



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104073797 B

(45)授权公告日 2018.03.02

(21)申请号 201410119249.4

(22)申请日 2014.03.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104073797 A

(43)申请公布日 2014.10.01

(30)优先权数据
2013-070326 2013.03.28 JP
2014-011601 2014.01.24 JP

(73)专利权人 TOTO株式会社
地址 日本福冈县

(72)发明人 伊藤朋和

(74)专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司
72003

代理人 金相允 浦柏明

(51)Int.Cl.

G23C 24/02(2006.01)

B05D 1/02(2006.01)

B32B 5/16(2006.01)

B32B 37/24(2006.01)

(56)对比文件

US 6822317 B1,2004.11.23,

US 5776588 A,1998.07.07,

CN 102400134 A,2012.04.04,

CN 1962555 A,2007.05.16,

审查员 王振

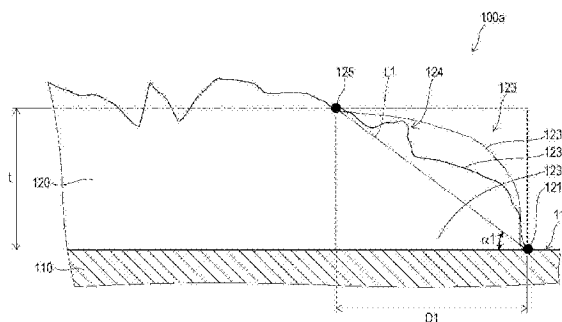
权利要求书1页 说明书15页 附图19页

(54)发明名称

复合结构物

(57)摘要

本发明公开了一种复合结构物,目的在于能够抑制膜状结构物发生剥离或自身崩解。该复合结构物的特征在于,具有基材,以及膜状结构物,该膜状结构物通过使将微粒分散于气体中的气溶胶碰撞所述基材从而在所述基材的表面形成。所述膜状结构物的端部与在所述膜状结构物的膜厚和其平均膜厚相等的部分之中最接近于所述端部的最外部之间的距离、即当垂直于所述表面观察时的距离是所述平均膜厚的10倍以上。



1. 一种复合结构物,其特征在于,
具有:
基材,以及

膜状结构物,通过使将陶瓷脆性材料的微粒分散于气体中的气溶胶碰撞所述基材从而在所述基材的表面形成,

所述膜状结构物的端部与在所述膜状结构物的膜厚和其平均膜厚相等的部分之中的最外部之间的距离、即当垂直于所述表面观察时的距离是所述平均膜厚的10倍以上,所述最外部为在所述膜状结构物的膜厚和其平均膜厚相等的部分之中的位于最外侧的点。

2. 根据权利要求1所述的复合结构物,其特征在于,所述膜状结构物具有所述膜厚从所述最外部朝向所述端部阶段性地变薄的倾斜部。

3. 根据权利要求1所述的复合结构物,其特征在于,所述膜状结构物具有所述膜厚从所述最外部朝向所述端部连续地变薄的倾斜部。

4. 根据权利要求1至权利要求3中任意一项所述的复合结构物,其特征在于,所述基材具有圆角部,该圆角部设置于包括所述端部的区域且所述表面弯曲,所述圆角部半径是所述平均膜厚的10倍以上。

复合结构物

技术领域

[0001] 本发明的形态一般涉及复合结构物。具体而言,涉及一种通过将喷嘴喷射的含有陶瓷或玻璃等脆性材料的微粒喷涂在基材表面上,从而在基材上形成含有脆性材料的结构物的复合结构物。

背景技术

[0002] 作为在基材的表面上形成含有脆性材料的结构物的方法包括例如气溶胶沉积法和气相沉积法等(专利文献1~3)。在气溶胶沉积法和气相沉积法中,将使含有脆性材料的微粒分散于气体中的气溶胶从喷出口喷射向基材,使微粒碰撞金属或玻璃、陶瓷或塑料等基材。通过该碰撞的冲击使脆性材料微粒发生变形或破碎并使其接合,在基材上直接形成含有微粒的构成材料的膜状结构物。

[0003] 根据该方法,不需要格外的加热装置,在常温下可形成膜状结构物,并能够获得与烧结体相比具有同等以上的机械强度的膜状结构物。另外,通过控制使微粒进行碰撞的条件或微粒的形状、组成等,能够使结构物的密度或机械强度、电特性等发生多样变化。

[0004] 但是,在该方法中,通过微粒的反复碰撞来施加冲击从而形成致密的结构物,因此制膜时在膜状结构物以及基材上残留有应力。例如,在制膜区域的边界或基材的丘部附近局部地产生有比较大的应力。在产生了比较大的应力的部分存在着因膜状结构物的自身崩解而引起膜状结构物剥离的问题。

[0005] 另外,例如,在平面或侧面形成膜状结构物时,在制膜区域的边界附近局部地产生有比较大的应力,存在着膜状结构物以该边界为基点剥离的可能性。而且,在形成膜状结构物的对象(基材)的面内设置有膜状结构物的端部时,应力集中于端部附近。因此,如果膜厚变厚则存在膜状结构物发生自身崩解的可能性。由于因应力而产生的疲劳蓄积于膜状结构物或基材中,因此膜状结构物的剥离或自身崩解不仅有可能在刚形成膜状结构物之后发生,还有可能在经过一天或者一周之后发生。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:国际公开第01/27348号小册子

[0009] 专利文献2:日本特开第2007-162077号公报

[0010] 专利文献3:日本特开第2005-2461号公报

发明内容

[0011] 本发明是基于这样的课题认识而进行的,本发明的目的在于提供一种能够抑制膜状结构物的剥离或自身崩解发生的复合结构物。

[0012] 第一发明为如下一种复合结构物,其特征在于,具有基材,以及膜状结构物,该膜状结构物通过使将微粒分散于气体中的气溶胶碰撞所述基材从而在所述基材的表面形成,所述膜状结构物的端部与在所述膜状结构物的膜厚和其平均膜厚相等的部分之中最接近

于所述端部的最外部之间的距离、即当垂直于所述表面观察时的距离是所述平均膜厚的10倍以上。

[0013] 根据该复合结构物,能够在膜状结构物的端部的附近缓和产生在基材以及膜状结构物中的应力。因此,能够抑制膜状结构物的剥离或崩解或者基材崩解的发生。优选膜状结构物的端部与在膜状结构物的膜厚和其平均膜厚相等的部分之中最接近于端部的最外部之间的距离、即垂直于基材的表面观察时的距离是平均膜厚的10倍以上,进一步优选为平均膜厚的20倍以上或50倍以上,更进一步优选为100倍以上。另外,通过增长膜状结构物的端部与在膜状结构物的膜厚和其平均膜厚相等的部分之中最接近于端部的最外部之间的距离、即垂直于基材的表面观察时的距离可期待缓和应力的效果。如果考虑作为工业产品的设计,则该距离优选约为平均膜厚的10000倍左右以下。

[0014] 第二发明为如下复合结构物,在第一发明中,其特征为,所述膜状结构物具有所述膜厚从所述最外部朝向所述端部阶段性地变薄的倾斜部。

[0015] 根据该复合结构物,能够比较容易地形成膜状结构物的倾斜部。另外,能够以期望的精度控制膜状结构物的形状(例如,倾斜部的形状)。因此,通过比较简单的方法或具有期望的精度的方法,能够在膜状结构物的端部附近缓和产生在基材以及膜状结构物中的应力。由此,能够抑制膜状结构物的剥离或崩解或基材崩解的发生。

[0016] 第三发明为如下复合结构物,在第一发明中,其特征为,所述膜状结构物具有所述膜厚从所述最外部朝向所述端部连续地变薄的倾斜部。

[0017] 根据该复合结构物,可以利用调整颗粒的喷涂角度、或者通过研磨加工对膜外周部进行光滑加工等简易的机构来形成膜厚连续地变化的倾斜部。因此,利用简易的机构,能够在膜状结构物的端部附近缓和产生在基材以及膜状结构物中的应力。由此,能够抑制膜状结构物的剥离或崩解或者基材崩解的发生。

[0018] 第四发明为如下复合结构物,在第一至第三的任一发明中,其特征为,所述基材具有圆角部,该圆角部设置于包括所述端部的区域且所述表面弯曲,所述圆角部半径是所述平均膜厚的10倍以上。

[0019] 根据该复合结构物,能够容易地在圆角部上形成膜厚的倾斜部,而且,能够进一步缓和产生在基材端部附近的应力。因此,能够进一步缓和产生在基材以及膜状结构物中的应力。由此,能够进一步抑制膜状结构物的剥离或崩解或基材崩解的发生。

[0020] 根据本发明的方面,提供一种能够抑制膜状结构物的剥离或自身崩解的发生的复合结构物。

附图说明

[0021] 图1是表示本发明的实施方式所涉及的复合结构物的模式剖视图。

[0022] 图2是表示本实施方式的比较例所涉及的复合结构物的模式剖视图。

[0023] 图3是放大图1(a)中所示的区域A1的模式剖视图。

[0024] 图4是说明本实施方式的膜状结构物的倾斜部的模式剖视图。

[0025] 图5是表示本发明的其他的实施方式所涉及的复合结构物的模式剖视图。

[0026] 图6是例示本实施方式的倾斜部的其他形状的模式剖视图。

[0027] 图7是例示本实施方式的端部附近的其他形状的模式剖视图。

- [0028] 图8是例示比较例的端部形状的模式剖视图。
- [0029] 图9是例示含有氧化钇的膜状结构物有无剥离的研究结果的一例的表。
- [0030] 图10是例示含有氧化铝的膜状结构物有无剥离的研究结果的一例的表。
- [0031] 图11是说明膜厚以两个阶段以上的方式阶段性地变化的膜状结构物的形成方法的模式平面图。
- [0032] 图12是说明膜厚以一个阶段的方式阶段性地变化的膜状结构物的形成方法的模式平面图。
- [0033] 图13是说明通过控制喷嘴或基材的扫描移动而使得膜状结构物的膜厚阶段性地变化的膜状结构物的形成方法的模式平面图。
- [0034] 图14是说明使膜状结构物的膜厚大致连续地变化的膜状结构物的形成方法的模式平面图。
- [0035] 图15是例示图9所示的试料(5)的倾斜部的一例的照片以及截面轮廓。
- [0036] 图16是例示图10所示的试料(17)的倾斜部的一例的照片以及截面轮廓。
- [0037] 图17是例示图9所示的试料(3)的倾斜部的一例的截面轮廓。
- [0038] 图18是例示图9所示的试料(1)的倾斜部的一例的照片以及截面轮廓。
- [0039] 图19是例示图9所示的试料(2)的倾斜部的一例的截面轮廓。
- [0040] 图20是例示产生在膜状结构物的端部的应力的模拟结果的一例的表。
- [0041] 图21是例示膜状结构物的倾斜部的模型的模式剖视图。
- [0042] 图22是例示形成本实施方式的膜状结构物的成膜设备的具体例的概略结构图。
- [0043] 附图标记说明
- [0044] 100a、100b、100c、100d、100e、100f、100g、100h、100i 复合结构物
- [0045] 110、110a 基材
- [0046] 111 表面
- [0047] 111a 弯曲面
- [0048] 113 棱部
- [0049] 115 圆角部
- [0050] 117a 第一倾斜面
- [0051] 117b 第二倾斜面
- [0052] 117c 第三倾斜面
- [0053] 120 膜状结构物
- [0054] 121 端部
- [0055] 122a 第一测量点
- [0056] 122b 第二测量点
- [0057] 122c 第三测量点
- [0058] 122d 第四测量点
- [0059] 123 倾斜部
- [0060] 123a 第一倾斜面
- [0061] 123b 第二倾斜面
- [0062] 123c 第三倾斜面

- [0063] 124 阶梯状部
- [0064] 125 最外部
- [0065] 126 倾斜部
- [0066] 127 第一膜体
- [0067] 128 第二膜体
- [0068] 130 遮蔽胶带
- [0069] 140 喷嘴
- [0070] 150 研磨轮
- [0071] 160 遮罩
- [0072] 200a、200b、200c 复合结构物
- [0073] 201 剥离
- [0074] 203、205 崩解
- [0075] 300 制膜设备
- [0076] 310 气瓶
- [0077] 320 气体供给机构
- [0078] 330 气溶胶发生器
- [0079] 331 喷嘴
- [0080] 340 制膜室
- [0081] 341 载台
- [0082] 真空泵

具体实施方式

[0083] 下面,参看附图说明本发明的实施方式。另外,在各附图中,对同样的构成要素标注相同的符号,并适当省略详细说明。

[0084] 图1是表示本发明的实施方式所涉及的复合结构物的模式剖视图。

[0085] 图2是表示本实施方式的比较例所涉及的复合结构物的模式剖视图。

[0086] 图1(a)以及图2(a)是表示膜状结构物的端部设置于基材面上的复合结构物的模式剖视图。图1(b)以及图2(b)是表示膜状结构物的端部设置于基材棱部的复合结构物的模式剖视图。

[0087] 图1(a)所示的复合结构物100a以及图1(b)所示的复合结构物100b具有基材110以及设置于基材110上的膜状结构物120。膜状结构物120通过,例如,利用气溶胶沉积法或气相沉积法等,将使含有脆性材料的微粒分散于气体中的气溶胶从喷嘴等喷出口喷射向基材110而形成。

[0088] 在图1(a)所示的复合结构物100a中,膜状结构物120的端部121存在于基材110的表面111上。换言之,图1(a)所示的复合结构物100a中的膜状结构物120的端部121存在于比基材110的棱部113(参看图1(b))更靠内侧的表面111的中部。

[0089] 另一方面,在图1(b)所示的复合结构物100b中,膜状结构物120的端部121存在于基材110的棱部113。换言之,图1(b)所示的复合结构物100b中的膜状结构物120的端部121搭接于基材110的棱部113。

