を確保するために、150μm以下であることが好ましい。コイル状炭素繊維とは、炭素繊維が螺旋状に巻回された構造のものに加え、炭素繊維が捻れただけの構造のものも含む。なお、螺旋状に巻回されたコイル状炭素繊維の巻き方向は、コイルの軸線を中心として時計方向（右巻き）又は反時計方向（左巻き）のいずれであってもよい。また、捻れただけの構造のコイル状炭素繊維の捻れ方向は、軸線を中心として時計方向（右巻き）又は反時計方向（左巻き）のいずれであってもよい。コイル状炭素繊維としては、一重巻きのコイル状炭素繊維、二重巻きのコイル状炭素繊維、超弾性コイル又はそれらの混合物等が用いられる。一重巻きのコイル状炭素繊維は、一定の線径を有する炭素繊維によるコイルが一定のピッチ（間隔）をおいて一重巻きで螺旋状に延びるように形成されている。二重巻きのコイル状炭素繊維は、2本のコイルが交互に密接した状態で螺旋状に延び、全体としてほぼ円筒状をなし、中心には空洞が形成されている。超弾性コイルはコイルの直径が大きく、線径が小さいものをいい、弾力性がより大きいコイルのことをいう。

【0022】

上述したコイル状炭素繊維の作製方法は特に限定するものではない。例えば、気相蒸着法（CVD法）によって、アセチレン等の原料ガスがニッケル等の触媒の存在下で熱分解され、それにより、原料ガスからコイル状炭素繊維が製造される。

【0023】

かかるコイル状炭素繊維に磁性酸化物又は誘導体酸化物を表面に担持するには、例えば

10

20

30

40

50

、金属塩の水溶液に、コイル状炭素繊維を添加し、混合攪拌し、この攪拌した水溶液に、水酸化ナトリウム水溶液を添加し、pHを12以上とすることで、金属の水酸化物とコイル状炭素繊維とを共沈させることができる。そして、共沈物を50以上で保持することによって、磁性酸化物又は誘導体酸化物の結晶構造がコイル状炭素繊維の表面に結晶構造として成長させることができる（詳細は、特開2012-12736号参照。）。

#### 【0024】

この製造方法によって、コイル状炭素繊維が担持（吸着）することのできる磁性酸化物又は誘電体酸化物の原料となる金属は、Fe, Ni, Mn, Zn, Co, Ba, Ti, Zr, Sr, Ca, Mg, Y, Cuである。これらの金属に共通する第1の特徴は、酸化物、塩化物、硫酸塩、硝酸塩のいずれかの化合物の状態、水、又は塩酸、硝酸、硫酸のいずれかの水溶液に溶解することである。第2の特徴は、強アルカリの条件下で水酸化物としてコイル状炭素繊維と共沈することである。

10

#### 【0025】

本発明で使用される磁性酸化物又は誘電体酸化物の原料となる化合物を列記する。塩化物では、 $FeCl_3$ ,  $FeCl_2$ ,  $NiCl_2$ ,  $MnCl_2$ ,  $ZnCl_2$ ,  $CoCl_2$ ,  $BaCl_2$ ,  $TiCl_4$ ,  $ZrCl_4$ ,  $SrCl_2$ ,  $CaCl_2$ ,  $MgCl_2$ ,  $YCl_3$ ,  $CuCl_2$ のいずれかを用いることができる。硫酸塩では、 $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $FeSO_4$ ,  $NiSO_4$ ,  $MnSO_4$ ,  $CoSO_4$ ,  $ZnSO_4$ ,  $BaSO_4$ ,  $TiOSO_4$ ,  $Ti(SO_4)_2$ ,  $ZrOSO_4$ ,  $SrSO_4$ ,  $CaSO_4$ ,  $MgSO_4$ ,  $Y(SO_4)_3$ ,  $Cu(SO_4)_2$ のいずれかを用いることができる。硝酸塩では、 $Fe(NO_3)_3$ ,  $Fe(NO_3)_2$ ,  $Ni(NO_3)_2$ ,  $Mn(NO_3)_2$ ,  $Mn(NO_3)_3$ ,  $Zn(NO_3)_2$ ,  $Co(NO_3)_2$ ,  $Co(NO_3)_3$ ,  $Ba(NO_3)_2$ ,  $Sr(NO_3)_2$ ,  $Ca(NO_3)_2$ ,  $Ti(NO_3)_4$ ,  $ZrO(NO_3)_2$ ,  $Mg(NO_3)_2$ ,  $Y(NO_3)_3$ ,  $Cu(NO_3)_2$ のいずれかを用いることができる。これに加えて、Fe, Ni, Mn, Co, Zn, Ba, Ti, Sr, Ca, Zr, Mg, Y, Cuの酸化物のいずれかを用いることができる。

