

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102439695 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 02

(21) 申请号 201080006938. 4 *H01L 21/762* (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 01. 11 *C30B 29/38* (2006. 01)

(30) 优先权数据 *C30B 33/02* (2006. 01)

09290100. 8 2009. 02. 19 EP *C30B 33/06* (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日 *C30B 29/40* (2006. 01)

2011. 08. 08 *H01L 21/02* (2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据
PCT/EP2010/000090 2010. 01. 11

(87) PCT申请的公布数据
W02010/094371 EN 2010. 08. 26

(71) 申请人 硅绝缘体技术有限公司
地址 法国伯涅尼

(72) 发明人 法布里斯·勒泰特 布鲁斯·富尔
帕斯卡·昆纳德

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 丁香兰 庞东成

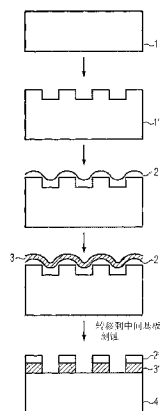
(51) Int. Cl.
H01L 21/20 (2006. 01)

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称
应变材料层的松弛和转移

(57) 摘要

本发明涉及形成至少部分地松弛的应变材料层的方法,所述方法包括以下步骤:提供晶种基板;对所述晶种基板进行图案化;在经图案化的所述晶种基板上生长应变材料层;将所述应变材料层由经图案化的所述晶种基板转移到中间基板上;和通过热处理来至少部分地松弛所述应变材料层。



1. 用于形成至少部分地松弛的应变材料层的方法,所述方法包括以下步骤:
提供晶种基板;
对所述晶种基板进行图案化;
在经图案化的晶种基板上生长应变材料层;
将所述应变材料层由所述图案化的晶种基板转移到中间基板上;和
通过热处理来至少部分地松弛所述应变材料层。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中
通过对所述晶种基板的图案化来形成晶种基板岛;
在所述晶种基板岛上生长所述应变材料层;
并且所述方法还包括
形成所述应变材料层的岛,而且其中
通过所述热处理来至少部分地松弛所述应变材料岛。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其中
对所述晶种基板进行图案化包括在所述晶种基板的表面上沉积包括敞开区域的掩模;
在所述晶种基板的表面上在所述晶种基板上的所述掩模的所述敞开区域中生长应变材料岛;
将所述应变材料岛由经图案化的所述晶种基板转移到所述中间基板上;和
通过热处理来至少部分地松弛所述应变材料岛。
4. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其中,将所述应变材料层由所述图案化的晶种基板转移到所述中间基板上的步骤还包括
在所述应变材料层下面的所述图案化的晶种基板中注入离子以形成弱化层;和
通过热处理使所述应变材料层在所述弱化层处与所述图案化的晶种基板分离。
5. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其中,将所述应变材料层由所述图案化的晶种基板转移到所述中间基板上的步骤还包括
在所述应变材料层中注入离子以形成弱化层;和
通过热处理使所述应变材料层在所述弱化层处与所述图案化的晶种基板分离。
6. 如权利要求 1~3 中任一项所述的方法,其中,将所述应变材料层由所述图案化的晶种基板转移到所述中间基板上的步骤包括所述图案化的晶种基板的移除步骤,其中,具体来说,所述移除步骤包括对所述图案化的晶种基板的电磁照射、研磨、机械抛光或刻蚀。
7. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,在所述图案化的晶种基板上生长所述应变材料层之前生长至少一个缓冲层。
8. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其中,将所述应变材料层由所述图案化的晶种基板转移到所述中间基板上的步骤包括在所述应变材料层上沉积低粘度层,特别是隐埋可协变层,和将所述低粘度层接合至所述中间基板。
9. 如权利要求 8 所述的方法,其中,所述低粘度层包含硼磷硅玻璃、BPSG 或 SiO_2 -含硼或磷的化合物,或者由硼磷硅玻璃、BPSG 或 SiO_2 -含硼或磷的化合物组成。
10. 如前述权利要求中任一项所述的方法,所述方法还包括将所述至少部分地松弛的所述应变材料层转移到目标基板上的步骤。

11. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述晶种基板、所述中间基板和所述目标基板包含蓝宝石或硅,或者由蓝宝石或硅构成。

12. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述应变材料层由 InGaN 或 GaN 构成或者包含 InGaN 或 GaN。

