

(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 2024/070407 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 15/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/031165

(22) 国際出願日: 2023年8月29日(29.08.2023)

(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 2022-152154 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).

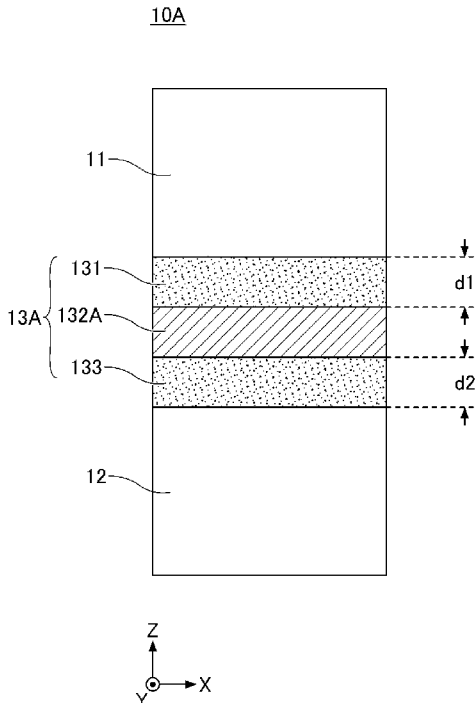
(72) 発明者: 植木 真治 (UEKI, Shinji); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP). 神原 久美子 (KAMBARA, Kumiko); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITO, 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: REFLECTING PANEL, ELECTROMAGNETIC WAVE REFLECTING DEVICE USING SAME, ELECTROMAGNETIC WAVE REFLECTING FENCE, AND PRODUCTION METHOD FOR REFLECTING 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



(57) Abstract: Provided is a reflecting panel in which at least one of reflection efficiency and reflection direction accuracy is improved. The reflecting panel comprises a first substrate, a second substrate, and an intermediate layer that is provided between the first substrate and the second substrate and is obtained by laminating a first intermediate film, a second intermediate film, and a third intermediate film in the stated order. An interface between the first intermediate film and the second intermediate film, or an interface between the second intermediate film and the third intermediate film is a reflecting surface that reflects electromagnetic waves of 1-300 GHz. When the average thickness of the first intermediate film is $d1$, and the average thickness of the third intermediate film is $d2$, the reflecting panel satisfies the expression $0.5 < d1/d2 < 1.5$.

(57) 要約: 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基板の間に設けられる中間層であって第1中間膜、第2中間膜、及び第3中間膜がこの順で積層された中間層と、を有する。前記第1中間膜と前記第2中間膜の界面、または前記第2中間膜と前記第3中間膜の界面は1GHz以上300GHz以下の電磁波を反射する反射面である。前記第1中間膜の平均厚さを $d1$ 、前記第3中間膜の平均厚さを $d2$ とすると、反射パネルは $0.5 < d1/d2 < 1.5$ を満たす。

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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

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。より高い周波数帯域を用いる第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。

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] 反射パネルにおいて、反射方向や反射効率が設計と乖離し、所望のエリアに電波が届かないという課題がある。本発明は、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

- [0005] 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基板の間に設けられる中間層であって第1中間膜、第2中間膜、及び第3中間膜がこの順で積層された中間層と、を有し、前記第1中間膜と前記第2中間膜の界面、または前記第2中間膜と前記第3中間膜の界面は1GHz以上300GHz以下の電磁波を反射する反射面であり、
- 前記第1中間膜の平均厚さを d_1 、前記第3中間膜の平均厚さを d_2 とすると、

$$0.5 < d_1 / d_2 < 1.5$$

を満たす。

発明の効果

- [0006] 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

- [0007] [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一例を示す図である。
- [図4]反射パネルの層構成の別の例を示す図である。
- [図5A]例1の反射パネルの層構成の模式図である。
- [図5B]例1の反射パネル断面の光学顕微画像である。
- [図6A]比較例である例5の反射パネルの層構成の模式図である。
- [図6B]例5の反射パネル断面の光学顕微画像である。

発明を実施するための形態

- [0008] 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。

[0009] 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、1 GHz 以上 300 GHz 以下、たとえば 1 GHz 以上 170 GHz 以下、または 1 GHz 以上 100 GHz 以下、または 1 GHz 以上 80 GHz 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、反射面を形成する層を含む。反射面は、入射角と反射角が等しい鏡面反射面であってもよいし、入射電磁波を所望の方向へ反射するメタサーフェスであってもよいし、これらの両方を含んでもよい。

[0010] 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。

[0011] 反射パネル 10-1、10-2、10-3 が鏡面反射面を有する場合、反射電位の連続性を保つ観点から、互いに電氣的に接続されていることが望ましいが、メタサーフェスを含む場合は、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。

[0012] 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

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。

[0013] 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。

[0014] 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。

[0015] ＜反射パネルの層構成＞

図３は、反射パネル１０Ａの層構成の一例を示す。この層構成は、反射パネル１０Ａ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１２と、第１基板１１と第２基板１２の間に設けられる中間層１３Ａを有する。中間層１３Ａは、第１中間膜１３１、第２中間膜１３２Ａ、及び第３中間膜１３３がこの順で積層されている。電磁波の入射方向によって、第１中間膜１３１と第２中間膜１３２Ａの界面、または第２中間膜１３２Ａと第３中間膜１３３の界面は、１ＧＨｚ以上３００ＧＨｚ以下の

所定の周波数帯の電磁波を反射する反射面となる。

- [0016] 第1基板11と第2基板12は、中間層13Aを両側から支持する。第1基板11と第2基板12は、ポリカーボネート、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。反射パネル10A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10Aの強度を保ちつつ、反射パネル10Aの総量をできるだけ軽くするためには、第1基板11と第2基板12の厚さは1.0mm以上10.0mm以下の範囲で適切に選択される。
- [0017] 第2中間膜132Aは金属を含む材料で形成されており、入射する電磁波を反射する。第2中間膜132Aの材料として、ステンレス鋼、軟鋼、銅、銅酸化物、ニッケル、ニッケル酸化物、金、銀、アルミニウム、これらの組み合わせを用いることができる。
- [0018] 第1中間膜131と第3中間膜133は、絶縁性の樹脂膜である。樹脂として、エチレン酢酸ビニル、シクロオレフィンポリマー（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。第1中間膜131と第3中間膜133の材料は同じであっても異なってもよいが、反射パネル10Aの表面と裏面を区別せずにどちらの方向からでも同じ反射特性で使用可能にするには、同じ材料で形成されていることが望ましい。
- [0019] 第1中間膜131と第3中間膜133の樹脂材料の比誘電率と誘電正接は、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。上記の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。第1中間膜131と第3中間膜133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。同様に、第1中間膜131と第3中間膜133の誘電正接が0.1000以上になると、樹脂膜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。