20

#### 【0026】

共沈した金属の水酸化物と、コイル状炭素繊維とは、所定の時間、pH12以上の強アルカリ性に保持されることで、コイル状炭素繊維の表面に磁性酸化物又は誘電体の酸化物の結晶が形成される。形成される結晶構造は、スピネル型、ペロブスカイト型、ガーネット型、六方晶型のいずれかとなる。

30

#### 【0027】

強アルカリ性の条件下で結晶構造を成長させるために、磁性酸化物又は誘電体の水酸化物とコイル状炭素繊維の混合物を所定の時間保持する必要がある。50で保持する場合には、1週間程度の保持期間が必要となる。100～200で保持する場合には、数分以上保持することが必要である。こうして磁性酸化物又は誘導体酸化物を表面に担持した磁性体担持コイル状炭素繊維を作製することができる。

#### 【0028】

具体的な磁性体担持コイル状炭素繊維の担持物としては、 $Ni_xZn_{1-x}Fe_2O_4$ （Xは0より大きく1未満）で表されるものが挙げられる。磁性体担持コイル状炭素繊維としては、例えば、 $Ni_{0.8}Zn_{0.2}Fe_2O_4$ の磁性酸化物が担持されたものが挙げられる。

40

#### 【0029】

電磁波吸収コーティング剤中の磁性体担持コイル状炭素繊維の含有量は、担持する磁性体の種類、担持量によって異なる。磁性体担持コイル状炭素繊維に含まれるコイル状炭素繊維のみの重量比として、シリコン、アクリル、ウレタン、エポキシ、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチック等の水系エマルジョン若しくは増粘剤の重量に対して1重量%以上40重量%以下であることが好ましい。より好ましくは、1重量%以上20重量%以下である。コイル状炭素繊維の含有量が1重量%未満の場合は、シリコン、アクリル、ウレタン、エポキシ、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチック等

50

の水系エマルジョン若しくは増粘剤中におけるコイル炭素繊維の割合が少なく、電磁波吸収率が低下する。コイル状炭素繊維の含有量が40重量%を超えるとシリコン、アクリル、ウレタン、エポキシ、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチック等の水系エマルジョン若しくは増粘剤中のコイル状炭素繊維同士が互いに接触してほとんどのコイル状炭素繊維が他のコイル状炭素繊維と電氣的に独立しないおそれがある。シリコン、アクリル、ウレタン、エポキシ、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチック等の水系エマルジョン若しくは増粘剤中のコイル状炭素繊維が互いに電氣的に独立していない場合、導電性が高まることに起因して電磁波を反射するが、個々のコイル状炭素繊維がソレノイドとして機能しないため、電磁波を吸収しない。それに対し、コイル状炭素繊維の含有量が40重量%以下である場合には、コイル状炭素繊維の少なくとも一部は他のコイル状炭素繊維とは電氣的に独立する。シリコン、アクリル、ウレタン、エポキシ、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチック等の水系エマルジョン若しくは増粘剤中のコイル状炭素繊維が互いに電氣的に独立している場合には、コイル状炭素繊維がソレノイドとして機能して電磁波を吸収する。加えて、シリコン、アクリル、ウレタン、エポキシ、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチック等の水系エマルジョン若しくは増粘剤中ではコイル状炭素繊維がリアクタンスとして機能し、シリコン、アクリル、ウレタン、エポキシ、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチック等の水系エマルジョン若しくは増粘剤がキャパシタンスとして機能する。そのため、シリコン、アクリル、ウレタン、エポキシ、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチック等の水系エマルジョン若しくは増粘剤がキャパシタンスとして機能する。そのためシリコン、アクリル、ウレタン、エポキシ、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチック等の水系エマルジョン若しくは増粘剤中にはLC回路が静電的に多数結合した構成が築かれる。その結果、シリコン、アクリル、ウレタン、エポキシ、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチック等の水系エマルジョン若しくは増粘剤は、そのLC回路の共振周波数の電磁波を強く吸収する。

