

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年11月19日(19.11.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/230708 A1

(51) 国際特許分類:

H05K 9/00 (2006.01) **H01F 1/34** (2006.01)
C01G 49/00 (2006.01) **H01F 1/37** (2006.01)
C08K 3/22 (2006.01) **H01Q 17/00** (2006.01)
C08L 101/00 (2006.01)

ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/018621

(22) 国際出願日: 2020年5月8日(08.05.2020)

添付公開書類:

(25) 国際出願の言語: 日本語

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2019-091322 2019年5月14日(14.05.2019) JP

(71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 橋本 浩一 (HASHIMOTO Hirokazu); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人特許事務所サイクス (SIKS & CO.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目8番7号 京橋日殖ビル8階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) Title: RADIO WAVE ABSORBER

(54) 発明の名称: 電波吸収体

(57) Abstract: Provided is a radio wave absorber containing a magnetic powder and a binder, wherein the volume filling rate of the magnetic powder in the radio wave absorber is 35 vol% or less, and the volume filling rate of carbon components in the radio wave absorber is 0-2.0 vol%.

(57) 要約: 磁性粉体およびバインダーを含む電波吸収体であって、上記電波吸収体における上記磁性粉体の体積充填率が35体積%以下であり、かつ上記電波吸収体における炭素成分の体積充填率が0体積%以上2.0体積%以下である電波吸収体を提供される。



WO 2020/230708 A1

明 細 書

発明の名称：電波吸収体

技術分野

[0001] 本発明は、電波吸収体に関する。

背景技術

[0002] 電波吸収体としては、電波吸収材料として磁性粉体を含むものが知られている。また、磁性粉体を含む電波吸収体としては、磁性粉体とバインダーとを混合した電波吸収体が挙げられる（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：WO2019/017471A1

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年、電波を利用する電子機器として、電波を送受信することによって対象物を認識するためのレーダーが注目されている。例えば、車載用レーダーは、電波を送信し、送信した電波が対象物（歩行者、車両等）により反射された電波を受信することによって、対象物の存在、対象物との距離等を認識することができる。自動車の自動運転制御システムは、対象物との衝突を防止するために、レーダーが対象物を認識した結果に基づき、必要に応じて、自動でブレーキを掛けて自動車を停止させたり、対象物との距離を保つために自動で速度を制御することができる。

[0005] 上記のようにレーダーが認識した結果に基づき各種制御を行うシステムの信頼性を高めるためには、レーダーの性能向上が望まれる。そのために、近年、レーダーの電波送受信ユニットの正面側（外部から入射する電波の入射側）に電波吸収体を設置し、認識精度を向上させることが検討され始めている。

[0006] 以上に鑑み、本発明の一態様は、レーダーの認識精度向上に寄与し得る電

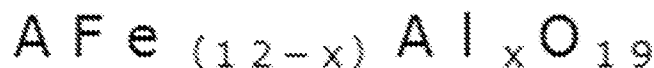
波吸収体を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の一態様は、
磁性粉体およびバインダーを含む電波吸収体であって、
上記電波吸収体における上記磁性粉体の体積充填率が35体積%以下であり、かつ
上記電波吸収体における炭素成分の体積充填率が0体積%以上2.0体積%以下である電波吸収体、
に関する。
- [0008] 一態様では、上記磁性粉体の体積充填率は、15体積%以上35体積%以下であることができる。
- [0009] 一態様では、上記炭素成分の体積充填率は、0体積%以上1.5体積%以下であることができる。
- [0010] 一態様では、上記電波吸収体は、磁性粉体およびバインダーを含む組成物を成形した成形品であることができる。
- [0011] 一態様では、上記電波吸収体は、板状の成形品であることができる。
- [0012] 一態様では、上記磁性粉体は、六方晶フェライトの粉体を含むことができる。
- [0013] 一態様では、上記六方晶フェライトは、下記式1で表される組成を有することができる。

[化1]

式1



(式1中、Aは、Sr、Ba、CaおよびPbからなる群より選ばれる少なくとも1種の原子を表し、xは、 $1.50 \leq x \leq 8.00$ を満たす。)

- [0014] 一態様では、上記式1中、Aで表される原子はSrを含むことができる。
- [0015] 一態様では、上記磁性粉体は、ε-酸化鉄の粉体を含むことができる。

[0016] 一態様では、上記 ε -酸化鉄は、ガリウム原子、チタン原子およびコバルト原子からなる群から選ばれる 1 種以上の原子を含む ε -酸化鉄であることができる。

発明の効果

[0017] 本発明の一態様によれば、レーダーの認識精度向上に寄与し得る電波吸収体を提供することができる。

発明を実施するための形態

[0018] 本発明の一態様は、磁性粉体およびバインダーを含む電波吸収体であって、上記電波吸収体における上記磁性粉体の体積充填率が 35 体積%以下であり、かつ上記電波吸収体における炭素成分の充填率が 0 体積%以上 2.0 体積%以下である電波吸収体に関する。

[0019] 本発明および本明細書において、「電波」とは、3 テラヘルツ (THz) 以下の周波数の電磁波をいうものとする。電波吸収体は電波吸収性を有する。電波吸収性は、例えば、詳細を後述する透過減衰量および／または反射減衰量によって評価することができ、透過減衰量の値が高いほど、反射減衰量の値が高いほど、または透過減衰量の値および反射減衰量の値が高いほど、より優れた電波吸収性を有するということができる。

[0020] 本発明および本明細書において、「粉体」とは、複数の粒子の集合を意味する。「集合」とは、集合を構成する粒子が直接接触している態様に限定されず、バインダー等が粒子同士の間介在している態様も包含される。

[0021] 本発明および本明細書において、「炭素成分」とは、この成分を構成する全原子の中で 90 原子%～100 原子%を炭素原子が占める成分をいうものとする。

[0022] レーダーの認識精度向上のためには、レーダーの指向性を高めることが望ましい。更には、不要な電波成分を除去または低減することにより、対象物からの電波をレーダーが選択的に受信する選択性を高めることが望ましい。前者については、電波吸収体の透過減衰量が高いほど好ましく、後者については、電波吸収体の反射減衰量が高いほど好ましい。以上の観点から、レー

ダーの認識精度向上のためにレーダーの電波送受信ユニットの正面側（外部から入射する電波の入射側）に設置される電波吸収体には、透過減衰量および反射減衰量が共に高いことが望まれる。しかし、先に示したWO 2019/017471 A1（特許文献1）に記載されているような磁性粉体とバインダーとを含む従来の電波吸収体では、透過減衰量を高めると反射減衰量が低下する傾向があり、透過減衰量と反射減衰量とを共に高めることは困難であった。

これに対し本発明者は検討を重ねる中で、WO 2019/017471 A1（特許文献1）において使用すべきとされている炭素成分が反射減衰量を低下させる原因となることを見出した。そのうえで本発明者は更に鋭意検討を重ねた結果、磁性粉体とバインダーとを含む電波吸収体について、炭素成分の体積充填率と磁性粉体の体積充填率をそれぞれ上記範囲とすることにより、透過減衰量および反射減衰量を共に高くすることが可能になることを見出すに至った。

[0023] ところで、電波吸収体については、電波吸収体に電波が入射する面とは反対の面（いわゆる裏面）に金属層を積層することが行われることがある。このような電波吸収体は、整合型電波吸収体と呼ばれる。整合型電波吸収体は、金属層を設けて位相差吸収を利用することにより反射減衰特性を高めることができる。これに対し、上記電波吸収体は、電波吸収体そのものが優れた反射減衰特性を有することができる。詳しくは、金属層に依らずに高い反射減衰量を示すことができる。裏面に金属層を積層せず使用される電波吸収体は、一般に透過型電波吸収体と呼ばれる。磁性粉体とバインダーとを含む従来の透過型電波吸収体では、一般に、透過減衰量を高めようとする反射減衰量が低下する傾向があった。これに対し、上記電波吸収体は、金属層に依らずに高い反射減衰量を示すことができ、かつ高い透過減衰量を示すことができる。

本明細書に記載の「金属層」は、金属を含む層であって、電波を実質的に反射する層を意味する。ただし、磁性粉体およびバインダーを含む上記電波

吸収体が金属を含む場合、そのような電波吸収体は、上記の金属層には該当しないものとする。ここで、「電波を実質的に反射する」とは、例えば、電波吸収体の裏面に金属層を積層した状態で電波吸収体に電波を入射させたときに入射した電波の90%以上を反射することを意味する。金属層の形態としては、金属板、金属箔等が挙げられる。例えば、電波吸収体の裏面に蒸着によって形成された金属層が挙げられる。上記電波吸収体は、裏面に金属層を設けずに使用することができる。金属層なしで使用できることは、電波吸収体のリサイクルの観点およびコスト面から好ましい。また、裏面に金属層を積層して使用される電波吸収体は、金属層の劣化、金属層と電波吸収体との剥離等により品質が低下する場合がある。裏面に金属層を設けずに使用できることは、そのような品質低下を生じることがない点でも好ましい。

[0024] 以下、上記電波吸収体について、更に詳細に説明する。

[0025] [磁性粉体の体積充填率]

上記電波吸収体は、磁性粉体およびバインダーを含む。電波吸収体において磁性粉体が占める割合については、体積充填率として、35体積%以下である。上記電波吸収体において磁性粉体の体積充填率が35体積%以下であることは、金属層に依らずに電波吸収体の反射減衰量を高めることに主に寄与し得る。電波吸収体の反射減衰特性の更なる向上の観点からは、上記磁性粉体の体積充填率は、33体積%以下であることが好ましく、30体積%以下であることがより好ましく、28体積%以下であることが更に好ましく、25体積%以下であることが一層好ましい。一方、透過減衰量は、電波吸収体において磁性粉体が占める割合、電波吸収体の厚み、磁性粉体の種類等によって制御できる。透過減衰量の制御の観点からは、上記磁性粉体の体積充填率は、10体積%以上であることが好ましく、12体積%以上であることがより好ましく、15体積%以上であることが更に好ましい。

