(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7000301号
(P7000301)

(45)発行日　令和4年1月19日(2022.1.19)

(24)登録日　令和3年12月27日(2021.12.27)

(51)国際特許分類
Ｈ０５Ｋ　9/00　(2006.01)
Ｂ３２Ｂ　7/025(2019.01)
Ｈ０１Ｑ　17/00　(2006.01)

ＦＩ
Ｈ０５Ｋ　9/00　Ｍ
Ｂ３２Ｂ　7/025
Ｈ０１Ｑ　17/00

請求項の数　3　（全13頁）

(21)出願番号　特願2018-232235(P2018-232235)
(22)出願日　平成30年12月12日(2018.12.12)
(62)分割の表示　特願2016-241731(P2016-241731)の分割
原出願日　平成28年12月14日(2016.12.14)
(65)公開番号　特開2019-57730(P2019-57730A)
(43)公開日　平成31年4月11日(2019.4.11)
審査請求日　令和1年12月11日(2019.12.11)

(73)特許権者　000003964
日東電工株式会社
大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号
(74)代理人　100079382
弁理士　西藤　征彦
(74)代理人　100123928
弁理士　井▲崎▼　愛佳
(74)代理人　100136308
弁理士　西藤　優子
(72)発明者　請井　博一
大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号　日東電工株式会社内
(72)発明者　宇井　丈裕
大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号　日東電工株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　電磁波吸収体

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
誘電体層と、上記誘電体層の一方の面に設けられる抵抗層と、上記誘電体層の他方の面に設けられ上記抵抗層より低いシート抵抗を有する導電層とを有する電磁波吸収体であって、上記誘電体層が単層または複層からなり、上記誘電体層の比誘電率が１～５．１９の範囲にあって、上記誘電体層の厚みが１００～１０００μｍの範囲にあり、上記導電層の厚みが２０ｎｍ～１００μｍの範囲にあり、６０～９０ＧＨｚの周波数帯域において、電磁波吸収量が２０ｄＢ以上である周波数帯域の帯域幅が５ＧＨｚ以上であることを特徴とする電磁波吸収体。
【請求項２】
上記導電層のシート抵抗が、１．０×１０$^{-7}$～１００Ω／□の範囲に設定された請求項１記載の電磁波吸収体。
【請求項３】
上記誘電体層が単層または二層からなるものである請求項１または２記載の電磁波吸収体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、電磁波障害を防止するための電磁波吸収体に関するものである。
【背景技術】
【０００２】

近年、電磁波を情報通信媒体とした利用が進んでいる。このような電磁波の利用としては、例えば、自動車の技術分野において、レーダにより障害物を検知して自動でブレーキをかけたり、周辺車両の速度や車間距離を測定して自車の速度や車間距離を制御したりする、衝突予防システムがある。衝突予防システム等が正常に動作するには、誤認防止のため、不要な電磁波（ノイズ）をできるだけ受信しないようにすることが重要である。したがって、これらのシステム等には、ノイズを吸収する電磁波吸収体が用いられることがある（例えば、特許文献１，２参照）。

【０００３】

そして、上記衝突予防システム等において、より高い検知性能を実現するため、レーダ自体の性能が向上しており、従来の周波数（２４ＧＨｚ）よりも高い周波数（７６．５ＧＨｚ，７９ＧＨｚ）のレーダの利用が進められているため、高周波帯域においてノイズを高吸収する電磁波吸収体が求められている。また、レーダの分解能を向上させるため、使用周波数の広帯域化(７６ＧＨｚの場合１ＧＨｚ、７９ＧＨｚの場合４ＧＨｚ)も進んでおり、電磁波吸収体においても広帯域幅での吸収性能が求められている。しかし、特許文献１，２に示すように、従来の電磁波吸収体は、対象となる周波数近傍のごく限られた範囲にしか吸収能を発揮することができず、高い周波数帯域をカバーできないという問題がある。また、使用中の環境の変化や経時により、電磁波吸収体を構成する材料の特性が変化すると、それに応じて吸収することのできる周波数（吸収ピーク）も変動する可能性があり、設定した周波数において充分な吸収能を発揮できないことが懸念される。また、レーダの周波数が少しでも変動すると、吸収能を発揮できなくなるという問題もある。

【０００４】

さらに、上記衝突予防システム等において、より一層の高い精度を実現するため、周波数の異なる複数のレーダが併用されることが考えられる。しかし、上記のとおり、通常、電磁波吸収体の吸収能は、対象とする周波数近傍のごく限られた範囲にしか発揮することができないため、周波数の異なるレーダごとに異なる電磁波吸収体を用意する必要があり、電磁波吸収体のコストが高くなるとともに、多数の電磁波吸収体を用いることにより総重量が重くなるという問題が生じる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【文献】特開平６－１２０６８９号公報
特開平１０－１３０８２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、高い分解能を有するレーダに対して用いることができる、広帯域幅において優れた吸収能を有する電磁波吸収体を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上記の目的を達成するため、本発明は、以下の［１］および［２］を提供する。

［１］誘電体層と、上記誘電体層の一方の面に設けられる導電層とを有する電磁波吸収体であって、上記導電層の厚みが２０ｎｍ～１００μｍの範囲にあり、６０～９０ＧＨｚの周波数帯域において、電磁波吸収量が２０ｄＢ以上である周波数帯域の帯域幅が２ＧＨｚ以上であることを特徴とする、電磁波吸収体。