[0020] 第1中間膜131の平均厚さを d_1 、第3中間膜133の平均厚さを d_2 とすると、 d_1 と d_2 は、 $0.5 < d_1 / d_2 < 1.5$ を満たす。ここで、平均厚さとは反射パネルの幅(X)方向で10点測定して平均した厚さのことをいう。この条件は、中間層13Aの出来上がりの状態での膜厚関係である。作製された電磁波反射パネル10Aの中間層13Aで、第1中間膜131と第3中間膜133の平均厚さがこの条件を満たすことで、中間層13Aにおける第2中間膜132Aの位置が安定し、反射効率と反射方向の少なくとも一方を良好に維持することができる。第1中間膜131と第3中間膜133の厚さの差が大きいと、第2中間膜132Aが中間層13Aの表面に近付きすぎて樹脂膜による被覆が不十分になり、中間層13Aと第1基板11または第2基板12の界面に気泡が生じるおそれがある。あるいは、樹脂膜による第2中間膜132Aの被覆が厚くなりすぎて、誘電体膜の内部に好ましくない気泡が生じるおそれがある。

[0021] 第1中間膜131の平均厚さ d_1 と、第3中間膜133の平均厚さ d_2 を、 $0.5 < d_1 / d_2 < 1.5$ の範囲に保つことで、中間層13Aにおいて第2中間膜132Aは安定的に保持され、反射効率の低下または反射方向の正確性の劣化を抑制することができる。 d_1 / d_2 の値は、 $0.5 < d_1 / d_2 < 1.5$ を満たし、かつ、反射パネル10の外周全体にわたって略均一であるのが望ましい。

[0022] 第2中間膜132Aの平均厚さを d_3 とする。5G、または6Gの関連周波数の全域に対して利用可能な設計とし、かつ、反射パネル10を薄く保つ観点から、中間層13Aの出来上がりの状態で、 d_1 、 d_2 、 d_3 のトータルの厚さ、すなわち中間層13Aの平均厚さは、動作波長 λ よりも小さいことが望ましい($d_1 + d_2 + d_3 < \lambda$)。たとえば、反射パネル10Aに入射する電磁波の周波数が28.0GHzのときは、波長 λ は10.7mmであり、中間層13Aの厚さは10.7mmよりも薄いことが望ましい。

[0023] 図4は、反射パネル10Bの層構成の一例を示す。反射パネル10Bは、中間層13Bの第2中間膜132Bが開口135を有することを除いて、反

射パネル 10A と同様の層構造を有する。中間層 13B は、第 1 基板 11 と第 2 基板 12 の間に保持されている。中間層 13B は、第 1 中間膜 131、第 2 中間膜 132B、及び第 3 中間膜 133 がこの順で積層されている。電磁波の入射方向によって、第 1 中間膜 131 と第 2 中間膜 132B の界面、または第 2 中間膜 132B と第 3 中間膜 133 の界面は、1 GHz 以上 300 GHz 以下の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。第 1 基板 11、第 2 基板 12、第 1 中間膜 131、及び第 3 中間膜 133 の材料、厚さ等は、反射パネル 10A と同じである。

[0024] 第 2 中間膜 132B の開口 135 は、方形、円形、楕円形、多角形などの貫通穴であってもよいし、メッシュ開口であってもよい。第 2 中間膜 132B を貫通する開口 135 を周期的な配列で形成して、特定の周波数に対する反射の選択性を高めてもよい。第 2 中間膜 132B をメッシュ構造に形成して、メッシュ開口を第 2 中間膜 132B の開口 135 としてもよい。第 2 中間膜 132B の開口率は、反射効率を維持しつつ反射パネル 10B の可視光透過率を高く維持する観点から、50% 以上 80% 以下が望ましい。開口率が 80% を超えると所望の反射効率が得られないおそれがある。開口率が 50% 未満だと、反射パネル 10B の可視光透過率が低下するおそれがある。反射パネル 10B の使用態様によって、可視光に対する透明性を必要としない場合は、開口 135 の開口率を 50% よりも小さくして反射効率の向上を優先してもよい。

[0025] 第 1 中間膜 131 と第 3 中間膜 133 は、第 2 中間膜 132B の開口 135 内で接続されていてもよい。開口 135 は樹脂膜で完全に充填されている必要はなく、中間層 13B を形成する際の貼り合わせの条件に応じて、開口 135 の総面積、または総体積の 90.0% 以上であってもよい。第 1 中間膜 131 と第 3 中間膜 133 が第 2 中間膜 132B の両面側から開口 135 内に入り込んでもよいし、第 1 中間膜 131 と第 3 中間膜 133 のいずれか一方が開口 135 に入り込んでいてもよい。

[0026] 中間層 13B においても、出来上がりの状態で、第 1 中間膜 131 の平均

厚さ d_1 と、第3中間膜133の平均厚さ d_2 は、 $0.5 < d_1 / d_2 < 1.5$ の条件を満たす。これにより、中間層13Bにおいて第2中間膜132Bを安定的に保持して、反射効率の低下または反射方向の正確性の劣化を抑制することができる。また、第2中間膜132Bの平均厚さを d_3 として、 d_1 、 d_2 、 d_3 のトータルの厚さ、すなわち中間層13Bの厚さは、動作波長 λ よりも小さい ($d_1 + d_2 + d_3 < \lambda$)。

[0027] 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、中間層13に含まれる第1中間膜131、第2中間膜、及び第3中間膜の膜厚関係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。

[0028] [例1]

例1は、実施例1である。第1基板11及び第2基板12として、厚さ2mmのポリカーボネートシートを用い、2枚のポリカーボネートシートの間に中間層13を配置した反射パネル10のサンプルを作製する。中間層13の設計条件として、第1中間膜131は厚さ400 μ mのエチレン酢酸ビニル、第2中間膜132は厚さ100 μ mのステンレスメッシュ、第3中間膜133は厚さ400 μ mのエチレン酢酸ビニルを用いる。ステンレスメッシュの平均開口径は268 μ m、平均開口率は71%である。この積層体を2枚の厚さ3mmのガラスで挟み、真空下130℃で60分間加熱することで、反射パネル10を作成する。反射パネル10のサイズは1000mm×2000mmである。

