

(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
2024年4月4日(04.04.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/070455 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 15/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/031572

(22) 国際出願日: 2023年8月30日(30.08.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2022-152155 2022年9月26日(26.09.2022) JP

(71) 出願人: A G C 株式会社 (AGC INC.) [JP/JP];
〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 植木 真治 (UEKI, Shinji); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP). 神原 久美子 (KAMBARA, Kumiko); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITO H, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).

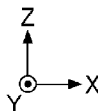
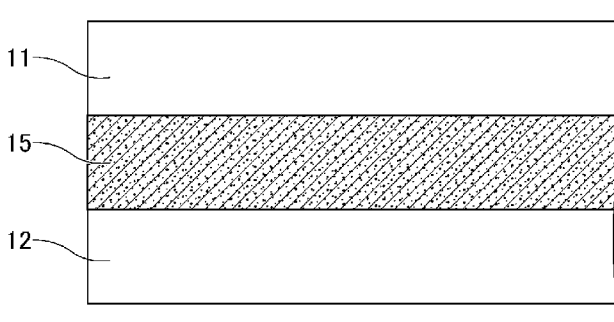
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: REFLECTIVE PANEL, ELECTROMAGNETIC-WAVE REFLECTION DEVICE USING SAME, ELECTROMAGNETIC-WAVE REFLECTION FENCE, AND METHOD FOR MANUFACTURING REFLECTIVE PANEL

(54) 発明の名称: 反射パネル、これを用いた電磁波反射装置、電磁波反射フェンス、及び反射パネルの作製方法

[図3]

10



(57) Abstract: Provided is a reflective panel in which at least one of the reflection efficiency and the reflection direction accuracy is improved while maintaining transparency. The reflective panel has a first substrate, a second substrate, and a reflective layer disposed between the first substrate and the second substrate. The first substrate and the second substrate are

[続葉有]



HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, 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, ME, 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).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

insulating substrates that are transparent to visible light and electromagnetic waves in a range of 1-300 GHz. The interface between the first substrate and the reflective layer or the interface between the second substrate and the reflective layer is a reflective surface that reflects electromagnetic waves in a prescribed frequency band included in the abovementioned range, and the reflective layer is a resin layer that contains a prescribed amount of a metal nanostructure.

(57) 要約: 透明性を維持しつつ、反射効率と反射方向の正確性の少なくとも一方が改善された反射パネルを提供する。反射パネルは、第1基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基板の間に配置される反射層とを有する。前記第1基板と前記第2基板は、可視光と、1 GHz以上300 GHz以下の範囲の電磁波とに対して透明な絶縁性基板である。前記第1基板と前記反射層の界面、または前記第2基板と前記反射層の界面は、上述した範囲に含まれる所定の周波数帯の電磁波を反射する反射面であり、前記反射層は、所定の含有量の金属ナノ構造体を含む樹脂層である。

明 細 書

発明の名称：

反射パネル、これを用いた電磁波反射装置、電磁波反射フェンス、及び反射パネルの作製方法

技術分野

[0001] 本発明は、反射パネル、これを用いた電磁波反射装置、電磁波反射フェンス、及び反射パネルの作製方法に関する。

背景技術

[0002] 大量のデータを扱うＩｏＴ（Internet of Things）の通信ネットワークに、第５世代移動通信システム（以下、「５Ｇ」と呼ぶ）の高速大容量、低遅延、かつ多数同時接続が可能な移動体通信技術を導入することが期待されている。移動体通信技術が本来有するモビリティと柔軟性に加えて、５Ｇの低遅延特性がＩｏＴに好適であるといわれている。一方で、５Ｇの電波は直進性が高いことから、リフレクタ等を設置して必要なエリアに電波を届ける伝搬経路を確保する必要がある。より高い周波数帯を用いる第６世代移動通信システム（「６Ｇ」と呼ぶ）の導入も視野に入れると、伝搬環境の改善に用いられる反射装置には、反射効率とともに、反射方向の正確性が求められる。また、リフレクタを遮音壁や安全柵としても機能させる使用態様も想定され、視認性を確保するため、可視光に対して５０％以上の透過性が求められる場合もある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：国際公開第２０２１／１９９５０４号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] リフレクタの反射膜として、一般的には、可視光に対する透過性をもつ金

属製のメッシュや、透明樹脂に印刷された金属メッシュなどが考えられる。しかし、可視光に対して透過性の高い金属製のメッシュは変形しやすく、反射パネルを製造する際に金属メッシュの変形によるスジ状の不良が発生しやすい。このスジ状の不良は、反射パネルのくもりまたは傷として視覚的に認識される。金属メッシュの変形が大きい場合は、反射方向や反射効率が設計と乖離し、所望の無線通信エリアが得られないというより深刻な問題がある。透明樹脂に印刷された金属メッシュはモアレ現象を起こしやすく、この場合もモアレによって視認性が低下する。

[0005] 本発明は、透明性を維持しつつ、反射効率と、反射方向の正確性の少なくとも一方を改善した反射パネルを提供することを一つの目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 一実施形態において、反射パネルは、第1基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基板の間に配置される反射層とを有し、

前記第1基板と前記第2基板は、可視光と、1GHz以上300GHz以下の範囲の電磁波に対して透明な絶縁性基板であり、

前記第1基板と前記反射層の界面、または前記第2基板と前記反射層の界面は、前記範囲に含まれる所定の周波数帯の電磁波を反射する反射面であり、

前記反射層は、所定の含有量の金属ナノ構造体を含む樹脂層である。

発明の効果

[0007] 透明性を維持しつつ、反射効率と、反射方向の正確性の少なくとも一方が改善された反射パネルが実現される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施形態の反射パネルを有する電磁波反射装置を連結した電磁波反射フェンスの模式図である。

[図2]図1のA-Aラインに沿った水平断面図である。

[図3]反射パネルの層構成の模式図である。

[図4A]反射層の一例を示す模式図である。

[図4B]反射層の別の例を示す模式図である。

[図4C]反射層のさらに別の例を示す模式図である。

[図5]反射パネルの変形例の模式図である。

[図6]評価に用いるサンプルの模式図である。

発明を実施するための形態

[0009] 図1は、実施形態の反射パネルを有する電磁波反射装置を連結した電磁波反射フェンス100の模式図である。電磁波反射フェンス100は、反射パネル10-1、10-2、及び10-3（以下、適宜「反射パネル10」と総称する場合がある）をそれぞれ有する電磁波反射装置60-1、60-2、及び60-3を横方向に連結したものである。図1の座標系で、反射パネル10の幅または水平方向をX方向、高さまたは垂直方向をY方向、厚さ方向をZ方向とする。図1では、3つの電磁波反射装置60-1、60-2、及び60-3（以下、適宜「電磁波反射装置60」と総称する場合がある）を連結して電磁波反射フェンス100を構成しているが、連結される電磁波反射装置60の数に、特に制限はない。

[0010] 電磁波反射装置60-1、60-2、及び60-3で用いられる反射パネル10-1、10-2、及び10-3は、1GHz以上300GHz以下、たとえば、1GHz以上170GHz以下、または1GHz以上100GHz以下、または1GHz以上80GHz以下の所定の周波数帯の電磁波を反射する。後述するように、各反射パネル10は、2枚の絶縁性の基板に挟まれた反射層を有する。