[0090] 下面,在本实施方式中举例说明利用气溶胶沉积法形成膜状结构物120的情况。

[0091] 在对气溶胶沉积法的原理进行说明之前,首先,对在本说明书中使用的用语进行说明。

[0092] 在本说明书中,“微粒”是指当为致密颗粒时,使用扫描式电子显微镜等测定的平均粒径为0.1微米以上10微米以下的颗粒。另外,“一次颗粒”是指微粒的最小单位(一粒)。在通过扫描式电子显微镜测定平均粒径时,可以在观察图像中任意选择100个微粒,采用其长轴和短轴的平均值,并基于观察到的微粒的所有的平均值而算出。微粒中的脆性材料颗粒为气溶胶沉积法中形成结构物的主体,一次颗粒的平均粒径为0.01微米以上、10微米以下,更优选为0.1微米以上、5微米以下。

[0093] 在本申请说明书中,“气溶胶”是指,将上述微粒分散在如氦气或氩气的惰性气体、氮气、氧气、干燥空气、氢气、有机气体、氟气、含有上述气体的混合气体等气体中的状态。气溶胶有时含有一部分凝聚体,但是实质上是指微粒单独分散的状态。气溶胶的气压和温度是任意的,但是对于形成膜状结构物而言,优选当将气压换算为一个大气压、将温度换算为摄氏20度时,从喷嘴等的喷出口喷射时气体中的微粒的浓度在0.0003mL/L~10mL/L的范围内。

[0094] 接下来,对气溶胶沉积法的原理进行说明。

[0095] 在气溶胶沉积法中所利用的微粒以陶瓷或半导体等脆性材料为主体。作为微粒可以单独使用相同材质的微粒、或者混合使用不同粒径的微粒。或者也可以混合或复合使用不同种类的脆性材料微粒。另外,也可以将金属材料或有机物材料等的微粒混合于脆性材料微粒中使用,或将其涂覆于脆性材料微粒的表面使用。但是,即使在这种情况下,形成膜状结构物的主体仍为脆性材料。

[0096] 在气溶胶沉积法中,优选当使微粒以50~450m/s的速度对基材进行碰撞时,获得含有微粒中的脆性材料微粒的构成材料的结构物。

[0097] 气溶胶沉积法的工序通常在常温下进行溶胶。能够在比微粒材料的熔点充分低的温度,即摄氏100度以下形成膜状结构物。这一点是气溶胶沉积法的特征之一。

[0098] 当使用结晶性脆性材料微粒作为原料时,在利用气溶胶沉积法形成的复合结构物中的膜状结构物的部分,晶粒尺寸比原料微粒尺寸小。膜状结构物部分为多晶体。该结晶实质上没有结晶取向性的情况较多。另外,在脆性材料结晶彼此间的界面中实质上不存在由玻璃层形成的晶界层。另外,在多数情况下,在膜状结构物部分中形成有陷入基材表面的“锚层”。因为形成有锚层,所以膜状结构物被形成为以极高的强度坚固地附着在基材上。

[0099] 利用气溶胶沉积法形成的膜状结构物与微粒彼此通过压力被压紧并以物理附着的方式保持形态的状态的所谓“压粉体”明显不同,具有充分强度。利用气溶胶沉积法形成的优质的膜状结构物具有与使用该材料并通过烧成法形成的块体大致相同的硬度。

[0100] 在这种情况下,在气溶胶沉积法中,飞来的脆性材料微粒在基材上发生破碎或变形的情形能够通过使用X射线衍射法等测量作为原料使用的脆性材料微粒的微晶尺寸以及所形成的脆性材料结构物的微晶尺寸来加以确认。

[0101] 利用气溶胶沉积法形成的膜状结构物的微晶尺寸比原料微粒的微晶尺寸小。另外,在微粒通过破碎或变形形成的“偏移面”或“破碎面”上形成有存在于原始的微粒内部、且与其他的原子相结合的原子成为剥离状态的“新生面”。而且,可以认为通过表面能高的

活性的新生面与邻接的脆性材料微粒的表面、或邻接的脆性材料的新生面或基材的表面接合从而形成膜状结构物。

[0102] 也可以认为当在气溶胶中的微粒的表面适当地存在羟基时,在微粒碰撞时微粒彼此之间、或者微粒和结构物之间产生的局部的剪切应力等,由此,发生机械化学的酸碱脱水反应,上述物质彼此接合。认为当从外部施加连续的机械冲击力时,这些现象继续发生,并通过重复微粒的变形、破碎等进行进一步的接合、致密化,从而含有脆性材料的膜状结构物进行成长。

[0103] 在此,膜状结构物120在利用气溶胶沉积法形成的过程中,通过从外部施加连续的机械冲击力,将应力施加于基材110以及膜状结构物120的至少任意一方。另外,伴随着膜状结构物120的成长,应变增加。使用不锈钢或铝等延展性材料作为基材110的材料时,基材110可能会因为应力而变形。或者,使用玻璃或硅片等脆性材料作为基材110的材料时,基材110可能会缺损或塌陷。

[0104] 一般来说,应力具有集中于形状呈局部尖突的部分或所形成的膜状结构物120中的端部的倾向。因此,如图2(a)所示的复合结构物200a以及图2(b)所示的复合结构物200b,在从侧方观察复合结构物200a、200b时的剖面观察中,在膜状结构物120的端部相对于基材110的表面111的角度比较大的情况下,应力局部集中的地方成为起点,膜状结构物120的剥离201或崩解203或者基材110的崩解205有可能发生。

[0105] 相对于此,在本实施方式所涉及的复合结构物100a、100b中,在膜状结构物120的端部设置有倾斜部123。如图1(a)以及图1(b)所示,膜状结构物120的倾斜部123中的膜厚从膜状结构物120的内侧朝向端部大致连续地变薄。倾斜部123的上部比倾斜部123的下部(与基材110的接触部)更后退至膜状结构物120的内侧。对此,参看附图进行进一步的说明。

[0106] 图3是放大图1(a)所示的区域A1的模式剖视图。

[0107] 如图3所示,当放大膜状结构物120的端部附近进行观察时,可发现膜状结构物120的表面(上表面)具有不平坦的凹凸形状。并且,膜状结构物120的膜厚存在和平均膜厚 t 相等的部分。在本实施方式中,将在膜状结构物120的膜厚和平均膜厚 t 相等的部分之中位于最外侧的点(最接近于端部121的点)作为最外部125。

[0108] 在此,在本申请说明书的“平均膜厚”是指通过与基材110接合而形成的膜状结构物120的厚度的平均值。膜状结构物120的厚度有偏差时,由进行多次测量的平均求得“平均膜厚”。例如,对于一系列的膜状结构物120的厚度测量所必要的充分的点数,并基于测量到的值的平均值求得“平均膜厚”。具体而言,在膜状结构物120的形状中的最长的线上,去掉膜厚为零的两个端部,将该两个端部之间以均等的间隔所测量到的100个点的值的平均值作为“平均膜厚”。例如,当垂直于基材110的表面111观察时,当膜状结构物120的形状为四角形时,在该四角形的对角线上,去掉膜厚为零的两个端部,将该两个端部之间以均等的间隔所测量到的100个点的值的平均值作为“平均膜厚”。例如,当垂直于基材110的表面111观察时,当膜状结构物120的形状包含圆弧时,在包含该圆弧的基材上,去掉膜厚为零的两个端部,将该两个端部之间以均等的间隔所测量到的100个点的值的平均值作为“平均膜厚”。

[0109] 膜状结构物120的厚度可以基于基材110与膜状结构物120的表面的阶梯差或通过剖面图像所确认的膜状结构物120的厚度等求得。此外,膜状结构物120的厚度可以使用利用紫外线、可视光、红外线、X射线、 β 射线等所谓的透射型膜厚仪、利用电容或涡电流的膜厚

仪、利用电容或电阻的膜厚仪、或利用磁力的电磁式膜厚仪等求得。

[0110] 另外,如果膜状结构物120的比重是已知的,并且难以算出膜状结构物120的剖面信息时,则还可以基于膜状结构物120的重量算出平均膜厚。即,能够基于膜状结构物120的重量和膜状结构物120的比重算出膜状结构物120的体积,并通过用膜状结构物120的体积除以当垂直于基材110的表面111观察时的膜状结构物120的面积来算出平均膜厚。

[0111] 如此前关于图1(a)以及图1(b)所述,膜状结构物120具有在端部设置的倾斜部123。当大致沿着基材110的表面111从最外部125朝向端部121观察时,膜状结构物120的倾斜部123的膜厚一直在变化。

[0112] 例如,在图3所示的第一倾斜面123a以及第二倾斜面123b中,膜状结构物120的膜厚从最外部125朝向端部121大致连续地变薄。最外部125的第一倾斜面123a的倾斜角度比端部121的第一倾斜面123a的倾斜角度小。换言之,最外部125的第一倾斜面123a与端部121的第一倾斜面123a相比为“平缓的斜面”。另一方面,最外部125的第二倾斜面123b的倾斜角度比端部121的第二倾斜面123b的倾斜角度大。换言之,最外部125的第二倾斜面123b与端部121的第二倾斜面123b相比为“陡峭的斜面”。

[0113] 或者,例如,在图3所示的第三倾斜面123c中,膜状结构物120的膜厚从最外部125朝向端部121大致阶段性地变薄。即,如图3所示,第三倾斜面123c在最外部125和端部121之间具有阶梯状部124。对此,将在后面进行详细的阐述。

[0114] 在本实施方式所涉及的复合结构物100a中,在第一至第三的倾斜面123a、123b、123c的任意一者之中,最外部125与端部121之间的距离D1、即当垂直于表面111观察时的距离D1是平均膜厚t的10倍以上。

[0115] 作为测量最外部125与端部121之间的距离D1、即当垂直于表面111观察时的距离D1的方法可列举使用表面形状测量器的方法。例如,使用表面形状测量器测量膜状结构物120的表面以及基材110的表面111的形状,求得最外部125以及端部121。接下来,能够通过测量将最外部125垂直地投影于基材110的表面111上的部分与将端部121垂直地投影于基材110的表面111上的部分之间的距离从而求得距离D1。

[0116] 或者,作为测量距离D1的方法,可列举使用剖面照片(例如,SEM等)的方法。例如,拍摄复合结构物(例如,复合结构物100a)的剖面照片,在该剖面照片上求得最外部125以及端部121。接下来,能够通过测量将最外部125垂直地投影于基材110的表面111上的部分与将端部121垂直地投影于基材110的表面111上的部分之间的距离从而求得距离D1。

[0117] 或者,作为测量距离D1的方法,可列举使用膜厚仪的方法。例如,利用测量膜状结构物120的膜厚时所使用的膜厚仪,例如,在直线上以与平均膜厚t相同程度的间隔测量倾斜部123。接下来,能够根据膜厚仪测量的直线上的坐标求得距离D1。

[0118] 另外,对于后述的距离D2~D6,也可以利用同样的方法测量距离D2~D6。

[0119] 由此,能够缓和在膜状结构物120的端部产生在基材110以及膜状结构物120中的应力。因此,能够抑制膜状结构物120的剥离201或崩解203或者基材110的崩解205发生。

[0120] 另外,此前关于图1(b)所述的复合结构物100b的膜状结构物120的端部的结构与上述复合结构物100a的膜状结构物120的端部的结构相同。因此,在此前关于图1(b)所述的复合结构物100b中,也能够获得与上述复合结构物100a的效果同样的效果。

[0121] 在此,膜状结构物120的倾斜部123为膜状结构物120的膜厚发生变化的部分。即,

膜状结构物120的倾斜意味着膜状结构物120的膜厚发生变化。膜状结构物120的倾斜部123可以通过将膜状结构物120的形状设为倾斜而形成,也可以通过使基材110的形状(例如,厚度)预先发生变化而形成。对此,将进一步进行说明。

[0122] 图4是说明本实施方式的膜状结构物的倾斜部的模式剖视图。

[0123] 图4(a)是说明本实施方式的膜状结构物的倾斜部的模式剖视图。图4(b)是说明本实施方式的膜状结构物的其他的倾斜部的模式剖视图。图4(c)是说明本实施方式的膜状结构物的另外其他的倾斜部的模式剖视图。

[0124] 如上所述,膜状结构物120的倾斜意味着膜状结构物120的膜厚发生变化。因此,如图4(a)至图4(c)所示,膜状结构物120的倾斜部123也可以通过使基材110的形状(例如,厚度)预先发生变化而形成。

[0125] 在图4(a)所示的复合结构物100g中,位于膜状结构物120的倾斜部123的基材110的厚度 t_s 从膜状结构物120的中央部朝向端部121大致线性地变厚。即,基材110的第一倾斜面117a的倾斜角度从膜状结构物120的中央部朝向端部121大致恒定。

[0126] 在图4(b)所示的复合结构物100h以及图4(c)所示的复合结构物100i中,位于膜状结构物120的倾斜部123的基材110的厚度 t_s 从膜状结构物120的中央部朝向端部121大致连续地变厚。如图4(b)所示,膜状结构物120的相对位于中央部一侧的第二倾斜面117b的倾斜角度比膜状结构物120的相对位于端部121一侧的第二倾斜面117b的倾斜角度大。如图4(c)所示,膜状结构物120的相对位于中央部一侧的第三倾斜面117c的倾斜角度比膜状结构物120的相对位于端部121一侧的第三倾斜面117c的倾斜角度小。

[0127] 在图1(a)、图1(b)、图3、图4(a)、图4(b)、图4(c)所示的任意一个倾斜部123都形成有致密的结构物。对于倾斜部123是否具有致密的结构物可以通过测量倾斜部123的硬度来进行判断。根据本实施方式,即使在膜状结构物120的端部121附近形成致密的结构物时,因为在膜状结构物120的端部121附近设置有倾斜部123,所以可以抑制膜状结构物120的剥离201或崩解203或者基材110的崩解205发生。另外,根据复合结构物100g的用途,即使在膜状结构物120的端部121的附近也可能要求发挥机能。即便在这种情况下,因为在膜状结构物120的端部121附近设置有倾斜部123,所以膜状结构物120的膜质也能够保持恒定。由此,即使在膜状结构物120的端部121附近也能够满足机能。另外,对于倾斜部123是否具有致密的结构物将在后面进行详细的阐述。