10

20

30

40

50

#### 【0030】

電磁波吸収材として磁性体を担持するコイル状炭素繊維の電磁波吸収特性は、コイル状炭素繊維と磁性体の相乗作用により改善される。コイル状炭素繊維に磁性材料を担持させることによって、コイルのインダクタンスをチューニングすることが可能となる。これにより、磁性体が吸収可能な電磁波の周波数帯域が拡大される。

#### 【0031】

さらに、任意に、第2の電磁波吸収材として、ニッケル等の導電体やマグネタイト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )、マンガン亜鉛フェライト、ニッケル亜鉛フェライト、銅亜鉛フェライト等のフェライト(磁性体)を混合してもよい。第2の電磁波吸収材の含有量は、重量比でコイル状炭素繊維の10倍以下であることが好ましい。第2の電磁波吸収材料として、フェライト等の磁性体を含有することによって、電磁波吸収帯域が磁性体担持コイル状炭素繊維と異なるため、吸収可能な電磁波の周波数帯域が拡大される。

#### 【0032】

コイル状炭素繊維に加えて電磁波吸収材として導電体を含有する電磁波吸収コーティング剤の電磁波吸収特性は、コイル状炭素繊維と導電体の相乗作用により改善される。その電磁波吸収コーティング剤中では、コイル状炭素繊維がリアクタンスとして機能し、導電体がレジスタンスとして機能し、母材がキャパシタンスとして機能する。そのため、電磁波吸収コーティング剤中にはLC回路、CR回路及びLCR回路が築かれる。その結果、電磁波吸収コーティング剤は、これらLC回路、CR回路及びLCR回路の共振周波数の電磁波を強く吸収する。

#### 【0033】

磁性体担持コイル状炭素繊維に加えて電磁波吸収材として磁性体を含有する電磁波吸収コーティング剤の電磁波吸収特性は、磁性体担持コイル状炭素繊維と磁性体の相乗作用により改善される。その電磁波吸収コーティング剤中では、コイル状炭素繊維がリアクタンスとして機能し、母材がキャパシタンスとして機能する。そのため、電磁波吸収コーティ

ング剤中にはLC回路が築かれる。磁性体の磁気抵抗は、その磁性体の近傍に位置するLC回路中のリアクタンスに誘導電流が発生したとき、それに基づく誘導磁界によって増大する。この磁気抵抗の増大により、磁性体の電磁波吸収能が増強されるとともに、磁性体が吸収可能な電磁波の周波数帯域が拡大される。

#### 【0034】

さらに、電磁波吸収コーティング剤を作製する際に、発泡剤を混合して作製してもよい。本発明者は、種々の実験により、多孔質樹脂に磁性体担持コイル状炭素繊維を含有することによって、多周波数吸収特性が検知され、広帯域で電磁波吸収性能を有することがわかった。かかる観点から磁性体担持コイル状炭素繊維を混合した電磁波吸収コーティング剤の作製時に、発泡剤を混合することによって、電磁波吸収コーティング剤に複数の空孔を有する発泡性のコーティング剤とすることができる。これにより、電磁波吸収コーティング剤が吸収可能な電磁波の周波数帯域が拡大される。

10

#### 【0035】

発泡剤としては、例えば、脂肪族炭化水素（発泡剤）をアクリル系可塑性樹脂で包み込んだ、いわゆるコア-シェル構造となった樹脂微粒子が例として挙げられる。加熱により外殻樹脂が軟化をはじめると同時に、内包された発泡剤の蒸気圧が上昇して粒子を変形させるのに十分な圧力となり、外郭樹脂が引き伸ばされることで膨張する。その後、加熱をやめると外殻樹脂が硬化し、中空のプラスチックバルーンとなる。コーティングしてから発泡させても良いし、発泡させてからコーティング剤に入れてもよい。例えば、外郭樹脂に発泡剤を内包したマイクロスフィアを使用するとよい。マイクロスフィアとしては、例えば、松本油脂株式会社製のマツモトマイクロスフェア（登録商標）、日本フェライト社製のエクспанセル（登録商標）等が好適に使用することができる。

