



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101755237 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 09

(21) 申请号 200780050792. 1

(22) 申请日 2007. 12. 05

(30) 优先权数据

60/872, 802 2006. 12. 05 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2009. 07. 31

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2007/024854 2007. 12. 05

(87) PCT国际申请的公布数据

W02008/070087 EN 2008. 06. 12

(73) 专利权人 纳诺泰拉公司

地址 美国马萨诸塞州

专利权人 默克专利股份有限公司

(72) 发明人 B·T·迈耶斯 J·卡贝克

W·萨阿迪 G·M·怀特塞德斯

R·库格勒 M·库尔萨韦

J·卡尼修斯

(74) 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司

公司 11283

代理人 周建秋 王凤桐

(51) Int. Cl.

G03F 7/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2003071016 A1, 2003. 04. 17, 说明书第 [0016], [0021]–[0024] 段.

JP 2002086483 A, 2002. 03. 26, 全文.

CN 1840318 A, 2006. 10. 04, 全文.

CN 1800984 A, 2006. 07. 12, 全文.

CN 1726433 A, 2006. 01. 25, 全文.

审查员 申红胜

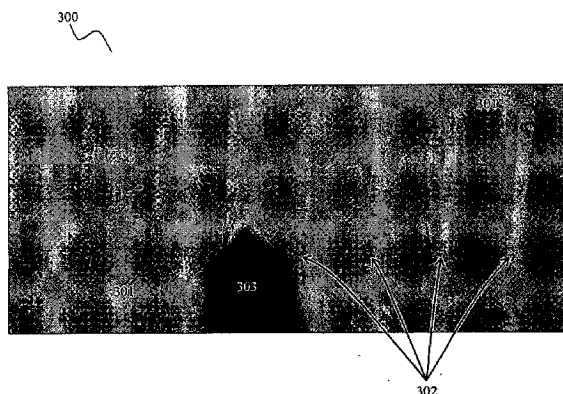
权利要求书1页 说明书20页 附图6页

(54) 发明名称

使表面形成图案的方法

(57) 摘要

本发明涉及使用接触印刷和浆料使表面形成图案的方法、该方法所使用的浆料、以及由该方法所形成的产品。



1. 一种用于在基底表面上形成表面特征的方法,该方法包括:

(a) 向基底表面均匀地施覆浆料,以形成涂覆的基底;

(b) 使印模的表面与所述涂覆的基底表面的区域接触,所述印模的所述表面具有至少一个印凹痕,该印凹痕与所述印模的所述表面上的图案相邻并限定该图案,所述接触在所述基底上产生由所述印模的所述表面上的图案限定的浆料的图案;以及

(c) 向所述基底的背部和所述印模的背部中的至少一者施加压力或真空,其中,该施加除去存在于所述印模的所述表面与所述基底之间的浆料,使得所述印模的所述表面与所述基底共形接触;以及

(d) 使所述浆料反应,以在所述基底上形成所述表面特征;

其中,所述印模的所述表面上的图案限定所述表面特征的横向尺寸,其中,该横向尺寸位于所述基底表面的平面内,并且

其中,所述表面特征的横向尺寸为 40nm-100 μ m,所述印模含有弹性体聚合物。

2. 一种用于在基底表面上形成表面特征的方法,该方法包括:

(a) 将浆料施覆于具有至少一个印凹痕的印模的表面,该印凹痕与所述印模的所述表面上的图案相邻并限定该图案,以提供涂覆的印模;

(b) 使所述涂覆的印模的表面与所述基底表面接触,以将所述浆料粘附于所述基底表面的区域;

(c) 向所述基底的背部和所述印模的背部中的至少一者施加压力或真空,其中,该施加除去存在于所述印模的所述表面与所述基底之间的浆料,使得所述印模的所述表面与所述基底共形接触;以及

(d) 使粘附于所述基底的所述区域的所述浆料反应,以在所述基底上形成所述表面特征;

其中,所述印模的所述表面上的图案限定所述特征的横向尺寸,其中,所述横向尺寸位于所述基底表面的平面内,并且

所述表面特征的横向尺寸为 40nm-100 μ m,所述印模含有弹性体聚合物。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,所述表面特征为减去的特征。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,所述浆料含有蚀刻剂。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,所述表面特征为增加的特征。

6. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,使所述基底的粘附有所述浆料的区域与所述印模的所述表面上的至少一个印凹痕接触。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,使所述浆料反应之后,从所述基底上移除所述印模。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,该方法包括,用选自以下的过程对所述印模和所述基底中的至少一者进行预处理:清洗、氧化、还原、衍生化、功能化、暴露于反应性气体、暴露于等离子体、暴露于热能、暴露于电磁辐射、以及它们的组合。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,施覆的所述浆料包括粘度为 1cP-10000cP 的浆料,且其中所述印模的所述表面上的图案的横向尺寸为 40nm-100 μ m。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,施覆的所述浆料包括含有二氧化硅玻璃颗粒、磷酸、水和聚乙烯基吡咯烷酮的浆料,且所述基板为 ITO。

使表面形成图案的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及使用接触印刷 (contact printing) 过程使表面形成图案的方法, 该接触印刷过程使用了印模 (stamp) 或弹性体模版以及浆料 (paste)。

背景技术

[0002] 使表面形成图案的方法是公知的, 并包括光刻技术、以及最近开发的软接触印刷技术 (soft-contact printing technique), 如“微接触印刷 (micro-contact printing)” (例如: 见美国专利 5512131)。

[0003] 传统的光刻方法尽管在所形成的表面特征 (surface feature) 的结构以及组成上是多样的, 但也很昂贵, 并且需要专用设备。此外, 光刻技术难于使非常大的和 / 或非刚性的表面形成图案, 如纺织品、纸、塑料等。

[0004] 已证明软平版印刷技术 (soft-lithographic technique) 具有以划算的、可再生的 (reproducible) 方式产生横向尺寸为 40nm 或 40nm 以下的表面特征的能力。然而, 使用这些技术可以形成的表面特征的范围有些受限制。

[0005] 本领域中已经使用浆料来形成具有复杂的结构的各种表面特征。通常, 通过丝网印刷、喷涂、喷墨印刷、或者注射沉积 (syringe deposition) 将浆料施覆于表面。然而, 由这些方法所产生的表面特征的横向尺寸有些受限制。

[0006] 需要能获得横向尺寸低于 100 μm 的接触印刷。

发明内容

[0007] 本发明涉及使用接触印刷技术使基底形成图案, 该接触印刷技术使用浆料以及其它组合物作为用于在基底上形成特征 (feature) 的油墨。通过本发明的方法所形成的表面特征的横向尺寸低于 100 μm , 并可以以划算、有效且可再生的方式使各种表面形成图案。

[0008] 本发明涉及一种用于在基底上形成特征的方法, 该方法包括:

[0009] (a) 提供具有表面的印模, 该表面包含至少一个印凹痕 (indentation), 该印凹痕与所述印模的所述表面上的图案相邻并限定了该图案;

[0010] (b) 将浆料施覆于所述印模的所述表面, 以提供涂覆的印模;

[0011] (c) 使该涂覆的印模的所述表面与基底接触, 使所述浆料粘附至所述基底的区域; 以及

[0012] (d) 使粘附至所述基底的所述区域的所述浆料反应, 以在所述基底上产生特征;

[0013] 其中, 所述印模的所述表面上的图案限定了该表面特征的横向尺寸, 并且, 其中, 该表面特征的横向尺寸为约 40nm–100 μm 。

[0014] 本发明涉及一种用于在基底上形成特征的方法, 该方法包括:

[0015] (a) 提供具有表面的弹性体印模, 该表面包含至少一个印凹痕, 该印凹痕与所述弹性体印模的所述表面上的图案相邻并限定了该图案;

[0016] (b) 将油墨施覆于所述弹性体印模的所述表面, 以形成涂覆的弹性体印模;

[0017] (c) 使所述涂覆的弹性体印模的所述表面与基底接触,该接触的时间足以将油墨从所述弹性体印模的所述表面转移至由所述弹性体印模的所述表面上的图案限定的图案内的基底的区域;

[0018] (c) 从所述基底上移除所述弹性体印模;

[0019] (d) 将浆料施覆于所述基底的未被该油墨图案涂覆的区域;以及

[0020] (e) 使所述浆料与所述基底的未被所述油墨图案涂覆的区域反应,以在所述基底上产生特征;

[0021] 其中,所述油墨图案限定了该表面特征的横向尺寸,并且,其中该表面特征的横向尺寸为约 40nm-100 μ m。

[0022] 本发明涉及一种用于在基底上形成特征的方法,该方法包括:

[0023] (a) 将浆料施覆于基底,以形成涂覆的基底;

[0024] (b) 提供具有表面的印模,该表面包含至少一个印凹痕,该印凹痕与所述印模的所述表面上的图案相邻并限定了该图案;

[0025] (c) 使所述印模的所述表面与所述涂覆的基底的区域接触,以在由所述印模的所述表面上的图案所限定的所述基底上产生浆料的图案;以及

[0026] (d) 使所述浆料反应,以在所述基底上形成特征;

[0027] 其中,所述印模的所述表面上的图案限定了该表面特征的横向尺寸,并且,其中,该表面特征的横向尺寸为约 40nm-100 μ m。

[0028] 本发明涉及一种用于在基底上形成特征的方法,该方法包括:

[0029] (a) 提供具有表面的弹性体模版,该表面上具有开口;

[0030] (b) 使所述弹性体模版的所述表面与基底接触,其中该弹性体模版上的所述开口暴露了所述基底的一部分区域;

[0031] (c) 将浆料施覆于所述基底的该暴露区域;以及

[0032] (d) 使施覆至所述基底的所述暴露区域的所述浆料反应,以在该基底上产生特征;

[0033] 其中,所述弹性体模版中的所述开口的横向尺寸限定了通过使所述浆料反应而产生的表面特征的横向尺寸,并且,其中,该表面特征的横向尺寸为约 40nm-100 μ m。

[0034] 在一些实施方式中,粘附有所述浆料的所述基底区域与所述印模的所述表面接触。在一些实施方式中,粘附有所述浆料的所述基底区域与所述印模的所述表面共形接触(conformal contact)。在一些实施方式中,粘附有所述浆料的所述基底区域与所述印模的所述表面上的至少一个印凹痕接触。在一些实施方式中,粘附有所述油墨图案的所述基底区域与所述弹性体印模的所述表面接触。在一些实施方式中,粘附有所述油墨图案的所述基底区域与所述弹性体印模的所述表面共形接触。

[0035] 在一些实施方式中,该方法还包括用选自以下的方法对所述印模和所述基底中的至少一者进行预处理:清洗、氧化、还原、衍生化(derivatizing)、功能化(functionalizing)、暴露于反应性气体、暴露于等离子体、暴露于热能、暴露于电磁辐射、以及它们的组合。

[0036] 在一些实施方式中,所述印模含有弹性体聚合物。

[0037] 在一些实施方式中,所述接触包括使所述印模、所述弹性体印模、或所述弹性体模

版的所述表面的至少一个区域与所述基底的至少一个区域共形接触。

[0038] 在一些实施方式中,所述接触还包括向所述基底的背部、所述弹性体印模的背部、所述弹性体模版的背部、以及它们的组合施加压力或真空。

[0039] 在一些实施方式中,所述接触还包括向所述印模的背部、所述基底的背部、和所述模版的背部中的至少一个施加压力或真空,其中,该压力或真空足以将存在于所述印模的所述表面与所述基底之间的任何浆料迁移至以下任意位置:所述印模的边缘、所述印模的所述表面上的印凹痕、所述模版的边缘、所述模版上的开口、以及它们的组合。

[0040] 在一些实施方式中,所述接触还包括向所述弹性体模版的背部或所述基底的背部中的至少一个施加压力或真空,其中,该压力或真空足以防止任何浆料进入所述弹性体印模的所述表面与所述基底之间的空间。