[0128] 图5是表示本发明的其他的实施方式所涉及的复合结构物的模式剖视图。

[0129] 图5(a)是表示膜状结构物的端部设置在基材的面上的复合结构物的模式剖视图。图5(b)是表示膜状结构物的端部设置在基材的棱部的复合结构物的模式剖视图。

[0130] 图5(a)所示的复合结构物100c以及图5(b)所示的复合结构物100d具有基材110以及在基材110上设置的膜状结构物120。膜状结构物120利用此前关于图1所述的气溶胶沉积法等形成。

[0131] 在本实施方式所涉及的复合结构物100c、100d中,在膜状结构物120的端部设置有倾斜部126。如图5(a)以及图5(b)所示,膜状结构物120的倾斜部126的膜厚从膜状结构物120的内侧朝向端部大致阶段性地变薄。即,膜状结构物120的膜厚从最外部125(参看图3)朝向端部121(参看图3)阶段性地变薄。复合结构物100c的其他的结构与此前关于图1(a)所述的复合结构物100a的结构相同。另外,复合结构物100d的其他的结构与此前关于图1(b)

所述的复合结构物100b的结构相同。

[0132] 根据本实施方式,能够比较容易地形成膜状结构物120的倾斜部126。因此,利用比较简易的方法就能够缓和在膜状结构物120的端部产生在基材110以及膜状结构物120中的应力。由此,利用比较简易的方法就能够抑制膜状结构物120的剥离201或崩解203或者基材110的崩解205发生。另外,对于形成本实施方式的倾斜部126的方法将在后面进行详细的阐述。

[0133] 图6是例示本实施方式的倾斜部的其他形状的模式剖视图。

[0134] 图6(a)是例示膜状结构物的倾斜部的膜厚连续地变化的例子的模式剖视图。图6(b)是例示膜状结构物的倾斜部的膜厚局部地变厚的例子的模式剖视图。图6(c)是例示膜状结构物的倾斜部的膜厚在一部分区域变厚的例子的模式剖视图。

[0135] 如图6(a)所示,当膜状结构物120的膜厚从膜状结构物120的内侧朝向端部大致连续地变薄时,在端部121的附近膜状结构物120的膜厚为平均膜厚 t 的点存在一点。该点为最外部125。并且,最外部125与端部121之间的距离 D_2 ,即当垂直于表面111观察时的距离 D_2 是平均膜厚 t 的10倍以上。

[0136] 如图6(b)所示,当从膜状结构物120的内侧朝向端部观察时,如果膜状结构物120的膜厚在与平均膜厚 t 相比先变薄之后,与平均膜厚 t 相比又局部地变厚,接下来与平均膜厚 t 相比再次变薄,则在端部121的附近的膜状结构物120的膜厚为平均膜厚 t 的点存在三点(点P1、点P2以及点P3)。在点P1至P3中位于最外侧的点P3为最外部125。并且,最外部125与端部121之间的距离 D_3 ,即当垂直于表面111观察时的距离 D_3 是平均膜厚 t 的10倍以上。而且,膜状结构物120的膜厚从最外部125朝向端部121大致阶段性地变薄。

[0137] 如图6(c)所示,从膜状结构物120的内侧朝向端部观察时,膜状结构物120的膜厚在与平均膜厚 t 相比先变薄之后,即使在一部分区域变厚也比平均膜厚 t 薄时,在端部121的附近的膜状结构物120的膜厚为平均膜厚 t 的点存在一点。该点为最外部125。并且,最外部125与端部121之间的距离 D_4 ,即当垂直于表面111观察时的距离 D_4 是平均膜厚 t 的10倍以上。

[0138] 如上所述,本实施方式的倾斜部123可以采用各种形状。无论膜状结构物120的倾斜部具有任何形状,只要最外部125与端部121之间的距离,即当垂直于表面111观察时的距离是平均膜厚 t 的10倍以上,则该倾斜部就被包含在本实施方式的倾斜部123的范围内。

[0139] 图7是例示本实施方式的端部附近的其它形状的模式剖视图。

[0140] 图8是例示比较例的端部形状的模式剖视图。

[0141] 图7(a)例示出膜状结构物120的倾斜部123的膜厚从膜状结构物120的内侧朝向端部大致连续地变薄的情形。图7(b)例示出膜状结构物120的倾斜部126的膜厚从膜状结构物120的内侧朝向端部大致阶段性地变薄的情形。

[0142] 在此前关于图1(b)所述的复合结构物100b中,膜状结构物120的端部121搭接于基材110的棱部113。相对于此,在图7(a)所示的复合结构物100e中,基材110a在包括膜状结构物120的端部121的区域具有圆角部115。如图7(a)所示,圆角部115具有弯曲面111a。弯曲面111a呈现出基材110a的表面弯曲的形状。因此,复合结构物100e的基材110a不具有棱部113。由此,图7(a)所示的膜状结构物120的端部121未搭接于基材110a的棱部。圆角部115的半径 R_1 是平均膜厚 t 的10倍以上。最外部125与端部121之间的距离 D_5 ,即当垂直于表面111

观察时的距离D5是平均膜厚t的10倍以上。

[0143] 另外,在此前关于图5 (b) 所述的复合结构物100d中,膜状结构物120的端部121搭接于基材110的棱部113。相对于此,图7 (b) 所示的复合结构物100f中,基材110a在包括膜状结构物120的端部121的区域具有圆角部115。如图7 (b) 所示,圆角部115具有弯曲面111a。弯曲面111a呈现出基材110a的表面弯曲的形状。因此,复合结构物100f的基材110a不具有棱部113。因此,图7 (b) 所示的膜状结构物120的端部121未搭接于基材110a的棱部。圆角部115的半径R2是平均膜厚t的10倍以上。最外部125与端部121之间的距离D6,即当垂直于表面111观察时的距离D6是平均膜厚t的10倍以上。

[0144] 由此,能够进一步缓和产生在基材110的端部附近的应力。因此,能够进一步缓和产生在基材110以及膜状结构物120中的应力。由此,还能够进一步抑制膜状结构物120的剥离201或崩解203或者基材110的崩解205发生。

[0145] 在本实施方式中,圆角部115的半径R1是平均膜厚t的10倍以上。另外,圆角部115的半径R2是平均膜厚t的10倍以上。由此,能够抑制膜状结构物120的剥离201或崩解203或者基材110的崩解205发生。即,根据本实施方式,通过利用具有平均膜厚t的10倍以上的半径的圆角部115可形成膜状结构物120的倾斜部123。圆角部115的半径更优选为平均膜厚t的100倍以上。

[0146] 如图8所示,当在基材110的弯曲面111a的中部设置膜状结构物120的终端部时,如果仅在具有弯曲面111a的基材110上形成膜,则存在在终端部不能有效地形成倾斜部的可能性。因此,如图8所示,膜状结构物120的剥离201或崩解203或者基材110的崩解205可能会发生。

[0147] 在这种情况下,在本实施方式中,例如,如图1 (a) 所示的复合结构物100a,即使基材110在膜状结构物120的端部121不具有曲率时,也能够形成倾斜部123。如上所述,根据本实施方式,通过适当选择刻意地控制膜状结构物120的膜厚的装置,可以抑制膜状结构物120的崩解。

[0148] 接下来,对本发明人所进行的研究参看附图进行说明。

[0149] 图9是例示含有氧化钇的膜状结构物有无剥离的研究结果的一例的表。

[0150] 本发明人使用氧化铝(铝氧)、石英以及不锈钢(SUS304)作为基材110,在各基材110上利用气溶胶沉积法形成氧化钇的膜状结构物120。

[0151] 具体而言,通过使用具有规定的开口面积的开口部的喷嘴,并适当设定氮气的流量来形成氧化钇的膜状结构物120。另外,对于室内的压力也进行适当设定。对于膜状结构物120的膜厚,以及最外部125与端部121之间的距离,即当垂直于表面111观察时的距离利用表面形状测量器SURFCOM130A进行测量。

[0152] 基材110、倍率以及剥离的判定结果如图9所示。

[0153] 图9所示的表中的“倍率”是指,最外部125与端部121之间的距离,即当垂直于表面111观察时的距离相对于平均膜厚t的倍率。即,在此前关于图3所述的复合结构物100a中,“倍率”表示“D1/t”。

[0154] 根据图9所示的表可知,当倍率为10倍以上时,不会发生膜状结构物120的剥离。另外,本发明人已确认当倍率为30倍、40倍、60倍、70倍、80倍、150倍、200倍、300倍、以及500倍时,也不会发生膜状结构物120的剥离。通过增加倍率可期待应力的缓和效果,然而如果考

虑到作为工业产品的设计,则优选倍率为10000倍以下左右。

[0155] 另外,对于试料(1)~试料(14)的膜状结构物120的形成方法将在后面进行详细的阐述。

[0156] 图10是例示含有氧化铝的膜状结构物有无剥离的研究结果的一例的表。

[0157] 本发明人使用氧化铝作为基材110,并利用气溶胶沉积法在氧化铝的基材110上形成氧化铝的膜状结构物120。对于氧化铝的膜状结构物120的制膜条件,与此前关于图9所述的条件相同。另外,对于喷嘴的开口部与基材110的表面111之间的距离,以及室内的压力也进行适当设定。作为测量器使用了此前关于图9所述的表面形状测量器SURFCOM130A。

[0158] 倍率以及剥离的判定结果如图10所示。

[0159] 即,可知只要倍率为10倍以上,就不会发生膜状结构物120的剥离。

[0160] 另外,对于试料(15)~试料(20)的膜状结构物120的形成方法将在后面进行详细的阐述。

[0161] 接下来,对于此前关于图9以及图10所述的试料(1)~试料(20)的膜状结构物120的形成方法的具体例参看附图进行说明。

[0162] 图11是说明膜厚以两个阶段以上的方式阶段性地变化的膜状结构物的形成模式的模式平面图。

[0163] 图9所示的试料(5)的膜状结构物120利用本具体例的形成方法形成。

[0164] 如图11(a)所示,首先,通过将气溶胶从喷嘴140的喷出口喷射向基材110的表面111从而形成第一膜体127。此时,如图11(a)所示的箭头B1,通过扫描移动喷嘴140或基材110,从而在基材110的表面111的大致整体上形成第一膜体127。

[0165] 接下来,如图11(a)所示,在第一膜体127的上表面的端部设置遮蔽胶带130。接下来,如图11(a)所示的箭头B1,通过扫描移动喷嘴140或基材110,在除遮蔽胶带130部分之外的第一膜体127的表面(上表面)的大致整体上形成第二膜体128。

[0166] 接下来,如图11(b)所示,除去遮蔽胶带130。由此,能够形成从膜状结构物120的内侧朝向端部膜厚以两个阶段以上的方式阶段性地变化的膜状结构物120。即,在膜状结构物120的端部能够形成倾斜部126。

[0167] 根据本具体例的形成方法,能够以期望的精度控制膜状结构物120的形状(例如,倾斜部126的形状)。

[0168] 图12是说明膜厚以一个阶段的方式阶段性地变化的膜状结构物的形成模式的模式平面图。

[0169] 图9所示的试料(1)~试料(3)以及图10所示的试料(17)的膜状结构物120利用本具体例的形成方法形成。

[0170] 如图12(a)所示,在基材110的表面111中的端部设置遮蔽胶带130。接下来,如图12(a)所示的箭头B1,通过扫描移动喷嘴140或基材110,在除遮蔽胶带130部分之外的基材110的表面111的大致整体上形成膜状结构物120。

[0171] 接下来,如图12(b)所示,除去遮蔽胶带130,并对膜状结构物120的端部实施所谓的抛光。即,如图12(b)所示的箭头B2,通过例如在研磨轮150上涂抹规定的研磨剂并使其旋转,在膜状结构物120的端部形成倾斜部123。

[0172] 根据本具体例的形成方法,能够以期望的精度控制膜状结构物120的形状(例如,

倾斜部126的形状),并能够形成更稳定的倾斜部123。

[0173] 图13是说明通过控制喷嘴或基材的扫描移动而使得膜状结构物的膜厚阶段性地变化的膜状结构物的形成方法的模式平面图。

[0174] 图13(a)是说明使扫描移动方向反转的膜状结构物的形成方法的模式平面图。图13(b)是说明使扫描移动速度变化的膜状结构物的形成方法的模式平面图。

[0175] 图9所示的试料(7)以及试料(14)的膜状结构物120利用图13(a)所示的具体例的形成方法形成。

[0176] 在图13(a)所示的膜状结构物120的形成方法中,使用与所期望的倾斜部126的宽度(例如图3所示的成分D1)大致相同宽度的喷嘴140。然后,如图13(a)所示的箭头B3以及箭头B4,通过在所期望的端部121使喷嘴140的扫描移动方向反转,可形成倾斜部126。

[0177] 例如,使用宽度为10mm的喷嘴140,以每次进给量(步幅)为1mm的方式从喷嘴140的喷出口朝向基材110的表面111喷射气溶胶。也就是说膜状结构物120的膜厚在10mm的宽度上以10个阶段阶段性地发生变化。即,在10mm的宽度上形成有10级台阶。换言之,在不进行重复喷射的膜状结构物120的端部,形成有喷嘴140的宽度程度的倾斜部126。

[0178] 据此,能够由喷嘴140的宽度控制倾斜部126的宽度。

[0179] 在图13(b)所示的膜状结构物120的形成方法中,部分地改变喷嘴140或基材110的扫描移动速度V。具体而言,如图13(b)所示,当喷嘴140接近所期望的端部121时,加快喷嘴140或基材110的扫描移动速度V。由此,能够形成倾斜部126。

