



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101112789 B

(45) 授权公告日 2012. 04. 25

(21) 申请号 200710139105. 5

(22) 申请日 2007. 07. 25

(30) 优先权数据

202802/2006 2006. 07. 26 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 今田彩 田透

(74) 专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293

代理人 于振强

(51) Int. Cl.

B29C 59/02 (2006. 01)

B29C 33/42 (2006. 01)

G11B 5/84 (2006. 01)

H01L 21/027 (2006. 01)

审查员 黄璐

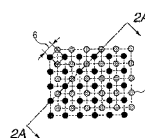
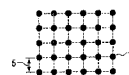
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

制造图案化结构的工艺

(57) 摘要

一种用于制造图案化结构的工艺,包括:压印第一图案,其通过抵着压印工作层来压下表面上具有凸起-凹陷配置的压模;以及,压印第二图案,其通过将压模从第一图案的位置相对位移到该压印工作层上的另一位置,然后抵着压印工作层压下该压模。



1. 一种用于制造图案化结构的工艺,该工艺包括:

压印第一图案,其通过抵着压印工作层来压下表面上具有凸起-凹陷配置的压模;以及

压印第二图案,其通过将所述压模从所述第一图案的位置相对位移到所述压印工作层上的另一位置,然后抵着所述压印工作层压下所述压模,

其中,形成所述第一图案的区域与形成所述第二图案的区域交叠,

其中,所述压印工作层包括热塑料材料,并且

其中,所述第二图案在不同于形成所述第一图案的条件下形成,以便形成与所述第一图案的凹陷或者凸起相同形状的所述第二图案的凹陷或者凸起。

2. 根据权利要求1所述的用于制造图案化结构的工艺,其中在所述压模表面上的所述凸起-凹陷配置包括布置为四角晶格的凸起或者凹陷,并且所述第二图案的凹陷或者凸起在所述压印工作层上的所述第一图案的四角晶格布置的四角单元晶胞的重心位置上形成。

3. 根据权利要求1所述的用于制造图案化结构的工艺,其中在所述压模表面上的所述凸起-凹陷配置包括布置为三角晶格的凸起或者凹陷;所述第二图案的凹陷或者凸起在所述压印工作层上的所述第一图案的所述三角晶格布置的三角单元晶胞的重心位置上形成;并且进一步,第三图案的凹陷或者凸起在所述第一图案的三角晶格布置的三角单元晶胞的重心位置上形成,其中在该重心位置上尚未形成所述第二图案的凹陷或者凸起。

4. 根据权利要求1所述的用于制造图案化结构的工艺,其中通过改变至少一个以下条件来调整形成所述第二图案的条件:加热所述压印工作层和所述压模的温度、压下所述压模的压强以及压下所述压模的时间。

制造图案化结构的工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于制造图案化结构的工艺,具体地涉及用于通过重复压印操作而制造具有纳米尺度图案的结构的工艺。

背景技术

[0002] 用于形成精细图案的已知技术包括光刻法、电子射线曝光、X 射线曝光以及纳米压印光刻。光刻法技术在美国专利 No. 5, 472, 812 中公开;电子射线曝光技术在日本专利特开 No. 2003-068618 中公开;X 射线曝光技术在日本专利申请公开 No. 2004-296780 中公开;以及纳米压印光刻技术在美国专利申请公开 No. 2005/064054 中公开。用于如电子射线制图和离子束制图的对图案进行直接制图的这种技术要求较长时间以便形成较精细的图案。因此,以较低成本在大规模生产中形成精细图案主要通过以下步骤实施:精确准备用于 X 射线曝光、UV 射线曝光的掩模;通过光刻术或者纳米压印光刻在较短时间内集中地直接制图并形成图案而进行压制成型。

[0003] 然而,在上述技术的任一技术中,形成的结构的精细度是有限的。电子射线曝光技术是目前最精确的,其能够形成直径为 10nm 的单个点,但是不能够以 20nm 或者更小的点布置间距轻易形成这种尺寸的点的布置。