13. 如权利要求 12 所述的方法,其中,所述应变材料层是包含至少 3% 的 In,特别是至少 10% 的 In 的 InGaN 层。

14. 如权利要求 9~12 中任一项所述的方法,其中,将所述至少部分地松弛的应变材料层转移到目标基板上包括移除所述中间基板,特别是对所述中间基板进行刻蚀、机械抛光、研磨或者进行电磁照射。

15. 如权利要求 14 所述的方法,其中,将至少部分地松弛的应变材料岛转移到所述目标基板上的步骤包括在所述至少部分地松弛的应变材料岛上沉积高粘度层,特别是隐埋层,和将所述高粘度层接合至所述目标基板。

16. 用于制造半导体器件的方法,所述方法包括根据权利要求 15 所述在目标基板上提供至少部分地松弛的应变材料,还包括在所形成的至少部分地松弛的应变材料上外延生长至少一个材料层,特别是用于 LED 器件层或光伏器件层或激光器件层的层。

17. 一种晶片,所述晶片包括:

支撑结构体,特别是由蓝宝石或硅构成的支撑结构体;

高粘度层,

至少部分地松弛的应变材料岛,所述应变材料岛由前述权利要求中任一项所述的方法获得,特别是,具有 100 微米 × 100 微米至 1mm × 1mm 的面积尺寸;和大于 500 埃的厚度。

18. 如权利要求 17 所述的晶片,所述晶片还包括位于所述松弛的应变材料上的至少一个有源层,特别是 LED 器件层、激光器件层或光伏器件层。

应变材料层的松弛和转移

技术领域

[0001] 本发明涉及在半导体器件制造中所使用的可协变基板 (compliant substrate) 的领域,特别是涉及应变材料岛的松弛以及将至少部分地松弛的应变材料岛向某一支撑基板的转移,其可以适当地用于进一步的半导体制造工艺。

背景技术

[0002] 通过异质外延在衬底上生长薄膜是半导体技术中重要的制造步骤。例如,在发光半导体器件或太阳能电池领域中,为了形成最终的半导体器件,需要在蓝宝石或 SiC 等基板上生长异质外延膜。在将异质外延膜转移至另一个基板之后,这些膜例如可以用于外延生长在电子和光电子应用中使用的层。

[0003] 但是,当在基板上通过异质外延来形成晶格常数和热膨胀系数不同于所述基板的膜时,压缩/拉伸应变以及相应产生的诸如位错、破裂和塑性松弛等缺陷造成对所述膜上生长的层的材料质量的有害效果,导致了对其上生长的层的材料质量的有害效果。

[0004] 因而,在本领域中,已在异质外延膜与目标基板之间设置了可协变层(例如,低粘度层),以通过热处理来缓解应力。

[0005] 然而,目前所使用的使应变异质外延膜松弛的方法通常对于抑制翘曲等方面不能显示出令人满意的结果。此外,在包括某一晶种层的晶种(生长)基板上生长的异质外延膜向被用于进一步制造特定半导体的另一基板的转移提出了保持异质外延膜完好的问题,这是一般来讲,具体地,提出了移除晶种基板而不损伤异质外延膜的问题。

[0006] 因此,本发明的根本问题是提供一种形成可靠地松弛且完好的材料层(岛)的方法,该方法适于制造半导体器件。

发明内容

[0007] 通过根据权利要求 1 所述的形成至少部分地松弛的应变材料层的方法来解决上述问题,该方法包括以下步骤:

[0008] 提供晶种基板;

[0009] 对所述晶种基板进行图案化;

[0010] 在经图案化的晶种基板上生长应变材料层;

[0011] 将所述应变材料层由所述图案化的晶种基板转移到中间基板上;和

[0012] 通过热处理来至少部分地松弛所述应变材料层。

[0013] 术语“应变材料层”选择性地表示连续的层或显示岛的不连续的层。晶种基板可以是块状均匀基板或混合基板,所述混合基板包括接合至某一支撑基板或在支撑基板上生长的晶种层。在将应变材料层由图案化的晶种基板转移到中间基板的过程中,所述晶种基板可以通过刻蚀、机械抛光、研磨、电磁照射或激光照射等中的一种或多种而移除。转移后可能残留在应变材料层顶上的晶种基板的剩余材料可通过抛光或刻蚀移除。