[0026] 本発明および本明細書において、電波吸収体における磁性粉体の体積充填率とは、電波吸収体の総体積100体積%に対する体積基準の磁性粉体の含有率を意味する。電波吸収体における磁性粉体の体積充填率は、走査型電子

顕微鏡（SEM；Scanning Electron Microscope）により取得される断面SEM像を用いて、以下の方法によって求めることができる。

測定対象の電波吸収体の無作為に定めた位置から一辺5mmの正方形の平面を有する測定用試料を切り出す。切り出した試料から断面観察用試料を作製する。断面観察用試料の作製は、FIB（Focused Ion Beam；集束イオンビーム）加工によって行う。作製された断面観察用試料をSEMにより観察し、断面画像（SEM像）を撮影する。SEMとしては、電界放射型走査型電子顕微鏡（FE（Field Emission）－SEM）を用いる。FE－SEMを用いて、FIB加工した断面が上方を向くようにステージに断面観察用試料をセットし、加速電圧15kVおよび観察倍率3,000倍の条件にて、視野が $30\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$ の断面SEM像を得る。得られた断面SEM像を2値化処理し、磁性粉体が占める割合（面積基準）を算出する。

以上の操作を、測定対象の電波吸収体の異なる位置から切り出された5つの測定用試料について行い、得られた5つの値の算術平均として、磁性粉体の体積充填率を求めることができる。なお、必要に応じて断面観察用試料の元素分析を行うことにより、断面SEM像における磁性粉体の部分を特定することもできる。

また、電波吸収体における磁性体の体積充填率は、例えば、公知の方法によって電波吸収体から磁性粉体を採取し、「（採取された磁性粉体の体積／電波吸収体の総体積） $\times 100$ 」として求めることができる。ここで電波吸収体の総体積および磁性粉体の体積は、公知の方法によって求めることができる。または、電波吸収体の作製のために使用された電波吸収体形成用組成物の組成が既知の場合には、この既知の組成から電波吸収体における磁性粉体の体積充填率を求めることもできる。

本明細書に記載の他の成分の体積充填率（炭素成分の体積充填率等）も、上記と同様に求めることができる。

[0027] [炭素成分の体積充填率]

本発明および本明細書において、電波吸収体における炭素成分の体積充填率とは、電波吸収体の総体積 100 体積%に対する体積基準の炭素成分の含有率を意味する。その求め方は、上記の通りである。

[0028] 上記電波吸収体における炭素成分の体積充填率は、0 体積%以上 2.0 体積%以下である。反射減衰量を高める観点から、上記炭素成分の体積充填率は 2.0 体積%以下であり、1.8 体積%以下であることが好ましく、1.5 体積%以下であることがより好ましく、1.0 体積%以下であることが更に好ましく、0.8 体積%以下であることが一層好ましい。また、上記炭素成分の体積充填率は、電波吸収体の色調整の観点からは、0.1 体積%以上であることが好ましく、0.2 体積%以上であることがより好ましく、0.3 体積%以上であることが更に好ましく、0.5 体積%以上であることが一層好ましい。電波吸収体は、炭素成分の体積充填率が高いほど、より黒味を帯びる傾向がある。例えば、電波吸収体が灰色～黒色（好ましくは黒色）であると、ブラックストリーク（Black Streak；黒条）の軽減、色彩の経年変化の抑制、量産時の色替えの時間ロスの低減等が可能となる。他方、反射減衰量を高める観点からは炭素成分量が少ないことは好ましいため、上記炭素成分の体積充填率は、より少ないことが好ましく、0 体積%であることも好ましい。炭素成分に関しては、先に示した WO 2019/017471 A1（特許文献 1）には、磁性粉体とバインダーとを含む電波吸収体に、粒状の炭素材料からなるフィラーを添加することが記載されている。また、バインダーとして使用可能な市販品の中には、色調整等のために炭素成分が混合されているものがある。しかし、反射減衰量向上の観点からは、添加剤として炭素成分を使用する場合には、炭素成分の使用量は少なくすることが好ましく、添加剤として炭素成分を使用しないことも好ましい。また、バインダーとして使用可能な市販品の中には、色調整等のために炭素成分が混合されているものがある。反射減衰量を高める観点からは、炭素成分を含むバインダーについては、炭素成分が占める割合が少ないものを使用する

ことが好ましい。また、バインダーとして炭素成分を含まないものを使用することも好ましい。炭素成分の不使用または使用量低減によって、電波吸収体の炭素成分の充填率を上記範囲に制御することができる。上記電波吸収体が炭素成分を含む場合、含まれる炭素成分の形状およびサイズは特に限定されるものではない。炭素成分としては、公知の炭素成分、例えばWO 2019/017471 A1（特許文献1）に記載の粒状の炭素材料からなるフィラー、黒鉛等を挙げることができる。

[0029] [透過減衰量、反射減衰量]

先に記載したように、透過減衰量および反射減衰量が共に高い電波吸収体は、レーダーの認識精度向上のために有用である。例えば、上記電波吸収体の透過減衰量は、8.0 dB以上であることが好ましい。レーダーの認識精度向上のためには、レーダーの指向性を高めることが望ましい。透過減衰量が8.0 dB以上であることは、レーダーの指向性向上に寄与し得る。レーダーの指向性の更なる向上の観点からは、上記電波吸収体の透過減衰量は、8.5 dB以上であることが好ましく、9.0 dB以上であることがより好ましく、10.0 dB以上であることが更に好ましい。また、上記電波吸収体の透過減衰量は、例えば、15.0 dB以下、14.5 dB以下、14.0 dB以下、13.5 dB以下、13.0 dB以下、12.5 dB以下または12.0 dB以下であることができる。ただしレーダーの指向性向上の観点からは、電波吸収体の透過減衰量が高いことは好ましい。したがって、上記電波吸収体の透過減衰量は、上記で例示した値を上回ってもよい。

更に、上記電波吸収体の反射減衰量は、8.0 dB以上であることが好ましい。レーダーの認識精度向上のためには、不要な電波成分を電波吸収体によって除去または低減することにより、対象物からの電波をレーダーが選択的に受信する選択性を高めることが望ましい。反射減衰量が8.0 dB以上であることは、不要な電波成分を除去または低減することに寄与し得る。この点から、上記電波吸収体の反射減衰量は、8.5 dB以上であることが好ましく、9.0 dB以上であることがより好ましく、10.0 dB以上であ

ることが更に好ましい。また、上記電波吸収体の反射減衰量は、例えば、18.0 dB以下、17.5 dB以下、17.0 dB以下、16.5 dB以下、16.0 dB以下、15.5 dB以下または15.0 dB以下であることができる。ただし不要な電波成分を除去または低減する観点からは、電波吸収体の反射減衰量が高いことは好ましい。したがって、上記電波吸収体の反射減衰量は、上記で例示した値を上回ってもよい。

[0030] ところで、近年注目されているレーダーである車載用レーダーは、ミリ波の周波数帯域の電波を利用するレーダーである。ミリ波とは、30 GHz～300 GHzの周波数の電磁波である。上記電波吸収体は、電波の周波数、即ち3テラヘルツ（THz）以下の周波数帯域にある1つ以上の周波数について、上記範囲の透過減衰量および反射減衰量を示すことが好ましい。上記電波吸収体が上記範囲の透過減衰量および反射減衰量を示す周波数は、車載用レーダーの認識精度向上のための有用性の観点からは、ミリ波の周波数帯域、即ち30 GHz～300 GHzの周波数帯域にある1つ以上の周波数であることが好ましく、60 GHz～90 GHzの周波数帯域にある1つ以上の周波数であることがより好ましく、75 GHz～85 GHzの周波数帯域にある1つ以上の周波数であることが更に好ましい。一例として、上記電波吸収体は、周波数76.5 GHzにおける透過減衰量および周波数76.5 GHzにおける反射減衰量が上記範囲の電波吸収体であることができる。かかる電波吸収体は、車載用のミリ波レーダーのサイドローブ低減のために、車載用レーダーにおいて、電波送受信ユニットの正面側（外部から入射する電波の入射側）に組み込む電波吸収体として好適である。

[0031] 本発明および本明細書における「透過減衰量」とは、自由空間法により、入射角度を0°として、雰囲気温度15～35℃の測定環境下においてSパラメータの測定を行い、SパラメータのS₂₁として求められる値である。「反射減衰量」とは、同様の測定により、SパラメータのS₁₁として求められる値である。測定は、公知のベクトルネットワークアナライザおよびホーンアンテナを使用して行うことができる。測定方法の具体例としては、後

述の実施例に記載の方法を挙げることができる。

[0032] [磁性粉体]

上記電波吸収体に含まれる磁性粉体としては、例えば、フェライト、酸化鉄、コバルト、酸化クロム等の各種磁性体の粉体を挙げることができる。上記電波吸収体は、磁性粉体を1種のみ含んでもよく、2種以上の異なる種類の磁性粉体を任意の割合で含んでもよい。電波吸収性能の観点からは、磁性粉体としては、六方晶フェライトの粉体および ϵ -酸化鉄の粉体が好ましい。電波吸収体に含まれる磁性粉体を構成する磁性体の種類は、電波吸収体から公知の方法によって磁性粉体を取り出し、取り出された磁性粉体についてX線回折分析を行うことによって確認することができる。または、例えば、以下の方法によって確認することもできる。電波吸収体の一部または全部を細かく切り刻み、溶剤（例えば、アセトン）中に1日間～2日間浸漬した後、乾燥させる。乾燥後の電波吸収体を更に細かく磨り潰し、X線回折分析を行う。

