

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102004273 A

(43) 申请公布日 2011.04.06

(21) 申请号 201010272052.6

(22) 申请日 2010.09.02

(30) 优先权数据

2009-203181 2009.09.02 JP

2010-174046 2010.08.02 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京

(72) 发明人 高桥秀俊 饭田文彦 木曾弘之

伊藤优 田泽洋志 西村良

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

G02B 1/11 (2006.01)

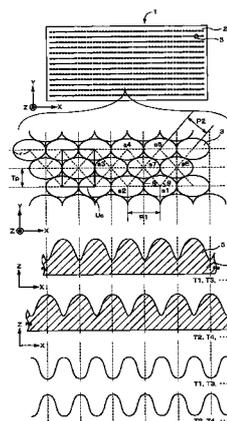
权利要求书 2 页 说明书 39 页 附图 32 页

(54) 发明名称

光学元件及其制造方法

(57) 摘要

本发明提供可擦拭指纹等污渍的光学元件及其制造方法。具有防反射功能的光学元件包括：具有表面的基体以及以小于可见光波长的细微节距在基体的表面设置多个且由凸部或凹部组成的多个构造体，形成构造体的材料的弹性模量大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa，上述构造体的高宽比大于等于 0.6 小于等于 1.5。



1. 一种具有防反射功能的光学元件,其特征在于,包括:
具有表面的基体;以及
以小于等于可见光的波长的细微节距在所述基体的表面配置多个且由凸部或凹部构成的多个构造体,
形成所述构造体的材料的弹性模量大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa,
所述构造体的高宽比大于等于 0.6 小于等于 1.5。
2. 根据权利要求 1 所述的具有防反射功能的光学元件,其特征在于,
还包括形成在所述构造体上的表面处理层,
所述表面处理层包含含有氟和硅中的至少一种的化合物。
3. 根据权利要求 2 所述的具有防反射功能的光学元件,其特征在于,形成了所述表面处理层的所述基体的表面上的油酸的接触角大于等于 30 度。
4. 根据权利要求 3 所述的具有防反射功能的光学元件,其特征在于,形成了所述表面处理层的所述基体的表面上的油酸的接触角大于等于 50 度。
5. 根据权利要求 1 所述的具有防反射功能的光学元件,其特征在于,
所述构造体被配置成在所述基体的表面构成多列轨迹,且形成六边形格子图案、准六边形格子图案、四边形格子图案或准四边形格子图案,
所述构造体为具有沿所述轨迹的延伸方向的长轴方向的椭圆锥或椭圆锥台形状。
6. 根据权利要求 5 所述的具有防反射功能的光学元件,其特征在于,所述轨迹是直线状或圆弧形。
7. 根据权利要求 5 所述的具有防反射功能的光学元件,其特征在于,所述轨迹是蛇行轨迹。
8. 根据权利要求 1 所述的具有防反射功能的光学元件,其特征在于,
所述构造体被配置成在所述基体的表面构成多列轨迹,且形成准六边形格子图案,
所述轨迹的延伸方向上的所述构造体的高度或深度小于所述轨迹的列方向上的所述构造体的高度或深度。
9. 根据权利要求 1 所述的具有防反射功能的光学元件,其特征在于,
所述构造体被配置成在所述基体的表面构成多列轨迹,且形成四边形格子图案或准四边形格子图案,
相对于所述轨迹的延伸方向倾斜的排列方向上的所述构造体的高度或深度小于所述轨迹的延伸方向上的所述构造体的高度或深度。
10. 根据权利要求 1 所述的具有防反射功能的光学元件,其特征在于,相同轨迹内的所述构造体的配置节距 P1 长于邻接的两个轨迹间的所述构造体的配置节距 P2。
11. 一种具有防反射功能的光学元件,其特征在于,包括:
以小于等于可见光的波长的细微节距配置多个且由凸部构成的多个构造体,
相邻的所述构造体的下部彼此接合,
形成所述构造体的材料的弹性模量大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa,
所述构造体的高宽比大于等于 0.6 小于等于 1.5。
12. 一种具有防反射功能的光学元件,其特征在于,包括:
具有表面的基体;以及

以小于等于可见光的波长的细微节距在所述基体的表面配置多个且由凸部或凹部构成的多个构造体，

形成所述构造体的材料的弹性模量大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa，

所述构造体的高宽比大于等于 0.6 小于等于 5。

13. 根据权利要求 12 所述的具有防反射功能的光学元件，其特征在于，形成所述基体的材料的弹性模量大于等于 1MPa 小于等于 3000MPa。

14. 根据权利要求 13 所述的具有防反射功能的光学元件，其特征在于，所述基体的厚度大于等于 60 μm 。

15. 根据权利要求 12 所述的具有防反射功能的光学元件，其特征在于，

所述基体具有两层以上的层结构，

在所述两层以上的层结构中，与所述构造体邻接形成的基底层的弹性模量大于等于 1MPa 小于等于 3000Mpa。

16. 根据权利要求 15 所述的具有防反射功能的光学元件，其特征在于，所述基底层的厚度大于 60 μm 。

17. 根据权利要求 12 所述的具有防反射功能的光学元件，其特征在于，

所述基体包括与所述构造体邻接形成的基底层和与该基底层邻接形成的基材，

所述基底层和所述基材的弹性模量大于等于 1MPa 小于等于 3000MPa。

18. 根据权利要求 17 所述的具有防反射功能的光学元件，其特征在于，所述基底层和所述基材的总厚度大于 60 μm 。

19. 根据权利要求 12 所述的具有防反射功能的光学元件，其特征在于，形成所述构造体的材料的伸长率大于等于 50%。

20. 根据权利要求 12 所述的具有防反射功能的光学元件，其特征在于，形成所述基体的材料的伸长率大于等于 20%。

21. 一种显示装置，其特征在于，包括权利要求 1 至 20 中任一项所述的具有防反射功能的光学元件。

光学元件及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及具有防反射功能的光学元件及其制造方法。具体涉及其中由凸部或凹部构成的多个构造体以小于等于可见光的波长的细微节距在表面上配置多个的光学元件及其制造方法。

背景技术

[0002] 目前在使用玻璃、塑料等透光性基板的光学元件上,有时为了防止光的表面反射而进行表面处理。作为这种表面处理,有时在光学元件表面形成细微且致密的凹凸(蛾眼)(例如参考非专利文献1)。

[0003] 一般在光学元件表面设置周期性的凹凸形状的情况下,光透过该处时发生衍射,透过光的直进成分大幅度减少。但是,凹凸形状的节距在比透过光的波长短的情况下不发生衍射,例如,使凹凸形状为后述的矩形时,对与其节距或深度等对应的单一波长的光可得到有效的防止反射的效果。

[0004] 作为利用电子束曝光制造的蛾眼构造体,披露了细微的帐篷状的蛾眼构造体(节距约300nm、深度约400nm)(例如参考非专利文献2)。该蛾眼构造体可得到反射率为1%以下的高性能防反射特性。

[0005] 作为利用光盘的原盘制造工艺和蚀刻工艺结合的方法制造的蛾眼构造体,披露了吊钟形和椭圆锥台形状的蛾眼构造体(例如参考专利文献1)。该构造体可得到接近电子束曝光的防反射特性。

[0006] 非专利文献1:参考《光技术接触》Vol. 43, No. 11(2005), 630-637

[0007] 非专利文献2:NTT先进技术株式会社,“无波长依赖性的防反射体(蛾眼)用成型模具原盘”, [online], [平成20年2月27日检索], 网络

[0008] 专利文献1:国际公开第08/023816号单行本

[0009] 上述的蛾眼构造体由于使用通过在表面形成细微的凹凸使折射率阶段性地发生变化来抑制反射的原理,因此如果指纹附着在构造体上,则最好可通过干擦清除污渍。这是由于一旦指纹中含有的油成份等污渍填满蛾眼构造体的凹部,则不能抑制反射。

[0010] 一旦指纹附着在蛾眼构造体上,则污渍按照指纹的模样附着,之后附着的污渍通过毛细管现象渗入构造体的凹部。如果在该状态下进行干擦,污渍只填满凹部,因此凹凸形状的反射抑制效果降低,反射率提高。

[0011] 利用氟等低表面能的物质对表面进行涂层,通过这样可稍微抑制向构造体凹部的渗透,但如果进行干擦则不能防止向构造体凹部的渗透。这是由于构造体的凹部比干擦使用的纤维细,污渍遗留在凹部的力大于纤维吸收污渍的力。

[0012] 因此,本发明的目的是提供可擦拭指纹等污渍的光学元件及其制造方法。

发明内容

[0013] 为了解决上述问题,本发明的第一方面提供了一种具有防反射功能的光学元件,

包括：具有表面的基体；以及以小于等于可见光的波长的细微节距在所述基体的表面配置多个且由凸部或凹部构成的多个构造体，形成所述构造体的材料的弹性模量大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa，所述构造体的高宽比大于等于 0.6 小于等于 1.5。

[0014] 本发明的第二方面提供了一种具有防反射特性的光学元件，包括以小于等于可见光的波长的细微节距配置多个且由凸部构成的多个构造体，相邻的构造体的下部彼此接合，形成构造体的材料的弹性模量大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa，构造体的高宽比大于等于 0.6 小于等于 1.5。

[0015] 本发明的第三方面提供了一种具有防反射功能的光学元件，包括：具有表面的基体；以及以小于等于可见光的波长的细微节距在所述基体的表面配置多个且由凸部或凹部构成的多个构造体，形成所述构造体的材料的弹性模量大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa，所述构造体的高宽比大于等于 0.6 小于等于 5。

[0016] 在本发明中，优选将主构造体周期性地配置成四边形格子状或准四边形格子状。这里的四边形格子是指正四角形的格子。准四边形格子是指与正四角形的格子不同的变形了的正四角形的格子。

[0017] 例如，构造体配置在直线上的情况下，准四边形格子是指使正四角形的格子在直线状排列方向（轨迹方向）上伸展、变形后的四边形格子。在构造体蛇行排列的情况下，准四边形格子是指通过构造体的蛇行排列使正四角形的格子变形后的四边形格子。或指使正四角形的格子在直线状排列方向（轨迹方向）上伸展、变形且通过构造体的蛇行排列变形后的四边形格子。

[0018] 在本发明中，优选将构造体周期性地配置成六边形格子或准六边形格子。这里的六边形格子是指正六角形的格子。准六边形格子是指与正六角形的格子不同的变形了的正六角形的格子。

[0019] 例如，构造体配置在直线上的情况下，准六边形格子是指使正六角形的格子在直线状排列方向（轨迹方向）上伸展、变形后的六边形格子。构造体蛇行排列的情况下，准六边形格子是指通过构造体的蛇行排列使正六角形的格子变形后的六边形格子。或指使正六角形的格子在直线状排列方向（轨迹方向）上伸展、变形且通过构造体的蛇行排列变形后的六边形格子。

[0020] 在本发明中，椭圆不仅是数学定义的完全的椭圆，也包括稍微变形的椭圆。圆形不仅是数学定义的完全的圆形（真圆），也包括稍微变形的圆形。

[0021] 在本发明中，优选同一轨迹内的构造体的配置节距 P_1 大于邻接的两个轨迹间的构造体的配置节距 P_2 。通过这样，可提高具有椭圆锥或椭圆锥台形状的构造体的填充率，因此可提高防反射特性。

[0022] 在本发明中，各构造体在基体表面形成六边形格子或准六边形格子的情况下，假设同一轨迹内的构造体的配置节距为 P_1 ，邻接的两个轨迹间的构造体的配置节距为 P_2 时，优选比例 P_1/P_2 满足 $1.00 \leq P_1/P_2 \leq 1.1$ 、或 $1.00 < P_1/P_2 \leq 1.1$ 的关系。通过形成在该数值范围，可提高具有椭圆锥或椭圆锥台形状的构造体的填充率，因此可提高防反射特性。

[0023] 在本发明中，各构造体在基体表面形成六边形格子或准六边形格子的情况下，优选各构造体是在轨迹的延伸方向具有长轴方向、中央部的倾斜度大于顶端部和底部的倾斜度地形成的椭圆锥或椭圆锥台形状。通过形成这种形状，可提高防反射特性和透过性能。

[0024] 在本发明中,各构造体在基体表面形成六边形格子或准六边形格子的情况下,优选轨迹延伸方向的构造体的高度或深度小于轨迹的列方向的构造体的高度或深度。如果不满足这样的关系,必须加大轨迹延伸方向的配置节距,因此轨迹延伸方向的构造体的填充率降低。一旦填充率降低将导致反射特性降低。

[0025] 在本发明中,各构造体在基体表面形成四边形格子图案或准四边形格子图案的情况下,优选同一轨迹内的构造体的配置节距 P_1 大于邻接的两个轨迹间的构造体的配置节距 P_2 。通过这样,可提高具有圆锥或圆锥台形状的构造体的填充率,因此可提高防反射特性。

[0026] 各构造体在基体表面形成四边形格子图案或准四边形格子图案的情况下,假设同一轨迹内的构造体的配置节距为 P_1 ,邻接的两个轨迹间的构造体的配置节距为 P_2 时,优选比例 P_1/P_2 满足 $1.4 < P_1/P_2 \leq 1.5$ 的关系。通过形成在该数值范围,可提高具有圆锥或圆锥台形状的构造体的填充率,因此可提高防反射特性。

[0027] 各构造体在基体表面形成四边形格子或准四边形格子的情况下,优选各构造体是在轨迹的延伸方向具有长轴方向、中央部的倾斜度大于顶端部和底部的倾斜度地形成的圆锥或圆锥台形状。通过形成这种形状,可提高防反射特性和透过性能。

[0028] 构造体在基体表面形成四边形格子或准四边形格子的情况下,优选相对于轨迹的 45 度方向或大约 45 度方向的构造体的高度或深度小于轨迹的列方向的构造体的高度或深度。如果不满足这样的关系,必须加大在相对于轨迹的 45 度方向或大约 45 度方向上的配置节距,因此在相对于轨迹的 45 度方向或大约 45 度方向上的构造体的填充率降低。一旦填充率降低将导致反射特性降低。

[0029] 在本发明中,以细微的节距在基体表面设置了多个的构造体优选形成多列轨迹,并且在邻接的三列轨迹间形成六边形格子图案、准六边形格子图案、四边形格子图案或准四边形格子图案。通过这样可提高表面上的构造体的填充密度,通过这样可提高可见光的防反射效率,得到防反射特性好、透过率高的光学元件。

[0030] 在本发明中,优选利用光盘的原盘制造工艺和蚀刻工艺结合的方法制造光学元件。可在短时间内高效率地制造光学元件制造用原盘,并且可应对基体的大型化,通过这样可提高光学元件的生产效率。并且,如果不仅在光入射面而且在光出射面也设置了构造体的细微排列,可进一步提高透过特性。

[0031] 在本发明中,由于使形成构造体的材料的弹性模量大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa,使构造体的高宽比大于等于 0.6 小于等于 1.5,因此在擦拭时构造体变形,邻接的构造体彼此接触。通过这样挤出渗入构造体之间的污渍。

[0032] 如上所述,根据本发明,可擦拭附着在光学元件表面的指纹等污渍。

附图说明

[0033] 图 1A 是本发明的第一实施方式的光学元件的构成例的简要平面图,图 1B 是图 1A 所示的光学元件的一部分的放大平面图,图 1C 是图 1B 的轨迹 T1、T3、…上的剖视图,图 1D 是图 1B 的轨迹 T2、T4、…上的剖视图,图 1E 是与图 1B 的轨迹 T1、T3、…对应的潜像形成用激光的调制波形的略线图,图 1F 是与图 1B 的轨迹 T2、T4、…对应的潜像形成用激光的调制波形的略线图;

- [0034] 图 2 是图 1A 所示的光学元件的部分放大立体图；
- [0035] 图 3A 是图 1A 所示的光学元件的轨迹延伸方向的剖视图，图 3B 是图 1A 所示的光学元件 1 的 θ 方向的剖视图；
- [0036] 图 4 是图 1A 所示的光学元件 1 的部分放大立体图；
- [0037] 图 5 是图 1A 所示的光学元件 1 的部分放大立体图；
- [0038] 图 6 是图 1A 所示的光学元件 1 的部分放大立体图；
- [0039] 图 7 是构造体的界限不清楚时构造体底面的设定方法的说明图；
- [0040] 图 8A 至图 8D 是使构造体底面的椭圆率进行变化时的底面形状图；
- [0041] 图 9A 是具有圆锥形或圆锥台形的构造体的配置例图，图 9B 是具有椭圆锥形或椭圆锥台形的构造体 3 的配置例图；
- [0042] 图 10A 是用于制造光学元件的辊母版的结构例的立体图，图 10B 是用于制造光学元件的辊母版的结构例的平面图；
- [0043] 图 11 是辊原盘曝光装置的构成例的简图；
- [0044] 图 12A 至图 12C 是说明本发明的第一实施方式的光学元件的制造方法的步骤图；
- [0045] 图 13A 至图 13C 是说明本发明的第一实施方式的光学元件的制造方法的步骤图；
- [0046] 图 14A 至图 14C 是说明污渍附着在光学元件的表面时进行清除的略线图；
- [0047] 图 15A 是本发明的第二实施方式的光学元件的构成例的简要平面图，图 15B 是图 15A 所示的光学元件的一部分的放大平面图，图 15C 是图 15B 的轨迹 T1、T3、…上的剖视图，图 15D 是图 15B 的轨迹 T2、T4、…上的剖视图，图 15E 是与图 15B 的轨迹 T1、T3、…对应的潜像形成用激光的调制波形的略线图，图 15F 是与图 15B 的轨迹 T2、T4、…对应的潜像形成用激光的调制波形的略线图；
- [0048] 图 16 是使构造体底面的椭圆率进行变化时的底面形状图；
- [0049] 图 17A 是用于制造光学元件的辊母版的结构例的立体图，图 17B 是用于制造光学元件的辊母版的结构例的平面图；
- [0050] 图 18A 是本发明的第三实施方式的光学元件的构成例的简要平面图，图 18B 是图 18A 所示的光学元件的一部分的放大平面图，图 18C 是图 18B 的轨迹 T1、T3、…上的剖视图，图 18D 是图 18B 的轨迹 T2、T4、…上的剖视图；
- [0051] 图 19A 是用于制造光学元件的光盘母版的结构例的平面图。图 19B 是图 19A 所示的光盘母版的部分放大平面图；
- [0052] 图 20 是光盘原盘曝光装置的构成例的简图；
- [0053] 图 21A 是本发明的第四实施方式的光学元件的构成例的简要平面图，图 21B 是图 21A 所示的光学元件的一部分的放大平面图；
- [0054] 图 22A 是本发明的第五实施方式的光学元件的构成例的简要平面图，图 22B 是图 22A 所示的光学元件的一部分的放大平面图，图 22C 是图 22B 的轨迹 T1、T3、…上的剖视图，图 22D 是图 22B 的轨迹 T2、T4、…上的剖视图；
- [0055] 图 23 是图 22A 所示的光学元件的部分放大立体图；
- [0056] 图 24 是本发明的第六实施方式的光学元件的构成例的剖视图；
- [0057] 图 25 是本发明的第八实施方式的液晶显示装置的构成例；
- [0058] 图 26 是本发明的第九实施方式的液晶显示装置的构成例；

- [0059] 图 27A 是将构造体排列成六边形格子形时的填充率的说明图,图 27B 是将构造体排列成四边形格子形时的填充率的说明图;
- [0060] 图 28 是试验例 3 的模拟试验结果图;
- [0061] 图 29 是本发明的第七实施方式的光学元件的构成例的剖视图;
- [0062] 图 30A 是本发明的第十实施方式的光学元件 1 的第一例的剖视图,图 30B 是本发明的第十实施方式的光学元件 1 的第二例的剖视图,图 30C 是本发明的第十实施方式的光学元件 1 的第三例的剖视图;
- [0063] 图 31A 至图 31C 是说明柔软性光学元件的作用的示意图;
- [0064] 图 32A 至图 32C 是说明非柔软性光学元件的作用的示意图;
- [0065] 图 33A 是试样 7-1 至 7-4 的光学元件的划痕试验结果图,图 33B 是试样 8-2 至 8-6 的光学元件的划痕试验结果图;
- [0066] 图 34A 是试样 9-1 至 9-3 的光学元件的划痕试验结果图,图 34B 是试样 10-2 至 10-7 的光学元件的划痕试验的结果图;
- [0067] 图 35 是用于说明模拟试验的光学薄膜设定条件的示意图;
- [0068] 图 36A 是试验例 3-1 至 3-10 的模拟试验结果图,图 36B 是试验例 4-1 至 4-4、试验例 5-1 至 5-4、试验例 6-1 至 6-4 的模拟试验结果图;
- [0069] 图 37 是用于说明模拟试验的光学元件设定条件的示意图;
- [0070] 图 38A 是试验例 8 的模拟试验结果图,图 38B 是试验例 9 的模拟试验结果图;以及
- [0071] 图 39 是试验例 10-1 至 10-8 的模拟试验结果图。

具体实施方式

[0072] 为了解决上述现有的技术问题,经过深入研究形成了本发明,以下就其概要进行说明。

[0073] 本发明者们经过深入研究,发现通过使形成构造体的材料具有弹力,在进行擦拭时构造体变形,渗入构造体之间的污渍被挤出,可清除例如平坦膜上的接触角为 90 度以下的物质。

[0074] 为了发生变形挤出渗入构造体之间的污渍,邻接的构造体之间必须进行接触。为了使构造体变形,消除构造体之间的空间,形成构造体的材料的弹性模量和构造体的高宽比非常重要。因此,本发明者们利用实验进行了深入研究,发现如果弹性模量和高宽比在规定的范围,就可清除污渍。

[0075] 如果认为使构造体变形即可,则可认为即使是弹性模量高的材料,如果提高擦拭时的压力,原理上是可进行擦拭的。但如果是无弹性的材料,如果以使构造体变形的压力进行擦拭,则构造体会折断或塑性变形。其结果,擦拭后的反射率反而比指纹附着前的反射率高。

[0076] 本发明中的“可干擦”是指在利用一般的擦拭方法清除污渍时,指纹附着前与指纹附着后的反射率一致或几乎一致。

[0077] 以下参照附图按照以下顺序就本发明的实施方式进行说明。

[0078] 1. 第一实施方式(将构造体二维排列成直线状且六边形格子状的示例:参考图 1)

[0079] 2. 第二实施方式(将构造体二维排列成直线状且四边形格子状的示例:参考图

15)

[0080] 3. 第三实施方式（将构造体二维排列成圆弧状且六边形格子状的示例：参考图 18）

[0081] 4. 第四实施方式（蛇行排列构造体的示例：参考图 21）

[0082] 5. 第五实施方式（在基体表面形成凹形构造体的示例：参考图 22）

[0083] 6. 第六实施方式（设置表面处理层的示例：参考图 24）

[0084] 7. 第七实施方式（无基体的光学元件的示例：参考图 29）

[0085] 8. 第八实施方式（对显示装置的第一应用例：参考图 25）

[0086] 9. 第九实施方式（对显示装置的第二应用例：参考图 26）

[0087] 10. 第十实施方式（基体和构造体二者具有柔软性的示例）

[0088] <1. 第一实施方式>

[0089] [光学元件的构成]

[0090] 图 1A 是本发明的第一实施方式的光学元件的构成例的简要平面图。图 1B 是图 1A 所示的光学元件的一部分的放大平面图。图 1C 是图 1B 的轨迹 T1、T3、…上的剖视图。图 1D 是图 1B 的轨迹 T2、T4、…上的剖视图。图 1E 是与图 1B 的轨迹 T1、T3、…对应的潜像形成用激光的调制波形的略线图。图 1F 是与图 1B 的轨迹 T2、T4、…对应的潜像形成用激光的调制波形的略线图。图 2、图 4 至图 6 是图 1A 所示的光学元件 1 的部分放大立体图。图 3A 是图 1A 所示的光学元件的轨迹延伸方向（X 方向（以下也适当地称为轨迹方向））的剖视图。图 3B 是图 1A 所示的光学元件的 θ 方向的剖视图。

[0091] 光学元件 1 例如是具有相应于入射光的入射角的防反射效果的光学片（亚波长构造体）。该光学元件 1 适合用于具有不同波带的光学仪器（例如照相机等光学仪器）、显示屏、光学电子产品以及望远镜等各种光学器件。

[0092] 光学元件 1 包括具有主表面的基体 2 和以减少反射为目的、以小于等于光的波长的细微节距设置在主表面上的凸部即多个构造体 3。该光学元件 1 对于向图 2 的 $-Z$ 方向透过基体 2 的光具有防止在构造体 3 和其周围的空气的界面上的反射的功能。

[0093] 以下依次就光学元件 1 具有的基体 2 和构造体 3 进行说明。

[0094] （基体）

[0095] 基体 2 例如是具有透明性的透明基体。基体 2 的材料例如是以聚碳酸酯 (PC) 或聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 等透明合成树脂、玻璃等为主要成分的材料，但不局限于这些材料。基体 2 的形状例如是片状、板状、块状，但不局限于这些形状。这里将片材定义为包括薄膜。在照相机等光学仪器上，最好按照需要规定的防反射特性的部分的形状等适当选择基体 2 的形状。

[0096] （构造体）

[0097] 在基体 2 的表面排列多个凸部即构造体 3。以减少反射为目的的、以在光的波带以下的短的配置节距例如与可见光的波长相同的配置节距周期性地二维配置该构造体 3。这里的配置节距是指配置节距 P1 和配置节距 P2。以减少反射为目的的光的波带例如是紫外线的波带、可见光的波带或红外线的波带。这里的紫外线的波带是指 10nm ~ 360nm 的波带，可见光的波带是指 360nm ~ 830nm 的波带，红外线的波带是指 830nm ~ 1mm 的波带。具体地，配置节距优选大于等于 175nm 小于等于 350nm。如果配置节距不到 175nm，则具有难

以制造构造体 3 的趋势。而如果配置节距超过 350nm,则有产生可见光衍射的趋势。

[0098] 光学元件 1 的各构造体 3 具有在基体 2 的表面形成多列轨迹 T1、T2、T3、…(以下总称为“轨迹 T”)的配置方式。在本发明中,轨迹是指构造体 3 形成列,连接成直线状的部分。并且,列方向是指在基体 2 的形成面上,与轨迹的延伸方向(X 方向)正交的方向。

[0099] 构造体 3 在邻接的两个轨迹 T 之间配置在错开半个节距的位置。具体地,在邻接的两个轨迹 T 之间,在排列在一个轨迹(例如 T1)的构造体 3 的中间位置(错开半个节距的位置)配置另一个轨迹(例如 T2)的构造体 3。因此,如图 1B 所示,在邻接的三列轨迹(T1 ~ T3)之间配置构造体 3,形成构造体 3 的中心位于 a1 ~ a7 的各点上的六边形格子图案或准六边形格子图案。在该第一实施方式中,六边形格子图案是指正六角形的格子图案。并且,准六边形格子图案是指与正六角形的格子图案不同的、向轨迹的延伸方向(X 轴方向)伸展、变形后的六边形格子图案。

[0100] 以形成准六边形格子图案的方式配置了构造体 3 的情况下,如图 1B 所示,优选同一轨迹(例如 T1)内的构造体 3 的配置节距 P1(a1 ~ a2 节距离)大于邻接的两个轨迹(例如 T1 和 T2)间的构造体 3 的配置节距、即相对于轨迹的延伸方向 $\pm \theta$ 方向上的构造体 3 的配置节距 P2(例如 a1 与 a7 之间的距离、a2 与 a7 之间的距离)。通过这样配置构造体 3,可进一步提高构造体 3 的填充密度。

[0101] 从成型容易的观点出发,构造体 3 优选具有锥体形状或使锥体形状向轨迹方向延伸或收缩的锥体形状。构造体 3 优选具有轴对称的锥体形状或使锥体形状向轨迹方向延伸或收缩的锥体形状。如果与邻接的构造体 3 接合,构造体 3 除了与邻接的构造体 3 接合的下部以外优选具有轴对称的锥体形状或使锥体形状向轨迹方向延伸或收缩的锥体形状。锥体形状例如是圆锥形状、圆锥台形状、椭圆锥形状、椭圆锥台形状、多角锥形状(例如三角锥形状、四角锥形状、五角锥形状等)、多角锥台形状等。如上所述,这里的锥体形状的概念除了圆锥形状、圆锥台形状以及多角锥形状以外还包括椭圆锥形状、椭圆锥台形状以及多角锥台形状。并且,圆锥台形状是指切掉了圆锥形状的顶部的形状,椭圆锥台形状是指切掉了椭圆锥的顶部的形状。多角锥台形状是指切掉了多角锥的顶部的形状。并且,构造体 3 的形状不局限于上述形状,可采用针形、圆柱形、圆顶形、帐篷状等形状。这里的帐篷状是指使多角锥或多角锥台的锥面凹陷成凹状的形状。

[0102] 如图 2 和图 4 所示,构造体 3 优选底面是具有长轴和短轴的椭圆形、长圆形或卵形的锥体结构,顶部是曲面的椭圆锥形状。或如图 5 所示,优选底面是具有长轴和短轴的椭圆形、长圆形或卵形的锥体结构,顶部是平坦的椭圆锥台形状。一旦形成这样的形状,可提高列方向的填充率。

[0103] 从提高反射特性的观点出发,优选是顶部的倾斜度小、从中间部起向着底部倾斜度逐渐变大的锥体形状(参考图 4)。并且,从提高反射特性和透过特性的观点出发,优选形成中间部的倾斜度比底部和顶部大的锥形形状(参考图 2)或顶部是平坦的锥体形状(参考图 5)。如果构造体 3 具有椭圆锥形状或椭圆锥台形状,则优选其底面的长轴方向与轨迹的延伸方向平行。在图 2 等中,各构造体 3 分别具有相同的形状,但构造体 3 的形状不局限于此,也可在基体表面形成两种以上形状的构造体 3。并且构造体 3 也可与基体 2 形成一体。

[0104] 如图 2、图 4 至图 6 所示,优选在构造体 3 周围的一部分或全部上设置突出部 4。通

过这样,即使构造体 3 的填充率低,也可降低反射率。具体是如图 2、图 4 和图 5 所示,例如在相邻的构造体 3 之间设置突出部 4。并且,如图 6 所示,也可将细长的突出部 4 设置在构造体 3 周围的全部或一部分上。该细长的突出部 4 例如从构造体 3 的顶部向着下部伸长。突出部 4 的形状可以是截面三角形和截面四角形等,但不局限于这些形状,可根据成形的难易程度进行选择。并且,也可使构造体 3 周围的一部分或全部变粗糙,形成细微的凹凸。具体是例如可使相邻的构造体 3 之间的表面变粗糙,形成细微的凹凸。并且,也可在构造体 3 的表面例如顶部形成微小的孔。

[0105] 构造体 3 不局限于图示的凸部形状,也可用形成在基体 2 表面的凹部构成。对构造体 3 的高度没有特别限制,例如是 420nm 左右,具体是 415nm ~ 421nm。在将构造体 3 形成凹部形状的情况下,上述高度成为构造体 3 的深度。

[0106] 轨迹的延伸方向上的构造体 3 的高度 H1 优选小于列方向上的构造体 3 的高度 H2。即构造体 3 的高度 H1、H2 优选满足 $H1 < H2$ 的关系。这是因为如果为了满足 $H1 \geq H2$ 的关系而排列构造体 3,则需要增加轨迹的延伸方向的配置节距 P1,因此轨迹的延伸方向上的构造体 3 的填充率降低。如果填充率降低,将导致反射特性降低。