[0004] 用于形成精细结构的其它已知方法包括铝或者类似材料的阳极氧化,和通过利用分子自组织结构的由下而上(bottom-up)工艺。铝的阳极氧化在美国专利申请公开 No. 2004/206632 中公开,并且用于精细结构形成的由下而上工艺在美国专利 6, 602, 620 中公开。这些方法适合于在较大区域中形成规则的周期结构,而不适合于形成任意结构。

发明内容

[0005] 本发明旨在提供一种用于制造具有纳米尺度图案的结构的较简单方法。

[0006] 本发明致力于一种用于制造图案化结构的工艺,该工艺包括:压印第一图案,其通过抵着压印工作层(imprint-work layer)来压下表面上具有凸起-凹陷配置的压模;以及压印第二图案,其通过将压模从第一图案的位置相对位移到压印工作层上的另一位置,然后抵着该压印工作层压下压模,其中,形成所述第一图案的区域与形成所述第二图案的区域交叠。

[0007] 压模表面上的凸起-凹陷配置可以包括布置为四角晶格的凸起或者凹陷,并且第二图案的凸起或者凹陷在压印工作层上第一图案的四角晶格布置的四角单元晶胞(cell)的重心位置上形成。

[0008] 压模表面上的凸起-凹陷配置可以包括布置为三角晶格的凸起或者凹陷;第二图案的凹陷或者凸起在压印工作层上第一图案的三角晶格布置的三角单元晶胞的重心位置上形成;以及进一步,第三图案的凹陷或者凸起在第一图案的三角晶格布置的三角单元晶胞的重心位置上形成,其中在该重心位置上尚未形成第二图案的凹陷或者凸起。

[0009] 本发明致力于一种用于制造图案化结构的工艺,其中压印工作层包括热塑料材

料。

[0010] 第二图案可以在不同于形成第一图案的条件的条件下形成,以便形成与第一图案的凹陷或者凸起相同形状的第二图案的凹陷或者凸起。

[0011] 形成第二图案的条件可以通过至少改变以下条件之一来调整:加热压印工作层和压模的温度、压下压模的压强以及压下压模的时间。

[0012] 本发明使得能够通过简单工艺实现纳米尺度结构的制造。

[0013] 根据参考附图的下文示例性实施方式的描述,本发明的其它特征将变得显见。

[0014] 附图说明

[0015] 图 1A、图 1B 和图 1C 示出了用于制造具有本发明示例 1 中的四角形晶格图案的结构工艺;

[0016] 图 2A、图 2B 和图 2C 示出了由随后的压制引起的热塑料压印工作层中已经形成的凹陷形状的改变;以及

[0017] 图 3A、图 3B、图 3C 和图 3D 示出了用于制造具有本发明示例 3 中的三角形晶格图案的结构工艺。

具体实施方式

[0018] 本发明使得能够构成用于制造图案化结构的工艺,其中形成在基底上的热塑料树脂或者类似的热塑料材料层通过压模压制两次或者两次以上。这种重复的压印使得在结构上形成的图案能够比在压模上的凸起或者凹陷的布置图案(下文中称为“压模图案”)更精细。

[0019] 本发明的压模在其表面上具有压模图案(凸起-凹陷)。承载凸起或者凹陷的压模的基材包括硅(Si)和镍(Ni)。凸起的示例包括直径为 100nm 并且高为 200nm 的圆柱形凸起,以及直径为 50nm 并且高为 150nm 的圆柱形凸起。

[0020] 通过加热压印工作层以便降低该层的硬度、抵着该层压下压模、冷却该层和压模并且从该层去除压模,可以以较低的压强将压模的凸起-凹陷更精确地印在压印工作层上。压模上的凸起或者凹陷,或者压印工作层上的图案的凹陷或者凸起在下文中称为“图案构成元素”。压印工作层的材料不需要是热塑性到以下的程度,即该材料允许通过压制而精确转印压模的凸起-凹陷形状。