[0011] 各電磁波反射装置60は、反射パネル10を保持するフレーム50を有する。電磁波反射装置60は、フレーム50を支持する脚部56を有していてもよい。脚部56は必須ではないが、図1のように電磁波反射装置60または電磁波反射フェンス100を設置面（XZ面）に対して自立させるときに有用である。

[0012] 反射パネル10は、電磁波を入射角と同じ方向に反射する鏡面反射面を有していてもよいし、入射角と異なる方向に反射角が制御された人工的なメタ

サーフェスを有していてもよい。一枚の反射パネル１０に鏡面反射面とメタサーフェスが混在していてもよい。反射パネル１０が鏡面反射面を有する場合、隣接する反射パネル１０間で反射電位の連続性を保つ観点から、フレーム５０を介して互いに電氣的に接続されていることが望ましい。反射パネル１０がメタサーフェスを有する場合は、隣接する反射パネル１０間に電氣的な接続はなくてもよい。隣接する反射パネル１０同士をフレーム５０で保持することで、Ｘ方向に連結された電磁波反射フェンス１００が得られる。

[0013] 電磁波反射装置６０は、反射パネル１０とフレーム５０に加えて、反射パネル１０の上端を保持するトップフレーム５７と、下端を保持するボトムフレーム５８を有していてもよい。この場合、フレーム５０と、トップフレーム５７と、ボトムフレーム５８とで、反射パネル１０の全周を保持するフレームが構成される。フレーム５０は、トップフレーム５７とボトムフレーム５８に対する位置関係から、「サイドフレーム」と呼んでもよい。トップフレーム５７とボトムフレーム５８を設けることで、反射パネル１０の搬送、組立時の機械的強度と安全性が確保される。

[0014] 図２は、図１のＡ－Ａラインに沿った水平断面図である。この水平断面図は、フレーム５０によって保持された反射パネル１０－１と１０－２を、ＸＺ面と平行な断面で示す。フレーム５０は、導電性の本体５００と、本体５００の幅方向の両側に形成されたスリット５１－１、及び５１－２を有する。反射パネル１０－１と１０－２のエッジは、スリット５１－１と５１－２にそれぞれ挿入され、空間５２内で保持される。空間５２は必須ではないが、空間５２を設けることで、フレーム５０の本体５００を軽量化するとともに、反射パネル１０の保持角度にゆとりを持たせることができる。

[0015] 反射パネル１０－１と１０－２のそれぞれがスリット５１－１と５１－２に挿入されることで、隣接する反射パネル１０－１と１０－２は安定的に保持され得る。本体５００の一部は非導電性の材料で形成されていてもよい。本体５００の外表面に、樹脂などの非導電性のカバー５０１が設けられていてもよいが、カバー５０１は必須ではない。カバー５０１を設ける場合、カ

バー 501 はフレーム 50 を保護する保護部材として機能する。

[0016] <反射パネルの層構成>

図 3 は、反射パネル 10 の層構成の模式図である。この層構成は、反射パネル 10 の厚さ (Z) 方向の構成である。反射パネル 10 A、第 1 基板 11 と、第 2 基板 12 と、第 1 基板 11 と第 2 基板 12 の間に設けられる反射層 15 を有する。第 1 基板 11 と第 2 基板 12 は、1 GHz 以上 300 GHz 以下の電磁波と可視光に対して透明な絶縁性基板である。電磁波の入射方向に応じて、第 1 基板 11 と反射層 15 の界面、または第 2 基板 12 と反射層 15 の界面が、上記の範囲に含まれる所定の周波数帯の電磁波を選択的に反射する反射面となる。反射層 15 は、所定の割合の金属ナノ構造体を含む樹脂層である。

[0017] 第 1 基板 11 と第 2 基板 12 は、ポリカーボネート、シクロオレフィンポリマー (COP)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、フッ素樹脂などの絶縁性のポリマーシートまたはフィルムである。これらの材料は、可視光に対しての透明度が高く、かつ、1 GHz 以上 170 GHz 以下の電磁波に対する透過率も高い。反射パネル 10 を屋外や、製造ラインで用いる場合は、耐衝撃性や耐久性、透明度に優れたポリカーボネートを用いるのが望ましい。反射パネル 10 の強度を保ちつつ、反射パネル 10 の総量をできるだけ軽くするために、第 1 基板 11 と第 2 基板 12 の厚さは、反射パネル 10 の適用場所や態様に応じて、1.0 mm 以上 10.0 mm 以下の範囲で適切に選択される。

[0018] 反射層 15 は、樹脂層の中に所定の割合で含まれる金属ナノ構造体を有する。樹脂として、エチレン酢酸ビニル、COP、紫外線硬化樹脂、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂等が用いられる。紫外線硬化樹脂として、ウレタン系樹脂、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂、エポキシ樹脂、ウレタンアクリレート等を用いることができる。熱可塑性樹脂として、ポリカーボネートを用いてもよい。

[0019] 樹脂材料の比誘電率と誘電正接は、反射層 15 全体としての反射効率の低

下を抑制する適切な範囲に設定されている。一例として、樹脂材料の比誘電率は、2.0以上3.0未満、誘電正接は、0.0001以上0.1000未満である。樹脂材料の比誘電率が3.0以上になると、高周波に対する損失が増大するおそれがある。樹脂材料の誘電正接が0.1000以上になると、樹脂中での電気エネルギーの損失が大きくなるおそれがある。比誘電率と誘電正接が上述した範囲にある限り、樹脂としてセルロース樹脂、アニリン樹脂、エチレン樹脂、その他の樹脂材料を用いてもよい。

[0020] 金属ナノ構造体は、直径または幅が1 nmから数百 nmの金属粒子または金属ワイヤであってもよいし、樹脂層に埋め込まれた直径または幅が数 nmから数百 nmの金属パターンであってもよい。金属パターンの形状は、円柱、多角柱、楕円、ラインアンドスペースパターン等であってもよい。金属ナノワイヤを用いる場合は、ワイヤ長が1 μ m以上500 μ m以下のものを用いてもよい。反射層15として微細金属が分散された透明インクを塗布してもよい。この場合、反射パネルの透明性と反射効率（または表面抵抗値）を両立させる観点から、微細金属の固形分濃度は0.5 wt %以上30.0 wt %以下、より好ましくは1.5 wt %以上30.0 wt %以下であることが望ましい。

[0021] 反射層15自体がフレキシブルな導電層であり、第1基板11または第2基板12の表面に対する追従性と密着性が良好である。また、金属メッシュと比較して、反射パネル10の作製時の歪み、変形がほとんどない。スジ状の不良やモアレの発生が抑制されて、反射パネル10の透明度を高く維持することができる。さらに、設計された反射効率や反射方向からのズレを抑制できる。

[0022] 反射層15の厚さは、使用波長よりも薄く、かつ、第1基板11及び第2基板12との界面で表面抵抗を低く維持できれば、特に制限はない。反射層15の厚さは、たとえば10 μ m以上1000 μ m以下である。反射の電位を高く保つ観点から、反射層15の表面抵抗値は、0.1 $\Omega/\square$ 以上50.0 $\Omega/\square$ 以下、好ましくは0.1 $\Omega/\square$ 以上10.0 $\Omega/\square$ 以下である。第