[0041] 在一些实施方式中,该方法还包括:使所述浆料反应之前,从所述基底上移除所述印模或模版。

[0042] 在一些实施方式中,该方法还包括:使所述浆料反应之后,从所述基底上移除所述印模或模版。

[0043] 在一些实施方式中,所述施覆还包括:提高所述浆料的粘度。在一些实施方式中,所述反应还包括:降低所述浆料的粘度。

[0044] 在一些实施方式中,所述反应包括使所述浆料在所述基底上粘附预定的时间。在一些实施方式中,所述反应包括:使所述浆料的成分渗透或扩散进入所述基底中,从所述浆料中除去溶剂,使所述浆料内的一种或多种成分交联,对所述浆料内的金属颗粒进行烧结,以及它们的组合。

[0045] 在一些实施方式中,所述反应还包括:将浆料暴露于选自以下的反应引发剂中:热能、辐射、声波、等离子体、电子束、化学计量的化学试剂、催化性的化学试剂、反应性气体、提高或降低 pH、提高或降低压力、电流、搅拌、摩擦、以及它们的组合。

[0046] 通过本发明的方法所产生的表面特征包括但不限于:增加的非穿透性 (additive non-penetrating) 表面特征、增加的穿透性 (additive penetrating) 表面特征、共形的非穿透性表面特征、共形的穿透性表面特征、减去的非穿透性 (subtractive non-penetrating) 表面特征、以及减去的穿透性 (subtractive penetrating) 表面特征。在一些实施方式中,该表面特征为减去的非穿透性表面特征。

[0047] 在一些实施方式中,所述基底上的特征包括扩散至所述基底内的反应性种类。

[0048] 在一些实施方式中,本发明的方法还包括:使所述浆料反应之后,对所述浆料未粘附的表面区域进行蚀刻。

[0049] 在一些实施方式中,本发明的方法还包括:使所述浆料反应之后,从所述基底上移除所述浆料。

[0050] 在一些实施方式中,所述表面特征包括结构性特征、掩蔽性特征 (masking feature)、导电性特征或绝缘性特征中的至少一种。

[0051] 下面参考附图详细描述本发明的其它的实施方式、特征和优点,以及本发明的各种实施方式的结构和操作。

附图说明

[0052] 本文所引入的并作为说明书的一部分的附图说明了本发明的一种或多种实施方式，并与描述一起用来进一步解释本发明的原理，并使相关领域的技术人员能实现并使用本发明。

[0053] 图 1A、图 1B、图 1C、图 1D、图 1E、图 1F 和图 1G 提供了由本发明的方法所制备的表面特征的示意性截面图。

[0054] 图 2 提供了上面具有由本发明的方法制备的特征的曲面的基底的示意性截面图。

[0055] 图 3 提供了如实施例 4 所描述的具有由本发明的方法所产生的减去的非穿透性表面特征的位于玻璃 (SiO_2) 基底上的氧化铟锡 (ITO, 厚度 = 30nm) 的图像。

[0056] 图 4 提供了如图 3 所示的位于载玻片上的减去的非穿透性特征的高度轮廓 (elevation profile) 的示意图。

[0057] 图 5 提供了由光学表面光度测定法 (optical profilometry) 所测定的如图 3 所示的处于玻璃基底上的 ITO 上的减去的非穿透特征的横向轮廓的示意图。

[0058] 图 6 提供了如实施例 8 所描述的玻璃 (SiO_2) 基底的图像，该玻璃基底上面具有由本发明的方法所产生的减去的非穿透性表面特征。

[0059] 图 7 提供了如图 6 所示的位于载玻片上的减去的非穿透性特征的高度轮廓的示意图。

[0060] 图 8 提供了由光学表面光度测定法所测定的如图 6 所示的处于载玻片上的减去的非穿透性特征的横向轮廓的示意图。

[0061] 现在将参考附图来描述本发明的一种或多种实施方式。在附图中，相同的附图标记可以表示相同的或功能相似的元件。另外，附图标记最左边的数字可以识别第一次出现该附图标记的图。

具体实施方式

[0062] 本说明书公开了结合有本发明的特征的一种或多种实施方式。该公开的实施方式仅仅举例说明了本发明。本发明的范围不限于所公开的实施方式。本发明通过所附的权利要求书来限定。

[0063] 说明书中所描述并被称为“一个实施方式”、“一种实施方式”、“一个实例实施方式”等的实施方式都说明了所描述的实施方式可以包括特定的特征、结构、或特性，但不是每个实施方式都必定包括该特定的特征、结构、或特性。而且，这些短语并不是必定表示相同的实施方式。此外，当结合实施方式描述特定的特征、结构、或特性时，可以理解的是，无论是否明确地进行了描述，在其它实施方式中实现该特征、结构、或特性是在本领域技术人员的能力范围内的。

[0064] 表面特征

[0065] 本发明提供了用于在基底内或基底上形成特征的方法。

[0066] 适用于本发明的基底并不受尺寸、组成或几何形状的限制。例如，本发明适合于使平面的、曲面的、对称的、和不对称的物体和表面、以及它们的任意组合形成图案。另外，所述基底在组成上可以是均质的或非均质的。该方法还不受表面粗糙度或表面波纹度 (waviness) 的限制，并同等地应用于光滑的、粗糙的和波状的表面，以及显示出不均匀的表面形态的基底（即，具有变化的平滑度、粗糙度和 / 或波纹度的基底）。

[0067] 如本文所使用的,“特征”表示与该特征周围的基底区域相邻接,并且与周围的基底区域有区别的基底区域。例如,基于特征的形貌、特征的组成、或者区别于该特征周围的基底区域的表面特征的其它性质,而将特征与该特征周围的基底区域区分开来。

[0068] 通过特征的物理尺寸来限定该特征。所有特征都具有至少一个横向尺寸。如本文所使用的,“横向尺寸”表示位于表面的平面内的特征的尺寸。特征的一个或多个横向尺寸限定了、或能用于限定该特征所占用的基底的表面积。典型的特征的横向尺寸包括但不限于:长度、宽度、半径、直径、以及它们的组合。

[0069] 所有特征都具有至少一个能通过位于表面的平面之外的向量来描述的尺寸。如本文所使用的,“高度”表示表面的平面与表面特征上的最高点或最低点之间的最大垂直距离。一般来说,增加的表面特征的高度是指相对于基底的平面,该表面特征的最高点;减去的表面特征的高度是指相对于基底的平面,该表面特征的最低点;而共形的表面特征的高度为零(即,具有与基底的平面相同的高度)。

[0070] 基于相对于基底平面的表面特征的高度,由本发明的方法所形成的表面特征一般可以分成:增加的特征(additive feature)、共形的特征、或减去的特征(subtractive feature)。

[0071] 基于表面特征的底部是否穿透(penetrate)到形成该表面特征的基底平面以下,由本发明的方法所形成的表面特征还可以分成:穿透性表面特征或非穿透性表面特征。如本文所使用的,“穿透距离”表示表面特征的最低点与邻近该表面特征的基底的最高点之间的距离。一般来说,表面特征的穿透距离表示相对于基底的平面,表面特征的最低点。因此,当特征的最低点位于该特征所处的基底的平面以下时,该特征被称为“穿透性的”,而当特征的最低点位于该特征所处的基底平面内或该特征所处的基底平面之上时,该特征被称为“非穿透性的”。可以认为非穿透性表面特征的穿透距离为零。

[0072] 如本文所使用的,“增加的特征”表示高度在基底的平面之上的表面特征。因此,增加的特征的高度大于周围的基底的高度。图 1A 显示了基底 100 的截面示意图,该基底 100 具有“增加的非穿透性”表面特征 101。该表面特征 101 具有横向尺寸 104、高度 105、以及为零的穿透距离。图 1B 显示了基底 110 的截面示意图,该基底 110 具有“增加的穿透性”表面特征 111。该表面特征 111 具有横向尺寸 114、高度 115、以及穿透距离 116。

[0073] 如本文所使用的,“共形的特征”表示高度与特征所处的基底平面平齐的表面特征。因此,共形的特征具有与周围基底基本上相同的形貌。如本文所使用的,“共形的非穿透性”表面特征表示完全处于基底表面之上的表面特征。例如,通过诸如基底的氧化、还原、或功能化而与基底上的暴露的官能团反应的浆料将形成共形的非穿透性表面特征。图 1C 显示了基底 120 的截面示意图,该基底 120 具有“共形的非穿透性”表面特征 121。该表面特征 121 具有横向尺寸 124、并具有为零的高度、以及为零的穿透距离。图 1D 显示了基底 130 的截面示意图,该基底 130 具有“共形的穿透性”表面特征 131。该表面特征 131 具有横向尺寸 134、为零的高度、以及穿透距离 136。图 1E 显示了基底 140 的截面示意图,该基底 140 具有“共形的穿透性”表面特征 141。该表面特征 141 具有横向尺寸 144、为零的高度、以及穿透距离 146。

[0074] 如本文所使用的,“减去的特征”表示高度低于表面的平面的表面特征。图 1F 显示了基底 150 的截面示意图,该基底 150 具有“减去的非穿透性”表面特征 151。该表面特征

151 具有横向尺寸 154、高度 155、以及为零的穿透距离。图 1G 显示了基底 160 的截面示意图,该基底 160 具有“减去的穿透性”表面特征 161。该表面特征 161 具有横向尺寸 164、高度 165、以及穿透距离 166。

[0075] 根据表面特征的组成和效用也可以区分表面特征。例如,由本发明的方法所产生的表面特征包括结构性表面特征、导电性表面特征、半导体性表面特征、绝缘性表面特征、以及掩蔽性 (masking) 表面特征。

[0076] 如本文所使用的,“结构性特征”表示表面特征的组成与该表面特征所处的基底的组成相似或相同。

[0077] 如本文所使用的,“导电性特征”表示表面特征的组成为导电的、或半导电的。半导体特征包括导电性可以根据外部刺激而改变的表面特征,所述外部刺激例如但不限于:电场、磁场、温度变化、压力变化、暴露于辐射、以及它们的组合。

[0078] 如本文所使用的,“绝缘性特征”表示组成为电绝缘的表面特征。

[0079] 如本文所使用的,“掩蔽性的特征”表示组成不与试剂反应的表面特征,该试剂与该表面特征邻近的基底区域以及该表面特征周围的基底区域起反应。因此,掩蔽性特征在随后的加工步骤中可以用于保护基底区域,所述随后的加工步骤例如但不限于:蚀刻、沉积、植入、以及表面处理步骤。在一些实施方式中,在随后的加工步骤中或随后的加工步骤之后,将掩蔽性特征除去。

[0080] 特征尺寸与测量

[0081] 由本发明的方法所形成的表面特征具有横向尺寸和纵向的尺寸,该横向尺寸和纵向尺寸通常用长度单位来限定,如埃($\text{\AA}$)、纳米 (nm)、微米 (μm)、毫米 (mm)、厘米 (cm) 等。

[0082] 当特征周围的基底表面区域为平面时,表面特征的横向尺寸可以通过位于该表面特征的两侧的两个点之间的向量的大小来测定,其中该两个点处于基底的平面之内,且其中该向量与基底的平面平行。在一些实施方式中,用于测定对称的表面特征的横向尺寸的两个点位于该对称的特征的镜平面 (mirror plane) 上。在一些实施方式中,非对称的表面特征的横向尺寸可以通过将向量垂直地对准该表面特征的至少一个边缘来测定。

[0083] 例如,在图 1A 至图 1G 中,位于所述基底的平面内并处于所述表面特征 101、111、121、131、141、151 和 161 的两侧的点分别由虚线箭头 102 和 103、112 和 113、122 和 123、132 和 133、142 和 143、152 和 153、以及 162 和 163 表示。这些表面特征的横向尺寸分别由向量 104、114、124、134、144、154 和 164 的大小表示。

[0084] 当基底表面的曲率半径不为零、高出该基底表面的距离为 $100\mu\text{m}$ 或 $100\mu\text{m}$ 以上或者高出该基底表面的距离为 1mm 或 1mm 以上时,该基底的表面为“曲面的”。对于曲面的基底,横向尺寸被定义为连接表面特征两侧的两个点的圆周的周长段的大小,其中,该圆周的半径与基底的曲率半径相等。具有多个或波形的曲率、或者波形的弯曲表面的基底的横向尺寸可以通过将多个圆周段的大小相加来测定。

