



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119895663 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 25

(21) 申请号 202380067180.2

(22) 申请日 2023.08.29

(30) 优先权数据

2022-152154 2022.09.26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.03.19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/031165 2023.08.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/070407 JA 2024.04.04

(71) 申请人 AGC株式会社

地址 日本

(72) 发明人 植木真治 神原久美子

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 卢英日

(51) Int.Cl.

H01Q 15/14 (2006.01)

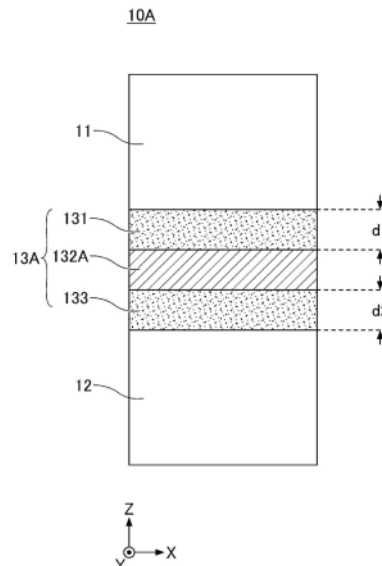
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

反射面板、使用其的电磁波反射装置、电磁波反射围栏以及反射面板的制作方法

(57) 摘要

提供一种改善了反射效率和反射方向的准确性中的至少一者的反射面板。反射面板具有：第一基板；第二基板；以及中间层，设置于上述第一基板与上述第二基板之间，并依次层叠第一中间膜、第二中间膜以及第三中间膜而成。上述第一中间膜与上述第二中间膜的界面、或者上述第二中间膜与上述第三中间膜的界面是反射1GHz以上且300GHz以下的电磁波的反射面。若将上述第一中间膜的平均厚度设为d1，将上述第三中间膜的平均厚度设为d2，则反射面板满足 $0.5 < d1/d2 < 1.5$ 。



1. 一种反射面板,其特征在于,具有:  
第一基板;  
第二基板;以及  
中间层,设置于所述第一基板与所述第二基板之间,并依次层叠第一中间膜、第二中间膜以及第三中间膜而成,  
所述第一中间膜与所述第二中间膜的界面、或者所述第二中间膜与所述第三中间膜的界面是反射1GHz以上且300GHz以下的电磁波的反射面,  
若将所述第一中间膜的平均厚度设为 $d_1$ ,将所述第三中间膜的平均厚度设为 $d_2$ ,则满足 $0.5 < d_1/d_2 < 1.5$ 。
2. 根据权利要求1所述的反射面板,其特征在于,  
所述中间层的厚度小于向所述反射面入射的所述电磁波的波长。
3. 根据权利要求1所述的反射面板,其特征在于,  
所述第一中间膜和所述第三中间膜是树脂层。
4. 根据权利要求3所述的反射面板,其特征在于,  
所述树脂层的相对介电常数为2.0以上且3.0以下,介电损耗角正切为0.0001以上且小于0.1000。
5. 根据权利要求1所述的反射面板,其特征在于,  
所述第二中间膜是包含金属的膜。
6. 根据权利要求5所述的反射面板,其特征在于,  
所述第二中间膜具有贯通孔或网格构造的开口。
7. 根据权利要求6所述的反射面板,其特征在于,  
所述贯通孔或所述网格构造的开口率为50.0%以上且80%以下。
8. 根据权利要求6所述的反射面板,其特征在于,  
所述第一中间膜和所述第三中间膜在所述开口的内部连接。
9. 根据权利要求6所述的反射面板,其特征在于,  
所述第一中间膜和所述第三中间膜中的至少一者进入所述开口的内部。
10. 根据权利要求9所述的反射面板,其特征在于,  
所述开口的填充率为所述开口的总面积或总体积的90.0%以上。
11. 一种电磁波反射装置,其特征在于,具有:  
权利要求1~10中的任一项所述的反射面板;和  
框架,保持所述反射面板。
12. 一种电磁波反射围栏,其特征在于,  
具有两个以上的权利要求11所述的电磁波反射装置,通过所述框架连结两个以上的所述反射面板而成。
13. 一种反射面板的制作方法,其特征在于,  
在第一基板与第二基板之间,配置依次层叠第一中间膜、第二中间膜以及第三中间膜而成的中间层,

将所述第一基板、所述中间层以及所述第二基板在高于80°C且130°C以下的温度下进行真空压接,而使压接后的所述第一中间膜的平均厚度d1相对于所述第三中间膜的平均厚度d2之比 $d1/d2$ 满足 $0.5 < d1/d2 < 1.5$ 。

## 反射面板、使用其的电磁波反射装置、电磁波反射围栏以及反射面板的制作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及反射面板、使用其的电磁波反射装置、电磁波反射围栏以及反射面板的制作方法。

### 背景技术

[0002] 期待将第五代移动通信系统(以下称为“5G”)的高速大容量、低延迟并且可大量同时连接的移动体通信技术导入于处理大量数据的IoT(Internet of Things)的通信网络中。除了移动体通信技术本来所具有的移动性和灵活性之外,5G的低延迟特性被认为适合于IoT。另一方面,由于5G的电波的直行性高,所以需要设置反射器等来确保将电波送到需要区域的传播路径。若将使用更高频带的第六代移动通信系统(称为“6G”)的导入也纳入视野,则用于改善传播环境的反射装置要求反射效率和反射方向的准确性。

[0003] 专利文献1:国际公开第2021/199504号

### 发明内容

[0004] 在反射面板中,存在反射方向、反射效率与设计背离,电波无法到达所希望区域的课题。本发明的目的之一在于,提供一种改善了反射效率和反射方向的准确性中的至少一者的反射面板。

[0005] 在一个实施方式中,反射面板具有:第一基板;第二基板;以及中间层,设置于上述第一基板与上述第二基板之间,并依次层叠第一中间膜、第二中间膜以及第三中间膜而成,上述第一中间膜与上述第二中间膜的界面、或者上述第二中间膜与上述第三中间膜的界面是反射1GHz以上且300GHz以下的电磁波的反射面,若将上述第一中间膜的平均厚度设为 $d_1$ ,将上述第三中间膜的平均厚度设为 $d_2$ ,则满足 $0.5 < d_1/d_2 < 1.5$ 。