[0180] 据此,通过预先设定扫描移动程序,不中断形成膜状结构物120的工序就能形成倾斜部126。

[0181] 图14是说明使膜状结构物的膜厚大致连续地变化的膜状结构物的形成方法的模式平面图。

[0182] 图9所示的试料(10)的膜状结构物120是利用本具体例的形成方法形成的。

[0183] 在图14所示的膜状结构物120的形成方法中,在喷嘴140和基材110之间设置有遮罩160。如图14所示的箭头B6,从喷嘴140的喷出口朝向基材110的表面111喷射的、通过遮罩160的端部附近的气溶胶绕到遮罩160的下侧。由此,能够形成膜厚大致连续地变化的倾斜部123。

[0184] 据此,通过诸如设置遮罩160之类的更简易的机构,能够形成膜厚大致连续地变化的倾斜部123。

[0185] 另外,通过调整微粒的喷涂角度、或者通过研磨加工对膜外周部进行光滑加工等的简易的机构也能够形成膜厚连续地变化的倾斜部。

[0186] 接下来,对于本发明人所测量的倾斜部的形状参看附图进行说明。

[0187] 图15是例示图9所示的试料(5)的倾斜部的一例的照片以及截面轮廓。

[0188] 图9所示的试料(5)的膜状结构物120利用此前关于图11所述的形成方法形成。

[0189] 如图9以及图15(b)所示,试料(5)的倾斜部126的倍率为 $757\mu\text{m}/13\mu\text{m} \approx 58$ 倍。

由此,如图15(a)所示,未发生膜状结构物120的剥离201或崩解203或者基材110的崩解205。

[0190] 图16是例示图10所示的试料(17)的倾斜部的一例的照片以及截面轮廓。

[0191] 图10所示的试料(17)的膜状结构物120利用此前关于图12所述的形成方法形成。

[0192] 如图10以及图16(b)所示,试料(17)的倾斜部123的倍率为 $540\mu\text{m}/11.1\mu\text{m} \approx 49$ 倍。

由此,如图16(a)所示,未发生膜状结构物120的剥离201或崩解203或者基材110的崩解205。

[0193] 本发明人使用图9所示的试料(5)以及图10所示的试料(17)对倾斜部123、126的任意点的维氏硬度以及平均膜厚 t 的部分的任意点的维氏硬度分别测量了3次。其结果如下。另外,本发明人将维氏硬度(HV)变换为吉帕斯卡(GPa)的单位的值。

[0194] 图15(b)所示的第一测量点122a的维氏硬度为8.06GPa(第一次测量)、8.04GPa(第二次测量)、7.80GPa(第三次测量)。图15(b)所示的第二测量点122b的维氏硬度为7.80GPa(第一次测量)、7.79GPa(第二次测量)、8.04GPa(第三次测量)。

[0195] 图16(b)所示的第三测量点122c的维氏硬度为7.82GPa(第一次测量)、8.03GPa(第二次测量)、8.03GPa(第三次测量)。图16(b)所示的第四测量点122d的维氏硬度为8.02GPa(第一次测量)、8.00GPa(第二次测量)、7.83GPa(第三次测量)。

[0196] 由此,第一~四测量点122a、122b、122c、122d的全部维氏硬度的平均值为7.931GPa。第一~四测量点122a、122b、122c、122d的全部维氏硬度的标准偏差(σ)为0.129GPa。第一~四测量点122a、122b、122c、122d的全部维氏硬度的变动系数为1.6%。根据本发明人所得到的见解,作为致密度的指标如果满足以下条件,则可以判断该结构物为致密的结构物。

[0197] $0.7 < (\text{平均值} \pm 6\sigma) / \text{平均值} < 1.3$

[0198] 由此,在本申请说明书中,当倾斜部123的维氏硬度大于平均膜厚 t 的部分的维氏硬度的70%且小于平均膜厚 t 的部分的维氏硬度的130%时,可以判断在倾斜部123形成了致密的结构物。

[0199] 图17是例示图9所示的试料(3)的倾斜部的一例的截面轮廓。

[0200] 图9所示的试料(3)的膜状结构物120利用此前关于图12所述的形成方法形成。

[0201] 如图9以及图17所示,试料(3)的倾斜部的倍率为 $354\mu\text{m}/33.6\mu\text{m} \cong 10$ 倍。由此,未发生膜状结构物120的剥离201或崩解203或者基材110的崩解205。

[0202] 图18是例示图9所示的试料(1)的倾斜部的一例的照片以及截面轮廓。

[0203] 图9所示的试料(1)的膜状结构物120利用此前关于图12所述的形成方法形成。

[0204] 如图9以及图18(b)所示,试料(1)的倾斜部的倍率为 $142\mu\text{m}/22.3\mu\text{m} \cong 7$ 倍,不足10倍。由此,如图18(a)所示,发生了膜状结构物120的剥离201或崩解203。

[0205] 图19是例示图9所示的试料(2)的倾斜部的一例的截面轮廓。

[0206] 图9所示的试料(2)的膜状结构物120利用此前关于图12所述的形成方法形成。

[0207] 如图9以及图19所示,试料(2)的倾斜部的倍率为 $244\mu\text{m}/26\mu\text{m} \cong 9$ 倍,不足10倍。由此,发生了膜状结构物120的剥离201。

[0208] 接下来,对于本发明人所实施的模拟的结果的一例,参看附图进行说明。

[0209] 图20是例示产生在膜状结构物的端部的应力的模拟结果的一例的表。

[0210] 图21是例示膜状结构物的倾斜部的模型的模式剖视图。

[0211] 本发明人计算了在氧化铝基材110上形成含有氧化钇的膜状结构物120时的应力。如图21(a)~图21(c)所示,将膜状结构物120的膜厚设定为 $12\mu\text{m}$ 。在应力的计算(模拟)中,使用Siemens公司的NXI-DEAS Ver.5。另外,在解析应力时,使用下式。

$$[0212] \quad \sigma = \frac{E}{1-\nu} * \frac{h^2}{R \cdot 6t} \quad (1)$$

[0213] 在此,式(1)中的“ σ ”表示应力。式(1)中的“ E ”表示基材的杨氏模量。式(1)中的“ ν ”表示基材110的泊松比。式(1)中的“ h ”表示基材110的厚度。式(1)中的“ t ”表示膜状结构物120的膜厚。式(1)中的“ R ”表示基材110因变形而产生的弯曲半径。

[0214] 图20所示的模型(1)设定为利用此前关于图12所述的形成方法形成。

[0215] 图20所示的模型(2)设定为利用此前关于图14所述的形成方法形成。

[0216] 图20所示的模型(3)设定为利用此前关于图13(b)所述的形成方法形成。

[0217] 产生在基材110中的最大应力的计算结果的一例如图20所示。即,可知当倍率增加时,产生在基材110中的应力变小。也就是,可知如果在膜状结构物120的端部形成倾斜部123、126,则可以缓和产生在基材110中的应力。

[0218] 接下来,对于形成本实施方式的膜状结构物120的成膜设备的具体例,参看附图进行说明。

[0219] 图22是例示形成本实施方式的膜状结构物的成膜设备的具体例的概略结构图。

[0220] 本具体例的制膜设备300具有气瓶310、气体供给机构320、气溶胶发生器330、制膜室340、以及真空泵350。在气溶胶发生器330的一端部设置有喷嘴331。喷嘴331配置于制膜室340的内部。基材110配置于面对喷嘴331的喷出口的位置。基材110由设置在制膜室340内部的载台341支承。

[0221] 气溶胶沉积所使用的载体气体从气瓶310经由气体供给机构320调整流量而导入气溶胶发生器330中。气溶胶发生器330中填充有原料微粒。气溶胶通过在气溶胶发生器330的内部混和从气体供给机构320导入的载体气体和原料微粒而获得。在气溶胶发生器330的内部产生的气溶胶通过压力差向喷嘴331运出,并从喷嘴331的喷出口朝向基材110喷射。基材110由载台341支承。例如,通过在XY轴的二维中摇动载台341,能够将气溶胶喷射到所期望的面积上,并能够通过沉积微粒而形成膜状结构物120。在制膜环境下,制膜室340的内部的空气可以通过真空泵350排出。

[0222] 在气溶胶中,期望微粒处于以一次颗粒的状态进行分散的状态。但是,多个一次颗粒凝聚并且以凝聚粒的状态分散在气体中的物质也被包含在本申请中所说的气溶胶中。

[0223] 输送气体如果能够分散微粒并形成气溶胶即可。例如,输送气体可以是干燥空气、氢气、氮气、氧气、氩气、氦气等的惰性气体,除此之外,也可以是甲烷气体、乙烷气体、乙烯气体、乙炔气体等的有机气体,另外,也可以是氟气等的具有腐蚀性的气体等,也可以是根据需要将这此气体混和而成的混合气体。

[0224] 作为微粒可以利用粒径为 $0.1\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ 左右的微粒。作为微粒的原料可以利用,例如,氧化铝、氧化锆、氧化钇、氧化钛、氧化硅、钛酸钡、锆钛酸铅、氧化钆、氧化镱等的氧化物,除此之外,可以利用氮化物、硼化物、碳化物、氟化物等的脆性材料。另外,作为微粒的原料还可以利用以脆性材料为主要成分的、与金属或树脂复合而成的复合材料等。

[0225] 作为基材110的材质可以使用金属、玻璃、陶瓷、树脂中的任意一种、或者上述物质的复合材料。另外,基材110的表面111的形状不限于平面,也可以是诸如环形的内周侧面或圆柱的外周之类的曲面。

[0226] 以上,对本发明的实施方式进行了说明。但是,本发明并不局限于这些记述内容。只要具备本发明的特征,本领域技术人员对上述实施方式适当加以设计变更后的技术也包含在本发明的范围之内。例如,基材110以及膜状结构物120等所具备的各主要部件的形状、尺寸、材质、配置等以及倾斜部123、126的设置形态等,均不局限于所例示的内容,可以进行适当变更。