［２］上記導電層のシート抵抗が、１．０×１０$^{-7}$～１００Ω／□の範囲に設定された、［１］に記載の電磁波吸収体。

【０００８】

本発明者らは、分解能が向上したレーダの周波数とその波動の振幅との関係に着目し、これらのレーダに対応することのできる優れた吸収能を有する電磁波吸収体を得ることを目

的として鋭意研究を行った。その結果、６０～９０ＧＨｚの周波数帯域において、電磁波吸収量が２０ｄＢ以上である周波数帯域の帯域幅を２ＧＨｚ以上である電磁波吸収体とすることにより、上記課題を解決できることを見出し、本発明に到達するに至った。

【発明の効果】

【０００９】

本発明の電磁波吸収体は、６０～９０ＧＨｚの周波数帯域において、電磁波吸収量が２０ｄＢ以上である周波数帯域の帯域幅が２ＧＨｚ以上であり、広い周波数帯域においてノイズを排除することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】本発明の実施の形態の一つである電磁波吸収体の断面図である。

【図２】図１に示す電磁波吸収体に粘着層を設けた場合を説明する図である。

【図３】（ａ），（ｂ）はいずれも図１に示す電磁波吸収体の製法を説明する図である。

【図４】本発明の他の実施の形態である電磁波吸収体の断面図である。

【図５】図４に示す電磁波吸収体に粘着層を設けた場合を説明する図である。

【図６】（ａ）～（ｆ）はそれぞれ実施例１～６の反射吸収量を測定し、周波数（ＧＨｚ）と反射吸収量（ｄＢ）との関係を示したグラフ図である。

【図７】（ａ）～（ｆ）はそれぞれ実施例７～１０および比較例１，２の反射吸収量を測定し、周波数（ＧＨｚ）と反射吸収量（ｄＢ）との関係を示したグラフ図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

つぎに、本発明の実施の形態について詳しく説明する。ただし、本発明は、この実施の形態に限定されるものではない。

【００１２】

本発明の電磁波吸収体は、６０～９０ＧＨｚの周波数帯域において、電磁波吸収量が２０ｄＢ以上である周波数帯域の帯域幅を２ＧＨｚ以上有しているものであり、好ましくは5ＧＨｚ以上、より好ましくは１０ＧＨｚ以上有し、その上限は、通常、３０ＧＨｚである。また、さらに好ましくは７０～８５ＧＨｚの周波数帯域において２ＧＨｚ以上、より好ましくは5ＧＨｚ以上、さらに好ましくは１０ＧＨｚ以上有し、その上限は、通常、３０ＧＨｚである。

【００１３】

上記電磁波吸収量および電磁波吸収量が２０ｄＢ以上である周波数帯域の帯域幅は、例えば、反射電力法、導波管法等によって測定することができる。本発明においては、キーコム社製　電波吸収体(電波吸収材料)・反射減衰量　測定装置ＬＡＦ－２６．５Ｂを用いて、ＪＩＳ　Ｒ　１６７９（電波吸収体のミリ波帯における電波吸収特性測定方法）に準拠し、斜入射１５°でサンプルに対して電磁波を照射して反射吸収量を測定し、電磁波吸収量としている。また、同測定において得られた反射吸収曲線より、反射吸収量が２０ｄＢ以上となる周波数帯域を特定し、電磁波吸収量が２０ｄＢ以上である周波数帯域の帯域幅としている。

【００１４】

この構成によれば、高い周波数の電磁波、例えば、７６～８１ＧＨｚの周波数帯域内にある特定の波長の電磁波を確実に排除することが可能になるため、より高い分解能を有するレーダとして、７６～８１ＧＨｚ近傍の周波数のものが採用された場合であっても、発生するノイズを確実に排除することができる。また、環境変化や経時的変化により、電磁波吸収体を構成する材料の特性に変化が生じ、吸収することのできる周波数（吸収ピーク）が変動した場合であっても、排除対象として設定されたレーダの周波数において充分な吸収能を発揮することができる。また、レーダの周波数が変動した場合であっても、充分な吸収能を発揮することができる。さらに、上記周波数近傍において周波数の異なる複数のレーダを用いた場合であっても、複数のレーダからのノイズを確実に排除することができる。このため、従来のように周波数の異なるレーダごとに異なる性能の電磁波吸収体を用

いる必要がなくなり、低コストを実現することができる。

【００１５】

本発明の電磁波吸収体は、磁性損失を利用する磁性電磁波吸収体、誘電損失を利用する誘電性電磁波吸収体、抵抗損失を利用する導電性電磁波吸収体およびλ／４型電磁波吸収体のいずれの方式の電磁波吸収体であってもよいが、とりわけ耐久性、軽量性、薄膜化が容易である点でλ／４型電磁波吸収体が好ましく、加工性に優れる点で磁性電磁波吸収体、誘電性電磁波吸収体が好ましい。

【００１６】

上記λ／４型電磁波吸収体である本発明の電磁波吸収体としては、例えば、図１に示すように、抵抗層Ａと、誘電体層Ｂと、導電層Ｃとをこの順で有し、上記抵抗層Ａの外側と、導電層Ｃの外側に、それぞれ樹脂層$Ｄ_1$，$Ｄ_2$が設けられているものがあげられる。なお、図１において、各部分は模式的に示したものであり、実際の厚み、大きさ等とは異なっている（以下の図においても同じ）。また、抵抗層Ａと、誘電体層Ｂと、導電層Ｃの構成で充分に効果を奏することができるため、樹脂層$Ｄ_1$，$Ｄ_2$は、任意に設けられた構成である。