[0006] 能够实现改善了反射效率和反射方向的准确性中的至少一者的反射面板。

### 附图说明

[0007] 图1是将具有实施方式的反射面板的电磁波反射装置连结而成的电磁波反射围栏的示意图。

[0008] 图2是沿着图1的A—A线剖切的水平剖视图。

[0009] 图3是表示反射面板的层结构的一个例子的图。

[0010] 图4是表示反射面板的层结构的另一例子的图。

[0011] 图5A是例1的反射面板的层结构的示意图。

[0012] 图5B是例1的反射面板剖面的光学显微图像。

[0013] 图6A是作为比较例的例5的反射面板的层结构的示意图。

[0014] 图6B是例5的反射面板剖面的光学显微图像。

## 具体实施方式

[0015] 图1是将具有实施方式的反射面板的电磁波反射装置连结而成的电磁波反射围栏100的示意图。电磁波反射围栏100是将分别具有反射面板10-1、10-2以及10-3(以下存在适当统称为“反射面板10”的情况)的电磁波反射装置60-1、60-2以及60-3在横向上连结而成。在图1的坐标系中,将反射面板10的宽度或水平方向作为X方向,将高度或垂直方向作为Y方向,将厚度方向作为Z方向。在图1中,将三个电磁波反射装置60-1、60-2以及60-3(以下存在适当统称为“电磁波反射装置60”的情况)连结而构成电磁波反射围栏100,但连结的电磁波反射装置60的数量并不特别限制。

[0016] 电磁波反射装置60-1、60-2以及60-3中所使用的反射面板10-1、10-2以及10-3反射1GHz以上且300GHz以下、例如1GHz以上且170GHz以下、或者1GHz以上且100GHz以下、或者1GHz以上且80GHz以下的规定频带的电磁波。如后所述,各反射面板10包括形成反射面的层。反射面既可以是入射角和反射角相等的镜面反射面,也可以是将入射电磁波向所希望的方向反射的超表面(metasurface),还可以包括上述两者。

[0017] 各电磁波反射装置60具有保持反射面板10的框架50。电磁波反射装置60也可以具有支承框架50的脚部56。脚部56并非必须,但在如图1那样使电磁波反射装置60或电磁波反射围栏100相对于设置面(XZ面)自立时有用。

[0018] 在反射面板10-1、10-2、10-3具有镜面反射面的情况下,从保持反射电位的连续性的观点出发,优选为相互电连接,但在包括超表面的情况下,邻接的反射面板10之间也可以未电连接。通过用框架50保持邻接的反射面板10彼此,得到在X方向上连结的电磁波反射围栏100。

[0019] 电磁波反射装置60除了具有反射面板10和框架50之外,也可以还具有保持反射面板10的上端的顶框架57、和保持下端的底框架58。该情况下,由框架50、顶框架57以及底框架58构成保持反射面板10的整周的框架。根据相对于顶框架57和底框架58的位置关系,框架50也可以称为“侧框架”。通过设置顶框架57和底框架58,可以确保反射面板10的搬运、组装时的机械强度和安全性。

[0020] 图2是沿着图1的A-A线剖切的水平剖视图。该水平剖视图通过与XZ面平行的剖面示出由框架50保持的反射面板10-1和10-2。框架50具有导电性的主体500、和形成于主体500的宽度方向的两侧的狭缝51-1及51-2。反射面板10-1和10-2的边缘分别插入狭缝51-1和51-2,保持在空间52内。空间52并非必须,但通过设置空间52,能够实现框架50的主体500的轻量化,并使反射面板10的保持角度具有余裕。

[0021] 通过将反射面板10-1和10-2的每一个插入狭缝51-1和51-2,能够稳定地保持邻接的反射面板10-1和10-2。主体500的一部分也可以由非导电性的材料形成。在主体500的外表面也可以设置有树脂等非导电性的罩501,但罩501并非必须。在设置罩501的情况下,罩501作为保护框架50的保护部件发挥功能。

[0022] <反射面板的层结构>

[0023] 图3示出反射面板10A的层结构的一个例子。该层结构是反射面板10A的厚度(Z)方向的结构。反射面板10A具有:第一基板11;第二基板12;以及设置于第一基板11与第二基板12之间的中间层13A。中间层13A依次层叠有第一中间膜131、第二中间膜132A以及第三中间膜133。根据电磁波的入射方向,第一中间膜131与第二中间膜132A的界面、或者第二中间膜

132A与第三中间膜133的界面是反射1GHz以上且300GHz以下的规定频带的电磁波的反射面。

[0024] 第一基板11和第二基板12从两侧支承中间层13A。第一基板11和第二基板12是聚碳酸酯、COP、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、氟树脂等绝缘性聚合物片或膜。当在室外、生产线使用反射面板10A的情况下,优选使用耐冲击性或耐久性、透明度优异的聚碳酸酯。为了保持反射面板10A的强度并尽可能减轻反射面板10A的总量,第一基板11和第二基板12的厚度在1.0mm以上且10.0mm以下的范围适当地选择。

[0025] 第二中间膜132A由包含金属的材料形成,反射入射的电磁波。作为第二中间膜132A的材料,能够使用不锈钢、软钢、铜、铜氧化物、镍、镍氧化物、金、银、铝、以及它们的组合。

[0026] 第一中间膜131和第三中间膜133是绝缘性的树脂膜。作为树脂,使用乙烯醋酸乙酯、环烯烃聚合物(COP)、紫外线固化树脂、热固化性树脂、热塑性树脂等。作为紫外线固化树脂,能够使用聚氨酯类树脂、丙烯酸类树脂、硅酮类树脂、环氧树脂、聚氨酯丙烯酸酯等。第一中间膜131和第三中间膜133的材料可以相同也可以不同,为了能够不区分反射面板10A的正面和背面地从任何方向都以相同的反射特性使用,优选为由相同的材料形成。

[0027] 第一中间膜131和第三中间膜133的树脂材料的相对介电常数和介电损耗角正切设定在抑制反射效率下降的适当的范围。上述树脂材料的相对介电常数为2.0以上且小于3.0,介电损耗角正切为0.0001以上且小于0.1000。若第一中间膜131和第三中间膜133的相对介电常数为3.0以上,则针对高频的损失有可能增大。同样,若第一中间膜131和第三中间膜133的介电损耗角正切为0.1000以上,则树脂膜中的电能的损失有可能变大。