[0014] 表述“图案化”使用其最普通的意义,包括 a) 对晶种基板的表面进行结构化,例如

通过刻蚀,特别是通过等离子体刻蚀或化学刻蚀,或者划线照射,并形成岛和凹陷,和 b) 在晶种基板的表面上沉积图案化掩模,基本上不移除该晶种基板的任何材料。

[0015] 特别是,根据一个实施方式,提供一种用于形成至少部分地松弛的应变材料岛的方法,所述方法包括:

[0016] 提供晶种基板;

[0017] 对所述晶种基板进行图案化以形成晶种基板岛;

[0018] 在经图案化的晶种基板上,特别是在所述晶种基板岛上生长应变材料层;

[0019] 将所述应变材料层由经过所述图案化的晶种基板转移到中间基板上;

[0020] 形成所述应变材料层的岛;和

[0021] 通过热处理来至少部分地松弛所述应变材料岛。

[0022] 通过根据晶种基板岛的表面的形状来外延生长应变材料层并在生长的应变材料岛汇聚之前停止生长,或者通过由首先根据晶种基板岛的表面的形状来外延生长应变材料层然后通过已形成的应变材料岛的汇聚来形成平坦表面而获得的应变材料的相对平坦的表面而形成岛,可以直接实现应变材料岛的形成。

[0023] 应当注意,通常而言,形成应变材料层的岛的步骤可以在由图案化的晶种基板转移到中间基板上之前执行,或在转移之后执行。

[0024] 作为选择,在晶种基板上沉积包括遮蔽和敞开区(分别覆盖和曝露晶种基板的表面)的图案化掩模,然后在晶种基板上的掩模的敞开区(晶种基板表面上的曝露区域)中生长应变材料岛。所生长的应变材料岛随后转移到中间基板上,并在转移后对其进行热处理,从而至少部分地松弛所述中间基板上的应变材料岛。

[0025] 通过经图案化的晶种基板而形成的应变材料岛可以具有任何所期望的形状,例如,矩形条文状或圆形,它们具有的尺寸可为约 100×100 微米至若干平方毫米。各个应变材料岛可以以几个 10 微米至大约 100 微米彼此间隔。晶种基板中分隔应变材料岛的凹陷(沟槽)的深度可以从数纳米至几十微米。可以根据材料中的热机应变来改变岛和沟槽的尺寸。

[0026] 利用上述实例之一的本发明的方法,通过在晶种基板的表面上外延生长应变材料,可以在经图案化的晶种基板上直接获得应变材料岛。特别是,本发明的方法提供的有利之处在于,所生长的应变材料的晶体质量明显高于在晶种层的连续表面上进行外延生长的现有技术。特别是,避免了破裂。因为应变材料岛与晶种基板间的热膨胀系数差对晶体质量的影响不大,因此特别避免了生长材料中的破裂。换言之,与常规制造的应变材料层相比,在本发明中可以使用相对于所选的应变材料,例如 GaN 或 InGaN 具有较大的热膨胀系数差的晶种基板,而且仍然获得了相同的所期望的晶体质量。

[0027] 由于可以使用高失配的晶种基板,因此可以使用本领域中不被允许的低成本基板。这些低成本基板可以被移除并处理,无需用于再循环。例如,硅晶种基板可用于通过外延来生长 III/V 材料,如 GaN 和 InGaN。如果在外延生长前对硅晶种基板进行图案化,则可以在没有有害影响的情况下进行 GaN 和 InGaN 在硅晶种基板上的外延。

[0028] 此外,由于使用经图案化的晶种基板使得外延材料中的应变水平较低,因此相比于传统工艺可以使用具有较大晶格错配的晶种基板,并获得相同的晶体质量。

[0029] 另外,由于采用经图案化的晶种基板使得应变水平较低,因而与平坦表面的相同

晶种材料相比,所得到的应变材料岛具有更大的厚度,且没有破裂。

[0030] 在本文的情况中,还应注意,为了进一步提高应变材料的晶体质量,可以在晶种基板与应变材料之间提供本领域中已知的某一缓冲层。所述缓冲层可因经图案化的晶种基板的岛所致而显示出岛,或者在与晶种基板的岛对应的缓冲层材料的岛经历汇聚之前形成连续的层。