1 基板 1 1 と第 2 基板の間に金属ナノ構造体を用いた反射層 1 5 を配置することで、透明性を維持しつつ、反射効率と反射方向の正確性の少なくとも一方を改善した反射パネル 1 0 が実現される。

[0023] <反射層の構成>

図 4 A は、反射層 1 5 A の模式図である。反射層 1 5 A は、樹脂層 1 5 1 と、樹脂層 1 5 1 中に分散される金属ナノ粒子 1 5 3 A を含む。樹脂層 1 5 1 は、上述したように、酢酸ビニル、COP、ウレタン系樹脂、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂、エポキシ樹脂、ウレタンアクリレート、ルコース樹脂、アニリン樹脂、エチレン樹、その他の紫外線硬樹脂、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂等である。樹脂層 1 5 1 の比誘電率は、好ましくは 2.0 以上 3.0 未満である。樹脂層 1 5 1 の比誘電率が 3.0 以上になると、高周波に対する損失が増大するおそれがある。樹脂層 1 5 1 の誘電正接は、0.0001 以上 0.1000 未満である。樹脂層 1 5 1 の誘電正接が 0.1000 以上になると、樹脂層 1 5 1 中での電気エネルギーの損失が大きくなるおそれがある。比誘電率と誘電正接が上述した範囲にある限り、適切な樹脂材料を選択できる。

[0024] 樹脂層 1 5 1 に含まれる金属ナノ粒子 1 5 3 A は、径または幅がナノオーダーサイズの金属粒子であり、球状粒子、楕円粒子、シリンダ型粒子、柱状粒子、多角錐型粒子など、形状は問わない。径が 1 ミクロンよりも小さい粒子は「ナノ粒子」と呼ばれるが、無線通信波長である電磁波を効率的に反射、散乱するために、金属ナノ粒子 1 5 3 A の平均径は 1 nm 以上 500 nm 以下、好ましくは、1 nm 以上 100 nm 以下である。金属ナノ粒子 1 5 3 A の材料として、銀、銅、金、白金、パラジウム、ロジウム、イリジウム、ルテニウム、オスミウム、鉄、コバルト、スズ等が用いられる。

[0025] 金属ナノ粒子 1 5 3 A の含有率が高いほど、表面抵抗は小さくなり、反射効率は良くなる。一方、反射パネル 1 0 または電磁波反射装置 6 0 を、道路、公園、工場内、商業施設内、オフィス内等、屋内外で用いる場合、自然光や照明光を取り入れる観点から、透明度または視認性が高い方が望ましい。

可視光に対する透過率を40%以上、好ましくは50%以上、より好ましくは60%以上に維持しつつ、表面抵抗を小さくするために、金属ナノ粒子153Aの固形分濃度は1.5wt%以上30.0wt%に設定されてもよい。金属ナノ粒子の含有率の上限値は、表面抵抗値が50.0Ω/□以下、かつ透明度が担保される範囲で、用いる金属材料に応じて適宜調整されてもよい。

[0026] 図4Bは、反射層15Bの模式図である。反射層15Bは、樹脂層151と、樹脂層151中に分散される金属ナノワイヤ153Bを含む。樹脂層151は、図4Aを参照して述べたものと同じ樹脂を使用でき、その比誘電率と誘電正接の好ましい範囲も、図4Aを参照して説明したとおりである。

[0027] 樹脂層151に含まれる金属ナノワイヤ153Bは、径または幅がサブミクロンサイズの金属ワイヤである。通信波長の入射電磁波を効率良く反射、散乱させるために、金属ナノワイヤ153Bの平均径は10nm以上、500nm以下、好ましくは、10nm以上100nm以下である。金属ナノワイヤ153Bの平均長さは、たとえば、1μm以上500μm以下である。金属ナノワイヤ153Bの材料として、銀、銅、金、白金、パラジウム、ロジウム、イリジウム、ルテニウム、オスミウム、鉄、コバルト、スズ等が用いられる。スズ、硫化銀、酸化銅などのウィスカを金属ナノワイヤ153Bとして用いてもよい。

[0028] 金属ナノワイヤ153Bの含有率が高いほど、表面抵抗は小さくなり、反射効率は良くなる。一方、反射パネル10または電磁波反射装置60を、道路、公園、工場内、商業施設内、オフィス内等、屋内外で用いる場合、自然光や照明光を取り入れる観点から、透明度または視認性が高い方が望ましい。可視光に対する透過率を40%以上、より好ましくは50%以上に維持しつつ、表面抵抗を小さくするために、金属ナノワイヤ153Bの固形分濃度は1.5wt%以上30.0wt%に設定されてもよい。金属ナノワイヤ153Bの含有率の上限値は、表面抵抗値が50.0Ω/□以下、かつ透明度が担保される範囲で、用いるナノワイヤ材料に応じて適宜調整されてもよい。

。

[0029] 図4Cは、反射層15Cの模式図である。反射層15Cは、樹脂層151と、樹脂層151中の金属ナノパターン153Cを含む。樹脂層151は、図4Aを参照して述べたものと同じ樹脂材料を使用でき、その比誘電率と誘電正接の好ましい範囲も、図4Aを参照して説明したとおりである。

[0030] 樹脂層151に含まれる金属ナノパターン153Cは、径または幅がサブミクロンサイズの金属パターンである。通信波長の入射電磁波を効率良く反射、散乱させるために、金属ナノパターン153Cの平均径または平均幅は10nm以上、500nm以下、好ましくは、10nm以上100nm以下である。反射層15Cは、金属ナノパターン153Cが埋め込まれた所定サイズの樹脂シートを第1基板11または第2基板12上に隙間なくタイリングしたものであってもよい。

[0031] 図4Cでは、金属ナノパターン153Cを有する樹脂シート151aと151bを貼り合わせて樹脂層151が形成されているが、金属ナノパターン153Cを有する一層の樹脂シートで反射層15Cが形成されてもよいし、三層以上の樹脂シートを張り合わせてもよい。XY面内での金属ナノパターン153Cの形状は、円形、楕円形、多角形、Y方向に延びるストライプ等であってもよい。金属ナノパターン153Cは、銀、銅、金、白金、パラジウム、ロジウム、イリジウム、ルテニウム、オスミウム、鉄、コバルト、スズ等で形成され得る。

[0032] 金属ナノパターン153Cの含有率が高いほど、表面抵抗は小さくなり、反射効率は良くなる。一方、反射パネル10または電磁波反射装置60を、道路、公園、工場内、商業施設内、オフィス内等、屋内外で用いる場合、自然光や照明光を取り入れる観点から、透明度または視認性が高い方が望ましい。可視光に対する透過率を40%以上、より好ましくは50%以上に維持しつつ、表面抵抗を小さくするために、反射層15C中の金属ナノパターン153Cの固形分濃度は1.5wt%以上30.0wt%に設定されてもよい。金属ナノパターン153Cの含有率の上限値は、表面抵抗値が50.0

