

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 3/08

G03F 1/00 B29D 11/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03143839.3

[43] 公开日 2004年8月4日

[11] 公开号 CN 1517723A

[22] 申请日 2003.5.25 [21] 申请号 03143839.3

[30] 优先权

[32] 2003.1.27 [33] KR [31] 5197/2003

[71] 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 李明馥 孙镇升 赵恩亨 朴宁弼

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 陶凤波 侯宇

权利要求书2页 说明书7页 附图7页

[54] 发明名称 显微镜透镜阵列的制造方法

[57] 摘要

本发明提供一种显微镜透镜阵列的制造方法。该方法包括使用光刻工艺在衬底的一面形成一圆柱形光刻胶掩模；应用回流工艺熔化光刻胶掩模，使其具有与显微镜透镜相对应的轮廓；使用等离子刻蚀将光刻胶掩模的轮廓传递到衬底上，在衬底上形成显微镜透镜；在显微镜透镜的表面上形成一光刻胶，其具有用来改进显微镜透镜的曲面的表面轮廓；以及通过等离子刻蚀方法刻蚀光刻胶，将光刻胶的弯曲轮廓传递到显微镜透镜的表面。通过这样的方法，可制造具有精确曲面、高数值孔径(NA)和低像差的高性能显微镜透镜。



ISSN 1008-4274

1. 一种显微透镜阵列的制造方法，包括：
应用光刻工艺在衬底的一面形成一圆柱形光刻胶掩模；
- 5 应用回流工艺熔化该光刻胶掩模，使该光刻胶掩模具有与显微透镜相对应的轮廓；
应用等离子刻蚀方法将该光刻胶掩模的轮廓传递到该衬底上，在该衬底上形成显微透镜；
在显微透镜表面上形成一光刻胶，其具有一用来改进显微透镜的曲面的表面轮廓；和
- 10 通过使用等离子刻蚀方法刻蚀该光刻胶，将该光刻胶的弯曲轮廓传递到显微透镜的表面。
2. 根据权利要求1的方法，其中，形成该光刻胶包括通过使用一灰度色标光掩模的光刻工艺形成该光刻胶。
- 15 3. 根据权利要求1的方法，其中形成该光刻胶包括通过使用电子束或激光束其中之一的直接写入的方法将该光刻胶曝光和构图。
4. 一种显微透镜阵列的制造方法，包括：
应用光刻工艺在衬底的一面形成一圆柱形光刻胶掩模；
应用回流工艺熔化该光刻胶掩模，使该光刻胶掩模具有与显微透镜相对
- 20 应的轮廓；
将该光刻胶掩模曝光且形成一预定图案，以改进该光刻胶掩模的曲面，并且将该光刻胶掩模显影；和
通过将该光刻胶掩模的轮廓传递到衬底的表面，形成具有与该光刻胶掩模相对应的轮廓的显微透镜，该光刻胶掩模的曲面通过等离子刻蚀方法被改
- 25 进。
5. 根据权利要求4的方法，其中，该光刻胶掩模的曝光和显影包括使用一灰度色标光掩模将该光刻胶掩模曝光和构图。
6. 根据权利要求4的方法，其中，该光刻胶掩模的曝光和显影包括通过使用电子束和激光束其中之一的直接写入的方法将该光刻胶掩模曝光和构
- 30 图。
7. 一种显微透镜阵列的制造方法，包括：

应用光刻工艺在衬底的一面形成一圆柱形光刻胶掩模;

应用回流工艺熔化该光刻胶掩模,使该光刻胶掩模具有与显微镜相对应的轮廓;

5 使用等离子刻蚀将该光刻胶掩模的轮廓传递到衬底上,在衬底上形成显微镜;

在衬底的另一面涂覆一光刻胶;

将该光刻胶构图,产生一可来改进显微镜的曲面的图案;和

使用等离子刻蚀将该光刻胶的轮廓传递到衬底的另一面。

8. 根据权利要求7的方法,其中将该光刻胶构图包括通过使用一灰度色标光-掩模的光刻工艺形成该光刻胶。

9. 根据权利要求7的方法,其中将该光刻胶构图包括通过使用电子束和激光束其中之一的直接写入的方法将该光刻胶曝光和构图。

显微透镜阵列的制造方法

5 技术领域

本发明涉及一种显微透镜的制造方法，更具体地涉及通过传递光刻胶掩模的轮廓来制造显微透镜阵列的方法。

背景技术

10 显微透镜在如显示器、成像装置和光通信系统的光束调焦和校准中都有广泛的应用。同样，显微透镜可以应用作为在如 CD 和 DVD 的光盘驱动器 (ODDS) 中用于记录或读取数据的光学拾取装置的物镜或校准镜。显微透镜阵列可以用作一平行光学头的物镜阵列，所述平行光学头通过多个拾取器可以在多条记录槽上同时写入或读出数据。