[0107] 另外,构造体 3 的高宽比不局限于全部相同的情况,也可使各构造体 3 具有一定的高度分布(例如高宽比在 0.83 ~ 1.46 的范围)。通过设置具有高度分布的构造体 3,可降低反射特性的波长依赖性。因此可实现具有良好的防反射特性的光学元件。

[0108] 这里的高度分布是指具有两种以上高度(深度)的构造体 3 设置在基体 2 的表面。即,是指具有作为基准的高度的构造体 3 和具有与该构造体 3 不同高度的构造体 3 设置在基体 2 的表面。具有与基准不同高度的构造体 3 例如周期性地或非周期性地(任意地)设置在基体 2 的表面。作为其周期性的方向例如是轨迹的延伸方向、列方向等。

[0109] 优选在构造体 3 的周边部设置裙状部 3a。这是为了在光学元件的制造步骤中可容易将光学元件与模具等剥离。这里的裙状部 3a 是指设置在构造体 3 的底部的周边部的突出部。从上述剥离特性的角度来看,该裙状部 3a 优选从构造体 3 的顶部向着下部的方向具有高度平缓降低的曲面。另外,裙状部 3a 可只设置在构造体 3 的周边部的一部分上,但为了提高上述剥离性能,优选设置在构造体 3 的整个周边部。并且,构造体 3 是凹部的情况下,裙状部成为设置在构造体 3 即凹部的开口周边的曲面。

[0110] 对构造体 3 的高度(深度)没有特别限制,可根据透过的光的波长范围适当地设定,例如设定在 236nm ~ 450nm 左右的范围。构造体 3 的高宽比(高度 / 配置节距)是大于等于 0.6 小于等于 1.5,优选大于等于 0.81 小于等于 1.46,进一步优选大于等于 0.94 小于等于 1.28 的范围。如果不到 0.6,则具有反射特性和透过性能降低的趋势,如果超过 1.5,则具有在制造光学元件时构造体 3 的剥离性能降低且不能漂亮地复制副本的趋势。并且,从进一步提高反射特性的观点出发,构造体 3 的高宽比优选设定在 0.94 ~ 1.46 的范围。为了进一步提高透过性能,构造体 3 的高宽比优选设定在 0.81 ~ 1.28 的范围。

[0111] 并且,构造体 3 的高宽比(高度 / 配置节距)是优选在大于等于 0.6 小于等于 5,进一步优选大于等于 0.6 小于等于 4 的范围。如果不到 0.6,则具有反射特性和透过性能降低的趋势,当超过 5 时,则如果进行提高脱模性的处理,例如在原盘上实施氟涂层等或作为转印树脂添加硅类添加材料或氟类添加材料等,也具有转印性降低的趋势。并且,如果高宽比超过 4,则光反射比并没有大的变化,因此为了提高光反射比和容易脱模,优选使高宽比

小于等于 4。

[0112] 形成构造体 3 的材料的弹性模量大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa。如果不到 1MPa,则在转印步骤中邻接的构造体彼此附着,构造体 3 的形状成为与所需形状不同的形状,不能得到所需要的反射特性。如果超过 1200MPa,则在擦拭时邻接的构造体之间不容易接触,不能挤出渗入构造体之间的污渍等。

[0113] 另外,在本发明中,通过以下公式 (1) 定义高宽比。

[0114] 高宽比 = $H/P \cdots (1)$

[0115] 其中, H:构造体的高度, P:平均配置节距(平均周期)

[0116] 这里通过下式 (2) 定义平均配置节距 P。

[0117] 平均配置节距 $P = (P_1 + P_2 + P_2) / 3 \cdots (2)$

[0118] 其中, P_1 :轨迹的延伸方向的配置节距(轨迹延伸方向周期), P_2 :相对于轨迹的延伸方向 $\pm \theta$ 方向(其中, $\theta = 60^\circ - \delta$, 其中, δ 优选为 $0^\circ < \delta \leq 11^\circ$, 进一步优选 $3^\circ \leq \delta \leq 6^\circ$) 的配置节距(θ 方向周期)

[0119] 并且,将构造体 3 的列方向的高度作为构造体 3 的高度 H。构造体 3 的轨迹延长方向(X 方向)的高度小于列方向(Y 方向)的高度,并且构造体 3 的轨迹延长方向以外部分的高度与列方向的高度几乎相同,因此用列方向的高度代表亚波长构造体的高度。其中,构造体 3 是凹部的情况下,上述式 (1) 中的构造体的高度 H 成为构造体的深度 H。

[0120] 假设同一轨迹内的构造体 3 的配置节距为 P_1 , 邻接的两个轨迹间的构造体 3 的配置节距为 P_2 时,比例 P_1/P_2 优选满足 $1.00 \leq P_1/P_2 \leq 1.1$ 或 $1.00 < P_1/P_2 \leq 1.1$ 的关系。通过在该数值范围,可提高具有椭圆锥或椭圆锥台形状的构造体的填充率,因此可提高防反射特性。

[0121] 基体表面的构造体 3 的填充率以 100% 为上限且大于等于 65%, 优选大于等于 73%, 进一步优选 86% 的范围内。通过将填充率形成在该范围,可提高防反射特性。为了提高填充率,优选将邻接的构造体 3 的下部彼此接合或调整构造体底面的椭圆率等使构造体 3 变形。

[0122] 在此,构造体 3 的填充率(平均填充率)是如下求出的值。

[0123] 首先,使用扫描式电子显微镜(SEM; Scanning Electron Microscope)用 Top View 拍摄光学元件 1 的表面。然后从所拍摄的 SEM 照片中任意抽出单位格子 U_c , 测量该单位格子 U_c 的配置节距 P_1 和轨迹节距 T_p (参考图 1B)。并且,通过图像处理测量位于该单位格子 U_c 中间的构造体 3 的底面面积 S。然后,利用测量的配置节距 P_1 、轨迹节距 T_p 以及底面面积 S 通过下式 (3) 求出填充率。

[0124] 填充率 = $(S(\text{hex.}) / S(\text{unit})) \times 100 \cdots (3)$

[0125] 单位格子面积: $S(\text{unit}) = P_2 \times 2T_p$

[0126] 存在于单位格子内的构造体的底面面积: $S(\text{hex.}) = 2S$

[0127] 对从拍摄的 SEM 照片中任意抽出的十处的单位格子进行上述的填充率计算处理。然后简单地将测量值进行平均(算术平均数)求出填充率的平均率,将其作为基体表面的构造体 3 的填充率。

[0128] 构造体 3 重叠时或构造体 3 之间具有突出部 4 等副构造体时的填充率可通过以下方法求出,即将与构造体 3 的高度的 5% 对应的部分作为阈值来判断面积比。

[0129] 图 7 是构造体 3 的界限不清楚时填充率的计算方法的说明图。构造体 3 的界限不清楚时,通过剖面 SEM 观察,如图 7 所示,将相当于构造体 3 高度 h 的 5% ($= (d/h) \times 100$) 的部分作为阈值,用该高度 d 换算出构造体 3 的直径求出填充率。构造体 3 的底面是椭圆的情况下,利用长轴和短轴进行同样的处理。

[0130] 图 8 是使构造体 3 的底面的椭圆率进行变化时的底面形状的图。图 8A 至图 8D 所示椭圆的椭圆率分别为 100%、110%、120% 和 141%。通过这样改变椭圆率,可使基体表面的构造体 3 的填充率进行变化。如果构造体 3 形成准六边形格子图案,则构造体底面的椭圆率 e 优选为 $100\% < e < 150\%$ 。通过形成在该范围,可提高构造体 3 的填充率,得到良好的防反射特性。

[0131] 这里,假设构造体底面的轨迹方向 (X 方向) 的直径为 a ,与其正交的列方向 (Y 方向) 的直径为 b 时,利用 $(a/b) \times 100$ 定义椭圆率 e 。另外,构造体 3 的直径 a 、 b 是如下所述地求出的值。使用扫描式电子显微镜 (SEM:Scanning Electron Microscope) 用 TopView 拍摄光学元件 1 的表面,从所拍摄的 SEM 照片中任意抽出十个构造体 3。然后测量所抽出的构造体 3 的各底面直径 a 、 b 。简单地将测量值 a 、 b 进行平均 (算术平均数),求出直径 a 、 b 的平均值,作为构造体 3 的直径 a 、 b 。

[0132] 图 9A 是具有圆锥形或圆锥台形的构造体 3 的配置例图。图 9B 是具有椭圆锥形或椭圆锥台形的构造体 3 的配置例图。如图 9A 和图 9B 所示,构造体 3 优选以其下部彼此重叠的方式接合。具体地,构造体 3 的下部优选与处于邻接关系中的构造体 3 的一部分或全部的下部接合。更具体地,优选在轨迹方向、在 θ 方向或在两个方向上构造体 3 的下部彼此接合。图 9A、9B 示出了处于邻接关系中的构造体 3 的所有下部接合的示例。通过这样接合构造体 3,可提高构造体 3 的填充率。优选根据考虑了折射率的光路长度在使用环境下的光的波段最大值的 $1/4$ 以下的部分将构造体相互接合。这样,得到良好的防反射特性。

[0133] 如图 9B 所示,在具有椭圆锥形或椭圆锥台形的构造体 3 下部彼此接合的情况下,接合部的高度例如按照接合部 a 、 b 、 c 的顺序变浅。

[0134] 直径 $2r$ 与配置节距 $P1$ 的比例 ($(2r/P1) \times 100$) 大于等于 85%,优选大于等于 90%,进一步优选大于等于 95%。通过设定在这样的范围,可提高构造体 3 的填充率,提高防反射特性。如果比例 ($(2r/P1) \times 100$) 增大,构造体 3 的重叠过大,则具有防反射特性降低的趋势。因此,优选设定比例 ($(2r/P1) \times 100$) 的上限值,根据考虑了折射率的光路长度在使用环境下的光的波段最大值的 $1/4$ 以下的部分将构造体相互接合。这里,配置节距 $P1$ 是构造体 3 的轨迹方向的配置节距,直径 $2r$ 是构造体底面的轨迹方向的直径。另外,如果构造体底面是圆形,则直径 $2r$ 为直径,如果构造体底面是椭圆形,直径 $2r$ 则为长径。

[0135] [辊母版的结构]

[0136] 图 10 是用于制造具有上述结构的光学元件的辊母版的结构示例。如图 10 所示,辊母版 11 例如具有以下结构,即,以与可见光等光的波长同等程度的节距在原盘 12 的表面设置多个凹部即构造体 13。原盘 12 具有圆柱形或圆筒形的形状。圆盘 12 的材料例如可使用玻璃,但不局限于该材料。利用后述的辊原盘曝光装置,空间地连接二维图案,在每一个轨迹使极性反转格式器信号与记录装置的旋转控制器同步产生信号,以 CAV、以适当的进给节距构图。通过这样可记录六边形格子图案或准六边形格子图案。通过适当地设定极性反转格式信号的频率和辊的转数,可在所需的记录区域形成空间频率统一的格子图案。

[0137] [光学元件的制造方法]

[0138] 以下参考图 11 至图 13 就上述结构的光学元件 1 的制造方法进行说明。

[0139] 第一实施方式的光学元件的制造方法包括在原盘上形成抗蚀剂层的抗蚀剂成膜步骤、利用辊原盘曝光装置在抗蚀剂膜上形成蛾眼图案的潜像的曝光步骤、以及将形成了潜像的抗蚀剂层进行显影的显影步骤。而且还包括利用等离子体蚀刻制造辊母版的蚀刻步骤、通过紫外线硬化树脂制造复制基板的复制步骤。

[0140] (曝光装置的结构)

[0141] 首先,参照图 11 对用于蛾眼图案的曝光步骤的辊状原盘曝光装置的结构进行描述。该辊状原盘曝光装置是以光盘记录装置为基础而构成的。

[0142] 激光光源 12 是用于曝光成膜在作为记录介质的原盘 12 的表面上的抗蚀剂的光源,用于振荡例如波长 $\lambda = 266\text{nm}$ 的记录用激光 15。从激光光源 21 射出的激光 15 以平行光束的状态直线传播,入射到光电元件 (EOM:Electro Optical Modulator)22。透过光电元件 22 的激光 15 被反射器 23 反射,并被导向调制光学系统 25。

[0143] 反射器 23 由偏振分光器 (polarized beam splitter) 构成,其具有反射一部分的偏光成分且透过其它偏光成分的功能。透过反射器 23 的偏光成分被光电二极管 24 接收,根据该接收信号来控制光电元件 22,并进行激光 15 的相位调制。

[0144] 在调制光学系统 25 中,由聚光透镜 26 将激光 15 聚光于包括石英 (SiO_2) 等的声光元件 (AOM:acousto-optic modulator)27。激光 15 被声光元件 27 强度调制并发散后,被透镜 28 变为平行光束。从调制光学系统 25 射出的激光 15 被反射器 31 反射,从而水平且平行地被导向移动光学台 (table)32。

[0145] 移动光学台 32 包括光束扩展器 33 以及物镜 34。导向移动光学台 32 的激光 15 被光束扩展器 33 整形为希望的光束形状后,通过物镜 34,向原盘 12 上的抗蚀层进行照射。原盘 12 被放置在与主轴电动机 35 连接的转台 (turn table)36 上。此外,使原盘 12 旋转,同时,使激光 15 沿原盘 12 的高度方向移动,并向抗蚀层间歇性地照射激光 15,从而进行抗蚀层的曝光步骤。形成的潜像为在圆周方向具有长轴的大致椭圆形。通过移动光学台 32 向箭头 R 方向的移动来移动激光 15。

[0146] 曝光装置包括用于对抗蚀层形成潜像的控制机构 37,其中,该潜像对应于如图 1B 所示的六边形格子或准六边形格子的二维图案。控制机构 37 包括格式器 (formatter)29 和驱动器 30。格式器 29 包括极性反转部,该极性反转部用于控制对抗蚀层照射激光 15 的定时 (timing)。驱动器 30 用于接收极性反转部的输出并控制声光元件 27。

[0147] 在该辊状原盘曝光装置中,对应每一个轨迹使极性反转格式器信号和记录装置的旋转控制器同步地产生信号,以使二维图案空间地连接,并通过声光元件 27 进行强度调制。通过以角速度 (CAV) 恒定的方式以适当的旋转数和适当的调制频率以及适当的输送节距来形成图案,可以记录六边形格子图案或准六边形格子图案。例如,如图 10B 所示,为了将圆周方向的周期设为 315nm ,将相对于圆周方向约 60° 方向 (约 -60° 方向) 的周期设为 300nm ,只要将输送节距设为 251nm 即可 (毕达哥拉斯定理)。通过辊的转数 (例如 1800rpm 、 900rpm 、 450rpm 、 225rpm) 改变极性反转格式器信号的频率。例如,与辊的转数 1800rpm 、 900rpm 、 450rpm 、 225rpm 分别对应的极性反转格式器信号的频率为 37.70MHz 、 18.85MHz 、 9.34MHz 、 4.71MHz 。在希望的记录区域上空间频率 (圆周 315nm 周期、圆周方向

约 60 度方向 (约 -60° 方向) 300nm 周期) 一致的准六边形格子图案通过下述方法来获得: 通过移动光学台 32 上的光束扩展器 (BEX) 33 将远紫外线激光放大为 5 倍的光径, 然后通过开口数 (NA) 0.9 的物镜 34 将其照射于原盘 12 上的抗蚀层, 形成微细的潜像。

[0148] (抗蚀剂成膜步骤)

[0149] 首先, 如图 12A 所示, 准备一个圆柱形的原盘 12。该原盘 12 比如为玻璃原盘。然后, 如图 12B 所示, 在原盘 12 的表面形成抗蚀层 14。抗蚀层 14 的材料比如可以采用有机类抗蚀剂和无机类抗蚀剂中的任一种。有机类抗蚀剂比如可以采用酚醛树脂类抗蚀剂或化学增强型抗蚀剂。

[0150] (曝光步骤)

[0151] 然后, 如图 12C 所示, 用上述辊状原盘曝光装置使原盘 12 旋转, 同时将激光 (曝光光束) 15 照射于抗蚀层 14。此时, 通过使激光 15 向原盘 12 的高度方向 (与圆柱形或圆筒形的原盘 12 的中心轴平行的方向) 移动, 同时间歇性地照射激光, 从而使整个抗蚀层 14 曝光。由此, 在抗蚀层 14 的整个面上以与可视光波长同等程度的节距形成与激光 15 的轨迹相对应的潜像 16。

[0152] 潜像 16 比如配置成在原盘表面构成多列轨迹, 并形成六边形格子图案或准六边形格子图案。潜像 16 比如是在轨迹延伸方向具有长轴方向的椭圆形状。

[0153] (显影步骤)

[0154] 然后, 旋转原盘 12, 同时将显影液滴在抗蚀层 14 上, 如图 13A 所示, 对抗蚀层 14 进行显影处理。如图所示, 当抗蚀层 14 由正型 (positive) 抗蚀剂形成时, 经过激光 15 曝光的曝光部与非曝光部相比较, 相对于显影液的溶解速度增加, 因此, 与潜像 (曝光部) 16 相对应的图案被形成在抗蚀层 14 上。

[0155] (蚀刻步骤)

[0156] 接下来, 将形成在原盘 12 上的抗蚀层 14 的图案 (抗蚀图案) 作为掩模 (mask), 对原盘 12 的表面进行蚀刻处理。从而, 如图 13B 所示, 可以得到在轨迹延伸方向具有长轴方向的椭圆锥形状或椭圆锥台形状的内凹部、即构造体 13。蚀刻方法比如通过干式蚀刻进行。这时, 通过交互进行蚀刻处理和抛光 (ashing) 处理, 从而可以形成比如锥体状的构造体 13 的图案。同时可以制作抗蚀层 14 的三倍以上深度 (选择比为 3 以上) 的玻璃原盘 (master), 并可实现构造体 3 的高的高宽比。

[0157] 根据上述处理, 可以得到具有深度比如为 120nm 左右至 350nm 左右的凹形的六边形格子图案或准六边形格子图案的辊状原盘 11。

[0158] (复制步骤)

[0159] 接着, 比如将辊状原盘 11 紧贴于涂敷有转印材料的片 (sheet) 等基体 2, 并在照射紫外线使其硬化的同时进行剥离。通过这样如图 13C 所示, 凸部即多个构造体形成在基体 2 的第一主表面上, 制造蛾眼紫外线硬化复制片等的光学元件 1。

[0160] 转印材料比如由紫外线硬化材料和引发剂 (initiator) 构成, 根据需要, 可以包括填充剂或功能性添加剂等。

[0161] 紫外线硬化材料比如由单官能团单体、双官能团单体、多官能团单体等构成, 具体为混合有单个或多个下述材料的物质。

[0162] 作为单官能团单体, 可以列举例如: 羧酸类 (丙烯酸)、羟基类 (丙烯酸-2-羟

基乙酯、丙烯酸-2-羟基丙酯、丙烯酸-4-羟基丁酯)、烷基类、脂环类(丙烯酸异丁酯、丙烯酸叔丁酯、丙烯酸异辛酯、丙烯酸十二酯、丙烯酸十八酯、丙烯酸异冰片酯(isobonyl acrylate)、丙烯酸环己基酯)、其它功能性单体(2-甲氧基乙基丙烯酸酯、甲氧基乙二醇丙烯酸酯(methoxyethylene glycol acrylate)、2-乙氧基乙基丙烯酸酯、丙烯酸四氢糠基酯、丙烯酸苄酯、乙卡必醇丙烯酸酯、苯氧基乙基丙烯酸酯、丙烯酸二甲胺基乙酯、二甲胺基丙基丙烯酰胺、N,N-二甲基丙烯酰胺、丙烯酰吗啉、n-异丙基丙烯酰胺、N,N-二乙基丙烯酰胺、N-乙烯基吡咯烷酮、2-(全氟辛基)乙基丙烯酸酯、3-全氟己基-2-羟基丙基丙烯酸酯、3-全氟辛基-2-羟基丙基丙烯酸酯、2-全氟癸基丙烯酸乙酯、2-(全氟-3-甲基丁基)乙基丙烯酸酯、2,4,6-三溴苯酚丙烯酸酯、2,4,6-三溴苯酚甲基丙烯酸酯、2-(2,4,6-三溴苯氧基)乙基丙烯酸酯)、和丙烯酸-2-乙基己酯等。

[0163] 作为双官能团单体,可以列举例如:二缩三丙二醇二丙烯酸酯、三羟甲基丙烷二烯丙基醚、聚氨酯丙烯酸酯等。

[0164] 作为多官能团单体,可以列举例如:三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、双季戊四醇五丙烯酸酯、双季戊四醇六丙烯酸酯以及双三羟甲基丙烷四丙烯酸酯等。

[0165] 作为引发剂,可以列举例如:2,2-二甲氧基-1,2-二苯基乙-1-酮、1-羟基环己基苯基甲酮、2-羟基-2-甲基-1-苯基丙-1-酮等。

[0166] 作为填充剂比如可以采用无机微粒及有机微粒中的任一种。作为无机微粒可以列举例如, SiO₂、TiO₂、ZrO₂、SnO₂、Al₂O₃ 等金属氧化物微粒。

[0167] 作为功能性添加剂,可以列举例如:匀染剂、表面调整剂、消泡剂等。作为基体2的材料,可以列举例如,甲基丙烯酸甲酯(共)聚合物、聚碳酸酯、苯乙烯(共)聚合物、甲基丙烯酸甲酯-苯乙烯共聚物、二醋酸纤维素、三醋酸纤维素、醋酸丁酸纤维素、聚酯、聚酰胺、聚酰亚胺、聚醚砜、聚砜、聚丙烯、聚甲基戊烯、聚氯乙烯、聚乙烯醇缩乙醛、聚醚酮、聚氨酯、和玻璃等。

[0168] 基体2的成形方法没有特定限定,可以是射出成型体,也可以是挤出成型体,还可以是铸造成形体。根据需要,也可以对基体表面进行电晕(corona)处理等表面处理。

[0169] <2. 第二实施方式>

[0170] [光学元件的结构]

[0171] 图15A是示出本发明的第二实施方式所涉及的光学元件的一个结构例的概要俯视图。图15B是放大示出图15A所示的光学元件的一部分的俯视图。图15C是图15B中的轨迹T1、T3...的剖面图。图15D是图15B中的轨迹T2、T4...的剖面图。图15E是示出用于形成与图15B中的轨迹T1、T3...相对应的潜像的激光的调制波形的略线图。图15F是示出用于形成与图15B中的轨迹T2、T4...相对应的潜像的激光的调制波形的略线图。

[0172] 第二实施方式所涉及的光学元件1与第一实施方式的光学元件的区别在于:各构造体3在邻接的三列轨迹之间构成四边形格子图案或准四边形格子图案。在本发明中,所谓的准四边形格子图案不同于正四边形格子图案,其是指沿轨迹的延伸方向(X方向)被拉伸歪曲了的四边形格子图案。

[0173] 构造体3的高度或深度并没有特别的限定,例如可以在159nm~312nm程度(左右)。相对于轨迹(约)45°方向上的节距P2例如为275nm~297nm左右。构造体3的高宽比(高度/配置节距)例如为0.54~1.13左右。另外,并不仅限于各构造体3的高宽

比为全部相同的情况,也可以构成为各构造体 3 具有一定的高度分布。

[0174] 优选相同轨迹内的构造体 3 的配置节距 P1 大于邻接的两个轨迹间的构造体 3 的配置节距 P2。此外,当将相同轨迹内的构造体 3 的配置节距设定为 P1,并将邻接的两个轨迹间的构造体 3 的配置节距设定为 P2 时,优选 P1/P2 满足 $1.4 < P1/P2 \leq 1.5$ 的关系。通过设定为这样的数值范围,从而可以提高具有圆锥形状或圆锥台形状的构造体 3 的填充率,因此可以提高防反射特性。另外,优选相对于轨迹 45° 方向或约 45° 方向上的构造体 3 的高度或深度小于轨迹延伸方向上的构造体 3 的高度或深度。

[0175] 优选相对于轨迹延伸方向倾斜的构造体 3 的排列方向 (θ 方向)上的高度 H2 小于轨迹延伸方向上的构造体 3 的高度 H1。即,优选满足构造体 3 的高度 H1 和 H2 满足 $H1 > H2$ 的关系。

[0176] 图 16 是改变构造体 3 的底面的椭圆率时的底面形状的示意图。椭圆率 3_1 、 3_2 、 3_3 分别为 100%、163.3%和 141%。通过如此改变椭圆率,从而可以改变基体表面的构造体 3 的填充率。当构造体 3 形成四边形格子或准四边形格子图案时,优选构造体底面的椭圆率 e 为 $150\% \leq e \leq 180\%$ 。这是因为:通过将椭圆率 e 设定在这一范围内,从而可以提高构造体 3 的填充率,得到卓越的防反射特性。

[0177] 基体表面的构造体 3 的填充率以 100%为上限,且为大于等于 65%,优选为大于等于 73%,更优选为大于等于 86%的范围内。通过将填充率设定在这样的范围内,从而可以提高防反射特性。

[0178] 这里,构造体 3 的填充率(平均填充率)为如下求出的值。

[0179] 首先,用扫描型电子显微镜(SEM;Scanning Electron Microscope)以顶视图(Top View)拍摄光学元件 1 的表面。然后,从所拍摄的 SEM 照片中随机选出单位格子 Uc,测定该单位格子 Uc 的配置节距 P 1 和轨迹节距 Tp(参考图 15B)。然后,通过图像处理对该单位格子 Uc 中所包含的四个构造体 3 中的任意一个构造体 3 的底面面积 S 进行测定。随后,用所测定的配置节距 P1、轨迹节距 Tp 以及底面面积 S 根据下面的式(4)求出填充率。

[0180] 填充率 = $(S(\text{tetra})/S(\text{unit})) \times 100 \dots (2)$

[0181] 单位格子面积 : $S(\text{unit}) = 2 \times ((P1 \times Tp) \times (1/2)) = P1 \times Tp$

[0182] 存在于单位格子中的构造体的底面面积 : $S(\text{tetra}) = S$

[0183] 对从所拍摄的 SEM 照片中随机选出的 10 处单位格子进行上述的填充率计算处理。然后,简单地平均(算术平均)测定值,求出填充率的平均率,并将其作为基体表面的构造体 3 的填充率。

[0184] 直径 2r 与配置节距 P1 的比例 $((2R/P1) \times 100)$ 大于等于 64%,优选大于等于 69%,进一步优选大于等于 73%。这是因为:通过设定成这样的范围,从而可以提高构造体 3 的填充率,提高防反射特性。这里,配置节距 P1 是构造体 3 在轨迹方向上的配置节距,直径 2r 是构造体底面在轨迹方向上的直径。另外,如果构造体底面为圆形,则直径 2r 为直径,如果构造体底面为椭圆形,则直径 2r 为长径。

[0185] 图 17 示出了用于制作具有上述结构的光学元件的辊状原盘的一个结构例。该辊状原盘与第一实施方式中的辊状原盘的区别在于:在其表面上,凹状的构造体 13 构成了四边形格子图案或准四边形格子图案。

[0186] [辊母版的结构]

[0187] 利用辊原盘曝光装置,空间地连接二维图案,在每一个轨迹使极性反转格式器信号与记录装置的旋转控制器同步产生信号,以 CAV、以适当的进给节距构图。通过这样可记录四边形格子图案或准四边形格子图案。优选通过适当地设定极性反转格式器信号的频率和辊的转数,将在所需的记录区域空间频率统一的格子图案通过激光的照射形成在原盘 12 上的抗蚀剂上。

[0188] <3. 第三实施方式 >

[0189] [光学元件的结构]

[0190] 图 18A 是本发明的第三实施方式的光学元件的结构示例的简要平面图。图 18B 是图 18A 所示的光学元件的一部分的放大平面图。图 18C 是图 18B 的轨迹 T1、T3、…上的剖视图。图 18D 是图 18B 的轨迹 T2、T4、…上的剖视图。

[0191] 第三实施方式的光学元件 1 与第一实施方式的不同点在于轨迹 T 具有圆弧形状,构造体 3 配置成圆弧形。如图 18B 所示,在邻接的三列轨迹 (T1 ~ T3) 之间配置构造体 3 形成构造体 3 的中心位于 a1 ~ a7 的各点上的准六边形格子图案。在此,准六边形格子图案是指与正六边形格子图案不同,沿着轨迹 T 的圆弧形变形后的六边形格子图案。或者是与正六边形格子不同,沿着轨迹 T 的圆弧形变形且被向轨迹的延伸方向 (X 方向) 伸展、变形后的六边形格子图案。除此之外的光学元件 1 的结构与第一实施方式相同,省略说明。

[0192] [光盘母版的结构]

[0193] 图 19A、图 19B 是用于制造具有上述结构的光学元件的光盘母版的结构示例。如图 19A、图 19B 所示,光盘母版 41 具有在圆盘形的原盘 42 表面排列多个凹部即构造体 43 的结构。该构造体 43 是以光学元件 1 在使用环境下的光的波带以下、例如以与可见光的波长相同程度的节距周期性地二维排列。构造体 43 被配置在例如同心圆形或螺旋状的轨迹上。

[0194] 除此之外光盘母版 41 的结构与第一实施方式的辊母版 11 相同,省略说明。

[0195] [光学元件的制造方法]

[0196] 首先参考图 20 就用于制造具有上述结构的光盘母版 41 的曝光装置进行说明。

[0197] 移动光学平台 32 包括光束扩展器 33、反射镜 38 和物镜 34。导向移动光学平台 32 的激光 15 通过光束扩展器 33 整形成所需要的光束形状后,通过反射镜 38 和物镜 34 向圆盘形的原盘 42 上的抗蚀剂层照射。原盘 42 放置在与主轴电机 (spindle motor) 35 连接的转台 (省略图示) 上。然后使原盘 42 旋转,同时一面使激光 15 向原盘 42 的旋转半径方向移动一面间歇地向原盘 42 上的抗蚀剂层照射激光,通过这样进行抗蚀剂层的曝光步骤。形成的潜像成为在圆周方向具有长轴的略椭圆形。激光 15 通过向移动光学平台 32 的箭头 R 方向的移动进行移动。

[0198] 图 20 所示的曝光装置包括控制机构 37,控制机构 37 在抗蚀剂层上形成与图 18B 所示的六边形格子或准六边形格子的二维图案构成的潜像。控制机构 37 包括格式器 29 和驱动器 30。格式器 29 具有极性反转部,该极性反转部控制激光 15 向抗蚀剂层的照射时间。驱动器 30 接受极性反转部的输出,控制声光元件 27。

[0199] 控制机构 37 在每一个轨迹分别使 AOM 进行的激光 15 的强度调制、主轴电机 35 的驱动旋转速度以及移动光学平台 32 的移动速度同步,空间地连接潜像的二维图案。原盘 42 被以恒定角速度 (CAV) 控制旋转。并且利用主轴电机 35 形成的原盘 42 的适当转数、AOM 进行的激光强度的适当的频率调制以及移动光学平台 32 进行的激光 15 适当的进给节距进行

构图。通过这样在抗蚀剂层上形成六边形格子图案或准六边形格子图案的潜像。

[0200] 而且,逐渐改变极性反转部的控制信号,使空间频率(潜像的图案密度, $P1:330\text{nm}$ 、 $P2:300\text{nm}$ 或 $P1:315\text{nm}$ 、 $P2:275\text{nm}$ 或 $P1:300\text{nm}$ 、 $P2:265\text{nm}$)统一。更具体地说,一面在每一个轨迹使向抗蚀剂层照射的激光 15 周期进行变化一面曝光,控制机构 37 进行激光 15 的频率调制,使 P1 在各轨迹 T 上约为 330nm (或 315nm 、 300nm)。即,随着轨迹位置离开圆盘形的原盘 42 中心,以激光的照射周期缩短的方式进行调制控制。通过这样可在整个基板上形成空间频率统一的纳米图案。