[0029] 図5Aに例1の反射パネルの層構成の模式図を示し、図5Bにサンプル断面の光学顕微鏡画像を示す。例1のサンプルの出来上がりの状態で、第1中間膜131の平均厚さ d_1 は400 μ m、第2中間膜132の平均厚さ d_3 は100 μ m、第3中間膜133の平均厚さ d_2 は、400 μ mである。 d_1

$d_1/d_2 = 1.0$ であり、 $0.5 < d_1/d_2 < 1.5$ の条件を満たす。また、 $d_1 + d_2 + d_3 = 900 \mu\text{m}$ である。図5Bに示すように、サンプルの出来上がりの外観を観察すると、 $1000\text{mm} \times 2000\text{mm}$ の有効範囲内に、気泡の発生がなく、中間層13内での第2中間膜132の位置はほぼ均一である。28.0GHzの入射電磁波に対して反射減衰量を測定すると、理想的なアルミプレート反射板と比較して、 -0.02dB であり、反射減衰が非常に少ない。28GHzでの波長 λ は 10.7mm であることから、 $d_1 + d_2 + d_3 < \lambda$ の条件も満たされる。例1で作製されたサンプルの反射特性は良好である。

[0030] [例2]

例2は、実施例2である。第1基板11及び第2基板12として、厚さ2mmのポリカーボネートシートを用い、2枚のポリカーボネートシートの上に中間層13を配置した反射パネル10のサンプルを作製する。中間層13の設計条件は例1と同じであり、第1中間膜131は厚さ $400 \mu\text{m}$ のエチレン酢酸ビニル、第2中間膜132は厚さ $100 \mu\text{m}$ のステンレスメッシュ、第3中間膜133は厚さ $400 \mu\text{m}$ のエチレン酢酸ビニルである。ステンレスメッシュの条件も同じである。貼り合わせプロセスで、上述した積層体を厚さ3mmの2枚のガラスの間に挟み、真空下90℃で60分間加熱して、例2のサンプルを作製する。反射パネル10のサイズは $1000\text{mm} \times 2000\text{mm}$ である。

[0031] サンプルの出来上がりの状態で、第1中間膜131の平均厚さ d_1 は $400 \mu\text{m}$ 、第2中間膜132の平均厚さ d_3 は $100 \mu\text{m}$ 、第3中間膜133の平均厚さ d_2 は $350 \mu\text{m}$ になった。 $d_1/d_2 = 1.1$ であり、 $0.5 < d_1/d_2 < 1.5$ の条件を満たす。また、 $d_1 + d_2 + d_3 = 850 \mu\text{m}$ であり $d_1 + d_2 + d_3 < \lambda$ の条件も満たされる。このサンプルの出来上がりの外観を観察すると、 $1000\text{mm} \times 2000\text{mm}$ の有効範囲内に気泡の発生がない。28.0GHzの入射電磁波に対して、反射減衰量を測定すると、理想的なアルミプレート反射板と比較して、 -0.03dB であり、

反射減衰が非常に少ないことが確認された。

[0032] [例 3]

例 3 は、実施例 3 である。第 1 基板 1 1 及び第 2 基板 1 2 として、厚さ 2 mm のポリカーボネートシートを用い、2 枚のポリカーボネートシートの間に中間層 1 3 を配置した反射パネル 1 0 のサンプルを作製する。中間層 1 3 の設計条件は例 1 と同じであり、第 1 中間膜 1 3 1 は厚さ $400\ \mu\text{m}$ のエチレン酢酸ビニル、第 2 中間膜 1 3 2 は厚さ $100\ \mu\text{m}$ のステンレスメッシュ、第 3 中間膜 1 3 3 は厚さ $400\ \mu\text{m}$ のエチレン酢酸ビニルである。ステンレスメッシュの条件も同じである。貼り合わせプロセスで、上述した積層体を厚さ 3 mm の 2 枚のガラスの間に挟み、真空下 88°C で 60 分間加熱して、例 2 のサンプルを作製する。反射パネル 1 0 のサイズは $1000\text{ mm} \times 2000\text{ mm}$ である。

[0033] サンプルの出来上がりの状態で、第 1 中間膜 1 3 1 の平均厚さ d_1 は $400\ \mu\text{m}$ 、第 2 中間膜 1 3 2 の平均厚さ d_3 は $100\ \mu\text{m}$ 、第 3 中間膜 1 3 3 の平均厚さ d_2 は $285\ \mu\text{m}$ になった。 $d_1 / d_2 = 1.4$ であり、 $0.5 < d_1 / d_2 < 1.5$ の条件を満たす。また、 $d_1 + d_2 + d_3 = 785\ \mu\text{m}$ であり $d_1 + d_2 + d_3 < \lambda$ の条件も満たされる。このサンプルの出来上がりの外観を観察すると、 $1000\text{ mm} \times 2000\text{ mm}$ の有効範囲内に気泡の発生がない。 28.0 GHz の入射電磁波に対して、反射減衰量を測定すると、理想的なアルミプレート反射板と比較して、 -0.20 dB であり、反射減衰が少ないことが確認された。

[0034] [例 4]

例 4 は、比較例 1 である。設計条件は、例 1 から例 3 と同じである。すなわち、第 1 基板 1 1 及び第 2 基板 1 2 として、厚さ 2 mm のポリカーボネートシートを用い、2 枚のポリカーボネートシートの間に中間層 1 3 を配置した反射パネル 1 0 のサンプルを作製する。中間層 1 3 の設計値は、第 1 中間膜 1 3 1 は厚さ $400\ \mu\text{m}$ のエチレン酢酸ビニル、第 2 中間膜 1 3 2 は厚さ $100\ \mu\text{m}$ のステンレスメッシュ、第 3 中間膜 1 3 3 は厚さ $400\ \mu\text{m}$ のエ

チレン酢酸ビニルである。ステンレスメッシュの条件も同じである。貼り合わせプロセスでは、上述した積層体を厚さ 3 mm の 2 枚のガラスの間に挟み、真空下 80℃ で 60 分間加熱して、例 3 のサンプルを作製する。反射パネル 10 のサイズは 1000 mm × 2000 mm である。