【００１７】

上記抵抗層Ａは、電磁波吸収体内部へ電磁波を透過させることが求められるため、空気に近い比誘電率を有していることが好ましく、通常、酸化インジウムスズ（以下「ＩＴＯ」とする）が用いられる。なかでも、非晶質構造が極めて安定であり、高温多湿の環境下においても抵抗層Ａのシート抵抗の変動を抑えることができる点から、２０～４０重量％の$ＳｎＯ_2$、より好ましくは２５～３５重量％の$ＳｎＯ_2$を含有するＩＴＯを主成分とするものが好ましく用いられる。なお、本発明において「主成分とする」とは、その材料の特性に影響を与える成分の意味であり、その成分の含有量は、通常、材料全体の５０質量％以上であり、当然、その成分のみからなるものも含まれる。

【００１８】

また、抵抗層Ａのシート抵抗は３２０～５００Ω／□の範囲に設定されることが好ましく、より好ましくは３６０～４５０Ω／□の範囲である。抵抗層Ａのシート抵抗が上記範囲内であると、ミリ波レーダや準ミリ波レーダとして汎用される波長（周波）の電磁波を選択的に吸収しやすくなるためである。

【００１９】

そして、抵抗層Ａの厚みは、１５～１００ｎｍの範囲であることが好ましく、２５～５０ｎｍの範囲であることがより好ましい。厚みが厚すぎても、逆に薄すぎても、経時的あるいは環境的変化が加えられた際の、シート抵抗値の信頼性が低下する傾向がみられるためである。

【００２０】

上記誘電体層Ｂは、吸収の対象とする電磁波の波長に合わせ、所定の比誘電率を有する樹脂組成物を、硬化後に所定の厚みとなるように形成し、硬化させることによって得られるものである。上記樹脂組成物としては、エチレン酢酸ビニル共重合体（ＥＶＡ）、塩化ビニル、ウレタン、アクリル、アクリルウレタン、ポリオレフィン、ポリエチレン、ポリプロピレン、シリコーン、ポリエチレンテレフタレート、ポリエステル、ポリスチレン、ポリイミド、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン、エポキシ等の合成樹脂や、ポリイソプレンゴム、ポリスチレン・ブタジエンゴム、ポリブタジエンゴム、クロロプレンゴム、アクリロニトリル・ブタジエンゴム、ブチルゴム、アクリルゴム、エチレン・プロピレンゴムおよびシリコーンゴム等の合成ゴム材料を樹脂成分として用いることが好ましい。とりわけ、成形性と比誘電率の点から、ＥＶＡまたはアクリル樹脂を用いることが好ましい。なお、これらは単独でもしくは２種以上併せて用いることができ、誘電体層Ｂは、単層あるいは複層とすることもできる。

【００２１】

また、誘電体層Ｂは比誘電率が小さいほど広帯域化しやすいことから、上記材料を発泡化した発泡体を使用してもよい。またこのような発泡体としては、柔軟性の高い発泡体が好

ましく用いられる。
【００２２】
誘電体層Ｂの比誘電率は、１～１０の範囲にあることが好ましく、１～５の範囲にあることがより好ましく、１～３の範囲にあることがさらに好ましい。比誘電率が上記範囲内であると、誘電体層を制御しやすい厚みに設定することができ、かつ電磁波吸収量が２０ｄＢ以上である周波数帯域の帯域幅をより広いものに設定することが可能となり、吸収能をより均一に有する電磁波吸収体を得ることができる。
【００２３】
なお、上記誘電体層Ｂの比誘電率は、アジレント・テクノロジー社製　ネットワークアナライザーＮ５２３０Ｃ、関東電子応用開発社製　空洞共振器ＣＰ５３１等を用い、１０ＧＨｚにおける比誘電率を空洞共振器摂動法により測定することができる。
【００２４】
誘電体層Ｂの厚みは、５０～２０００μｍであることが好ましく、１００～１５００μｍであることがより好ましく、１００～１０００μｍであることがさらに好ましい。薄すぎると厚み寸法精度の確保が困難となり、吸収性能の精度が低下する恐れがあり、厚すぎると重量も増すこともあり扱いにくくなったり、材料コストが高くなる傾向がある。
【００２５】
上記導電層Ｃは、対象とする電磁波を電磁波吸収体の裏面近傍で反射させるために配置されるものであり、そのシート抵抗は、抵抗層Ａのシート抵抗より充分に低く設定されている。これらのことから、導電層Ｃの材料としては、例えば、ＩＴＯ、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、ニッケル（Ｎｉ）、クロム（Ｃｒ）、モリブデン（Ｍｏ）、およびこれらの金属の合金があげられる。なかでも、導電層ＣにＩＴＯを用いることで、透明な電磁波吸収体を供することができ、透明性が必要とされる部位への適用が可能となるだけでなく、施工性の改善を図ることができるため、とりわけ５～１５重量％のSnO_2を含有するＩＴＯが好ましく用いられる。導電層ＣにＩＴＯを用いた場合の厚みは、２０～２００ｎｍであることが好ましく、５０～１５０ｎｍであることがより好ましい。厚みが厚すぎると導電層Ｃに応力によりクラックが入り易くなる傾向がみられ、薄すぎると所望の低い抵抗値が得られ難くなる傾向がみられるためである。一方、シート抵抗値をより容易に下げることができ、ノイズをより低減することができる点から、Ａｌまたはその合金が好ましく用いられる。Ａｌまたはその金属合金を用いた場合の導電層Ｃの厚みは、２０ｎｍ～１００μｍであることが好ましく、５０ｎｍ～５０μｍであることがより好ましい。厚みが厚すぎると電磁波吸収体が剛直となり扱いづらくなる傾向がみられ、薄すぎると所望の低い抵抗値が得られがたくなる傾向がみられるためである。また、導電層Ｃのシート抵抗は、$1.0\times10^{-7}\Omega$～１００Ωであることが好ましく、$1.0\times10^{-7}\Omega$～２０Ωであることが好ましい。
【００２６】
上記樹脂層D_1，D_2は、抵抗層Ａまたは導電層Ｃをスパッタ等により形成する際の基板となるものであり、電磁波吸収体に形成された後に、抵抗層Ａおよび導電層Ｃを外部からの衝撃等から保護する等の役割を果たすものである。このような樹脂層D_1，D_2の材料としては、抵抗層Ａまたは導電層Ｃの形成に用いる蒸着やスパッタ等の高温に耐えうるものであることが好ましく、例えば、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、ポリエチレンナフタレート（ＰＥＮ）、アクリル（ＰＭＭＡ）、ポリカーボネート（ＰＣ）、シクロオレフィンポリマー（ＣＯＰ）等があげられる。なかでも、耐熱性に優れ、寸法安定性とコストとのバランスがよいことからＰＥＴが好ましく用いられる。なお、樹脂層D_1，D_2は、互いに同じ材料からなっていてもよいし、それぞれ異なる材料からなっていてもよい。また、単層にかぎらず複層であってもよいし、樹脂層D_1，D_2を設けなくてもよい。
【００２７】
樹脂層D_1，D_2の厚みは、それぞれ１０～１２５μｍであることが好ましく、２０～５０μｍであることがより好ましい。薄すぎると、抵抗層Ａを形成する際にシワや変形が起こりやすい傾向がみられるためであり、厚すぎると、電磁波吸収体としての屈曲性が低下す