[0201] 以下就本发明的第三实施方式的光学元件的制造方法的一例进行说明。首先利用具有上述结构的曝光装置,除了对形成在圆盘形的原盘上的抗蚀剂层进行曝光以外,与上述第一实施方式相同地制造光盘母版 41。然后使该光盘母版 41 与涂敷了紫外线硬化树脂的丙烯酸(酯)片等基体 2 密合,照射紫外线,使紫外线硬化树脂硬化后,将基体 2 从光盘母版 41 剥离。通过这样得到在表面排列了多个构造体 3 的圆盘形的光学元件 1。然后从该圆盘形的光学元件 1 切下矩形等规定形状的光学元件 1。通过这样制造所需的光学元件 1。

[0202] 根据第三实施方式,可以与将构造体 3 排列成直线状时同样地得到生产效率高、具有良好的防反射特性的光学元件 1。

[0203] <4. 第四实施方式>

[0204] 图 21A 是本发明的第四实施方式的光学元件的结构示例的简要平面图,图 21B 是图 21A 所示的光学元件的一部分的放大平面图。

[0205] 第四实施方式的光学元件 1 与第一实施方式的不同点在于将构造体 3 排列在蛇行的轨迹(以下称为摆动轨迹)上。基体 2 上的各轨迹的摆动优选同步进行。即摆动优选是同步摆动。通过使摆动这样同步,可保持六边形格子或准六边形格子的单位格子形状,保持高填充率。摆动轨迹的波形例如可以是正弦波、三角波等。摆动轨迹的波形不局限于周期性的波形,也可以是非周期性的波形。摆动轨迹的摆动振幅例如可选择在 $\pm 10\mu\text{m}$ 左右。在该第四实施方式中,除了上述以外,与第一实施方式相同。

[0206] 根据第四实施方式,由于将构造体排列在摆动轨迹上,可抑制外观的不均匀。

[0207] <5. 第五实施方式>

[0208] 图 22A 是本发明的第五实施方式的光学元件的结构示例的简要平面图。图 22B 是图 22A 所示的光学元件的一部分的放大平面图。图 22C 是图 22B 的轨迹 T1、T3、...上的剖视图。图 22D 是图 22B 的轨迹 T2、T4、...上的剖视图。图 23 是图 22A 所示的光学元件的部分放大立体图。

[0209] 第五实施方式的光学元件 1 与第一实施方式的不同点在于,多个凹部即构造体 3 排列在基体表面。该构造体 3 的形状是将第一实施方式的构造体 3 的凸形倒过来形成凹形。如上所述地将构造体 3 形成凹部的情况下,进行以下定义,即凹部即构造体 3 的开口部(凹部的入口部分)为下部,基体 2 深度方向的最下部(凹部的最深部分)为顶部。即,通过非实体空间即构造体 3 定义顶部和下部。并且,在第五实施方式中,由于构造体 3 是凹部,因此式(1)等中的构造体 3 的高度 H 成为构造体 3 的深度 H。

[0210] 在该第五实施方式中,除了上述以外都与第一实施方式相同。在该第五实施方式中,将第一实施方式的凸形构造体 3 的形状倒过来形成凹形,因此可得到与第一实施方式

相同的效果。

[0211] <6. 第六实施方式 >

[0212] 形成构造体 3 的材料的弹性越低, 擦拭时的滑动性越差, 擦拭性越低。因此, 在第六实施方式中, 通过使构造体表面含有从氟类化合物和硅类化合物中选择的至少一种化合物, 来提高滑动性、提高擦拭性。

[0213] 尽管构造体表面含有这些物质对是否能擦拭指纹并没有影响, 但可抑制附着了指纹后指纹渗入蔓延。因此, 通过将弹性模量和高宽比保持在一定的范围, 并且提高油酸的接触角, 可形成防污性高的防反射构造体 3。

[0214] 作为使构造体表面含有氟类化合物或硅类化合物的方法例如有以下方法, 即, 向形成构造体的树脂材料添加氟类化合物后硬化的方法以及在形成构造体后在构造体表面形成含有氟类化合物的表面处理层的方法等。

[0215] 图 24 是本发明的第六实施方式的光学元件的结构示例的剖视图。如图 24 所示, 第六实施方式的光学元件 1 与第一实施方式的不同点在于, 在形成了构造体 3 的凹凸面上还具有表面处理层 5。

[0216] 形成了表面处理层 5 的表面的油酸接触角优选大于等于 30 度, 进一步优选大于等于 90 度。如果大于等于 90, 则可抑制附着在光学元件表面的指纹等污渍渗入蔓延。表面处理层 5 例如含有含氟化合物或硅类化合物。

[0217] [硅类化合物]

[0218] 硅类化合物例如是硅油, 硅表面活性剂等。硅油根据与硅原子结合的有机基团的种类可大致分为直硅油 (straight silicone oil) 及改性硅油。

[0219] 直硅油是将甲基、苯基、氢原子作为取代基与硅原子结合。直硅油例如是二甲基硅油, 甲基苯基硅油等。

[0220] 改性硅油例如是向二甲基硅油等直硅油中引入有机取代基后的硅油。改性硅油分成非活性硅油和活性硅油两种。

[0221] 非活性硅油例如是烷基 / 芳烷基改性硅油、聚醚改性硅油、高级脂肪酸改性硅油、氨基改性硅油、环氧改性硅油、羧基改性硅油、醇改性硅油等。

[0222] 活性硅油例如是氨基改性硅油、环氧改性硅油、羧基改性硅油、醇改性硅油等。

[0223] 硅油具体是日本尤尼卡股份公司的 L-45、L-9300、FZ-3704、FZ-3703、FZ-3720、FZ-3786、FZ-3501、FZ-3504、FZ-3508、FZ-3705、FZ-3707、FZ-3710、FZ-3750、FZ-3760、FZ-3785、Y-7499、信越化学公司的 KF96L、KF96、KF96H、KF99、KF54、KF965、KF968、KF56、KF995、KF351、KF352、KF353、KF354、KF355、KF615、KF618、KF945、KF6004、FL100 等。

[0224] 硅表面活性剂例如是将甲基硅油的一部分置换成亲水性基团。亲水基团的置换位置是硅油的侧链、两末端、单末端、两末端侧链等。亲水基团是聚醚、聚甘油、吡咯烷酮、甜菜碱、硫酸盐、磷酸盐、季盐等。

[0225] 其中, 优选疏水基团是二甲基聚硅氧烷, 亲水基团是聚氧化烯形成的非离子表面活性剂。

[0226] 非离子表面活性剂是不具有在水溶液中分解成离子的基团的表面活性剂的总称, 非离子表面活性剂除了具有疏水基团, 还具有多元醇羟基作为亲水基团, 并且具有聚氧化烯 (聚氧乙烯) 等亲水基团。亲水性是醇性羟基的数量越多并且聚氧化烯链 (聚氧乙烯

链)越长就越强。

[0227] 这些非离子表面活性剂的具体例例如有日本尤尼卡股份公司生产的硅表面活性剂 SILWET L-77、L-720、L-7001、L-7002、L-7604、Y-7006、FZ-2101、FZ-2104、FZ-2105、FZ-2110、FZ-2118、FZ-2120、FZ-2122、FZ-2123、FZ-2130、FZ-2154、FZ-2161、FZ-2162、FZ-2163、FZ-2164、FZ-2166、FZ-2191 等。还有 SUPERSILWET SS-2801、SS-2802、SS-2803、SS-2804、SS-2805 等。并且,还有例如日本尤尼卡股份公司生产的硅表面活性剂 ABN SILWET FZ-2203、FZ-2207、FZ-2208 等。

[0228] [含氟化合物]

[0229] 作为含氟化合物,可以列举氟类树脂。氟类树脂例如是具有全氟聚醚基或含氟烷基的烷氧基硅烷化合物等。

[0230] 具有全氟聚醚基或含氟烷基的烷氧基硅烷化合物由于具有低表面能,因此发挥良好的防污、防水效果,通过含有全氟聚醚基发挥润滑效果。

[0231] 具有全氟聚醚基的烷氧基硅烷化合物例如是具有以下通式 (1) 或 (2) 所示的具有全氟聚醚基的烷氧基硅烷化合物等。

[0232] [化学式 1]

[0233] $(R^3O)_3Si-R^2-R^1CO-Rf-COR^1-R^2-Si(OR^3)_3 \cdots (1)$

[0234] 其中, Rf 表示全氟聚醚基, R¹ 表示二价原子或基团(例如 O、NH、S 的任意一种), R² 表示烷基(例如亚烷基), R³ 表示烷基。

[0235] [化学式 2]

[0236] $RfCOR^1-R^2-Si(OR^3)_3 \cdots (2)$

[0237] 其中, Rf 表示全氟聚醚基, R¹ 表示 O、NH、S 的任意一种, R² 表示亚烷基, R³ 表示烷基。

[0238] 具有含氟烷基的烷氧基硅烷化合物例如是具有以下通式 (3) 或 (4) 所示的具有含氟烷基的烷氧基硅烷化合物等。

[0239] [化学式 3]

[0240] $Rf'-R^1-R^2-Si(OR^3)_3 \cdots (3)$

[0241] 其中, Rf' 表示含氟烷基, R¹ 表示二价原子或原子团, R² 表示亚烷基, R³ 表示烷基。

[0242] [化 4]

[0243] $Rf'-R^1-Si-(OR^2)_3 \cdots (4)$

[0244] 其中, Rf' 表示含氟烷基, R¹ 表示碳原子数低于 7 的烷基, R² 表示烷基。

[0245] 并且,对通式 (1) 所示的作为 Rf 的全氟聚醚基的分子结构没有特别限制,包括各种链长的全氟聚醚基,但优选以下所示的分子结构。

[0246] [化学式 5]

[0247] $-CF_2-(OC_2F_4)_p-(OCF_2)_q-OCF_2-\cdots (5)$

[0248] 在通式 (5) 所示的全氟聚醚基中, p、q 优选在 1 ~ 50 的范围。

[0249] 对通式 (5) 所示的具有全氟聚醚基的烷氧基硅烷化合物的分子量没有特别限制,但在稳定性、易处理性等方面,优选数均分子量为 400 ~ 10000,进一步优选为 500 ~ 4000。

[0250] 在通式 (5) 所示的具有全氟聚醚基的烷氧基硅烷化合物中, R1 表示二价原子或基团,是 R2 与全氟聚醚基的结合基团,虽然没有特别限制,但在合成上优选非碳的 O、NH、S 等

原子或原子团。R2 是烃基, 优选碳原子数在 2 ~ 10 的范围。R2 例如可以是亚甲基、亚乙基、亚丙基等亚烷基、苯基等。

[0251] 在通式 (5) 所示的具有全氟聚醚基的烷氧基硅烷化合物中, R3 是构成烷氧基的烷基, 通常碳原子数在 3 以下, 即例如是异丙酯、丙基、乙基、甲基, 碳原子数也可更多。

[0252] 并且, 对通式 (2) 所示的作为 Rf 的全氟聚醚基的分子结构没有特别限制, 包括各种链长的全氟聚醚基, 但优选以下所示的分子结构。

[0253] Rf 是烷基的氢原子被氟原子取代的例如下面的化学式 (6) ~ (8) 所示的结构。其中, 无需全部烷基的氢原子都被氟原子取代, 可含有部分氢。

[0254] [化学式 6]

[0255] $F(CF_2CF_2CF_2)_n-\dots$ (6)

[0256] 其中, n 是大于等于 1 的整数。

[0257] [化学式 7]

[0258] $CF_3(OCF(CF_3)CF_2)_m(OCF_2)_1-\dots$ (7)

[0259] 其中, 1、m 是大于等于 1 的整数。

[0260] [化学式 8]

[0261] $F-(CF(CF_3)CF_2)_k-\dots$ (8)

[0262] 其中, k 是大于等于 1 的整数。

[0263] 在化合物 (8) 中, m/1 优选在 0.5 ~ 2.0 的范围。

[0264] 对具有全氟聚醚基的烷氧基硅烷化合物的分子量没有特别限制, 但在稳定性、易处理性等方面, 优选数均分子量为 400 ~ 10000, 进一步优选为 500 ~ 4000。

[0265] 对作为 Rf' 的含氟烷基的分子结构也没有特别限制, 例如是用氟原子取代烷基的氢原子, 虽然可含有各种链长和氟取代度的含氟烷基, 但优选以下的分子结构。

[0266] [化学式 9]

[0267] $F(CF_2)_s(CH_2)_t \dots$ (9)

[0268] [化学式 10]

[0269] $-(CH_2)_t(CF_2)_s(CH_2)_t-\dots$ (10)

[0270] 在该化学式中, s 是 6 ~ 12 的整数, t 是小于等于 20 的整数。

[0271] (表面处理层的形成方法)

[0272] 形成表面处理层的方法例如有将硅类化合物、含氟化合物溶解在溶剂中的溶液以槽辊涂布机 (Gravure coat)、浸渍法、旋布法或喷雾等进行涂敷的方法, 将硅类化合物、含氟化合物溶解在溶剂中的溶液涂抹涂敷后进行干燥的方法等。另外还有 LB(朗缪尔-布劳吉特膜)法、PVD(物理气相沉积)法、CVD(化学气相沉积)法、自组织法、溅射法等。还有将硅类化合物、含氟化合物与紫外线硬化树脂混合涂敷后照射 UV 硬化的方法等。

[0273] <7. 第七实施方式>

[0274] 图 29 是第七实施方式的光学元件的结构示例。如图 29 所示, 该光学元件 1 与第一实施方式的不同点在于具有基体 2。光学元件 1 具有以小于可见光波长的细微节距设置多个且凸部形成的多个构造体 3, 相邻的构造体的下部彼此接合。下部彼此接合的多个构造体整体也可具有网状。

[0275] 根据第七实施方式, 不用粘接剂就可将光学元件 1 粘贴在被粘体上。也可粘贴在

三维曲面上。

[0276] <8. 第八实施方式 >

[0277] [液晶显示装置的结构]

[0278] 图 25 是本发明的第八实施方式的液晶显示装置的结构示例。如图 25 所示,该液晶显示装置包括发光的背光 53、在时间上空间上调制从背光 53 发出的光并显示图像的液晶面板 51。光学部件即偏光器 51a、51b 分别设置在液晶面板 51 的两面。在设置于液晶面板 51 显示面侧的偏光器 51b 上设置光学元件 1。这里将光学元件 1 设置在一个主表面上的偏光器 51b 称为带防反射功能的偏光器 52,该带防反射功能的偏光器 52 是带防反射功能光学部件的一例。

[0279] 以下依次就构成液晶显示装置的背光 53、液晶面板 51、偏光器 51a、51b 以及光学元件 1 进行说明。

[0280] (背光)

[0281] 作为背光 (back light) 53,例如可以采用直下型背光、边缘型背光以及平面光源型背光。背光 53 例如包括光源、反射板以及光学膜等。作为光源,例如可以采用冷阴极荧光管 (Cold Cathode Fluorescent Lamp :CCFL)、热阴极荧光管 (Hot Cathode Fluorescent Lamp :HCFL)、有机电致发光 (Organic ElectroLuminescence :OEL)、无机电致发光 (Inorganic ElectroLuminescence :IEL) 以及发光二极管 (Light Emitting Diode :LED) 等。

[0282] (液晶面板)

[0283] 作为液晶面板 51,可以采用诸如扭曲向列 (Twisted Nematic :TN) 模式、超扭曲向列 (Super Twisted Nematic :STN) 模式、垂直取向 (Vertically Aligned :VA) 模式、平面转换 (In-Plane Switching :IPS) 模式、光学补偿弯曲排列 (Optically Compensated Birefringence :OCB) 模式、铁电液晶 (Ferroelectric Liquid Crystal :FLC) 模式、高分子分散型液晶 (Polymer Dispersed Liquid Crystal :PDLC) 模式以及相变宾主型 (Phase Change Guest Host :PCGH) 模式等显示模式。

[0284] (偏光器)

[0285] 例如,偏光器 51a、51b 以其透过轴相互垂直的方式设置在液晶面板 51 的两个面上。偏光器 51a、51b 是用于仅使入射光中的垂直的偏光成分中的一部分通过,并通过吸收而遮蔽另一部分的部件。偏光器 51a、51b 可以使用诸如聚乙烯醇类膜、部分缩甲醛 化聚乙烯醇类膜、乙烯 - 醋酸乙烯共聚物类部分皂化膜等的亲水性高分子膜吸附碘或者二色性染料等的二色性物质并使其单轴延伸后所得的膜。优选在偏光器 51a、51b 的两个面上设置三醋酸纤维素 (TAC) 膜等保护层。当像这样设置保护层时,优选光学元件 1 的基体 2 为兼作保护层的结构。这是因为 :通过设置成这样的结构,可以实现带防反射功能偏光器 52 的薄型化。

[0286] (光学元件)

[0287] (光学元件)

[0288] 光学元件 1 与上述第一至第四实施方式中的任意一个实施方式相同,因此省略说明。

[0289] 根据第八实施方式,由于在液晶显示装置的显示面上设置了光学元件 1,因此可以

提高液晶显示装置的显示面的防反射功能。从而,可以提高液晶显示装置的可视性。

[0290] <9. 第九实施方式>

[0291] [液晶显示装置的结构]

[0292] 图 26 示出了本发明的第九实施方式所涉及的液晶显示装置的一个结构例。该液晶显示装置与第八实施方式中液晶显示装置的区别在于:在液晶面板 51 的前面侧具有前面部件 54,并且在液晶面板 51 的前面、前面部件 54 的前面以及背面的至少一个面上具有光学元件 1。图 26 示出了在液晶面板 51 的前面以及前面部件 54 的前面和背面的所有面上都具有光学元件 1 的例子。在液晶面板 51 和前面部件 54 之间例如设有空气层。对与上述第八实施方式相同的部分标上相同的标记,并省略说明。此外,在本发明中,前面是指作为显示面的一侧的面、即作为观察者侧的面,背面是指与显示面相反的一侧的面。

[0293] 前面部件 54 是基于机械保护、热保护以及耐气候保护和外观设计性的目的而用于液晶显示 51 的前面(观察者侧)的前板等。前面部件 54 例如具有片状、膜状或板状。作为前面部件 54 的材料,例如可以使用玻璃、三醋酸纤维素(TAC)、聚酯(TPEE)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚酰亚胺(PI)、聚酰胺(PA)、芳香族聚酰胺纤维、聚乙烯(PE)、聚丙烯酸酯、聚醚砜、聚砜、聚丙烯(PP)、二醋酸纤维素、聚氯乙烯、丙烯酸树脂(PMMA)、聚碳酸酯(PC)等,但并不仅限于这些材料,只要是具有透光性的材料,就可以使用。

[0294] 根据第九实施方式,与第七实施方式一样,可以提高液晶显示装置的可视性。

[0295] <10. 第十实施方式>

[0296] 第十实施方式的光学元件 1 与第一实施方式的不同点在于基体 2 和构造体 3 双方具有柔软性。形成构造体 2 的材料的弹性模量如第一实施方式中所说明的,大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa。基体 2 例如具有单层结构或两层以上的多层结构。

[0297] 形成构造体 3 的材料的伸长率优选大于等于 50%,进一步优选在大于等于 50% 小于等于 150% 的范围。如果大于等于 50%,则因密合或接触形成的树脂变形不会导致构造体 3 的断裂,因此可在擦拭前后抑制反射率的变化。并且,形成构造体 3 的材料的伸长率越高,擦拭时的滑动性越差,虽然擦拭性有可能降低,但如果小于等于 150%,则容易抑制表面滑动性降低。

[0298] 形成基体 2 的材料的伸长率优选大于等于 20%,进一步优选在大于等于 20% 小于等于 800% 的范围。如果大于等于 20%,可抑制塑性变形。如果小于等于 800%,则比较容易选择材料。例如,如果是聚氨酯薄膜,则可选择非黄变等级。

[0299] 图 30A 是第十实施方式的光学元件 1 的第一例的剖视图。光学元件 1 具有单独成形的构造体 3 和基体 2,在其之间形成界面。因此,可根据需要使用不同的形成基体 2 和构造体 3 的材料。即,可使基体 2 和构造体 3 的弹性模量不同。

[0300] 如果基体 2 具有单层结构,则形成基体 2 的材料的弹性模量优选大于等于 1MPa 小于等于 3000MPa,进一步优选大于等于 1MPa 小于等于 1500MPa,特别优选在大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa 的范围。如果小于 1MPa,弹性模量低的树脂由于一般表面粘性大的特性很难使用。并且,而如果小于等于 3000MPa,则可抑制塑性变形,几乎看不到塑性变形。并且,优选使形成基体 2 和构造体 3 的材料的伸长率一致或几乎一致。这是由于可抑制基体 2 和构造体 3 之间的界面上的剥离。这里的伸长率几乎一致是指形成基体 2 和构造体 3 的材料的伸长率差在 $\pm 25\%$ 的范围内。在此,无需一定使基体 2 和构造体 3 的弹性模量一致,

也可在上述数值范围内使两者的弹性模量不同。

[0301] 如果形成基体 2 的材料的弹性模量在大于等于 1MPa 小于等于 3000MPa 的范围,则基体 2 的厚度优选大于等于 60 μm ,更加在大于等于 60 μm 小于等于 2000 μm 的范围内。如果大于 60 μm ,则可抑制发生塑性变形和凝聚破坏,几乎看不到塑性变形和凝聚破坏。而如果小于 2000 μm ,则可用辊对辊处理进行连续转印。

[0302] 图 30B 是第十实施方式的光学元件 1 的第二例的剖视图。光学元件 1 具有由与构造体 3 邻接形成的基底层 6 和与基底层 6 邻接形成的基材 5 组成的双层结构的基体 2。基底层 6 例如是在构造体 3 的底面侧与构造体 3 形成一体的层,在基底层 6 与基材 5 之间形成界面。基材 5 优选使用具有伸缩性且具有弹性的材料,这样的材料例如是聚氨酯、透明的硅树脂、聚氯乙烯等。并且,基材 5 的材料不局限于具有透明性,也可使用黑色等有色材料。基材 5 的形状例如可以是片状、板状、块状,但不局限于这些形状。这里将片定义为包括薄膜。

[0303] 形成基底层 6 的材料的弹性模量优选大于等于 1MPa 小于等于 3000MPa,进一步优选大于等于 1MPa 小于等于 1500MPa,特别优选在大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa 的范围。当同时转印构造体 3 和基底层 6 时,如果小于 1MPa,则在转印步骤中邻接的构造体彼此附着,构造体 3 的形状形成与所需形状不同的形状,不能得到所需要的反射特性。并且具有擦拭时滑动性变差,擦拭性降低的趋势。而如果小于等于 3000MPa,则可抑制塑性变形,几乎看不到塑性变形。

[0304] 如果形成基材 5 和基底层 6 的材料的弹性模量在大于等于 1MPa 小于等于 3000MPa 的范围内,则基材 5 和基底层 6 的总厚度优选大于等于 60 μm ,进一步优选在大于等于 60 μm 小于等于 2000 μm 的范围内。如果大于 60 μm ,则可抑制发生塑性变形和凝聚破坏,几乎看不到塑性变形和凝聚破坏。而如果小于 2000 μm ,则可以辊对辊处理进行连续转印。这里无需一定使构造体 3、基材 5 以及基底层 6 的弹性模量一致,可在上述数值范围内使这些弹性模量不同。

[0305] 形成基底层 6 的材料的弹性模量在大于等于 1MPa 小于等于 3000MPa 的范围内,而形成基材 5 的材料的弹性模量在大于等于 1MPa 小于等于 3000MPa 的范围以外的情况下,基底层 6 的厚度优选大于等于 60 μm ,进一步优选在大于等于 60 μm 小于等于 2000 μm 的范围内。如果大于等于 60 μm ,则可不取决于基材 5 的材料即基材 5 的弹性模量而抑制发生塑性变形和凝聚破坏,几乎看不到塑性变形和凝聚破坏。而如果小于等于 2000 μm ,则可高效率地使紫外线硬化树脂硬化。

[0306] 图 30C 是第十实施方式的光学元件 1 的第三例的剖视图。光学元件 1 具有一体成形的构造体 3 和基体 2。由于这样一体成形构造体 3 和基体 2,因此两者之间不存在界面。

[0307] 形成基体 2 的材料的弹性模量优选大于等于 1MPa 小于等于 3000MPa,进一步优选大于等于 1MPa 小于等于 1500MPa,更加优选大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa。如果同时转印构造体 3 和基体 2,如果小于 1MPa,则在转印步骤中邻接的构造体彼此附着,构造体 3 的形状形成与所需形状不同的形状,不能得到所需要的反射特性。并且具有擦拭时滑动性变差,擦拭性降低的趋势。而如果小于 3000MPa,则可抑制塑性变形,几乎看不到塑性变形。

[0308] 构造体 3 和基体 2 一体成形的情况下,从容易生产的观点出发,优选使两者的材料的弹性模量形成相同的值,具体是在大于等于 1MPa 小于等于 1200MPa 的范围内形成相同的

值。也可以是构造体 3 和基体 2 一体成形,使两者的弹性模量为不同的值。形成这样的光学元件 1 的方法例如有以下方法。即涂敷多层弹性模量不同的树脂。此时树脂最好是高粘度的,具体是优选大于等于 $50000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。这是因为树脂混合少,可得到杨氏模量的梯度(gradation)。

[0309] 如果形成基体 2 的材料的弹性模量在大于等于 1MPa 小于等于 3000MPa 的范围内,则基体 2 的厚度优选大于等于 $60\mu\text{m}$,进一步优选大于等于 $60\mu\text{m}$ 小于等于 $2000\mu\text{m}$ 。如果大于等于 $60\mu\text{m}$,则可抑制发生塑性变形和凝聚破毁,几乎看不到塑性变形和凝聚破毁。而如果小于等于 $2000\mu\text{m}$,则可高效率地使紫外线硬化树脂硬化。

[0310] 图 31A 至图 31C 是从塑性变形的角度说明柔软性光学元件与非柔软性光学元件的不同作用的示意图。在这里,柔软性光学元件是指构造体 3 和基体 2 都具有柔软性的光学元件,非柔软性光学元件是指构造体 3 具有柔软性而基体 2 不具有柔软性的光学元件。

[0311] 如图 31A 所示,向柔软性光学元件的表面施加力 F ,由于基体 2 具有柔软性,因此如图 31B 所示,施加在柔软性光学元件表面的力 F 进行分散。因此如图 31C 所示,如果解除力 F ,则柔软性光学元件的表面恢复到原来的平坦状态。

[0312] 而如图 32A 所示,向柔软性光学元件的表面施加力 F ,由于基体 2 硬,因此如图 32B 所示,施加在柔软性光学元件表面的力 F 不进行分散。因此如图 32C 所示,如果解除力 F ,则在柔软性光学元件的表面发生塑性变形或凝聚剥离。

[0313] [实施例]

[0314] (试样 1-1)

[0315] 首先准备外径为 126mm 的玻璃辊原盘,如下所述地在该玻璃原盘的表面形成抗蚀剂膜。即,用稀释剂将光致抗蚀剂稀释到 $1/10$,通过浸渍将该稀释后的抗蚀剂以 130nm 左右的厚度涂敷在玻璃辊原盘的圆柱面上,通过这样形成抗蚀剂膜。然后将作为记录介质的玻璃原盘输送到图 11 所示的辊原盘曝光装置,将抗蚀剂进行曝光,通过这样连接成一个螺旋形的同时,在邻接的三列轨迹之间形成准六边形格子图案的潜像在抗蚀剂上被图案化。

[0316] 具体是,向应形成六边形格子图案的区域照射激光,该激光是曝光到上述玻璃辊原盘表面的功率 $0.50\text{mW}/\text{m}$ 的激光,形成凹状的 准六边形格子图案。轨迹列的列方向的抗蚀剂厚度为 120nm 左右,轨迹的延伸方向的抗蚀剂厚度为 100nm 左右。

[0317] 然后,对玻璃辊原盘上的抗蚀剂进行显影处理,使已曝光部分的抗蚀剂溶解进行显影。具体地,将未显影的玻璃辊原盘放置在未图示的显影机的转台上,一面使整个转台旋转一面向玻璃辊原盘表面滴下显影液,将其表面的抗蚀剂进行显影。通过这样得到抗蚀剂层在准六边形格子图案上开口的抗蚀剂玻璃原盘。

[0318] 然后通过干式蚀刻交错进行蚀刻处理和灰化处理,通过这样得到圆锥形状的凹部。利用蚀刻时间使此时图案上的蚀刻量(深度)发生变化。最后通过 O_2 灰化充分去掉光致抗蚀剂,得到凹状的准六边形格子图案的蛾眼玻璃辊母版。列方向的凹部深度比轨迹的延伸方向的凹部深度更深。

[0319] 使上述蛾眼玻璃辊母版与以数 μm 的厚度涂敷了具有以下组成的紫外线硬化树脂组合物的聚甲基丙烯酸甲酯树脂(PMMA)片密合,一面照射紫外线使其硬化一面进行剥离,通过这样制造出光学元件。

[0320] 然后,在光学元件的形成了蛾眼图案的表面上进行氟类处理剂(大金化成产品销售

股份公司,商品名オプソル DSX) 的浸渍涂敷,通过这样进行氟处理。如上所述地制造出试样 1-1 的光学元件。

[0321] < 紫外线硬化树脂组合物 >

[0322] 聚酯丙烯酸酯低聚物 80 质量份

[0323] (沙多玛公司生产商品名 CN2271E)

[0324] 低粘度单丙烯酸酯低聚物 20 质量份

[0325] (沙多玛公司生产,商品名 CN152)

[0326] 光聚合引发剂 4wt%

[0327] (汽巴精化公司生产,商品名 DAROCUR1173)

[0328] (试样 1-2)

[0329] 通过调整每一个轨迹的极性反转格式器信号的频率、辊的转数以及适当的进给节距,进行抗蚀剂层的图案化,将节距和高宽比与试样 1-1 不同的准六边形格子图案记录在抗蚀剂层上。除此之外与试样 1-1 相同地制造了试样 1-2 的光学元件。

[0330] (试样 1-3)

[0331] 通过调整每一个轨迹的极性反转格式器信号的频率、辊的转数以及适当的进给节距,进行抗蚀剂层的图案化,将节距和高宽比与试样 1-1 不同的准六边形格子图案记录在抗蚀剂层上。除此之外与试样 1-1 相同地制造了光学元件。

[0332] (试样 2-1 至试样 2-3)

[0333] 除了使用具有以下组成的紫外线硬化树脂组合物以外,与试样 1-1 至试样 1-3 相同地制造了试样 2-1 至试样 2-3 的光学元件。

[0334] < 紫外线硬化树脂组合物 >

[0335] 聚酯丙烯酸酯低聚物 30 质量份

[0336] (沙多玛公司生产,商品名 CN2271E)

[0337] 双官能丙烯酸酯 70 质量份

[0338] (大阪有机化学工业股份公司生产,商品名ビスコート 310HP)

[0339] 光聚合引发剂 4wt%

[0340] (汽巴精化公司生产,商品名 DAROCUR1173)

[0341] (试样 3-1 至试样 3-3)