[0031] 例如,GaN 缓冲物优选沉积在经图案化的硅晶种基板上,而后进行 InGaN 材料的外延。由于在 GaN 缓冲层中可避免破裂,与使用常规方法的情况相比 InGaN 的质量受到的损害较少。此外,GaN 缓冲物中的晶格错配应变也更加不显著,以致 InGaN 材料中的应变也更加不显著。因而与现有技术相比允许了更大的层厚度或者允许使用 InGaN 层中的更高的镓含量。

[0032] 根据一个实例,优选的是,在岛的汇聚开始之前停止应变材料岛的生长,即岛彼此隔开。

[0033] 作为选择,还可以包括在具有岛的晶种基板上生长应变层(应变材料层的顶上具有岛),岛的尺寸足够小以致允许应变材料发生汇聚。图案的尺寸取决于生长条件和材料,不过晶种岛的规模通常为约纳米级。在该情况中,可消灭应变层中的位错,从而得到更小的位错密度以及更少的缺陷和破裂。用于形成应变材料岛的方法与用于对晶种基板进行图案化的方法相同。其可以在将应变层转移到中间基板上用于松弛处理之前或之后执行。

[0034] 在使用缓冲层的情况中,有利的是在经图案化的晶种基板上生长缓冲层直到该层汇聚为止。将需松弛的应变材料随后沉积在连续的缓冲层上。缓冲层中的低位错密度避免了对位错点的应变材料的损害。

[0035] 对于将应变材料层(岛)转移到中间基板上的处理,晶种基板必须与应变材料分离开。以下方式有助于该分离:通过在应变材料层下面的晶种基板中注入离子以形成弱化层,并通过热处理使应变材料层在所述弱化层处与晶种基板分离开。

[0036] 作为选择,可在应变材料层中注入离子以形成弱化层,并通过热处理使应变材料层在所述弱化层处与晶种基板分离开。特别是,由此可以实现不带有残留晶种基板材料的应变材料层的分离。不言而喻,为分离晶种基板所进行的热处理的热预算与为松弛应变材料所进行的热处理的热预算不同。

[0037] 在以上的实例中,将应变材料层由晶种基板转移到中间基板上的步骤可以包括在应变材料层上沉积低粘度层,特别是沉积隐埋可协变层和将所述低粘度层接合至所述中间基板。

[0038] 所述低粘度层可以包括硼磷硅玻璃(BPSG)或 SiO_2 -含硼或磷的化合物,或由它们组成。类似的层可以沉积在中间基板上,而后使其接合至应变材料层(岛)以用于转移处理。之后,用于松弛转移到中间基板上的应变材料的热处理允许低粘度材料层的一些回流,从而导致应变材料的至少部分地松弛。通过“低粘度”这一表述,具体表示了热处理时的回流性质。用于形成应变材料岛的过程可以包括相应地对沉积的低粘度层进行图案化(参见以下的详细描述)。根据玻璃的实际组成,硼磷硅玻璃在温度为约 800°C 或 850°C 时显示出所期望的回流特性,从而允许松弛 InGaN 等应变材料。

[0039] 部分地松弛的应变材料岛可以转移到目标基板上。为此,可以在至少部分地松弛的应变材料岛上形成高粘度层,例如包括氧化物(热氧化物材料)或由其组成的隐埋层并

与目标基板接合。术语“高粘度”是指玻璃化转变温度高于“低粘度”材料。例如,包含 4.5% 的硼和 2% 的磷的低粘度 BPSG 层在温度为约 800°C 时显示出所期望的回流特性。大多数低粘度氧化物材料具有的玻璃化转变温度大约为 600°C ~ 700°C。另一方面,高粘度氧化物材料的玻璃化转变温度高于 1000°C,优选高于 1200°C。所述目标基板可以具有与例如晶种基板或中间基板相同的材料。

[0040] 当应变材料具有极性时,对于 c 平面 III/N 材料,当通过以下步骤来进行处理时,可以保持松弛应变材料的与在晶种物质上生长的面相对的面极性并且该极性适于任何随后的层外延生长:在晶种物质上生长应变材料,然后进行两步转移处理,即,从晶种物质转移到中间物质,和从中间物质转移到目标物质。特别是对于 III/N 材料,如果在晶种物质上生长之后曝露面显示出 III 族元素的极性,则两步转移处理之后的曝露面将也显示出 III 族元素的极性,这对于随后的 III/N 层的外延生长是非常合适的。如果生长之后的曝露面是 N 表面,则一步转移处理足以允许随后的正确极性的外延。