$\Omega/\square$ 以下、かつ透明度が担保される範囲で、用いる金属材料に応じて適宜調整されてもよい。

[0033] <反射パネルの変形例>

図5は、反射パネル10の変形例として反射パネル10Aを示す。この層構成は、反射パネル10の厚さ(Z)方向の構成である。反射パネル10Aは、第1基板11と、第2基板12Aと、第1基板11と第2基板12の間に設けられる反射層15を有する。第1基板11と第2基板12Aの少なくとも一方は、反射層15との界面に凹凸121を有する。この例では、第2基板12Aが凹凸121を有する。

[0034] 凹凸121は、一般的なプラスチック基板の表面に存在する凹凸であってもよいし、所望の反射特性を得るために第2基板12Aの表面に形成された溝構造であってもよい。反射層15自体が、金属ナノ構造体を含むフレキシブルな樹脂フィルムであるため、第2基板12Aの表面の凹凸121の形状に追従して、第1基板11と第2基板12の間に密着した反射層15が得られる。凹凸121は、所定の周波数に対して選択性を有する周期的なパターンであってもよいし、入射電磁波を所定の方向に反射するように設計されたパターンであってもよい。

[0035] 図5の構成によっても、反射パネル10Aの透明性を維持しつつ、反射効率と反射方向の正確性の少なくとも一方が改善される。

[0036] 以下で、異なる条件でサンプルを作製し、所定の周波数における反射減衰量を測定することで、反射層15に含まれる金属ナノ構造体の含有割合の好ましい範囲と、反射層15の表面抵抗の好ましい範囲を検証する。反射減衰量は、ベクトルネットワークアナライザと、高周波用斜め入射フリースペースタイプのSパラメータ測定治具を用いて測定する。反射減衰量の基準値として、厚さ3mm、300mm×300mmの平滑なアルミニウムプレートを用いて反射減衰量を測定し、この測定値を反射減衰量0.00dBとする。

[0037] 図6は、評価に用いるサンプル20の模式図である。反射層15を第1基

板 1 1 と第 2 基板 1 2 の間に確実に保持するため、第 1 基板 1 1 と反射層 1 5 の間に接着層 2 1 を挿入し、第 2 基板 1 2 と反射層 1 5 の間に接着層 2 2 を挿入する。

[0038] [例 1]

例 1 は、実施例 1 である。第 1 基板 1 1、及び第 2 基板として、厚さ 2 mm のポリカーボネートシートを用いる。接着層 2 1 及び 2 2 として、厚さ 400 μ m のエチレン酢酸ビニルフィルムを用いる。反射層 1 5 として、ワイヤ長が 1 μ m、ワイヤ径が 10 nm の銀ナノワイヤを含むポリカーボネート溶液を、固形分濃度 1.5 wt % でコーティングして得られた厚さ 100 μ m のポリカーボネートフィルムを用いる。この積層体を、厚さ 3 mm の 2 枚のガラスで挟んだ状態で、真空下 130 $^{\circ}$ C で加熱して例 1 のサンプルを得る。

[0039] 130 $^{\circ}$ C の加熱処理により、ポリカーボネートフィルムの反射層 1 5 と接着層 2 1 及び 2 2 に収縮が起きるが、銀ナノワイヤはポリカーボネートフィルム中にまんべんなく分散されており、銀ナノワイヤ自体の変形はほとんどない。例 1 のサンプルで測定された反射減衰量は、-0.03 dB、反射層 1 5 の表面抵抗値は 10.0 Ω /□である。外観観察によると、サンプルにくもりは観察されず、透明度が維持されている。このサンプルの可視光に対する透過率は 70.2 % である。例 1 の反射パネルは、透明度が維持され、表面抵抗が低く、反射減衰が少ない。

[0040] [例 2]

例 2 は、実施例 2 である。第 1 基板 1 1、及び第 2 基板として、厚さ 2 mm のポリカーボネートシートを用い、接着層 2 1 及び 2 2 として、厚さ 400 μ m のエチレン酢酸ビニルフィルムを用いる。反射層 1 5 として、ワイヤ長が 10 μ m、ワイヤ径が 50 nm の銀ナノワイヤを含むポリカーボネート溶液を、固形分濃度 10.0 wt % でコーティングして得られた厚さ 100 μ m のポリカーボネートフィルムを用いる。この積層体を、厚さ 3 mm の 2 枚のガラスで挟んだ状態で、真空下 130 $^{\circ}$ C で加熱して例 2 のサンプルを得

る。

[0041] 上記の加熱処理により、ポリカーボネートフィルムの反射層 15 と接着層 21 及び 22 に収縮が起きる。銀ナノワイヤはポリカーボネートフィルム中にまんべんなく分散されているが、固形分濃度が高くなった分、局所的に銀ナノワイヤのメッシュがわずかに変形する。例 2 のサンプルの銀ナノワイヤメッシュの変形部分で測定された反射減衰量は、 -0.05 dB 、反射層 15 の表面抵抗値は $1.0 \Omega/\square$ である。外観観察によると、サンプルにくもりは観察されず、透明度が維持されている。このサンプルの可視光に対する透過率は 65.6% である。例 2 の反射パネルは、透明度が維持され、表面抵抗が低く、反射減衰が少ない。

[0042] [例 3]

例 3 は、実施例 3 である。第 1 基板 11、及び第 2 基板として、厚さ 2 mm のポリカーボネートシートを用い、接着層 21 及び 22 として、厚さ $400 \mu\text{m}$ のエチレン酢酸ビニルフィルムを用いる。反射層 15 として、ワイヤ長が $100 \mu\text{m}$ 、ワイヤ径が 100 nm の銀ナノワイヤを含むポリカーボネート溶液を、固形分濃度 $25.0 \text{ wt}\%$ でコーティングして得られた厚さ $100 \mu\text{m}$ のポリカーボネートフィルムを用いる。この積層体を、厚さ 3 mm の 2 枚のガラスで挟んだ状態で、真空下 130°C で加熱して例 3 のサンプルを得る。

[0043] 上記の加熱処理によりポリカーボネートフィルムの反射層 15 と接着層 21 及び 22 に収縮が起きる。銀ナノワイヤはポリカーボネートフィルム中にまんべんなく分散されているが、固形分濃度が高くなった分、樹脂成分の収縮に伴って局所的に銀ナノワイヤのメッシュが変形する。例 3 のサンプルの銀ナノワイヤメッシュの変形部分で測定された反射減衰量は、 -0.07 dB 、反射層 15 の表面抵抗値は $0.1 \Omega/\square$ である。外観観察によると、サンプルにくもりは観察されず、透明度が維持されている。このサンプルの可視光に対する透過率は 60.2% である。例 3 の反射パネルは、透明度が維持され、表面抵抗が低く、反射減衰が少ない。

[0044] [例 4]

例 4 は、比較例 1 である。第 1 基板 1 1、及び第 2 基板として、厚さ 2 mm のポリカーボネートシートを用い、接着層 2 1 及び 2 2 として、厚さ 400 μ m のエチレン酢酸ビニルフィルムを用いる。反射層 1 5 として、厚さ 100 μ m のステンレス製のメッシュを用いる。この積層体を、厚さ 3 mm の 2 枚のガラスで挟んだ状態で、真空下 130℃で加熱して例 4 のサンプルを得る。