[0342] 除了使用具有以下组成的紫外线硬化树脂组合物以外,与试样 1-1 至试样 1-3 相同地制造了试样 3-1 至试样 3-3 的光学元件。

[0343] < 紫外线硬化树脂组合物 >

[0344] 聚酯丙烯酸酯低聚物 15 质量份

[0345] (沙多玛公司生产,商品名 CN2271E)

[0346] 双官能丙烯酸酯 85 质量份 (大阪有机化学工业股份公司生产,商品名ビスコート 310HP)

[0347] 光聚合引发剂 4wt% (汽巴精化公司生产,商品名 DAROCUR1173)

[0348] (试样 4-1 至试样 4-3)

[0349] 除了使用具有以下组成的紫外线硬化树脂组合物以外,与试样 1-1 至试样 1-3 相同地制造了试样 4-1 至试样 4-3 的光学元件。

[0350] < 紫外线硬化树脂组合物 >

[0351] 聚酯丙烯酸酯低聚物 5 质量份 (沙多玛公司生产, 商品名 CN2271E)

[0352] 双官能丙烯酸酯 95 质量份

[0353] (大阪有机化学工业股份公司生产, 商品名ビスコート 310HP)

[0354] 光聚合引发剂 4wt%

[0355] (汽巴精化公司生产, 商品名 DAROCUR1173)

[0356] (试样 5-1 至试样 5-3)

[0357] 除了使用具有以下组成的紫外线硬化树脂组合物以外, 与试样 1-1 至试样 1-3 相同地制造了试样 5-1 至试样 5-3 的光学元件。

[0358] < 紫外线硬化树脂组合物 >

[0359] 双官能丙烯酸酯 80 质量份

[0360] (大阪有机化学工业股份公司生产, 商品名ビスコート 310HP)

[0361] 五官能聚氨酯丙烯酸酯 (urethane acrylate) 20 质量份

[0362] (共荣社化学股份公司生产, 商品名 UA510H)

[0363] 光聚合引发剂 4wt%

[0364] (汽巴精化公司生产, 商品名 DAROCUR1173)

[0365] (试样 6-1 至试样 6-3)

[0366] 除了省略了在光学元件的形成了蛾眼图案的表面上进行氟处理的步骤以外, 与试样 1-1 至试样 1-3 相同地制造了试样 6-1 至试样 6-3 的光学元件。

[0367] (形状评价)

[0368] 通过原子力显微镜 (AFM: Atomic Force Microscope) 观察制造的试样 1-1 至试样 6-3 的光学元件。通过 AFM 的截面剖面图求出各试样的构造体的节距和高宽比。其结果如表 1 所示。

[0369] (接触角的测量)

[0370] 利用接触角测量仪 (协和界面化学公司生产, 产品名 CA-XE 型) 测量光学元件的蛾眼图案形成侧的表面的接触角。测量接触角的液体使用油酸。

[0371] (擦拭性评价)

[0372] 指纹附着在光学元件的蛾眼图案形成侧的表面上后, 使用 Cotton Ciegel (千代田制纸 (股份) 公司生产)、利用 18kPa 左右的压力在 5 秒钟内进行往返十次的干擦。通过比较指纹附着前和干擦后的反射率来评价擦拭性, 将在指纹附着前和干擦后反射率是相同值的情况视为可进行干擦。在表 1 中, ○表示可干擦, ×表示不可干擦。反射率是利用评价装置 (日本分光公司产生, 商品名 V-550) 测量波长 532nm 的可见光的反射率。其结果如表 1 所示。

[0373] (测量弹性模量)

[0374] (通过拉伸试验机进行测量)

[0375] 利用与用于制造光学元件的紫外线硬化树脂组合物相同的材料制造平坦膜 (UV 硬化), 切成宽度为 14mm、长度为 50mm、厚度大约为 200 μm 形状的薄膜样品进行使用。按照 JIS K7127、使用拉伸试验机 (株式会社岛津制作所生产, 产品名 AG-X) 测量了薄膜样品的弹性模量。其结果如表 1 所示。

[0376] 利用薄膜表面性能测试仪（费希尔仪器（股份）公司生产，FISCHERSCOPE HM-500）测量形成了蛾眼图案的光学元件的弹性模量。其结果，利用微硬度测试仪测量的弹性模量值以及利用拉伸试验机测量的材料固有的弹性模量值几乎相同。

[0377] [表 1]

[0378]

	形状			弹性率 [MPa]	氟涂层	油酸 接触角 [度]	擦拭性			备注
	构造体排列	间距 [nm]	纵横比				反射率		判断	
							指纹附着前	擦拭指纹后		
试样 1-1	准六边形格子	300	0.33	29	有	105	1.9	1.9	○	易滑动、 擦拭性好
试样 1-2	准六边形格子	280	0.61		有	123	0.2	0.2	○	
试样 1-3	准六边形格子	250	1.20		有	127	0.5	0.5	○	
试样 2-1	准六边形格子	300	0.33	188	有	104	1.9	1.9	○	-
试样 2-2	准六边形格子	280	0.61		有	120	0.2	0.2	○	
试样 2-3	准六边形格子	250	1.20		有	122	0.5	0.5	○	
试样 3-1	准六边形格子	300	0.33	535	有	85	1.9	2.7	×	-
试样 3-2	准六边形格子	280	0.61		有	105	0.2	0.2	○	
试样 3-3	准六边形格子	250	1.20		有	114	0.5	0.5	○	
试样 4-1	准六边形格子	300	0.33	1140	有	75	1.9	3.1	×	-
试样 4-2	准六边形格子	280	0.61		有	90	0.2	0.2	○	
试样 4-3	准六边形格子	250	1.20		有	107	0.5	0.5	○	
试样 5-1	准六边形格子	300	0.33	1920	有	93	1.9	2.9	×	-
试样 5-2	准六边形格子	280	0.61		有	104	0.2	2.7	×	
试样 5-3	准六边形格子	250	1.20		有	107	0.5	2.6	×	
试样 6-1	准六边形格子	300	0.33	29	无	15	1.9	1.9	○	不易滑动，难擦掉， 一旦附着指纹，污渍 扩散得比粘上指纹的 部位更大
试样 6-2	准六边形格子	280	0.61		无	15	0.2	0.2	○	
试样 6-3	准六边形格子	250	1.20		无	12	0.5	0.5	○	

[0379] [评价]

[0380] 如表 1 所示，在擦拭性评价中，试样 5-1 至试样 5-3 是不能擦拭的。这是因为光学元件的弹性模量超出了 5MPa ~ 1200MPa 的范围。

[0381] 并且，通过比较试样 1-1 至试样 1-3 和试样 6-1 至试样 6-3，在擦拭性评价中，试样 1-1 至试样 1-3 的 Cotton Ciegel (コットンシガル) 易滑动，容易擦拭指纹。而试样 6-1 至试样 6-3 的 Cotton Ciegel 不易滑动，一旦粘上指纹，则污渍扩散得比粘上指纹的部位更大。这是因为试样 1-1 至试样 1-3 在光学元件的蛾眼图案形成面上形成了氟涂层，而试样 6-1 至试样 6-3 没有形成氟涂层。

[0382] 以下通过 RCWA (严格耦合波分析) 模拟试验就比例 ((2r/P2) × 100) 与防反射特性的关系进行研究。

[0383] (试验例 1)

[0384] 图 27A 是将构造体排列成六边形格子形时的填充率的说明图。如图 27A 所示，通过以下式 (2) 求出将构造体排列成六边形格子时使比例 ((2r/P1) × 100) (P1: 同一轨迹内的构造体的配置节距, r: 构造体的底面半径) 变化时的填充率。

[0385] 填充率 = (S(hex.) / S(unit)) × 100... (2)

[0386] 单位格子面积 : S(unit) = 2r × (2√3)r

[0387] 存在于单位格子内的构造体的底面面积 : S(hex.) = 2 × πr² (其中, 2r > P1 时通过制图求出)

[0388] 例如配置节距 P1 = 2、构造体的底面半径 r = 1 时, S(unit)、S(hex.)、比例 ((2r/P1) × 100) 以及填充率为以下值。

[0389] S(unit) = 6.9282

[0390] $S(\text{hex.}) = 6.28319$

[0391] $(2r/P1) \times 100 = 100.0\%$

[0392] 填充率 = $(S(\text{hex.})/S(\text{unit})) \times 100 = 90.7\%$

[0393] 表 2 示出了上式 (2) 求出的填充率和比例 $((2r/P1) \times 100)$ 的关系。

[0394] [表 2]

[0395]

$(2r/P1) \times 100$	填充率
115.4%	100.0%
100.0%	90.7%
99.0%	88.9%
95.0%	81.8%
90.0%	73.5%
85.0%	65.5%
80.0%	58.0%
75.0%	51.0%

[0396] (试验例 2)

[0397] 图 27B 是将构造体排列成四边形格子形时的填充率的说明图。如图 27B 所示,通过下式 (3) 求出将构造体排列成四边形格子时使比例 $((2r/P1) \times 100)$ 、比例 $((2r/P2) \times 100)$ ($P1$:同一轨迹内的构造体的配置节距, $P2$:相对于轨迹 45 度方向的配置节距, r :构造体的底面半径) 变化时的填充率。

[0398] 填充率 = $(S(\text{tetra})/S(\text{unit})) \times 100 \cdots (3)$

[0399] 单位格子面积 : $S(\text{unit}) = 2r \times 2r$

[0400] 存在于单位格子内的构造体的底面面积 : $S(\text{tetra}) = \pi r^2$ (其中,在 $2r > P1$ 时通过制图求出)

[0401] 例如配置节距 $P2 = 2$ 、构造体的底面半径 $r = 1$ 时, $S(\text{unit})$ 、 $S(\text{tetra})$ 、比例 $((2r/P1) \times 100)$ 、比例 $((2r/P2) \times 100)$ 以及填充率为以下值。

[0402] $S(\text{unit}) = 4$

[0403] $S(\text{tetra}) = 3.14159$

[0404] $(2r/P1) \times 100 = 141.4\%$

[0405] $(2r/P2) \times 100 = 100.0\%$

[0406] 填充率 = $(S(\text{tetra})/S(\text{unit})) \times 100 = 78.5\%$

[0407] 表 3 示出了上式 (3) 求出的填充率和比例 $((2r/P1) \times 100)$ 、比例 $((2r/P2) \times 100)$ 的关系。

[0408] 并且,四边形格子的配置节距 $P1$ 与 $P2$ 的关系是 $P1 = \sqrt{2} \times P2$ 。

[0409] [表 3]

[0410]

$(2r/P1) \times 100$	$(2r/P2) \times 100$	填充率
100.0%	141.4%	100.0%
84.9%	120.0%	95.1%
81.3%	115.0%	92.4%
77.8%	110.0%	88.9%

74.2%	105.0%	84.4%
70.7%	100.0%	78.5%
70.0%	99.0%	77.0%
67.2%	95.0%	70.9%
63.6%	90.0%	63.6%
60.1%	85.0%	56.7%
56.6%	80.0%	50.3%
53.0%	75.0%	44.2%

[0411] (试验例 3)

[0412] 使构造体的底面直径 $2r$ 相对配置节距 $P1$ 的比例 $(2r/P1) \times 100$ 为 80%、85%、90%、95%、99%，在以下条件下通过模拟试验求出反射率。其结果图如图 28 所示。

[0413] 构造体形状：吊钟形

[0414] 偏光：无偏光

[0415] 折射率：1.48

[0416] 配置节距 $P1$ ：320nm

[0417] 构造体高度：415nm

[0418] 高宽比：1.30

[0419] 构造体排列：六边形格子

[0420] 在图 28 中，如果比例 $((2r/P1) \times 100)$ 大于等于 85%，则在可见区域的波长范围 ($0.4 \mu\text{m} \sim 0.7 \mu\text{m}$) 内平均反射率 R 为 $R < 0.5\%$ ，可得到充分的防反射效果。此时底面的填充率为大于等于 65%。如果比例 $((2r/P1) \times 100)$ 大于等于 90%，则在可见区域的波长范围内平均反射率 R 为 $R < 0.3\%$ ，可得到更高性能的防反射效果。此时底面的填充率为大于等于 73%，以 100% 为上限，填充率越高性能越好。如果构造体彼此重叠，则将从最低位置起的高度作为构造体高度。并且确认了填充率与反射率的趋势在四边形格子上也一样。

[0421] 在以下的试样中，如下所述地测量基体、基材以及基底层的厚度。截断光学元件，使用扫描式电子显微镜 (SEM: Scanning Electron Microscope) 拍摄其剖面，通过所拍摄的 SEM 照片测量基体、基材以及基底层的厚度。

[0422] 并且，在以下的试样中如下所述地测量基体、基材以及基底层的弹性模量。

[0423] 按照 JIS K7311 的规定制作哑铃形试验片 (有效样品宽度 5mm)。利用株式会社岛津制作所生产的精密万能试验机 Autograph AG-5kNX 进行测量。如果不能得到上述样品而使用小型样品，也可使用微型硬度计诸如费希尔仪器有限公司的 PICODENTORHM-500 进行测量。并且更小型的情况下，也可使用 AFM 进行测量 (参考共立出版股份社出版的高分子纳米材料 P. 81-P. 111)。

[0424] (试样 7-1)

[0425] 首先准备外径为 126mm 的玻璃辊原盘，如下所述地在该玻璃原盘的表面形成抗蚀剂膜。即，用稀释剂将抗蚀剂稀释到 1/10，通过浸渍将该稀释的抗蚀剂以 130nm 左右的厚度涂敷在玻璃辊原盘的圆柱面上，通过这样形成抗蚀剂膜。然后将作为记录介质的玻璃原盘输送到图 11 所示的辊原盘曝光装置，将抗蚀剂进行曝光，通过这样连接成一个螺旋形的同时，在邻接的三列轨迹之间形成准六边形格子图案的潜像在抗蚀剂上被图案化。

[0426] 具体地，向应形成六边形格子图案的区域照射激光，该激光是曝光到上述玻璃辊

原盘表面的功率 0.50mW/m 的激光,形成凹状的准六边形格子图案。轨迹列的列方向的抗蚀剂厚度为 120nm 左右,轨迹的延伸方向的抗蚀剂厚度为 100nm 左右。

[0427] 然后,对玻璃辊原盘上的抗蚀剂进行显影处理,使已曝光部分的抗蚀剂溶解进行显影。具体地,将未显影的玻璃辊原盘放置在未图示的显影机的转台上,一面使整个转台旋转一面向玻璃辊原盘表面滴下显影液,将其表面的抗蚀剂进行显影。通过这样得到抗蚀剂层在准六边形格子图案上开口的抗蚀剂玻璃原盘。

[0428] 然后通过干式蚀刻交错进行蚀刻处理和灰化处理,通过这样得到圆锥形状的凹部。利用蚀刻时间使此时图案上的蚀刻量(深度)发生变化。最后通过 O₂ 灰化充分去掉光致抗蚀剂,得到凹状的准六边形格子图案的蛾眼玻璃辊母版。列方向的凹部深度比轨迹的延伸方向的凹部深度更深。

[0429] 然后准备厚度为 400 μm 的聚氨酯薄膜(シーダム公司生产)作为基材。形成该聚氨酯薄膜的树脂的弹性模量为 10MPa。然后在该聚氨酯薄膜上涂敷数 μm 厚度的具有以下组成的紫外线硬化树脂组合物后,使蛾眼玻璃辊母版与该涂敷面密合,一面照射紫外线进行硬化一面进行剥离,通过这样制造了光学元件。此时通过调整蛾眼玻璃辊母版与该涂敷面的压力,在构造体和聚氨酯薄膜之间形成了 20nm 的基底层。硬化后的形成该基底层的树脂的弹性模量为 20MPa。

[0430] <紫外线硬化树脂组合物>

[0431] 聚酯丙烯酸酯低聚物 80 质量份

[0432] (沙多玛公司生产,商品名 CN2271E)

[0433] 低粘度单丙烯酸酯低聚物 20 质量份

[0434] (沙多玛公司生产,商品名 CN152)

[0435] 光聚合引发剂 4 质量%

[0436] (汽巴精化公司生产,商品名 DAROCUR1173)

[0437] 然后,在光学元件的形成了蛾眼图案的面上通过浸渍涂敷氟类处理剂(大金化成产品销售股份公司生产,商品名 オプツール DSX) 而进行氟处理。如上所述地制造出试样 7-1 的光学元件。

[0438] <蛾眼结构>

[0439] 构造体的排列:准六边形格子

[0440] 高度:205

[0441] 节距:250

[0442] 高宽比:1

[0443] (试样 7-2)

[0444] 通过调整蛾眼玻璃辊母版与聚氨酯薄膜的涂敷面的压力,在构造体和聚氨酯薄膜之间形成了厚度 60 μm 的基底层,除此之外与试样 7-1 相同地制造了试样 7-2 的光学元件。

[0445] (试样 7-3)

[0446] 通过调整蛾眼玻璃辊母版与聚氨酯薄膜的涂敷面的压力,在构造体和聚氨酯薄膜之间形成了厚度 120 μm 的基底层,除此之外与试样 7-1 相同地制造了试样 7-3 的光学元件。

[0447] (试样 7-4)

[0448] 通过调整蛾眼玻璃辊母版与聚氨酯薄膜的涂敷面的压力,在构造体和聚氨酯薄膜之间形成了厚度 150 μm 的基底层,除此之外与试样 7-1 相同地制造了试样 7-4 的光学元件。

[0449] (试样 8-1)

[0450] 使聚氨酯薄膜的厚度为 20 μm ,除此之外与试样 7-1 相同地制造了试样 8-1 的光学元件。

[0451] (试样 8-2)

[0452] 使聚氨酯薄膜的厚度为 40 μm ,除此之外与试样 8-1 相同地制造了试样 8-2 的光学元件。

[0453] (试样 8-3)

[0454] 使聚氨酯薄膜的厚度为 80 μm ,除此之外与试样 8-1 相同地制造了试样 8-3 的光学元件。

[0455] (试样 8-4)

[0456] 使聚氨酯薄膜的厚度为 120 μm ,除此之外与试样 8-1 相同地制造了试样 8-4 的光学元件。

[0457] (试样 8-5)

[0458] 使聚氨酯薄膜的厚度为 200 μm ,除此之外与试样 8-1 相同地制造了试样 8-5 的光学元件。

[0459] (试样 8-6)

[0460] 使聚氨酯薄膜的厚度为 400 μm ,除此之外与试样 8-1 相同地制造了试样 8-6 的光学元件。

[0461] (刮擦试验)

[0462] 首先根据 JISK5600-5-4 的试验方法就所制造的试样 7-1 至试样 7-4、8-1 至 8-6 进行刮擦试验。具体是利用手推式刮擦硬度试验机(株式会社安田精机制作所生产,商品名: NO. 553-S),用 2H 铅笔刮擦试样表面。然后用软布擦拭铅笔划痕,清除了铅笔粉末后肉眼观察试样表面。然后利用精细形状测量装置(KLA-Tencor 公司生产,商品名 Alpha-Step500)测量塑性变形深度。其结果如表 4、表 5 以及图 33A、图 33B 所示。表 4、表 5 中的“塑性变形”以及“凝聚破坏”中的“○”记号、“△”记号以及“×”记号表示以下评价结果。

[0463] (塑性变形)

[0464] ◎:塑性变形的深度大于等于 0nm 小于 350nm,反射特性无变化,肉眼完全看不到凹陷。

[0465] ○:塑性变形的深度大于等于 350nm 小于 1000nm,反射特性无变化,肉眼几乎看不到凹陷。

[0466] ×:塑性变形的深度大于等于 1000nm,反射特性降低,肉眼明显看到凹陷。

[0467] (凝聚破坏)

[0468] ◎:反射特性无变化,肉眼完全看不到损伤和剥离。

[0469] ○:反射特性无变化,肉眼几乎看不到损伤和剥离。

[0470] ×:反射特性降低,肉眼明显看到损伤和剥离。

[0471] 表 4 示出了试样 7-1 至 7-4 的刮擦试验结果。

[0472] [表 4]

[0473]

		试样 7-1	试样 7-2	试样 7-3	试样 7-4
元件结构	基材厚度 [μm]	400	400	400	400
	基底层厚度 [μm]	20	60	120	150
评价	凹陷深度 [nm]	145	75	65	68
	塑性变形	◎	◎	◎	◎
	凝聚破坏	◎	◎	◎	◎

[0474] 表 5 示出了试样 8-1 至 8-6 的刮擦试验结果。由于试样 8-1 的塑性变形的凹陷深度不在测量范围内,因此省略记载测量值。

[0475] [表 5]

[0476]

		试样 8-1	试样 8-2	试样 8-3	试样 8-4	试样 8-5	试样 8-6
元件结构	基材厚度 [μm]	20	40	80	120	200	400
	基底层厚度 [μm]	20	20	20	20	20	20
评价	凹陷深度 [nm]	—	980	721	512	403	145
	塑性变形	×	○	○	○	○	◎
	凝聚破坏	×	○	◎	◎	◎	◎

[0477] 从表 4、表 5 和图 34A、图 34B 中可确认以下内容。如果使基材和基底层的总厚度大于 $60\mu\text{m}$,可抑制看见塑性变形和凝聚破坏。

[0478] (试样 9-1)

[0479] 基材使用厚度 $150\mu\text{m}$ 的 PMMA (聚甲基丙烯酸甲酯) 薄膜取代厚度 $400\mu\text{m}$ 聚氨酯薄膜,除此之外与试样 7-1 同样地制作了试样 9-1 的光学元件。另外, PMMA 薄膜的材料弹性模量为 3300MPa 。

[0480] (试样 9-2)

[0481] 通过调整蛾眼玻璃辊母版与聚氨酯薄膜的涂敷面的压力,在构造体和 PMMA 薄膜之间形成了厚度 $60\mu\text{m}$ 的基底层,除此之外与试样 9-1 同样地制作了试样 9-2 的光学元件。

[0482] (试样 9-3)

[0483] 通过调整蛾眼玻璃辊母版与聚氨酯薄膜的涂敷面的压力,在构造体和 PMMA 薄膜之间形成了厚度 $120\mu\text{m}$ 的基底层,除此之外与试样 9-1 同样地制作了试样 9-3 的光学元件。

[0484] (刮擦试验)

[0485] 对所制造的试样 9-1 至 9-3 进行与上述试样 7-1 至 7-3 相同的刮擦试验,观察试

样表面并测量塑性变形的深度。其结果如表 6 和图 34A 所示。

[0486] 表 6 是试样 9-1 至 9-3 的刮擦试验的结果。

[0487] [表 6]

[0488]

		试样 9-1	试样 9-2	试样 9-3
元件结构	基材厚度 [μm]	150	150	150
	基底层厚度 [μm]	20	60	120
评价	凹陷深度 [nm]	7205	324	19
	塑性变形	×	○	◎
	凝聚破坏	×	○	◎

[0489] 从表 6 和图 34A 可确认以下内容。基材使用弹性模量不在大于等于 1MPa 小于等于 3000MPa 的范围内的数值时,通过使基底层的厚度大于等于 60 μm ,可抑制发生塑性变形和凝聚破坏。

[0490] (试样 10-1)

[0491] 首先准备作为成形面的区域同样地凹陷的外径为 126mm 的玻璃辊原盘。然后除了使用该玻璃辊原盘以外与试样 7-1 相同地得到准六边形格子的蛾眼玻璃辊母版。然后在环烯烃类薄膜上涂敷具有以下组成的紫外线硬化树脂组合物后,使蛾眼玻璃辊母版与该涂敷面密合,一面照射紫外线进行硬化一面进行剥离,通过这样制造了光学元件。此时通过调整蛾眼玻璃辊母版与该涂敷面的压力,在构造体和环烯烃类薄膜之间形成了作为基体的 20 μm 的树脂层。

[0492] < 紫外线硬化树脂组合物 >

[0493] 聚酯丙烯酸酯低聚物 80 质量份

[0494] (沙多玛公司生产,商品名 CN2271E)

[0495] 低粘度单丙烯酸酯低聚物 20 质量份

[0496] (沙多玛公司生产,商品名 CN152)

[0497] 光聚合引发剂 4 质量%

[0498] (汽巴精化公司生产,商品名 DAROCUR1173)

[0499] 然后,通过将环烯烃类薄膜从树脂层剥离得到光学元件。然后在光学元件的形成了蛾眼图案的面上通过浸渍涂敷氟类处理剂(大金化成销售股份公司生产,商品名 オブツール DSX) 而进行氟处理。如上所述地制造出在厚度 20 μm 的基体上形成了多个构造体的试样 10-1 的光学元件。

[0500] (试样 10-2)

[0501] 将基体与构造体一体成形,使基体的厚度为 60 μm ,除此之外与试样 7-1 同样地制造了试样 10-2 的光学元件。

[0502] (试样 10-3)

[0503] 将基体与构造体一体成形,使基体的厚度为 $120\ \mu\text{m}$,除此之外与试样 7-1 同样地制造了试样 10-3 的光学元件。

[0504] (试样 10-4)

[0505] 将基体与构造体一体成形,使基体的厚度为 $250\ \mu\text{m}$,除此之外与试样 7-1 同样地制造了试样 10-4 的光学元件。

[0506] (试样 10-5)

[0507] 将基体与构造体一体成形,使基体的厚度为 $500\ \mu\text{m}$,除此之外与试样 7-1 同样地制造了试样 10-5 的光学元件。

[0508] (试样 10-6)

[0509] 将基体与构造体一体成形,使基体的厚度为 $750\ \mu\text{m}$,除此之外与试样 7-1 同样地制造了试样 10-6 的光学元件。

[0510] (试样 10-7)

[0511] 将基体与构造体一体成形,使基体的厚度为 $1000\ \mu\text{m}$,除此之外与试样 7-1 同样地制造了试样 10-7 的光学元件。

[0512] (刮擦试验)

[0513] 对所制造的试样 10-1 至 10-7 进行与上述试样 7-1 至 7-4 相同的刮擦试验,观察试样表面并测量塑性变形的深度。其结果如图表 7 和图 34B 所示。

[0514] 表 7 示出了试样 10-1 至 10-7 的刮擦试验结果。由于试样 10-1 的塑性变形的凹陷深度不在测量范围内,因此省略记载测量值。

[0515] [表 7]

[0516]

		试样 10-1	试样 10-2	试样 10-3	试样 10-4	试样 10-5	试样 10-6	试样 10-7
元件结构	基材厚度 [μm]	20	60	120	250	500	750	1000
评价	凹陷深度 [nm]	—	523	255	128	0	0	0
	塑性变形	×	○	◎	◎	◎	◎	◎
	凝聚破坏	×	○	○	◎	◎	◎	◎

[0517] 从表 4、表 7 和图 34B 中可确认以下内容。

[0518] 如果使构造体和基材一体成形,通过使基体的厚度大于等于 $60\ \mu\text{m}$,可抑制发生塑性变形和凝聚破坏。

[0519] (试验例 3-1 至 3-10)

[0520] 通过模拟试验如下所述地求出用铅笔按压光学薄膜表面时的塑性变形区域的深度。

[0521] 首先设定图 35 所示的双层结构的光学薄膜。该光学薄膜的物性值的设定条件如下所示。另外,程序使用 ANSYS Structural (ANSYS, INC. 生产)。

[0522] 基材

[0523] 厚度 : $40\ \mu\text{m}$

[0524] 弹性模量 :0MPa ~ 10000MPa

[0525] 表面层

[0526] 厚度 d :20 μ m

[0527] 弹性模量 :20MPa

[0528] 然后求出向图 35 所示的斜线区域按压铅笔时的塑性变形区域的深度。以下示出了按压条件。

[0529] 按压加重 :0.75kg

[0530] 按压面积 (斜线区域的面积) :2mm \times 0.5mm

[0531] 图 36A 是试验例 3-1 至 3-10 的模拟试验结果图。表 8 是试验例 3-1 至 3-10 的模拟试验结果图表。另外,表 8 中“塑性变形”和“凝聚破坏”中的“ \odot ”符号、“ \triangle ”符号以及“ \times ”符号表示以下的评价结果。

[0532] (塑性变形)

[0533] \odot :塑性变形的深度大于等于 0nm 小于 350nm。通过使塑性变形的深度形成在该范围,反射特性无变化,肉眼完全看不到凹陷。

[0534] \circ :塑性变形的深度大于等于 350nm 小于 1000nm。通过使塑性变形的深度形成在该范围,反射特性无变化,肉眼几乎看不到凹陷。

[0535] \times :塑性变形的深度大于等于 1000nm。如果塑性变形的深度形成在该范围,则反射特性降低且肉眼看到凹陷。

[0536] [表 8]

[0537]

	试验例 3-1	试验例 3-2	试验例 3-3	试验例 3-4	试验例 3-5	试验例 3-6	试验例 3-7	试验例 3-8	试验例 3-9	试验例 3-10
杨氏模量 [MPa]	0	10	20	100	500	1000	1500	2000	3000	10000
塑性变形深度 [nm]	0	0.23732	0.48464	13.0768	82.9515	170.595	258.261	359.36	523.197	1987.9
评价	\odot	\circ	\circ	\times						

[0538] 由于蛾眼构造体的高度与基底层的厚度相比小很多,因此在上述模拟试验中使光学薄膜的表面接近平坦面。这样通过平坦面接近的模拟试验结果与形成了蛾眼构造体的光学薄膜的塑性变形的实测结果几乎一致。

[0539] 从表 8 和图 36A 中确认了以下内容。

[0540] 通过使基材的弹性模量在小于等于 3000MPa,可使塑性变形的深度在大于等于 350nm 小于 1000nm 的范围。即,可抑制反射特性的降低且可防止肉眼看到凹陷。并且,通过使基材的弹性模量在小于等于 1500MPa,可使塑性变形的深度在大于等于 0nm 小于 350nm 的范围。即,可抑制反射特性的降低且可进一步防止肉眼看到凹陷。

[0541] (试验例 4-1 至 4-4)

[0542] 通过模拟试验如下所述地求出用铅笔按压光学薄膜表面时的塑性变形区域的深度。首先设定图 35 所示的双层结构的光学薄膜。该光学薄膜的物性值的设定条件如下所示。另外,程序使用 ANSYSStructural (ANSYS, INC. 生产)。

[0543] 基材

[0544] 厚度 :400 μ m

[0545] 弹性模量 :20MPa

[0546] 表面层

[0547] 厚度 d :20 μm 、60 μm 、120 μm 、200 μm

[0548] 弹性模量 :20MPa

[0549] 然后求出向图 35 所示的斜线区域按压铅笔时的塑性变形区域的深度。以下示出了按压条件。

[0550] 按压加重 :0.75kg

[0551] 按压面积 (斜线区域的面积) :2mm \times 0.5mm

[0552] (试验例 5-1 至 5-4)

[0553] 该光学薄膜的物性值的设定条件如下所示,除此之外与试验例 4-1 至 4-4 相同地进行模拟试验。

[0554] 基材

[0555] 厚度 :400 μm

[0556] 弹性模量 :40MPa

[0557] 表面层

[0558] 厚度 d :20 μm 、60 μm 、120 μm 、200 μm

[0559] 弹性模量 :20MPa

[0560] (试验例 6-1 至 6-4)