る傾向がみられるためである。また、樹脂層Ｄ$_1$，Ｄ$_2$は互いに同じ厚みであってもよいし、それぞれ異なる厚みであってもよい。

【００２８】

なお、上記実施の形態では、電磁波吸収体が、抵抗層Ａ、誘電体層Ｂ、導電層Ｃ、樹脂層Ｄ$_1$，Ｄ$_2$の積層体からなっているが、電磁波吸収体にはこれらの層以外の層を設けてもよい。すなわち、樹脂層Ｄ$_1$の外側、抵抗層Ａと誘電体層Ｂの間、誘電体層Ｂと導電層Ｃの間、樹脂層Ｄ$_2$の外側等に他の層を設けるようにしてもよい。例えば、抵抗層Ａと誘電体層Ｂの間にコート層（図示せず）を設けると、誘電体層Ｂ中の成分が抵抗層Ａに拡散することを防止することができ、抵抗層Ａの保護を図ることができる。同様に、導電層Ｃと誘電体層Ｂの間にコート層（図示せず）を設けると、誘電体層Ｂ中の成分が導電層Ｃに拡散することを防止することができ、導電層Ｃの保護を図ることができる。また、図２に示すように、樹脂層Ｄ$_2$の外側に粘着層Ｇを設けると他の部材（被取り付け部材）への取り付けが容易になる。

【００２９】

上記コート層の材料としては、例えば、二酸化ケイ素（SiO_2）、窒化ケイ素（ＳｉＮ）、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、窒化アルミニウム（ＡｌＮ）、酸化ニオブ（Nb_2O_5）、スズ・シリコン酸化物（ＳＴＯ）、アルミニウム含有酸化亜鉛（ＡＺＯ）、窒化シリコン（ＳｉＮ）等を用いることができる。

【００３０】

上記粘着層Ｇの材料としては、例えば、ゴム系粘着剤、アクリル系粘着剤、シリコーン系粘着剤、ウレタン系粘着剤等の粘着剤を用いることができる。また、エマルション系接着剤、ゴム系接着剤、エポキシ系接着剤、シアノアクリル系接着剤、ビニル系接着剤、シリコーン系接着剤等の接着剤を用いることもでき、被取り付け部材の材質や形状によって適宜選択することができる。なかでも、長期間にわたる粘着力を発揮し、取り付けの信頼性が高い点から、アクリル系粘着剤が好ましく用いられる。

【００３１】

このような電磁波吸収体（図１参照）は、例えば、つぎのようにして製造することができる。

【００３２】

まず、図３（ａ）に示すように、フィルム状に成形された樹脂層Ｄ$_1$の上（図では下）に抵抗層Ａを形成する。また、フィルム状に成形された樹脂層Ｄ$_2$の上に導電層Ｃを形成する。上記抵抗層Ａおよび導電層Ｃは、スパッタ、蒸着等により形成することができる。なかでも、抵抗値や厚みを厳密に制御できる点から、いずれもスパッタを用いることが好ましい。

【００３３】

つぎに、図３（ｂ）に示すように、誘電体層Ｂを形成する樹脂組成物をシート状にプレス成形する。そして、上記誘電体層Ｂの一方の面に、樹脂層Ｄ$_1$の上に形成された抵抗層Ａを重ね、もう一方の面に、樹脂層Ｄ$_2$の上に形成された導電層Ｃを重ねる。これにより、図１に示す、樹脂層Ｄ$_1$、抵抗層Ａ、誘電体層Ｂ、導電層Ｃ、樹脂層Ｄ$_2$がこの順で積層された電磁波吸収体を得ることができる。