[0227] 另外,只要技术上可行,上述各实施方式所具备的各主要部件可以进行组合,只要包含本发明的特征,组合了这些内容的技术同样包含在本发明的范围内。

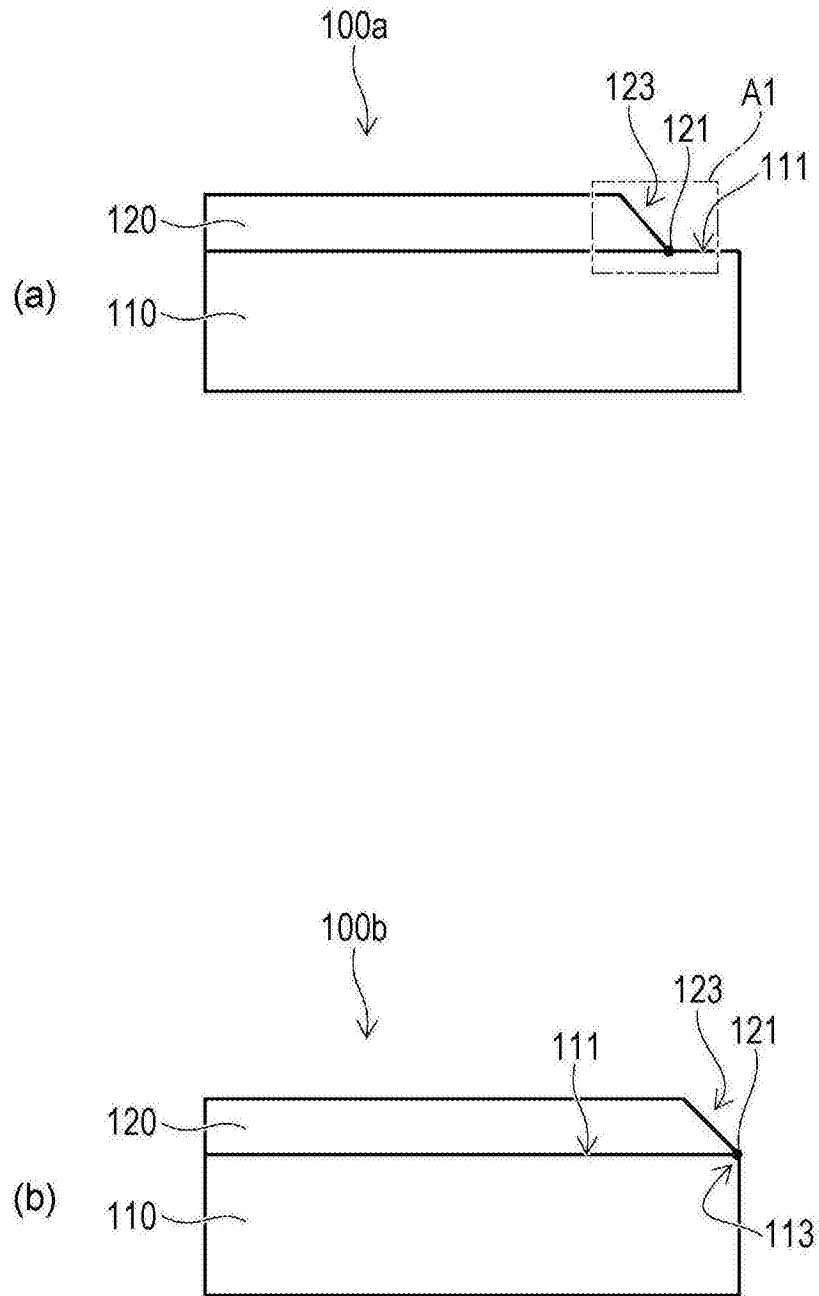


图1

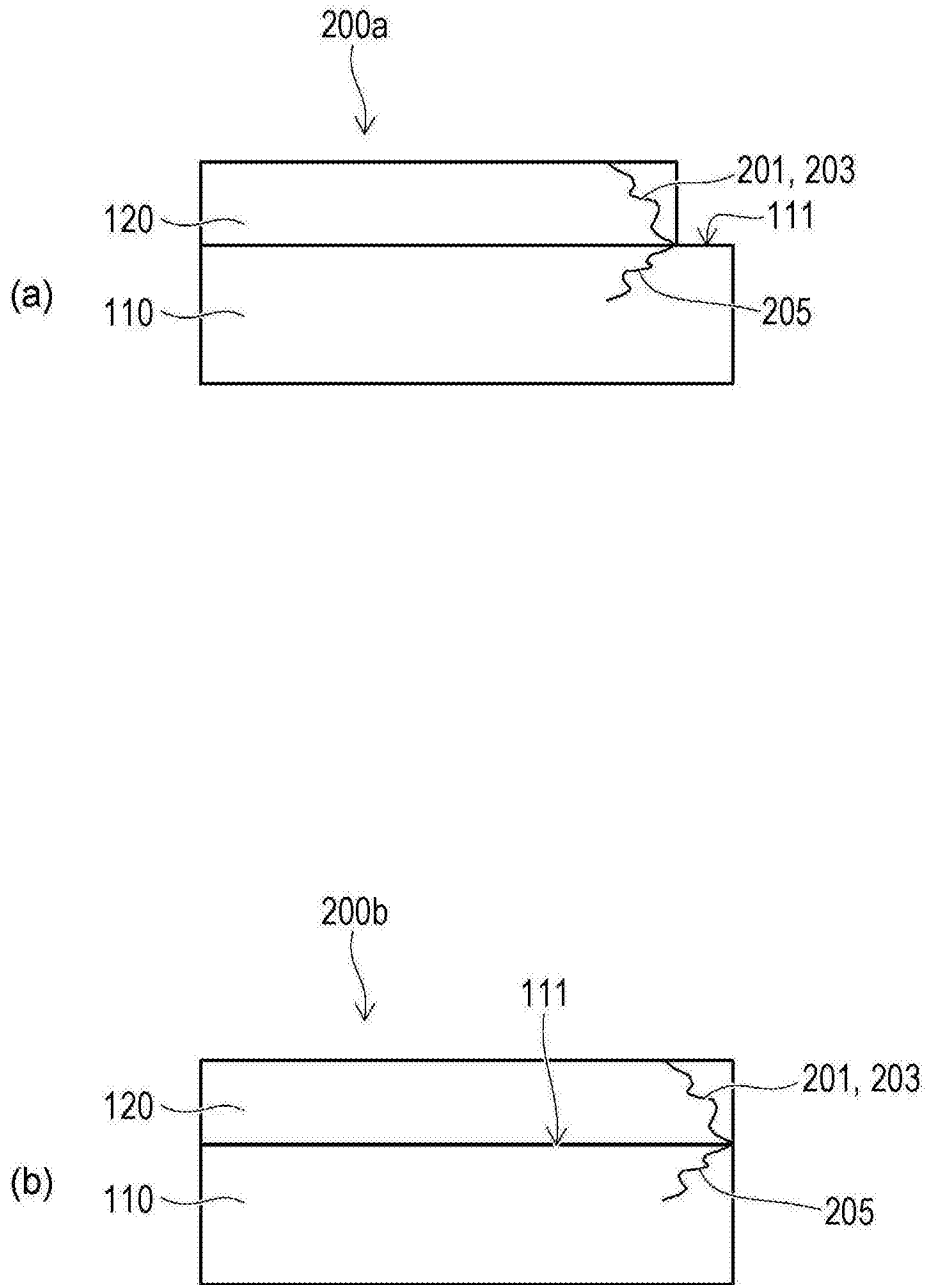


图2

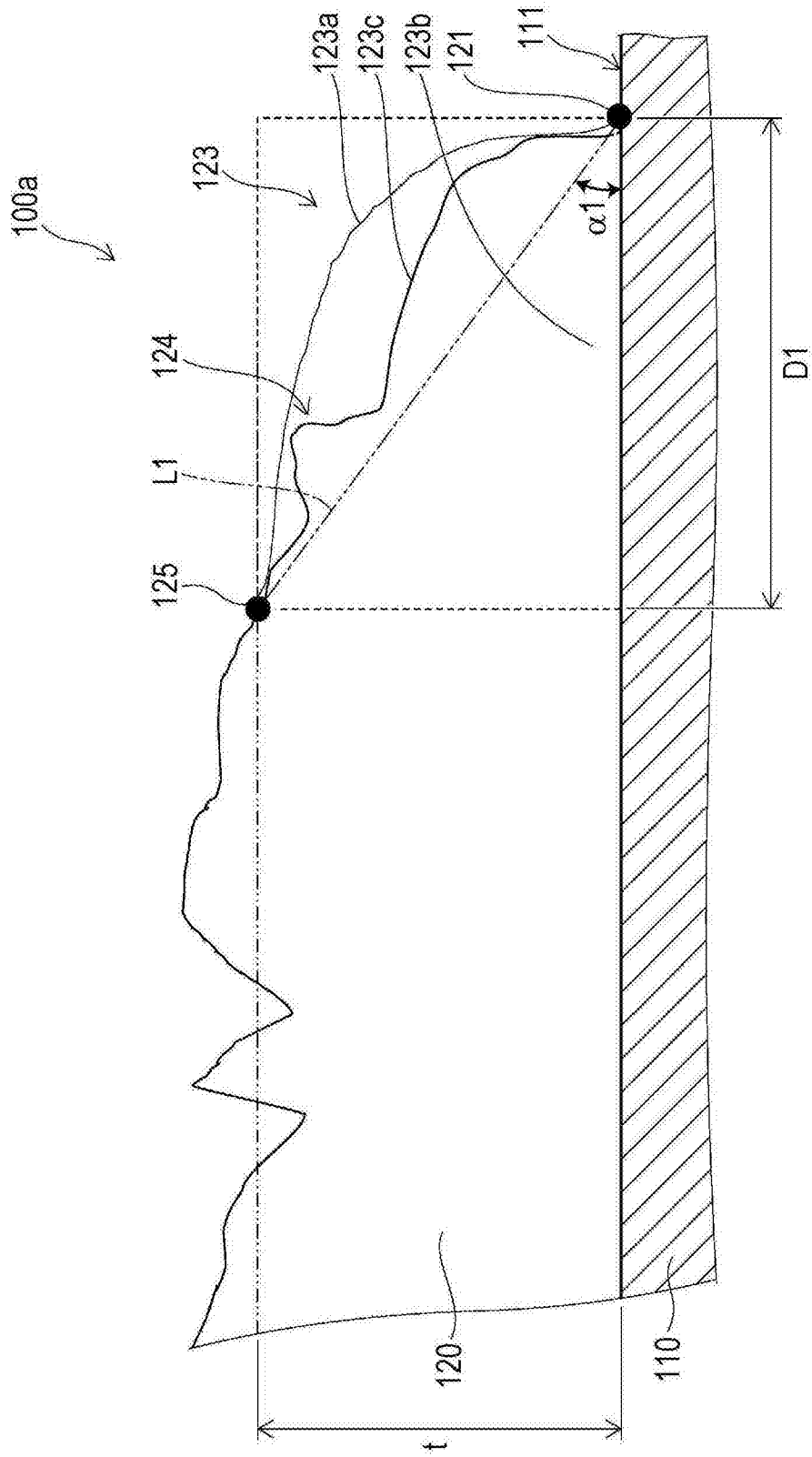


图3

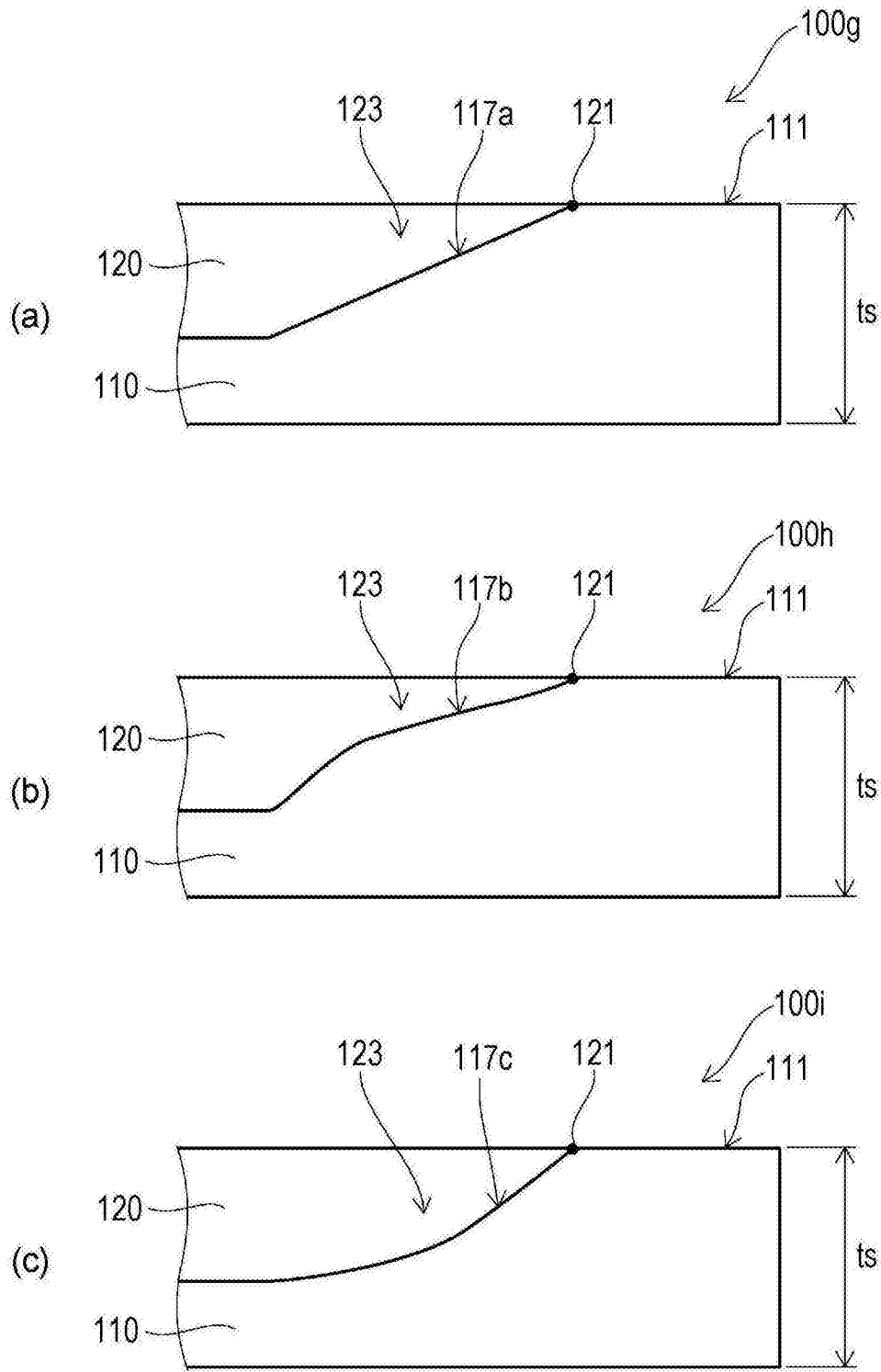


图4

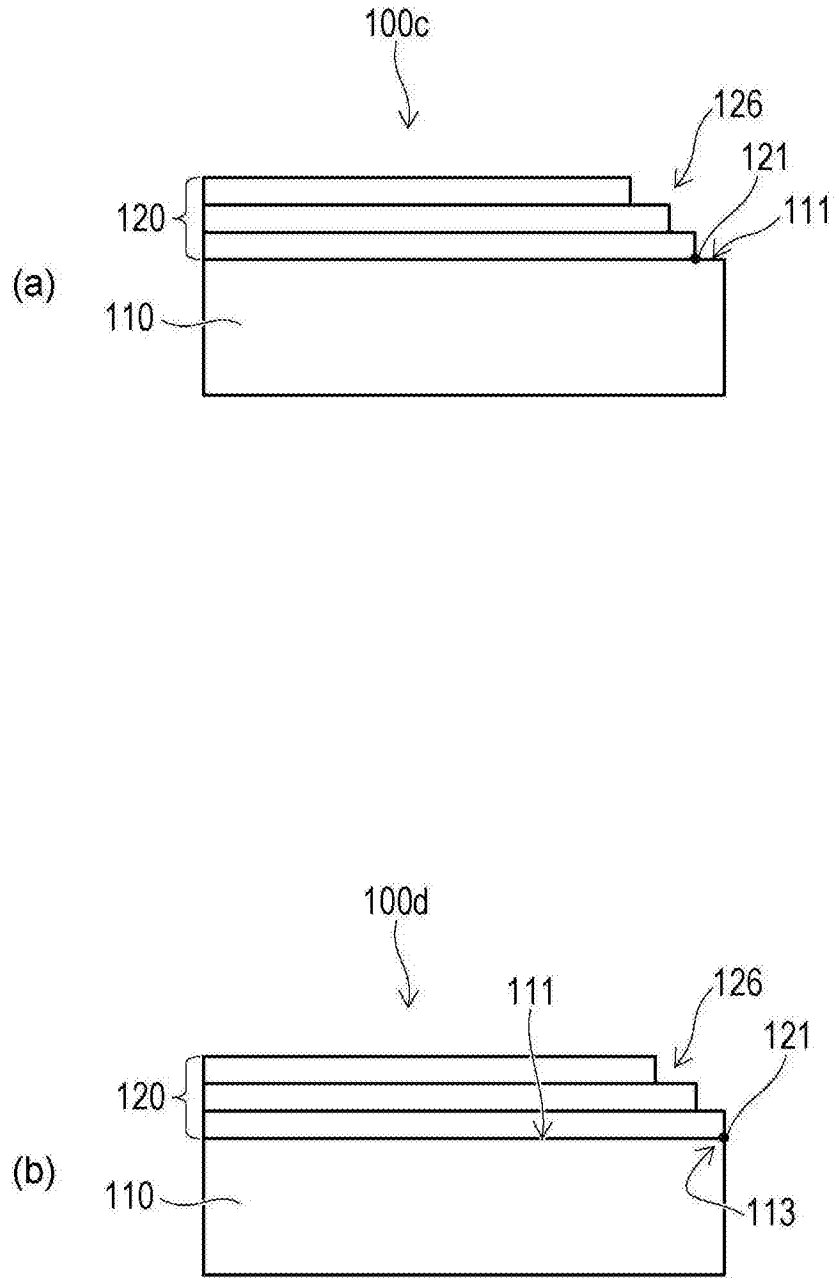


图5

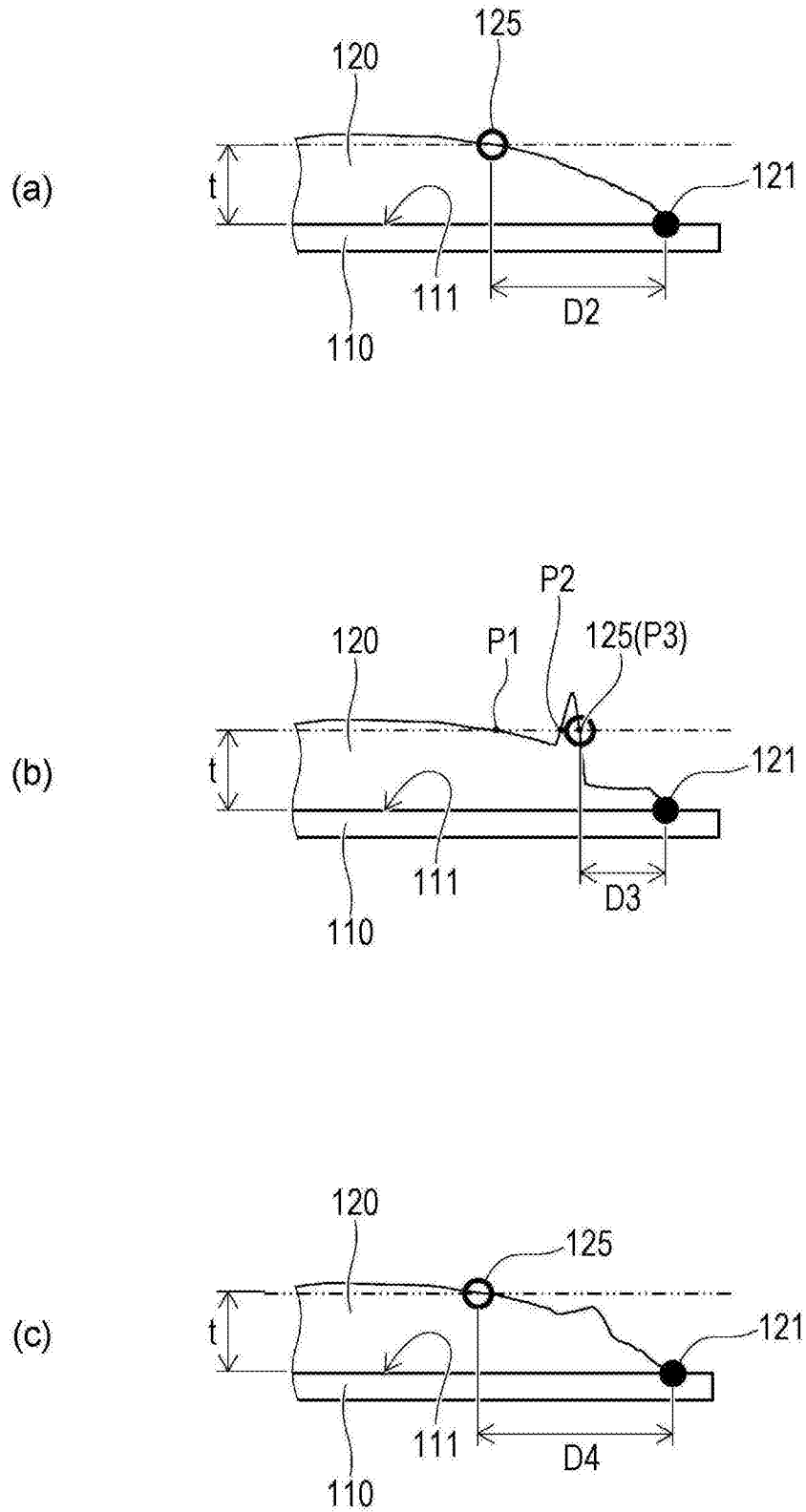


图6