[0561] 该光学薄膜的物性值的设定条件如下所示,除此之外与试验例 4-1 至 4-4 相同地进行模拟试验。

[0562] 基材

[0563] 厚度 :135 μm

[0564] 弹性模量 :3000MPa

[0565] 表面层

[0566] 厚度 d :20 μm 、60 μm 、120 μm 、200 μm

[0567] 弹性模量 :20MPa

[0568] 图 36B 是试验例 4-1 至 4-4、试验例 5-1 至 5-4、试验例 6-1 至 6-4 的模拟试验结果图表。由于蛾眼构造体的高度与基底层的厚度相比小很多,因此在上述模拟试验中使光学薄膜的表面接近平坦面。这样通过平坦面接近的模拟试验结果与形成了蛾眼构造体的光学薄膜的塑性变形的实测结果几乎一致。

[0569] 从图 36B 中确认了以下内容。

[0570] 无论基材的弹性模量如何,通过使表面层的厚度在大于等于 60 μm ,可抑制发生塑性变形。因此,通过使光学元件(蛾眼薄膜)的基底层的厚度在大于等于 60 μm ,就可抑制发生塑性变形。

[0571] (试验例 7)

[0572] 通过模拟试验如下所述地求出用铅笔按压光学薄膜时的伸长率。

[0573] 首先设定图 35 所示的双层结构的光学薄膜。该光学薄膜的物性值的设定条件如下所示。另外,程序使用 ANSYS Structural (ANSYS, INC. 生产)。

[0574] 基材

[0575] 厚度 :400 μ m

[0576] 弹性模量 :1MPa

[0577] 表面层

[0578] 厚度 d :20 μ m

[0579] 弹性模量 :1MPa

[0580] 然后求出向图 35 所示的斜线区域按压铅笔时的光学薄膜的伸长率。以下示出了按压条件。

[0581] 按压加重 :0.75kg

[0582] 按压面积 (斜线区域的面积) :2mm \times 0.5mm

[0583] 从上述模拟试验的结果可确认因铅笔加压形成的变形,基材和表面层的伸长率在 20% 以内的范围。因此,为了防止基材断裂,形成基材和表面层的材料的伸长率优选设定成大于等于 20%。

[0584] (试验例 8)

[0585] 通过模拟试验如下所述地求出使构造体彼此密合的伸长率。首先设定图 37 所示的光学元件。另外,程序使用 ANSYS Structural (ANSYS, INC. 生产)。

[0586] 基材

[0587] 厚度 :750nm

[0588] 弹性模量 :100MPa

[0589] 纳米构造体

[0590] 形状 :抛物面形

[0591] 高度 :250nm

[0592] 节距 :200nm

[0593] 高宽比 :1.25

[0594] 构造体数量 :3 个

[0595] 然后向图 37 所示的构造体中的位于中间的构造体添加重量,使该构造体的顶部与邻接的构造体的侧面接触时求出伸长率。调整加重,向中间的构造体的一侧面中的高度 200nm 至 250nm 范围的区域施加 7.5MPa 的压力。此时,底面进行了固定。

[0596] 图 38A 是试验例 8 的模拟试验结果图表。

[0597] 从模拟试验结果中确认了使中间的构造体顶部与邻接的构造体侧面接触时,伸长率的最大值为 50%。

[0598] 因此,为了使邻接的构造体彼此接触或密合,优选使构造体的材料的伸长率大于等于 50%。

[0599] (试验例 9)

[0600] 通过模拟试验如下所述地求出构造体顶点的变位置 ΔX 相对节距 P 的变化率 ($(\Delta X/P) \times 100$) [%]。

[0601] 首先设定图 37 所示的光学元件。该光学元件的设定条件如下所示。另外,程序使用 ANSYS Structural (ANSYS, INC. 生产)。

[0602] 基材

[0603] 厚度 :750nm

[0604] 弹性模量 :100MPa

[0605] 纳米构造体

[0606] 高度 :250nm

[0607] 节距 :125nm ~ 312.5nm

[0608] 高宽比 :0.8 ~ 2.0

[0609] 构造体数量 :3 个

[0610] 然后向图 37 所示的三个构造体中的位于中间的构造体添加重量。具体地,对中间的构造体一侧面中的高度为 200nm ~ 250nm 范围的区域施加 7.5MPa 的压力,求出构造体顶点的变位量 ΔX 相对节距 P 的变化率 ($(\Delta X/P) \times 100$) [%]。此时,底面进行了固定。这里的构造体的变位量 ΔX 是指构造体顶点向 X 轴方向 (参考图 37) 的变化量。

[0611] 图 38B 是试验例 9 的模拟试验结果的图表。在图 38B 中,横轴是擦拭性 (A. R. (高宽比) 依赖性),纵轴是构造体顶点的变位量 ΔX 相对于节距 P 的变化率。

[0612] 图 38B 明确了随着构造体顶点的变位量 ΔX 相对于节距 P 的变化率的增加,擦拭性有所提高。例如, A. R. = 1.2 相对 A. R. = 0.8 时,擦拭性提高 1.6 倍。

[0613] 擦拭性提高的原因可能有以下几点。

[0614] (1) 由于高的高宽比,构造体的节距宽度相对于构造体高度狭窄,微小的纳米构造体的变形也可有效地挤出油,因此擦拭性有所提高。

[0615] (2) 由于高的高宽比,用很小的力量就可使纳米构造体变形,因此擦拭性有所提高。

[0616] (试验例 10-1 至 10-8)

[0617] 通过 RCWA 方法进行的光学模拟试验求出光学元件的光反射比。以下设定模拟试验的条件。

[0618] 构造体形状 :抛物面形

[0619] 构造体配置图案 :准六边形格子

[0620] 构造体高度 :125nm ~ 1250nm

[0621] 构造体配置节距 :250nm

[0622] 构造体高宽比 :0.5 ~ 5

[0623] 图 39 示出了试验例 10-1 至 10-8 的模拟试验结果图。表 9 是试验例 10-1 至 10-8 的模拟试验结果图表。另外,图 39 和表 9 中也示出了试验例 9 的模拟试验结果 (擦拭性)

[0624] [表 9]

[0625]

	试验例 10-1	试验例 10-2	试验例 10-3	试验例 10-4	试验例 10-5	试验例 10-6	试验例 10-7	试验例 10-8
纵横比	0.50	0.80	1.00	1.20	2.00	3.00	4.00	5.00
光反射比[%]	0.63	0.04	0.18	0.19	0.08	0.05	0.04	0.03
擦拭性	—	2.04	4.28	8.06	49.68	—	—	—

[0626] 从图 39 和表 9 中确认了为了提高光学性能和擦拭性,如果低于 0.6 则具有反射特性和透过性能降低的趋势,优选使高宽比大于等于 0.6。根据本发明者们通过实验的发现,在原盘上形成氟涂层,也向转印树脂添加硅类添加材料或氟类添加材料,在提高剥离性能的状态下如果考虑转印时的脱模性,优选将高宽比设定在小于等于 5。而且,由于使高宽比

大于 4 时光反射比没有大的变化,因此优选使高宽比在大于等于 0.6 小于等于 4 的范围。

[0627] 利用防反射基板就本发明的实施例进行了说明,但上述的实施例可基于本发明的技术思想进行各种变形。

[0628] 以上就本发明的实施方式和实施例进行了具体说明,但本发明不受上述实施方式和实施例的限制,可基于本发明的技术思想进行各种变形。

[0629] 例如,上述实施方式和实施例中例举的结构、方法、形状、材料以及数值仅仅是示例,也可根据需要使用与其不同的结构、方法、形状、材料以及数值等。

[0630] 并且在不偏离本发明宗旨的范围内可相互组合上述实施方式。

[0631] 并且,在上述的实施方式中,以将本发明应用于液晶显示装置的情况为例进行了说明,本发明也可应用于液晶显示装置以外的各种显示装置。例如,阴极射线管(Cathode Ray Tube :CRT)显示器、等离子显示器(Plasma Display Panel :PDP)、电致发光(Electro Luminescence :EL)显示器、表面传导电子发射显示器(Surface-conduction Electron-emitter Display :SED)等各种显示装置。并且,本发明也可用于触摸面板。具体例如是作为触摸面板等具有的基材可使用上述实施方式的光学元件。

[0632] 并且,在上述的实施方式中,通过适当改变构造体的节距,从正面向倾斜方向产生衍射光,通过这样可使光学元件具有防窥视功能。

[0633] 并且,在上述的实施方式中,也可在形成了构造体的基体表面上再形成低折射率层。低折射率层的主要成分优选具有比构成基体和构造体的材料的折射率低的材料。这样的低折射率层的材料例如是氟类树脂等有机材料或 LiF、MgF₂ 等无机类的低折射率材料。

[0634] 并且,在上述的实施方式中,以使用感光性树脂制造光学元件的情况为例进行了说明,但光学元件的制造方法不局限于该例。例如也可通过热转印或注塑成形等制造光学元件。

[0635] 并且,在上述的实施方式中,以在圆柱形或圆筒形的原盘的外周面形成凹状或凸状的构造体的情况为例进行了说明,但如果原盘是圆筒形,也可在原盘的内周面形成凹状或凸状的构造体。

[0636] 并且,在上述的实施方式中,也可使形成构造体的材料的弹性模量大于等于 1MPa 小于等于 200MPa,使构造体的高宽比大于等于 0.2 小于 0.6。这种情况下,可擦拭附着在光学元件表面的指纹等污渍。

[0637] 并且,在上述实施方式中,以将本发明应用于光学元件的情况为例进行了说明,但本发明不局限于此,本发明也可应用于光学元件以外的精细构造体。作为光学元件以外的精细构造体,可应用于利用了细胞培养支架、荷叶效应的具有防水性的玻璃等。

[0638] 并且,在上述的实施方式中,基材、基底层以及构造体的弹性模量也可在其内部进行变化。例如这些弹性模量可在基材的厚度方向、基底层的厚度方向或构造体的高度方向进行分布。这种情况下,弹性模量的变化可以是连续的或不连续的。

[0639] 符号说明

[0640]	1 光学元件	2 基体
[0641]	3 构造体	4 凸部
[0642]	11 辊母版	12 基体
[0643]	13 构造体	14 抗蚀剂层

-
- | | | |
|--------|-----------|------------|
| [0644] | 15 激光 | 16 潜像 |
| [0645] | 21 激光器 | 22 光电调制器 |
| [0646] | 23、31 反射镜 | 24 光电二极管 |
| [0647] | 26 聚光透镜 | 27 声光调制器 |
| [0648] | 28 准直透镜 | 29 格式器 |
| [0649] | 30 驱动器 | 32 移动光学台系统 |
| [0650] | 33 光束扩展器 | 34 物镜 |
| [0651] | 35 主轴电机 | 36 转台 |
| [0652] | 37 控制机构。 | |

图 1A

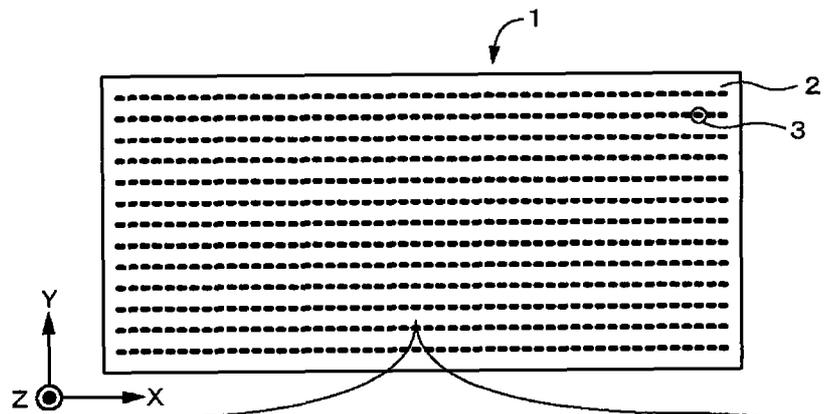


图 1B

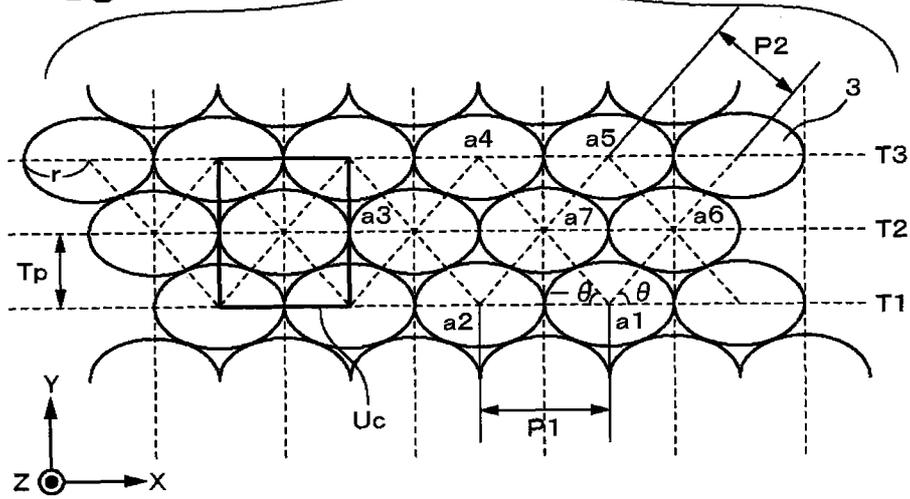


图 1C

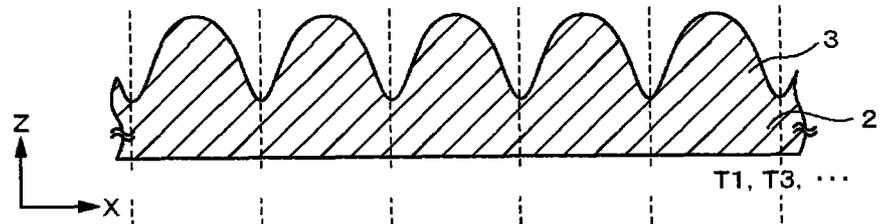


图 1D

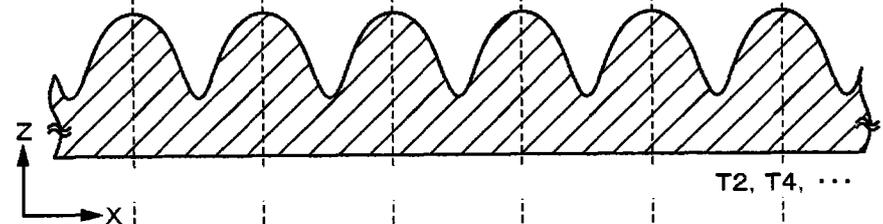


图 1E

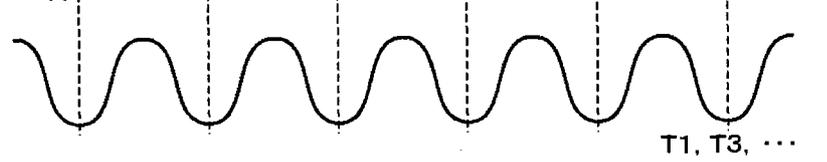
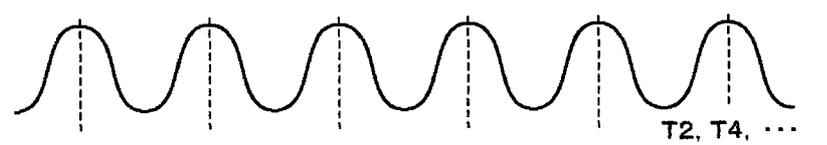