[0085] 图 2 显示了具有曲面的表面的基底 200 的截面示意图,该基底 200 具有增加的非穿透性表面特征 211、以及共形的穿透性表面特征 221。该增加的非穿透性表面特征 211 的横向尺寸等于线段 214 的长度,该线段 214 可以连接点 212 和 213。同样地,该共形的穿透性表面特征 221 的横向尺寸等于线段 224 的长度,该线段 224 连接点 222 和 223。

[0086] 在一些实施方式中,由本发明的方法所产生的表面特征具有为约 40nm – $100\mu\text{m}$ 的

至少一个横向尺寸。在一些实施方式中,由本发明的方法所产生的表面特征的至少一个横向尺寸的最小尺寸为约 40nm、约 50nm、约 60nm、约 70nm、约 80nm、约 100nm、约 150nm、约 200nm、约 250nm、约 300nm、约 400nm、约 500nm、约 600nm、约 700nm、约 800nm、约 900nm、约 1 μ m、约 2 μ m、约 3 μ m、约 4 μ m、约 5 μ m、约 10 μ m、约 15 μ m、或约 20 μ m。在一些实施方式中,由本发明的方法所产生的表面特征的至少一个横向尺寸的最大尺寸为约 100 μ m、约 90 μ m、约 80 μ m、约 70 μ m、约 60 μ m、约 50 μ m、约 40 μ m、约 35 μ m、约 30 μ m、约 25 μ m、约 20 μ m、约 15 μ m、约 10 μ m、约 5 μ m、约 2 μ m、或约 1 μ m。

[0087] 在一些实施方式中,由本发明的方法所形成的特征具有约 3 Å-100 μ m 的高度或穿透距离。在一些实施方式中,由本发明的方法所产生的表面特征的最小高度或穿透距离为在表面的平面以上或以下约 3 Å、约 5 Å、约 8 Å、约 1nm、约 2nm、约 5nm、约 10nm、约 15nm、约 20nm、约 30nm、约 50nm、约 100nm、约 500nm、约 1 μ m、约 2 μ m、约 5 μ m、约 10 μ m、或者约 20 μ m。在一些实施方式中,由本发明的方法所产生的表面特征的最大高度或穿透距离为在表面的平面以上或以下约 100 μ m、约 90 μ m、约 80 μ m、约 70 μ m、约 60 μ m、约 50 μ m、约 40 μ m、约 30 μ m、约 20 μ m、约 10 μ m、或约 5 μ m。

[0088] 在一些实施方式中,由本发明的方法所产生的表面特征的纵横比(即,高度和/或穿透距离中的任意一者或者两者与横向尺寸之比)为约 1000 : 1-1 : 100000、约 100 : 1-1 : 100、约 80 : 1-1 : 80、约 50 : 1-1 : 50、约 20 : 1-1 : 20、约 15 : 1-1 : 15、约 10 : 1-1 : 10、约 8 : 1-1 : 8、约 5 : 1-1 : 5、约 2 : 1-1 : 2、或约 1 : 1。

[0089] 增加或减去的表面特征的横向和/或纵向尺寸可以使用能够测量表面形貌的分析方法来测定,该分析方法例如扫描模式的原子力显微镜法(AFM)或表面光度测定法。共形的表面特征通常不能通过表面光度测定法来检测。然而,如果共形的表面特征的表面是用官能团来终止的,该官能团的极性不同于周围的表面区域的极性,则该表面特征的横向尺寸可以使用例如轻敲模式的 AFM(tapping mode AFM)、功能化的 AFM(functionalized AFM)或扫描探针显微镜来测定。

[0090] 基于例如但不限于电导率、电阻率、密度、渗透率、孔隙率、硬度、以及它们的组合的性质,使用例如扫描探针显微镜还可以识别表面特征。

[0091] 在一些实施方式中,还可以使用例如扫描电子显微镜或透射电子显微镜将表面特征与周围的表面区域区分开来。

[0092] 在一些实施方式中,与周围的表面区域相比,表面特征具有不同的组成或形态。因此,可以将表面分析方法应用于测定表面特征的组成以及表面特征的横向尺寸。适于测定表面特征的组成以及表面特征的横向尺寸和纵向尺寸的分析方法包括但不限于:俄歇电子能谱法、能量色散 x-射线光谱法、显微傅立叶变换红外光谱法、颗粒诱导的 x-射线发射(particle induced x-ray emission)、拉曼光谱法、x-射线衍射、x-射线荧光、激光消融电感耦合等离子体质谱法(laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry)、卢瑟福背向散射光谱法(Rutherford backscattering spectrometry)/氢气前向散射(Hydrogen forward scattering)、次级离子质谱法、飞行时间次级离子质谱法(time-of-flight secondary ion mass spectrometry)、x-射线光电电子光谱法、以及它们的组合。

[0093] 浆料组合物

[0094] 如本文所使用的,“浆料”表示粘度为约 1 厘泊 (cP) 至约 10000cP 的非均质的组合物。“非均质的组合物”表示具有超过一种赋形剂或成分的组合物。如本文所使用的,“浆料”还可以表示凝胶、膏、胶、粘合剂、以及任何其它粘性液体或半固体。在一些实施方式中,本发明所使用的浆料的粘度是可调的、和 / 或能通过一种或多种外部条件来控制。

[0095] 在一些实施方式中,用于本发明的浆料具有约 1-10000cP 的粘度。在一些实施方式中,用于本发明的浆料的最小粘度为约 1cP、约 2cP、约 5cP、约 10cP、约 15cP、约 20cP、约 25cP、约 30cP、约 40cP、约 50cP、约 60cP、约 75cP、约 100cP、约 125cP、约 150cP、约 175cP、约 200cP、约 250cP、约 300cP、约 400cP、约 500cP、约 750cP、约 1000cP、约 1250cP、约 1500cP、或约 2000cP。在一些实施方式中,用于本发明的浆料的最大粘度为约 10000cP、约 9500cP、约 9000cP、约 8500cP、约 8000cP、约 7500cP、约 7000cP、约 6500cP、约 6000cP、约 5500cP、约 5000cP、约 4000cP、约 3000cP、约 2000cP、约 1000cP、约 500cP、约 250cP、约 100cP、或约 50cP。

[0096] 在一些实施方式中,浆料的粘度是可以控制的。可以控制浆料的粘度的参数包括但不限于:共聚物的平均长度、分子量、和 / 或交联程度;以及溶剂的存在和溶剂的浓度;增稠剂(即,改变粘度的成分)的存在和增稠剂的浓度;存在于浆料内的成分的颗粒尺寸;存在于浆料内的成分的空隙容积(free volume)(即,孔隙率);存在于浆料内的成分的溶胀性;存在于浆料内的带有相反的电荷的种类和 / 或部分带有相反的电荷的种类之间的离子相互作用(例如:溶剂-增稠剂相互作用);以及它们的组合。

[0097] 在一些实施方式中,适用于本发明的浆料包括溶剂和增稠剂。在一些实施方式中,可以对溶剂和增稠剂的组合进行选择来调节浆料的粘度。不受任何特定的理论的限制,浆料的粘度是产生横向尺寸为约 40nm-100 μ m 的表面特征的一个重要的参数。

[0098] 适用于本发明的浆料的增稠剂包括但不限于:羧烷基纤维素衍生物的金属盐(例如:羧甲基纤维素钠)、烷基纤维素衍生物(例如:甲基纤维素和乙基纤维素)、部分氧化的烷基纤维素衍生物(例如:羟乙基纤维素、羟丙基纤维素和羟丙基甲基纤维素)、淀粉、聚丙烯酰胺凝胶、聚 N- 乙烯基吡咯烷酮的均聚物、聚(烷基醚)(例如:聚氧化乙烯和聚氧化丙烯)、琼脂、琼脂糖、黄原胶、明胶、树枝状聚合物(dendrimer)、胶态二氧化硅、以及它们的组合。在一些实施方式中,存在于浆料中的增稠剂的浓度约为浆料的 0.1-50 重量%、约 0.5-25 重量%、约 1-20 重量%、或约 5-15 重量%。

[0099] 在一些实施方式中,当需要的表面特征的横向尺寸降低时,有必要减小浆料内的成分的颗粒尺寸或物理长度。例如,对于横向尺寸为约 100nm 或 100nm 以下的表面特征,有必要减少或除去浆料组合物内的聚合物成分。

[0100] 在一些实施方式中,浆料还含有溶剂。适用于本发明的浆料的溶剂包括但不限于:水, C₁-C₈ 的醇(例如,甲醇、乙醇、丙醇和丁醇), C₆-C₁₂ 的直链的烃、支链的烃和环状的烃(例如,己烷和环己烷), C₆-C₁₄ 的芳基烃和芳烷基烃(例如,苯和甲苯), C₃-C₁₀ 的烷基酮(例如,丙酮), C₃-C₁₀ 的酯(例如,乙酸乙酯), C₄-C₁₀ 的烷基醚,以及它们的组合。在一些实施方式中,存在于浆料内的溶剂的浓度为约 10-99 重量%。在一些实施方式中,存在于浆料内的溶剂的最大浓度为浆料的约 99 重量%、约 98 重量%、约 97 重量%、约 95 重量%、约 90 重量%、约 80 重量%、约 70 重量%、约 60 重量%、约 50 重量%、约 40 重量%、或者约 30 重量%。在一些实施方式中,存在于浆料内的溶剂的最小浓度为浆料的约 15 重量%、约 20 重

量%、约 25 重量%、约 30 重量%、约 40 重量%、约 50 重量%、约 60 重量%、约 70 重量%、或约 80 重量%。

[0101] 在一些实施方式中,浆料还含有表面活性剂。存在于浆料内的表面活性剂可以改变浆料所施覆的印模和 / 或基底的表面能,由此通过该浆料而改善表面的润湿。适用于本发明的表面活性剂包括但不限于:含有脂肪族氟碳基的氟碳表面活性剂(例如:E. I. Du Pont de Nemours and Co. (Wilmington, DE) 的 ZONYL[®] FSA 和 FSN 氟表面活性剂);氟化的烷基烷氧基化物 (fluorinated alkyl alkoxylate) (例如:Minnesota Mining and Manufacturing Co. (St. Paul, MN) 的 FLUORAD[®] 表面活性剂);具有脂肪族基团的烃类表面活性剂(例如:含有碳原子数为约 6-12 的烷基的烷基酚乙氧基化物,如购自 Union Carbide (Danbury, CT) 的牌号为 TRITON[®] X-100 的辛基酚乙氧基化物);硅树脂表面活性剂,如硅烷和硅氧烷(例如:聚氧乙烯改性的聚二甲基硅氧烷,如 Dow Corning Corp. (Midland, MI) 的 Dow CORNING[®] Q2-5211 和 Q2-5212);氟化的硅树脂 (fluorinated silicone) 表面活性剂(例如:氟化聚硅烷,如 Ecology Chemical Co. (Watertown MA) 的 LEVELENE[®] 100);以及它们的组合。

[0102] 在一些实施方式中,本发明的浆料还含有蚀刻剂。如本文所使用的,“蚀刻剂”表示可以与基底反应以除去部分基底的成分。因此,蚀刻剂用于形成减去的特征,并且在与基底反应时,形成至少一种能从基底上扩散出来的挥发性物质、或者形成能通过例如漂洗或清洗的方法从基底上除去的残留物、颗粒或碎片。在一些实施方式中,存在于浆料中的蚀刻剂的浓度为浆料的约 2-80 重量%、约 5-75 重量%、或者约 10-75 重量%。

[0103] 可以与蚀刻剂反应的基底的组成和 / 或形态不受特别限制。通过使蚀刻剂与基底反应所形成的减去的特征也不受特别限制,只要与所述蚀刻剂反应的物质可以从所得到的减去的表面特征上除去即可。不受任何特定的理论的限制,通过与基底反应形成例如可以通过漂洗或清洗的方法而从基底上除去的挥发性产物、残留物、颗粒或碎片,蚀刻剂可以从表面上除去物质。例如,在一些实施方式中,蚀刻剂可以与金属或金属氧化物表面反应以形成挥发性的氟化金属种类。在一些实施方式中,蚀刻剂可以与基底反应以形成水溶性的离子种类。适用于除去通过蚀刻剂与表面反应所形成的残留物或颗粒的其它方法公开于美国专利 5894853 中,将其整体引入本文作为参考。