20

#### 【0036】

発泡剤を使用した作製例としては、以下の方法が例として挙げられる。発泡剤をエマルションの樹脂中に分散してその樹脂を乾燥と同時又は乾燥後、再加熱で2次発泡を行なう。そして樹脂中にガスを膨張させることで体積を増加させ、磁性体担持コイル状炭素繊維を効率的に樹脂中に分散させることができる。マイクロスフィアと磁性体担持コイル状炭素繊維とのそれぞれが凝集して不均一に分散することが防止される程度まで、十分に攪拌を行い、十分に樹脂中に均一にマイクロスフィアと磁性体担持コイル状炭素繊維とが均一に分散させたコーティング剤とすることで、被コーティング剤、例えば、生布又は不織布等にコーティングし、乾燥発泡させることで乾燥したコーティング樹脂中に磁性体担持コイル状炭素繊維が均一に分散し、その内部に空間をもつバブル状の構造を有するものとなる。

30

#### 【0037】

以上のような作製された電磁波吸収コーティング剤は、吸収可能な電磁波の周波数帯域が拡大されており、種々の部品や布地等にコーティングすることによって、種々の部品や布地等を電磁波吸収部材にすることができる。例えば、従来の電子機器では、ノイズ周波数あるいは設置部位などに適した仕様（特性、形状など）のノイズ対策材を選定し、適切に設置してEMC対策が行われている。それに対し、本発明による電磁波吸収コーティング剤は、広帯域の電磁波を近傍界及び遠方界の両方で吸収することができる上、種々のシート、機材その他の部品にコーティングすることで部品に電磁波吸収性能を付与することができる。そのため、電子機器の外装等にコーティングしたり、電磁波吸収コーティング剤をシートにコーティングすれば、シートを貼り付けたりすることによって、ほぼ全てのノイズ対策への対応が期待できる。

40

#### 【0038】

特に本発明のコーティング剤は、不織布等の布地に塗布又は含浸することによって、不織布の繊維間に空間が形成されるので、電磁波吸収性能より効果的に発揮する状態でコーティングすることができる。

#### 【0039】

以上説明した電磁波吸収コーティング剤は以下の方法により作製される。なお、以下の

50

作製方法は、本発明の実施形態の一部を例示するものであり、これらの方法に限定する目的に使用されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更することができる。

**【0040】**

(作製方法1)

水とアルコール溶剤と界面活性剤とを混合した溶液に、磁性体担持コイル状炭素繊維を混入して、攪拌又は超音波分散をして磁性体担持コイル状炭素繊維を溶液内に均一に分散させる。アルコール系溶剤としては、無機・有機のいずれにも親和性が高く、かつ最終的に蒸発させやすいものが選択される。例えば、メタノール、エタノール、1-プロパノール、イソプロピルアルコール、1-ブタノール、2-ブタノール、イソブチルアルコール、*tert*-ブチルアルコール、1-ペンタノール、2-ペンタノール及び3-ペンタノールの少なくともいずれかの $C_nH_{2n+1}OH$ の構造式で表されるアルコールを使用することができる。その他、適宜、二価のグリコール類、三価のグリセリン類、その他、多価アルコールを使用することができる。

10

**【0041】**

界面活性剤としては、磁性体を保持しているため、無機粒子の分散剤としてナフタレンスルホン酸ホルマリン縮合物系の活性剤や無機に対しての表面の濡れ性を改善するためにアニオン系活性剤を使用するとよい。勿論非イオン系の界面活性剤を使用しても構わない。

20

**【0042】**

次に、均一に分散された溶液に、増粘剤を混合して、溶液の粘度を上げて分散の凝集を遅らせる。この際に使用する増粘剤としては、バインダーとしても機能するアクリル系増粘剤を使用することが好ましい。増粘剤は、例えば、増粘剤ビスライザーAP-2(三洋化成工業社製)を用いて、エマルジョンの増粘を行なうことにより、フェライトや磁性体担持コイル状炭素繊維が安定して分散したコーティング剤とすることができ、コーティング剤に最適な粘度を与えることができる。さらに、必要に応じて、分散保持のためナフタレンスルホン酸ソーダのホルマリン縮合物を混合してもよい。その他、分散保持のため、ナフタレンスルホン酸ソーダのホルマリン縮合物だけでなく、セルロース系、ウレタン系、アクリル系ポリアミド系又はベンチナイト系の材料を使用して、チクソ性や架橋構造を示すポリマーにて磁性体担持コイル状炭素繊維を分散保持することもできる。

30

**【0043】**

さらに、必要に応じて、マグネタイト( $Fe_3O_4$ )等のフェライト(磁性体)を混合してもよい。

**【0044】**

その後、溶液のアルコール類を一部又は全部蒸発させ、電磁波吸収コーティング剤が完成する。

**【0045】**

(作製方法2)