15 图 1A~1D 示出了制造现有显微透镜的方法的横断面视图。

如附图 1A 所示，光刻胶 2 被涂覆在衬底 1 上，所述衬底由硅、玻璃、熔融的硅石或石英形成。

如附图 1B 所示，通过光刻工艺将光刻胶 2 构图，形成一低圆柱形光刻胶掩模 2a。接着，在光刻胶掩模 2a 上进行一回流工艺，该回流工艺是在玻璃转变温度或更高，如约 150℃ 进行的热处理工艺。这样，光刻胶掩模 2a 通过回流工艺被熔化并且由于作用在其上的表面张力而形成一拱形。然后，如附图 1C 所示，通过使用得到的拱形光刻胶掩模 2b 作为一刻蚀掩模，在预定条件下，在真空室内使用诸如反应离子刻蚀的等离子刻蚀方法干法蚀刻衬底 1。因此，所述光刻胶掩模 2b 的拱形被传递到衬底 1 上。结果，具有球面的显微透镜 1a 以阵列形式被形成在衬底 1 上。

25 根据现有的方法，所述低圆柱形光刻胶掩模 2a 通过回流工艺被改变为拱形光刻胶掩模 2b。即所述光刻胶掩模 2b 不是非球面，而是球面。由于光刻胶掩模 2b 是球面并通过刻蚀工艺被传递到衬底 1 上，因此仅从光刻胶掩模 2b 获得一球面透镜。然而，当光线被这样的球面透镜聚焦时，产生球面像差。即，被透镜每个部分折射的光线不能聚焦在一精确点。很难在精密光

学装置中使用这样的球面透镜，如在需要避免球面像差的光学拾取装置中的物镜。

美国专利 No. 5,286,338 公开了一种应用等离子刻蚀方法制造非球面透镜的方法。在该方法中，当经回流工艺形成的拱形掩模如上所述地被传递到衬底上时，在掩模材料和衬底材料之间的刻蚀速度的比值逐渐变化，从而形成非球面透镜。这里，在刻蚀工艺中，通过连续改变刻蚀气体的混合比例来改变刻蚀速度的比值。然而，随着刻蚀深度的改变，掩模材料和衬底材料的表面积比例连续改变。另外，由于掩模的反应物和产物不同于衬底的反应物和产物，化学反应复杂并随时间连续变化。因此，当改变刻蚀气体的种类和混合比例时，要获得设计的非球形轮廓是极为困难的。

美国专利 No. 6,301,051 提供了一种形成非球面显微透镜阵列的方法。在该方法中，为了在具有光电回路的 IC 衬底上集成显微透镜阵列，一光刻胶被涂覆在具有平面聚丙烯层的衬底上，且然后使用灰度色标光刻法被构图。接着，通过干法刻蚀将光刻胶的轮廓传递到衬底上，因此获得了显微透镜阵列。然而在这种情况下，由于形成的光刻胶非常薄，厚度大约为 1 - 3 μm ，因此得到的显微透镜的高度仅仅为几 μm 。这使得获得大直径或高数值孔径 (NA) 的显微透镜是困难的。同样，由于该方法包括使用一灰度色标光-掩模的紫外线曝光工艺取代回流工艺，因此当将显微透镜制成具有较高高度时，显微透镜的曲面的粗糙度变得非常大。另外，由于显微透镜的曲面的精度仅依赖于灰度色标光-掩模的精度，所以得到的显微透镜的精度有限，而且不能获得具有低像差的显微透镜。