[0045] 上記の加熱処理によりポリカーボネートフィルムの反射層 1 5 と接着層 2 1 及び 2 2 に収縮が起き、樹脂材料の変形にともなって、ステンレス製のメッシュが変形する。例 4 のサンプルのステンレス製メッシュの変形部分で測定された反射減衰量は、-1.75 dB である。局所的な変形が起きていない部分の反射層 1 5 の表面抵抗値は 0.01 $\Omega/\square$ と低いが、ステンレスメッシュの変形により、反射効率が低下する部分が発生することがわかる。外観観察によると、ステンレス製メッシュの規則正しい網目に起因するモアレが観察された。このサンプルの局所的な変形が起きていない部分の可視光に対する透過率は 60.0% である。

[0046] [例 5]

例 5 は、比較例 2 である。例 4 と同じ層構造を用いるが、樹脂材料収縮を低減するために加熱温度を下げる。第 1 基板 1 1、及び第 2 基板として、厚さ 2 mm のポリカーボネートシートを用い、接着層 2 1 及び 2 2 として、厚さ 400 μ m のエチレン酢酸ビニルフィルムを用いる。反射層 1 5 として、厚さ 100 μ m のステンレス製のメッシュを用いる。この積層体を、厚さ 3 mm の 2 枚のガラスで挟んだ状態で、真空下 100℃で加熱して例 5 のサンプルを得る。

[0047] 上記温度の加熱処理によりポリカーボネートフィルムの反射層 1 5 と接着層 2 1 及び 2 2 に収縮が起き、樹脂材料の変形にともなって、ステンレス製のメッシュが変形する。例 4 のサンプルのステンレス製メッシュの変形部分で測定された反射減衰量は、-1.02 dB と、例 4 よりも反射減衰が改善

される。局所的な変形が起きていない部分の反射層 15 の表面抵抗値は 0.01 $\Omega/\square$ と低いが、ステンレスメッシュの変形により、反射効率が低下する部分が発生することがわかる。外観観察によると、ステンレス製メッシュの規則正しい網目に起因するモアレが観察された。このサンプルの局所的な変形が起きていない部分の可視光に対する透過率は 60.3% である。

[0048] このように、反射パネル 10 の反射層 15 に金属ナノ構造体を含む樹脂層を用いることで、透明度を維持しつつ表面抵抗を低くして、反射効率と反射方向の正確性の少なくとも一方が改善される。反射パネル 10 は、

可視光、及び 1 GHz 以上 300 GHz 以下の電磁波に対して透明な絶縁性の第 1 基板 11 と第 2 基板 12 を準備し、

第 1 基板 11 と第 2 基板 12 の一方に、所定の含有量の金属ナノ構造体を含む樹脂膜を設け、

樹脂膜の上に第 1 基板 11 と第 2 基板 12 の他方を配置する、
ことで作製され得る。

[0049] 好ましい形態では、樹脂溶液に固形分濃度 1.5 wt% 以上 30.0 wt% 以下で金属ナノ構造体を分散させた塗布剤を準備し、第 1 基板 11 と第 2 基板 12 の一方に、この塗布剤を塗布する。塗布剤として、1.5 wt% 以上 30 wt% 以下の固形分濃度のナノ金属の粉末が含まれたインクを用いてもよい。いずれの場合も、反射パネルの透明性を維持しつつ表面抵抗を抑制し、反射効率と反射方向の正確性の少なくとも一方が改善される。

[0050] 反射パネル 10 を用いた電磁波反射装置 60 と電磁波反射フェンス 100 は、限られた空間内に不感地帯が多く発生する環境で有効に用いられる。また、反射パネル 10 の透明性が高いことから、電磁波反射装置 60 と電磁波反射フェンス 100 を安全フェンスや、防音フェンスとしても利用できる。反射パネル 10 の面内サイズは、30 cm $\times$ 30 cm から 3 m $\times$ 3 m の範囲で、適宜選択可能である。反射パネル 10 の第 1 基板 11 と第 2 基板 12 の表面に紫外線防止膜のような保護層を設けてもよい。これにより反射パネル 10 は屋外の環境で長期にわたって使用され得る。

[0051] 以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示には以下の構成が含まれ得る。

(項 1)

第 1 基板と、

第 2 基板と、

前記第 1 基板と前記第 2 基板の間に配置される反射層と、

を有し、前記第 1 基板と前記第 2 基板は、可視光と、1 GHz 以上 300 GHz 以下の範囲の電磁波に対して透明な絶縁性基板であり、

前記第 1 基板と前記反射層の界面、または前記第 2 基板と前記反射層の界面は、前記範囲に含まれる所定の周波数帯の電磁波を反射する反射面であり、

前記反射層は、所定の含有量の金属ナノ構造体を含む樹脂層である、
反射パネル。

(項 2)

前記反射層は、1.5 wt % 以上 30.0 wt % 以下の固形分濃度で前記金属ナノ構造体を含む、項 1 に記載の反射パネル。

(項 3)

前記反射層の表面抵抗値は $0.1 \Omega / \square$ 以上 $50.0 \Omega / \square$ 以下である、
項 1 または 2 に記載の反射パネル。

(項 4)

前記金属ナノ構造体は径または幅が 1 nm 以上 $500 \mu\text{m}$ 以下の金属ナノ粒子である、項 1 から 3 のいずれかに記載の反射パネル。

(項 5)

前記金属ナノ構造体は、径が 10 nm 以上 500 nm 以下、長さが $1 \mu\text{m}$ 以上 $500 \mu\text{m}$ 以下の金属ナノワイヤである。項 1 から 3 のいずれかに記載の反射パネル。

(項 6)

前記金属ナノ構造体は、前記樹脂層に形成された径または幅が 10 nm 以

上500nm以下の金属ナノパターンである、項1から3のいずれかに記載の反射パネル。

(項7)

前記第1基板と前記第2基板の少なくとも一方は、前記反射層の側の表面に凹凸パターンが形成されている、項1から6のいずれかに記載の反射パネル。

(項8)

項1から7のいずれかに記載の反射パネルと、
前記反射パネルを保持するフレームと、
を有する電磁波反射装置。

(項9)

項8に記載の電磁波反射装置を2以上有し、2以上の前記反射パネルを前記フレームによって連結した電磁波反射フェンス。

(項10)

可視光、及び1GHz以上300GHz以下の電磁波に対して透明な絶縁性の第1基板と第2基板を準備し、

前記第1基板と前記第2基板の一方に、所定の含有量の金属ナノ構造体を含む樹脂膜を設け、

前記樹脂膜の上に前記第1基板と前記第2基板の他方を配置する、
反射パネルの作製方法。

(項11)

樹脂溶液に前記金属ナノ構造体を固形分濃度1.5wt%以上30.0wt%以下で分散させた塗布剤を準備し、前記第1基板と前記第2基板の前記一方に、前記塗布剤を塗布する、項10に記載の反射パネルの作製方法。

(項12)