[0104] 适用于本发明的蚀刻剂包括但不限于:酸性蚀刻剂、碱性蚀刻剂、氟化物系的蚀刻剂、以及它们的组合。适用于本发明的酸性蚀刻剂包括但不限于:硫酸、三氟甲磺酸、氟代磺酸 (fluorosulfonic acid)、三氟乙酸、氢氟酸、盐酸、碳硼烷酸 (carborane acid)、以及它们的组合。

[0105] 适用于本发明的碱性蚀刻剂包括但不限于:氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化铵、氢氧化四烷基铵、氨、乙醇胺、乙二胺、以及它们的组合。

[0106] 适用于本发明的氟化物系的蚀刻剂包括但不限于:氟化铵、氟化锂、氟化钠、氟化钾、氟化铷、氟化铯、氟化钫、氟化铈、氟化钙、四氟硼酸铵、四氟硼酸钾、以及它们的组合。

[0107] 适用于本发明的含有蚀刻剂的其它浆料组合物公开于美国专利 5688366 和 6388187;以及美国专利申请公开 2003/0160026、2004/0063326、2004/0110393、和 2005/0247674 中,将上述专利文献整体引入本文作为参考。

[0108] 在一些实施方式中,浆料还含有反应性成分。如本文所使用的,“反应性成分”表示

与基底具有化学相互作用的化合物或种类。在一些实施方式中,反应性化合物从基底的表面渗透或扩散进入基底中。在一些实施方式中,反应性成分改变基底的表面上暴露的官能团、反应性成分结合至基底的表面上暴露的官能团、或者反应性成分促进与基底的表面上暴露的官能团的结合。反应性成分包括但不限于:离子、自由基、金属、酸、碱、金属盐、有机试剂、以及它们的组合。在一些实施方式中,存在于浆料中的反应性成分的浓度为浆料的约 1-100 重量%。

[0109] 在一些实施方式中,浆料还含有导电性成分。如本文所使用的,“导电性成分”表示能传递电荷或使电荷发生迁移的化合物或种类。适用于本发明的导电性成分包括但不限于:金属、纳米颗粒、聚合物、焊膏(cream solder)、树脂、以及它们的组合。在一些实施方式中,存在于浆料中的导电性成分的浓度为约 1-90 重量%。

[0110] 适用于本发明的金属包括但不限于:过渡金属、铝、硅、磷、镓、锗、铟、锡、锑、铅、铋、它们的合金、以及它们的组合。在一些实施方式中,金属作为纳米颗粒存在(即,直径为 100nm 或 100nm 以下、或者约 0.5nm 至约 100nm 的颗粒)。适用于本发明的纳米颗粒可以为均质的、多层的、功能化的、以及它们的组合。

[0111] 适用于本发明的导电聚合物包括但不限于:亚芳基亚乙烯聚合物(arylene vinylene polymer)、聚对苯撑亚乙烯(polyphenylenevinylene)、聚乙炔、聚噻吩、聚咪唑、以及它们的组合。

[0112] 适用于本发明的含有导电性成分的浆料还公开于美国专利 5504015、5296043 和 6703295 以及美国专利申请公开 2005/0115604 中,将上述专利文献整体引入本文作为参考。

[0113] 在一些实施方式中,浆料还含有绝缘性成分。如本文所使用的,“绝缘性成分”是指对电荷的运动和迁移有抵抗力的化合物或种类。在一些实施方式中,绝缘性成分的介电常数为约 1.5-8、约 1.7-5、约 1.8-4、约 1.9-3、约 2-2.7、约 2.1-2.5、约 8-90、约 15-85、约 20-80、约 25-75、或者约 30-70。适用于本发明的绝缘性成分包括但不限于:聚合物、金属氧化物、金属碳化物、金属氮化物、它们的单体(monomeric)前体、它们的颗粒、以及它们的组合。合适的聚合物包括但不限于:聚二甲基硅氧烷、倍半硅氧烷(silsesquioxane)、聚乙烯、聚丙烯、以及它们的组合。在一些实施方式中,存在于浆料中的绝缘性成分的浓度为约 1-80 重量%。

[0114] 在一些实施方式中,浆料还含有掩蔽性成分。如本文所使用的,“掩蔽性成分”是指在反应时所形成的表面特征对能与周围的基底反应的种类有抵抗力的化合物或种类。适用于本发明的掩蔽性成分包括通常应用于传统光刻法的作为“抗蚀剂”(例如:光致抗蚀剂)的物质。适用于本发明的掩蔽性成分包括但不限于:交联的芳香族或脂肪族聚合物、非共轭的芳香族聚合物和共聚物、聚醚、聚酯、 C_1-C_8 的甲基丙烯酸烷基酯与丙烯酸的共聚物、对二甲苯(paralyne)的共聚物、以及它们的组合。在一些实施方式中,存在于浆料中的掩蔽性成分的浓度为浆料的约 5-98 重量%。

[0115] 在一些实施方式中,浆料含有导电性成分和反应成分。例如,存在于浆料中的反应成分可以促进以下情况中的至少一种:导电性成分渗透进入基底中、导电性成分与基底之间的反应、导电性特征与基底之间的粘合、促进导电性特征与基底之间的电接触、以及它们的组合。通过使该浆料组合物反应所形成的表面特征包括选自以下的导电性特征:增加的

非穿透性表面特征、增加的穿透性表面特征、减去的穿透性表面特征以及共形的穿透性表面特征。

[0116] 在一些实施方式中,浆料含有蚀刻剂和导电性成分,例如:该浆料能用于产生具有嵌入其中的导电性特征的减去的表面特征。

[0117] 在一些实施方式中,浆料含有绝缘性成分和反应性成分。例如,存在于浆料中的反应性成分可以促进以下情况中的至少一种:绝缘性成分渗透进入基底中、绝缘性成分与基底之间的反应、绝缘性特征与基底之间的粘合、促进绝缘性特征与基底之间的电接触、以及它们的组合。通过使该浆料组合物反应所形成的表面特征包括选自以下的绝缘特征:增加的非穿透性表面特征、增加的穿透性表面特征、减去的穿透性表面特征、以及共形的穿透性表面特征。

[0118] 在一些实施方式中,浆料含有蚀刻剂和绝缘性成分,例如,该浆料能用于形成具有嵌入其中的绝缘性特征的减去的表面特征。

[0119] 在一些实施方式中,浆料含有导电性成分和掩蔽性成分,例如,该浆料能用于在基底上形成导电的掩蔽性特征。

[0120] 基底

[0121] 对适用于通过本发明的方法形成图案的基底不受特别限制,并包括具有能与印模接触的表面的任何材料。适用于通过本发明的方法形成图案的基底包括但不限于:金属、合金、复合材料、晶体材料、非晶材料、导体、半导体、光学材料、纤维、玻璃、陶瓷、沸石、塑料、膜、薄膜、层合体、箔、塑料、聚合物、矿物质、生物材料、活组织、骨骼、以及它们的组合。在一些实施方式中,基底选自任何上述材料的多孔变体。

[0122] 在一些实施方式中,通过本发明的方法形成图案的基底包括半导体,例如但不限于:晶体硅、多晶硅、非晶硅、p-掺杂硅、n-掺杂硅、氧化硅、硅锗、锗、砷化镓、磷砷化镓、氧化镓锡、以及它们的组合。

[0123] 在一些实施方式中,通过本发明方法形成图案的基底包括玻璃,例如但不限于:未掺杂的二氧化硅玻璃(SiO_2)、氟化二氧化硅玻璃、硼硅酸盐玻璃、硼磷硅酸盐玻璃、有机硅酸盐玻璃、多孔有机硅酸盐玻璃、以及它们的组合。

[0124] 在一些实施方式中,通过本发明的方法形成图案的基底包括陶瓷,例如但不限于:碳化硅、氢化的碳化硅、氮化硅、碳氮化硅、氧氮化硅、氧碳化硅、以及它们的组合。

[0125] 在一些实施方式中,通过本发明的方法形成图案的基底包括柔性基底,例如但不限于:塑料、复合材料、层合体、薄膜、金属箔、以及它们的组合。在一些实施方式中,可以通过本发明的方法以卷对卷的方式(reel-to-reel manner)使所述柔性材料形成图案。

[0126] 本发明预期通过对互相相容的浆料和基底进行选择来优化方法步骤的性能、效率、成本和速度。例如:在一些实施方式中,可以基于基底的透光性质、导热性、导电性、以及它们的组合来选择基底。

[0127] 在一些实施方式中,基底可以透过适合于引发基底上的浆料的反应的至少一种类型的辐射。例如,可透过紫外光的基底可以与能通过紫外光引发反应的浆料一起使用,这使得基底前表面上的浆料的反应可以通过用紫外光照射该基底的背部而引发。

[0128] 印模与模版

[0129] 如本文所使用的,“印模”是指在印模的至少一个表面上具有限定图案的印凹痕的

三维物体。用于本发明的印模不受几何形状的特殊限制,并且可以是平面的、曲面的、光滑的、粗糙的、波形的、以及它们的组合。在一些实施方式中,印模可以具有适用于与基底共形接触的三维形状。在一些实施方式中,印模可以包括多个图案化的表面,所述图案化的表面具有相同的或不同的图案。在一些实施方式中,印模包括圆柱体,其中圆柱体的曲面上的一个或多个印凹痕限定了图形。当该圆柱体印模滚动通过表面时,复制了图案。当印模转动时,可以将浆料或油墨施覆到该圆柱体印模上。对于具有多个图案化的表面的印模而言,清洗、施覆、接触、移除、以及反应步骤可以在同一个的印模的不同表面上同时进行。

[0130] 用于本发明的印模不受材料的特别限制,并且可以由例如但不限于以下材料制备:玻璃(例如:石英、蓝宝石、硼硅酸盐玻璃)、陶瓷(例如:金属碳化物、金属氮化物、金属氧化物)、塑料、金属、以及它们的组合。在一些实施方式中,用于本发明的印模含有弹性体聚合物。

[0131] 如本文所使用的,“弹性体印模”是指含有弹性体聚合物、并在印模的至少一个表面上具有限定图案的印凹痕的模制的三维物体。一般而言,含有弹性体聚合物的印模被称为弹性体印模。如本文所使用的,“弹性体模版”是指含有弹性体聚合物,并具有至少一个开口的模制的三维物体,所述开口穿过该模版的两个相对的表面以在该三维物体内部形成一个开口。当弹性体印模或模版用于本文描述的方法中时,弹性体印模和模版还可以含有刚性的、柔性的、多孔的、或编织的衬背材料(backing material),或者防止印模或模版变形的任何其它手段。与印模相似,用于本发明的弹性体模版不受几何形状的特殊限制,并且可以是平面的、曲面的、光滑的、粗糙的、波形的、以及它们的组合。

[0132] 适用于本发明的弹性体聚合物包括但不限于:聚二甲基硅氧烷、聚倍半硅氧烷(polysilsesquioxane)、聚异戊二烯、聚丁二烯、聚氯丁二烯、聚四氟乙烯、以及它们的组合。制备适用于本发明的弹性体印模的其它合适的材料和方法公开于美国专利 5512131、5900160、6180239 和 6776094,以及未决的美国专利申请 10/766427 中,将上述专利文献全部整体引入本文作为参考。

[0133] 浆料的施覆与反应

[0134] 可以通过本领域已知的方法(例如但不限于:丝网印刷、喷墨印刷、注射沉积、喷涂、旋涂、刷、和它们的组合以及本领域的普通技术人员已知的涂覆表面的其它施覆方法)将浆料施覆于印模的表面或基底的表面。在一些实施方式中,将浆料倾倒在印模的表面上,然后使刮板横向移动通过该表面,以确保该印模上的印凹痕完全并均匀地充满浆料。该刮板还可以从印模的表面上除去多余的浆料。将浆料施覆到基底上或印模的表面上可以包括以约 100 转每分钟(rpm)至约 5000rpm、或者 1000-3000rpm 来使该表面转动,同时将浆料倾倒或喷射至转动的表面上。

[0135] 优选地,将浆料施覆到印模上,以完全并均匀地充满该印模表面上的至少一个印凹痕。不受任何特定理论的限制,当印模上的印凹痕的横向尺寸变小时,浆料的粘度也应该降低,以确保在施覆步骤中均匀地充满该印模上的图案。将浆料不均匀地施覆到印模上会导致无法恰当地并可再现地产生具有需要的横向尺寸的表面特征。