[0028] 若将第一中间膜131的平均厚度设为 $d_1$ ,将第三中间膜133的平均厚度设为 $d_2$ ,则 $d_1$ 和 $d_2$ 满足 $0.5 < d_1/d_2 < 1.5$ 。这里,平均厚度是指在反射面板的宽度(X)方向上测定10个点并进行平均而得到的厚度。该条件是中间层13A的成品状态下的膜厚关系。在已制作的电磁波反射面板10A的中间层13A,通过第一中间膜131和第三中间膜133的平均厚度满足该条件,而第二中间膜132A在中间层13A中的位置稳定,能够良好地维持反射效率和反射方向中的至少一者。若第一中间膜131和第三中间膜133的厚度之差大,则第二中间膜132A过于靠近中间层13A的表面而借助树脂膜的覆盖变得不充分,有可能在中间层13A与第一基板11或第二基板12的界面产生气泡。或者树脂膜对第二中间膜132A的覆盖变得过厚,有可能在介电膜的内部产生不希望的气泡。

[0029] 通过将第一中间膜131的平均厚度 $d_1$ 、和第三中间膜133的平均厚度 $d_2$ 保持在 $0.5 < d_1/d_2 < 1.5$ 的范围,能够在中间层13A稳定地保持第二中间膜132A,抑制反射效率的下降或反射方向的准确性劣化。 $d_1/d_2$ 的值优选为满足 $0.5 < d_1/d_2 < 1.5$ ,并且遍及反射面板10的外周整体大致均匀。

[0030] 将第二中间膜132A的平均厚度设为 $d_3$ 。从设计为可用于5G或6G的相关频率的全域并且保持反射面板10较薄的观点出发,在中间层13A的成品状态下, $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 的总厚度、即中间层13A的平均厚度优选为小于动作波长 $\lambda$  ( $d_1+d_2+d_3 < \lambda$ )。例如在向反射面板10A入射的电磁波的频率为28.0GHz时,波长 $\lambda$ 为10.7mm,中间层13A的厚度优选为比10.7mm薄。

[0031] 图4示出反射面板10B的层结构的一个例子。反射面板10B除了中间层13B的第二中间膜132B具有开口135之外,具有与反射面板10A同样的层构造。中间层13B保持于第一基板

11与第二基板12之间。中间层13B依次层叠有第一中间膜131、第二中间膜132B以及第三中间膜133。根据电磁波的入射方向,第一中间膜131与第二中间膜132B的界面、或者第二中间膜132B与第三中间膜133的界面是选择性地反射1GHz以上且300GHz以下的规定频带的电磁波的反射面。第一基板11、第二基板12、第一中间膜131以及第三中间膜133的材料、厚度等和反射面板10A相同。

[0032] 第二中间膜132B的开口135可以是方形、圆形、椭圆形、多边形等的贯通孔,也可以是网格开口。也可以以周期性的排列来形成贯通第二中间膜132B的开口135,提高对特定频率的反射的选择性。也可以将第二中间膜132B形成为网格构造,将网格开口作为第二中间膜132B的开口135。从维持反射效率并维持反射面板10B的高的可见光透射率的观点出发,第二中间膜132B的开口率优选为50%以上且80%以下。若开口率超过80%则有可能无法得到所希望的反射效率。若开口率小于50%,则反射面板10B的可见光透射率有可能下降。根据反射面板10B的使用形态,在不需要对可见光的透明性的情况下,可以使开口135的开口率小于50%来优先提升反射效率。

[0033] 第一中间膜131和第三中间膜133也可以在第二中间膜132B的开口135内连接。开口135不需要被树脂膜完全填充,根据形成中间层13B时的贴合条件,也可以为开口135的总面积或总体积的90.0%以上。可以为第一中间膜131和第三中间膜133从第二中间膜132B的两面侧进入开口135内,也可以为第一中间膜131和第三中间膜133中的任意一者进入开口135。

[0034] 对于中间层13B,在成品状态下,第一中间膜131的平均厚度 $d_1$ 和第三中间膜133的平均厚度 $d_2$ 也满足 $0.5 < d_1/d_2 < 1.5$ 的条件。由此,能够在中间层13B稳定地保持第二中间膜132B,抑制反射效率的下降或反射方向的准确性劣化。另外,将第二中间膜132B的平均厚度设为 $d_3$ , $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 的总厚度、即中间层13B的厚度小于动作波长 $\lambda$  ( $d_1+d_2+d_3 < \lambda$ )。

[0035] 以下,通过以不同的条件制作样本,测定规定频率下的反射衰减量,由此验证中间层13所包含的第一中间膜131、第二中间膜以及第三中间膜的膜厚关系的优选范围。反射衰减量使用矢量网络分析仪、和高频用斜入射自由空间式的S参数测定夹具来测定。作为反射衰减量的基准值,使用厚度3mm、300mm×300mm的平滑的铝板来测定反射衰减量,将该测定值设为反射衰减量0.00dB。

[0036] [例1]

[0037] 例1是实施例1。制作作为第一基板11及第二基板12使用厚度2mm的聚碳酸酯片并在两张聚碳酸酯片之间配置有中间层13的反射面板10的样本。作为中间层13的设计条件,第一中间膜131使用厚度400 $\mu\text{m}$ 的乙烯醋酸乙烯酯,第二中间膜132使用厚度100 $\mu\text{m}$ 的不锈钢网格,第三中间膜133使用厚度400 $\mu\text{m}$ 的乙烯醋酸乙烯酯。不锈钢网格的平均开口径为268 $\mu\text{m}$ ,平均开口率为71%。通过用两张厚度3mm的玻璃夹持该层叠体,在真空下以130 $^{\circ}\text{C}$ 加热60分钟,而制成反射面板10。反射面板10的尺寸为1000mm×2000mm。

[0038] 图5A中示出例1的反射面板的层结构的示意图,图5B中示出样本剖面的光学显微图像。在例1的样本的成品状态下,第一中间膜131的平均厚度 $d_1$ 为400 $\mu\text{m}$ ,第二中间膜132的平均厚度 $d_3$ 为100 $\mu\text{m}$ ,第三中间膜133的平均厚度 $d_2$ 为400 $\mu\text{m}$ 。 $d_1/d_2=1.0$ ,满足 $0.5 < d_1/d_2 < 1.5$ 的条件。另外, $d_1+d_2+d_3=900\mu\text{m}$ 。如图5B所示,观察样本的成品外观时,在1000mm×2000mm的有效范围内未产生气泡,第二中间膜132在中间层13内的位置大致均匀。当针对

28.0GHz的入射电磁波测定反射衰减量时,与理想的铝板反射板比较,为 $-0.02\text{dB}$ ,反射衰减非常少。28GHz下的波长 $\lambda$ 为 $10.7\text{mm}$ ,所以也满足 $d_1+d_2+d_3<\lambda$ 的条件。例1中制作的样本的反射特性良好。

[0039] [例2]