まず、シリコン、アクリル、ウレタン、エポキシ、ポリエチレン、ポリプロピレン及びバイオプラスチック等を構成するモノマーと水、必要に応じて適切な界面活性剤を混合して、水系エマルジョン分散系を用意する。ウレタンに関しては、界面活性剤を乳化剤として使用した強制乳化型のエマルジョンであってもよいし、ウレタン樹脂中に親水基を導入した自己乳化型であってもよい。この際に、必要に応じて、分散性をよくするために、アルコール系溶剤を混合してもよい。アルコール系溶剤としては、前記と同様に無機・有機のいずれにも親和性が高く、かつ最終的に蒸発させやすいものが選択される。例えば、メタノール、エタノール、1-プロパノール、イソプロピルアルコール、1-ブタノール、2-ブタノール、イソブチルアルコール、*tert*-ブチルアルコール、1-ペンタノール、2-ペンタノール及び3-ペンタノールの少なくともいずれかの $C_nH_{2n+1}OH$ の構造式で表されるアルコールを用いることができる。

40

**【0046】**

50

作製された水系エマルジョン分散系に、前述した磁性体担持コイル状炭素繊維を混合し、攪拌又は超音波分散をして磁性体担持コイル状炭素繊維を溶液内に均一に分散させる。これにより、磁性体担持コイル状炭素繊維は各エマルジョンの間に分散し、凝集が妨げられる。さらに、必要に応じて、分散保持のためナフタレンスルホン酸ソーダのホルマリン縮合物を混合してもよい。また、さらに、必要に応じて、マグネタイト ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) 等のフェライト (磁性体) を混合してもよい。

【0047】

その後、溶液のアルコール類を蒸発させ、電磁波吸収コーティング剤とされる。

【0048】

なお、以上説明した作製方法1及び作製方法2において、発泡剤を混入して発泡させてもよい。

10

【0049】

こうして作製された電磁波吸収コーティング剤をシートとして紙に塗布して電磁波吸収体を得ることができる。塗布される基材は、柔軟性のある繊維を絡ませたシート状のものだけでなく板状のものでも構わない。アクリルやポリエチレン等の合成樹脂を板状にしたものや、天然物である木材に塗布することもできる。また、無機物であるガラスにも塗布することができる。また、フッ素樹脂シートや撥水発油シートにすることで、電磁波吸収体の樹脂シートを得ることができる。さらに、電磁波吸収コーティング剤を用いて、板状のものへのコーティングはフローコーターやナイフコーターを用いて塗布量を調整して塗布することができる。

20

【0050】

(磁性体担持コイル状繊維の作製例)

磁性体担持コイル状炭素繊維として、長さが  $10\ \mu\text{m} \sim 10\ \text{mm}$  のカーボンマイクロコイルを用意し、共沈した水酸化ニッケルと水酸化亜鉛と水酸化鉄 (III) と用意したコイル状炭素繊維とを、強アルカリ性の反応液の中に沈殿している状態の下、100 以上で16時間保持した。これにより、結晶化工程によって上記3種の金属の水酸化物が重合した状態から水分子が除去されて安定なスピネル型結晶構造となった、組成比が  $\text{Ni}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$  ( $x = 0$  より大きく1未満) の磁性酸化物が担持された磁性体担持コイル状炭素繊維を得た。コイル状炭素繊維と、磁性酸化物との重量比は、5 : 7 である。

30

【0051】

(実施例1)

アクリル系エマルジョン120gと、上記で得られた磁性体担持コイル状炭素繊維10.24g (エマルジョン固形分に対して磁性体担持コイル状炭素繊維が10wt%となる質量) と、を攪拌機で30分間、混合、攪拌し、電磁波吸収コーティング剤を得た。この電磁波吸収コーティング剤を150mm (縦) × 150mm (横) × 1mm (厚さ) のアクリル板の片面に5.80g塗布し、100 で乾燥、固化した (実施例1)。