发明内容

本发明提供了一种具有高精度曲面、高数值孔径 (NAs) 和低像差的高性能显微透镜阵列的制造方法。

根据本发明的第一方面，提供了一种显微透镜阵列的制造方法，包括：
应用光刻工艺，在衬底的一面形成一圆柱形光刻胶掩模；

应用回流工艺熔化该光刻胶掩模，使该光刻胶掩模具有与显微透镜相对应的轮廓；

应用等离子刻蚀将光刻胶掩模的轮廓传递到衬底上，从而在衬底上形成显微透镜；

在显微透镜的表面上形成一光刻胶，其具有用来改进显微透镜的曲面的表面轮廓；和

应用等离子刻蚀方法刻蚀该光刻胶，将该光刻胶的弯曲轮廓传递至显微透镜的表面。

- 5 优选地，形成光刻胶包括通过使用一灰度色标光掩模的光刻工艺或通过使用电子束或激光束的直接写入的方法曝光和构图光刻胶。

根据本发明的第二方面，提供了一种显微透镜阵列的制造方法，包括：

应用光刻工艺，在衬底的一面形成一圆柱形光刻胶掩模；

- 10 应用回流工艺融化光刻胶掩模，使光刻胶掩模具有与显微透镜相对应的轮廓；

将光刻胶掩模曝光形成一预定的图案，以改进光刻胶掩模的曲面，然后将光刻胶掩模显影；和

通过将光刻胶掩模的轮廓传递到衬底上，形成具有与光刻胶掩模相对应的轮廓的显微透镜，该光刻胶掩模的曲面通过等离子刻蚀被改进。

- 15 优选的，曝光和显影光刻胶掩模包括使用一灰度色标光-掩模或通过使用电子束或激光束的直接写入的方法来曝光和构图光刻胶掩模。

根据本发明的第三方面，提供了一种显微透镜阵列的制造方法，包括：

应用光刻工艺，在衬底的一面形成一圆柱形光刻胶掩模；

- 20 应用回流工艺融化光刻胶掩模，使光刻胶掩模具有与显微透镜相对应的轮廓；

应用等离子刻蚀将光刻胶掩模的轮廓传递到衬底上，从而在衬底上形成显微透镜；

在衬底的另一侧涂覆一光刻胶；

将所述光刻胶构图，以形成一用来改进显微透镜的曲面的图案；和

- 25 应用等离子刻蚀将光刻胶的轮廓传递到衬底的另一侧。

优选的，构图光刻胶包括通过光刻工艺曝光和构图光刻胶，该光刻工艺是使用灰度色标光刻法和应用电子束或激光束的直接写入方法的其中之一。

附图说明

- 30 本发明的上述和其他特性及优点通过其优选实施例的详细描述并结合附图得到阐明，在附图中：

附图 1A~1D 示出了制造显微透镜阵列的现有方法的例子的横截面视图;

附图 2A~2G 示出了根据本发明的第一实施例的制造显微透镜阵列方法的横截面视图;

附图 3A~3F 示出了根据本发明的第二实施例的制造显微透镜阵列方法的横截面视图; 以及

附图 4A~4G 示出了根据本发明的第三实施例的制造显微透镜阵列方法的横截面视图。

具体实施方式

10 第一实施例

如附图 2A 所示, 光刻胶 20 被涂覆在衬底 10 上, 所述衬底由硅、玻璃、熔融的硅石和石英的其中之一形成。

如附图 2B 所示, 使用现有光刻工艺将光刻胶 20 构图, 形成一低圆柱形光刻胶掩模 21。所述光刻胶掩模 21 通过加热到玻璃转变温度或更高, 如约 15 150°C 而被回流。在回流工艺中, 表面张力和重力作用于所述光刻胶掩模 21 上。这样, 如附图 2C 所示, 光刻胶掩模 21 被形成为拱形(或半球形)。使用拱形光刻胶掩模 21 作为一刻蚀掩模, 在预定条件下使用等离子刻蚀方法干法刻蚀衬底 10。这样, 光刻胶掩模 21 的拱形被传递到衬底 10 上, 从而获得球面显微透镜 11 的阵列, 如附图 2D 所示。

20 如附图 2E 所示, 一光刻胶 30 以预定厚度被涂覆在衬底 10 上并且利用一灰度色标光掩模在紫外线(UV)下被曝光。所述灰度色标光掩模经过恰当的设计, 使得不同强度的紫外线透射灰度色标光掩模 40 的不同部分, 从而形成非球面形的光刻胶 30。为了得到灰度色标光掩模 40, 球面显微透镜 11 的表面轮廓被测量并且与设计规格相比较。接着, 光刻胶 30 其间的刻蚀深度 25 差用数字表示。然后, 为了根据用数字表示的数据进一步刻蚀光刻胶 30, 灰度色标光掩模 40 被制成用来补偿刻蚀深度差。这里, 灰度级被设置成图像化, 用于补偿光刻胶 30 的刻蚀深度。