[0033] <六方晶フェライトの粉体>

本発明および本明細書において、「六方晶フェライトの粉体」とは、X線回折分析によって、主相として六方晶フェライト型の結晶構造が検出される磁性粉体をいうものとする。主相とは、X線回折分析によって得られるX線回折スペクトルにおいて最も高強度の回折ピークが帰属する構造をいう。例えば、X線回折分析によって得られるX線回折スペクトルにおいて最も高強度の回折ピークが六方晶フェライト型の結晶構造に帰属される場合、六方晶フェライト型の結晶構造が主相として検出されたと判断するものとする。X線回折分析によって単一の構造のみが検出された場合には、この検出された構造を主相とする。六方晶フェライト型の結晶構造は、構成原子として、少なくとも鉄原子、二価金属原子および酸素原子を含む。二価金属原子とは、イオンとして二価のカチオンになり得る金属原子であり、ストロンチウム原子、バリウム原子、カルシウム原子等のアルカリ土類金属原子、鉛原子等を挙げることができる。本発明および本明細書において、六方晶ストロンチウ

ムフェライトの粉体とは、この粉体に含まれる主な二価金属原子がストロンチウム原子であるものをいい、六方晶バリウムフェライトの粉体とは、この粉体に含まれる主な二価金属原子がバリウム原子であるものをいう。主な二価金属原子とは、この粉体に含まれる二価金属原子の中で、原子%基準で最も多くを占める二価金属原子をいうものとする。ただし、上記の二価金属原子には、希土類原子は包含されないものとする。本発明および本明細書における「希土類原子」は、スカンジウム原子（Sc）、イットリウム原子（Y）、およびランタノイド原子からなる群から選択される。ランタノイド原子は、ランタン原子（La）、セリウム原子（Ce）、プラセオジウム原子（Pr）、ネオジウム原子（Nd）、プロメチウム原子（Pm）、サマリウム原子（Sm）、ユウロピウム原子（Eu）、ガドリニウム原子（Gd）、テルビウム原子（Tb）、ジスプロシウム原子（Dy）、ホルミウム原子（Ho）、エルビウム原子（Er）、ツリウム原子（Tm）、イッテルビウム原子（Yb）、およびルテチウム原子（Lu）からなる群から選択される。

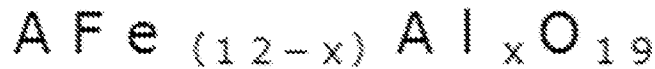
[0034] 一態様では、上記電波吸収体に含まれる六方晶フェライトの粉体は、マグネトプランバイト型（一般に「M型」と呼ばれる。）の六方晶フェライトの粉体であることができる。マグネトプランバイト型の六方晶フェライトは、鉄を置換する原子を含まない場合、組成式： $AFe_{12}O_{19}$ により表される組成を有する。ここでAは、Sr、Ba、CaおよびPbからなる群より選ばれる少なくとも1種の原子を表すことができ、これらの2種以上が任意の割合で含まれる態様も包含される。

[0035] 電波吸収性能の観点から好ましい六方晶フェライトとしては、マグネトプランバイト型の六方晶フェライトの鉄原子の一部がアルミニウム原子に置換された置換型のマグネトプランバイト型六方晶フェライトを挙げることができる。そのような六方晶フェライトの一態様としては、下記式1で表される組成を有する六方晶フェライトを挙げることができる。

[0036]

[化2]

式1



[0037] 式1中、Aは、Sr、Ba、CaおよびPbからなる群より選ばれる少なくとも1種の原子（以下、「A原子」とも記載する。）を表し、1種のみであってもよく、2種以上が任意の割合で含まれていてもよく、粉体を構成する粒子間の組成の均一性向上の観点からは1種のみであることが好ましい。

高周波数帯域での電波吸収性の観点からは、式1におけるAは、Sr、BaおよびCaからなる群より選ばれる少なくとも1種の原子であることが好ましく、Srであることがより好ましい。

[0038] 式1中、xは、 $1.50 \leq x \leq 8.00$ を満たす。高周波数帯域での電波吸収性の観点から、xは1.50以上であり、1.50超であることがより好ましく、2.00以上であることが更に好ましく、2.00超であることが一層好ましい。また、磁気特性の観点から、xは8.00以下であり、8.00未満であることが好ましく、6.00以下であることがより好ましく、6.00未満であることがより好ましい。

[0039] 式1で表されるマグネトプランバイト型の六方晶フェライトの具体例としては、 $\text{SrFe}_{(9.58)}\text{Al}_{(2.42)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{SrFe}_{(9.37)}\text{Al}_{(2.63)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{SrFe}_{(9.27)}\text{Al}_{(2.73)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{SrFe}_{(9.85)}\text{Al}_{(2.15)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{SrFe}_{(10.00)}\text{Al}_{(2.00)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{SrFe}_{(9.74)}\text{Al}_{(2.26)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{SrFe}_{(10.44)}\text{Al}_{(1.56)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{SrFe}_{(9.79)}\text{Al}_{(2.21)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{SrFe}_{(9.33)}\text{Al}_{(2.67)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{SrFe}_{(7.88)}\text{Al}_{(4.12)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{SrFe}_{(7.04)}\text{Al}_{(4.96)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{SrFe}_{(7.37)}\text{Al}_{(4.63)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{SrFe}_{(6.25)}\text{Al}_{(5.75)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{SrFe}_{(7.71)}\text{Al}_{(4.29)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{Sr}_{(0.80)}\text{Ba}_{(0.10)}\text{Ca}_{(0.10)}\text{Fe}_{(9.83)}\text{Al}_{(2.17)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{BaFe}_{(9.50)}\text{Al}_{(2.50)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{CaFe}_{(10.00)}\text{Al}_{(2.00)}\text{O}_{19}$ 、 $\text{PbFe}_{(9.00)}\text{Al}_{(3.00)}\text{O}_{19}$ 等が挙げられる。六方晶フェライトの組成は、高周波誘導結合プラズマ発光分光分

析によって確認することができる。確認方法の具体例としては、後述の実施例に記載の方法を挙げることができる。または、電波吸収体を切断する等して断面を露出させた後、露出した断面について、例えばエネルギー分散型X線分析を行うことによって、電波吸収体に含まれる磁性粉体の組成を確認することもできる。

[0040] 一態様では、上記電波吸収体に含まれる六方晶フェライトの粉体は、結晶相が単相であることができ、複数の結晶相を含むものであることもでき、結晶相が単相であることが好ましく、結晶相が単相であるマグネトプランバイト型の六方晶フェライトの粉体であることがより好ましい。

「結晶相が単相である」場合とは、X線回折分析において、任意の結晶構造を示す回折パターンが1種類のみ観察される場合をいう。X線回折分析は、例えば、後述の実施例に記載の方法によって行うことができる。複数の結晶相が含まれる場合、X線回折分析において、任意の結晶構造を示す回折パターンが2種類以上観察される。回折パターンの帰属には、例えば、国際回折データセンター（ICDD: International Centre for Diffraction Data（登録商標））のデータベースを参照できる。例えば、Srを含むマグネトプランバイト型の六方晶フェライトの回折パターンについては、国際回折データセンター（ICDD）の「00-033-1340」を参照できる。ただし、鉄原子の一部がアルミニウム原子等の置換原子により置換されていると、ピーク位置は、置換原子を含まない場合のピーク位置からシフトする。

[0041] （六方晶フェライトの粉体の製造方法）

六方晶フェライトの粉体の製造方法としては、固相法および液相法が挙げられる。固相法は、複数の固体原料を乾式で混合して得られた混合物を焼成することによって六方晶フェライトの粉体を製造する方法である。これに対し、液相法は、溶液を使用する工程を含む。以下に、液相法での六方晶フェライトの粉体の製造方法の一態様について説明する。ただし上記電波吸収体が六方晶フェライトの粉体を含む場合、その製造方法は、下記態様に限定さ

れるものではない。

[0042] 液相法の一態様は、

鉄原子と、S r、B a、C aおよびP bからなる群より選ばれる少なくとも1種の原子と、必要に応じて鉄原子を置換する置換原子の1種以上とを含む溶液から沈殿物を得る工程1と、

工程1により得られた沈殿物を焼成して焼成体を得る工程2と、

を含むことができる。以下、各工程について詳細に説明する。

[0043] 工程1

工程1では、六方晶フェライトの前駆体を沈殿物として得ることができる。例えば、鉄原子の一部を置換する置換原子としてアルミニウム原子を含む六方晶フェライトの粉体を得るためには、鉄原子とA原子とアルミニウム原子とを溶液中で混合することができる。この場合、工程1により得られる沈殿物は、水酸化鉄、水酸化アルミニウム、鉄原子とアルミニウム原子とA原子との複合水酸化物等であると推測される。

[0044] 工程1において沈殿物を得るための溶液は、少なくとも水を含む溶液であることが好ましく、水溶液であることがより好ましい。例えば、各種原子を含む水溶液（以下、「原料水溶液」とも記載する。）とアルカリ水溶液とを混合することにより、沈殿物を生成することができる。また、工程1は、沈殿物を固液分離する工程を含むことができる。

[0045] 原料水溶液は、例えば、F e塩、A l塩およびA原子の塩を含む水溶液であることができる。これら塩は、例えば、硝酸塩、硫酸塩、塩化物等の水溶性の無機酸塩であることができる。

F e塩の具体例としては、塩化鉄（I I I）六水和物〔F e C l₃・6 H₂ O〕、硝酸鉄（I I I）九水和物〔F e（N O₃）₃・9 H₂ O〕等が挙げられる。

A l塩の具体例としては、塩化アルミニウム六水和物〔A l C l₃・6 H₂ O〕、硝酸アルミニウム九水和物〔A l（N O₃）₃・9 H₂ O〕等が挙げられる。

A原子の塩は、S r 塩、B a 塩、C a 塩およびP b 塩からなる群から選ばれる1種以上であることができる。

S r 塩の具体例としては、塩化ストロンチウム六水和物〔S r C l₂・6 H₂O〕、硝酸ストロンチウム〔S r (N O₃)₂〕、酢酸ストロンチウム0.5水和物〔S r (C H₃C O O)₂・0.5 H₂O〕等が挙げられる。