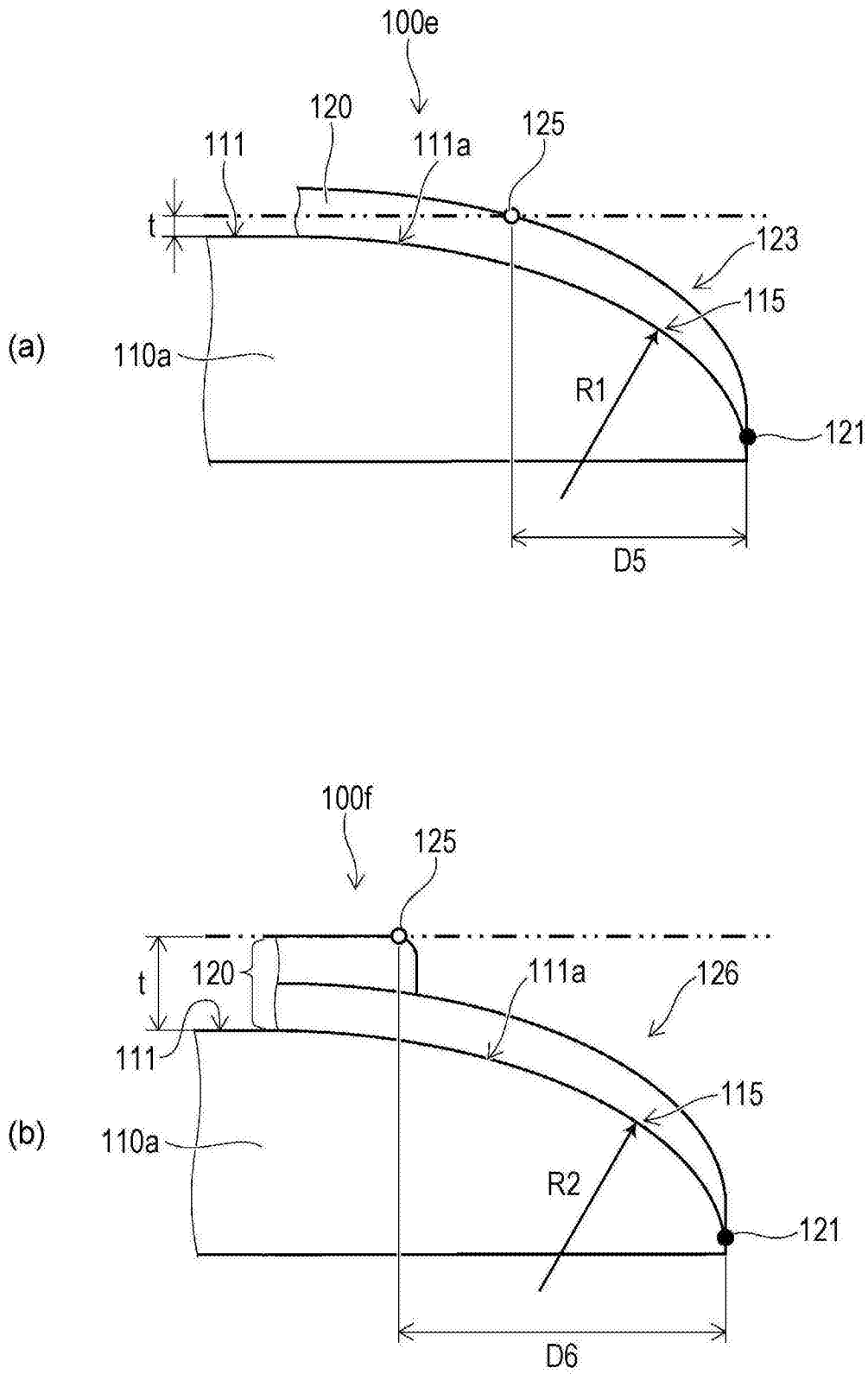


图7

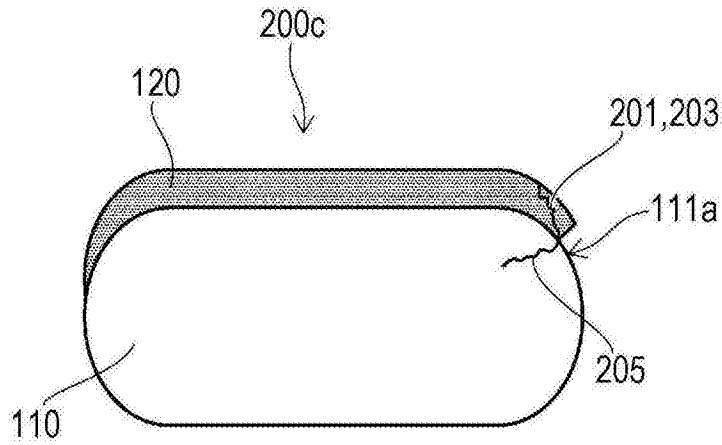


图8

试料	基材	倍率	判定
(1)	氧化铝	7倍	有剥离
(2)		9倍	有剥离
(3)		10倍	无剥离
(4)		20倍	
(5)		58倍	
(6)		100倍	
(7)		1000倍	
(8)	石英	6倍	有剥离
(9)		10倍	无剥离
(10)	48倍		
(11)	SUS 304	8倍	有剥离
(12)		10倍	无剥离
(13)		100倍	
(14)		1000倍	

图9

试料	基材	倍率	判定
(15)	氧化铝	9倍	有剥离
(16)		10倍	无剥离
(17)		49倍	
(18)		100倍	
(19)		400倍	
(20)		1000倍	