如附图 2F 所示, 通过等离子刻蚀方法蚀刻衬底 10 和光刻胶 30。这样, 光刻胶 30 的非球面轮廓被传递到显微透镜 11。其结果为, 如附图 2G 所示, 30 具有非球面显微透镜 12 的最终物镜阵列被形成在衬底 10 上。

在本实施方式中, 利用球面光刻胶掩模 21 作为一刻蚀掩模刻蚀衬底 10,

从而形成球面显微透镜 11。接着，另一光刻胶 30 被涂覆在衬底 10 上并通过一灰度色标光-掩模被曝光。之后，衬底 10 和光刻胶 30 被刻蚀，使得所述球面显微透镜 11 变为非球面。

第二实施例

- 5 如附图 3A 所示，光刻胶 20 被涂覆在衬底 10 上，所述衬底由硅、玻璃、熔融的硅石和石英的其中之一形成。

如附图 3B 所示，通过现有的光刻工艺将光刻胶 20 构图，形成一低圆柱形光刻胶掩模 21。应用回流工艺，该光刻胶掩模 21 被加热到玻璃转变温度或更高，例如，大约为 150℃。在回流工艺中，表面张力和重力作用在光刻
10 胶掩模 21 上。这样，如附图 3C 所示，该光刻胶掩模 21 被形成为拱形(或半球形)。

如附图 3D 所示，光刻胶掩模 21 利用一灰度色标光-掩模 40 在紫外线(UV)下被曝光。为了制造该灰度色标光-掩模 40，球面光刻胶掩模 21 的表面轮廓被测量并与设计规格相比较。接着，光刻胶掩模 21 其间的刻蚀深度差用数字
15 表示。之后，为了进一步刻蚀光刻胶 30 以补偿刻蚀深度差，灰度色标光-掩模 40 被制造用于补偿刻蚀深度差。这里，灰度级被设置成图像化，从而补偿光刻胶掩模 21 的刻蚀深度。

如附图 3D 所示，在利用灰度色标光掩模在 UV 光下曝光光刻胶掩模 21 后，光刻胶掩模 21 被显影，得到一非球面表面。

- 20 如附图 3E 所示，利用非球面光刻胶掩模 21 作为一刻蚀掩模，在预定的条件下使用等离子刻蚀方法干法刻蚀衬底 10。从而，光刻胶掩模 21 的非球面轮廓被传递到衬底 10 上。其结果为，如附图 3F 所示，具有非球面表面的显微透镜 12 的阵列被形成在衬底 10 上。

第三实施例

- 25 如附图 4A 所示，光刻胶 20 被涂覆在衬底 10 上，所述衬底由硅、玻璃、熔融的硅石和石英的其中之一形成。

如附图 4B 所示，通过现有的光刻工艺将光刻胶 20 构图，形成一低圆柱形光刻胶掩模 21。应用回流工艺，将该光刻胶掩模 21 加热到玻璃转变温度或更高，例如，大约为 150℃。在回流工艺中，表面张力和重力作用在光刻
30 胶掩模 21 上。这样，如附图 4C 所示，该光刻胶掩模 21 形成了拱形(或半球形)。利用拱形光刻胶掩模 21 作为一刻蚀掩模，在预定的条件下使用等离子

刻蚀方法干法刻蚀衬底 10。从而，光刻胶掩模 21 的拱形被传递到衬底 10 上，从而获得具有球面的显微透镜 11 的阵列。

如附图 4C 所示，使用等离子刻蚀方法如反应离子刻蚀在真空室中刻蚀掩模 21 和衬底 10，因而在衬底 10 上形成显微透镜 11 的阵列，如附图 4D 5 所示。

如附图 4E 所示，一光刻胶 30 以预定的厚度被涂覆在衬底 10 的背面并利用一灰度色标光-掩模在紫外线(UV)下被曝光。所述灰度色标光-掩模 40 被恰当地设计，使得不同强度的 UV 线透射灰度色标光-掩模 40 的不同部分，从而形成非球面形的光刻胶 30。为了得到灰度色标光-掩模 40，球面显微透 10 镜 11 的表面轮廓被测量。然后，灰度色标光掩模 40 被设计，使得光刻胶 30 被曝光且形成与非球面凹透镜的轮廓对应的图案，这样可以补偿由显微透镜 11 产生的球面像差。