B a 塩の具体例としては、塩化バリウム二水和物〔B a C l₂・2 H₂O〕、硝酸バリウム〔B a (N O₃)₂〕、酢酸バリウム〔(C H₃C O O)₂B a〕等が挙げられる。

C a 塩の具体例としては、塩化カルシウム二水和物〔C a C l₂・2 H₂O〕、硝酸カルシウム四水和物〔C a (N O₃)₂・4 H₂O〕、酢酸カルシウム一水和物〔(C H₃C O O)₂C a・H₂O〕等が挙げられる。

P b 塩の具体例としては、塩化鉛(II)〔P b C l₂〕、硝酸鉛(II)〔P b (N O₃)₂〕等が挙げられる。

ただし上記は例示であって、他の塩も使用可能である。原料水溶液を調製するための各種塩の混合比は、所望の六方晶フェライト組成に応じて決定すればよい。

[0046] アルカリ水溶液としては、水酸化ナトリウム水溶液、水酸化カリウム水溶液等が挙げられる。アルカリ水溶液の濃度は、例えば、0.1 m o l / L ~ 10 m o l / L とすることができる。ただし、沈殿物を生成できればよく、アルカリ水溶液の種類および濃度は上記例示に限定されない。

[0047] 原料水溶液とアルカリ水溶液とは、単に混合すればよい。原料水溶液とアルカリ水溶液とは、全量を一度に混合してもよく、原料水溶液とアルカリ水溶液とを徐々に混合してもよい。また、原料水溶液およびアルカリ水溶液のいずれか一方に、他方を徐々に添加しながら混合してもよい。原料水溶液とアルカリ水溶液とを混合する方法は、特に限定されず、例えば、攪拌により混合する方法が挙げられる。攪拌手段も特に限定されず、一般的な攪拌手段を用いることができる。攪拌時間は、沈殿物が生成できる時間に設定すればよく、原料水溶液の組成、使用する攪拌手段の種類等に応じて適宜設定でき

る。

原料水溶液とアルカリ水溶液とを混合する際の温度（液温）は、例えば、突沸を防ぐ観点から、 100°C 以下であることが好ましく、沈殿物の生成反応を良好に進行させる観点から、 95°C 以下であることがより好ましく、 15°C 以上 92°C 以下であることが更に好ましい。温度を調整する手段としては、一般的な加熱装置、冷却装置等を用いることができる。原料水溶液とアルカリ水溶液との混合により得られる水溶液の液温 25°C におけるpHは、例えば、沈殿物をより得やすいとの観点から、 $5\sim 13$ の範囲であることが好ましく、 $6\sim 12$ の範囲であることがより好ましい。

[0048] 沈殿物の生成後、得られた沈殿物を固液分離する場合、その方法は特に限定されず、デカンテーション、遠心分離、ろ過（吸引ろ過、加圧ろ過等）等の方法が挙げられる。例えば、固液分離を遠心分離により行う場合、遠心分離の条件は、特に限定されず、例えば、回転数 2000rpm (revolutions per minute) 以上で、3分間～30分間遠心分離することができる。また、遠心分離は、複数回行ってもよい。

[0049] 工程2

工程2は、工程1により得られた沈殿物を焼成する工程である。

工程2では、工程1により得られた沈殿物を焼成することによって、六方晶フェライトの前駆体を六方晶フェライトに転換することができる。焼成は、加熱装置を用いて行うことができる。加熱装置は、特に限定されるものではなく、電気炉等の公知の加熱装置、製造ラインに合わせて作製した焼成装置等を用いることができる。焼成は、例えば大気雰囲気下で行うことができる。焼成温度および焼成時間は、六方晶フェライトの前駆体を六方晶フェライトに転換可能な範囲に設定すればよい。焼成温度は、例えば、 900°C 以上であることが好ましく、 $900^{\circ}\text{C}\sim 1400^{\circ}\text{C}$ の範囲であることがより好ましく、 $1000^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$ の範囲であることが更に好ましい。焼成時間は、例えば、1時間～10時間の範囲であることが好ましく、2時間～6時間の範囲であることがより好ましい。また、工程1により得られた沈殿物

を、焼成前に乾燥させることもできる。乾燥手段は、特に限定されず、例えば、オーブン等の乾燥機が挙げられる。乾燥温度は、例えば、50℃～200℃の範囲であることが好ましく、70℃～150℃の範囲であることがより好ましい。乾燥時間は、例えば、2時間～50時間の範囲であることが好ましく、5時間～30時間の範囲であることがより好ましい。なお上記の焼成温度および乾燥温度は、焼成または乾燥を行う装置の内部雰囲気温度であることができる。

[0050] 上記工程2によって得られる焼成体は、六方晶フェライトの前駆体が転換して六方晶フェライトの結晶構造を示す塊状の焼成体または粉体状の焼成体であることができる。更に、この焼成体を粉砕する工程を実施することもできる。粉砕は、乳鉢および乳棒、粉砕機（カッターミル、ボールミル、ビーズミル、ローラーミル、ジェットミル、ハンマーミル、アトライター等）等の公知の粉砕手段によって行うことができる。例えば、メディアを用いる粉砕の場合、メディアの粒径（所謂メディア径）は、例えば、0.1mm～5.0mmの範囲であることが好ましく、0.5mm～3.0mmの範囲であることがより好ましい。「メディア径」とは、球状メディアの場合、無作為に選択した複数個のメディア（例えば、ビーズ）の直径の算術平均を意味する。非球状メディア（例えば、非球状ビーズ）の場合、透過型電子顕微鏡（TEM；Transmission Electron Microscope）または走査型電子顕微鏡（SEM；Scanning Electron Microscope）の観察像から求められる、無作為に選択した複数個のメディアの円相当径の算術平均を意味する。メディアの材質としては、例えば、ガラス、アルミナ、スチール、ジルコニア、セラミック等を挙げることができる。また、カッターミルにより粉砕を行う場合には、粉砕する焼成体の量、使用するカッターミルのスケール等に応じて粉砕条件を決定することができる。例えば、一態様では、カッターミルの回転数は、5000～25000rpm程度とすることができる。

[0051] <ε-酸化鉄の粉体>

本発明および本明細書において、「 ϵ -酸化鉄の粉体」とは、X線回折分析によって、主相として ϵ -酸化鉄型の結晶構造が検出される磁性体の粉体をいうものとする。例えば、X線回折分析によって得られるX線回折スペクトルにおいて最も高強度の回折ピークが ϵ -酸化鉄型の結晶構造に帰属される場合、 ϵ -酸化鉄型の結晶構造が主相として検出されたと判断するものとする。本発明および本明細書における ϵ -酸化鉄の粉体には、鉄原子と酸素原子から構成される所謂無置換型の ϵ -酸化鉄の粉体と、鉄原子を置換する1種以上の置換原子を含む所謂置換型の ϵ -酸化鉄の粉体とが包含される。

[0052] (ϵ -酸化鉄の粉体の製造方法)

ϵ -酸化鉄の粉体の製造方法としては、ゲーサイトから作製する方法、逆ミセル法等が知られている。上記製造方法は、いずれも公知である。また、Feの一部がGa、Co、Ti、Al、Rh等の置換原子によって置換された ϵ -酸化鉄の粉体を製造する方法については、例えば、J. Jpn. Soc. Powder Metallurgy Vol. 61 Supplement, No. S1, pp. S280-S284、J. Mater. Chem. C, 2013, 1, pp. 5200-5206等を参照できる。

[0053] 一例として、例えば、 ϵ -酸化鉄の粉体は、

ϵ -酸化鉄の前駆体を調製すること（以下、「前駆体調製工程」とも記載する。）、

上記前駆体を被膜形成処理に付すこと（以下、「被膜形成工程」とも記載する。）、

上記被膜形成処理後の上記前駆体に熱処理を施すことにより、上記前駆体を ϵ -酸化鉄に転換すること（以下、「熱処理工程」とも記載する。）、および

上記 ϵ -酸化鉄を被膜除去処理に付すこと（以下、「被膜除去工程」とも記載する。）、

を経て ϵ -酸化鉄の粉体を得る製造方法によって得ることができる。以下

に、かかる製造方法について更に説明する。ただし以下に記載する製造方法は例示であって、上記電波吸収体が ϵ -酸化鉄の粉体を含む場合、かかる粉体は、以下に例示する製造方法によって製造されたものに限定されるものではない。

[0054] (前駆体調製工程)

ϵ -酸化鉄の前駆体とは、加熱されることにより ϵ -酸化鉄型の結晶構造を主相として含むものとなる物質をいう。前駆体は、例えば、鉄および結晶構造において鉄の一部を置換し得る原子を含有する水酸化物、オキシ水酸化物(酸化水酸化物)等であることができる。前駆体調製工程は、共沈法、逆ミセル法等を利用して行うことができる。かかる前駆体の調製方法は公知であり、上記製造方法における前駆体調製工程は、公知の方法によって行うことができる。