图10

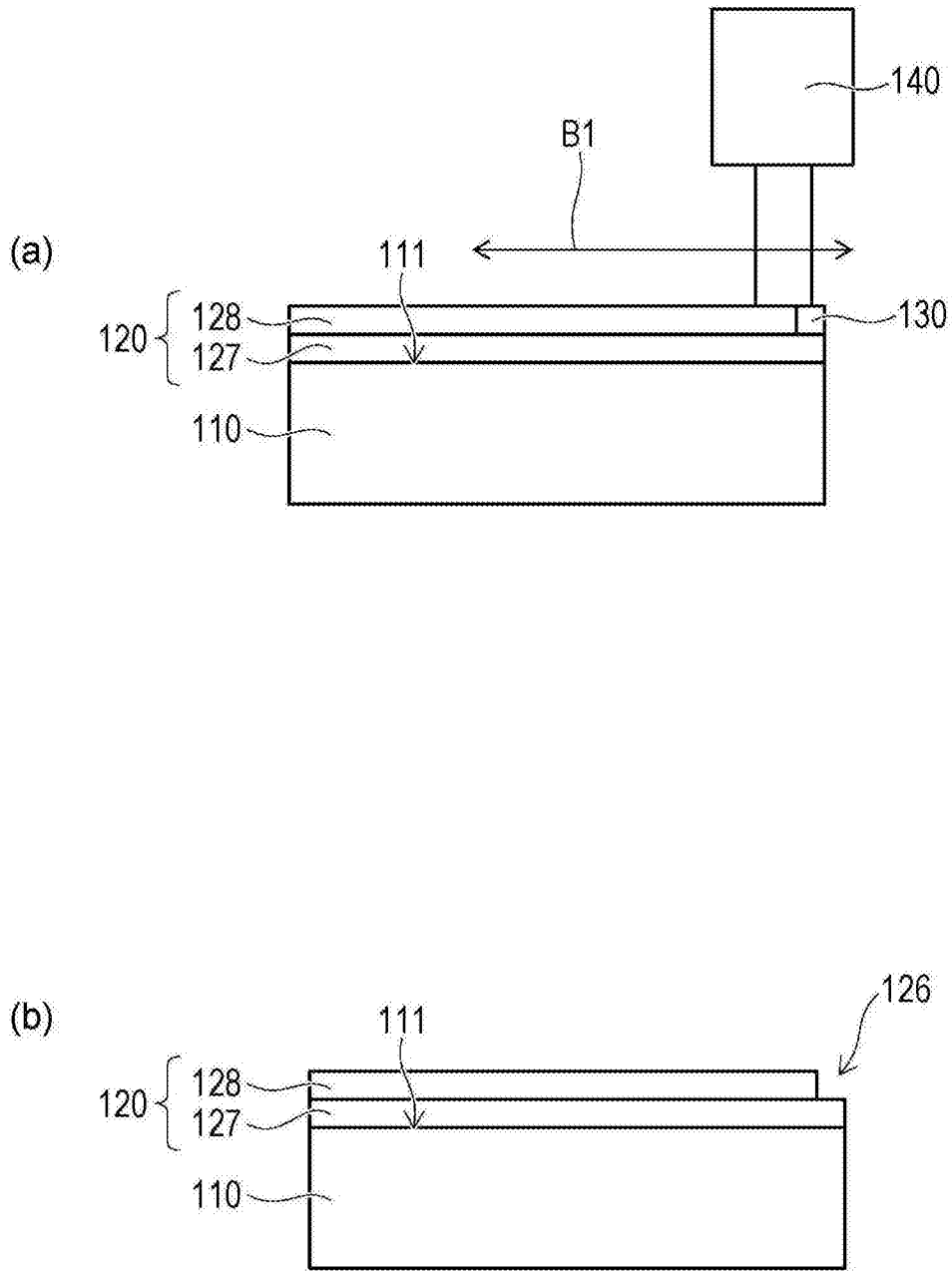


图11

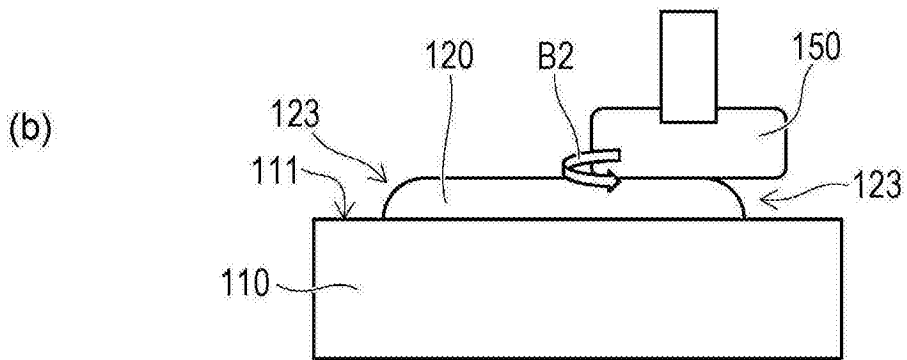
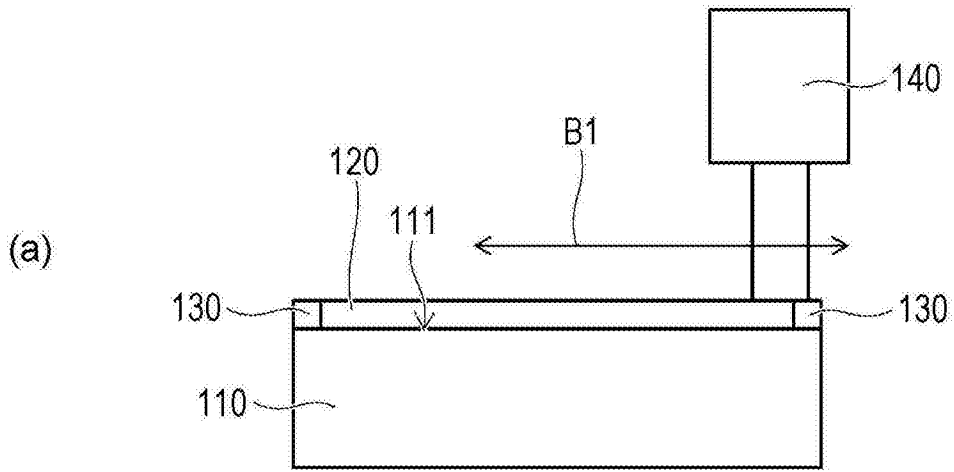