如附图 4F 所示，设置于衬底 10 下面的光刻胶 30 被刻蚀，使得光刻胶 30 的非球面凹面轮廓被传递到衬底 10 的底部。结果为，如附图 4G 所示， 15 凹面补偿透镜装置 12 被形成在衬底 10 的底部，这样就完成了显微透镜阵列的制备。

根据本发明的又一实施例，为了校正球面显微透镜或球面光刻胶掩模的轮廓，可使用电子束或激光束取代使用灰度色标光掩模的光刻工艺。在这种情况下，使用直接写入(direct write)的方法，电子束或激光束的强度可被改变， 20 以得到理想形状的光刻胶。

同样，当设计一灰度色标光掩模时，有可能部分改变灰度级，使得诸如菲涅尔透镜或光栅的衍射元件可被同时形成并与透镜的曲面重叠。这使得物镜不仅补偿球面像差，而且补偿色散。此外，即使应用直接写入的方法，相应于衍射元件的图案可被形成在光刻胶上。

25 同样，在使用一灰度色标光掩模或电子束或激光束进行第二次曝光工艺以校正显微透镜表面轮廓的误差后，可进行第二次回流工艺。即：衬底被加热到玻璃转变温度或更高，从而部分融化光刻胶。这样，在不明显改变影响光学特性的表面轮廓时，显微透镜的表面粗糙度可以得到改善。

综上所述，根据本发明的一个实施例，制造球面透镜的方法包括对光刻 30 胶进行回流工艺然后进行等离子刻蚀。球面透镜的轮廓被测量并与设计规格相比较。这样，误差就被计算出来而且得到校正。通过形成具有显微透镜形

状的、非常薄的光刻胶，所述误差得到校正。换句话说，通过制造球面透镜的方法粗略形成显微透镜的轮廓，然后非球面误差被精确调整。根据本发明，与现有方法相比，显微透镜的曲面精度被提高。根据本发明制造物镜的方法包括以下优点：

- 5 (i). 通过使制造显微透镜阵列的现有方法增加几个工艺，可获得性能改进的显微透镜。
 - (ii). 只要能精确形成用于轮廓校正的灰度色标光掩模，或能精确控制电子束或激光束的强度轮廓，由于其他工艺变量可被固定，整个制造过程是相对简单的。
- 10 (iii). 补偿轮廓可被应用在各种显微透镜表面，如截面的非球面、双面非球面、和形成衍射图案的折射表面。
 - (iv). 相比较于使用灰度色标光-掩模的制造球面透镜或非球面透镜的现有方法，本发明可获得高曲面精度和良好的表面粗糙度。其结果为，可以制造具有高 NA 和低像差的显微透镜。
- 15 (v). 通过制造一主模，根据本发明的方法适用于大规模生产。