【0052】

比較例1として、何も塗布していない150mm (縦) × 150mm (横) × 1mm (厚さ) のアクリル板を用意した。

40

【0053】

上記実施例1及び比較例1のアクリル板の反射減衰率を測定した。反射減衰率の測定方法は以下のとおりである。図1に示すように、被測定物 (シート) の背後に金属反射板 (アルミニウム板) を配置し、平面波 (振幅  $V_0$ ) を照射した場合の反射波の大きさ (振幅  $V_1$ ) を測定し、その比を下記式により、デシベル (dB) として表した。

$$\text{反射減衰} = 20 \times \log_{10} (V_1 / V_0)$$

測定結果を図2に示す。この測定結果により、比較例1は減衰量のピークが見られないのに対し、実施例1は、ほぼ周波数範囲70~110GHz全体において反射波は減衰していることがわかる。特に95GHz~100GHzに減衰量のピークが見られることが

50

わかる。

【0054】

(実施例2)

アクリル系エマルジョン40gと、上記で得られた磁性体担持コイル状炭素繊維8.0g(エマルジョン固形分に対して磁性体担持コイル状炭素繊維が16wt%となる質量)と、を攪拌機で30分間、混合、攪拌し、電磁波吸収コーティング剤を得た。電磁波吸収コーティング剤をポリエステル不織布の両面に20g塗布し、100で乾燥、固化した(実施例2-1)。アクリル系エマルジョン45gと、上記で得られた磁性体担持コイル状炭素繊維7.8g、フェライト15.8g(磁性体担持コイル状炭素繊維とフェライトが1:2の重量比になる比率)と、を攪拌機で30分間、混合、攪拌し、電磁波吸収コーティング剤を得た。電磁波吸収コーティング剤をポリエステル不織布の両面に20g塗布し、100で乾燥、固化した(実施例2-2)。測定結果を図3示す。この測定結果により、フェライトを混合した作製例2のコーティング剤を使用した実施例2-2において、20GHz近傍と、95GHz近傍の2箇所に減衰量のピークが見られることがわかる。

10

20

30

40

50

【0055】

(実施例3)

アクリル系エマルジョン350gと、上記で得られた磁性体担持コイル状炭素繊維30g(エマルジョン固形分に対して磁性体担持コイル状炭素繊維が10wt%となる質量)と、を攪拌機で30分間、混合し、これを水で薄め、攪拌棒を使って、250mm×250mm×5mmの石英板(厚さ3mm)上(片面)に厚く流し込んだ。その後、100で乾燥、固化した(実施例3)。比較例2として、石英板(厚さ3mm)のみのもを用意した。測定結果を図4に示す。この測定結果により、比較例2においては、減衰ピークが見られないのに対し、実施例3において、75GHz近傍と、100GHz近傍の2箇所に減衰量のピークが見られることがわかる。

【0056】

(実施例4)

アクリル系エマルジョン40gと、上記で得られた磁性体担持コイル状炭素繊維5.12g(エマルジョン固形分に対して磁性体担持コイル状炭素繊維が10wt%となる質量)と、を攪拌機で30分間、混合、攪拌し、電磁波吸収コーティング剤を得た。電磁波吸収コーティング剤を自動車用生地にコーティング剤を用いて6.1g、膜厚81.1マイクロメートル塗布し、100で乾燥、固化した(実施例4)。コーティング剤がコーティングされたシートの重ね合わせの効果を見るために、実施例4のコーティング膜が成膜された自動車用生地をn回重ねた場合(n=1~4)の電波吸収特性(透過減衰量)を測定した。比較例3として自動車用生地のみのもも測定した。測定方法は、図5に示すように、被測定物シートに平面波(振幅 $V_0$ )を入射させ、その透過波(振幅 $V_2$ )より下記式により透過減衰量を求めた。

$$\text{透過減衰量} = 20 \times \log_{10} (V_2 / V_0)$$

測定結果を図6に示す。

この測定結果により、複数枚重ねた方が電波吸収特性は優れており、特に複数枚重ねた場合に70GHz~100GHzにおいて減衰量の変化が大きいことがわかる。

【0057】

(その他の実施例)

エポキシエマルジョン40gと、上記で得られた磁性体担持コイル状炭素繊維7.9gと、を攪拌機で30分間、混合、攪拌し、電磁波吸収コーティング剤を得た。電磁波吸収コーティング剤をコーターにより250mm×300mm×1mm(厚さ)の不織布に6.30g塗布し、その後、110で乾燥、固化した。かかるエポキシエマルジョンにおいても、上記実施形態とほぼ同様の反射減衰量と透過減衰量を得られる。