[0055] 鉄原子の一部を置換する置換原子を含まない ϵ -酸化鉄は、組成式： Fe_2O_3 により表すことができる。一方、鉄原子の一部が、例えば1種～3種の原子により置換された ϵ -酸化鉄は、組成式： $\text{A}^1_x\text{A}^2_y\text{A}^3_z\text{Fe}_{(2-x-y-z)}\text{O}_3$ により表すことができる。 A^1 、 A^2 および A^3 はそれぞれ独立に鉄原子を置換する置換原子を表し、 x 、 y および z は、それぞれ独立に0以上1未満であり、ただし少なくとも1つが0超であり、 $x+y+z$ は2未満である。上記 ϵ -酸化鉄の粉体は、鉄原子を置換する置換原子を含まなくてもよく、含んでもよい。置換原子の種類および置換量によって、 ϵ -酸化鉄の粉体の磁気特性を調整することができる。置換原子が含まれる場合、置換原子としては、Ga、Co、Ti、Al、Rh等の1種以上を挙げることができ、Ga、CoおよびTiの1種以上が好ましい。鉄原子を置換する置換原子を含む ϵ -酸化鉄の粉体を製造する場合、 ϵ -酸化鉄におけるFeの供給源となる化合物の一部を、置換原子の化合物に置き換えればよい。その置換量によって、得られる ϵ -酸化鉄の粉体の組成を制御することができる。鉄原子および各種置換原子の供給源となる化合物としては、例えば、硝酸塩、硫酸塩、塩化物等の無機塩(水和物であってもよい。)、ペンタキス(シュウ酸水素)

塩等の有機塩（水和物であってもよい。）、水酸化物、オキシ水酸化物等を挙げることができる。

[0056] （被膜形成工程）

前駆体を被膜形成処理後に加熱すると、前駆体が ϵ -酸化鉄に転換する反応を被膜下で進行させることができる。また、被膜は、加熱時に焼結が起こることを防ぐ役割を果たすこともできると考えられる。被膜形成処理は、被膜形成の容易性の観点からは、溶液で行うことが好ましく、前駆体を含む溶液に被膜形成剤（被膜形成のための化合物）を添加して行うことがより好ましい。例えば、前駆体調製に引き続き同じ溶液中で被膜形成処理を行う場合には、前駆体調製後の溶液に被膜形成剤を添加し攪拌することにより、前駆体に被膜を形成することができる。溶液中で前駆体に被膜を形成することが容易な点で好ましい被膜としては、ケイ素含有被膜を挙げることができる。ケイ素含有被膜を形成するための被膜形成剤としては、例えば、アルコキシシラン等のシラン化合物を挙げることができる。シラン化合物の加水分解によって、好ましくはゾルーゲル法を利用して、前駆体にケイ素含有被膜を形成することができる。シラン化合物の具体例としては、テトラエトキシシラン（TEOS; Tetraethyl orthosilicate）、テトラメトキシシランおよび各種シランカップリング剤を例示できる。例えば、被膜形成処理は、前駆体および被膜形成剤を含む50～90℃の液温の溶液を5～36時間程度攪拌することによって行うことができる。なお被膜は前駆体の表面の全部を覆ってもよく、前駆体表面の一部に被膜によって被覆されていない部分があってもよい。

[0057] （熱処理工程）

上記被膜形成処理後の前駆体に熱処理を施すことにより、前駆体を ϵ -酸化鉄に転換することができる。熱処理は、例えば被膜形成処理を行った溶液から採取した粉末（被膜を有する前駆体の粉末）に対して行うことができる。熱処理工程は、例えば、炉内温度900～1200℃の熱処理炉において、3～6時間程度行うことができる。

[0058] (被膜除去工程)

上記熱処理工程を行うことにより、被膜を有する前駆体は ϵ -酸化鉄に転換される。こうして得られる ϵ -酸化鉄には被膜が残留しているため、好ましくは、被膜除去処理を行う。被膜除去処理は、例えば、被膜を有する ϵ -酸化鉄を、 4 mol/L 程度の濃度の液温 $60\sim 90^\circ\text{C}$ 程度の水酸化ナトリウム水溶液中で、 $5\sim 36$ 時間攪拌することによって行うことができる。ただし、 ϵ -酸化鉄の粉体は、被膜除去処理を経ずに製造されたもの、即ち被膜を有するものであってもよい。また、被膜除去処理において完全に被膜が除去されず、一部の被膜が残留しているものでもよい。

[0059] 以上記載した各種工程の前および／または後に、公知の工程を任意に実施することもできる。かかる工程としては、例えば、ろ過、洗浄、乾燥等の各種の公知の工程を挙げることができる。

[0060] 磁性粉体を構成する粒子の形状としては、特に限定されず、例えば、球状、ロッド状、針状、板状、不定形状等の形状が挙げられる。例えば、マグネトプランバイト型の六方晶フェライトの粉体を構成する粒子の形状としては、板状、不定形状等が挙げられ、 ϵ -酸化鉄の粉体を構成する粒子の形状としては、球状等が挙げられる。

[0061] <磁性粉体が有し得る各種物性>

上記電波吸収体に含まれる磁性粉体を構成する粒子の大きさは、特に限定されない。磁性粉体は、レーザ回折散乱法により測定した個数基準の粒度分布において、最頻値をモード径、累積 10% 径を D_{10} および累積 90% 径を D_{90} としたときに、モード径が $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満であることが好ましく、モード径が $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満であることが好ましい。更に、 $(D_{90}-D_{10})/\text{モード径}\leq 3.0$ であることがより好ましく、 $(D_{90}-D_{10})/\text{モード径}\leq 2.5$ であることが更に好ましく、 $(D_{90}-D_{10})/\text{モード径}\leq 2.0$ であることが一層好ましく、 $(D_{90}-D_{10})/\text{モード径}\leq 1.5$ であることがより一層好ましく、 $(D_{90}-D_{10})/\text{モード径}\leq 1.0$ であることが更に一層好ましい。モード径が $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上であり、 $(D_{90}-D_{10})/\text{モ$

ード径 ≤ 3.0 である磁性粉体は、微細な粒子が比較的少ないため、かかる磁性粉体を使用することにより、電波吸収性能により優れる電波吸収体を製造できる傾向がある。モード径が $10\mu\text{m}$ 未満であり、 $(D_{90}-D_{10})/\text{モード径}\leq 3.0$ である磁性粉体は、粗大な粒子が比較的少ないため、かかる磁性粉体を使用することにより、強度により優れる電波吸収体を製造できる傾向がある。

[0062] 磁性粉体の粒径（即ち、モード径、 D_{10} 、および D_{90} ）は、篩、遠心分離機等による分級、乳鉢および乳棒、超音波分散機等を用いる粉砕等を行うことによって制御できる。例えば、磁性粉体の粒径を粉砕により制御する場合には、粉砕手段、粉砕時間、メディアの材質、メディア径等の選択により、粒径を調整可能である。例えば、粉砕時間が長いほど、磁性粉体の粒径は、小さくなる傾向を示す。また、例えば、メディア径が小さいほど、磁性粉体の粒径は、小さくなる傾向を示す。「 $(D_{90}-D_{10})/\text{モード径}$ 」の値は、粉砕後に、例えば、篩、遠心分離機等を用いる分級により粒子を選別することによって調整可能である。

[0063] 磁性粉体の粒径は、レーザ回折散乱法により測定した個数基準の粒度分布に基づいて求められる値である。具体的には、以下の方法により測定することができる。

磁性粉体 10mg にシクロヘキサノン 500mL を加えて希釈した後、振とう機を用いて 30 秒間攪拌し、得られた液を粒度分布測定用試料とする。次いで、粒度分布測定用試料を用いて、レーザ回折散乱法により粒度分布を測定する。測定装置には、レーザ回折／散乱式粒子径分布測定装置を用いる。

[0064] 電波吸収体に含まれる磁性粉体の粒径は、例えば、以下の方法により確認できる。

電波吸収体を細かく切り刻んだ後、溶剤（例えば、アセトン）中に超音波分散させる。得られた分散液を試料とし、レーザ回折散乱法を用いる測定を行うことにより、磁性粉体の粒径を確認できる。

[0065] また、電波吸収性能の観点から、上記電波吸収体に含まれる磁性粉体の磁気特性に関して、50 kOeの外部磁場をかけたときの磁化量の90%となる磁場強度 H_{α} は、19 kOe以上28.0 kOe以下であることが好ましい。上記磁場強度 H_{α} は、電波吸収性能の更なる向上の観点から、20.0 kOe以上であることがより好ましく、21.0 kOe以上であることが更に好ましく、22.0 kOe以上であることが一層好ましい。また、同様の観点から、上記磁場強度 H_{α} は、27.0 kOe以下であることがより好ましく、26.0 kOe以下であることが更に好ましく、25.0 kOe以下であることが一層好ましい。磁性粉体の上記磁場強度 H_{α} は、磁性粉体を構成する磁性体の組成、製造方法等によって調整できる。

[0066] 上記磁場強度 H_{α} は、以下の方法により求められる値である。

振動試料型磁力計を使用し、雰囲気温度23℃の環境下、最大印加磁界50 kOeおよび磁界掃引速度25 Oe/s（「s」は、「秒」を意味する。）の条件にて、印加した磁界に対する磁性粉体の磁化の強度を測定する。そして、測定結果に基づき、粉体の磁界（H）－磁化（M）曲線を得る。得られた磁界（H）－磁化（M）曲線に基づき、印加磁場50 kOeでの磁化量の90%となる磁場強度を求め、これを磁場強度 H_{α} とする。単位に関して、1 kOe = $(10^6 / 4\pi)$ A/mである。

[0067] 上記電波吸収体に含まれる磁性粉体の保磁力（ H_c ）は、特に限定されない。電波吸収性能の観点からは、磁性粉体の保磁力（ H_c ）は、例えば、2.5 kOe以上であることが好ましく、4.0 kOe以上であることがより好ましく、5.0 kOe以上であることが更に好ましい。磁性粉体の保磁力（ H_c ）の上限は、特に限定されず、例えば18 kOe以下であることができる。

[0068] 上記電波吸収体に含まれる磁性粉体の単位質量あたりの飽和磁化（ δ_s ）は、特に限定されない。電波吸収性能の観点からは、磁性粉体の飽和磁化（ δ_s ）は、例えば、10.0 emu/g以上であることが好ましく、20.0 emu/g以上であることがより好ましく、30.0 emu/g以上であ

ることが更に好ましい。単位に関して、 $1 \text{ emu/g} = 1 \text{ A} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}$ である。