尽管参考优选实施例具体显示和描述了本发明，但可以理解，在不脱离由权利要求所限定的本发明的精神和范围下，本领域的普通技术人员可作出各种形式和细节的改变。

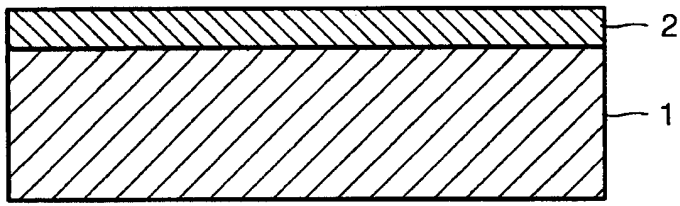


图 1A

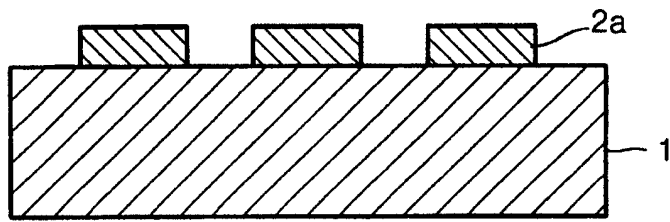


图 1B

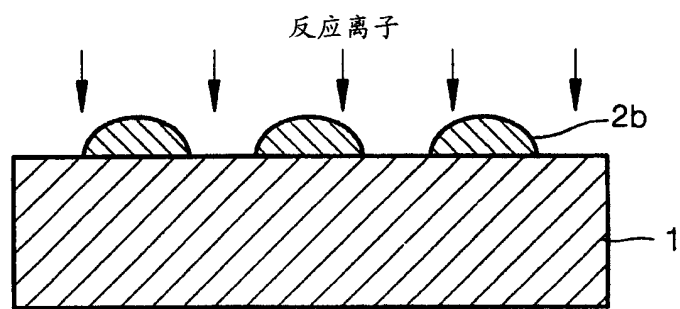


图 1C

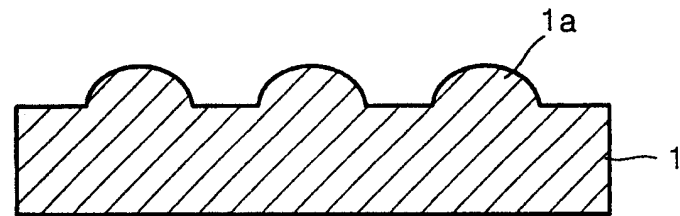


图 1D

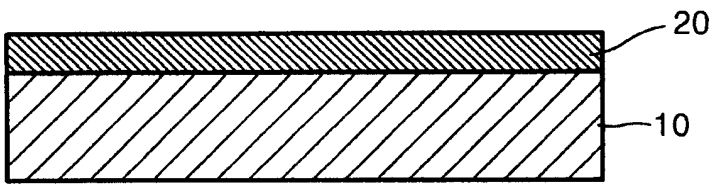


图 2A

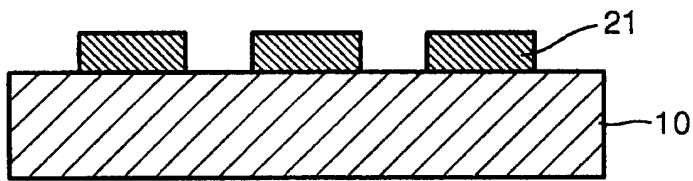


图 2B

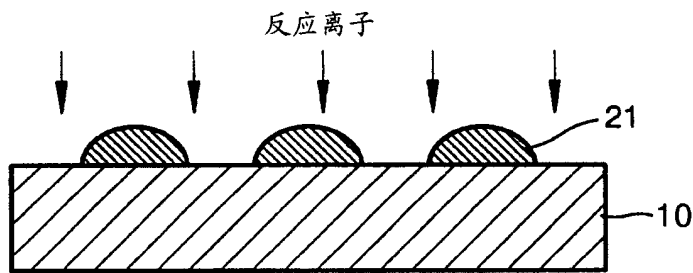