【0058】

ポリエチレンエマルジョン40gと、上記で得られた磁性体担持コイル状炭素繊維7.9gと、を攪拌機で30分間、混合、攪拌し、これにアクリル系増粘剤を添加して粘度調整を行い電磁波吸収コーティング剤を得た。電磁波吸収コーティング剤をコーターにより250mm×300mm×1mm(厚さ)の不織布に6.60g塗布し、その後、110で乾燥、固化した。かかるポリエチレンエマルジョンにおいても、上記実施形態とほぼ同様の反射減衰量と透過減衰量を得られる。

【0059】

シリコンエマルジョン40gと、上記で得られた磁性体担持コイル状炭素繊維7.9gと、を攪拌機で30分間、混合、攪拌し、これにアクリル系増粘剤を添加して粘度調整を行い、電磁波吸収コーティング剤を得た。電磁波吸収コーティング剤をコーターにより250mm×300mm×1mm(厚さ)の不織布に7.10g塗布し、その後、110で乾燥、固化した。かかるポリエチレンエマルジョンにおいても、上記実施形態とほぼ同様の反射減衰量と透過減衰量を得られる。

10

【0060】

なお、本発明は上述した各実施形態に何ら限定されることはなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施し得ることはいうまでもない。

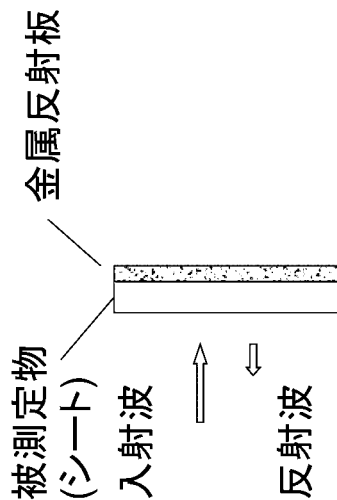
【産業上の利用可能性】

【0061】

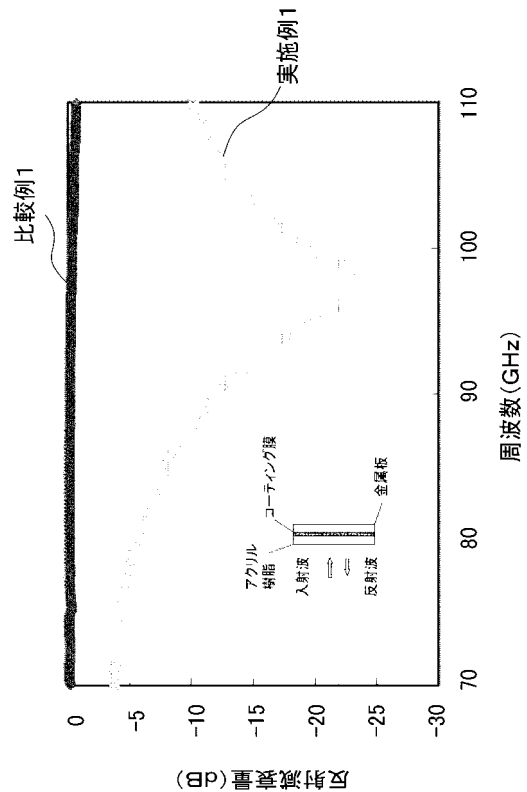
上述した実施の形態で示すように、電磁波吸収体として産業上利用可能性がある。

20

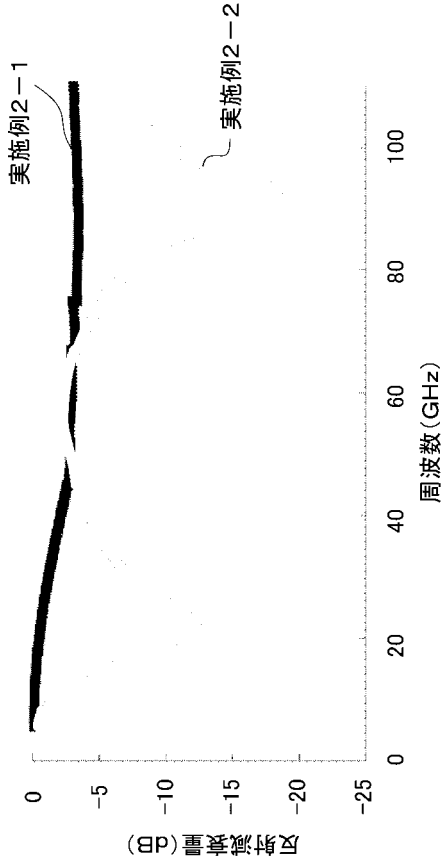
【図1】



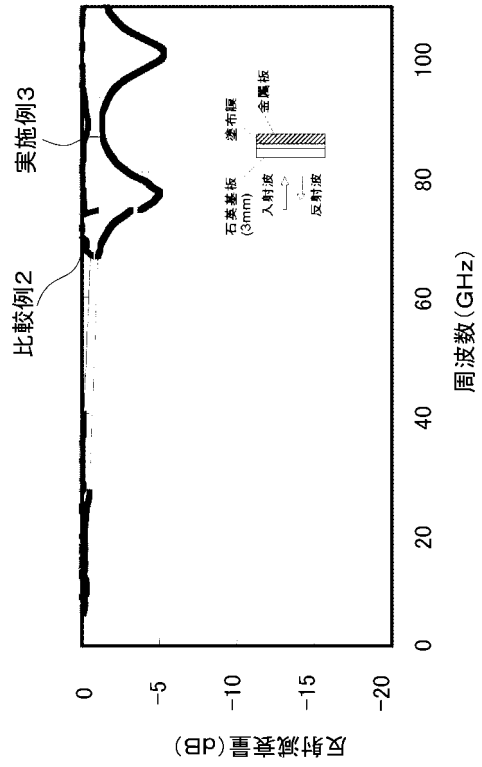
【図2】



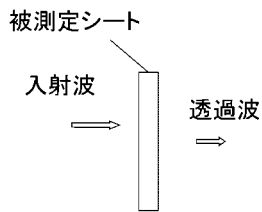
【 図 3 】



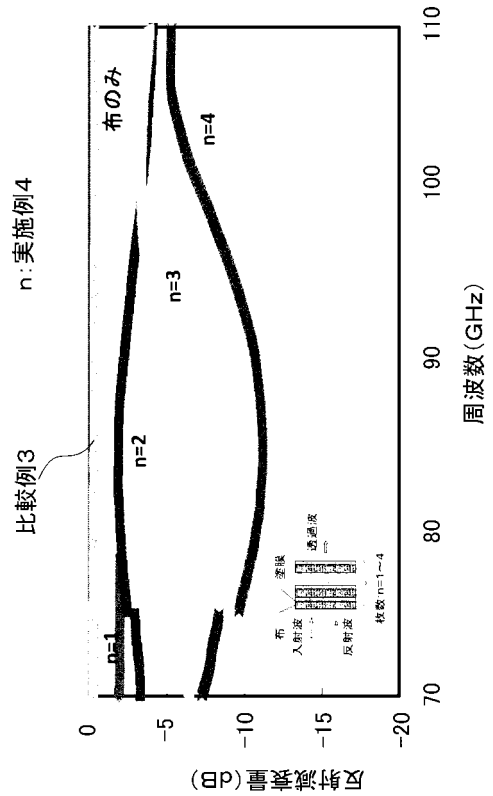