磁性粉体の単位質量あたりの飽和磁化（ δs ）の上限は、特に限定されず、例えば 60.0 emu/g 以下であることができる。

[0069] 上記の磁性粉体の保磁力（ H_c ）および単位質量あたりの飽和磁化（ δs ）は、振動試料型磁力計を用いて、雰囲気温度 23°C の環境下、最大印加磁界 50 kO および磁界掃引速度 250 e/s の条件にて測定される値とする。

[0070] [バインダー]

上記電波吸収体は、磁性粉体およびバインダーを含む。バインダーは、例えば樹脂であることができ、樹脂としては、熱可塑性樹脂および熱硬化性樹脂が挙げられる。

熱可塑性樹脂としては、アクリル樹脂、ポリアセタール、ポリアミド、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリフェニレンサルファイド、ポリ塩化ビニル、アクリロニトリルとブタジエンとスチレンとの共重合により得られるABS（acrylonitrile butadiene styrene）樹脂；アクリロニトリルとスチレンとの共重合により得られるAS（acrylonitrile styrene）樹脂等が挙げられる。

熱硬化性樹脂としては、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、メラミン樹脂、ユリア樹脂、不飽和ポリエステル、ジアリルフタレート樹脂、ウレタン樹脂、シリコン樹脂等が挙げられる。

[0071] バインダーは、ゴムであることもできる。ゴムとしては、例えば、磁性粉体との混合性が良好であり、かつ、耐久性、耐候性および耐衝撃性により優れる電波吸収体を製造できるという観点から、ブタジエンゴム、イソプレンゴム、クロロプレンゴム、ハロゲン化ブチルゴム、フッ素ゴム、ウレタンゴム、アクリル酸エステル（例えば、アクリル酸エチル、アクリル酸ブチルお

よびアクリル酸 2-エチルヘキシル) と他の単量体との共重合により得られるアクリルゴム (略号: ACM)、チーグラ触媒を用いたエチレンとプロピレンとの配位重合により得られるエチレン-プロピレンゴム、イソブチレンとイソプレンとの共重合により得られるブチルゴム (略号: IIR)、ブタジエンとスチレンとの共重合により得られるスチレンブタジエンゴム (略号: SBR)、アクリロニトリルとブタジエンとの共重合により得られるアクリロニトリルブタジエンゴム (略号: NBR)、シリコンゴム等を挙げることができる。

[0072] 電波吸収体が、バインダーとしてゴムを含む場合、ゴムに加えて、加硫剤、加硫助剤、軟化剤、可塑剤等の各種添加剤を含んでいてもよい。加硫剤としては、硫黄、有機硫黄化合物、金属酸化物等が挙げられる。

[0073] バインダーとしては、例えば、熱可塑性エラストマー (TPE; Thermoplastic Elastomer) も挙げられる。熱可塑性エラストマーとしては、オレフィン系熱可塑性エラストマー (TPO; Thermoplastic Olefinic Elastomer)、スチレン系熱可塑性エラストマー (TPS; Thermoplastic Styrenic Elastomer)、アミド系熱可塑性エラストマー (TPA; Thermoplastic Polyamide Elastomer)、ポリエステル系熱可塑性エラストマー (TPC; Thermoplastic Copolyester) 等が挙げられる。

[0074] 電波吸収体は、バインダーを 1 種のみ含んでいてもよく、2 種以上含んでいてもよい。電波吸収体におけるバインダーの体積充填率は、特に限定されず、例えば、65 体積%以上であることが好ましく、65 体積%以上 92 体積%以下であることがより好ましく、65 体積%以上 85 体積%以下であることが更に好ましい。上記電波吸収体がバインダーを 2 種以上含む場合、体積充填率とは 2 種以上のバインダーの合計体積充填率をいうものとする。この点は、他の成分に関する体積充填率についても同様である。

[0075] バインダーとしては、電波吸収体における炭素成分の体積充填率を低くす

る観点から、炭素成分を含むバインダーの場合には炭素成分量が少ないものを使用することが好ましく、炭素成分を含まないバインダーを使用することも好ましい。

[0076] [添加剤]

上記電波吸収体は、磁性粉体およびバインダーを含み、任意に1種以上の添加剤を含んでいてもよい。添加剤としては、分散剤、分散助剤、防黴剤、帯電防止剤、酸化防止剤等が挙げられる。添加剤は、1つの成分が2つ以上の機能を担うものであってもよい。上記電波吸収体は、添加剤として炭素成分を使用する場合には、炭素成分量を少なくすることが好ましく、添加剤として炭素成分を使用しないことも好ましい。

[0077] <電波吸収体の製造方法>

上記電波吸収体の製造方法は、特に限定されない。例えば、磁性粉体と、バインダーと、必要に応じて、溶剤、添加剤等とを用いて、公知の方法により製造できる。例えば、上記電波吸収体は、磁性粉体およびバインダーを含む組成物（以下、「電波吸収体形成用組成物」とも呼ぶ。）を成形した成形品であることができる。電波吸収体形成用組成物は、例えば、磁性粉体およびバインダー、更に必要に応じて、溶剤、添加剤等を混合した混合物を、加熱しながら混練して混練物として調製することができる。混練物は、例えばペレットとして得ることができる。混練物を、押し出し成形、プレス成形、射出成形、インモールド成形等の公知の成形方法によって所望の形状に成形することにより、電波吸収体（成形品）を得ることができる。電波吸収体の形状は特に限定されず、板状、線形状等の任意の形状であることができる。

「板状」には、シート状およびフィルム状が包含される。板状の電波吸収体は、電波吸収板、電波吸収シート、電波吸収フィルム等と呼ぶこともできる。上記電波吸収体は、単一組成の電波吸収体（例えば、単層の電波吸収板）であってもよく、組成が異なる2種以上の部分の組み合わせ（例えば積層体）であってもよい。また、上記電波吸収体は、平面形状を有するものであってもよく、立体形状を有するものであってもよく、平面形状を有する部分と立

体形状を有する部分との組み合わせであってもよい。平面形状は、例えば、シート状、フィルム状等の形状が挙げられる。立体形状としては、例えば、筒状（円筒状、角筒状等）、ホーン状、箱状（例えば、面の少なくとも1つが開放されている）等が挙げられる。

[0078] 例えば、電波吸収体の厚みは、取扱いの容易性の観点からは、20.0 mm以下であることが好ましく、10.0 mm以下であることがより好ましく、5.0 mm以下であることが更に好ましい。機械的特性の観点からは、厚みは1.0 mm以上であることが好ましく、2.0 mm以上であることがより好ましい。電波吸収体の厚みを調整することにより、例えば透過減衰量を制御することができる。なお電波吸収体が積層体である場合、厚みとは、積層体を構成する電波吸収体の合計厚みをいうものとする。電波吸収体の厚みは、デジタル測長機を用いて測定される値であり、具体的には、無作為に選択した9箇所において測定された測定値の算術平均である。

[0079] 電波吸収体形成用組成物は、溶剤を含んでもよく、含まなくてもよい。電波吸収体形成用組成物が溶剤を含む場合、溶剤としては、特に限定されず、例えば、水、有機溶媒、または水と有機溶媒との混合溶媒が挙げられる。

有機溶媒としては、メタノール、エタノール、n-プロパノール、i-プロパノール、メトキシプロパノール等のアルコール類、アセトン、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン類、テトラヒドロフラン、アセトニトリル、酢酸エチル、トルエン等が挙げられる。これらの中でも、溶剤としては、乾燥速度の観点から、ケトン類が好ましく、シクロヘキサノンがより好ましい。電波吸収体形成用組成物が溶剤を含む場合、組成物における溶剤の含有率は、特に限定されず、電波吸収体の製造方法に応じて決定すればよい。

[0080] 電波吸収体形成用組成物は、上記成分を混合することにより調製できる。混合方法は特に限定されず、例えば、攪拌により混合する方法が挙げられる。攪拌手段としては、公知の攪拌装置を用いることができる。例えば、攪拌装置としては、パドルミキサー、インペラーミキサー等のミキサーが挙げら

れる。攪拌時間は、攪拌装置の種類、電波吸収体形成用組成物の組成等に応じて設定すればよい。

[0081] 上記電波吸収体の製造方法の一態様としては、先に例示したような公知の成形方法によって電波吸収性組成物を所望の形状に成形する方法を挙げることができる。

また、上記電波吸収体の製造方法の他の一態様としては、電波吸収体形成用組成物を支持体に塗布し、電波吸収層として電波吸収体を製造する方法を挙げることができる。ここで使用される支持体は、電波吸収体が電波吸収性を付与すべき物品に組み込まれる前に除去されてもよく、除去せずに電波吸収体とともに物品に組み込まれてもよい。

[0082] 支持体としては、特に限定されず、公知の支持体を用いることができる。支持体としては、例えば、金属板（アルミニウム、亜鉛、銅等の金属の板）、ガラス板、プラスチックシート〔ポリエステル（ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリブチレンテレフタレート等）、ポリエチレン（直鎖状低密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン等）、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリスルホン、ポリ塩化ビニル、ポリアクリロニトリル、ポリフェニレンスルフィド、ポリエーテルイミド、ポリエーテルスルホン、ポリビニルアセタール、アクリル樹脂等のシート〕、上記で金属板について例示した金属がラミネートされまたは蒸着されたプラスチックシート等が挙げられる。プラスチックシートは、二軸延伸されていることが好ましい。支持体の形状、構造、サイズ等は、適宜選択できる。支持体の形状としては、例えば、板状が挙げられる。支持体の構造は、単層構造であってもよいし、2層以上の積層構造であってもよい。支持体のサイズは、電波吸収体のサイズ等に応じて適宜選択できる。支持体の厚みは、通常、0.01mm～10mm程度であり、例えば、取り扱い性の観点から、0.02mm～3mmであることが好ましく、0.05mm～1mmであることがより好ましい。