图 2C

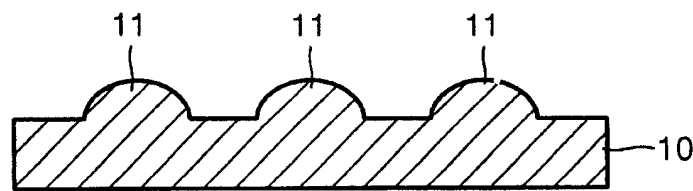


图 2D

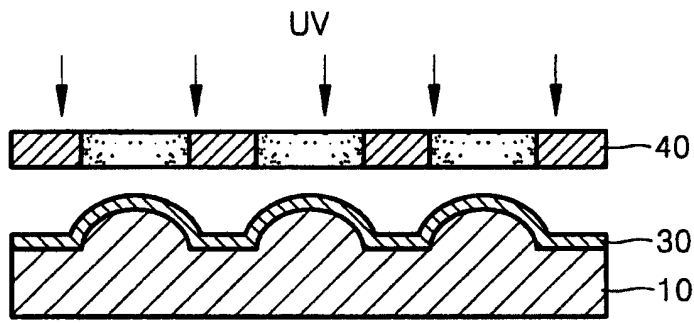


图 2E

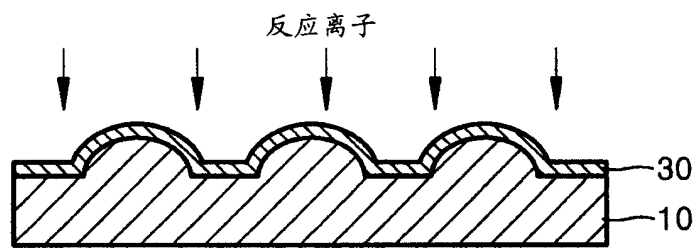


图 2F

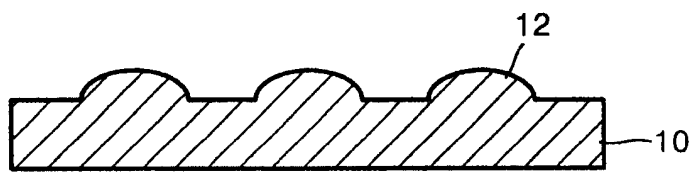


图 2G

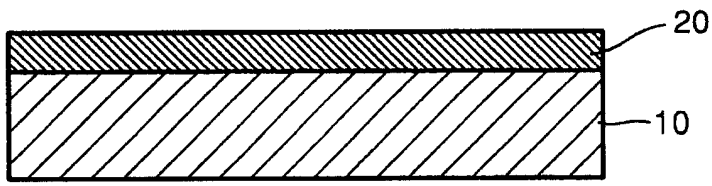


图 3A

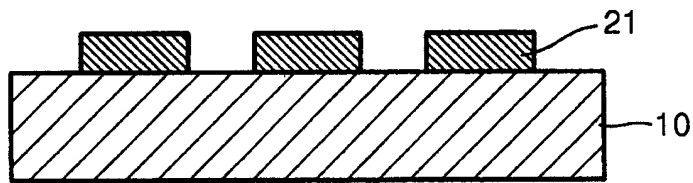


图 3B

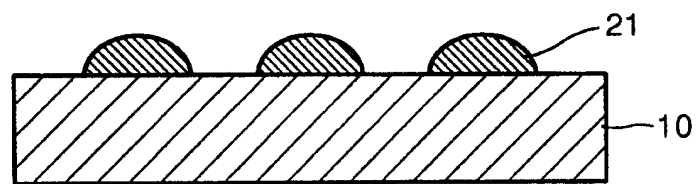


图 3C

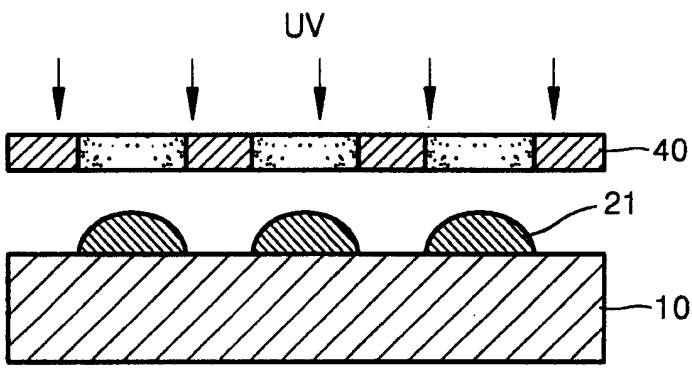


图 3D

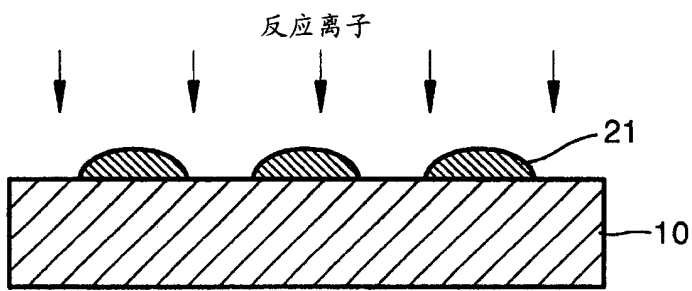