前記第1基板と前記第2基板の前記一方に、前記固形分濃度の金属ナノ粉末が分散された樹脂製のインクを塗布する、項11に記載の反射パネルの作製方法。

[0052] この出願は、2022年9月26日に出願された日本国特許出願第2022-152155号に基づいてその優先権を主張するものであり、この日本国特許出願の全内容を含む。

符号の説明

[0053] 10、10A 反射パネル
11 第1基板
12、12A 第2基板
15、15A、15B、15C 反射層
121 凹凸
151 樹脂層
153A 金属ナノ粒子（金属ナノ構造体）
153B 金属ナノワイヤ（金属ナノ構造体）
153C 金属ナノパターン（金属ナノ構造体）
50 フレーム（サイドフレーム）
57 トップフレーム
58 ボトムフレーム
60、60-1、60-2、60-3 電磁波反射装置
100 電磁波反射フェンス

請求の範囲

- [請求項1] 第1基板と、
 第2基板と、
 前記第1基板と前記第2基板の間に配置される反射層と、
 を有し、前記第1基板と前記第2基板は、可視光と、1 GHz以上300 GHz以下の範囲の電磁波に対して透明な絶縁性基板であり、
 前記第1基板と前記反射層の界面、または前記第2基板と前記反射層の界面は、前記範囲に含まれる所定の周波数帯の電磁波を反射する反射面であり、
 前記反射層は、所定の含有量の金属ナノ構造体を含む樹脂層である、
 反射パネル。
- [請求項2] 前記反射層は、1.5 wt %以上30.0 wt %以下の固形分濃度で前記金属ナノ構造体を含む、
 請求項1に記載の反射パネル。
- [請求項3] 前記反射層の表面抵抗値は0.1 Ω/□以上50.0 Ω/□以下である、
 請求項1に記載の反射パネル。
- [請求項4] 前記金属ナノ構造体は径または幅が1 nm以上500 μm以下の金属ナノ粒子である、
 請求項1に記載の反射パネル。
- [請求項5] 前記金属ナノ構造体は、径が10 nm以上500 nm以下、長さが1 μm以上500 μm以下の金属ナノワイヤである。
 請求項1に記載の反射パネル。
- [請求項6] 前記金属ナノ構造体は、前記樹脂層に形成された径または幅が10 nm以上500 nm以下の金属ナノパターンである、
 請求項1に記載の反射パネル。
- [請求項7] 前記第1基板と前記第2基板の少なくとも一方は、前記反射層の側

の表面に凹凸パターンが形成されている、
請求項 1 に記載の反射パネル。

[請求項8] 請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の反射パネルと、
前記反射パネルを保持するフレームと、
を有する電磁波反射装置。

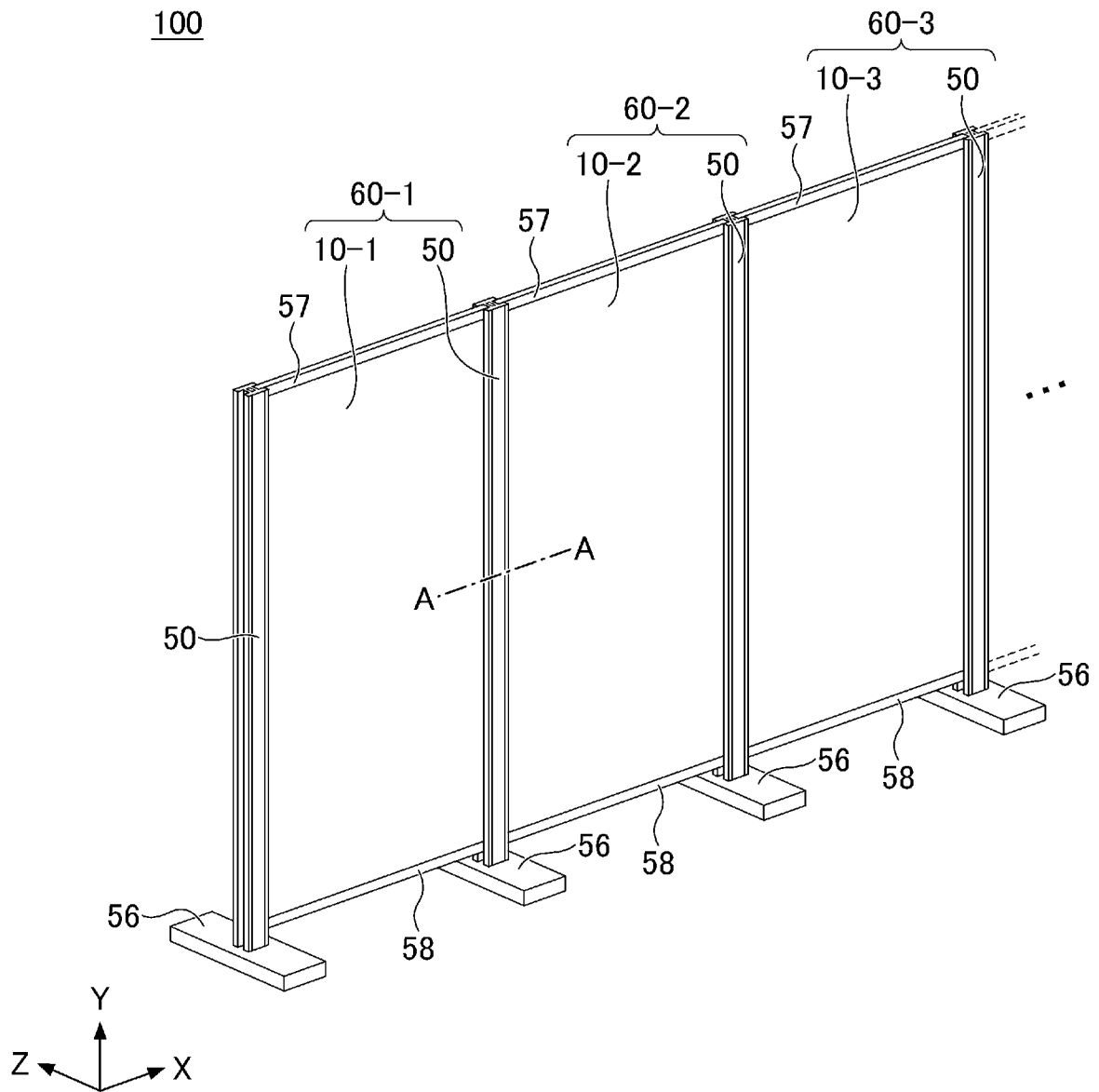
[請求項9] 請求項 8 に記載の電磁波反射装置を 2 以上有し、2 以上の前記反射
パネルを前記フレームによって連結した電磁波反射フェンス。

[請求項10] 可視光、及び 1 G H z 以上 3 0 0 G H z 以下の電磁波に対して透明
な絶縁性の第 1 基板と第 2 基板を準備し、
前記第 1 基板と前記第 2 基板の一方に、所定の含有量の金属ナノ構
造体を含む樹脂膜を設け、
前記樹脂膜の上に前記第 1 基板と前記第 2 基板の他方を配置する、
反射パネルの作製方法。