图 1F



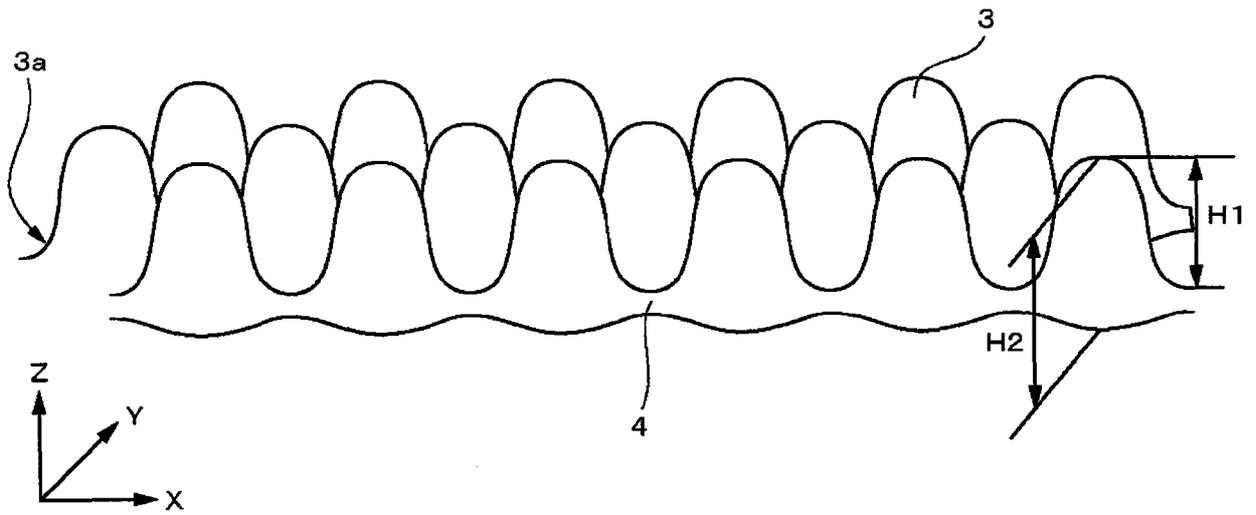


图 2

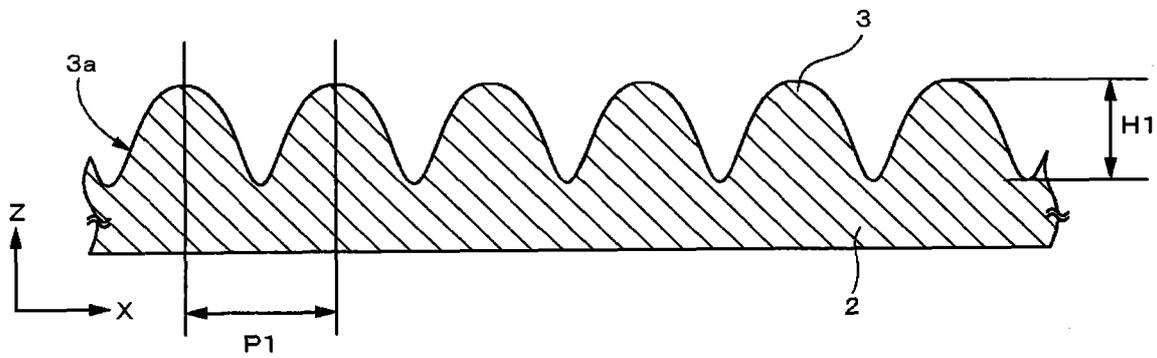


图 3A

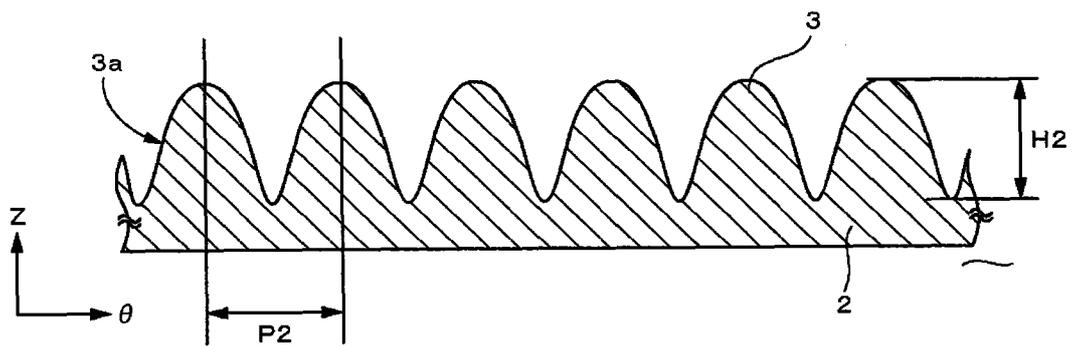


图 3B

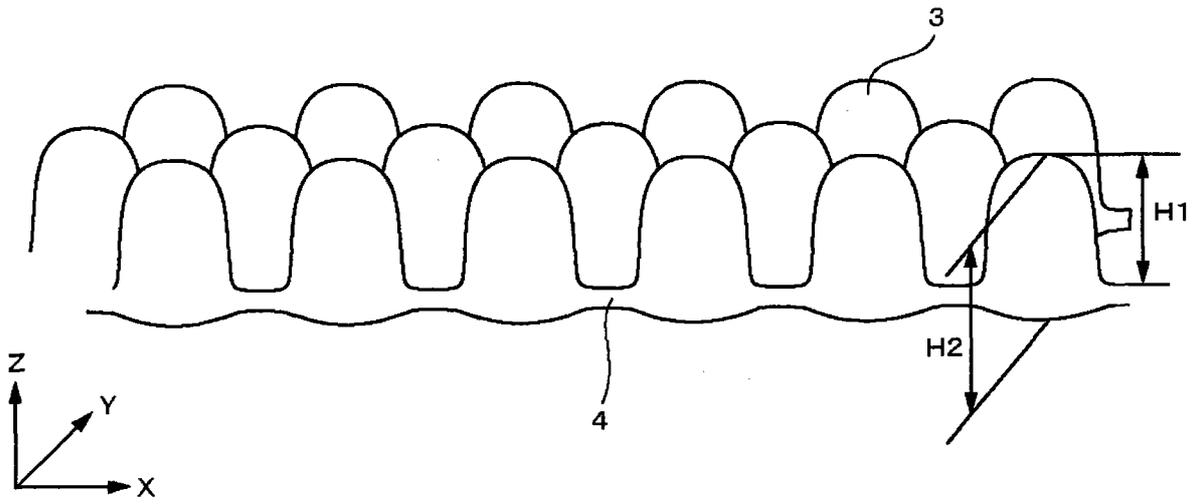


图 4

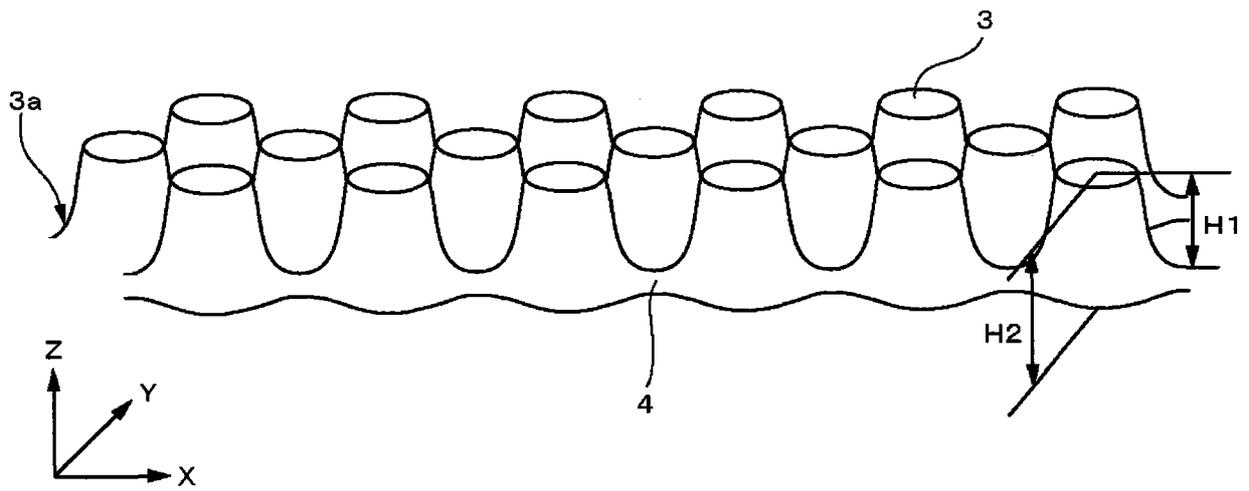


图 5

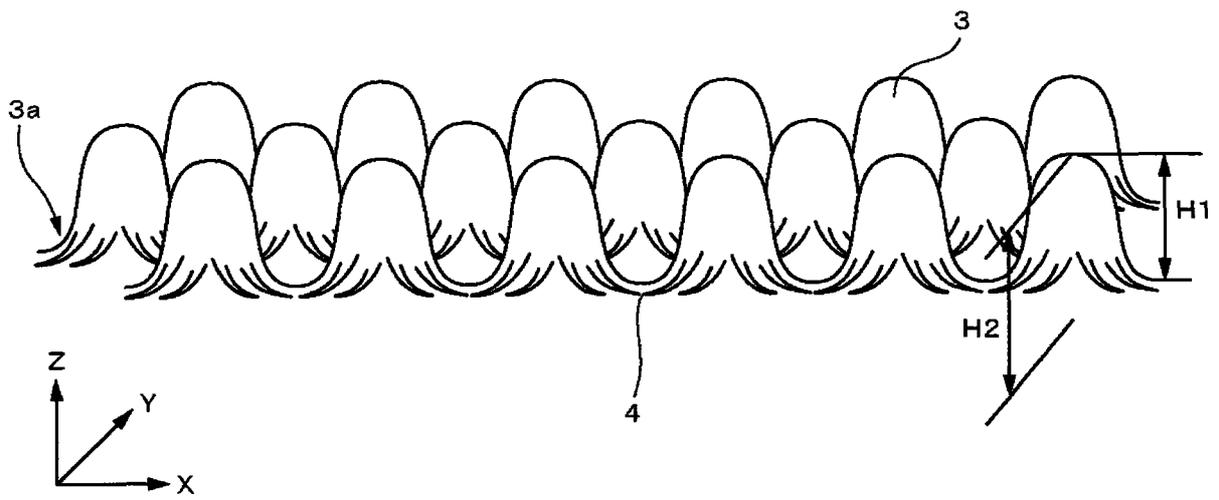


图 6

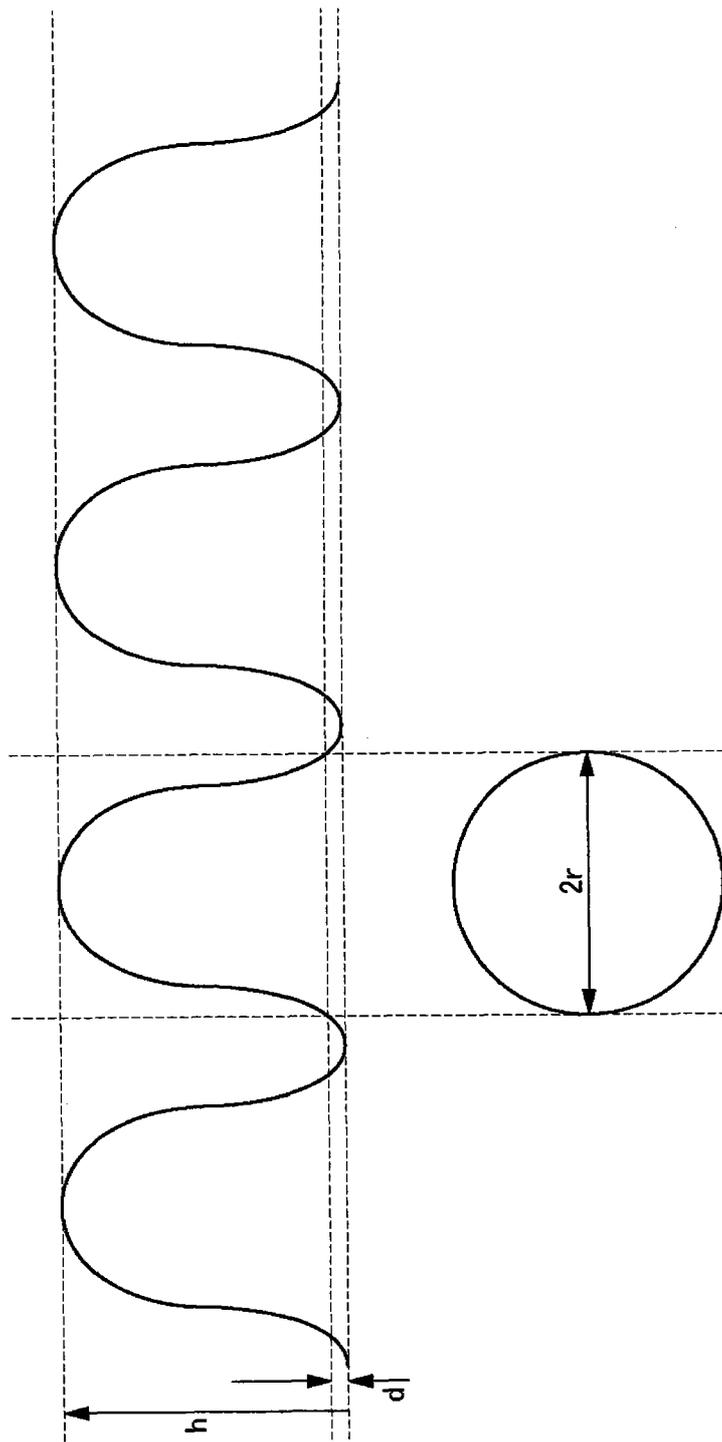


图 7

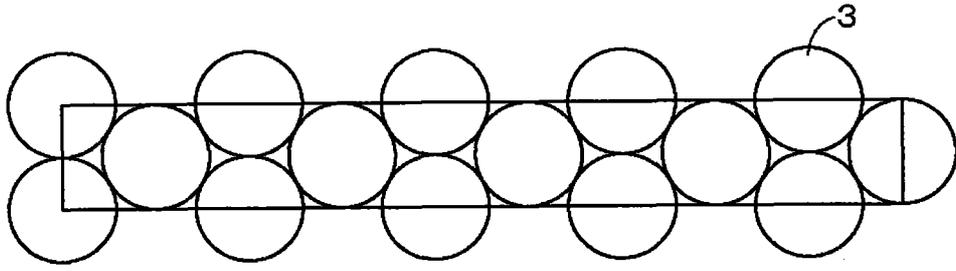


图 8A

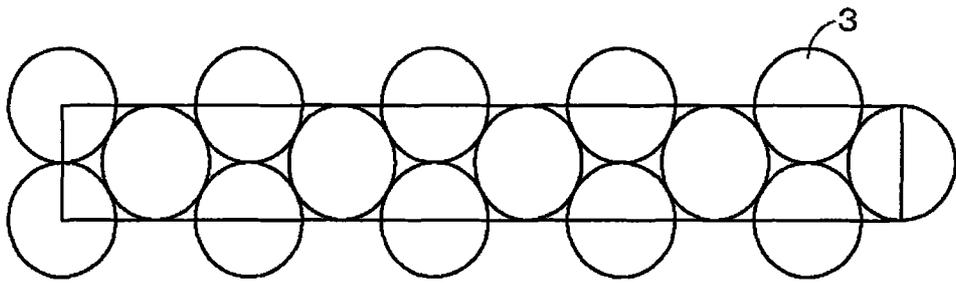


图 8B

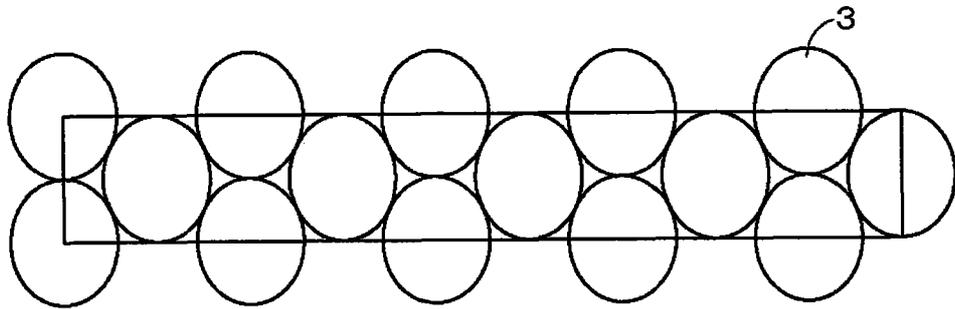


图 8C

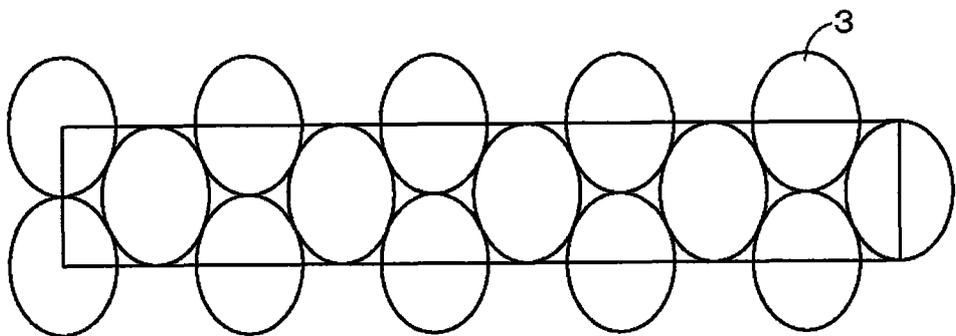


图 8D

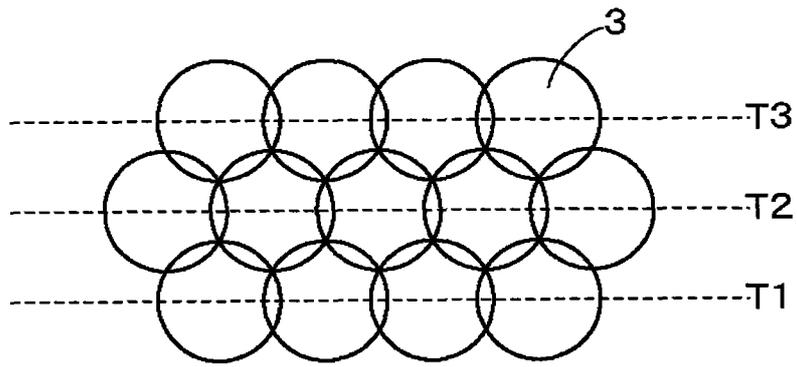


图 9A

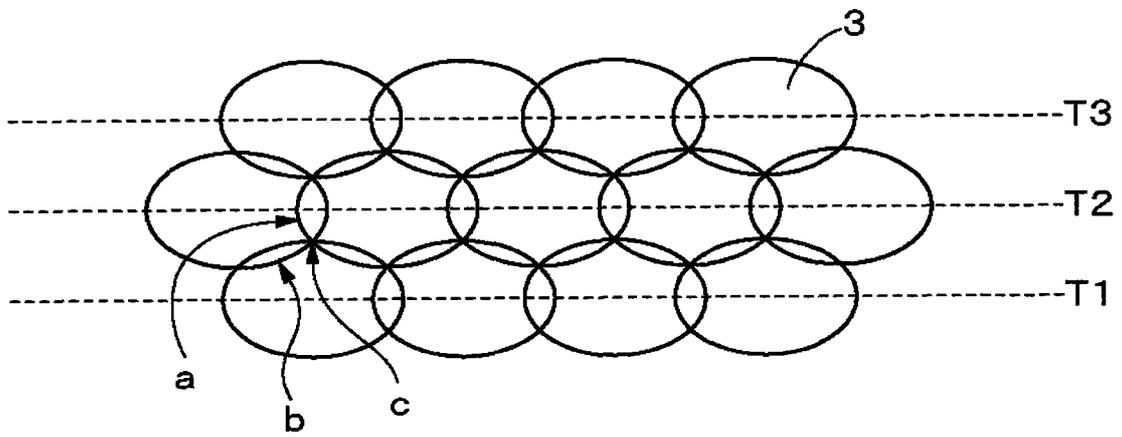


图 9B

图 10A

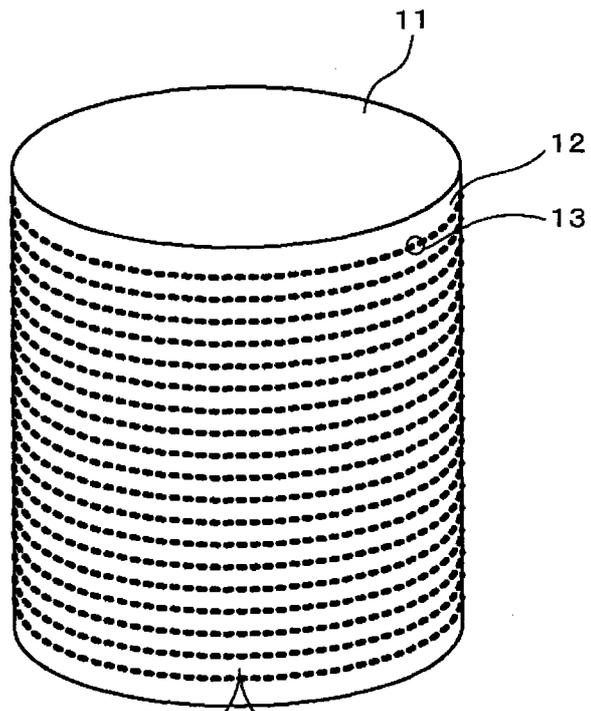
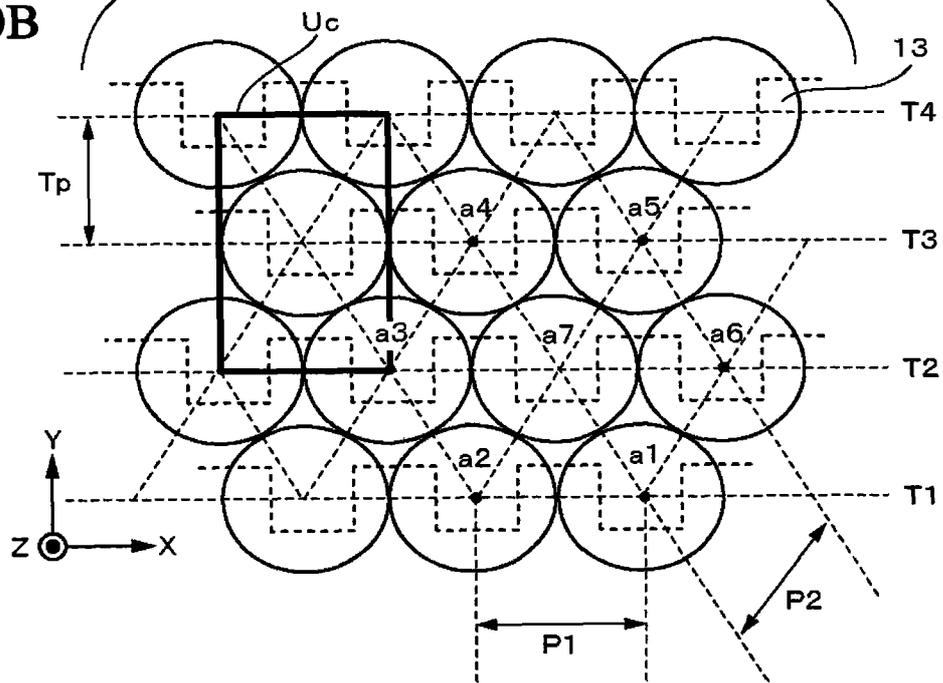


图 10B



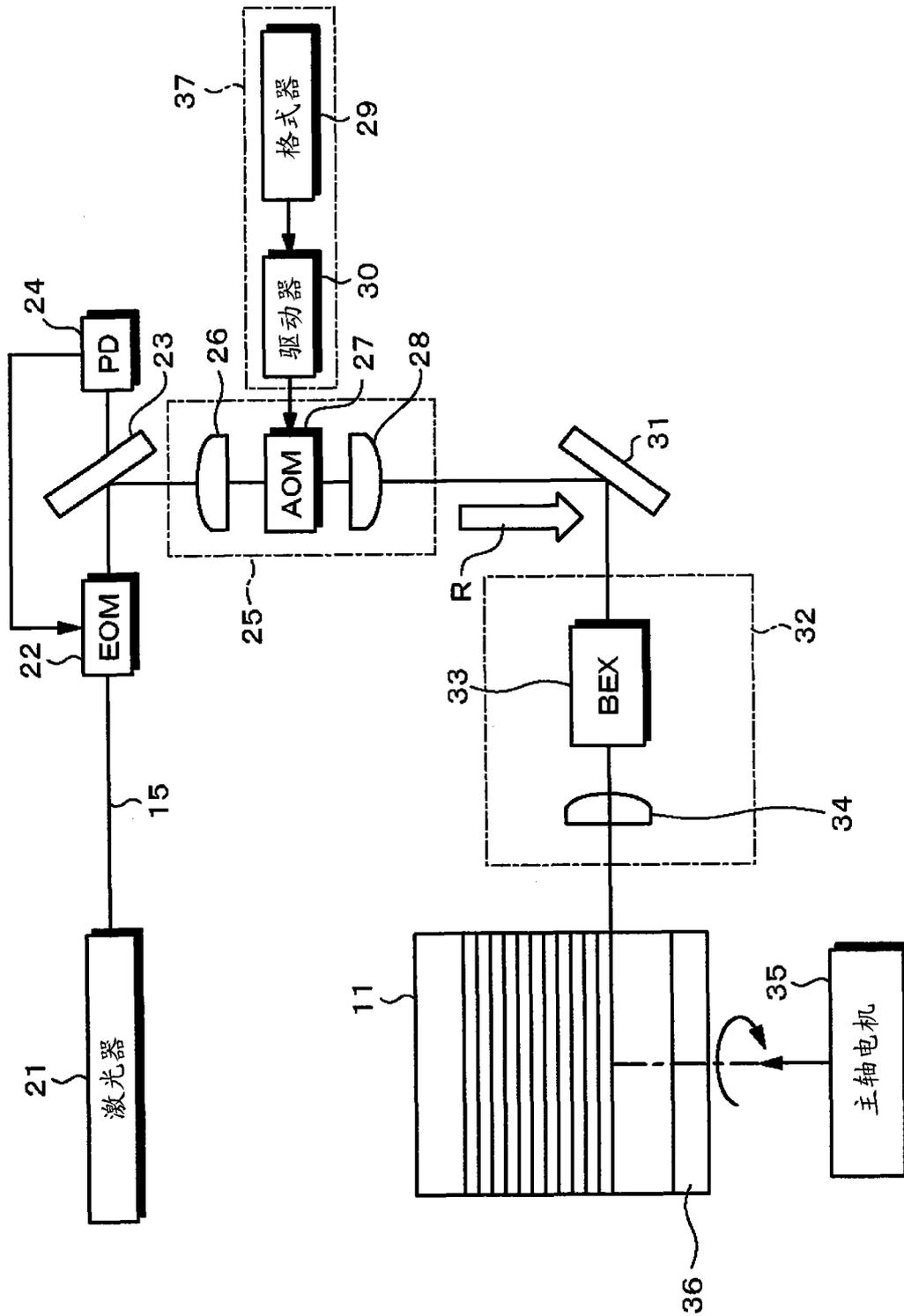


图 11

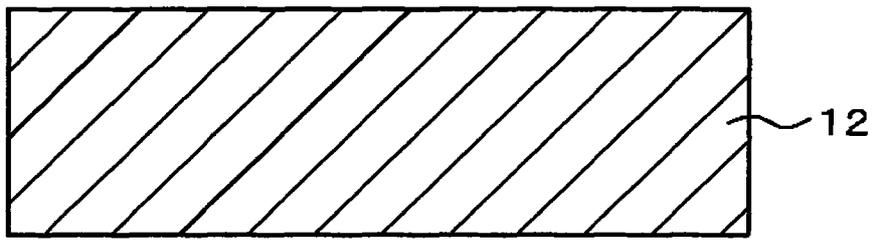


图 12A

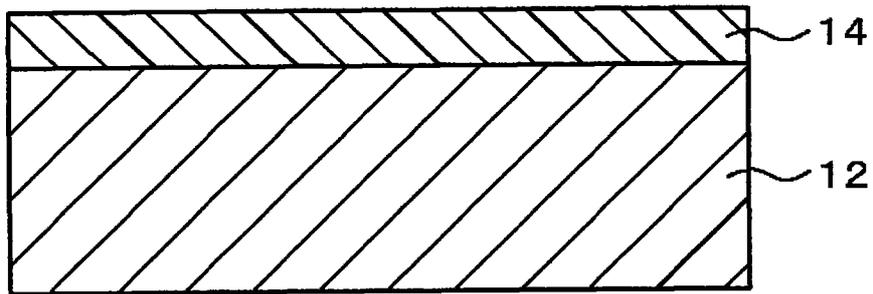


图 12B

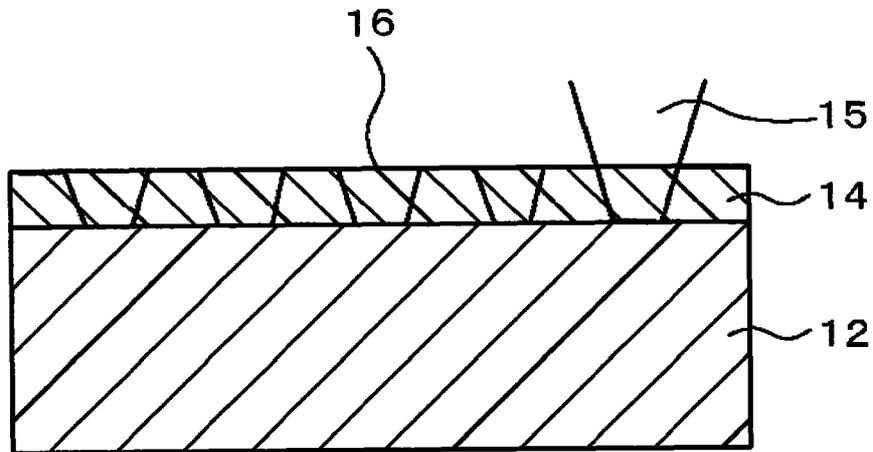


图 12C

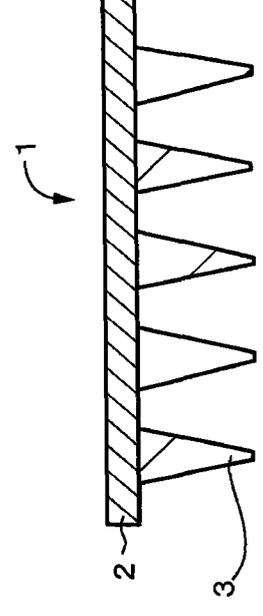
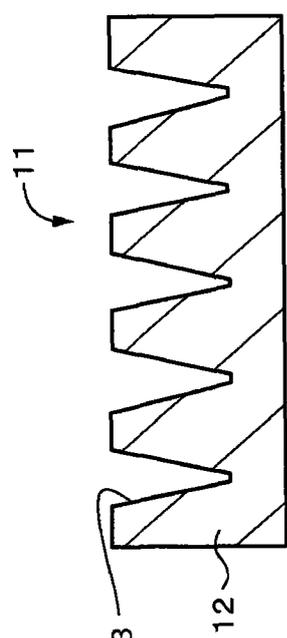
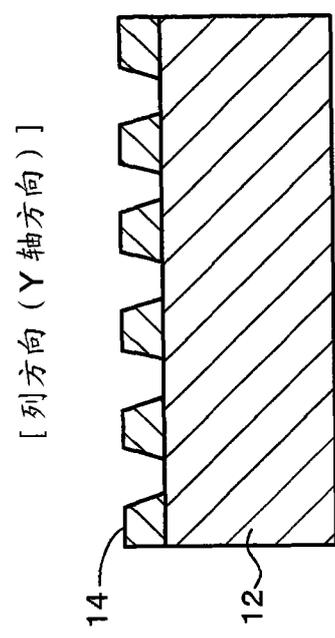
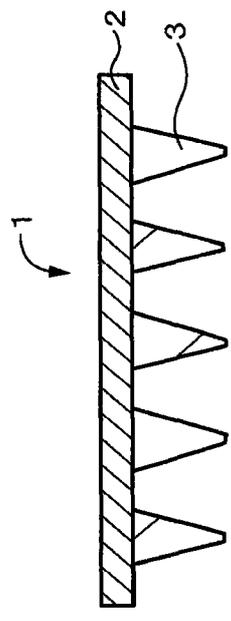
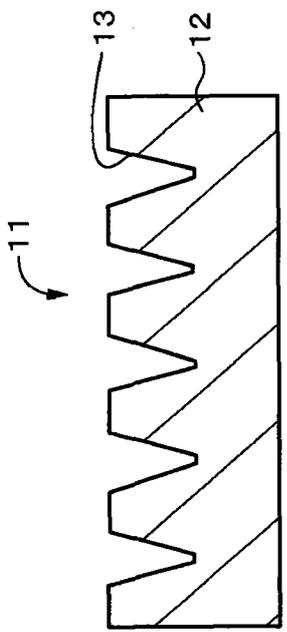
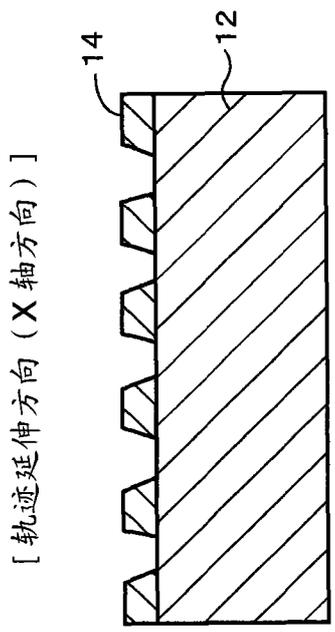


图 13A

图 13B

图 13C

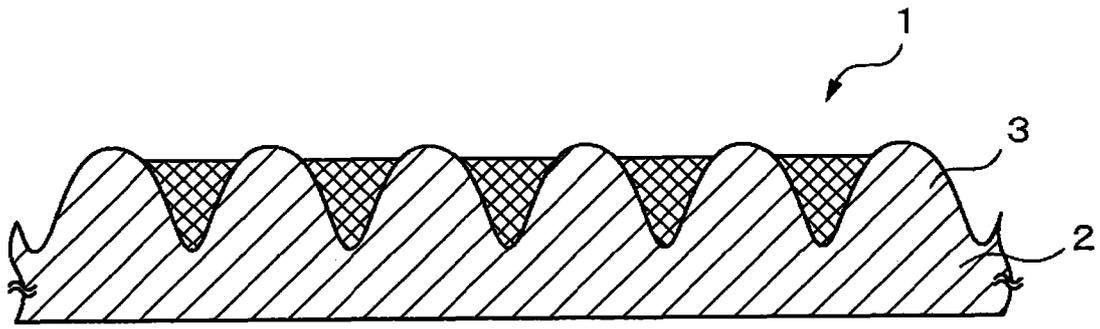


图 14A

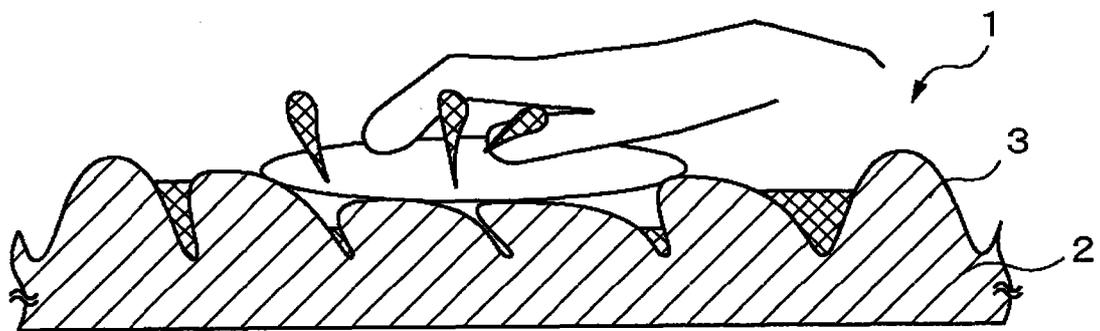


图 14B

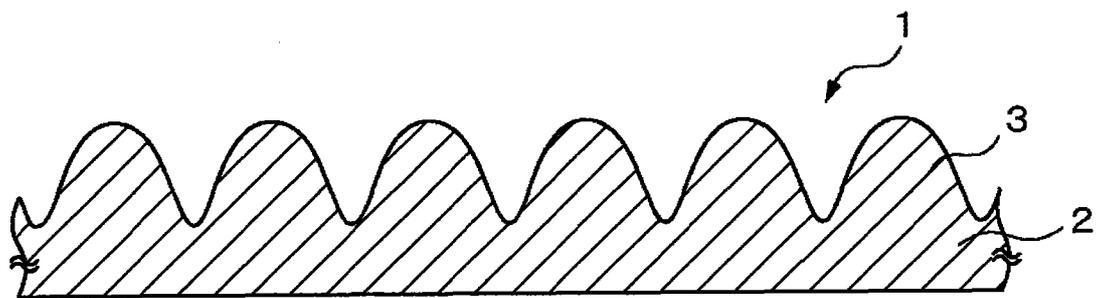


图 14C

图 15A

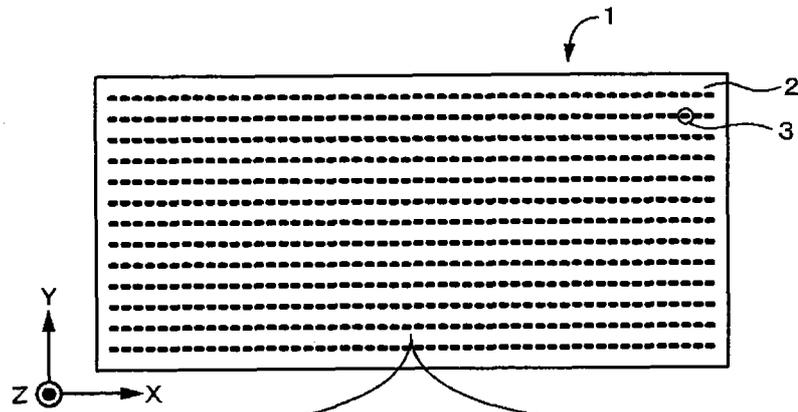


图 15B

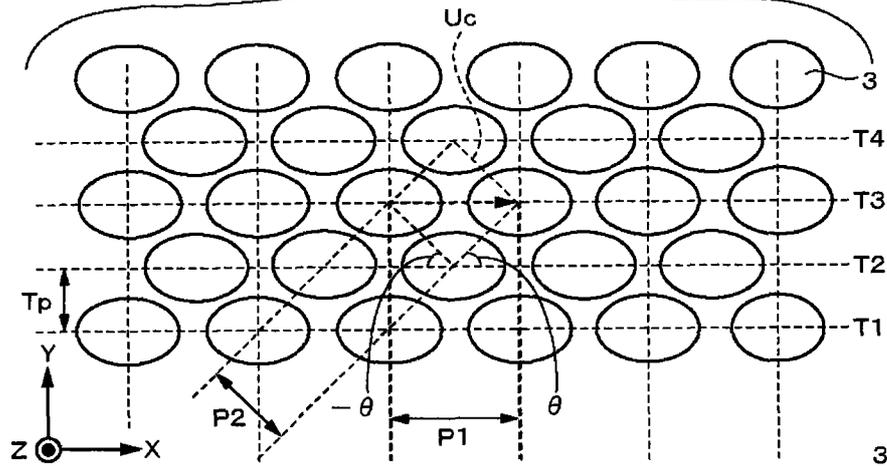


图 15C

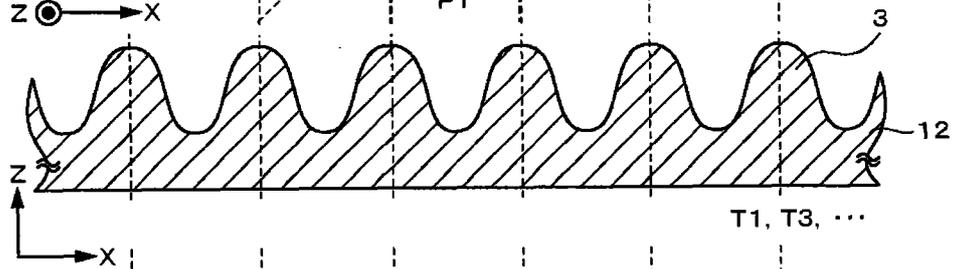


图 15D

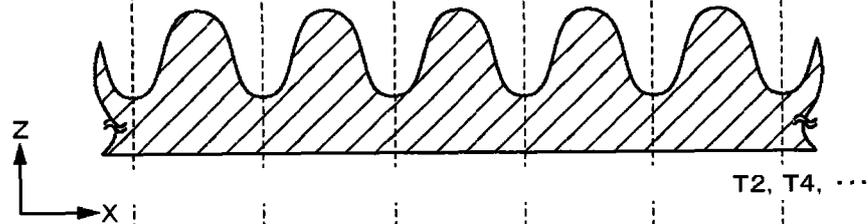


图 15E

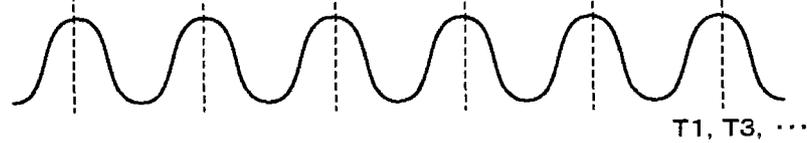
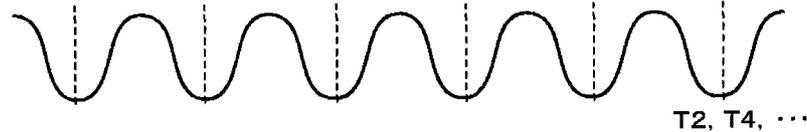