【００３４】

これによれば、誘電体層Ｂの厚みの制御が容易であるため、対象とする波長（周波）の電磁波を効果的に吸収する電磁波吸収体とすることができる。また、抵抗層Ａおよび導電層Ｃを別々に形成することができるため、電磁波吸収体の製造にかかる時間を短縮することができ、低コストで製造することができる。なお、樹脂層Ｄ$_1$，Ｄ$_2$を設けない場合には、例えば、誘電体層Ｂに、抵抗層Ａおよび導電層Ｃの材料を、直接、スパッタ、蒸着等することにより電磁波吸収体を製造することができる。

【００３５】

つぎに、前記磁性電磁波吸収体または誘電性電磁波吸収体である本発明の電磁波吸収体としては、例えば、図４に示すように、誘電体層Ｅと導電層Ｆを有しているものがあげられ

る。磁性電磁波吸収体は、誘電体層Ｅの外側から照射された電磁波を、添加される磁性体の磁気モーメントの追従遅れを利用した磁性損失により吸収する電磁波吸収体である。一方、誘電性電磁波吸収体は、添加される誘電体の分極の追従遅れを利用した熱損失により吸収する電磁波吸収体である。なお、磁性体と誘電体とを組み合わせて添加した電磁波吸収体としてもよい。

【００３６】

磁性電磁波吸収体の場合、上記誘電体層Ｅは、前記誘電体層Ｂと同様の材料からなる樹脂組成物に、磁性体を含有させたものを、硬化後に所定の厚みとなるように形成し、硬化させることによって得ることができる。上記磁性体としては、加えた電界により電磁波を吸収するものがあげられ、例えば、ケッチェンブラック、アセチレンブラック、ファーネスブラック、黒鉛、膨張黒鉛などの導電性カーボン、鉄、ニッケル、フェライトなどの磁性粉等を用いることができる。なかでも、樹脂組成物への分散性に優れる点から、錯体状のカルボニル金属を用いることが好ましく、とりわけカルボニル鉄粉が好ましく用いられる。

【００３７】

誘電性電磁波吸収体の場合、上記誘電体層Ｅは、前記誘電体層Ｂと同様の材料からなる樹脂組成物に、誘電体を含有させたものを、硬化後に所定の厚みとなるように形成し、硬化させることによって得ることができる。上記誘電体としては、加えた磁界により電磁波を吸収するものがあげられ、例えば、ケッチェンブラック、アセチレンブラック、ファーネスブラック、黒鉛、膨張黒鉛などのカーボン、チタン酸バリウム やチタン酸ジルコン酸鉛等の強誘電体を用いることができる。なかでも、材料コストに優れる点からカーボン粉末が好ましく用いられる。

【００３８】

そして、誘電体層Ｅの厚みは、５０～２０００μｍであることが好ましく、１００～１５００μｍであることがより好ましい。薄すぎると厚み寸法精度の確保が困難となる傾向がみられ、厚すぎると材料コストが高くなるだけでなく、重量が増加し過ぎる傾向がみられるためである。

【００３９】

また、誘電体層Ｅの比誘電率は、１～１０の範囲にあることが好ましく、１～５の範囲にあることがより好ましい。比誘電率が上記範囲内であると、誘電体層を制御しやすい厚みに設定することができ、かつ電磁波吸収量が２０ｄＢ以上である周波数帯域の帯域幅をより広いものに設定することが可能となり、また、吸収能をより均一に有する電磁波吸収体を得ることができる。そして、設定および製造が容易であるため、低コストの電磁波吸収体を実現することができる。

【００４０】

上記導電層Ｆは、対象とする波長（周波）の電磁波を電磁波吸収体の裏面近傍で反射させるために配置されるものであることから、導電層Ｆの材料としては、例えば、ＩＴＯ、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、ニッケル（Ｎｉ）、クロム（Ｃｒ）、モリブデン（Ｍｏ）、およびこれらの金属の合金があげられる。

【００４１】

また、導電層Ｆの厚みは、２０ｎｍ～１００μｍであることが好ましく、５０ｎｍ～５０μｍであることがより好ましい。厚みが厚すぎると導電層Ｆに応力やクラックが入り易くなる傾向がみられ、薄すぎると所望の低い抵抗値が得られ難くなる傾向がみられるためである。そして、導電層Ｆのシート抵抗は、$１．０×１０^{-7}$Ω～１００Ωであることが好ましく、$１．０×１０^{-7}$Ω～２０Ωであることがより好ましい。

【００４２】

このような電磁波吸収体（図４参照）は、例えば、プレス成形等によりシート状に形成された誘電体層Ｅに、導電層Ｆの材料をスパッタ、蒸着等することにより製造することができる。

【００４３】

なお、上記実施の形態では、電磁波吸収体が、誘電体層Ｅと導電層Ｆとの積層体からなっ

ているが、電磁波吸収体にこれら以外の層を設けてもよい。すなわち、誘電体層Ｅの外側、誘電体層Ｅと導電層Ｆの間、導電層Ｆの外側等に他の層を設けるようにしてもよい。例えば、誘電体層Ｅと導電層Ｆの間にコート層（図示せず）を設けると、誘電体層Ｅ中の成分が導電層Ｆに拡散することを防止することができ、導電層Ｆの保護を図ることができる。また、図５に示すように、樹脂層Ｆの外側に粘着層Ｇを設けると他の部材（被取り付け部材）への取り付けが容易になる。上記コート層および粘着層Ｇの材料としては、図１に示す実施の形態と同様のものを用いることができる。