[0035] サンプルの出来上がりの状態で、第 1 中間膜 131 の平均厚さ d_1 は 400 μm 、第 2 中間膜 132 の平均厚さ d_3 は 100 μm 、第 3 中間膜 133 の平均厚さ d_2 は 200 μm になった。 $d_1 / d_2 = 2.0$ であり、 $0.5 < d_1 / d_2 < 1.5$ の範囲外である。例 4 のサンプル断面を光学顕微鏡で観察すると、1000 mm × 2000 mm の有効範囲内に、大きさ 2 mm から 10 mm 程度の 25 個の気泡が観察された。28.0 GHz の入射電磁波に対して、反射減衰量を測定すると、理想的なアルミプレート反射板と比較して、−1.75 dB であり、反射減衰が増大していることがわかる。これは中間層 13 で第 2 中間膜 132 の位置が偏り、それによっても樹脂膜内に気泡が発生したためと考えられる。

[0036] [例 5]

例 5 は、比較例 2 である。設計条件は、第 2 中間膜 132 を除いて、例 1 から例 4 と同じである。第 1 基板 11 及び第 2 基板 12 として、厚さ 2 mm のポリカーボネートシートを用い、2 枚のポリカーボネートシートの間に中間層 13 を配置した反射パネル 10 のサンプルを作製する。中間層 13 の第 1 中間膜 131 と第 3 中間膜は、厚さ 400 μm のエチレン酢酸ビニルである。第 2 中間膜 132 として、厚さ 100 μm のポリエチレンテレフタレートに厚さ 360 nm の Ag 系金属のスパッタ膜が形成された膜を用いる。上述した積層体を厚さ 3 mm の 2 枚のガラスの間に挟み、真空下 130℃ 60 分間加熱して、例 4 のサンプルを作製する。反射パネル 10 のサイズは 1000 mm × 2000 mm である。

[0037] 図 6 A に例 5 の反射パネルの層構成の模式図を示し、図 6 B にサンプル断面の光学顕微画像を示す。例 5 のサンプルの出来上がりの状態で、第 1 中間膜 131 の平均厚さ d_1 は 400 μm 、第 3 中間膜 133 の平均厚さ d_2 は

、 $50\mu\text{m}$ である。 $d_1/d_2=8.0$ であり、 $0.5<d_1/d_2<1.5$ の範囲外にある。図6Bに示すように、サンプルの出来上がりの外観を観察すると、 $1000\text{mm}\times 2000\text{mm}$ の有効範囲内に、大きさ 2mm から 10mm 程度の 125 個の気泡 101 が観察された。 28.0GHz の入射電磁波に対して、反射減衰量を測定すると、理想的なアルミプレート反射板と比較して、 -2.20dB であり、反射減衰が増大していることがわかる。これは中間層 13 で第2中間膜 132 の位置が著しく偏り、それによっても樹脂膜内に多数の気泡 101 が発生し、第1中間膜 131 の比誘電率が設計値から外れたためと考えられる。

[0038] このように、第1中間膜 131 と第3中間膜 133 で第2中間膜 132 を挟んだ三層構造の中間層の出来上がりの状態で、第1中間膜 131 の平均厚さ d_1 と第3中間膜 133 の平均厚さ d_2 を $0.5<d_1/d_2<1.5$ を満たす構成とする。 d_1 と d_2 の膜厚関係は、第1中間膜 131 と第3中間膜 133 を逆にしても同じであるから、 d_1/d_2 が 1.5 よりも小さいということは、反対側の面からみると、 d_1/d_2 は 0.5 よりも大きくなる。反射パネル 10 の作製方法は、

- (a) 第1基板 11 と第2基板 12 の間に、第1中間膜 131 、第2中間膜 132 、及び第3中間膜 133 がこの順で積層された中間層 13 を配置し、
- (b) 第1基板 11 と中間層 13 と第2基板 12 を、 80°C より高く 130°C 以下の温度で真空圧着して、圧着後の第3中間膜 133 の平均厚さ d_2 に対する第1中間膜 131 の平均厚さ d_1 の比 d_1/d_2 が $0.5<d_1/d_2<1.5$ を満たすようにする。

[0039] これにより、反射減衰量を低減して反射効率の低減を抑制できる。第1中間膜 131 または第3中間膜 133 の内部の気泡 101 の発生を抑制し、屈折率または比誘電率の変化に起因して反射方向が設計された方向から外れることを抑制できる。

[0040] 第1中間膜 131 と第3中間膜 133 が $0.5<d_1/d_2<1.5$ の条件を満たすことを前提として、 $d_1+d_2+d_3<\lambda$ の条件が満たされるこ

とが望ましい。 $d_1 + d_2 + d_3 < \lambda$ が満たされても、 $0.5 < d_1 / d_2 < 1.5$ の範囲から外れる場合は、反射減衰量が大きくなって、反射効率または反射方向の正確性を維持することが困難になる。

[0041] 電磁波反射装置60と電磁波反射フェンス100に上述した反射パネル10を用いることで、反射減衰量を低減し、反射効率と反射方向の正確性の少なくとも一方を維持することができる。実施形態の反射パネルを用いた電磁波反射装置と電磁波反射フェンスは、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。反射パネル10が可視光に対する透明性を有する場合は、電磁波反射装置と電磁波反射フェンスを安全フェンスや、防音フェンスとしても利用可能である。

[0042] 反射パネル10の面内サイズは、30cm×30cmから3m×3mの範囲で、適宜選択可能である。反射パネル10の全面をメタサーフェスにしてもよいし、一部を鏡面反射面にしてもよい。反射パネル10の第1基板11と第2基板の表面に紫外線防止膜のような保護層を設けることで、屋外の環境で長期にわたって使用され得る。

[0043] 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基板の間に設けられる中間層であって、第1中間膜、第2中間膜、及び第3中間膜がこの順で積層された中間層と、
を有し、前記第1中間膜と前記第2中間膜の界面、または前記第2中間膜と前記第3中間膜の界面は1GHz以上300GHz以下の電磁波を反射する反射面であり、

前記第1中間膜の平均厚さを d_1 、前記第3中間膜の平均厚さを d_2 とすると、

$$0.5 < d_1 / d_2 < 1.5$$

を満たす、反射パネル。

(項 2)

前記中間層の厚さは前記反射面に入射する前記電磁波の波長よりも小さい、項 1 に記載の反射パネル。

(項 3)

前記第 1 中間膜と前記第 3 中間膜は樹脂層である、項 1 または 2 に記載の反射パネル。

(項 4)