[0021] 压模不必压在压印工作层的整个表面区域上,而可以局部地压在该层的一部分。压印工作层上的待压制区域在下文中称为“图案形成区域”。

[0022] 在本发明的实施方式中,通过以下步骤在压印工作层上压印压模上的图案。首先,抵着压印工作层的图案形成区域压下具有纳米尺度的凸起-凹陷图案的压模,以便在其上压印第一图案(第一图案压印步骤)。然后移动压模和工件中的一个或者两个以便从第一图案的位置对压模进行位移,并且至少在图案形成区域的一部分压下压模以便形成第二图案(第二图案压印步骤)。通过上述步骤,比压模图案更精细、由第一图案和第二图案组成的图案可以在工件上形成。通过重复对压印工作层上的图案进行压印而形成的图案有时被称为“复式图案(multiple pattern)”。

[0023] 图案压印可以进行三次或者更多次。进行第二压印或者后续压印以便在不同于已经在图案形成区域中形成的图案构成元素的位置的位置处形成凹陷或者凸起。为了不引起

复式图案中凹陷或者凸起的重叠,优选地使得图案中凹陷或者凸起的尺寸比待形成在压印工作层上的最终复式图案中的周期间隔小。例如,使得压模的圆柱形凸起比周期间隔小。

[0024] 通过优化第二图案压印中的压模位置,可以在所得的双重图案中降低的周期间隔来形成类似于第一图案的图案。例如,当使用具有在间距为 A (参考图 1B 中的参考号 5) 的四角晶格图案中凸起的压模时,调整在第二压印处的压模位置以便将第二图案的构成元素带到第一图案的四角单元晶胞的重心上。作为结果,由第一图案和第二图案形成的双重图案是具有间距 (参考图 1C 中的参考号 6) 为 $A' = A/\sqrt{2}$ 的四角晶格 (图 1A-1C)。类似地,当使用具有间距为 B (参考图 3B 中参考号 7) 的三角晶格图案的压模时,调整第二压印中的压模位置以便将第二图案的构成元素带到第一图案的三角单元晶胞的重心上。进一步,调整第三压印处的压模位置以便将第三图案的构成元素带到尚未形成第二图案凹陷的第一图案的三角单元晶胞的重心上。作为结果,第一、第二以及第三图案构成的三重图案变为具有间距为 $B' = B/\sqrt{3}$ (参考图 3D 中的参考号 8) 的三角晶格 (图 3A-3D)。通过参考在压印工作层中提供的排列标记,或者通过在压电极上放置压印工作层来调整压模位置。

[0025] 在图案形状通过热压印而压印在热塑料压印工作层上的情况下,通过预先压印形成的图案的凹陷或凸起可能通过加热随后的热压印而变形。例如,当使用由厚度为 200nm 的聚甲基丙烯酸甲酯 (下文中称为 PMMA) 和 Si 衬底构成的工作件,并且在 120°C 和 1tonf/cm² 的条件下进行一分钟的第一图案形成和第二图案形成时 (其中压模具有在四角晶格中布置为间距为 300nm 的直径为 100nm 并且高度为 200nm 的圆柱形凸起),图 2A 中所示的第一图案的凹陷通过施加给周围部分的加热和压强而变形,从而引起深度降低,如图 2B 中所示。另一方面,形成的在第二图案中凹陷 4 与变形之前在第一图案压印处已经形成的凹陷 3 具有相同形状。

[0026] 为了获得两个图案的构成元素的相同形状,图案形成条件应该分别针对两个图案而改变。在本发明中,可以通过调整图案形成条件而防止图案构成元素的形状不同,其中图案形成条件诸如加热温度、压印压强以及压印时间。例如,在第二图案形成中,调整加热温度、压制压强以及压制时间中的至少一个条件:将它们调整为较低加热温度、较高压印压强或者较长压印时间。

[0027] (示例)

[0028] (示例 1)

[0029] 通过在 Si 衬底上进行旋涂而通过厚度为 200nm 的 PMMA 形成压印工作层。

[0030] 压模 1 具有布置为 300nm 间距的四角晶格的直径为 100nm 并且高度为 200nm 的圆柱形凸起,压模 1 通过光刻法蚀刻为镍 (Ni) 的压模基材的表面而制备 (图 1)。