【実施例】

【００４４】

以下、実施例および比較例をあげて、本発明をさらに具体的に説明するが、本発明はその要旨を超えない限り、以下の実施例に限定されるものではない。

【００４５】

下記に示すとおり、実施例１～１０および比較例１，２の電磁波吸収体を作製し、これらについて、キーコム社製　電波吸収体（電波吸収材料）・反射減衰量　測定装置　ＬＡＦ－２６．５Ｂを用いて、ＪＩＳ　Ｒ　１６７９（電波吸収体のミリ波帯における電波吸収特性測定方法）に準拠し、斜入射１５°で電磁波を照射し、それぞれ反射吸収量を測定した。結果を後記の表１および図６、図７に示す。

【００４６】

＜実施例１＞

図１に示す電磁波吸収体を得る方法に準じ、三井デュポン社製ＥＶＡ樹脂（エバフレックスＥＶ２５０、比誘電率２.４５）を１２０℃でプレス成形し、５６０μｍ厚シートに成形して誘電体層Ｂを作製した。この誘電体層Ｂの一方の面に、導電層Ｃとして表面抵抗が２０Ω/□になるようにＩＴＯがスパッタ形成された３８μｍ厚のＰＥＴフィルム（樹脂層$Ｄ_1$）を、導電層Ｃを誘電体層Ｂに対峙するように貼り合せた。そして、上記誘電体層Ｂのもう一方の面に、抵抗層Ａとして表面抵抗が３８０Ω/□になるようにＩＴＯがスパッタ形成された３８μｍ厚のＰＥＴフィルム（樹脂層$Ｄ_2$）を抵抗層Ａが誘電体層Ｂに対峙するように貼り合せて、目的とする電磁波吸収体を得た。

【００４７】

＜実施例２＞

図１に示す電磁波吸収体を得る方法に準じ、誘電体層Ｂを下記のように変更した以外は、実施例１と同様にして目的とする電磁波吸収体を得た。

（誘電体層Ｂ）

三井デュポン社製ＥＶＡ樹脂（エバフレックスＥＶ２５０）１００重量部に、堺化学工業社製チタン酸バリウム（ＢＴ－０１）を５０重量部添加し、ミキシングロールで混練した後、１２０℃でプレス成形し、４５８μｍ厚シートに成形して誘電体層Ｂを作製した。この誘電体層Ｂの比誘電率は３.９０であった。

【００４８】

＜実施例３＞

図１に示す電磁波吸収体を得る方法に準じ、誘電体層Ｂを下記のように変更した以外は、実施例１と同様にして目的とする電磁波吸収体を得た。

（誘電体層Ｂ）

三井デュポン社製ＥＶＡ樹脂（エバフレックスＥＶ２５０）１００重量部に、堺化学工業社製チタン酸バリウム（ＢＴ－０１）を１００重量部添加し、ミキシングロールで混練した後、１２０℃でプレス成形し、３９７μｍ厚シートに成形して誘電体層Ｂを作製した。この誘電体層Ｂの比誘電率は５．１９であった。

【００４９】

＜実施例４＞

図１に示す電磁波吸収体を得る方法に準じ、誘電体層Ｂを下記のように変更した以外は、実施例１と同様にして目的とする電磁波吸収体を得た。

（誘電体層Ｂ）

三井デュポン社製ＥＶＡ樹脂（エバフレックスＥＶ２５０）１００重量部に、堺化学工業社製チタン酸バリウム（ＢＴ－０１）を２００重量部添加し、ミキシングロールで混練した後、１２０℃でプレス成形し、３３６μm厚のシートに成形して誘電体層Ｂを作製した。この誘電体層Ｂの比誘電率は７．２５であった。

【００５０】

＜実施例５＞

図１に示す電磁波吸収体を得る方法に準じ、誘電体層Ｂを日東電工社製のオレフィン系発泡体ＳＣＦ１００（比誘電率1.07）を厚み８２２μmにスライス成形したものに変更し、抵抗層Ａおよび導電層Ｃをそれぞれ厚み３０μmに形成したアクリル系粘着剤を介して誘電体層Ｂに貼り合せた以外は、実施例１と同様にして目的とする電磁波吸収体を得た。

【００５１】

＜実施例６＞

図１に示す電磁波吸収体を得る方法に準じ、誘電体層Ｂをポリエステル系発泡体ＳＣＦＴ１００（比誘電率1.09）を厚み７９３μmにスライス成形したものに変更し、抵抗層Ａおよび導電層Ｃをそれぞれ厚み３０μmに形成したアクリル系粘着剤を介して誘電体層Ｂに貼り合せた以外は、実施例１と同様にして目的とする電磁波吸収体を得た。

【００５２】

＜実施例７＞

図４に示す電磁波吸収体を得る方法に準じ、三井デュポン社製ＥＶＡ樹脂（エバフレックスＥＶ２５０）１００重量部に、ニューメタルスエンドケミカルス社製　カルボニル鉄粉ＹＷ１を３００重量部添加し、ミキシングロールで混練した後、１２０℃でプレス成形し、１２００μm厚シートに成形して誘電体層Ｅを作製した。この誘電体層Ｅの比誘電率は６．６０であった。上記誘電体層Ｅの一方の面に、導電層Ｆとして、ＩＴＯフィルム(表面抵抗２０Ω/□)を貼り合せて、目的とする電磁波吸収体を得た。