[0136] 在一些实施方式中,可以对浆料的组成进行调配以对其粘度进行控制。可以控制浆料粘度的参数包括但不限于:溶剂组成、溶剂浓度、增稠剂组成、增稠剂浓度、成分的颗粒尺寸、聚合物成分的分子量、聚合物成分的交联程度、成分的空隙容积(即,孔隙率)、成分

的溶胀性、浆料成分之间的离子相互作用（例如，溶剂－增稠剂相互作用）、以及它们的组合。

[0137] 在一些实施方式中，在施覆步骤、接触步骤、反应步骤中的一个或多个步骤中、或它们的组合中，改变浆料的粘度。例如，将浆料施覆到印模的表面时，可以降低浆料的粘度，以确保印模表面上的印凹痕被完全并均匀地充满。使涂覆的印模与基底接触后，可以提高浆料的粘度，以确保将印模中的印凹痕的横向尺寸传递给在该基底上形成的表面特征的横向尺寸。

[0138] 不受任何特定理论的限制，可以通过外部刺激来控制浆料的粘度，所述外部刺激例如：温度、压力、pH、存在或不存在反应性种类、电流、磁场、以及它们的组合。例如，提高浆料的温度通常会降低浆料的粘度；而提高施加到浆料上的压力通常会提高浆料的粘度。

[0139] 依赖于作为 pH 的函数的组分混合物的整体溶解度、依赖于浆料中的一种或多种成分的性质，该浆料的 pH 可以提高或降低浆料的粘度。例如，含有弱酸性聚合物的含水浆料的粘度在该聚合物的 pKa 以下通常会降低，因为该聚合物的溶解度在其 pKa 以下将增加。然而，如果该聚合物的质子化导致该聚合物与浆料中的其它成分之间的离子相互作用，该离子相互作用降低了该聚合物的溶解度，那么该浆料的粘度很可能提高。对浆料成分进行谨慎地选择使得浆料粘度在宽泛的 pH 值范围内进行调节。

[0140] 通过促进浆料粘附至基底区域的以下的一种或多种相互作用可以促使浆料从印模的表面转移至基底：浆料与印模表面之间的相互作用、浆料与基底之间的相互作用、印模的表面与基底之间的相互作用、以及它们的组合。不受任何特定的理论的限制，可以通过重力、范德华相互作用 (Van der Waals interaction)、共价键、离子相互作用、氢键、亲水相互作用、疏水相互作用、磁相互作用、以及它们的组合来促进浆料粘附至基底。相反地，使浆料与印模的表面之间的这些相互作用最小化可以促使浆料从该印模的表面转移至基底。

[0141] 在一些实施方式中，可以通过向印模、模版中的一者或两者的背部以及表面施加压力或真空来促使印模或弹性体模版与材料的表面接触。在一些实施方式中，施加压力或真空可以确保从印模或模版的表面与材料之间基本上除去浆料。在一些实施方式中，施加压力或真空可以确保表面之间存在共形接触。在一些实施方式中，在使浆料反应之前，施加压力或真空可以使存在于印模表面与基底表面之间的气泡、或者存在于印模表面上的印凹痕中的气泡、或者存在于浆料中的气泡最小化。不受任何特定的理论的限制，除去气泡可以促进横向尺寸为 100 μm 或 100 μm 以下的表面特征的可再生的形成。

[0142] 在一些实施方式中，可以选择性地使基底的表面和 / 或印模的表面图案化、功能化、衍生化、织构化 (textured)、或对基底的表面和 / 或印模的表面进行其它预处理。如本文所使用的，“预处理”是指施覆浆料或使浆料反应前，以化学方法或物理方法对表面进行修饰。预处理可以包括但不限于：清洗、氧化、还原、衍生、功能化、暴露于反应性气体、暴露于等离子体、暴露于热能（例如：对流热能、辐射热能、传导热能、以及它们的组合）、暴露于电磁辐射（例如：x-射线、紫外光、可见光、红外光、以及它们的组合）、以及它们的组合。不受任何特定的理论的限制，对印模和 / 或基底的表面进行预处理可以提高或降低浆料与表面之间的粘合作用，并促进横向尺寸为约 100 μm 或 100 μm 以下的表面特征的形成。

[0143] 例如，用极性官能团使印模和 / 或基底的表面衍生化（例如：使表面氧化）可以通过亲水性浆料来促进表面的湿润，而通过疏水性浆料来防止表面湿润。此外，疏水性和 / 或

亲水性相互作用可以用于阻止浆料渗透进入印模的主体内。例如,用氟碳官能团来使印模的表面衍生化可以促使浆料从印模转移至材料的表面。

[0144] 本发明的方法通过使浆料与基底区域反应而产生表面特征。如本文所使用的,“反应”是指引发化学反应,该化学反应包括以下反应中的至少一种:使存在于浆料中的一种或多种成分互相反应、使浆料的一种或多种成分与基底的表面反应、使浆料的一种或多种成分与基底的次表面(sub-surface)区域反应、以及它们的组合。

[0145] 在一些实施方式中,反应包括在基底上施覆浆料(即,当浆料与基底表面进行接触时,引发了反应)。

[0146] 在一些实施方式中,使浆料反应包括:浆料与基底上的官能团之间的化学反应、或者浆料与基底表面之下的官能团之间的化学反应。因此,本发明的方法不仅包括使浆料或浆料的成分与基底的表面反应,还包括使浆料或浆料的成分与基底的表面之下的基底区域反应,由此在基底中形成嵌入式的或镶嵌式的特征。不受任何特定的理论的限制,浆料的成分通过在基底表面上反应、或者渗透和/或扩散进入基底中而与基底进行反应。在一些实施方式中,可以通过向印模、模版、基底、或它们的组合的背部施加物理压力或真空,来促使浆料渗透进入基底的表面。

[0147] 浆料与基底之间的反应可以改变基底的一种或多种性质,其中性质的变化定位于与浆料反应的那部分基底。例如,反应性的金属颗粒可以渗透进入基底的表面,并在与基底反应时改变该基底的电导率。在一些实施方式中,反应性成分可以渗透进入基底的表面并进行选择性地反应,以提高反应发生区域(体积)内的基底的孔隙率。在一些实施方式中,反应性成分可以选择性地与结晶的基底反应,以提高或降低该基底的体积,或者改变晶格的添隙空间(interstitial spacing)。

[0148] 在一些实施方式中,使浆料反应包括使基底的表面上的官能团与浆料的成分进行化学反应。不受任何特定的理论的限制,含有反应性成分的浆料还可以仅仅与基底的表面反应(即,没有渗透而且在基底的表面之下不与该基底的发生反应)。在一些实施方式中,仅改变基底的表面的图案化方法对随后的自校准式的沉积反应(self-aligned deposition reaction)有用。

[0149] 在一些实施方式中,浆料与基底的反应可以包括扩散进入基底平面(即,主体)内的反应,以及基底表面的横向平面内的反应。例如,蚀刻剂与基底之间的反应可以包括蚀刻剂渗透进入基底的表面(即,垂直渗透表面),使得该表面特征的最低点的横向尺寸约等于基底的表面上的该特征的尺寸。

[0150] 在一些实施方式中,蚀刻反应还在横向地发生在浆料与基底之间,使得表面特征的底部处的横向尺寸比处于表面的平面上的特征的横向尺寸窄。如本文所使用的,“咬边(undercut)”是指当表面特征的横向尺寸大于用于施覆浆料以形成该表面特征的印模的横向尺寸的情形。通常,咬边是由蚀刻剂或反应种类与表面在横向尺寸上的反应而产生的,并可以导致在减去的特征上形成斜面边缘。

[0151] 示于图5和图8中的表面特征显示出咬边的证据。参照图5,由于横向反应进入基底的蚀刻剂的反应,分别除去了在线501和502之间、以及线503和504之间的部分基底。使用具有50 μm 的开口的弹性体模版来制备图5和图8中的表面特征。图3至图5所示的表面特征证明了形成横向尺寸为100 μm 或100 μm 以下的表面特征的本发明的方法的适用

性。

[0152] 将图 5 中的特征的咬边与图 8 的相比较,可以看出图 8 的表面特征的咬边程度更高(与图 5 中的特征的咬边为约 $10\text{ }\mu\text{m}$ 相比,图 8 的表面特征的咬边为约 $50\text{ }\mu\text{m}$)。然而,示于图 3 至图 5 的表面特征的深度为 30nm ,而图 6 至图 8 的表面特征的深度为约 $6.8\text{ }\mu\text{m}$ (约 6800nm)。因此,对于产生这些特征的蚀刻浆料/表面材料的组合而言,比较横向上的蚀刻速率与纵向上的蚀刻速率,可以更精确地对咬边(分别见实施例 5 和 8)进行比较。图 3 至图 5 的表面特征显示在蚀刻约 30nm 的材料后出现了约 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的咬边,给出的咬边速率为每纵向蚀刻 3nm 咬边 $1\text{ }\mu\text{m}$ 。图 6 至图 8 的表面特征显示在蚀刻了约 $6.8\text{ }\mu\text{m}$ 的材料后出现了约 $50\text{ }\mu\text{m}$ 的咬边,给出的咬边速率为每纵向蚀刻 136nm 咬边 $1\text{ }\mu\text{m}$ 。因此,尽管图 6 至图 8 显示的咬边量更大,但在蚀刻浆料对纵向尺寸方向上和横向尺寸方向上的选择性方面,明显比产生图 3 至图 5 中所示的表面特征的蚀刻浆料的选择性好得多。因此,实施例 8 中所使用的蚀刻浆料和表面材料的组合可以形成咬边仅为 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的深度为 136nm 的减去的表面特征。因此,反应的时间是一个可以选择的能形成具有最小的咬边的减去的表面特征参数,而且横向尺寸与用于将浆料施覆到表面上的印模或弹性体模版的横向尺寸相同。

[0153] 在一些实施方式中,将用于本发明的浆料组合物配制成使浆料在表面的横向尺寸上的反应最小化(即,使咬边最小化)。不受任何特定的理论的限制,通过采用光活化的浆料(即,在暴露于辐射时与表面反应的浆料)可以使咬边最小化。例如,将蚀刻浆料施覆到可透过 UV 光的玻璃表面上。通过该玻璃表面的背部对浆料进行照射来引发该浆料与表面之间的反应。因为光仅照射垂直地与表面反应的浆料表面,因此沿减去的表面特征的侧壁的浆料没有暴露于紫外光,由此使表面的横向蚀刻最小化。该技术通常应用于可以在表面上进行定向的任何反应引发剂。在一些实施方式中,反应引发剂可以通过印模或弹性体模版的背部而使浆料活化。

[0154] 还可以通过使用具有各向异性的组成或结构的基底而使咬边最小化,使得纵向方向上的蚀刻优于横向方向上的蚀刻。一些材料天然就是各向异性的,而各向异性还可以通过例如用化学品或辐射以及它们的组合来对基底进行预处理而引入。

[0155] 在一些实施方式中,使浆料反应包括从浆料中除去溶剂。不受任何特定的理论的限制,从浆料中除去溶剂可以使浆料固化、或者催化浆料成分之间的交联反应。对于含有低沸点(例如:沸点 $< 60^{\circ}\text{C}$)溶剂的浆料,无需加热表面即可除去溶剂。还可以通过加热表面、浆料、或它们的组合来实现溶剂的去除。

[0156] 在一些实施方式中,使浆料反应包括使浆料内的成分交联。交联反应可以为分子内的反应也可以为分子间的反应,还可以发生在某一成分与基底之间。

[0157] 在一些实施方式中,使浆料反应包括对存在于浆料中的金属颗粒进行烧结。不受任何特定的理论的限制,烧结是一个无需熔化即可使金属颗粒结合在一起以在表面特征内形成连续结构的方法。烧结还可以用于形成均质的和非均质的金属表面特征。