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



## フロントページの続き

|              |      |           |         |      |            |
|--------------|------|-----------|---------|------|------------|
| (51) Int.Cl. |      |           | F I     |      | テーマコード(参考) |
| C 0 9 D      | 7/12 | (2006.01) | C 0 9 D | 7/12 |            |
| C 0 9 D      | 5/32 | (2006.01) | C 0 9 D | 5/32 |            |

(72)発明者 西澤 嘉洋

愛知県北名古屋市九之坪鴨田79番地 株式会社西澤内

(72)発明者 幾原 裕美

愛知県名古屋市熱田区六野2丁目4番1号 一般財団法人ファインセラミックスセンター内

(72)発明者 佐々木 優吉

愛知県名古屋市熱田区六野2丁目4番1号 一般財団法人ファインセラミックスセンター内

(72)発明者 河邊 憲次

岐阜県各務原市テクノプラザ一丁目1番地 シーエムシー技術開発株式会社内

Fターム(参考) 4F100 AD11A AK04A AK07A AK25A AK51A AK52A AT00B CA30A DG01A EH46A

JB09A JD08A JG06A JM01A

4J002 BB031 BB121 BG021 CD001 CK021 CP031 DA016 DC007 DD067 DD077

DE117 DF027 DG047 FA046 FD207 GH00 GQ00

4J038 BA001 CB021 CB081 CG001 DG001 DL031 HA026 HA066 KA07 KA08

KA12 KA15 KA19 NA22 PA17

5E321 AA21 AA50 BB34 CC30 GG11