[0040] 例2是实施例2。制作作为第一基板11及第二基板12使用厚度2mm的聚碳酸酯片并在两张聚碳酸酯片之间配置有中间层13的反射面板10的样本。中间层13的设计条件和例1相同,第一中间膜131是厚度 $400\mu\text{m}$ 的乙烯醋酸乙烯酯,第二中间膜132是厚度 $100\mu\text{m}$ 的不锈钢网格,第三中间膜133是厚度 $400\mu\text{m}$ 的乙烯醋酸乙烯酯。不锈钢网格的条件也相同。在贴合工序中,将上述的层叠体夹在厚度3mm的两张玻璃之间,在真空下以 $90^\circ\text{C}$ 加热60分钟,制作例2的样本。反射面板10的尺寸为 $1000\text{mm}\times 2000\text{mm}$ 。

[0041] 在样本的成品状态下,第一中间膜131的平均厚度 $d_1$ 为 $400\mu\text{m}$ ,第二中间膜132的平均厚度 $d_3$ 为 $100\mu\text{m}$ ,第三中间膜133的平均厚度 $d_2$ 为 $350\mu\text{m}$ 。 $d_1/d_2=1.1$ ,满足 $0.5<d_1/d_2<1.5$ 的条件。另外, $d_1+d_2+d_3=850\mu\text{m}$ ,也满足 $d_1+d_2+d_3<\lambda$ 的条件。观察该样本的成品外观时,在 $1000\text{mm}\times 2000\text{mm}$ 的有效范围内未产生气泡。当针对28.0GHz的入射电磁波测定反射衰减量时,与理想的铝板反射板比较,为 $-0.03\text{dB}$ ,确认到反射衰减非常少。

[0042] [例3]

[0043] 例3是实施例3。制作作为第一基板11以及第二基板12使用厚度2mm的聚碳酸酯片并在两张聚碳酸酯片之间配置有中间层13的反射面板10的样本。中间层13的设计条件和例1相同,第一中间膜131是厚度 $400\mu\text{m}$ 的乙烯醋酸乙烯酯,第二中间膜132是厚度 $100\mu\text{m}$ 的不锈钢网格,第三中间膜133是厚度 $400\mu\text{m}$ 的乙烯醋酸乙烯酯。不锈钢网格的条件也相同。在贴合工序中,将上述的层叠体夹在厚度3mm的两张玻璃之间,在真空下以 $88^\circ\text{C}$ 加热60分钟,制作例2的样本。反射面板10的尺寸为 $1000\text{mm}\times 2000\text{mm}$ 。

[0044] 在样本的成品状态下,第一中间膜131的平均厚度 $d_1$ 为 $400\mu\text{m}$ ,第二中间膜132的平均厚度 $d_3$ 为 $100\mu\text{m}$ ,第三中间膜133的平均厚度 $d_2$ 为 $285\mu\text{m}$ 。 $d_1/d_2=1.4$ ,满足 $0.5<d_1/d_2<1.5$ 的条件。另外, $d_1+d_2+d_3=785\mu\text{m}$ ,也满足 $d_1+d_2+d_3<\lambda$ 的条件。观察该样本的成品外观时,在 $1000\text{mm}\times 2000\text{mm}$ 的有效范围内未产生气泡。当针对28.0GHz的入射电磁波测定反射衰减量时,与理想的铝板反射板比较,为 $-0.20\text{dB}$ ,确认到反射衰减少。

[0045] [例4]

[0046] 例4是比较例1。设计条件和例1至例3相同。即,制作作为第一基板11及第二基板12使用厚度2mm的聚碳酸酯片并在两张聚碳酸酯片之间配置有中间层13的反射面板10的样本。对于中间层13的设计值而言,第一中间膜131是厚度 $400\mu\text{m}$ 的乙烯醋酸乙烯酯,第二中间膜132是厚度 $100\mu\text{m}$ 的不锈钢网格,第三中间膜133是厚度 $400\mu\text{m}$ 的乙烯醋酸乙烯酯。不锈钢网格的条件也相同。在贴合工序中,将上述的层叠体夹在厚度3mm的两张玻璃之间,在真空下以 $80^\circ\text{C}$ 加热60分钟,制作例3的样本。反射面板10的尺寸为 $1000\text{mm}\times 2000\text{mm}$ 。

[0047] 在样本的成品状态下,第一中间膜131的平均厚度 $d_1$ 是 $400\mu\text{m}$ ,第二中间膜132的平均厚度 $d_3$ 是 $100\mu\text{m}$ ,第三中间膜133的平均厚度 $d_2$ 是 $200\mu\text{m}$ 。 $d_1/d_2=2.0$ ,处于 $0.5<d_1/d_2<1.5$ 的范围之外。用光学显微镜观察例4的样本剖面时,在 $1000\text{mm}\times 2000\text{mm}$ 的有效范围内观察到大小2mm至10mm左右的25个气泡。当针对28.0GHz的入射电磁波测定反射衰减量时,与理想的铝板反射板比较,为 $-1.75\text{dB}$ ,可知反射衰减增大。这被认为是因为在中间层13,第

二中间膜132的位置偏移,伴随于此,在树脂膜内产生了气泡。

[0048] [例5]

[0049] 例5是比较例2。设计条件除了第二中间膜132之外和例1至例4相同。制作作为第一基板11及第二基板12使用厚度2mm的聚碳酸酯片并在两张聚碳酸酯片之间配置有中间层13的反射面板10的样本。中间层13的第一中间膜131和第三中间膜是厚度400 $\mu\text{m}$ 的乙烯醋酸乙酯。作为第二中间膜132,使用在厚度100 $\mu\text{m}$ 的聚对苯二甲酸乙二醇酯形成厚度360nm的Ag类金属的溅射膜而成的膜。将上述的层叠体夹在厚度3mm的两张玻璃之间,在真空下以130 $^{\circ}\text{C}$ 加热60分钟,制作例4的样本。反射面板10的尺寸为1000mm $\times$ 2000mm。

[0050] 图6A中示出例5的反射面板的层结构的示意图,图6B中示出样本剖面的光学显微图像。在例5的样本的成品状态下,第一中间膜131的平均厚度d1是400 $\mu\text{m}$ ,第三中间膜133的平均厚度d2是50 $\mu\text{m}$ 。d1/d2=8.0,处于 $0.5 < d1/d2 < 1.5$ 的范围之外。如图6B所示,观察样本的成品外观时,在1000mm $\times$ 2000mm的有效范围内观察到大小2mm至10mm左右的125个气泡101。当针对28.0GHz的入射电磁波测定反射衰减量时,与理想的铝板反射板比较,为-2.20dB,可知反射衰减增大。这被认为是因为在中间层13,第二中间膜132的位置显著偏移,伴随于此,在树脂膜内产生大量气泡101,第一中间膜131的相对介电常数偏离设计值。