图 3E

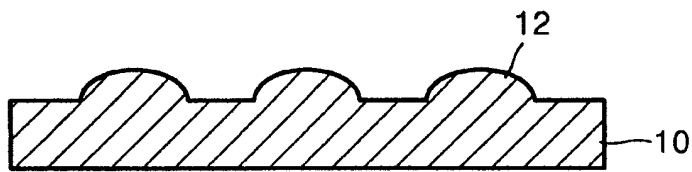


图 3F

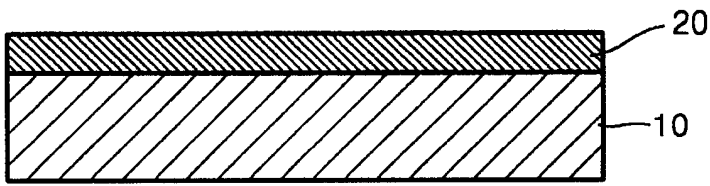


图 4A

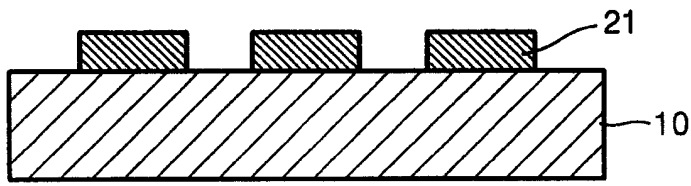


图 4B

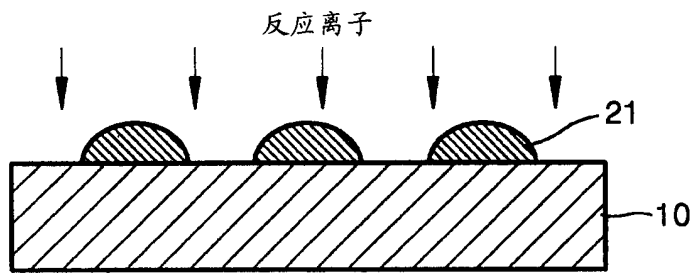


图 4C

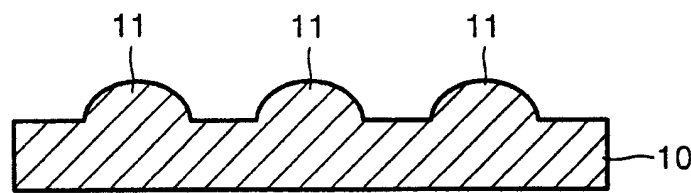


图 4D

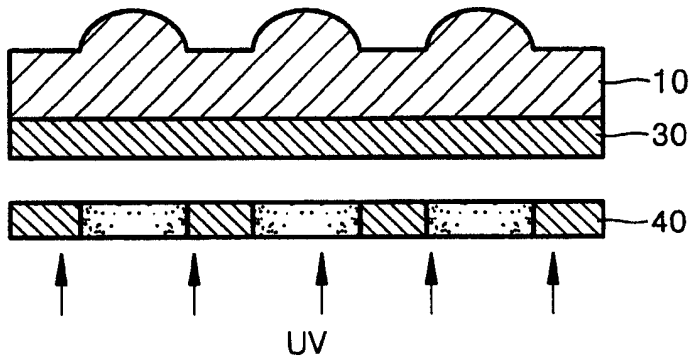


图 4E

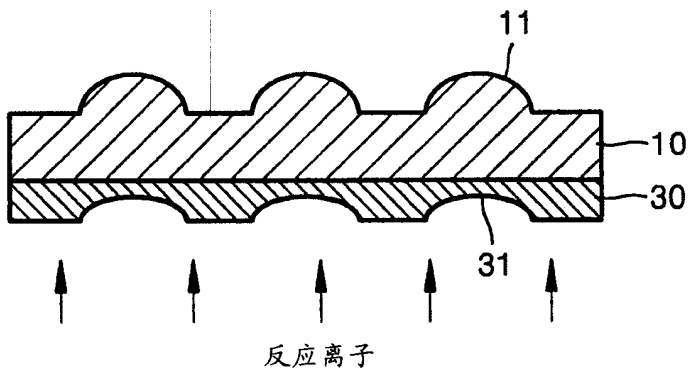


图 4F

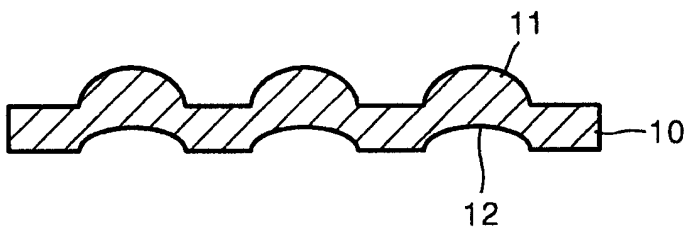


图 4G