前記樹脂層の比誘電率は 2.0 以上 3.0 以下、誘電正接は 0.0001 以上 0.1000 未満である、項 3 に記載の反射パネル。

(項 5)

前記第 2 中間膜は金属を含む膜である、項 1 から 4 のいずれかに記載の反射パネル。

(項 6)

前記第 2 中間膜は貫通穴またはメッシュ構造の開口を有する、項 5 に記載の反射パネル。

(項 7)

前記貫通穴または前記メッシュ構造の開口率は 50.0% 以上 80% 以下である、項 6 に記載の反射パネル。

(項 8)

前記第 1 中間膜と前記第 3 中間膜は前記開口の内部で接続されている、項 6 または 7 に記載の反射パネル。

(項 9)

前記開口の内部に前記第 1 中間膜と前記第 3 中間膜の少なくとも一方が入っている、項 6 から 8 のいずれかに記載の反射パネル。

(項 10)

前記開口の充填率は、前記開口の総面積または総体積の 90.0% 以上である、項 9 に記載の反射パネル。

(項 1 1)

項 1 から 1 0 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 1 2)

項 1 1 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 1 3)

第 1 基板と第 2 基板の間に、第 1 中間膜、第 2 中間膜、及び第 3 中間膜が
この順で積層された中間層を配置し、

前記第 1 基板と前記中間層と前記第 2 基板を、 80°C より高く 130°C 以
下の温度で真空圧着して、圧着後の前記第 3 中間膜の平均厚さ d_2 に対する
前記第 1 中間膜の平均厚さ d_1 の比 d_1 / d_2 が $0.5 < d_1 / d_2 < 1.5$

を満たすようにする、

反射パネルの作製方法。

[0044] この出願は、2022 年 9 月 26 日に提出された日本国特許出願第 2022-
152154 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

[0045] 10、10-1、10-2、10-3、10A、10B 反射パネル

11 第 1 基板

12 第 2 基板

13、13A、13B 中間層

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

1 0 1 気泡

1 3 1 第 1 中間膜

1 3 2 第 2 中間膜

1 3 3 第 3 中間膜

1 3 5 開口

d 1 第 1 中間膜の平均厚さ

d 2 第 3 中間膜の平均厚さ

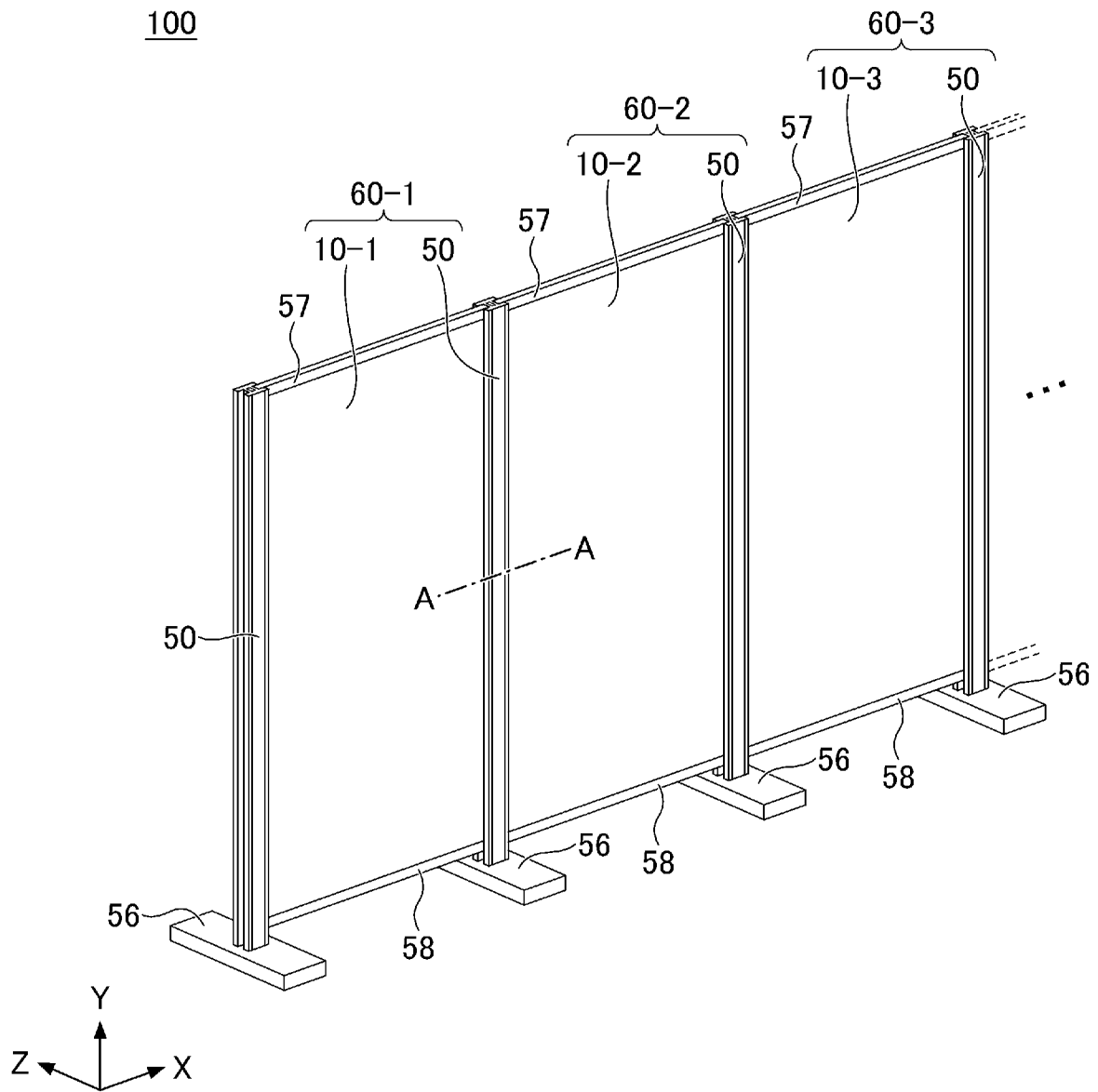
請求の範囲

- [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基板の間に設けられる中間層であって、第1中間膜、第2中間膜、及び第3中間膜がこの順で積層された中間層と、
を有し、前記第1中間膜と前記第2中間膜の界面、または前記第2中間膜と前記第3中間膜の界面は1GHz以上300GHz以下の電磁波を反射する反射面であり、
前記第1中間膜の平均厚さを d_1 、前記第3中間膜の平均厚さを d_2 とすると、
$$0.5 < d_1 / d_2 < 1.5$$