【００５３】

＜実施例８＞

図４に示す電磁波吸収体を得る方法に準じ、導電層Ｆとして、アルミ箔／ＰＥＴ複合フィルム(ＵＡＣＪ社製　アルミ箔７μm／ＰＥＴ９μm)を、アルミ箔面を誘電体層Ｅに対峙させて貼り合せた以外は、実施例７と同様にして、目的とする電磁波吸収体を得た。

【００５４】

＜実施例９＞

図１に示す電磁波吸収体を得る方法に準じ、誘電体層Ｂをクラレ社製　熱可塑アクリル系エラストマー（クラリティー２３３０、比誘電率2.55）を１５０℃でプレス成形し、厚み５６１μmのシートに成形したものに変更した以外は、実施例１と同様にして目的とする電磁波吸収体を得た。

【００５５】

＜実施例１０＞

図１に示す電磁波吸収体を得る方法に準じ、誘電体層Ｂをクラレ社製　熱可塑アクリル系エラストマー（クラリティー２３３０、比誘電率2.55）を１５０℃でプレス成形し、厚み５３８μmのシートに成形したものに変更し、さらに、抵抗層Ａとして、アルミ箔／ＰＥＴ複合フィルム(ＵＡＣＪ社製　アルミ箔７μm／ＰＥＴ９μm)を、アルミ箔面を誘電体層Ｂに対峙させて貼り合せた以外は、実施例１と同様にして目的とする電磁波吸収体を得た。

【００５６】

＜比較例１＞

図１に示す電磁波吸収体を得る方法に準じ、誘電体層Ｂを下記のように変更した以外は、実施例１と同様にして目的とする電磁波吸収体を得た。

（誘電体層Ｂ）

三井デュポン社製ＥＶＡ樹脂（エバフレックスＥＶ２５０）１００重量部に、堺化学工業社製チタン酸バリウム（ＢＴ－０１）を３００重量部添加し、ミキシングロールで混練し

た後、１２０℃でプレス成形し、２４２μｍ厚シートに成形して誘電体層Ｂを作製した。この誘電体層Ｂの比誘電率は１４．０であった。

【００５７】

＜比較例２＞

図４に示す電磁波吸収体を得る方法に準じ、誘電体層Ｅを下記のように変更した以外は、実施例７と同様にして目的とする電磁波吸収体を得た。

（誘電体層Ｅ）

三井デュポン社製ＥＶＡ樹脂（エバフレックスＥＶ２５０）１００重量部に、ニューメタルスエンドケミカルス社製カルボニル鉄粉ＹＷ1を４００重量部添加し、ミキシングロールで混練した後、１２０℃でプレス成形し、１２００μｍ厚シートに成形して誘電体層Ｅを作製した。この誘電体層Ｅの比誘電率は１０．３であった。

【００５８】

【表１】

	誘電体層		20dB帯域幅 (GHz)	最大ピーク 周波数(GHz)	最大反射 吸収量(dB)
	比誘電率	厚み(μm)			
実施例1	2.45	560	14.3	80.0	31
実施例2	3.90	458	19.4	81.9	36
実施例３	5.19	397	10.0	78.5	26
実施例４	7.25	336	3.0	68.7	21
実施例５	1.07	822	17.4	72.7	29
実施例６	1.09	793	16.5	71.6	29
実施例７	6.60	1200	2.4	81.9	23
実施例８	6.60	1200	2.9	80.2	24
実施例９	2.55	561	15.6	74.6	33
実施例１０	2.55	538	10.3	78.0	25
比較例1	14.0	242	0.0	78.5	15
比較例2	10.3	1200	0.0	66.0	14

【００５９】

上記表１および図６、図７の結果から、実施例１～１０は、６０～９０ＧＨｚの周波数帯域において、反射吸収量が２０ｄＢ以上である周波数帯域の帯域幅が２ＧＨｚ以上あり、とりわけ実施例１～３、５、６、９、１０は、同帯域幅が１０．０ＧＨｚ以上という広い幅を有することがわかる。また比誘電率が小さいほど２０ｄＢ帯域幅が広くなる傾向にある。これに対し、比較例１、２は、６０～９０ＧＨｚの周波数帯域において、若干の吸収能を発揮するものの、反射吸収量が２０ｄＢ以上となる吸収能をどの範囲においても実現することはできなかった。

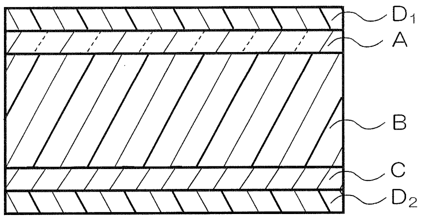
【産業上の利用可能性】

【００６０】

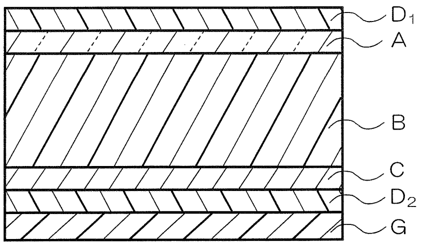
本発明は、幅広い周波数帯域において、長期間にわたり不要な電磁波を吸収する性能を発揮することができるため、自動車衝突防止システムに用いるミリ波レーダの電磁波吸収体に好適に利用できる。また、その他の用途として自動車、道路、人の相互間で情報通信を行う高度道路交通システム（ＩＴＳ）やミリ波を用いた次世代移動通信システム（５Ｇ）においても、電波干渉抑制やノイズ低減の目的で用いることができる。