[0083] 支持体上に電波吸収体形成用組成物を塗布する方法は、特に限定されず、例えば、ダイコーター、ナイフコーター、アプリケーター等を用いる方法が挙げられる。電波吸収体形成用組成物を塗布して形成された塗布膜を乾燥させる方法は、特に限定されず、例えば、オーブン等の公知の加熱装置を用いる方法が挙げられる。乾燥温度および乾燥時間は、特に限定されない。一例としては、乾燥温度は70℃～90℃の範囲であることができ、乾燥時間は1時間～3時間の範囲であることができる。

[0084] 上記電波吸収体は、電波吸収性を付与することが望まれる各種物品に組み込むことができる。例えば、板状の電波吸収体は、そのまま、または任意の部分で湾曲させる等して任意の形態で物品に組み込むことができる。また、射出成形等により所望の形状に調整して物品に組み込むこともできる。

実施例

[0085] 以下に、本発明を実施例に基づき説明する。ただし本発明は実施例に示す態様に限定されるものではない。以下に記載の工程および評価は、特記しない限り、雰囲気温度23℃±1℃の環境において行った。

[0086] 以下に記載の「六方晶フェライト」は、下記方法により作製された六方晶ストロンチウムフェライトの粉体であり、「ε-酸化鉄」は、下記方法により作製されたε-酸化鉄の粉体である。

[0087] [磁性粉体の作製]

＜磁性粉体1の作製（六方晶フェライトの粉体の作製）＞

磁性粉体1として、マグネトプランバイト型六方晶フェライトの粉体を、以下の方法により作製した。

液温35℃に保温した水400.0gを攪拌し、攪拌中の水に、塩化鉄(III)六水和物[FeCl₃·6H₂O]57.0g、塩化ストロンチウム六水和物[SrCl₂·6H₂O]27.8gおよび塩化アルミニウム六水和物[AlCl₃·6H₂O]10.2gを水216.0gに溶解して調製した原料水溶液と、濃度5mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液181.3gに水113.0gを加えて調製した溶液と、をそれぞれ10mL/minの流

速にて、添加のタイミングを同じにして全量添加し、第1の液を得た。

次いで、第1の液の液温を25℃とした後、この液温を保持した状態で、濃度1mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液39.8gを添加し、第2の液を得た。得られた第2の液のpHは、 10.5 ± 0.5 であった。pHは、卓上型pHメータ（堀場製作所社製F-71）を用いて測定した。

次いで、第2の液を15分間攪拌し、マグネトプランバイト型六方晶フェライトの前駆体となる沈殿物を含む液（前駆体含有液）を得た。

次いで、前駆体含有液に対し、遠心分離処理（回転数：2000rpm、回転時間：10分間）を3回行い、得られた沈殿物を回収して水洗した。

次いで、回収した沈殿物を内部雰囲気温度95℃のオーブン内で12時間乾燥させて、前駆体の粉体を得た。

次いで、前駆体の粉体をマッフル炉の中に入れ、大気雰囲気下において、炉内の温度を1100℃に設定し、4時間焼成することにより、塊状の焼成体を得た。

次いで、得られた焼成体を、粉砕機として、カッターミル（大阪ケミカル社製ワンダークラッシャー WC-3）を使用し、この粉砕機の可変速度ダイヤルを「5」（回転数：約10000～15000rpm）に設定して90秒間粉砕した。

以上により、磁性粉体1を得た。

[0088] <磁性粉体2の作製（ε-酸化鉄の粉体の作製）>

磁性粉体2として、ε-酸化鉄の粉体を、以下の方法により作製した。

純水90.0gに、硝酸鉄（III）9水和物8.6g、硝酸ガリウム（III）8水和物1.0g、硝酸コバルト（III）6水和物190mg、硫酸チタン（IV）150mg、およびポリビニルピロリドン（PVP）1.5gを溶解させたものを、マグネチックスターラーを用いて攪拌しながら、大気雰囲気中、雰囲気温度25℃の条件下で、濃度25%のアンモニア水溶液4.0gを添加し、雰囲気温度25℃の温度条件のまま2時間攪拌した。得られた溶液に、クエン酸1gを純水9gに溶解させて得たクエン酸水溶液

を加え、1時間攪拌した。攪拌後に沈殿した粉体を遠心分離によって採集し、純水で洗浄し、炉内温度80℃の加熱炉内で乾燥させた。

乾燥させた粉体に純水800gを加えて再度粉体を水に分散させて分散液を得た。得られた分散液を液温50℃に昇温し、攪拌しながら濃度25%アンモニア水溶液を40g滴下した。50℃の温度を保ったまま1時間攪拌した後、テトラエトキシシラン(TEOS)14mLを滴下し、24時間攪拌した。得られた反応溶液に、硫酸アンモニウム50.0gを加え、沈殿した粉体を遠心分離によって採集し、純水で洗浄し、炉内温度80℃の加熱炉内で24時間乾燥させ、 ϵ -酸化鉄の前駆体を得た。

得られた前駆体を、大気雰囲気下、炉内温度1000℃の加熱炉内に装填し、4時間の加熱処理を施した。

加熱処理した強磁性粉末の前駆体を、4mol/Lの水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液中に投入し、液温を70℃に維持して24時間攪拌することにより、加熱処理した前駆体から不純物であるケイ酸化合物を除去した。

その後、遠心分離処理により、ケイ酸化合物を除去した粉体を採集し、純水で洗浄を行い、磁性粉体2を得た。

[0089] [結晶構造の確認]

上記の各磁性粉体を構成する磁性体の結晶構造を、X線回折分析により確認した。測定装置としては、粉末X線回折装置であるPANalytical社のX'Pert Proを使用した。測定条件を以下に示す。

—測定条件—

X線源：CuK α 線

[波長：1.54Å (0.154nm)、出力：40mA、45kV]

スキャン範囲：20° < 2 θ < 70°

スキャン間隔：0.05°

スキャンスピード：0.75°/min

[0090] 上記X線回折分析の結果、磁性粉体1は、マグネトプランバイト型の結晶構造を有しており、マグネトプランバイト型以外の結晶構造を含まない単相

のマグネトプランバイト型六方晶フェライトの粉体であることが確認された。また、上記X線回折分析の結果、磁性粉体2が、 α 相および γ 相の結晶構造を含まない、 ε 相の単相の結晶構造（ ε -酸化鉄型の結晶構造）を有することが確認された。

[0091] [組成の確認]

上記の各磁性粉体を構成する磁性体の組成を、高周波誘導結合プラズマ発光分光分析により確認した。具体的には、以下の方法により確認した。

磁性粉体12mgと濃度4mol/Lの塩酸水溶液10mLとを入れた容器ビーカーを、設定温度120℃のホットプレート上に3時間保持し、溶解液を得た。得られた溶解液に純水30mLを加えた後、フィルタ孔径0.1 μ mのメンブレンフィルタを用いてろ過した。このようにして得られたろ液の元素分析を、高周波誘導結合プラズマ発光分光分析装置〔島津製作所社製ICPS-8100〕を用いて行った。得られた元素分析の結果に基づき、鉄原子100原子%に対する各原子の含有率を求めた。そして、得られた含有率に基づき、磁性体の組成を確認した。その結果、磁性粉体1が $\text{Sr}_{0.00}\text{Fe}_{1.00}\text{Al}_{2.00}\text{O}_{19}$ の組成を有する六方晶フェライト（六方晶ストロンチウムフェライト）の粉体であること、および磁性粉体2が $\text{Ga}_{0.22}\text{Ti}_{0.05}\text{Co}_{0.05}\text{Fe}_{1.68}\text{O}_3$ の組成を有する ε -酸化鉄の粉体であることが確認された。

[0092] [磁性粉体の評価]

<粒度分布>

上記の磁性粉体1の個数基準の粒度分布を、レーザ回折散乱法により測定し、最頻値（所謂、モード径）、累積10%径および累積90%径を求めた。

具体的には、磁性粉体10mgにシクロヘキサノン500mLを加えて希釈した後、振とう機を用いて30秒間攪拌し、得られた液を粒度分布測定用試料とした。

次いで、粒度分布測定用試料の粒度分布を、レーザ回折／散乱式粒子径分

布測定装置（堀場製作所社製 P a r t i c a L A - 9 6 0）を用いて測定した。

そして、得られた個数基準の粒度分布に基づき、最頻値であるモード径（単位： μm ）、累積 10% 径である D_{10} （単位： μm ）、および累積 90% 径である D_{90} （単位： μm ）を求めた。また、「 $(D_{90} - D_{10}) / \text{モード径}$ 」の値を算出した。

その結果、磁性粉体 1 は、モード径が $6.7 \mu\text{m}$ であり、 D_{10} が $4.1 \mu\text{m}$ であり、 D_{90} が $9.5 \mu\text{m}$ であり、「 $(D_{90} - D_{10}) / \text{モード径}$ 」の値が 0.81 であった。

[0093] 上記の各磁性粉体について、磁場強度 $H\alpha$ 、保磁力 (H_c) および単位質量あたりの飽和磁化 (δ_s) を、以下の方法により測定した。

測定装置として、玉川製作所社製振動試料型磁力計（型番：T M - T R V S M 5 0 5 0 - S M S L 型）を用い、雰囲気温度 23°C の環境下、最大印加磁界 50 kOe および磁界掃引速度 250 e/s の条件にて、印加した磁界に対する磁性粉体の磁化の強度を測定した。測定結果から、磁性粉体の磁界 (H) - 磁化 (M) 曲線を得た。得られた磁界 (H) - 磁化 (M) 曲線に基づき、磁性粉体の保磁力 (H_c)（単位： kOe ）および単位質量あたりの飽和磁化 (δ_s)（単位： emu/g ）を求めた。また、得られた磁界 (H) - 磁化 (M) 曲線に基づき、印加磁場 50 kOe での磁化量の 90% となる磁場強度を求め、これを磁場強度 $H\alpha$ とした。