[0051] 这样,构成为在用第一中间膜131和第三中间膜133夹持第二中间膜132而成的三层构造的中间层的成品状态下,使第一中间膜131的平均厚度d1和第三中间膜133的平均厚度d2满足 $0.5 < d1/d2 < 1.5$ 。即便使第一中间膜131和第三中间膜133相反,d1和d2的膜厚关系也相同,所以d1/d2小于1.5若从相反侧的面看则是指d1/d2大于0.5。反射面板10的制作方法

[0052] (a) 在第一基板11与第二基板12之间,配置依次层叠有第一中间膜131、第二中间膜132以及第三中间膜133的中间层13,

[0053] (b) 将第一基板11、中间层13以及第二基板12在高于80 $^{\circ}\text{C}$ 且130 $^{\circ}\text{C}$ 以下的温度下进行真空压接,使压接后的第一中间膜131的平均厚度d1相对于第三中间膜133的平均厚度d2之比d1/d2满足 $0.5 < d1/d2 < 1.5$ 。

[0054] 由此,能够降低反射衰减量而抑制反射效率的降低。能够抑制第一中间膜131或第三中间膜133的内部产生气泡101,抑制因折射率或相对介电常数的变化引起反射方向偏离设计方向。

[0055] 优选为以第一中间膜131和第三中间膜133满足 $0.5 < d1/d2 < 1.5$ 的条件为前提,满足d1+d2+d3 $< \lambda$ 的条件。即使满足d1+d2+d3 $< \lambda$ ,在偏离 $0.5 < d1/d2 < 1.5$ 的范围的情况下,反射衰减量变大,难以维持反射效率或反射方向的准确性。

[0056] 通过在电磁波反射装置60和电磁波反射围栏100中使用上述的反射面板10,能够降低反射衰减量,维持反射效率和反射方向的准确性中的至少一者。使用实施方式的反射面板的电磁波反射装置和电磁波反射围栏能够被有效地用在有限的空间内产生大量盲区的环境。在反射面板10具有对可见光的透明性的情况下,也能够将电磁波反射装置和电磁波反射围栏用作安全围栏、防音围栏。

[0057] 反射面板10的面内尺寸能够在30cm $\times$ 30cm至3m $\times$ 3m的范围内适当选择。可以使反射面板10的整个面成为超表面,也可以使一部分成为镜面反射面。通过在反射面板10的第一基板11和第二基板的表面设置紫外线防止膜这样的保护层,而能够在室外环境下长期使

用。

[0058] 以上,对本公开的实施方式进行了说明,本公开能够包含以下结构。

[0059] (项1)

[0060] 一种反射面板,其中,

[0061] 具有:

[0062] 第一基板;

[0063] 第二基板;以及

[0064] 中间层,设置于上述第一基板与上述第二基板之间,并依次层叠第一中间膜、第二中间膜以及第三中间膜而成,

[0065] 上述第一中间膜与上述第二中间膜的界面、或者上述第二中间膜与上述第三中间膜的界面是反射1GHz以上且300GHz以下的电磁波的反射面,

[0066] 若将上述第一中间膜的平均厚度设为 $d_1$ ,将上述第三中间膜的平均厚度设为 $d_2$ ,则满足 $0.5 < d_1/d_2 < 1.5$ 。

[0067] (项2)

[0068] 根据项1所记载的反射面板,其中,

[0069] 上述中间层的厚度小于向上述反射面入射的上述电磁波的波长。

[0070] (项3)

[0071] 根据项1或2所记载的反射面板,其中,

[0072] 上述第一中间膜和上述第三中间膜是树脂层。

[0073] (项4)

[0074] 根据项3所记载的反射面板,其中,

[0075] 上述树脂层的相对介电常数为2.0以上且3.0以下,介电损耗角正切为0.0001以上且小于0.1000。

[0076] (项5)

[0077] 根据项1~4中的任一项所记载的反射面板,其中,

[0078] 上述第二中间膜是包含金属的膜。

[0079] (项6)

[0080] 根据项5所记载的反射面板,其中,

[0081] 上述第二中间膜具有贯通孔或网格构造的开口。

[0082] (项7)

[0083] 根据项6所记载的反射面板,其中,

[0084] 上述贯通孔或上述网格构造的开口率为50.0%以上且80%以下。

[0085] (项8)

[0086] 根据项6或7所记载的反射面板,其中,

[0087] 上述第一中间膜和上述第三中间膜在上述开口的内部连接。

[0088] (项9)

[0089] 根据项6~8中的任一项所记载的反射面板,其中,

[0090] 上述第一中间膜和上述第三中间膜中的至少一者进入上述开口的内部。

[0091] (项10)

- [0092] 根据项9所记载的反射面板,其中,
- [0093] 上述开口的填充率为上述开口的总面积或总体积的90.0%以上。
- [0094] (项11)
- [0095] 一种电磁波反射装置,其中,
- [0096] 具有:
- [0097] 项1~10中的任一项所记载的反射面板;和
- [0098] 框架,保持上述反射面板。
- [0099] (项12)
- [0100] 一种电磁波反射围栏,其中,
- [0101] 具有两个以上的项11所记载的电磁波反射装置,通过上述框架连结2以上的上述反射面板而成。
- [0102] (项13)
- [0103] 一种反射面板的制作方法,其中,
- [0104] 在第一基板与第二基板之间,配置依次层叠第一中间膜、第二中间膜以及第三中间膜而成的中间层,
- [0105] 将上述第一基板、上述中间层以及上述第二基板在高于80°C且130°C以下的温度下进行真空压接,而使压接后的上述第一中间膜的平均厚度 $d_1$ 相对于上述第三中间膜的平均厚度 $d_2$ 之比 $d_1/d_2$ 满足 $0.5 < d_1/d_2 < 1.5$ 。
- [0106] 该申请基于2022年9月26日申请的日本国专利申请第2022-152154号主张其优先权,包含该日本国专利申请的全部内容。
- [0107] 附图标记说明
- [0108] 10、10-1、10-2、10-3、10A、10B…反射面板;11…第一基板;12…第二基板;13、13A、13B…中间层;50…框架(侧框架);57…顶框架;58…底框架;60、60-1、60-2、60-3…电磁波反射装置;100…电磁波反射围栏;101…气泡;131…第一中间膜;132…第二中间膜;133…第三中间膜;135…开口; $d_1$ …第一中间膜的平均厚度; $d_2$ …第三中间膜的平均厚度。