【図面】

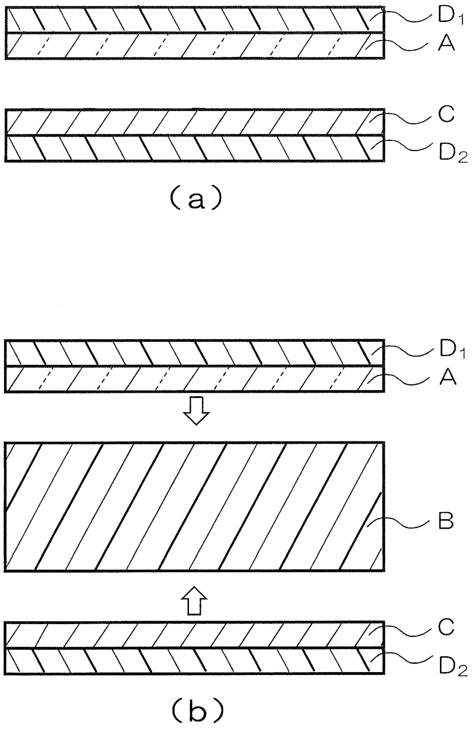
【図１】



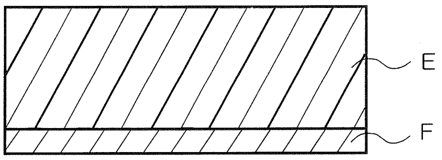
【図２】



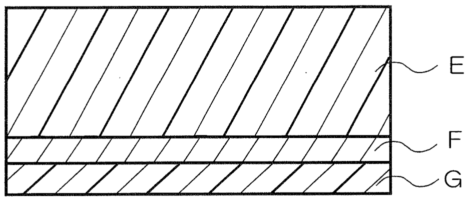
【図３】



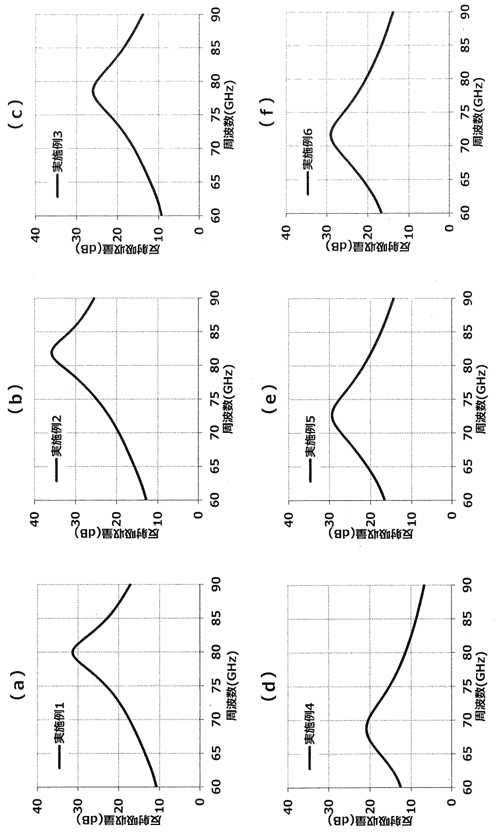
【図４】



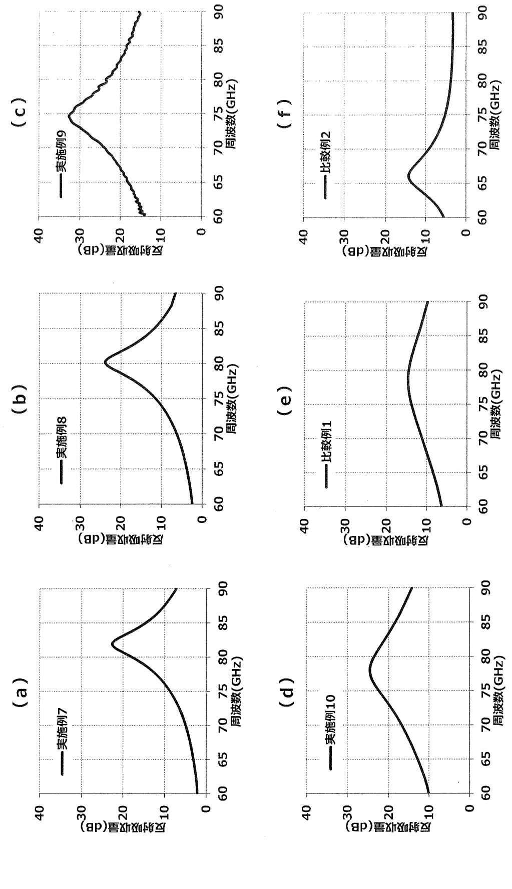
【図５】


E
F
G

【図６】


(a)
実施例1
(b)
実施例2
(c)
実施例3
(d)
実施例4
(e)
実施例5
(f)
実施例6
反射吸収量(dB)
周波数(GHz)

【図７】


(a)
実施例7
(b)
実施例8
(c)
実施例9
(d)
実施例10
(e)
比較例1
(f)
比較例2
反射吸収量(dB)
周波数(GHz)

フロントページの続き

(72)発明者　山形 一斗
大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号 日東電工株式会社内
(72)発明者　武田 雄希
大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号 日東電工株式会社内
(72)発明者　待永 広宣
大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号 日東電工株式会社内
(72)発明者　北川 祐矢
大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号 日東電工株式会社内
(72)発明者　佐々 和明
大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号 日東電工株式会社内

審査官　五貫 昭一

(56)参考文献　特開２００４－６４３６（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２９６７５８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０５Ｋ　９／００
Ｂ３２Ｂ　７／０２５
Ｈ０１Ｑ　１７／００