[0158] 在一些实施方式中,反应包括使浆料暴露于反应引发剂。适用于本发明的反应引发剂包括但不限于:热能、电磁辐射、声波、氧化性或还原性的等离子体、电子束、化学计量的化学试剂、催化性的化学试剂、氧化性或还原性的反应性气体、酸或碱(例如, pH 的降低或升高)、压力的增加或降低、交流电或直流电、搅拌、声波振荡(sonication)、摩擦、以及它们的组合。在一些实施方式中,反应包括使浆料暴露于多种反应引发剂。

[0159] 适于用作反应引发剂的电磁辐射可以包括但不限于：微波光、红外光、可见光、紫外光、x-射线、射频、以及它们的组合。

[0160] 在一些实施方式中，使浆料反应前，从基底上移除印模或弹性体模版。在一些实施方式中，使浆料反应后，从基底上移除印模或弹性体模版。

[0161] 在一些实施方式中，本发明的方法还包括：使邻近表面特征的基底区域暴露于与该邻近的表面区域反应的反应性成分，但是该反应性成分与所述表面特征是不起化学反应的。例如，制备含有掩蔽性成分的表面特征之后，可以将基底暴露于蚀刻剂，如气态的蚀刻剂、液态的蚀刻剂、以及它们的组合。

[0162] 在一些实施方式中，将浆料施覆于基底前，使用微接触印刷方法使基底形成图案。例如，可以将油墨施覆到具有至少一个印凹痕的弹性体印模上，以形成涂覆的弹性体印模，并且使涂覆的印模与基底接触，所述印凹痕处于所述弹性体印模的表面内，对图案进行限定。将油墨从涂覆的弹性体印模的表面转移至由所述弹性体印模的表面上的图案限定所述基底上的图案内的基底。油墨粘附到该表面上，并可以形成薄膜、单层、双层、自组装单层、以及它们的组合中的至少一种。在一些实施方式中，油墨可以与基底反应。然后将浆料施覆到基底上，其中浆料或者与基底的暴露区域起反应、或者与通过以下方式而被油墨图案覆盖的基底区域起反应：丝网印刷、喷墨印刷、注射沉积、喷涂、旋涂、刷、和它们的组合，以及本领域的普通技术人员已知的涂覆表面的其它的涂覆方法。使浆料反应后，可以除去基底上残留的任何浆料和 / 或油墨。所得到的图案化的基底包括具有横向尺寸的图案，该横向尺寸由用于将油墨施覆到基底上的弹性体印模的表面上的图案、以及在浆料沉积过程中转移至基底上的任何图案来确定。

[0163] 实施例

[0164] 实施例 1

[0165] 通过伴随剧烈搅拌（~400rpm）将增稠剂（羧甲基纤维素钠，1g）加到85%的 H_3PO_4 水溶液中（10ml）而制备蚀刻浆料，并将得到的混合物再剧烈搅拌 20-30 分钟。

[0166] 将浆料倾倒在具有印凹痕的弹性体印模上，该印凹痕限定了该弹性体印模表面上的图案。用刮板对该印模的表面进行修整，以确保印凹痕均匀地充满浆料，并从该弹性体印模的表面除去多余的浆料。然后使该弹性体印模与铝表面接触，并在室温下使浆料与该表面反应 5 分钟。接着从铝表面上移除印模，用去离子水冲洗该表面，并干燥。在表面上形成具有横向尺寸的减去的非穿透性特征，该横向尺寸由所述弹性体印模的表面上的图案限定。

[0167] 实施例 2

[0168] 通过旋涂（约 100rpm 至约 5000rpm）将实施例 1 中制备的蚀刻浆料施覆到具有限定图案的印凹痕的印模上。然后将涂覆的印模与铝表面接触，并在室温下使浆料反应 5 分钟。从铝表面上移除印模，用去离子水冲洗该表面，并干燥。在铝表面上形成具有横向尺寸的减去的非穿透性特征，该横向尺寸由所述印模的表面上的图案限定。

[0169] 实施例 3

[0170] 使具有限定图案的开口的弹性体模版与铝表面共形接触。将实施例 1 中制备的蚀刻浆料施覆于该弹性体模版的开口，并在室温下与所述铝表面反应 5 分钟。从所述铝表面上移除该弹性体模版，用去离子水冲洗该表面，并干燥。在铝表面上形成具有横向尺寸的减

去的非穿透性表面特征,该横向尺寸由所述弹性体模版上的开口的横向尺寸限定。

[0171] 实施例 4

[0172] 将具有横向尺寸为 $50\mu\text{m}$ 的开口的弹性体模版与处于玻璃上的 ITO(ITO-on-glass) 表面 (ITO 厚度 = 30nm) 共形接触。将实施例 1 中制备的蚀刻浆料施覆于该弹性体模版的开口。在室温下使所述浆料与 ITO 反应 5 分钟。然后,从处于玻璃上的 ITO 表面上移除该弹性体模版,用去离子水冲洗该表面,并干燥。在 ITO 上形成减去的非穿透性表面特征,并示于图 3、图 4 和图 5 中。

[0173] 参见图 3,可见的显微镜图像 300 提供了处于玻璃上的 ITO 基底 301,在该基底 301 上具有特征 302 的图案。该表面特征 302 为横向尺寸为约 $80\mu\text{m}\times 1.5\text{mm}$ 、且深度为约 30nm 的矩形沟槽。图 3 上半部的黑暗的图像 302 为表面光度仪的探针,其映像 303 出现在图 3 的下半部。

[0174] 参见图 4,如图 3 所示的处于载玻片上的减去的非穿透性特征的高度轮廓的示意图。该高度轮廓是通过扫描表面光度测定法 (scanning profilometry) 测定的。该图像显示线 401 与 402 之间的距离约为 30nm 。

[0175] 参见图 5,提供了由光学表面光度测定法测定的如图 3 所示的处于玻璃上的 ITO 基底上减去的非穿透性特征的横向轮廓的示意图 500。该横向轮廓显示出所述表面特征的横向尺寸 (测定的线 501 和 504 之间的距离) 约为 $80\mu\text{m}$ 。用于将浆料施覆到基底上的弹性体印模上的印凹痕包括横向尺寸为约 $50\mu\text{m}$ 的印凹痕。穿透进入基底的表面特征在最深处的横向尺寸 (测定的线 502 与 503 之间的距离) 为约 $60\mu\text{m}$ 。分别位于线 501 和 502 之间、以及 503 与 504 之间的那部分表面特征表示该表面特征的咬边,约为 $10\mu\text{m}$ 。

[0176] 实施例 5

[0177] 通过将氢氧化钾 (8g) 溶解在去离子水 (25mL) 中来制备蚀刻浆料。伴随剧烈搅拌 ($\sim 400\text{rpm}$) 添加增稠剂 (羧甲基纤维素钠, 2g), 并将得到的混合物再搅拌 20-30 分钟。

[0178] 将浆料倾倒在具有印凹痕的弹性体印模上,该印凹痕限定了印模表面上的图案。用刮板对印模的表面进行修整,以确保所述印凹痕均匀地充满浆料,并从所述弹性体印模的表面上除去多余的浆料。然后使弹性体印模与硅表面接触,在高温 (100°C) 下使所述浆料与该表面反应 15 分钟。从该硅表面上移除印模,用去离子水冲洗该表面,并干燥。在所述表面上形成具有横向尺寸的减去的非穿透性特征,该横向尺寸由所述弹性体印模表面上的图案限定。

[0179] 实施例 6

[0180] 通过旋涂 (约 100rpm 至约 5000rpm) 将实施例 5 中制备的蚀刻浆料施覆到具有有限图案的印凹痕的印模上。然后将涂覆的印模与硅表面接触,并在室温下使浆料反应 5 分钟。从所述硅表面上移除印模,用去离子水冲洗该表面,并干燥。在所述硅表面上形成具有横向尺寸的减去的非穿透性特征,该横向尺寸由所述弹性体印模的表面上的图案限定。

[0181] 实施例 7

[0182] 使具有有限图案的开口的弹性体模版与硅表面共形接触。将实施例 5 制备的蚀刻浆料施覆于所述弹性体模版的开口,并在室温下与所述硅表面反应 5 分钟。然后,从所述硅表面上移除所述弹性体模版,用去离子水冲洗该表面,并干燥。在所述硅表面上形成具有横向尺寸的减去的非穿透性的特征,该横向尺寸由所述弹性体模版上的开口的横向尺寸限

定。

[0183] 实施例 8

[0184] 通过在大气等离子体 (atmospheric plasma) (约 78% 的 N_2 、21% 的 O_2 和 1% 的 Ar) 中暴露 30 秒 (PDC-32G 台式等离子体清洁器, Harrick Plasma, Ithaca, NY) 而对具有横向尺寸为 $50\ \mu m$ 的开口的弹性体模版进行预处理, 这使得该印模的表面为亲水的。使预处理后的弹性体模版与玻璃显微镜载玻片的表面共形接触。用去离子水稀释蚀刻浆料 (ETCHALL[®], B&B Products, Inc., Peoria, AZ) (体积比为 1 : 1), 然后将该浆料施覆于所述弹性体模版的开口。在室温下使浆料与玻璃表面反应 1 分钟。然后从所述玻璃表面上移除所述弹性体模版, 用去离子水冲洗该表面, 并干燥。在所述玻璃表面上形成减去的非穿透性的表面特征, 并示于图 6、图 7 和图 8。

[0185] 参见图 6, 提供了由本发明的方法制备的玻璃 (SiO_2) 基底 601 的图像 600, 上面具有减去的非穿透性表面特征 602。该表面特征为横向尺寸为约 $150\ \mu m \times 0.5mm$ 、且深度为约 $6.8\ \mu m$ 的矩形沟槽。图 6 上半部的黑暗的图像 603 为表面光度仪的探针, 在该图像的下半部可以看见其在基底上的映像 604。

[0186] 参见图 7, 提供了如图 6 所示的处于玻璃 (SiO_2) 基底上的减去的非穿透性特征的高度轮廓的示意图 700。该高度轮廓是用通过扫描表面光度法测定的。该图像 700 显示基底的表面 701 与表面特征的底部 702 之间的穿透距离约为 $6.8\ \mu m$ 。

[0187] 参见图 8, 提供了由光学表面光度仪测定的如图 6 所示的处于载玻片上的减去的非穿透性特征的横向轮廓的示意图 800。该横向轮廓显示该表面特征的横向尺寸 (测定的线 801 和 804 之间的距离) 约为 $150\ \mu m$ 。用于将浆料施覆到表面上的弹性体印模上的印凹痕包括横向尺寸为约 $50\ \mu m$ 的印凹痕。表面特征的底部的横向尺寸 (测定的线 802 与 803 之间的距离) 为约 $50\ \mu m$ 。分别处于线 801 和 802 之间、以及线 803 与 804 之间的那部分表面特征为所述表面特征的咬边, 为约 $50\ \mu m$ 。

[0188] 实施例 9

[0189] 通过在水中强力混合银颗粒 (40 重量%) 与增稠剂 (聚氧化乙烯, 5 重量%) 来制备导电性浆料。

[0190] 使具有限定图案的开口的弹性体模版与玻璃 (SiO_2) 表面共形接触。将所述导电性浆料施覆于所述弹性体模版的开口处, 在高温 ($300^\circ C$) 下使该导电性浆料与所述玻璃表面反应 2 分钟。然后从所述玻璃表面上移除所述弹性体模版, 用去离子水冲洗该表面, 并干燥。在所述玻璃表面上形成含有银的增加了的非穿透性导电的表面特征, 该表面特征具有由所述弹性体模版上的开口的横向尺寸所限定的横向尺寸。

[0191] 实施例 10

[0192] 通过强力混合各成分来制备含有二氧化硅玻璃颗粒 (SiO_2 , 15 重量%)、磷酸 (10 重量%)、增稠剂 (聚乙烯基吡咯烷酮, 5 重量%) 以及水的反应性浆料。

[0193] 将该反应性浆料旋涂在硅表面 (硅晶片) 上。通过将弹性体印模暴露于十三氟-1, 1, 2, 2-四氢辛基三氯硅烷而对具有限定图案的印凹痕的该弹性体印模进行预处理, 以用氟碳基团来使该印模的表面功能化。使所述弹性体印模的此表面与所述硅表面接触, 并向该表面和印模的背部施加充分的压力或真空以从互相接触的印模与硅的表面之间除去浆料。浆料存在于印模的印凹痕中。然后通过将基底加热 ($100^\circ C$) 10 分钟来干燥浆料。接着从所