[0031] 压模 1 固定在具有相反于压印工作层的压模的凸起 2 的压电极上。将压印工作层和压模 1 加热到 120°C,并且以 1tonf/cm² 的压强抵着压印工作层而压下压模一分钟。然后将压印工作层和压模 1 冷却到 60°C,并且去除压模 1。由此,具有对应于凸起 2 的凹陷 3 的第一图案以三角晶格形成 (间距 5 : $A = 300\text{nm}$) (图 1B)。压印工作层中形成图案的区域命名为图案形成区域。

[0032] 然后,压模 1 从第一图案的位置相对位移到另一位置,以便通过参考排列标记并且通过使用压电极而将凸起 2 带到第一图案的三角构成单元晶胞的重心上。

[0033] 第二图案的凹陷在压印第一图案的相同条件下利用压模 1 而形成。所得到的第一

图案和第二图案构成的双重图案具有三角晶格布置,该三角晶格布置在从第一图案的布置方向平移 45° 角的布置方向上具有 $A' = A/\sqrt{2} = 212\text{nm}$ 的间距 6 (图 1C)。

[0034] (示例 2)

[0035] 第一图案在如示例 1 的相同条件下压印。第二图案在 80°C 并且 $1\text{tonf}/\text{cm}^2$ 条件下压印一分钟。在所得到的双重图案中,第一图案的凹陷深度变得略微降低,然而第二图案的凹陷具有比如刚压印出的第一图案的初始深度小的深度。因此,使得第一图案和第二图案的凹陷深度基本相等。当用于第二图案压印的温度设置为较低时,调整压印压强为较高,或者调整压印时间为较长。

[0036] (示例 3)

[0037] 制备压模 1,其具有在为镍 (Ni) 的压模基材的表面上布置为间距 7 为 $B = 300\text{nm}$ 的三角晶格的,直径为 100nm 并且高度为 200nm 的圆柱形凸起 2 (图 3)。

[0038] 第一图案的凹陷 3 以如示例 1 中的相同方式形成 (图 3B)。

[0039] 对于第二图案压印,调整压模位置以便在第一图案的三角晶格布置的三角单元晶胞的重心处形成凹陷。然后压印第二图案 (图 3C)。

[0040] 对于第三图案压印,进一步调整压模位置以便在还未形成第二图案的凹陷的第一图案的三角晶格布置的三角单元晶胞的重心处形成凹陷。然后压印第三图案 (图 3C)。

[0041] 所得到的通过第一、第二以及第三图案形成的三重图案是具有间距 8 为 $B' = B/\sqrt{3} = 173\text{nm}$ 的三角晶格图案 (图 3D)。

[0042] 尽管已经参考示例性实施方式对本发明进行了描述,但是应该理解到本发明不限于所公开的示例性实施方式。所附权利要求书的范围根据宽泛解释,使得其包括所有修改和等效结构与功能。