[0041] 当最初的应变材料是非极性的时,可避免两步转移处理,可以在与中间基板接合的至少部分地松弛的材料上进行外延生长。在该情况中,可优选选择低粘度层来保持稳定,使得在外延的温度时没有回流。

[0042] 此外,本发明提供用于制造半导体器件的方法,所述方法包括根据以上实例之一所述的在目标基板上提供至少部分地松弛的应变材料,还包括在所形成的至少部分地松弛的应变材料层/岛上外延生长至少一个材料层,特别是用于 LED 器件层或光伏器件层或激光器件层的层。

[0043] 此外,提供一种晶片,所述晶片包括:

[0044] 支撑结构体,特别是,由蓝宝石构成的支撑结构体;

[0045] 高粘度层,

[0046] 至少部分地松弛的应变材料岛,所述应变材料岛由以上实例之一所述的方法获得,特别是,具有从 100 微米 × 100 微米到 1mm × 1mm 的面积尺寸;和大于 500 埃的厚度。

[0047] 所述晶片可包括位于所述松弛的应变材料层/岛上的至少一个有源层,特别是 LED 器件层、激光器件层或光伏器件层。

[0048] 将参照附图描述本发明的附加特征和优点。在描述中,对用于图示本发明的优选实施方式的附图进行了引用。应理解的是,这样的实施方式不代表本发明的全部范围。

[0049] 图 1 示出了本发明的方法的一个实例,所述方法包括以下步骤:通过刻蚀对晶种基板进行图案化,以及在经图案化的晶种基板上生长应变材料层。

[0050] 图 2 示出了本发明的方法的另一个实例,所述方法包括以下步骤:在晶种基板上沉积包括敞开区域的掩模,和在晶种基板上的未被掩模覆盖的区域中生长应变材料岛。

[0051] 图 3 示出了本发明的方法的另一个实例,其中在由经图案化的晶种基板上的形成有平坦表面的缓冲层上生长应变材料层。

[0052] 下面参考图 1 和图 2 来描述本文所公开的用于形成至少部分地松弛的应变材料层的方法的两个可选其一的实施方式。如图 1 所示,提供用于应变材料层生长的晶种基板 1。晶种基板 1 例如可以是蓝宝石基板或硅基板。通过刻蚀对晶种基板 1 进行图案化以获得由凹陷分隔开的晶种基板岛 1'。所述晶种基板岛可具有例如 1 毫米 × 1 毫米的尺寸并以约 10 微米至 1000 微米间隔。所述凹陷可具有约 1 微米的深度。

[0053] 在对晶种基板 1 进行图案化之后,执行诸如含有 10% 的铟的 InGaN 等应变材料的外延,直至应变材料层 2 的厚度为约 250 纳米。为了改善应变材料层 2 的晶体质量,可以在经图案化的晶种基板(特别是在晶种基板岛 1')上沉积缓冲层(未示出),然后生长应变材料层 2。所述缓冲层可包括沉积在硅表面上、数微米厚的 GaN 层下的 50nm 至 100nm 厚的 AlN 成核层。在材料汇聚之前停止缓冲层的生长。

[0054] 低粘度(可协变)层 3 沉积在应变材料层 2 上,特别是沉积在晶种基板岛 1'之上。低粘度层 3 的厚度可以为约 500 纳米。

[0055] 在向其上将转移应变材料层 2 的中间基板 4 上沉积与低粘度层 3 类似的低粘度层。中间基板 4 可以与晶种基板 1 的材料相同,例如,由硅制成。沉积在中间基板 4 上的低粘度层的厚度例如可为约 1 微米。然后,对沉积在应变材料层 2 上的低粘度层 3 和沉积在中间基板 4 上的低粘度层进行抛光。在可以得到厚度为约 1 微米的低粘度材料的该抛光步骤之后,应变材料层 2 经由低粘度层接合至中间基板 4。