图12

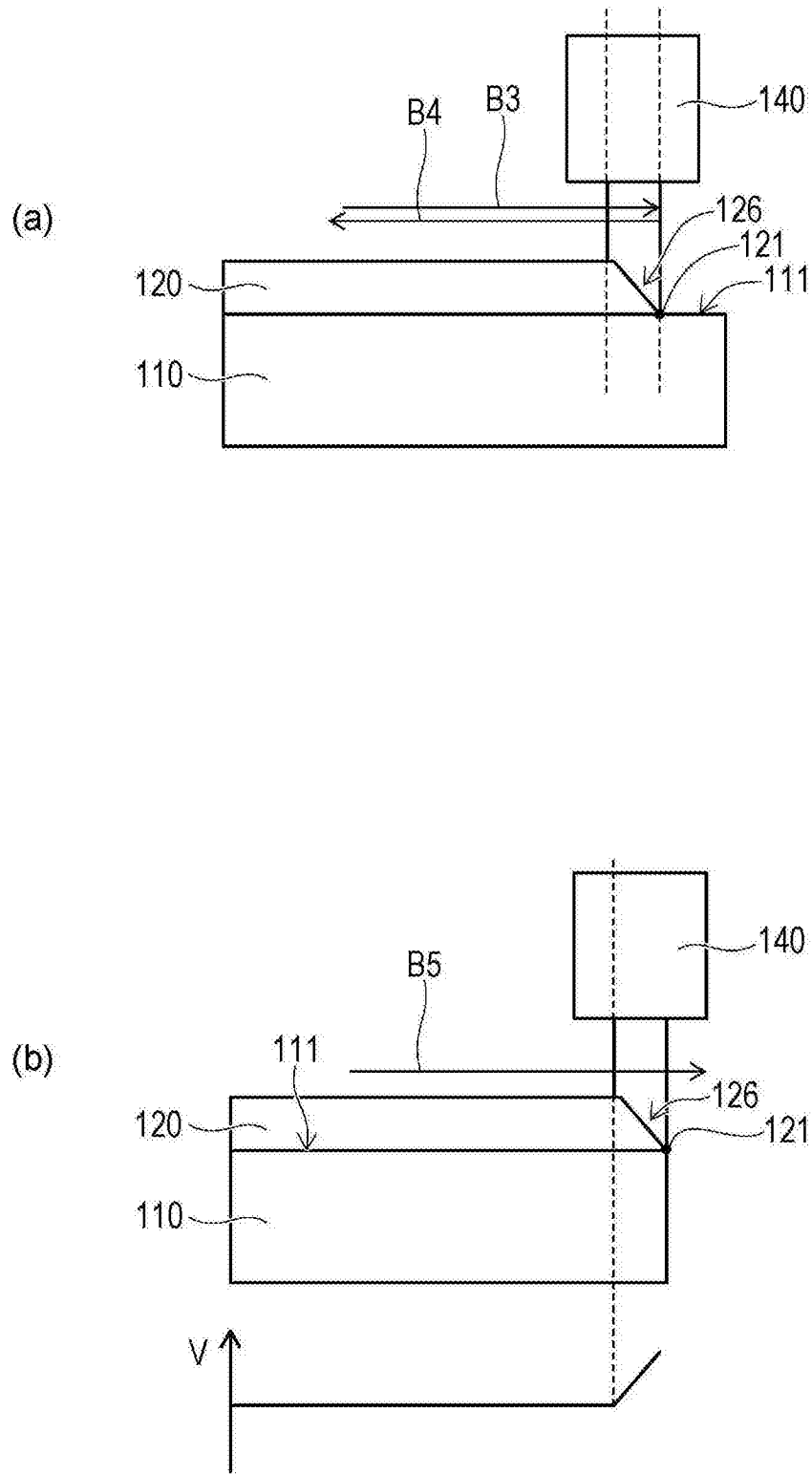


图13

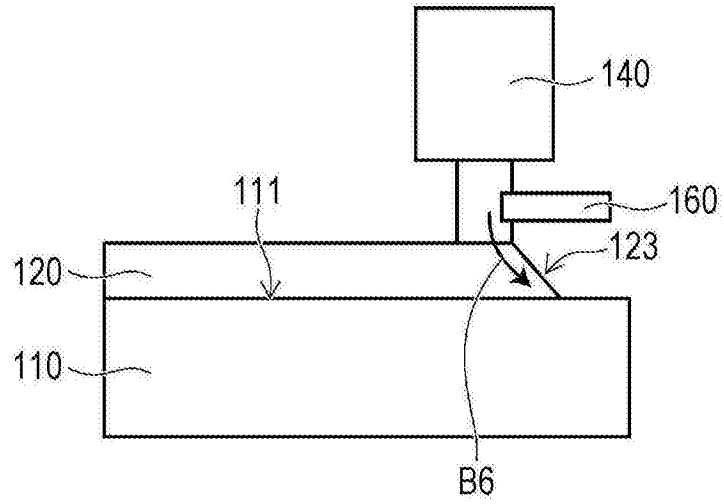


图14

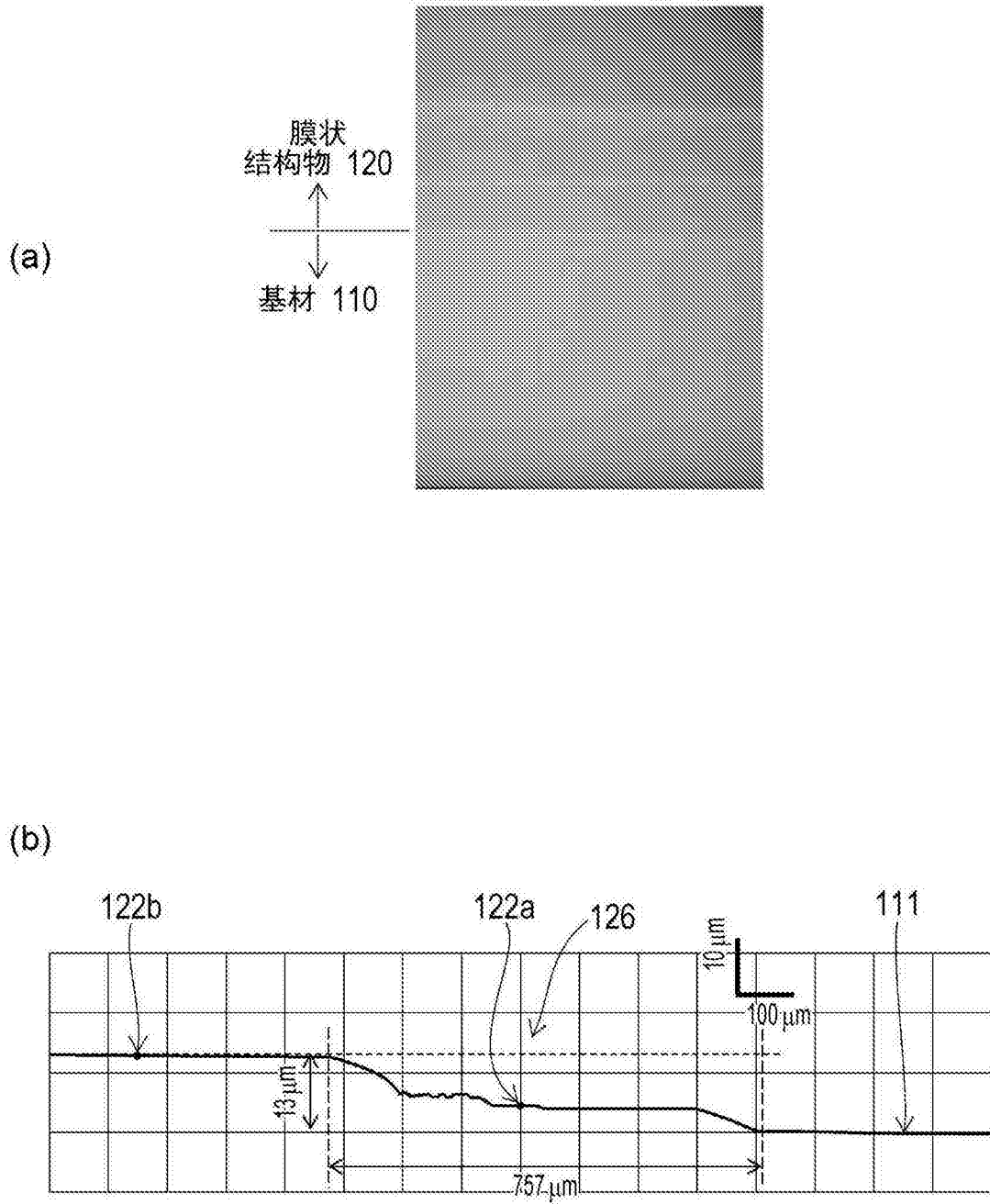


图15

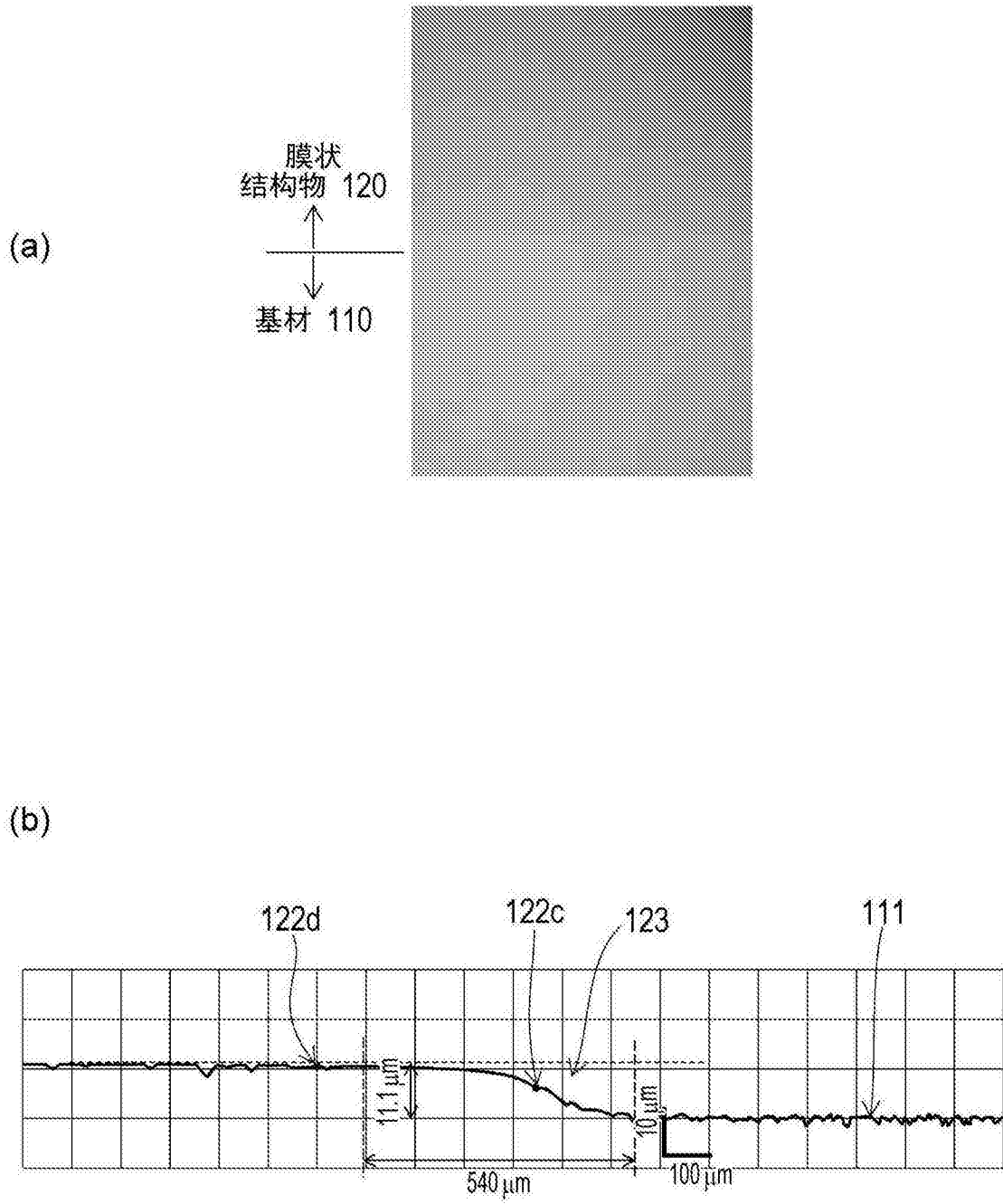


图16

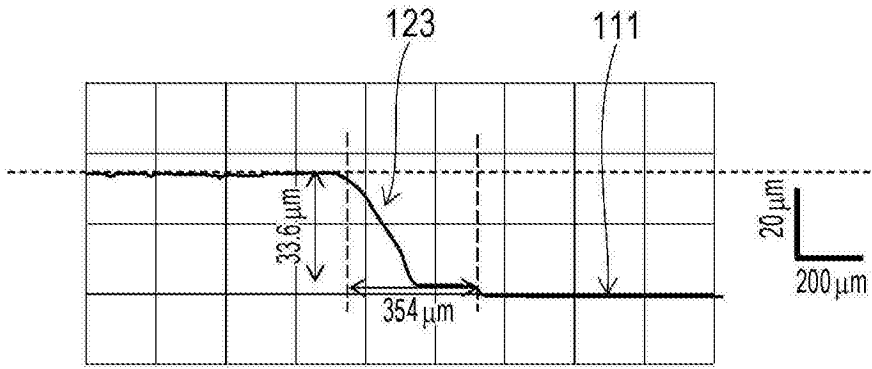


图17

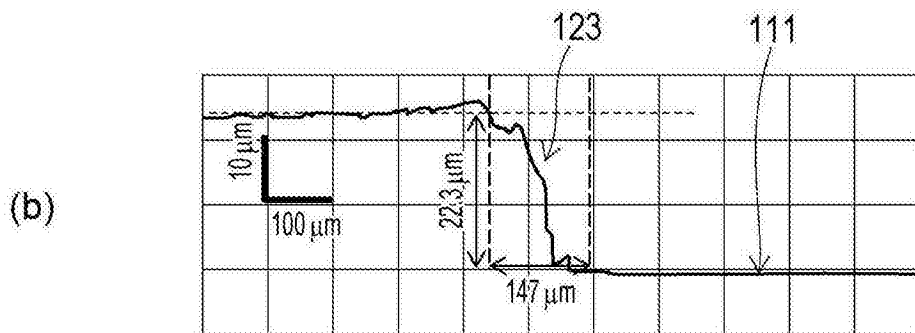
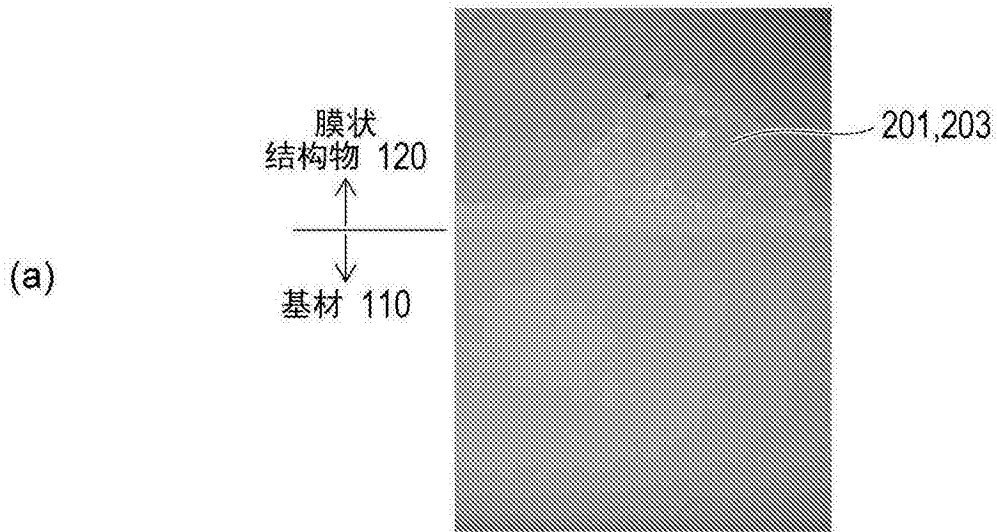


图18

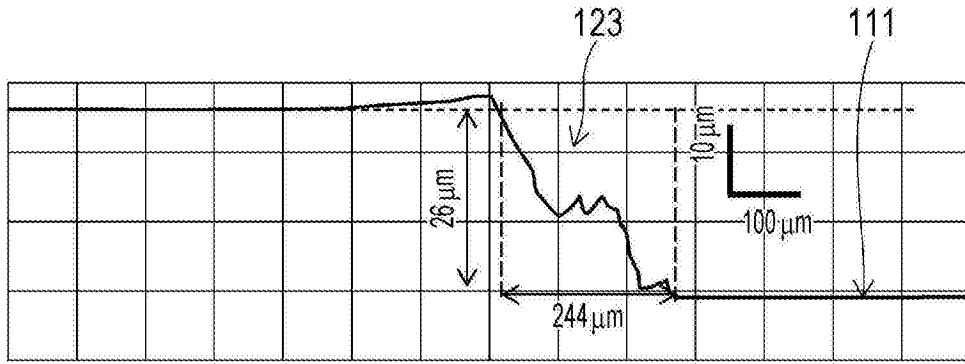


图19

模型	基材	倍率	应力 (MPa)
(1)	石英	0	37.8
(2)		100倍	20.5
(3)		1000倍	7.6

图20

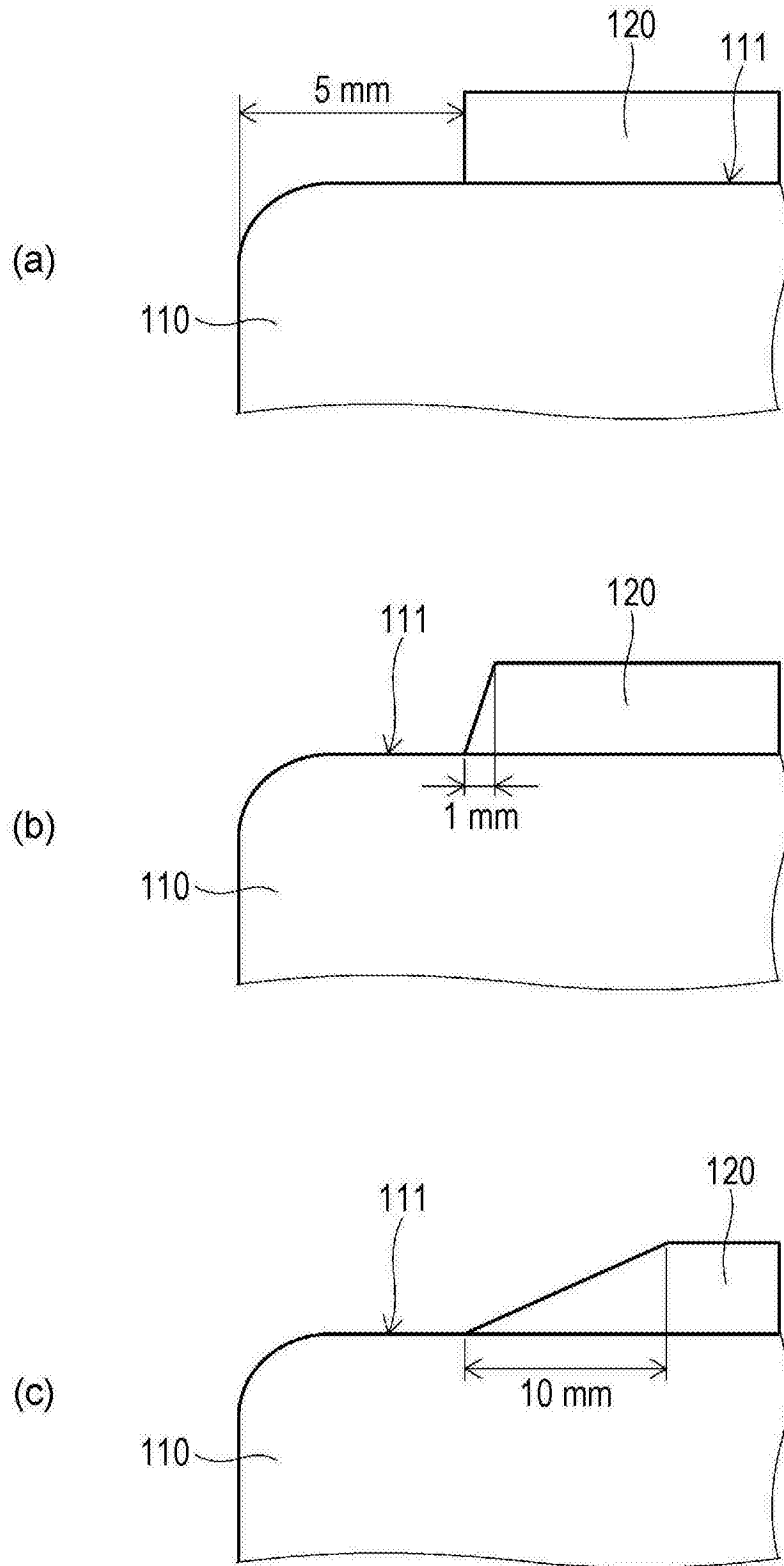


图21

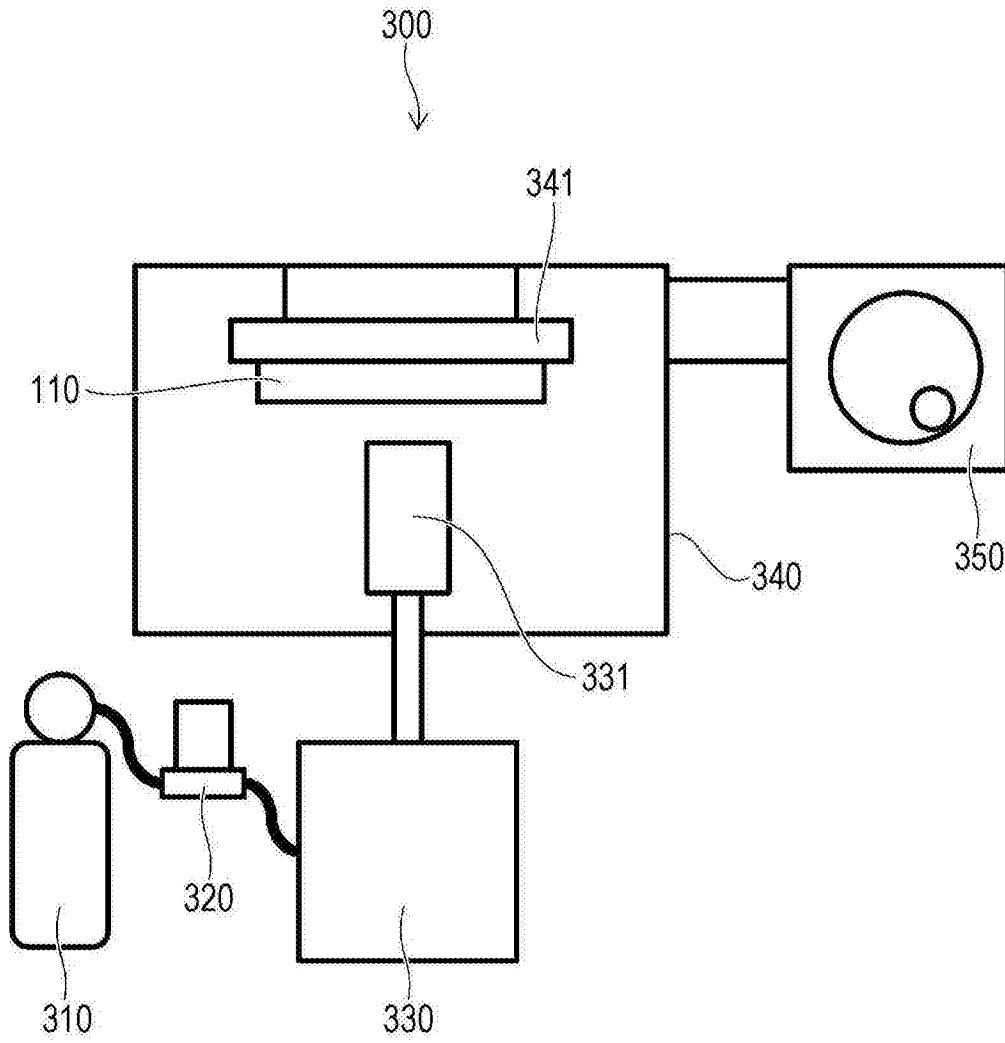


图22