その結果、磁性粉体 1 は、磁場強度 $H\alpha$ が 24.5 kOe 、保磁力 (H_c) が 10.5 kOe であり、単位質量あたりの飽和磁化 (δ_s) が 43.2 emu/g であった。また、磁性粉体 2 は、磁場強度 $H\alpha$ が 23.5 kOe 、保磁力 (H_c) が 4.6 kOe であり、飽和磁化 (δ_s) が 18.5 emu/g であった。

[0094] [実施例 1、実施例 5、比較例 3]

表 1 に示す磁性粉体とバインダー（オレフィン系熱可塑性エラストマー（TPO）〔三井化学社製ミラストマー（登録商標）7030NS〕）とを混

練機（東洋精機製作所社製ラボプラストミル）を用いて、混練機の設定温度を200℃として20分間混練し、電波吸収体形成用組成物（ペレット状の混練物）を得た。上記のバインダーは、炭素成分を含まないバインダーである。

得られた電波吸収体形成用組成物を、加熱プレス機を用いてプレス成形し、一辺の長さ100mmの正方形の平面を有する板状の成形品として電波吸収体を得た。

[0095] [実施例2～4、比較例1、2]

電波吸収体形成用組成物の調製時、炭素成分として黒鉛粉体（伊藤黒鉛社製CNP-35）を作製される電波吸収体における体積充填率が表1に示す値となる量で上記バインダーと混合した後、表1に示す磁性粉体と混合してその後の工程を実施した点以外、実施例1と同様の方法により電波吸収体を得た。

[0096] [電波吸収体の評価]

<磁性粉体の体積充填率>

上記の各電波吸収体を切断し、一辺の長さ5mmの正方形の平面を有する板状の測定用試料を切り出した。この測定用試料の厚みは、各電波吸収体の厚みと同じである。

上記測定用試料をステージに貼り付けた後、集束イオンビーム（FIB）装置（日立製作所社製MI4050）を使用し、厚み方向を露出させて断面を形成するFIB加工を行い、断面観察用試料を作製した。作製された断面観察用試料をSEMにより観察し、断面画像（SEM像）を撮影した。SEMとしては、電界放出形走査電子顕微鏡（日立製作所社製SU-8220）を使用し、FIB加工した断面が上方を向くようにステージに断面観察用試料をセットし、加速電圧15kVおよび観察倍率3,000倍の条件にて、視野が30μm×40μmの断面SEM像を得た。得られた断面SEM像を2値化処理し、磁性粉体が占める割合（面積基準）を算出した。2値化処理は、得られた断面SEM像の明度分布をヒストグラムで表した後、明部（磁

性粉体の部分)のピークと暗部(磁性粉体以外の部分)のピークの中央部の明度の値を閾値として実施した。

以上の操作を、各電波吸収体の異なる位置から切り出された5つの測定用試料について行い、得られた5つの値の算術平均として、各電波吸収体における磁性粉体の体積充填率を求めた。

[0097] <炭素成分の体積充填率>

実施例1、実施例5および比較例3の電波吸収体は、炭素成分を使用せずに作製されたため、炭素成分の体積充填率は0体積%である。

実施例2～4、比較例1および2の電波吸収体については、各電波吸収体を作製するために使用した電波吸収体形成用組成物の組成から炭素成分の体積充填率を算出した。

[0098] <電波吸収体の厚み>

上記の各電波吸収体について、デジタル測長機〔ミットヨ社製L i t e m a t i c (登録商標) V L - 5 0 A〕を使用して無作為に選択した9箇所において測定された測定値の算術平均として厚みを求めた。上記の電波吸収体の厚みは、いずれも2.0mmであった。

[0099] <透過減衰量および反射減衰量>

以下の方法により、上記の各電波吸収体の透過減衰量(単位: dB)および反射減衰量(単位: dB)を測定した。

測定装置として、k e y s i g h t社のベクトルネットワークアナライザ(製品名: N 5 2 2 5 B)およびキーコム社のホーンアンテナ(製品名: R H 1 2 S 2 3)を用い、自由空間法により、入射角度を0°とし、掃引周波数を60GHz～90GHzとして、上記の各電波吸収体の一方の平面を入射側に向けて、Sパラメータの測定を行い、76.5GHzの周波数におけるSパラメータのS21を透過減衰量とし、76.5GHzの周波数におけるSパラメータのS11を反射減衰量とした。

[0100] <外観色>

上記の各電波吸収体の外観色を目視で確認した。

[0101] 以上の結果を、表 1 に示す。

[0102] [表1]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	比較例1	比較例2	比較例3
磁性粉体の種類	磁性粉体1	磁性粉体1	磁性粉体1	磁性粉体1	磁性粉体2	磁性粉体1	磁性粉体1	磁性粉体1
磁性粉体の体積充填率 [体積%]	30	30	30	30	30	30	30	40
炭素成分の体積充填率 [体積%]	0	0.5	1.5	0.2	0	2.5	5.0	0
外観色	白	黒	黒	灰色	白	黒	黒	白
透過減衰量 (76.5GHz) [dB]	10.0	10.4	11.9	10.2	11.2	12.4	15.0	14.6
反射減衰量 (76.5GHz) [dB]	10.3	9.4	8.7	10.1	8.2	7.8	6.5	7.0

[0103] 表 1 に示す結果から、実施例 1 ～ 5 の電波吸収体が、透過減衰量および反射減衰量が共に高く、レーダーの認識精度向上に寄与し得る電波吸収体であることが確認できる。

産業上の利用可能性

[0104] 本発明の一態様は、自動車の自動運転制御等の各種自動運転制御を行う技術分野において有用である。

請求の範囲

- [請求項1] 磁性粉体およびバインダーを含む電波吸収体であって、
前記電波吸収体における前記磁性粉体の体積充填率が3.5体積%以下であり、かつ
前記電波吸収体における炭素成分の体積充填率が0体積%以上2.0体積%以下である電波吸収体。
- [請求項2] 前記磁性粉体の体積充填率が1.5体積%以上3.5体積%以下である、請求項1に記載の電波吸収体。
- [請求項3] 前記炭素成分の体積充填率が0体積%以上1.5体積%以下である、請求項1または2に記載の電波吸収体。
- [請求項4] 磁性粉体およびバインダーを含む組成物を成形した成形品である、請求項1～3のいずれか1項に記載の電波吸収体。
- [請求項5] 板状の成形品である、請求項4に記載の電波吸収体。
- [請求項6] 前記磁性粉体は、六方晶フェライトの粉体を含む、請求項1～5のいずれか1項に記載の電波吸収体。
- [請求項7] 前記六方晶フェライトは、下記式1で表される組成を有する、請求項6に記載の電波吸収体；
[化1]
式1
- $$AFe_{(12-x)}Al_xO_{19}$$
- 式1中、Aは、Sr、Ba、CaおよびPbからなる群より選ばれる少なくとも1種の原子を表し、xは、 $1.50 \leq x \leq 8.00$ を満たす。
- [請求項8] 式1中、Aで表される原子はSrを含む、請求項7に記載の電波吸収体。
- [請求項9] 前記磁性粉体は、 ϵ -酸化鉄の粉体を含む、請求項1～5のいずれか1項に記載の電波吸収体。

[請求項10] 前記 ε -酸化鉄は、ガリウム原子、チタン原子およびコバルト原子からなる群から選ばれる1種以上の原子を含む ε -酸化鉄である、請求項9に記載の電波吸収体。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/018621

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05K 9/00(2006.01)i; C01G 49/00(2006.01)i; C08K 3/22(2006.01)i; C08L 101/00(2006.01)i; H01F 1/34(2006.01)i; H01F 1/37(2006.01)i; H01Q 17/00(2006.01)i

FI: H05K9/00 M; H01F1/37; H01F1/34 180; C01G49/00 A; C08L101/00; C08K3/22; H01Q17/00

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)

H05K9/00; C01G49/00; C08K3/22; C08L101/00; H01F1/34; H01F1/37; H01Q17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
X	JP 2005-231931 A (KOBE STEEL, LTD.) 02.09.2005 (2005-09-02) paragraphs [0001], [0039], [0041], [0065], [0143]	1-5
A	paragraphs [0001], [0039], [0041], [0065], [0143]	6-10
A	JP 7-30279 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 31.01.1995 (1995-01-31) entire text	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"I" 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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 August 2020 (12.08.2020)

Date of mailing of the international search report
25 August 2020 (25.08.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/018621

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2005-231931 A	02 Sep. 2005	(Family: none)	
JP 7-30279 A	31 Jan. 1995	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H05K 9/00(2006.01)i; C01G 49/00(2006.01)i; C08K 3/22(2006.01)i; C08L 101/00(2006.01)i; H01F 1/34(2006.01)i; H01F 1/37(2006.01)i; H01Q 17/00(2006.01)i FI: H05K9/00 M; H01F1/37; H01F1/34 180; C01G49/00 A; C08L101/00; C08K3/22; H01Q17/00		
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）） H05K9/00; C01G49/00; C08K3/22; C08L101/00; H01F1/34; H01F1/37; H01Q17/00		
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 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2020年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2020年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2020年		
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 請求項の番号
X	JP 2005-231931 A（株式会社神戸製鋼所）02.09.2005（2005 - 09 - 02） 段落【0001】 【0039】 【0041】 【0065】 【0143】	1 - 5
A	段落【0001】 【0039】 【0041】 【0065】 【0143】	6 - 10
A	JP 7-30279 A（日本電信電話株式会社）31.01.1995（1995 - 01 - 31） 全文	1 - 10
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 12.08.2020		国際調査報告の発送日 25.08.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 五貫 昭一 5D 9368 電話番号 03-3581-1101 内線 3551

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/018621

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2005-231931	A	02.09.2005	(ファミリーなし)	
JP	7-30279	A	31.01.1995	(ファミリーなし)	