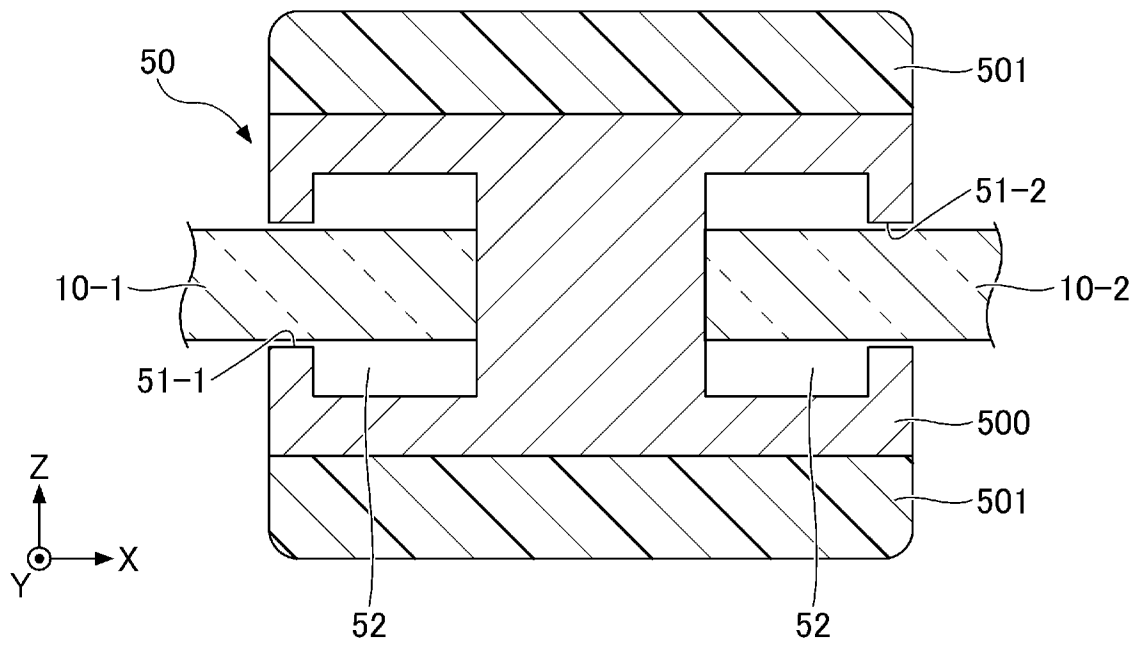
[請求項11] 樹脂溶液に前記金属ナノ構造体を固形分濃度 1 . 5 w t % 以上 3 0
. 0 w t % 以下で分散させた塗布剤を準備し、前記第 1 基板と前記第
2 基板の前記一方に、前記塗布剤を塗布する、
請求項 1 0 に記載の反射パネルの作製方法。

[請求項12] 前記第 1 基板と前記第 2 基板の前記一方に、前記固形分濃度の金属
ナノ粉末が分散された樹脂製のインクを塗布する、
請求項 1 1 に記載の反射パネルの作製方法。

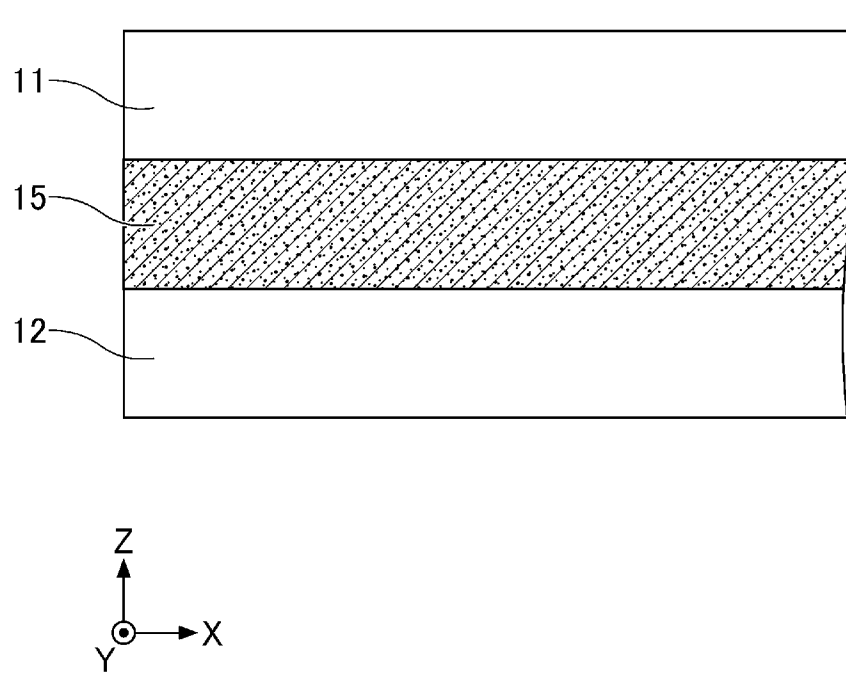
[図1]



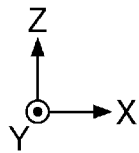
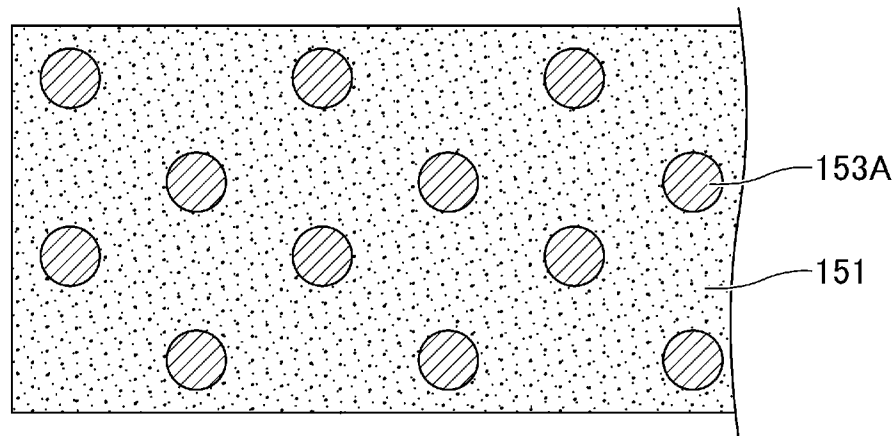
[図2]



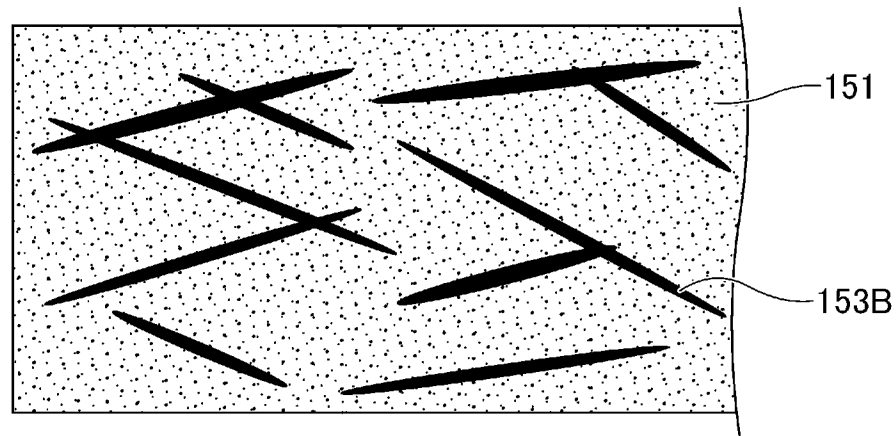
[図3]