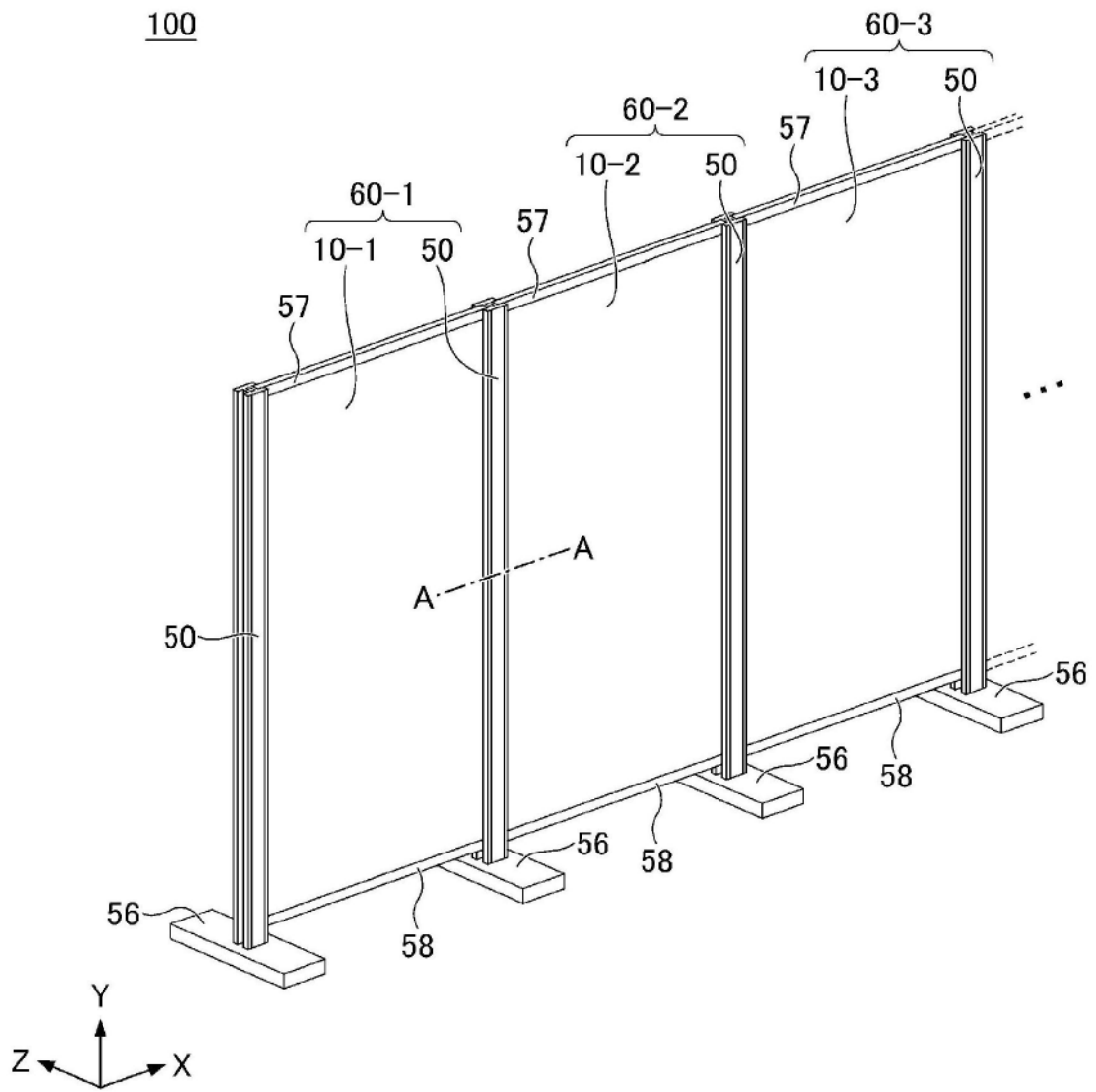


图1

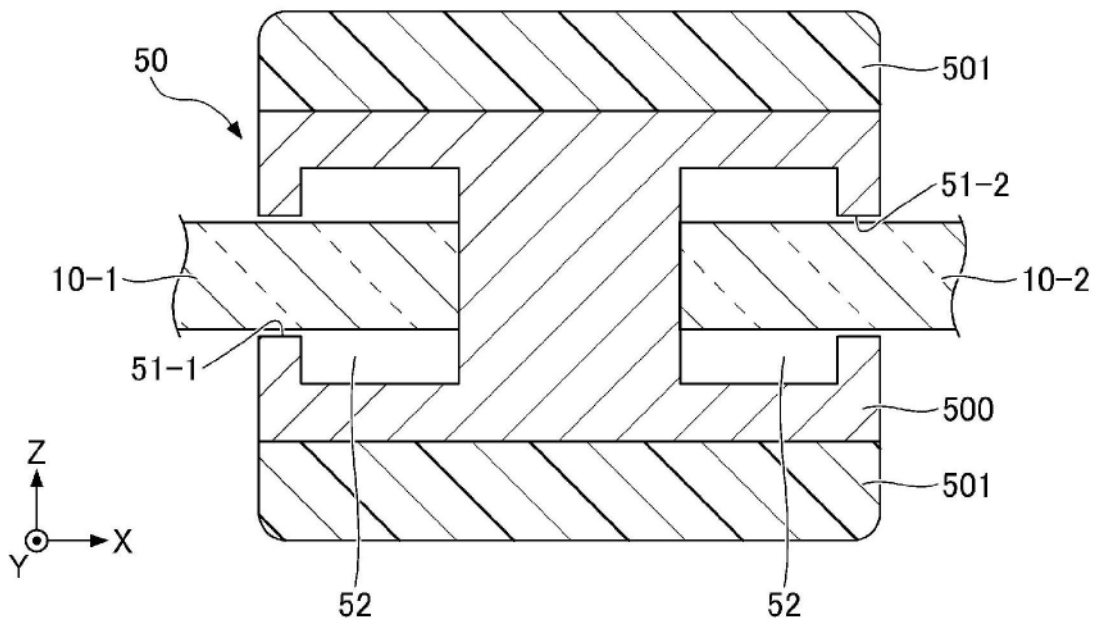


图2

10A

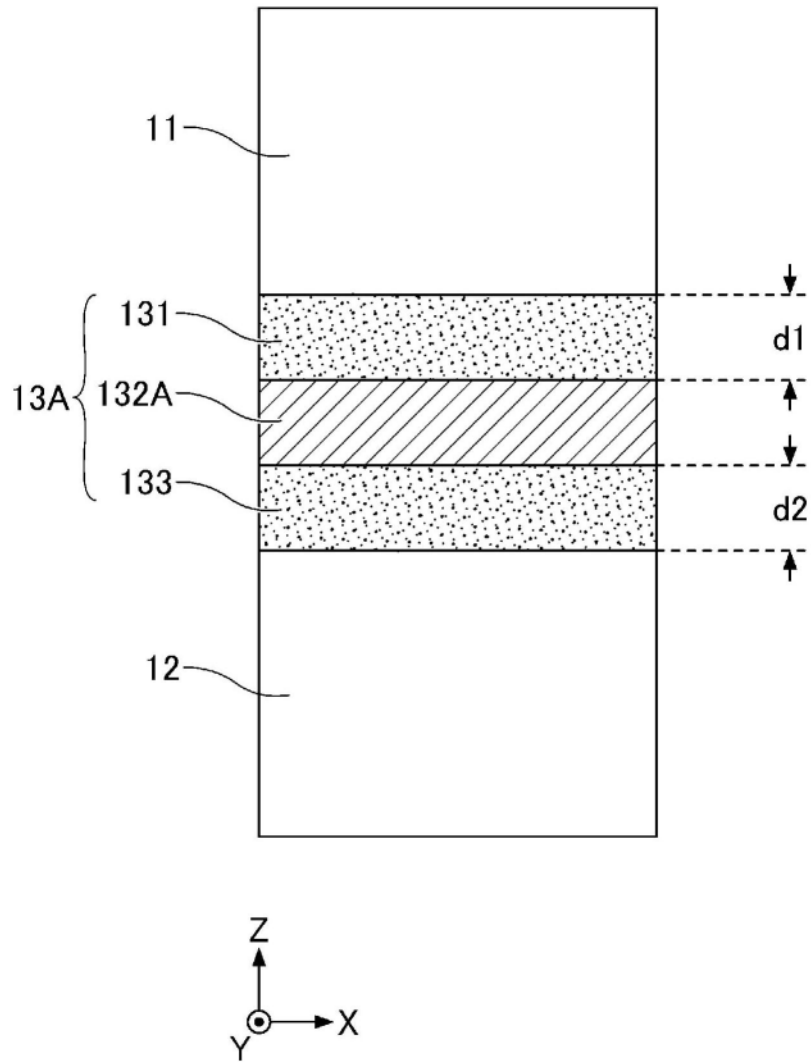