[0056] 接合步骤之后,通过例如等离子体刻蚀或化学刻蚀和/或研磨移除晶种基板 1。此外,在移除晶种基板 1 之后,通过刻蚀可以获得低粘度材料岛 3'。作为选择,在接合/转移至中间基板 4 之前,对沉积在应变材料层 2 上的低粘度层 3 进行刻蚀。在该情况中,转移后,在应变材料岛 2' 之间的空隙内对在接合步骤之前沉积在中间基板 4 上的低粘度材料进行刻蚀,以获得图 1 所示的低粘度材料岛 3'。

[0057] 图 2 显示了用于获得中间基板 4 上的应变材料岛 2' 和低粘度材料岛 3' 的方法的替代性实例。如图 2 所示,提供晶种基板 1(例如,由硅或蓝宝石构成),并使其被掩模层 5 部分地覆盖。掩模层 5 包括敞开区,可以包含 SiO₂ 材料或 SiN 材料。在所述敞开区中,应变材料 2(例如,GaN 或铟含量为约 10% 的 InGaN)生长至厚度为 500 纳米,低粘度层 3 沉积在应变材料 2 和掩模上。低粘度层 3 与沉积在中间基板 4 上的低粘度层的接合,以及随后移除晶种基板 1,使得应变材料岛 2' 转移到中间基板 4 上。如果需要改善随后的松弛步骤,在应变材料岛 2' 之间的空隙内向下刻蚀出低粘度材料岛 3' 直至中间基板。

[0058] 应当注意,在图 1 和图 2 所示的实例中,作为选择也可以将应变材料岛 2' 设置在中间基板 4 上的连续的低粘度材料层上(即,具体来说,未对中间基板 4 上所沉积的低粘度层进行刻蚀)。

[0059] 图 1 和 2 的底部所示的结构体包括低粘度材料岛 3' 顶上的应变材料岛 2',对该结构体进行热处理,例如,在约 800°C 或 850°C 进行约 4 小时,从而通过低粘度材料岛 3'(例如硼磷硅玻璃(BPSG)或 SiO₂-含硼或磷的化合物)的回流/塑性变形来获得至少部分地松弛的应变材料岛 2',例如,含有 10% 的铟的部分地松弛的 InGaN 岛。

[0060] 随后,可以在至少部分地松弛的应变材料岛 2' 上和/或目标基板上沉积接合层。至少部分地松弛的应变材料岛 2' 经由接合层与目标基板接合之后,中间基板 4 和低粘度材料岛 3' 可以通过例如刻蚀或电磁照射而移除,从而恢复至少部分地松弛的应变材料岛 2' 如 InGaN 岛的表面。至少部分地松弛的应变材料岛 2' 可随后用于有结构的材料层的外延生长,特别是,用于晶体层的外延或均匀外延生长,而所述晶体层将用于制造可用于电子、光伏或者光电应用(例如,LED 或者激光器)的特殊半导体器件。

[0061] 图 3 中显示了本发明的方法的另一个实例,其中在经图案化的晶种基板 1' 上形成有平坦表面的缓冲层 7 生长应变材料层 2。根据图 3 所示的实例,在经图案化的晶种基板

1'上形成AlN成核层6。随后,在AlN成核层6之上沉积包含例如GaN的缓冲层7。在沉积的过程中,首先缓冲层7采取了经图案化的晶种基板1'的岛的形状。然而,根据所示的实例,沉积缓冲层7直到岛状表面形状变平(缓冲层7的岛的汇聚)为止,以致形成缓冲层7的平坦的上表面。

[0062] 在缓冲层7的平坦表面的顶上外延生长应变材料2,在所生长的应变材料层2的顶上沉积硼磷硅玻璃层8。随后,对硼磷硅玻璃层8和应变材料层2进行图案化,以获得应变材料岛2'和硼磷硅玻璃层岛8'。在该图案化处理之后,利用形成在中间基板4上的硼磷硅玻璃层的岛3'进行向中间基板4的转移。应当注意,对硼磷硅玻璃层8和应变材料层2的图案化也可以在向中间基板4的转移之后进行。转移了应变材料岛2'之后,如上所述进行松弛。