述硅表面上移除所述弹性体印模,并通过将所述硅表面加热(950℃)20分钟而使所述浆料反应。将该表面冷却,并用水和声波振荡而从表面上冲洗掉浆料。在所述硅表面上形成共形的穿透性导电特征(具有磷的n掺杂的硅),该表面特征具有由所述弹性体模具上的图案所限定的横向尺寸。

[0194] 实施例 11

[0195] 将PDMS(聚二甲基硅氧烷)弹性体模具暴露于大气等离子体(约78%的 N_2 、21%的 O_2 和1%的Ar)中使其表面为亲水的。将含有硝酸银(1.7g)、羧甲基纤维素钠(8g)和去离子水(100mL)的反应性浆料倾倒在所述弹性体印模上,接着用刮板进行修整以充满限定印模表面上的图案的印凹痕,并从所述弹性体印模的表面上除去多余的浆料。然后在室温下使所述弹性体印模的表面与镀铜的表面接触10分钟。接着移除印模,用去离子水清洗基底并干燥。在与所述弹性体印模上的印凹痕所限定的图案相同的图案内在铜表面上形成共形的穿透性银特征。

[0196] 实施例 12

[0197] 将具有限定表面上的图案的印凹痕的PDMS弹性体印模暴露于大气等离子体(约78%的 N_2 、21%的 O_2 和1%的Ar)以使该弹性体印模的表面为亲水的。将含有处于水中的二氧化硅颗粒(10重量%)、和增稠剂(聚乳酸,5重量%)的浆料倾倒在所述弹性体印模的表面上,接着用刮板进行修整,以均匀地充满所述印凹痕,并从所述弹性体印模的表面上除去任何多余的浆料。然后使所述弹性体印模的表面与金属表面接触。将金属表面加热($\sim 100^\circ C$)5分钟,接着从该金属表面上移除印模。在该金属表面上产生的 SiO_2 特征具有与所述弹性体印模的表面的印凹痕的尺寸相等的横向尺寸。该表面特征可以起到例如作为用于蚀刻该金属表面的掩模、和/或作为该金属表面上的绝缘图案的作用。

[0198] 实施例 13

[0199] 通过将4g的KI、1g的 I_2 和40mL的 H_2O 与1g的增稠剂混合并强力混合20-30分钟,来制备适用于在金表面上产生减去的特征的第一蚀刻浆料。通过将含有 $K_3Fe(CN)_6$ (4M)、KCN(0.2M)和KOH(0.1M)的100mL水溶液与增稠剂(1g)混合,来制备适用于金表面上产生减去的特征的第二蚀刻浆料。将溶液强力混合20-30分钟。

[0200] 将油墨(十六硫醇)涂覆在弹性体印模的表面上,该弹性体印模具有对其表面上的图案进行限定的印凹痕。使所述油墨干燥,并将涂覆的印模与金表面共形接触。从所述金表面上移除所述印模,并在与所述弹性体印模共形接触的表面区域上产生十六硫醇的自组装单层。将上面制备得到的第一或第二蚀刻浆料施覆到所述金表面上,并在室温下反应10分钟。然后冲洗该表面以从该表面上除去浆料。在未被自组装的单层覆盖的表面区域上形成减去的非穿透性特征。

[0201] 结论

[0202] 这些实施例说明了本发明可能的实施方式。尽管以上描述了本发明的各种实施方式,但应该理解的是,它们仅仅是作为实施例而存在的,并不是限制性的。对相关领域的技术人员来说,在不背离本发明的实质和范围的情况下,在形式和细节上作出各种变化是很显然的。因此,本发明的外延和范围应该不受上述任何示例性的实施方式的限制,而应该仅根据所附的权利要求书及其对等物来限定。

[0203] 应该认识到的是,具体实施方式部分(而不是发明内容和摘要部分)是用于解释

权利要求书的。发明内容和摘要部分提出了一种或多种示例性的实施方式，但并不是本发明的发明人所预期的所有的示例性的实施方式，且因此无论如何发明内容和摘要部分都不是用来限制本发明和随附的权利要求书的。

[0204] 本文所引用的所有文献（包括期刊论文或摘要、公开的或相应的美国或外国专利申请、授权的美国专利的或外国专利、或者任何其它文献）都整体引入本文作为参考，包括所有的数据、表格、图表、以及所引用的文献的正文。