图3

10B

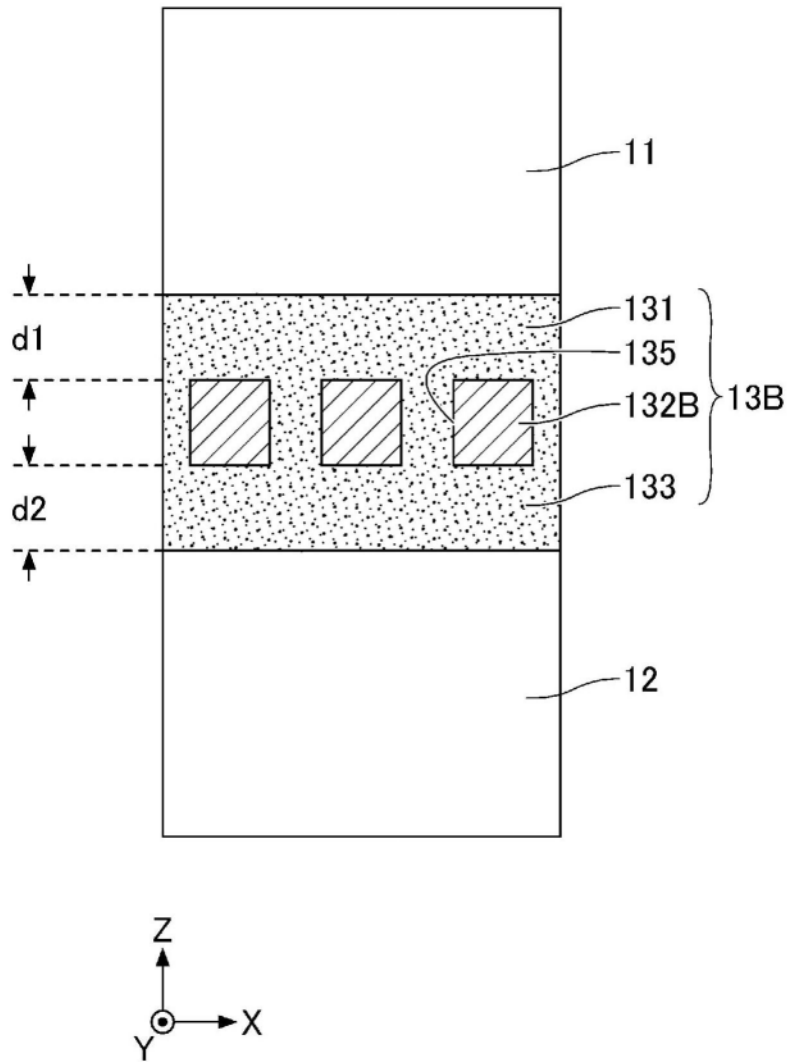


图4

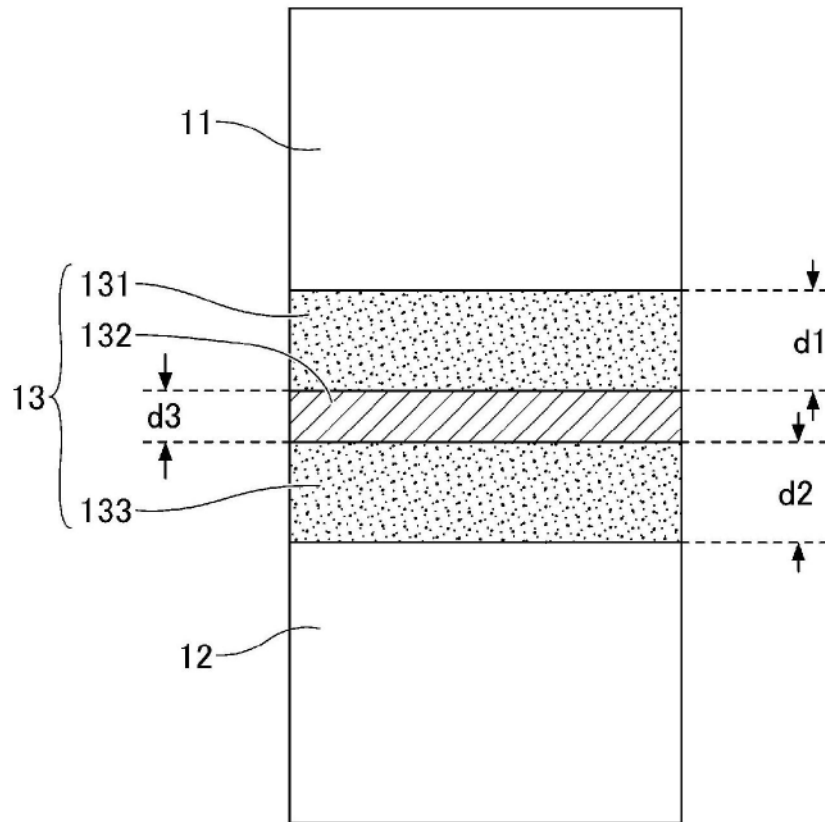


图5A