[0063] 所有之前讨论的实施方式不旨在进行限制,而是用作阐释本发明的特征和优点的示例。应当理解的是,一些或所有上述描述的特征也可以以不同方式进行组合。

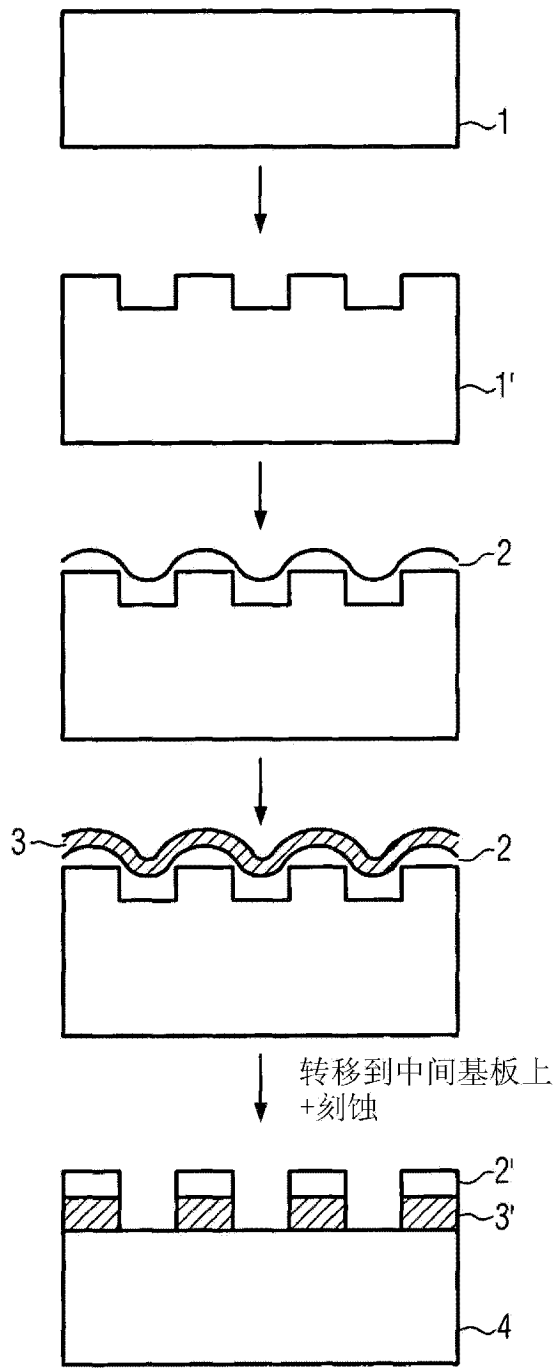