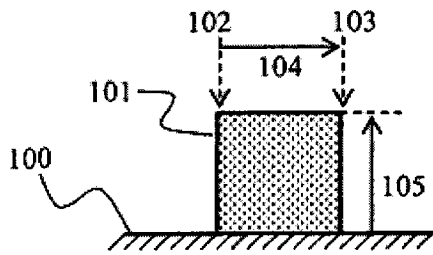


图 1A

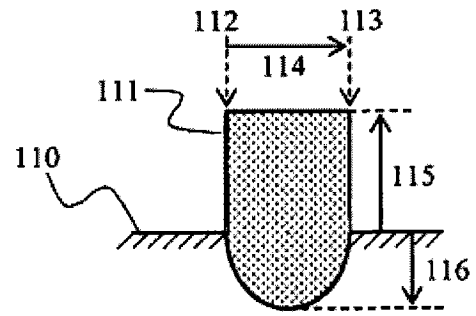


图 1B

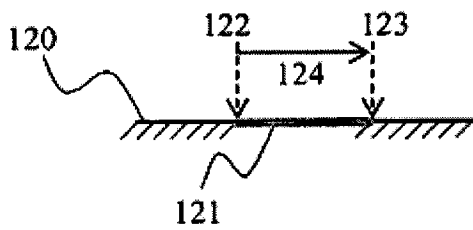


图 1C

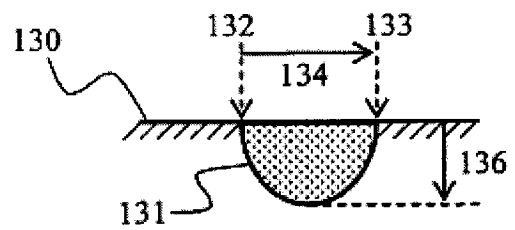


图 1D

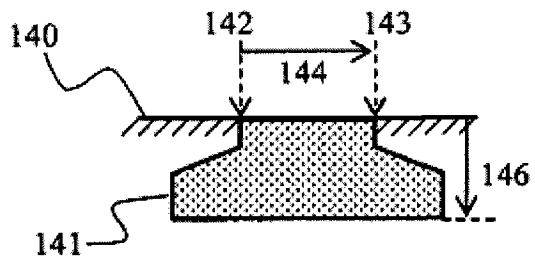


图 1E

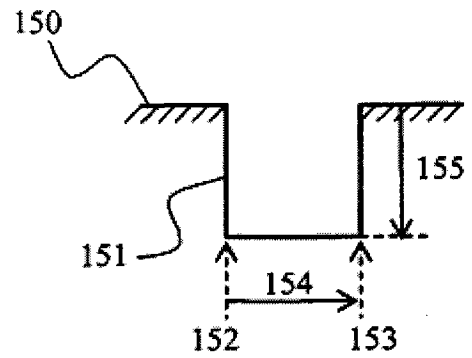


图 1F

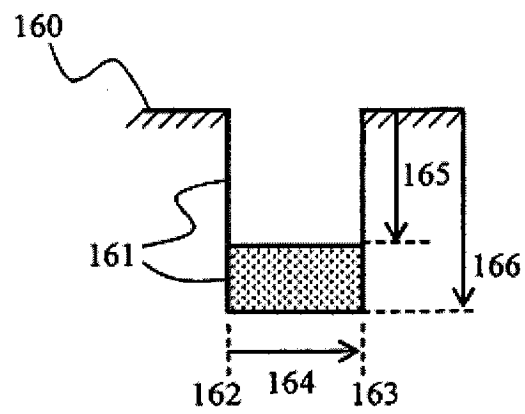


图 1G

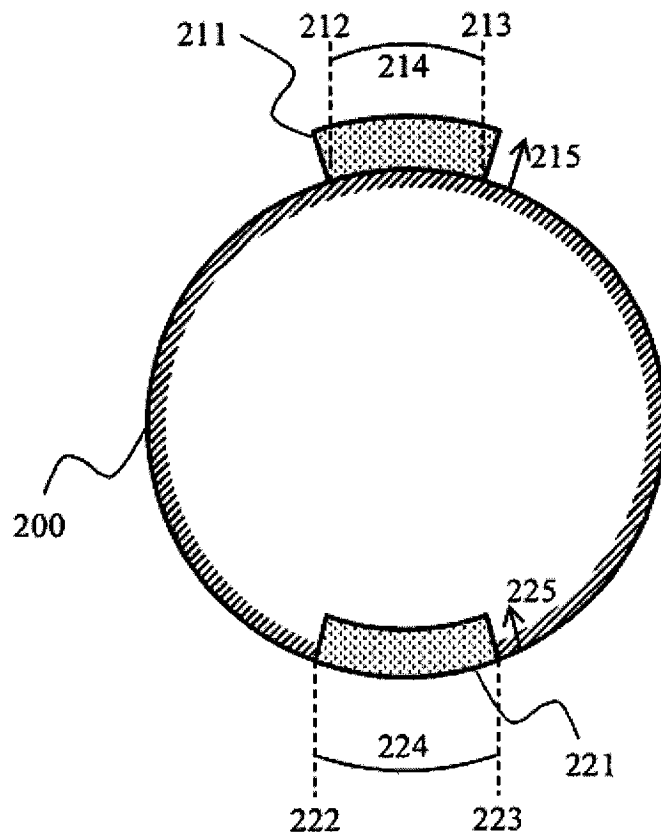


图 2

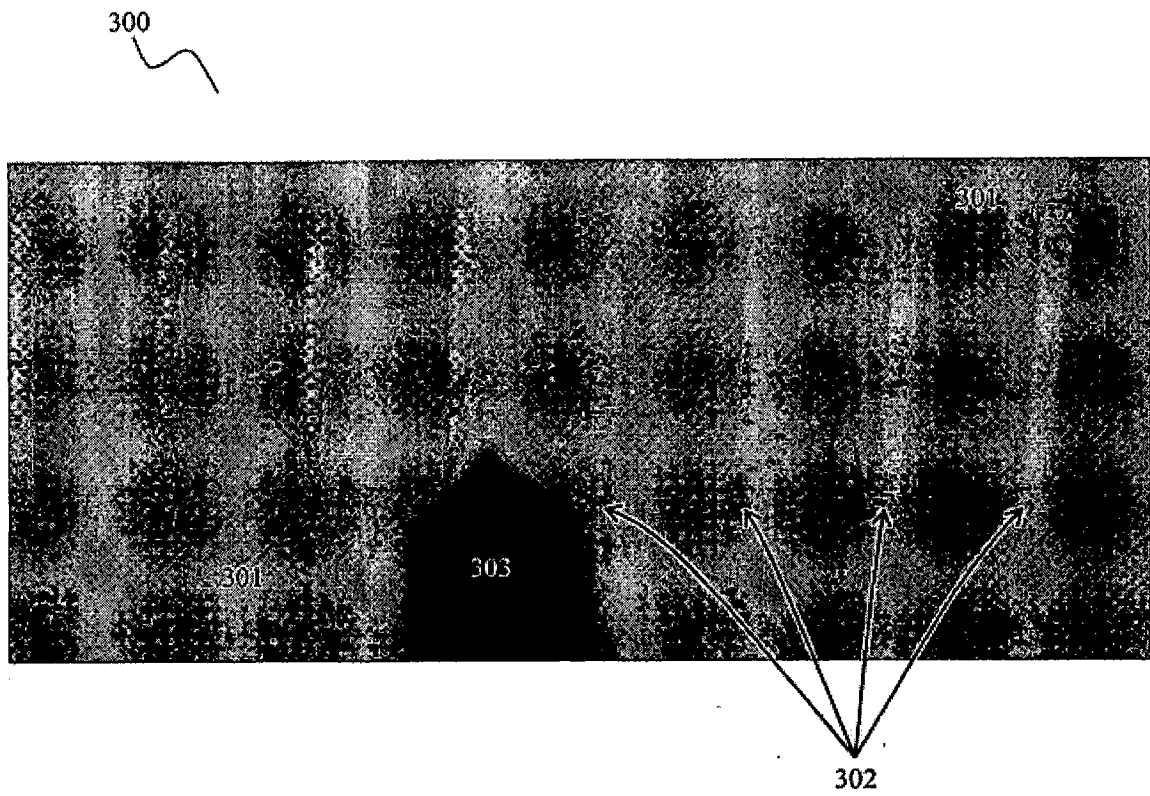


图 3

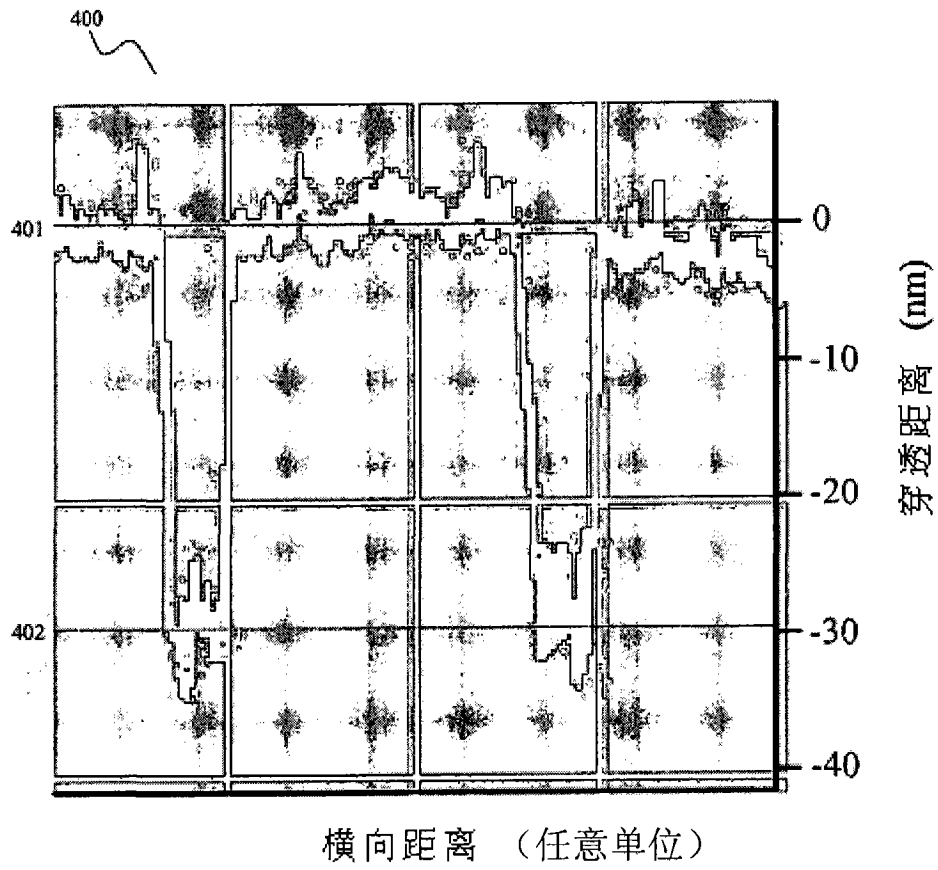


图 4

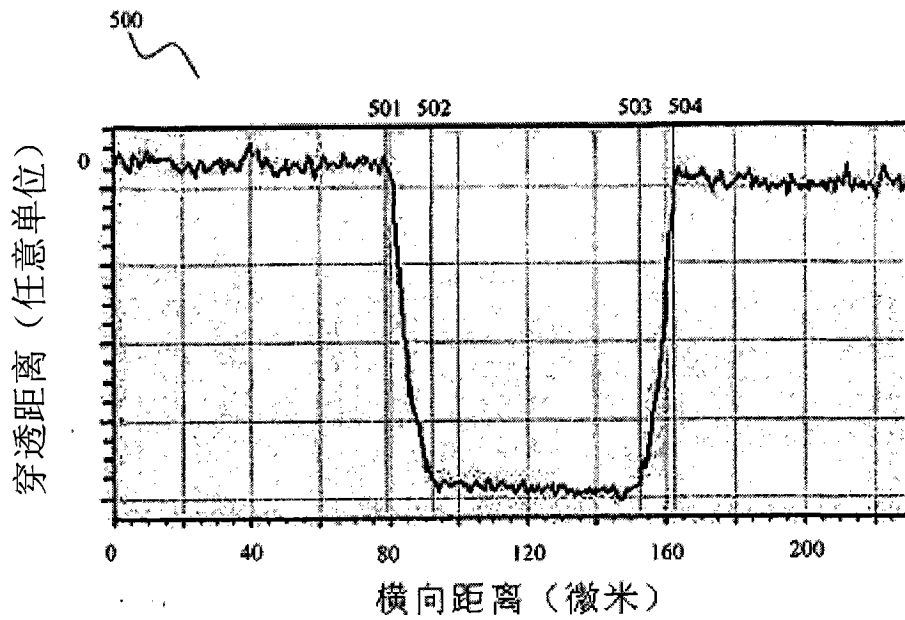


图 5

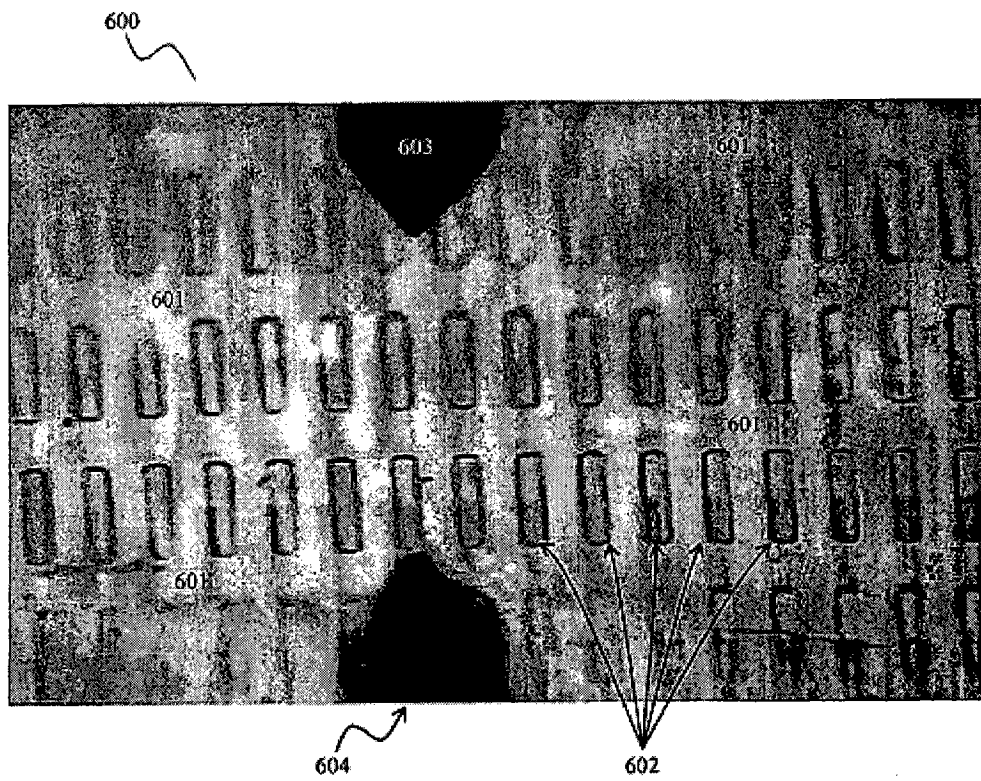


图 6

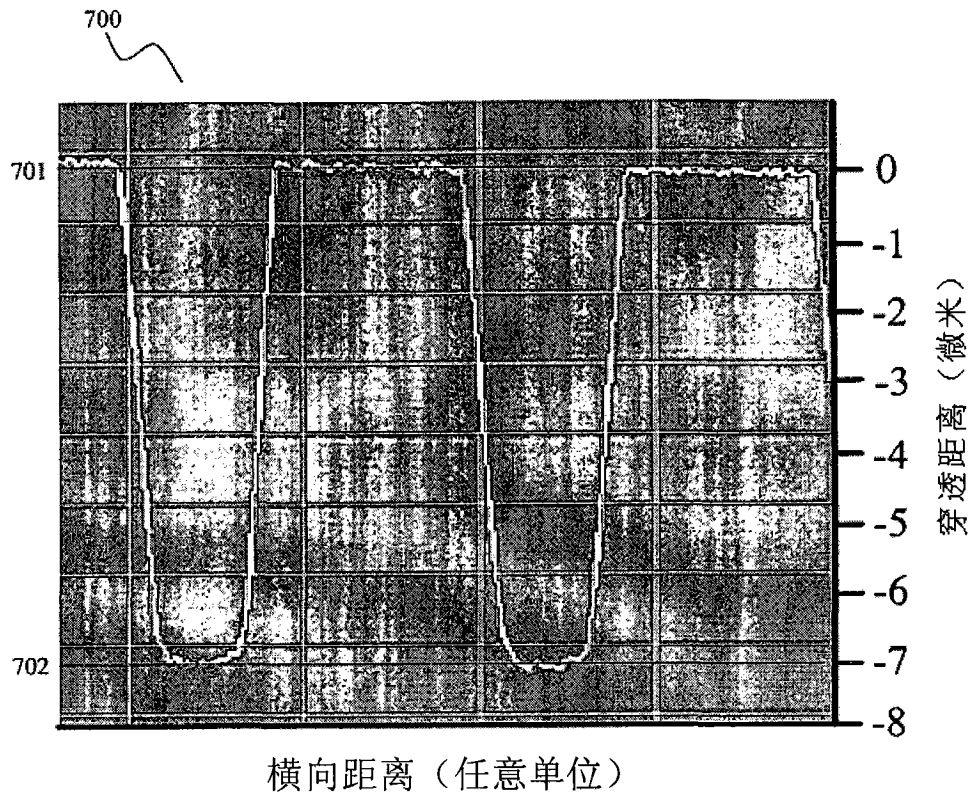


图 7

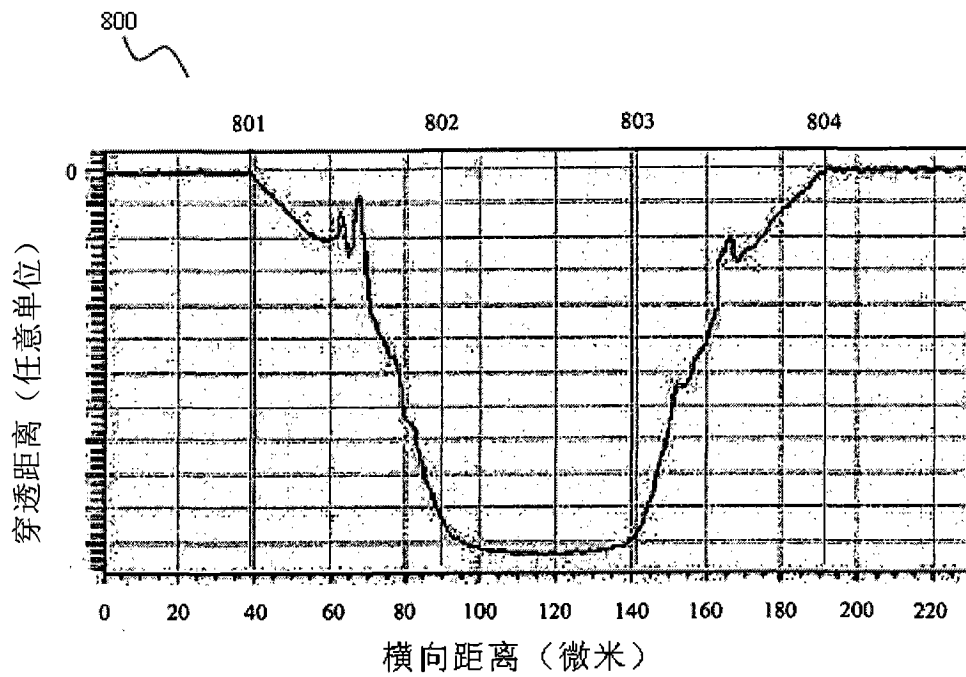


图 8