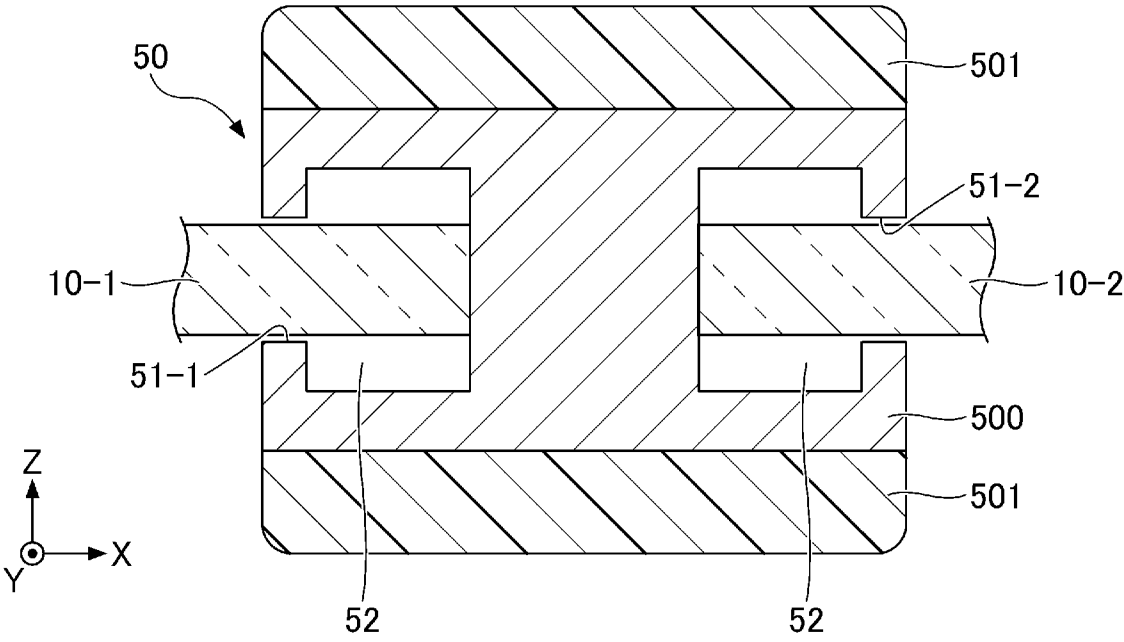
を満たす、反射パネル。
- [請求項2] 前記中間層の厚さは、前記反射面に入射する前記電磁波の波長よりも小さい、
請求項1に記載の反射パネル。
- [請求項3] 前記第1中間膜と前記第3中間膜は樹脂層である、
請求項1に記載の反射パネル。
- [請求項4] 前記樹脂層の比誘電率は2.0以上3.0以下、誘電正接は0.0001以上0.1000未満である、
請求項3に記載の反射パネル。
- [請求項5] 前記第2中間膜は金属を含む膜である、
請求項1に記載の反射パネル。
- [請求項6] 前記第2中間膜は貫通穴またはメッシュ構造の開口を有する、
請求項5に記載の反射パネル。
- [請求項7] 前記貫通穴または前記メッシュ構造の開口率は50.0%以上80%以下である、
請求項6に記載の反射パネル。

- [請求項8] 前記第1中間膜と前記第3中間膜は前記開口の内部で接続されている、
請求項6に記載の反射パネル。
- [請求項9] 前記開口の内部に前記第1中間膜と前記第3中間膜の少なくとも一方が入っている、
請求項6に記載の反射パネル。
- [請求項10] 前記開口の充填率は、前記開口の総面積または総体積の90.0%以上である、
請求項9に記載の反射パネル。
- [請求項11] 請求項1から10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12] 請求項11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13] 第1基板と第2基板の間に、第1中間膜、第2中間膜、及び第3中間膜がこの順で積層された中間層を配置し、
前記第1基板と前記中間層と前記第2基板を、80℃より高く130℃以下の温度で真空圧着して、圧着後の前記第3中間膜の平均厚さ d_2 に対する前記第1中間膜の平均厚さ d_1 の比 d_1/d_2 が $0.5 < d_1/d_2 < 1.5$ を満たすようにする、
反射パネルの作製方法。

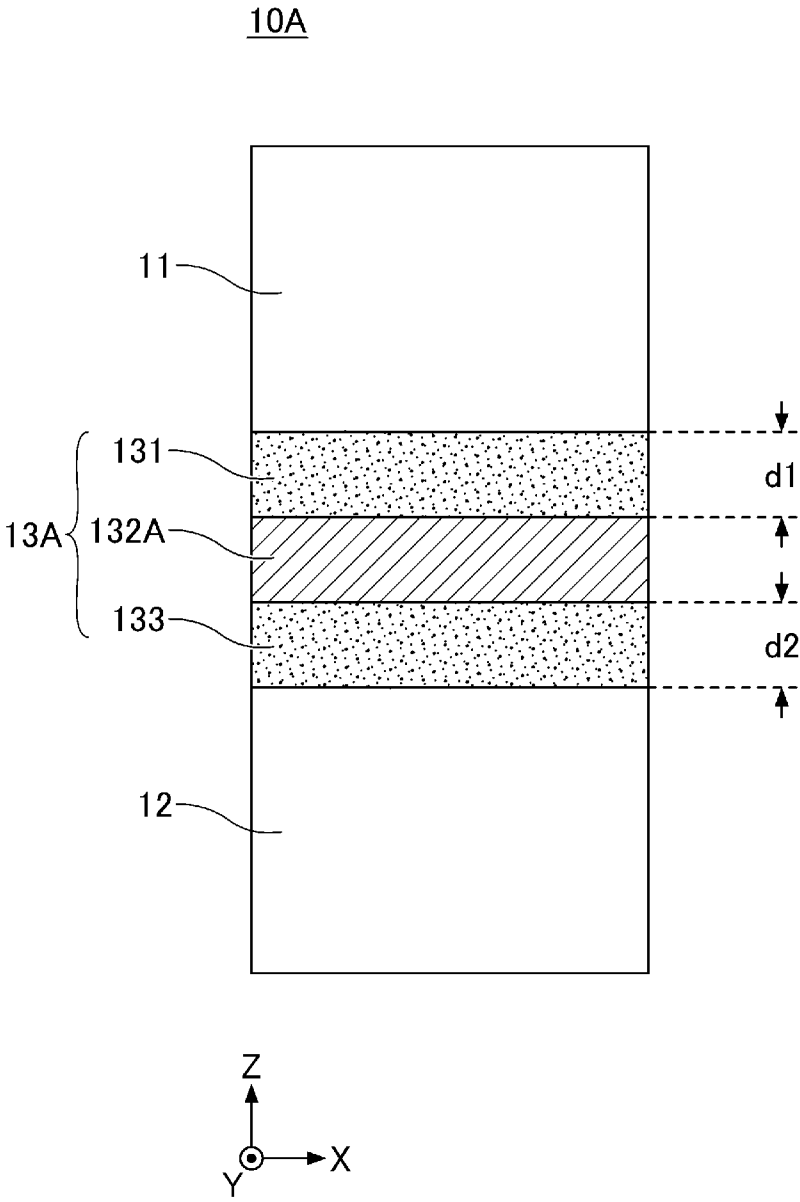
[図1]