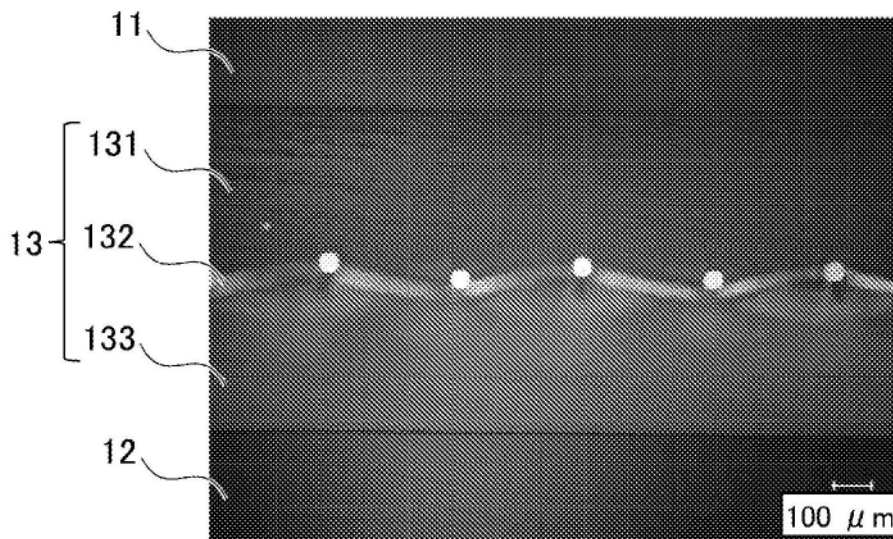


图5B

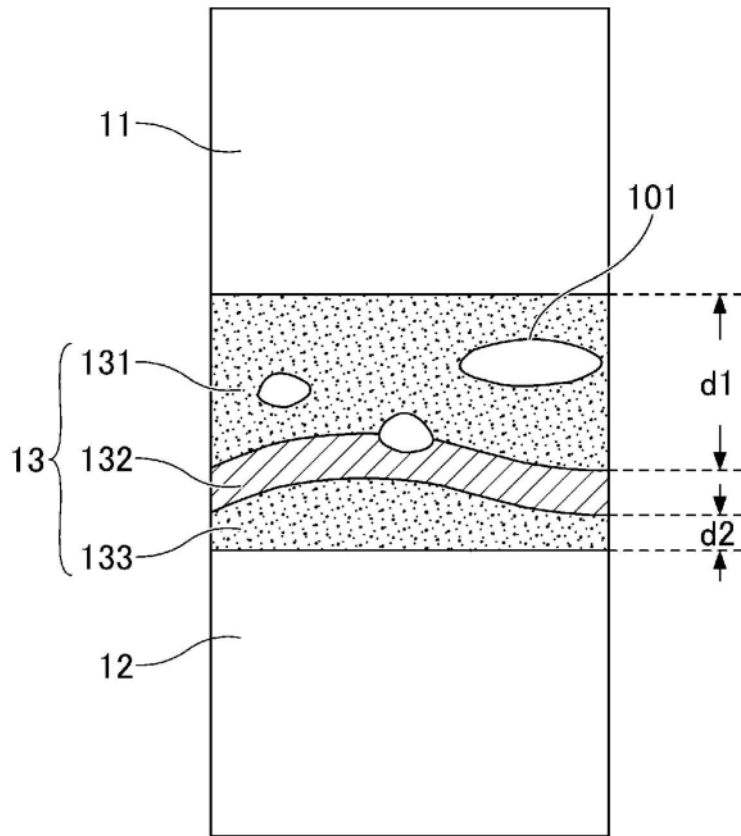


图6A

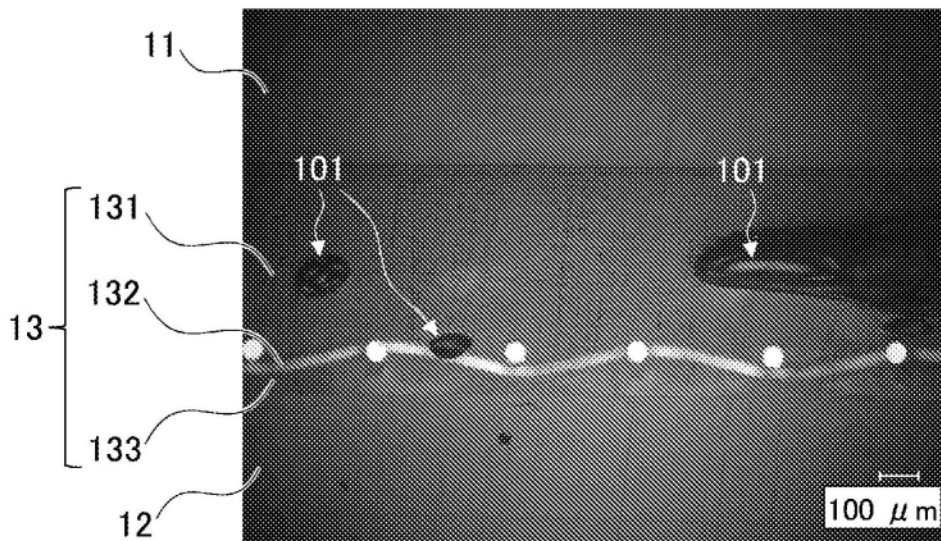


图6B