图 1

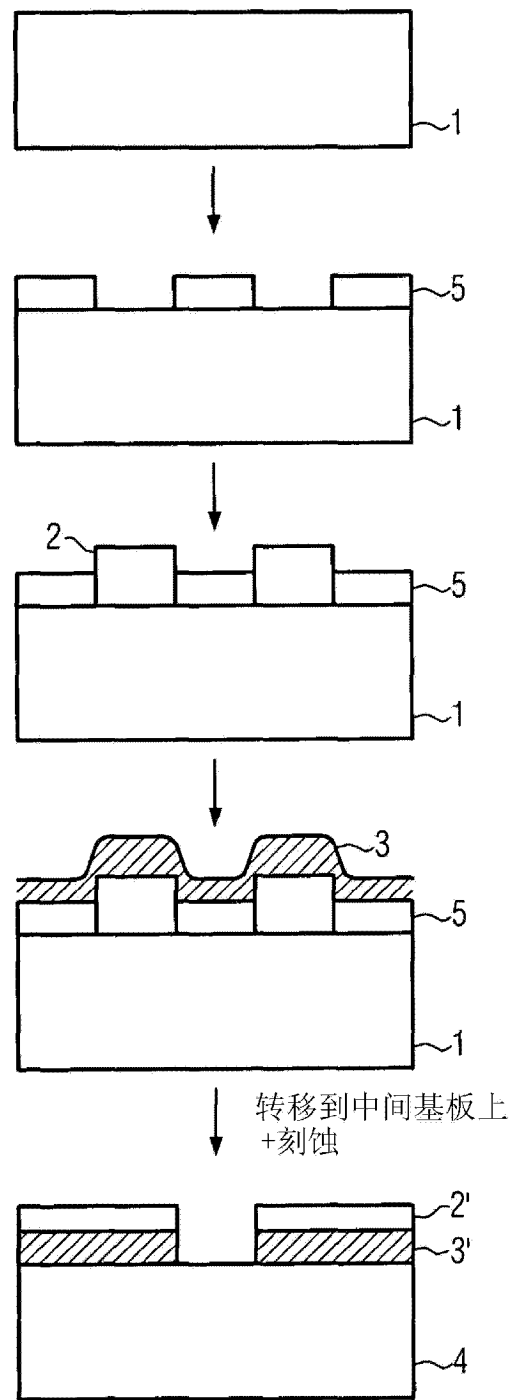


图 2

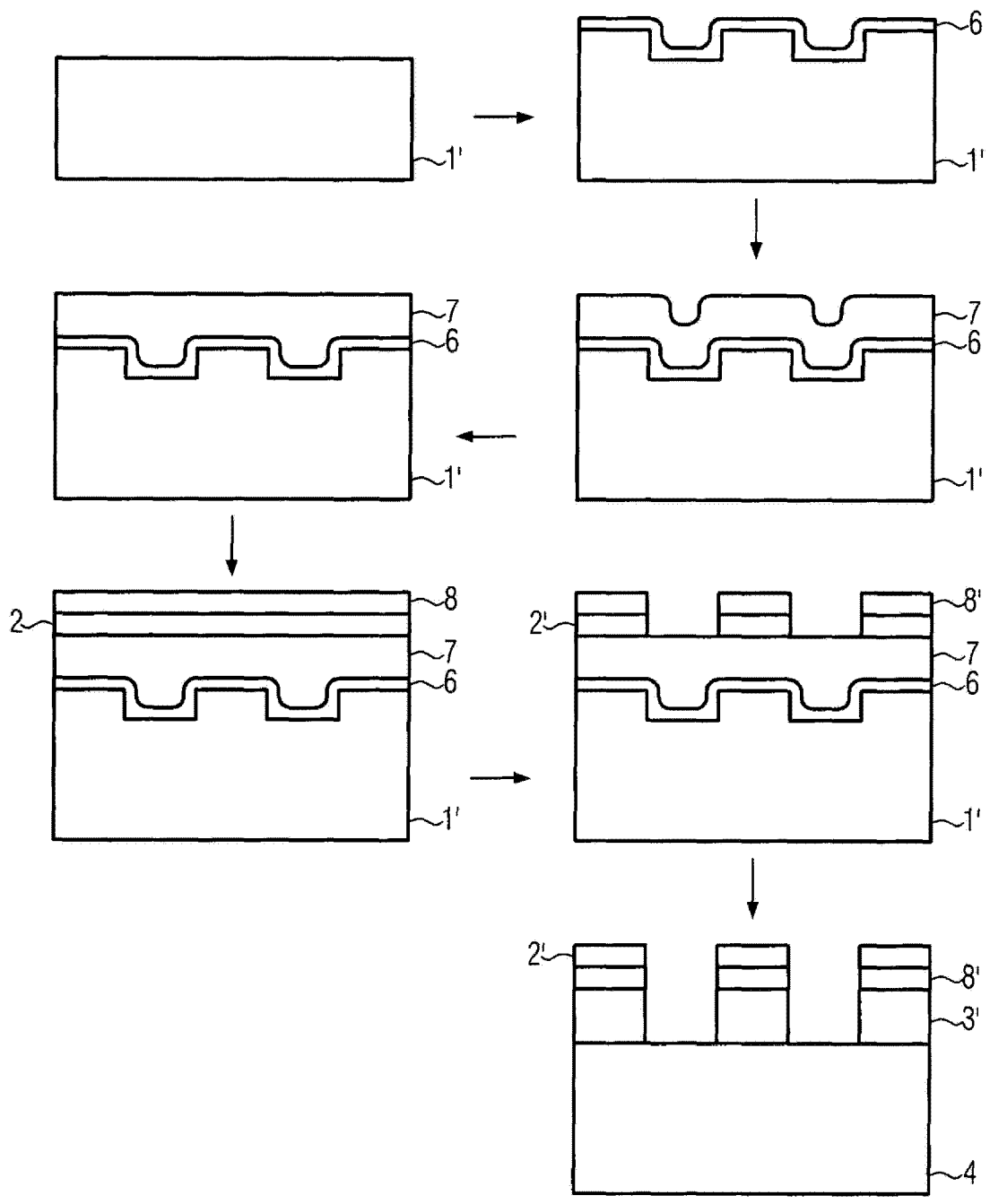


图 3