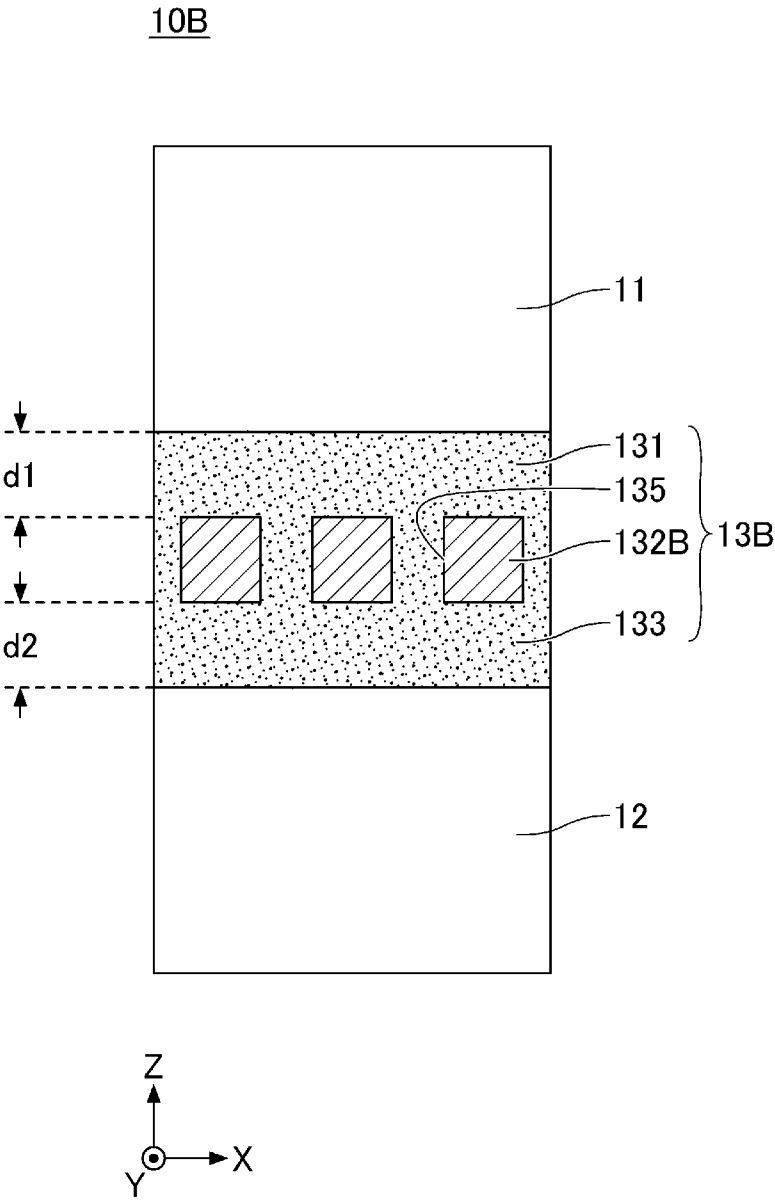
[図2]



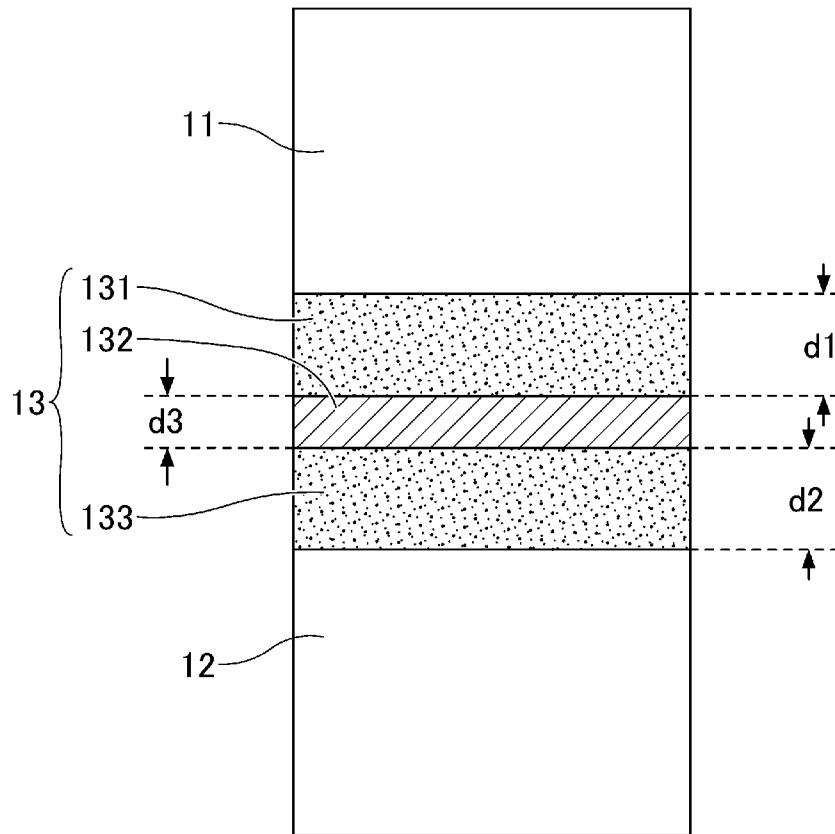
[図3]