图 15F



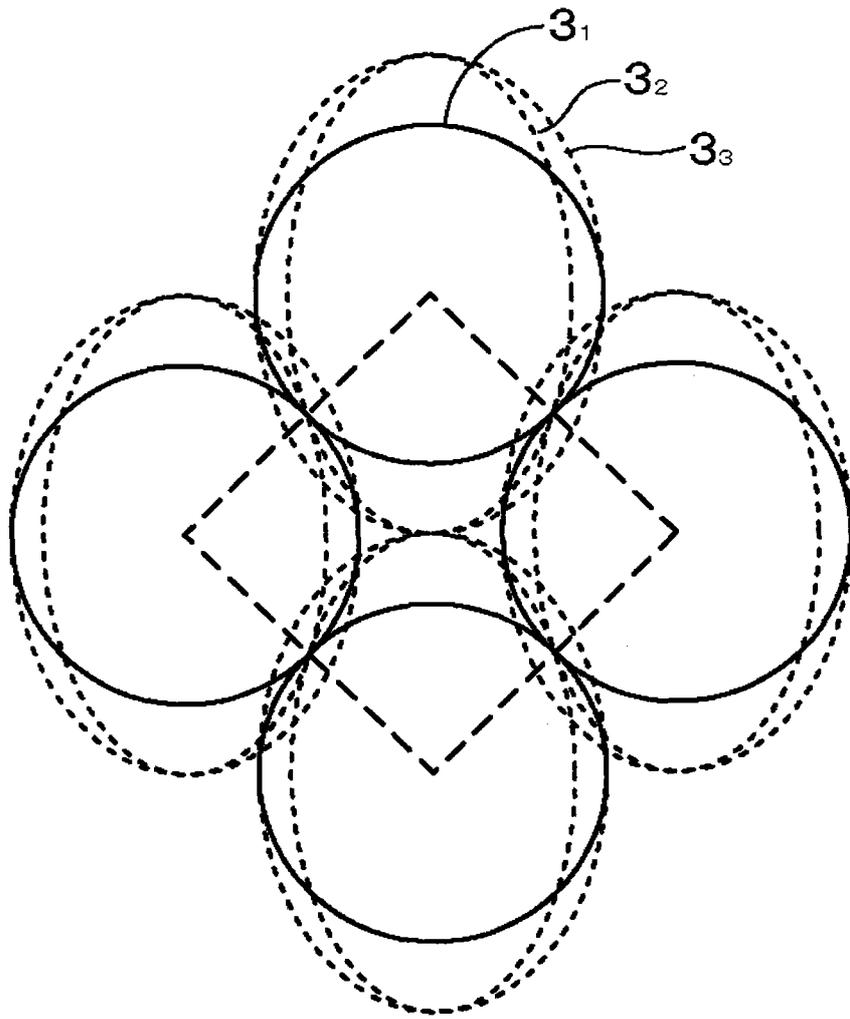


图 16

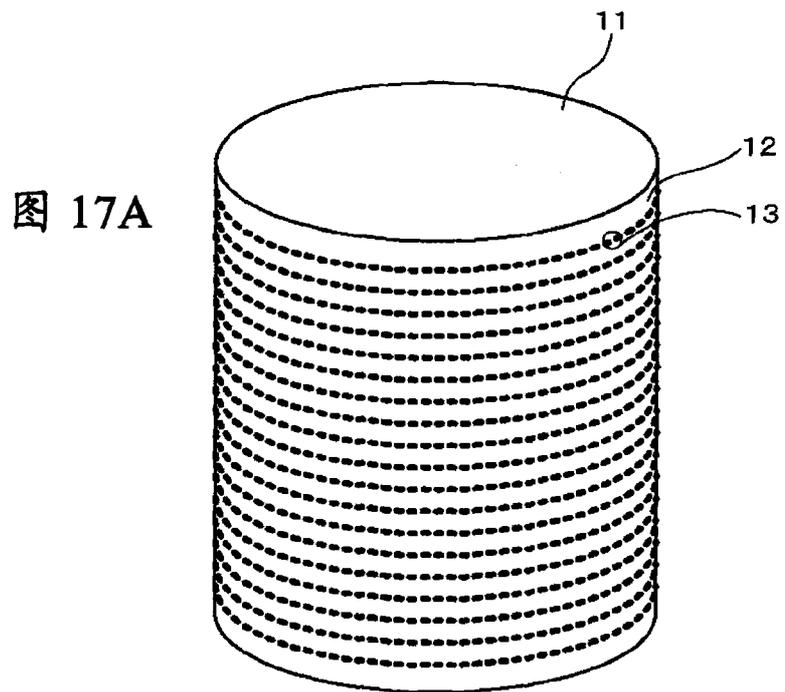


图 17B

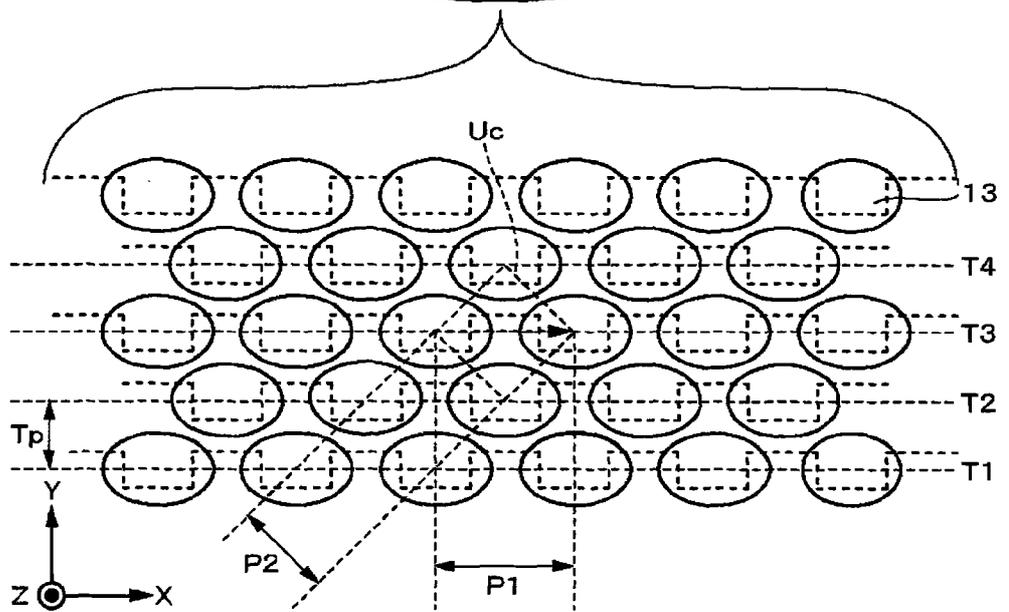


图 18A

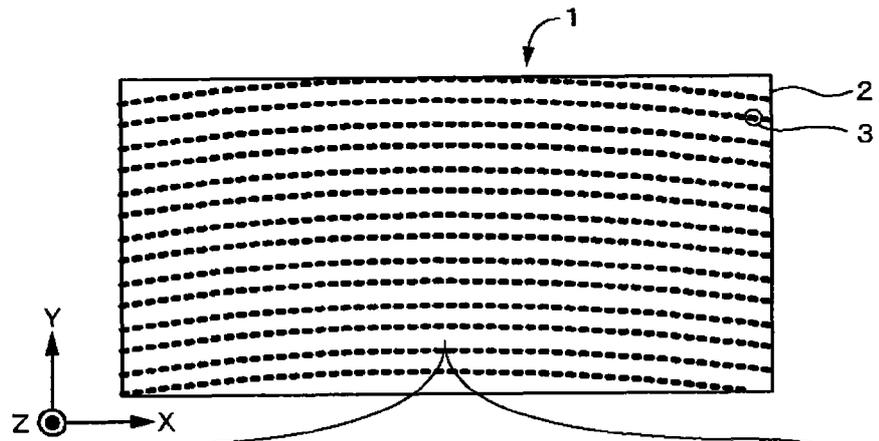


图 18B

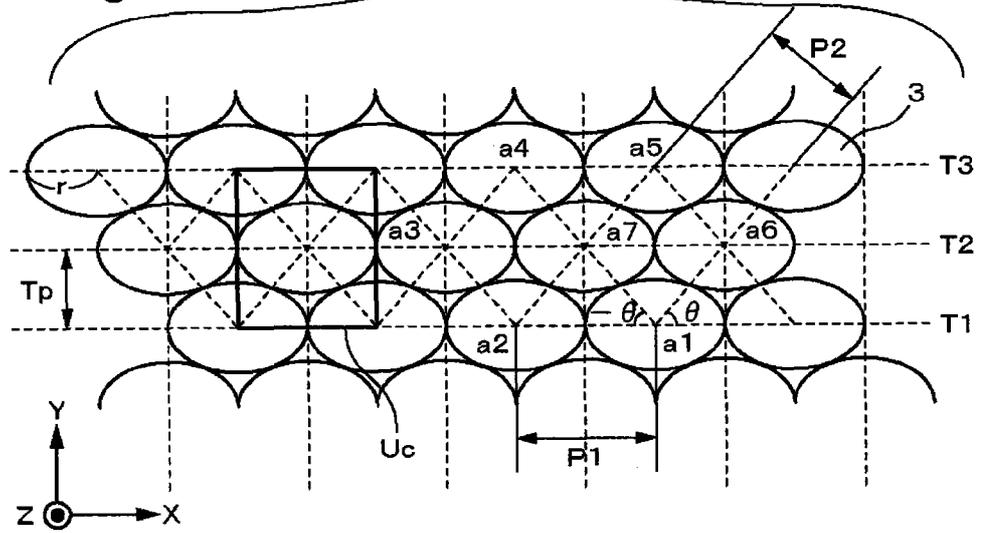


图 18C

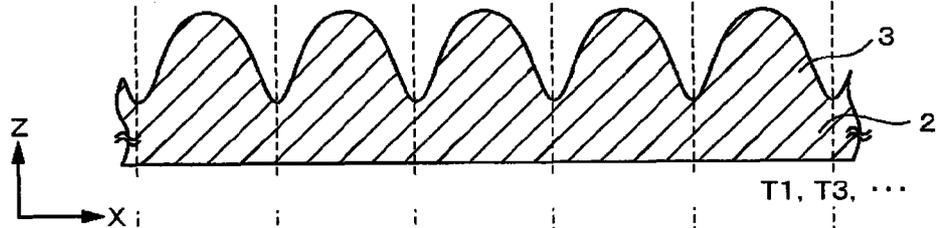


图 18D

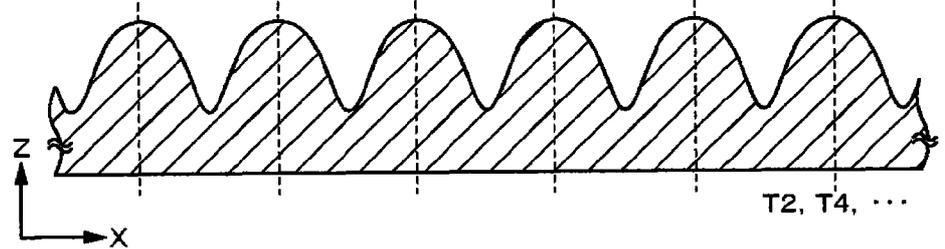


图 19A

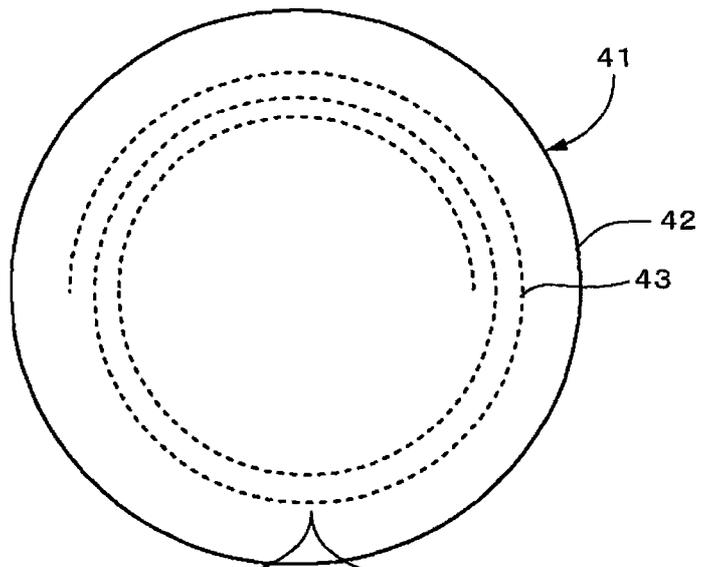
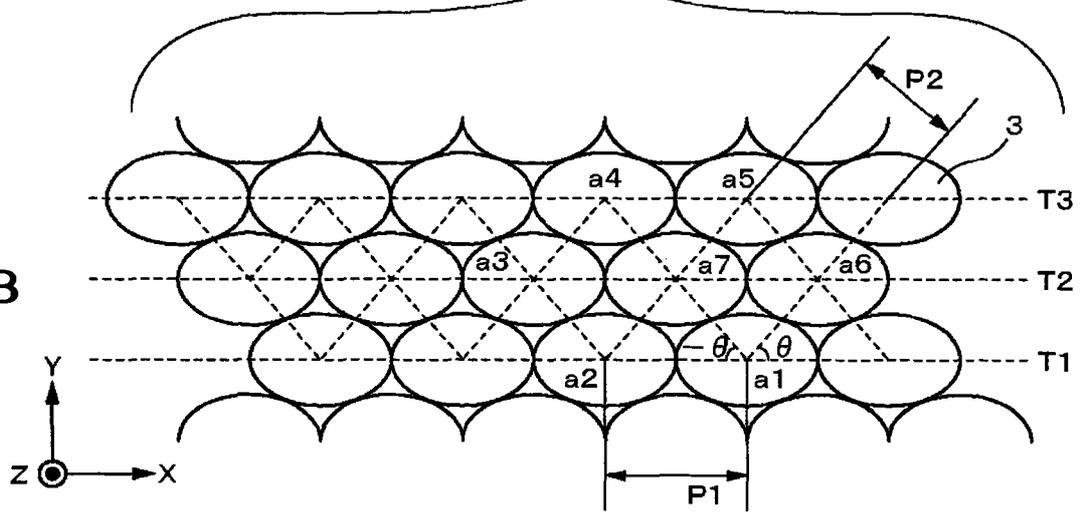


图 19B



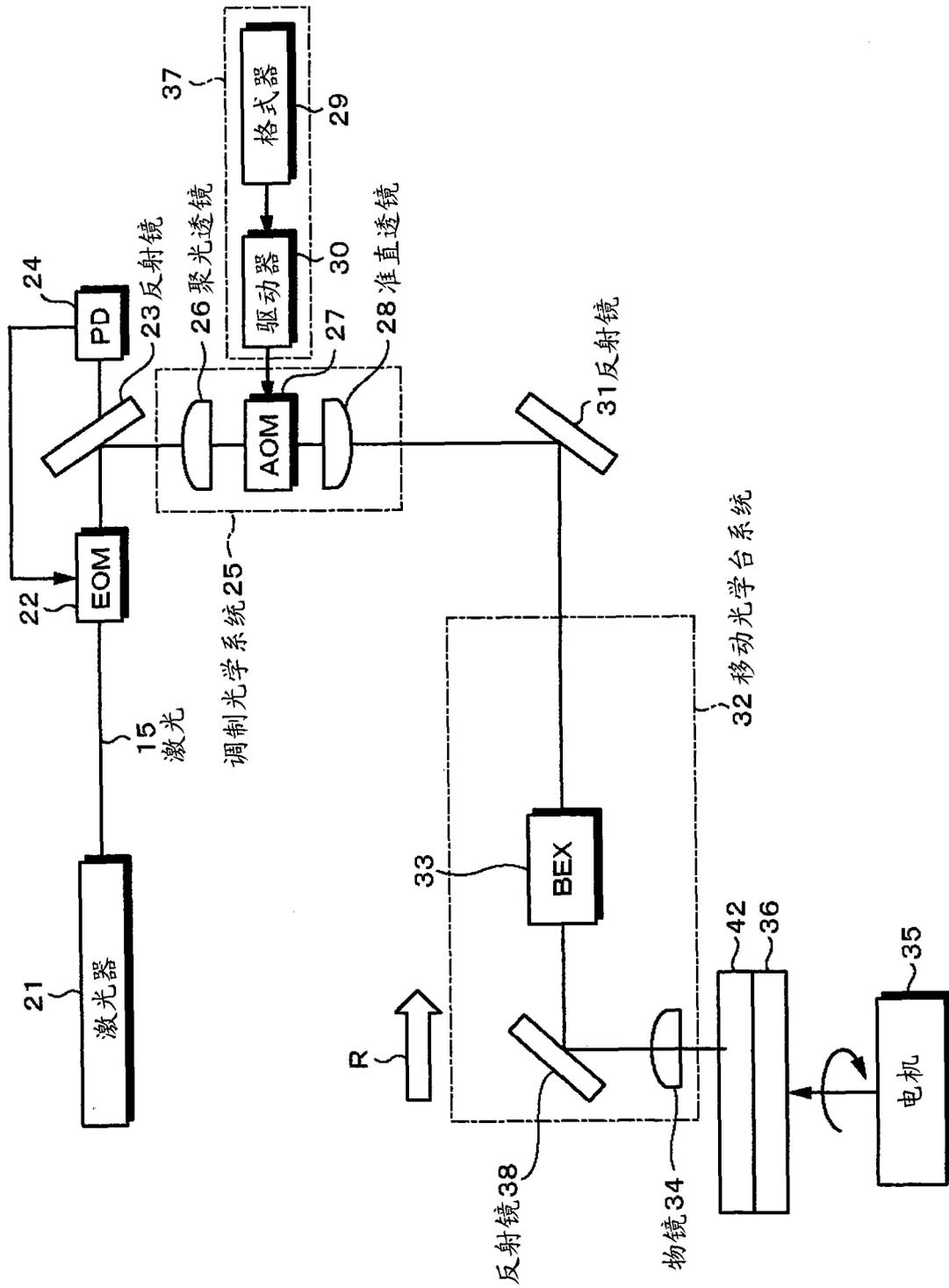


图 20

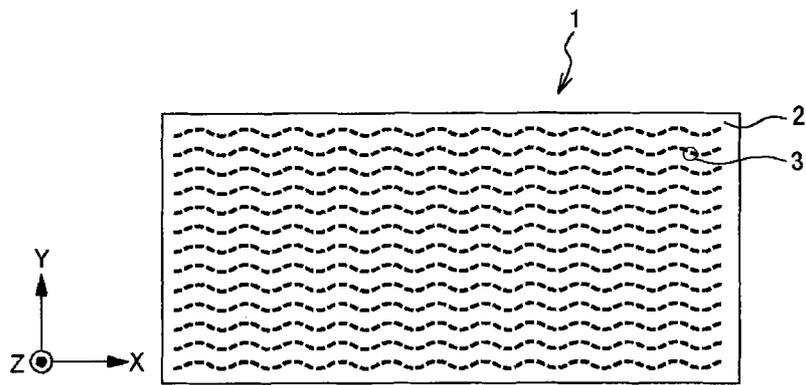


图 21A

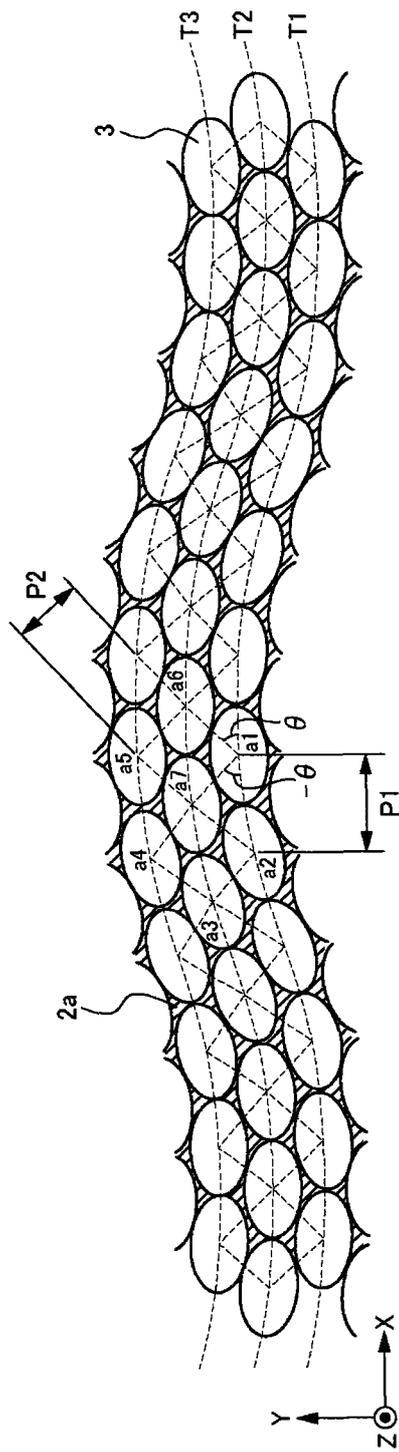


图 21B

图 22A

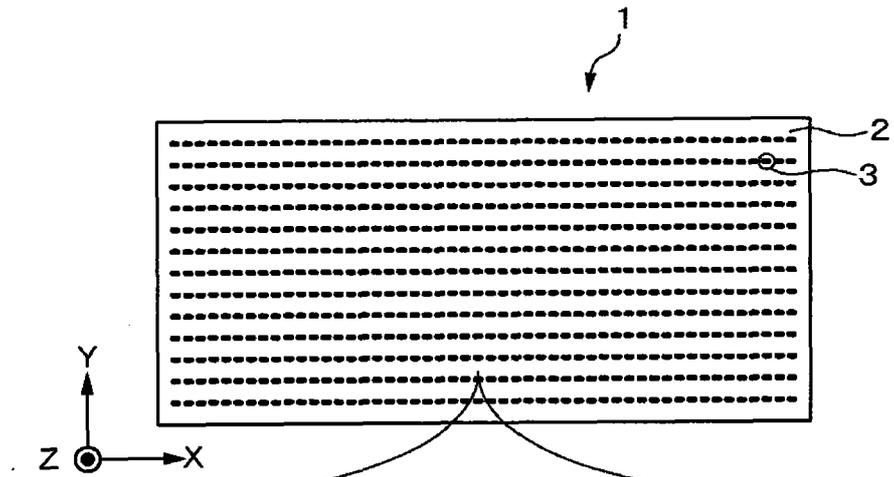


图 22B

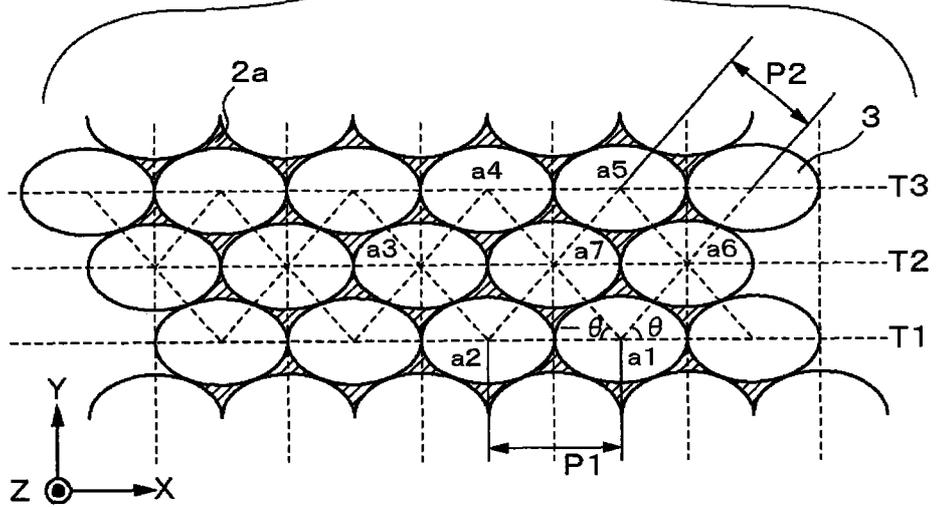


图 22C

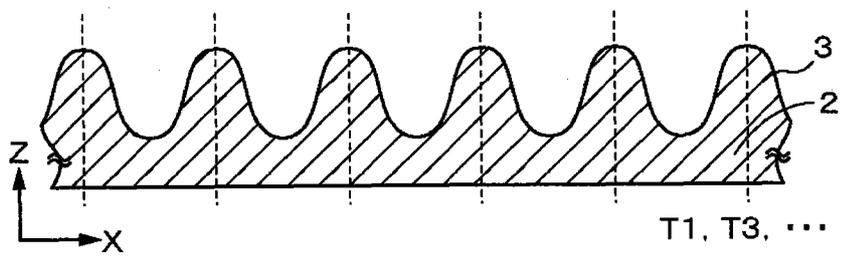
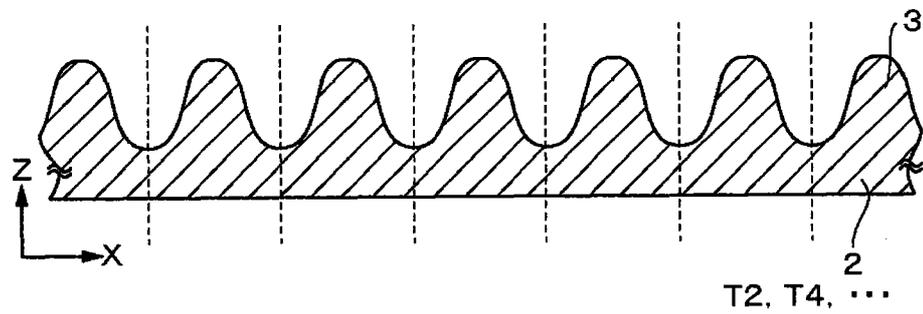