10

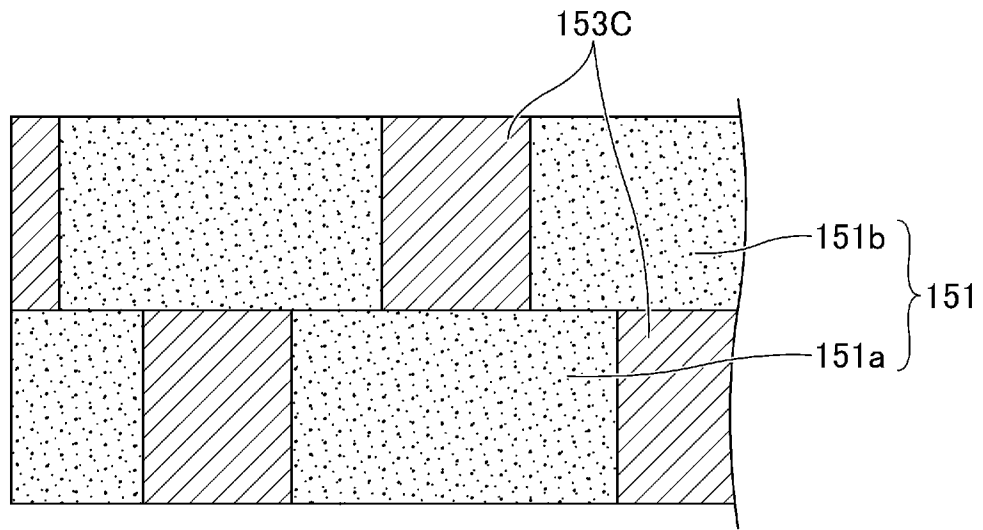
[図4A]

15A

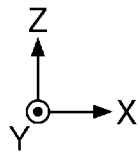
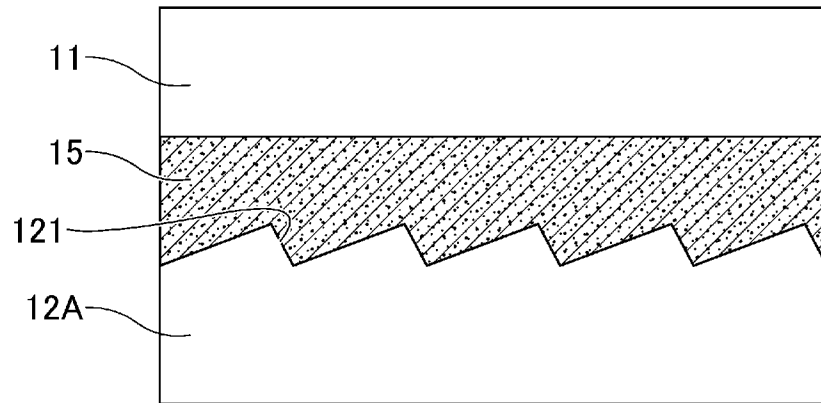
[図4B]

15B

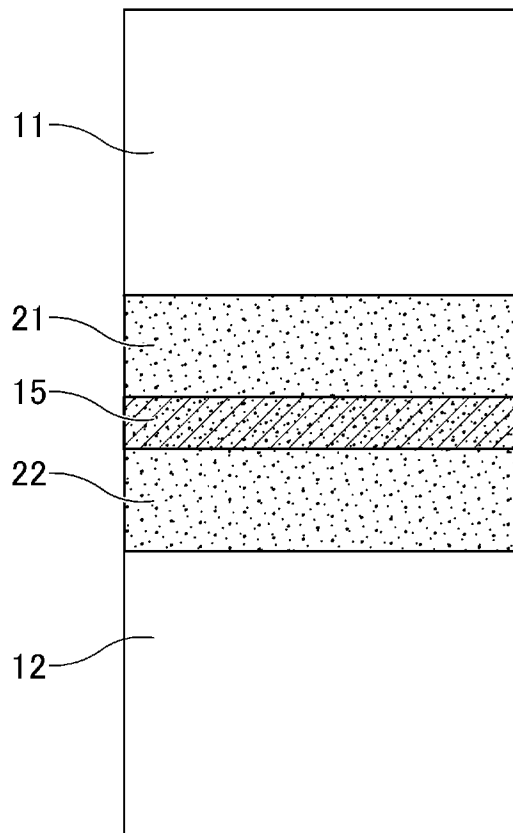
[図4C]

15C

[図5]

10A

[図6]

20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/031572

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01Q 15/14**(2006.01)i

FI: H01Q15/14 Z

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)

H01Q15/14

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
A	WO 2022/163813 A1 (SEKISUI CHEMICAL CO LTD) 04 August 2022 (2022-08-04) paragraphs [0037], [0048], [0057], [0079]-[0089], fig. 6-7, 11	1-12
A	JP 2020-141338 A (NIPPON ZEON CO) 03 September 2020 (2020-09-03) entire text, all drawings	1-12
P, X	JP 7206571 B1 (SEKISUI CHEM CO LTD) 18 January 2023 (2023-01-18) paragraphs [0021], [0030], [0036], [0049], [0061]-[0062], fig. 2	1, 3, 5, 8-10
P, A		2, 4, 6, 7, 11, 12



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

“T” 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

17 October 2023

Date of mailing of the international search report

31 October 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 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/JP2023/031572

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2022/163813	A1	04 August 2022	JP 2023-84147 A paragraphs [0037], [0048], [0057], [0079]-[0089], fig. 6-7, 11	
JP	2020-141338	A	03 September 2020	(Family: none)	
JP	7206571	B1	18 January 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01Q 15/14(2006.01)i FI: H01Q15/14 Z										
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）） H01Q15/14 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
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								
A	WO 2022/163813 A1（積水化学工業株式会社）04.08.2022（2022 - 08 - 04） [0037], [0048], [0057], [0079]-[0089], 図6-7, 11	1-12								
A	JP 2020-141338 A（日本ゼオン株式会社）03.09.2020（2020 - 09 - 03） 全文、全図	1-12								
P, X	JP 7206571 B1（清水化学工業株式会社）18.01.2023（2023 - 01 - 18） [0021], [0030], [0036], [0049], [0061]-[0062], 図2	1, 3, 5, 8-10								
P, A		2, 4, 6, 7, 11, 12								
☐ 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 17.10.2023		国際調査報告の発送日 31.10.2023								
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） 原田 聖子 5K 3360 電話番号 03-3581-1101 内線 3556								

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/JP2023/031572

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2022/163813	A1	04.08.2022	JP 2023-84147 A [0037], [0048], [0057], [0079]-[0089], 図6-7, 11	
JP	2020-141338	A	03.09.2020	(ファミリーなし)	
JP	7206571	B1	18.01.2023	(ファミリーなし)	