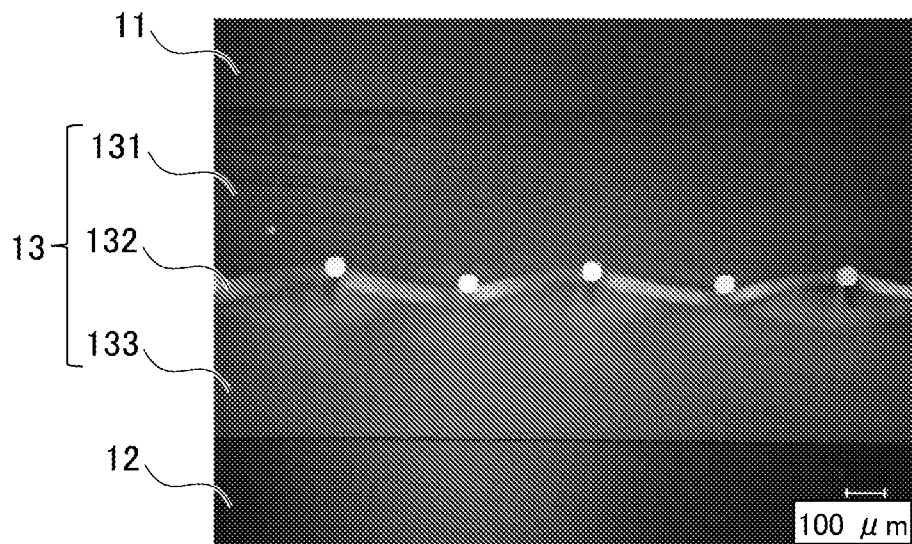
[図4]



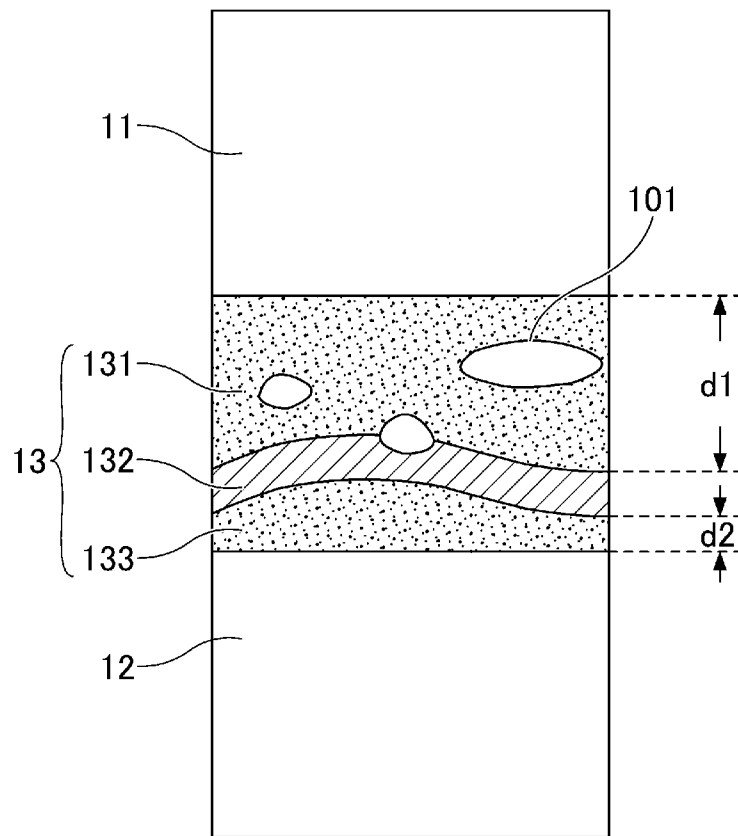
[図5A]



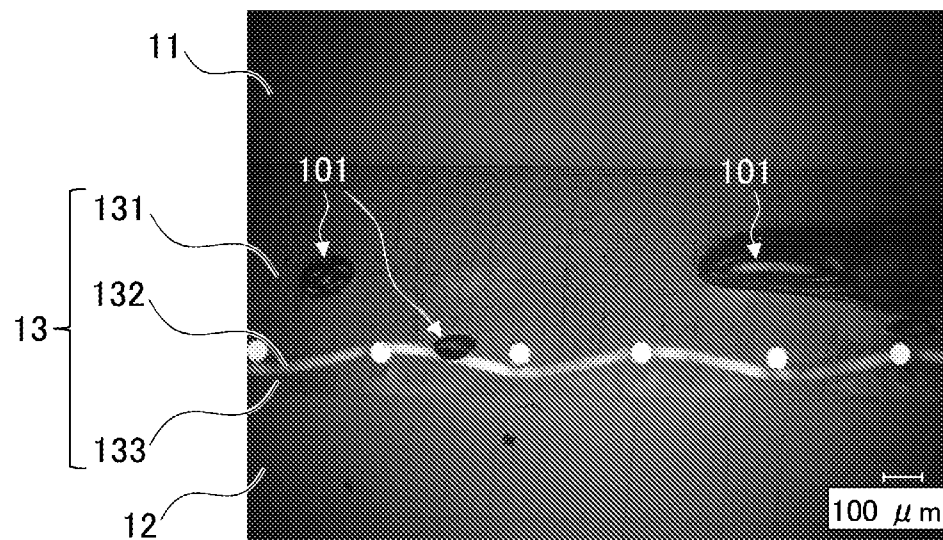
[図5B]



[図6A]



[図6B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/031165

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)	1-13
A	WO 2021/199504 A1 (AGC INC.) 07 October 2021 (2021-10-07)	1-13



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

06 November 2023

Date of mailing of the international search report

14 November 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/JP2023/031165

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	(Family: none)			
WO	2021/199504	A1	07 October 2021	US	2023/0010669	A1	
				EP	4131655	A1	
				CN	115349200	A	
				KR	10-2022-0161287	A	

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 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 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
A	WO 2022/163813 A1（積水化学工業株式会社）04.08.2022（2022 - 08 - 04）	1-13
A	WO 2021/199504 A1（AGC株式会社）07.10.2021（2021 - 10 - 07）	1-13
☐ 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 06.11.2023	国際調査報告の発送日 14.11.2023	
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） 白井 亮 5K 3363 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/JP2023/031165

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	(ファミリーなし)			
WO	2021/199504	A1	07.10.2021	US	2023/0010669	A1	
				EP	4131655	A1	
				CN	115349200	A	
				KR	10-2022-0161287	A	