图 22D



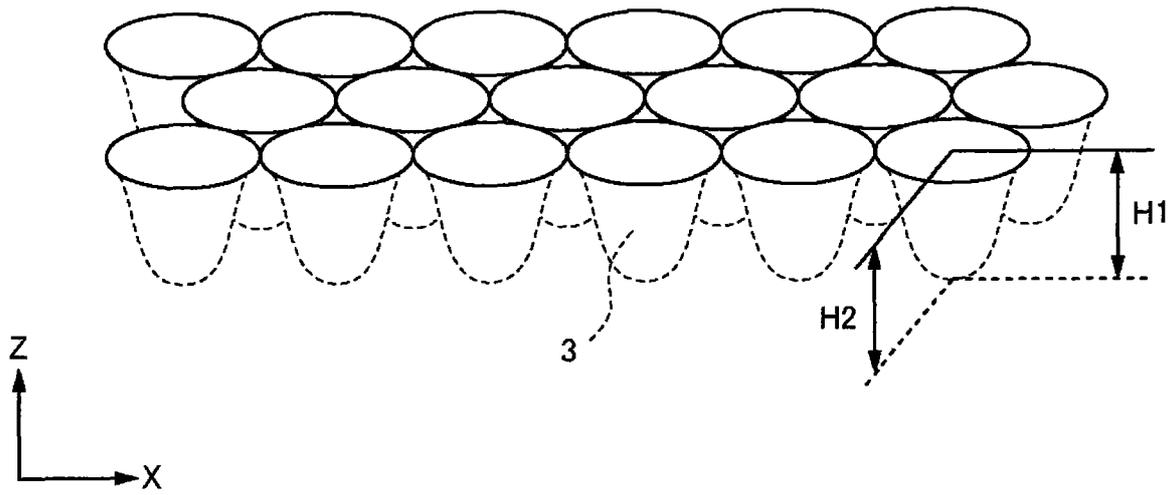


图 23

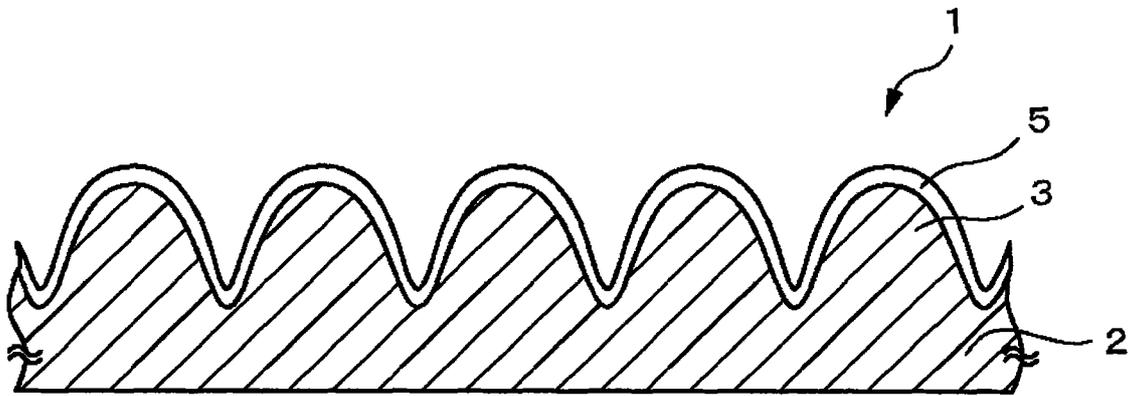


图 24

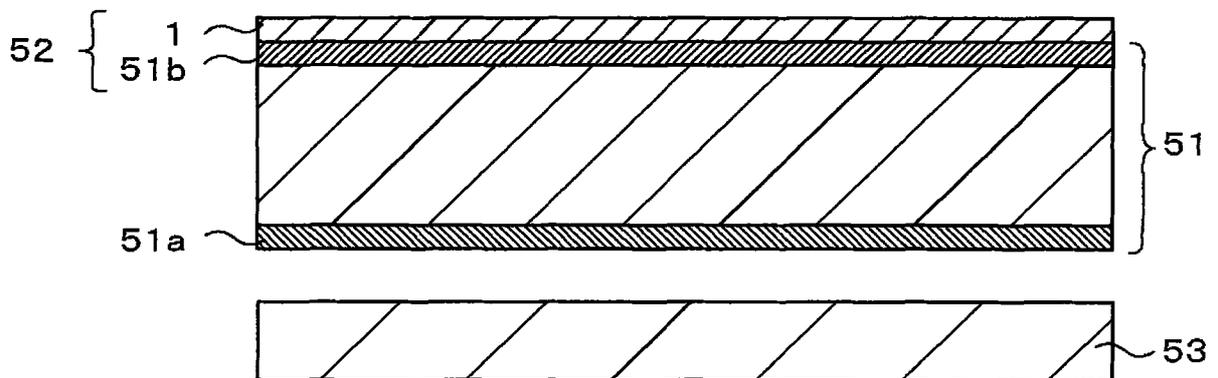


图 25

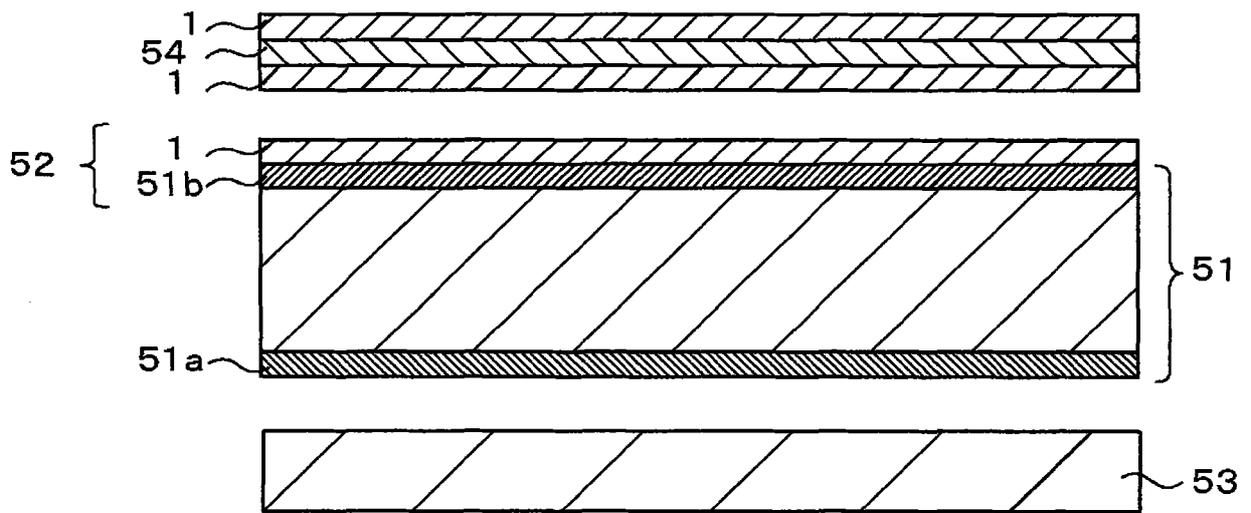


图 26

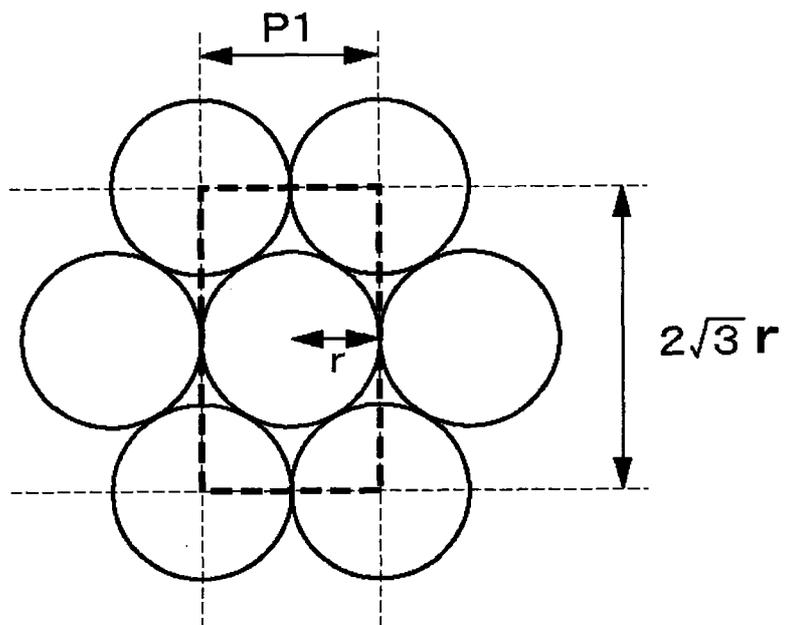


图 27A

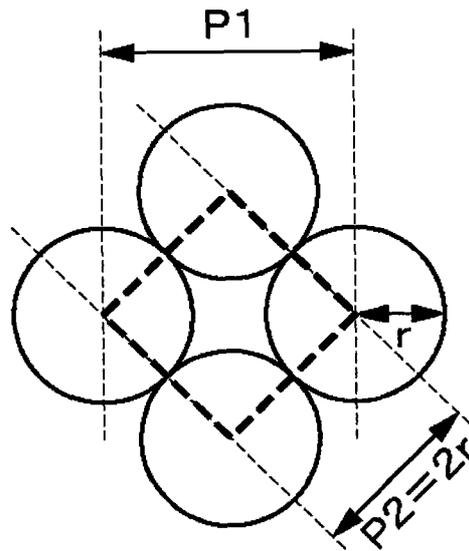


图 27B

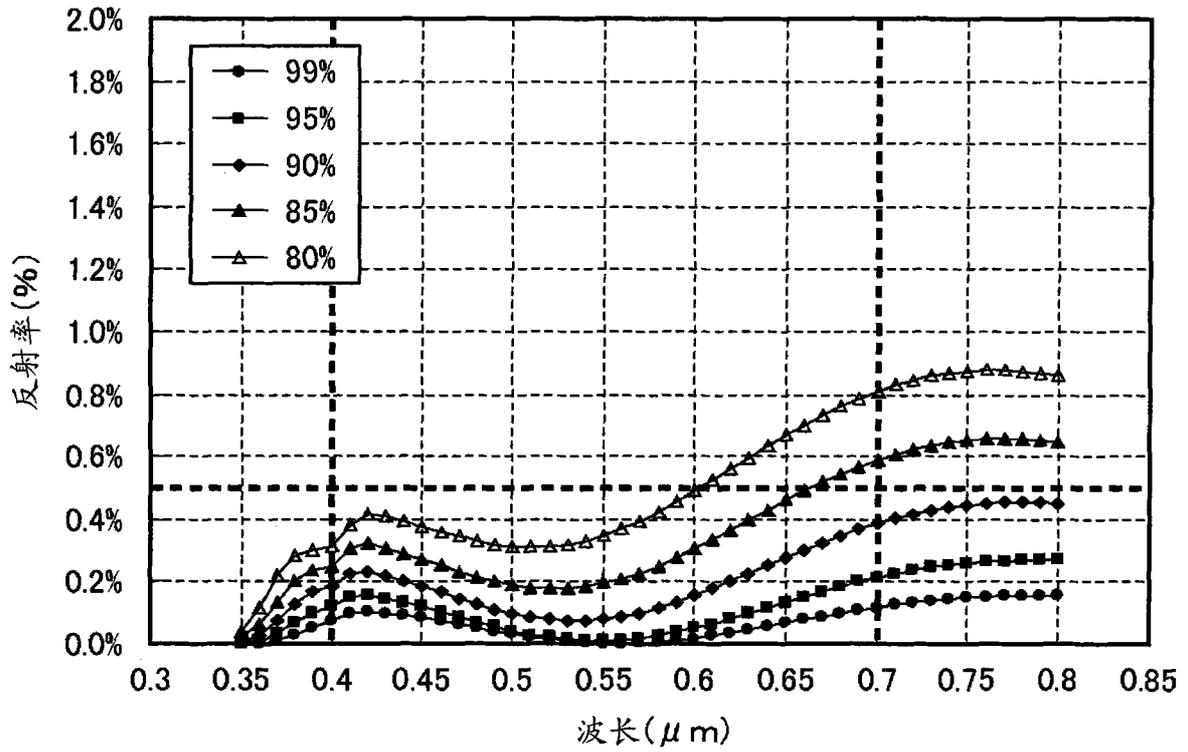


图 28

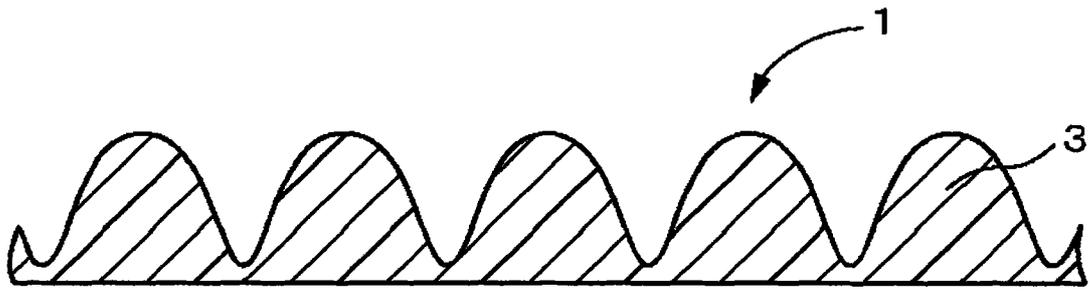


图 29

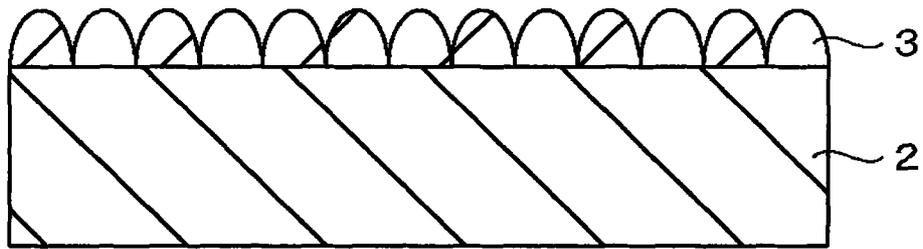


图 30A

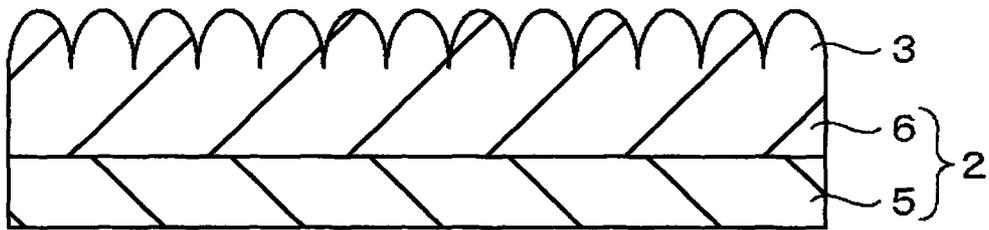


图 30B

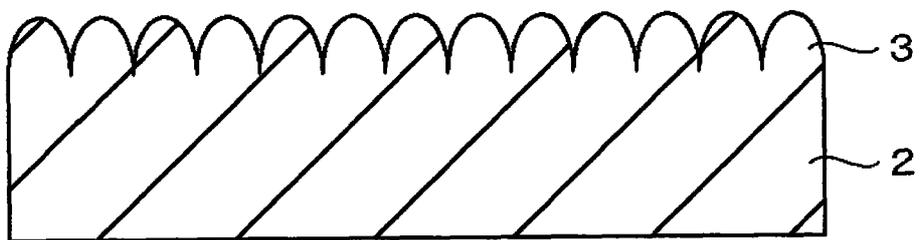


图 30C

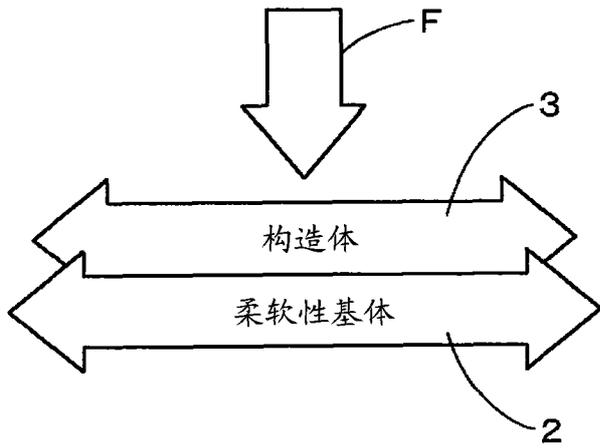


图 31A

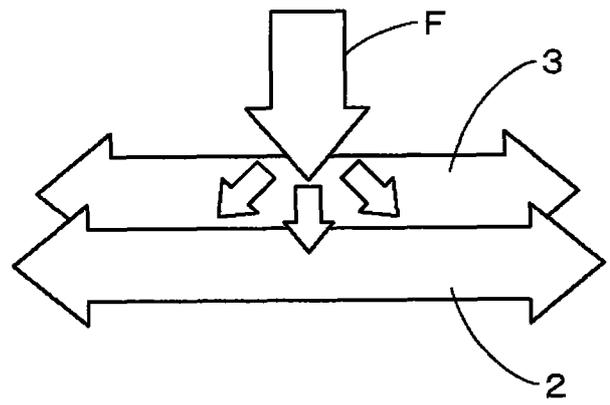


图 31B

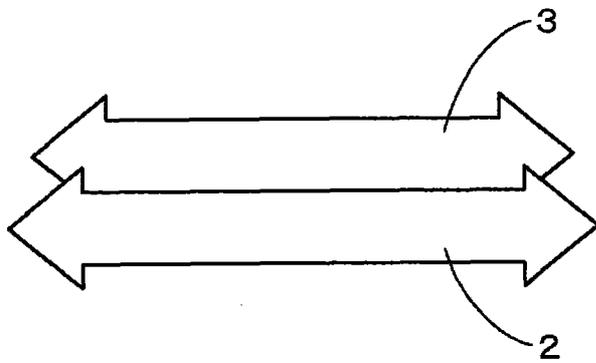


图 31C

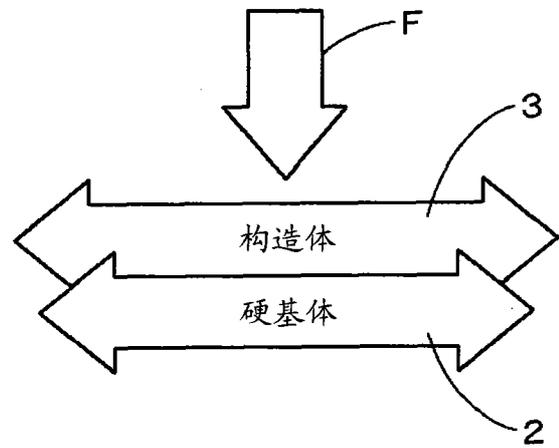


图 32A

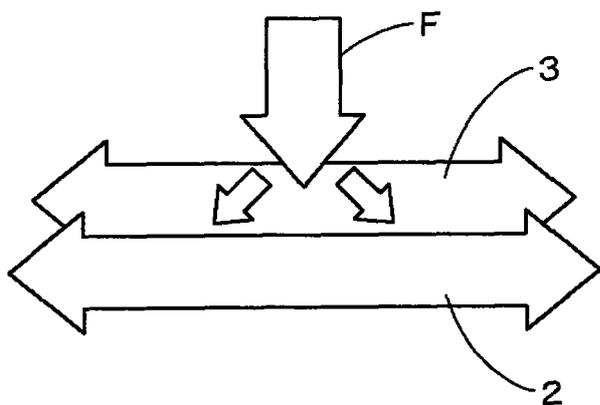


图 32B

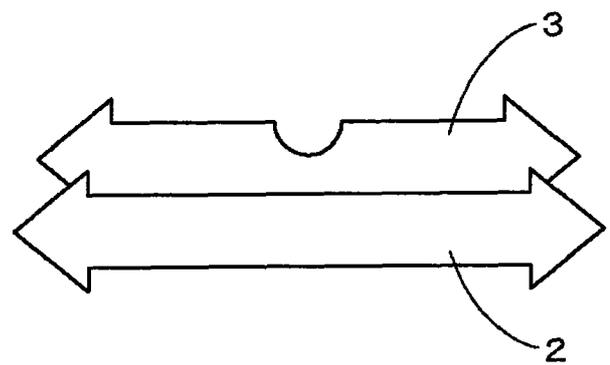


图 32C

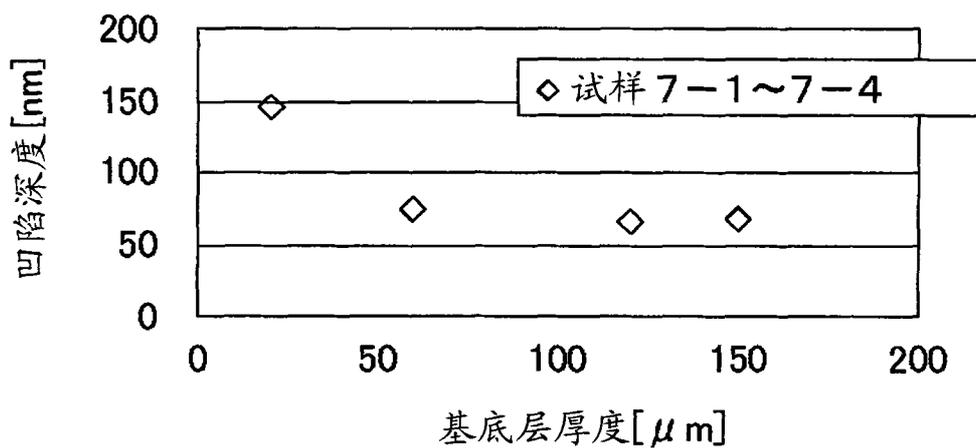


图 33A

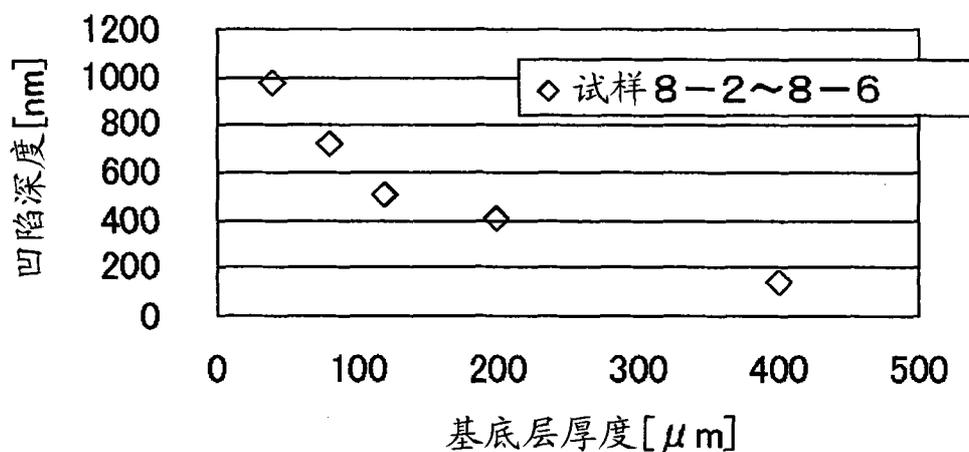


图 33B

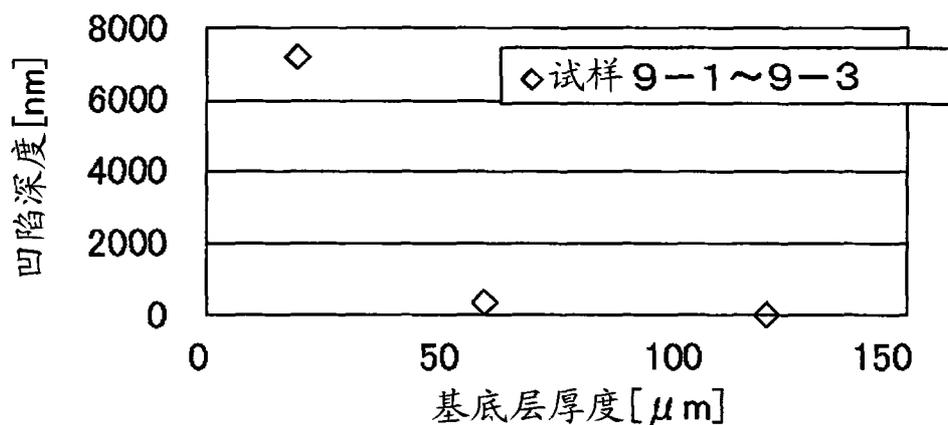


图 34A

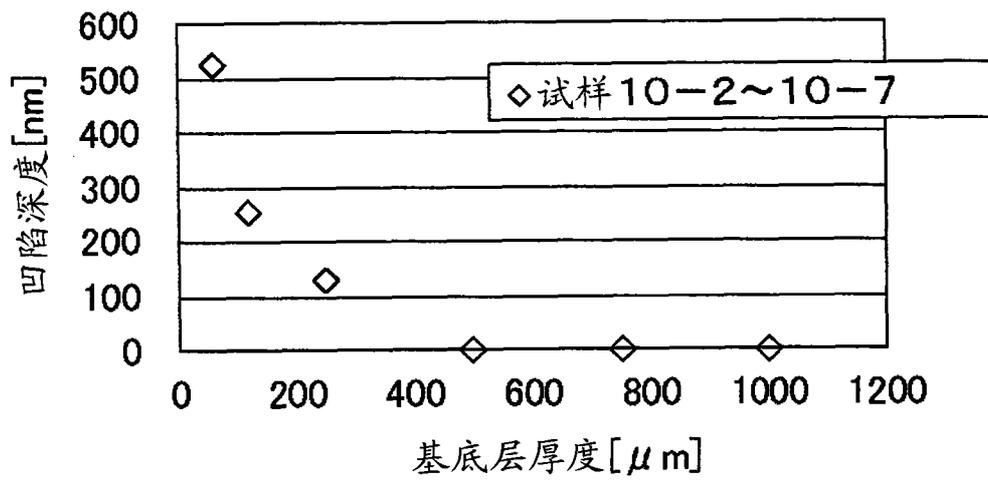


图 34B

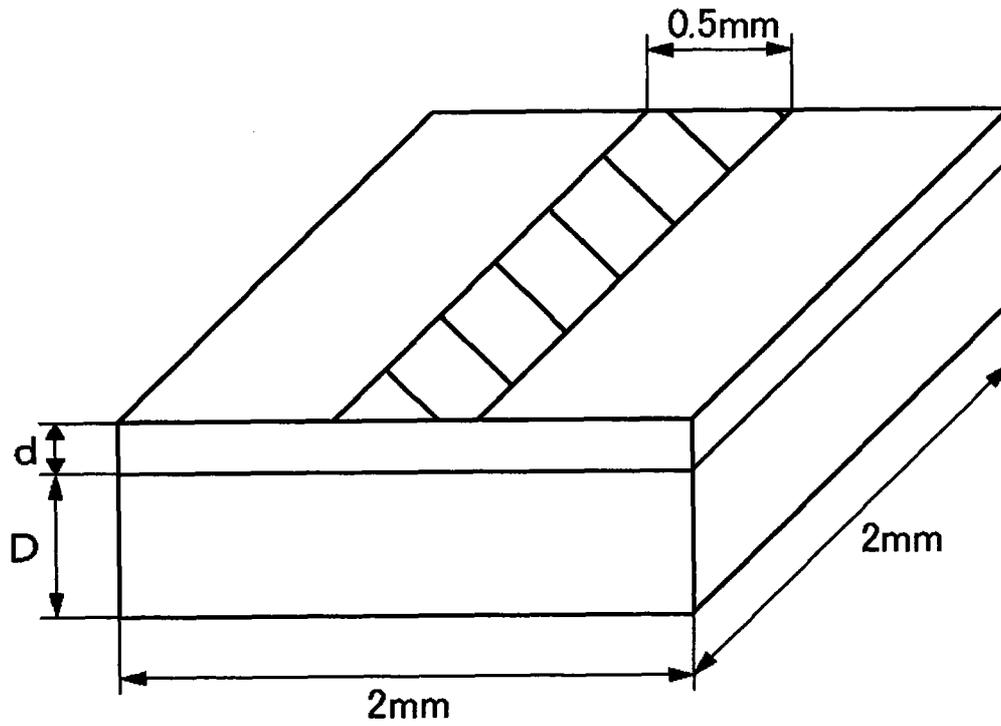


图 35

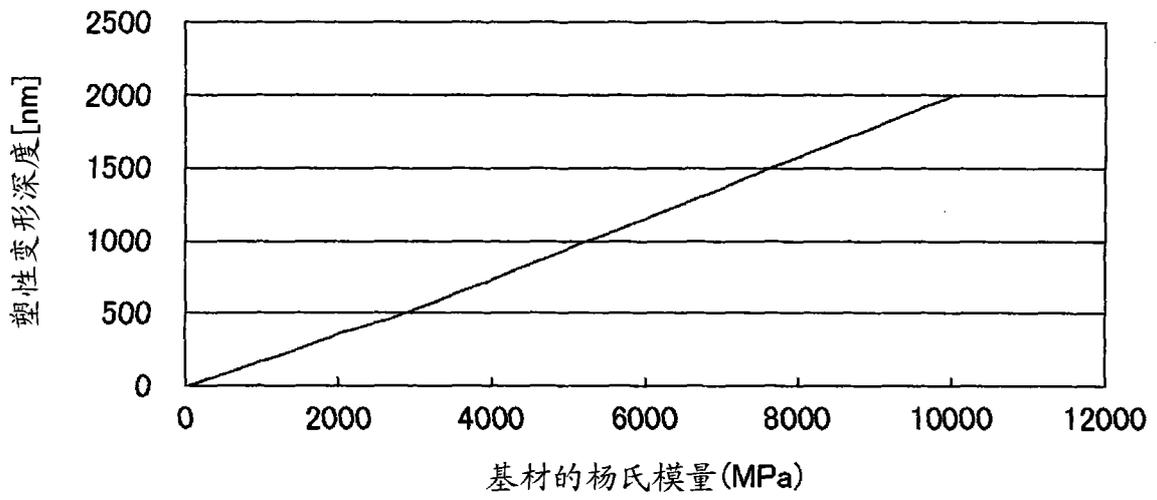


图 36A

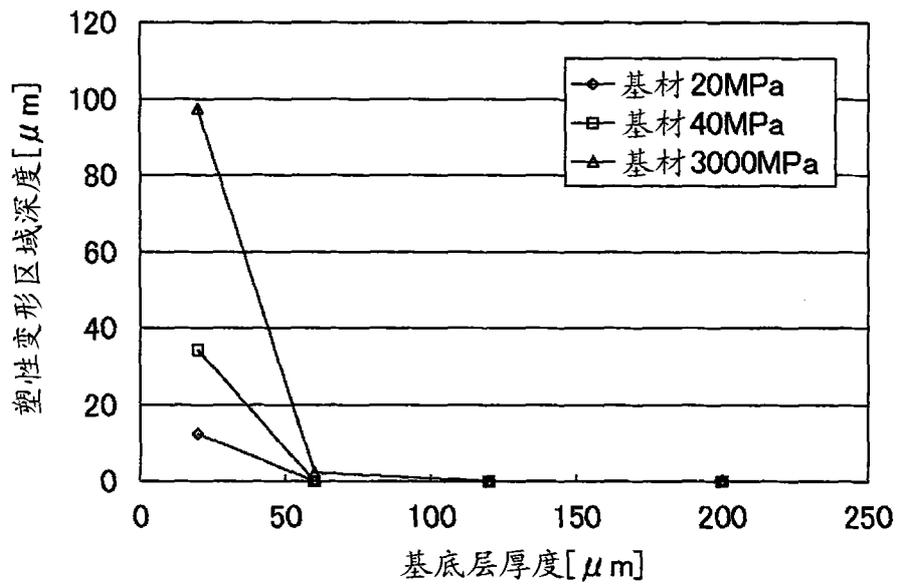


图 36B

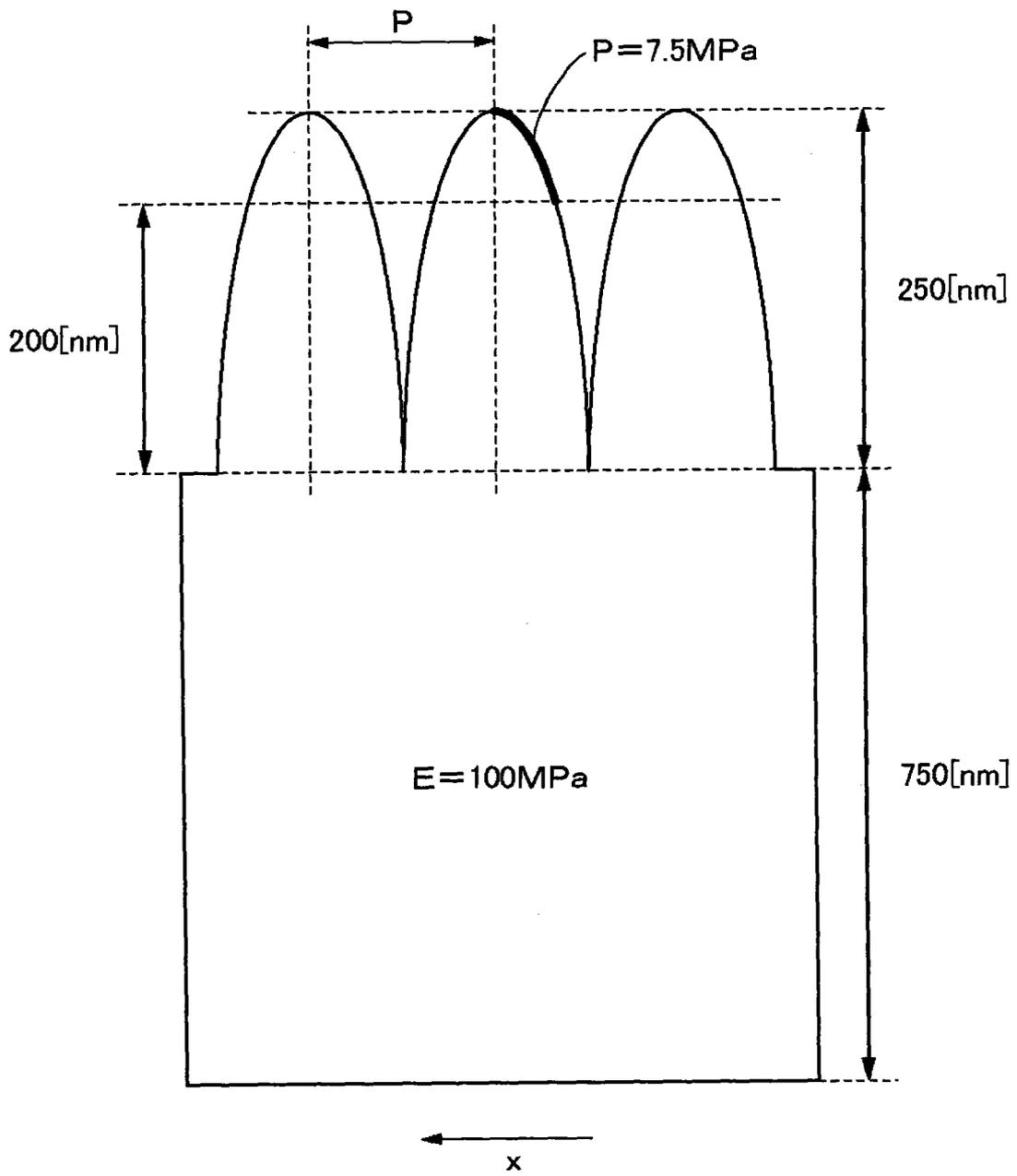


图 37

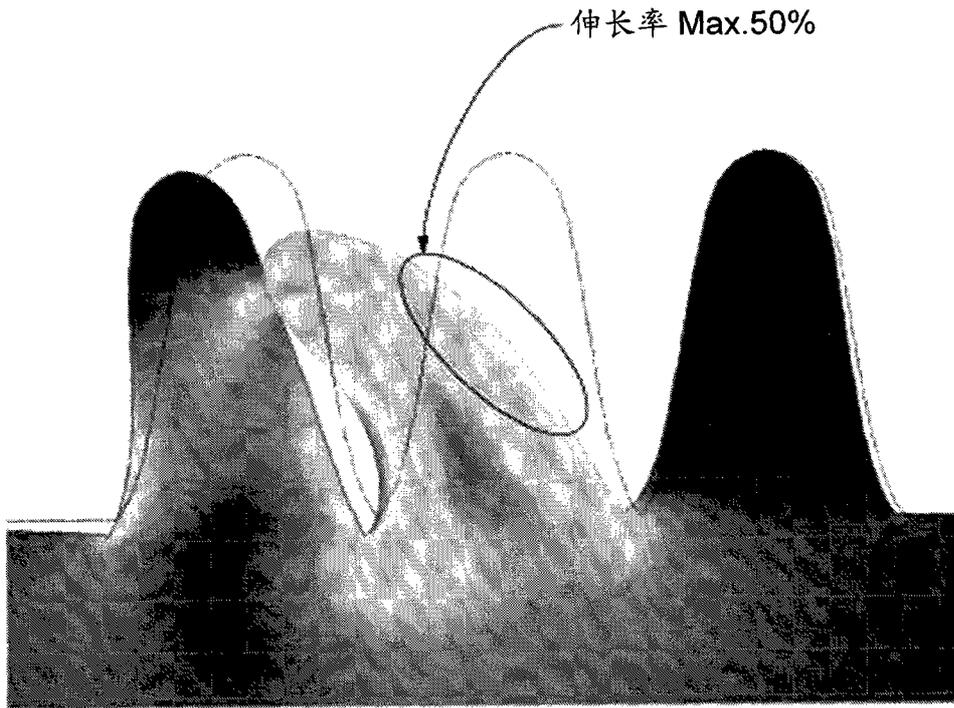


图 38A

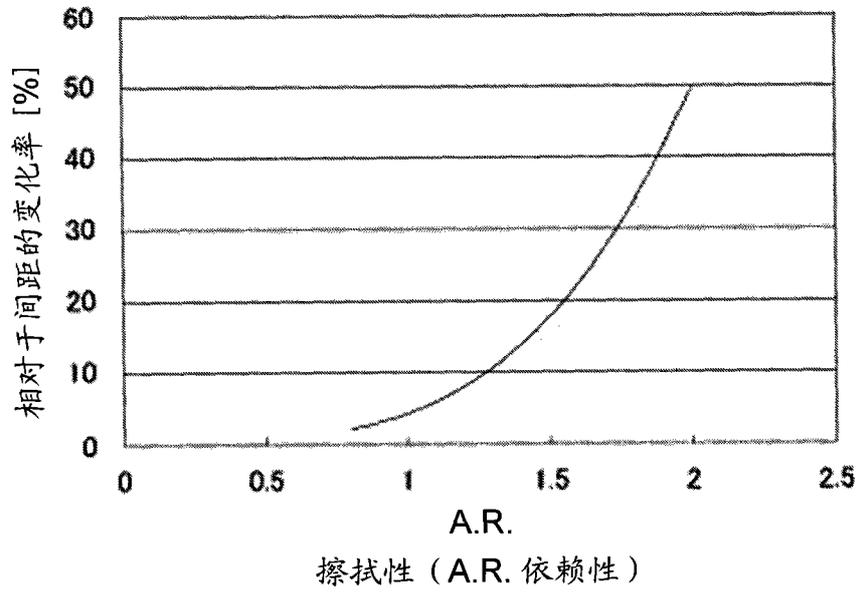


图 38B

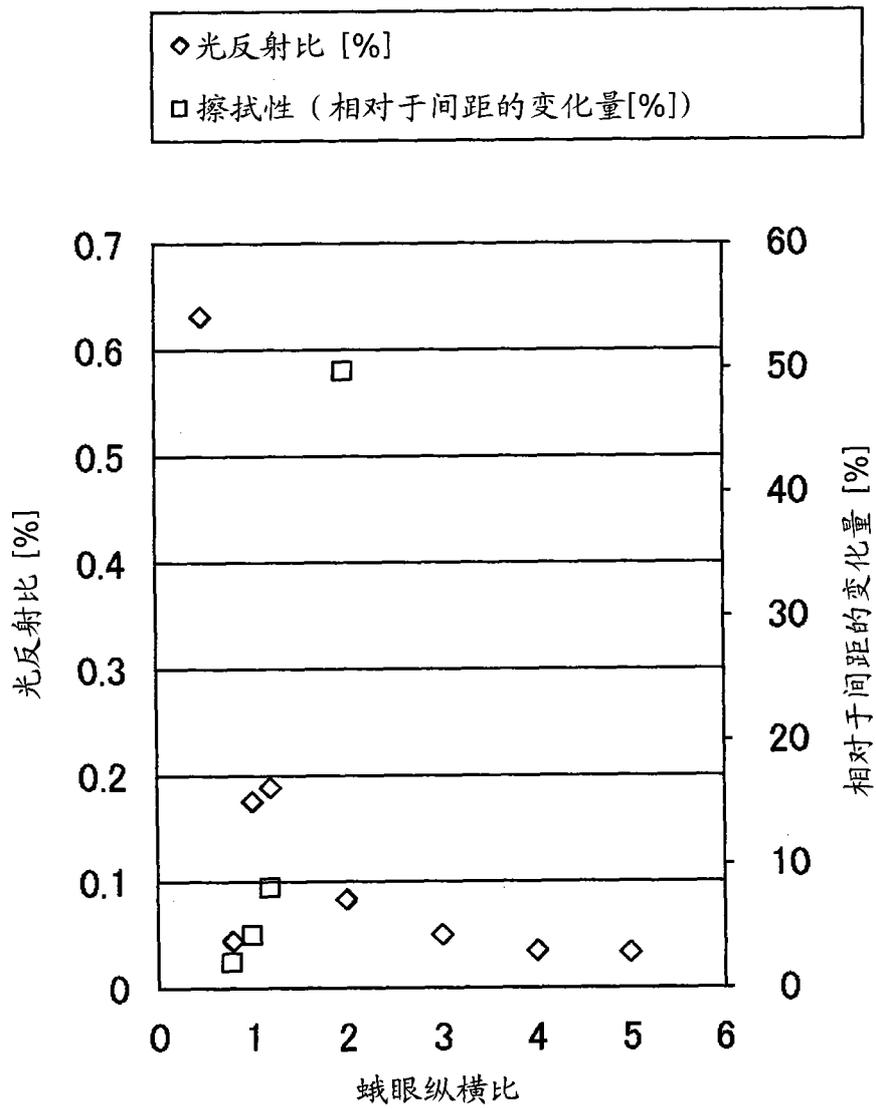


图 39