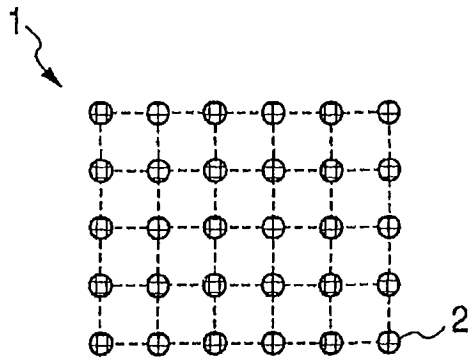


图 1A

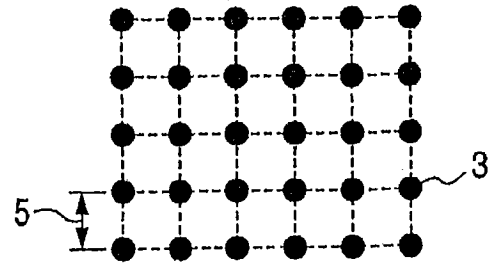


图 1B

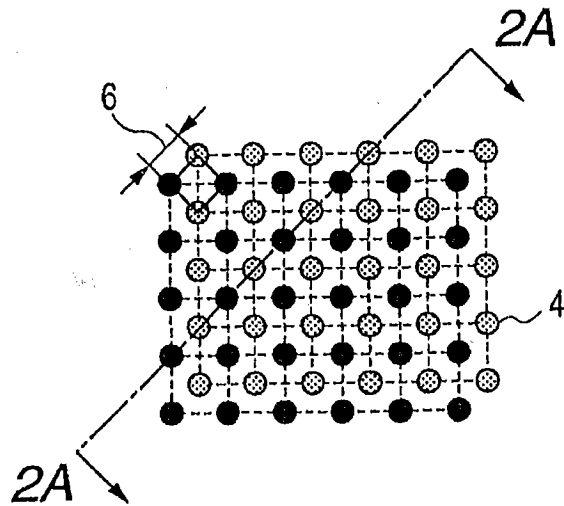


图 1C

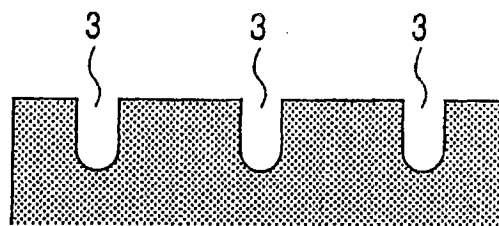


图 2A

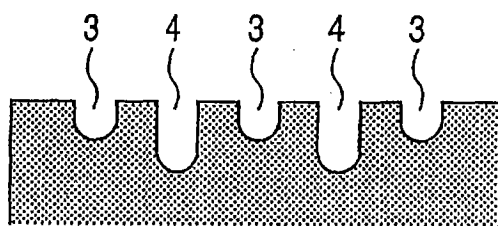


图 2B

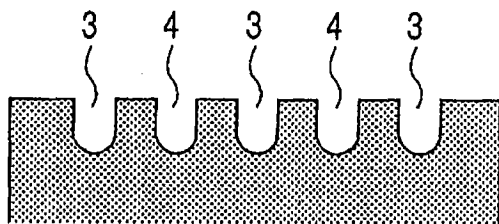


图 2C

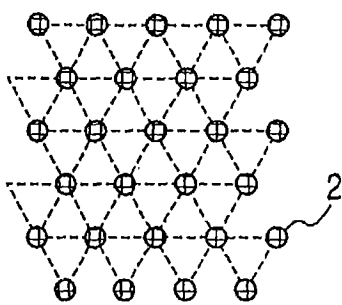


图 3A

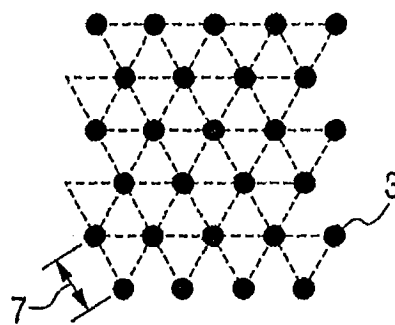


图 3B

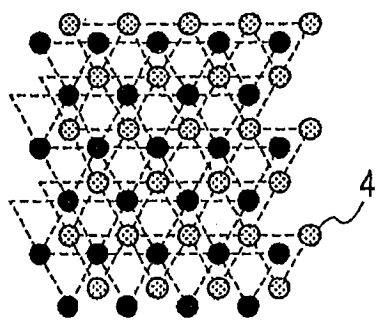


图 3C

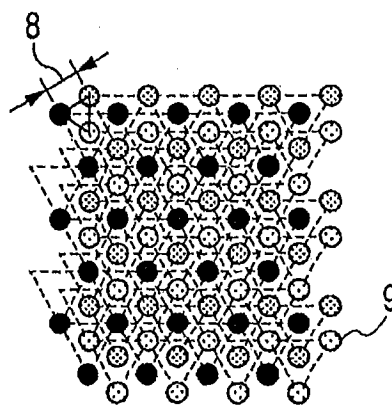


图 3D