



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102263174 B

(45) 授权公告日 2015.04.29

(21) 申请号 201010189186.1

JP 特开 2008-177528 A, 2008.07.31, 说明书第 9-20 段, 第 36 段, 第 51 段, 附图 1-3、9.

(22) 申请日 2010.05.24

US 2008/0121903 A1, 2008.05.29, 全文.

(73) 专利权人 广镓光电股份有限公司
地址 中国台湾台中市工业区 34 路 40 号

CN 101359712 A, 2009.02.04, 全文.

(72) 发明人 许圣贤

审查员 刘雪莲

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 陶凤波

(51) Int. Cl.

H01L 33/20(2010.01)

H01L 33/22(2010.01)

(56) 对比文件

WO 2009/063954 A1, 2009.05.22, 说明书第 29-34 段, 附图 5、7.

WO 2009/063954 A1, 2009.05.22, 说明书第 29-34 段, 附图 5、7.

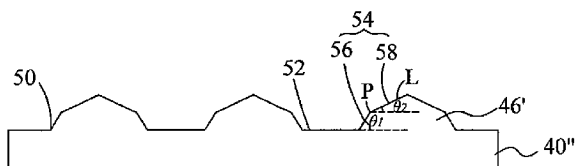
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

半导体发光元件

(57) 摘要

本发明公开一种半导体发光元件,其包括一基板,此基板具有一表面包括一平面以及复数个突起物突出于此平面,其中上述平面为一特定晶面方向,而突起物具有由复数个侧壁表面所构成的外表面,且侧壁表面的晶面方向大致上不包括上述特定晶面方向。突起物由侧面观视具有一轮廓线,而此轮廓线自突起物的底部至顶部包括至少一转折点。一第一导电型半导体层位于基板的上述表面上,一发光层位于第一导电型半导体层上,而一第二导电型半导体层则位于发光层上。本发明的半导体发光元件,具有改善磊晶品质和光萃取率的优点。



1. 一种半导体发光元件,其特征在于,包括:

一基板,所述基板具有一表面,所述表面包括一平面以及复数个突起物突出于所述平面,其中所述平面为一特定晶面方向,而各个所述突起物具有由复数个侧壁平面所构成的一外表面,且所述复数个侧壁平面的晶面方向不包括所述特定晶面方向,各个所述突起物由俯视图观视具有复数个外轮廓线,且所述复数个外轮廓线相交于一点;以及

一发光磊晶叠层直接位于所述基板的所述表面上,包括一第一导电型半导体层、位于所述第一导电型半导体层上的一发光层、以及位于所述发光层上的一第二导电型半导体层,其中所述突起物与所述发光磊晶叠层之间不包含空隙。

2. 根据权利要求1所述的半导体发光元件,其特征在于,所述复数个侧壁平面包括一底部侧壁表面与一上方侧壁表面,其中所述底部侧壁表面连接于所述平面与所述上方侧壁表面,当各个所述突起物由侧面观视时,所述底部侧壁表面与所述上方侧壁表面的一连接处为一转折点。

3. 根据权利要求2所述的半导体发光元件,其特征在于,所述底部侧壁表面与所述平面间具有一第一倾斜角,而所述上方侧壁表面与所述平面间具有一第二倾斜角,其中所述第一倾斜角与所述第二倾斜角互异。

4. 根据权利要求3所述的半导体发光元件,其特征在于,所述第一倾斜角大于所述第二倾斜角。

5. 根据权利要求2所述的半导体发光元件,其特征在于,各个所述突起物的所述复数个侧壁平面由三个所述底部侧壁表面与三个所述上方侧壁表面所构成。

6. 根据权利要求2所述的半导体发光元件,其特征在于,所述上方侧壁表面包括一第一上方侧壁表面与一第二上方侧壁表面,其中所述第一上方侧壁表面连接于所述底部侧壁表面与所述第二上方侧壁表面,当各个所述突起物由侧面观视时,所述第一上方侧壁表面与所述第二上方侧壁表面的一连接处为一转折点。

7. 根据权利要求1所述的半导体发光元件,其特征在于,所述复数个突起物是以湿式蚀刻方法形成,并且具有一近似多边形的底面。

8. 根据权利要求1所述的半导体发光元件,其特征在于,各个所述突起物的底面具有三个转角。

9. 根据权利要求8所述的半导体发光元件,其特征在于,各个所述突起物的底面在三个所述转角间呈弧状。

10. 一种半导体发光元件,其特征在于,包括:

一基板,所述基板具有一表面,所述表面包括一平面以及复数个突起物突出于所述平面,其中所述平面为一C plane 晶面方向(0001),而各个所述突起物不具有为所述C plane 晶面方向(0001)的一顶部平面,各个所述突起物具有由复数个侧壁平面所构成的一外表面,且各个所述突起物由俯视图观视具有复数个外轮廓线,且所述复数个外轮廓线相交于一点;以及

一发光磊晶叠层直接位于所述基板的所述表面上,包括一第一导电型半导体层、位于所述第一导电型半导体层上的一发光层、以及位于所述发光层上的一第二导电型半导体层,其中所述突起物与所述发光磊晶叠层之间不包含空隙。

半导体发光元件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体发光元件,尤其涉及一种具有改善磊晶品质和光萃取率(extraction efficiency)的半导体发光元件。

背景技术

[0002] 发光二极管为一种半导体发光元件,其相对于传统灯泡具有体积小、寿命长、低电压/电流驱动、不易破裂、发光时无显著热问题、无汞、以及省电等优势,因此其应用范围有逐渐增加的趋势。

[0003] 图1为现有发光二极管的剖面示意图。参照图1,发光二极管10包括基板12、第一导电型半导体层14、发光层16、第二导电型半导体层18、欧姆接触层20、第一电极22、以及第二电极24,其中第一导电型半导体层14、发光层16、以及第二导电型半导体层18可例如为磊晶层。

[0004] 当发光二极管10以蓝光发光二极管为例时,基板12可为蓝宝石(sapphire; Al_2O_3)基板,而氮化镓(GaN)磊晶层则可直接形成于基板12上。然而,由于蓝宝石基板12与氮化镓磊晶层间的晶格常数差异(lattice constant difference)过大,因此可能在磊晶层中造成缺陷,进而影响到发光二极管10的发光效率。有鉴于此,现有技术,例如美国专利公开号案20080303042,其揭示了一种具有凹部/突部结构的图案化基板,以用于改善发光二极管的发光效率。然而,利用这种现有技术所形成的发光二极管仍有其缺陷存在。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种半导体发光元件,其具有改善磊晶品质的优点。

[0006] 本发明的另一目的是提供一种半导体发光元件,其具有增进光萃取率的优点。

[0007] 本发明提供一种半导体发光元件,其包括一基板,此基板具有一表面包括一平面以及复数个突起物突出于此平面,其中上述平面为一特定晶面方向,而突起物具有由复数个侧壁表面所构成的外表面,且侧壁表面的晶面方向大致上不包括上述特定晶面方向。突起物由侧面观视具有一轮廓线,而此轮廓线自突起物的底部至顶部包括至少一转折点;一第一导电型半导体层位于基板的上述表面上,一发光层位于第一导电型半导体层上,而一第二导电型半导体层则位于发光层上。

[0008] 本发明另提供一种半导体发光元件,其包括一基板,此基板具有一表面包括一平面以及复数个突起物突出于此平面,其中上述平面为C plane晶面方向(0001),而突起物不具有为C plane晶面方向(0001)的一顶部平面。突起物由侧面观视具有一轮廓线,而此轮廓线自突起物的底部至顶部包括至少一转折点;一第一导电型半导体层位于基板的上述表面上,一发光层位于第一导电型半导体层上,而一第二导电型半导体层则位于发光层上。

[0009] 为让本发明的目的、特征、和优点能更明显易懂,下文特举出较佳实施例,并结合附图,作详细说明如下。

附图说明

- [0010] 图 1 为现有发光二极管的剖面示意图；
- [0011] 图 2A 和图 2B 为本发明一实施例采用一图案化基板形成磊晶层的概略剖面示意图；
- [0012] 图 3A 至图 3D 为根据本发明一实施例形成一图案化基板的一系列概略剖面侧视图；
- [0013] 图 4A 和图 4B 分别为本发明一实施例形成的图案化蓝宝石基板的剖面侧视图和俯视图；
- [0014] 图 5A 和图 5B 分别为本发明一实施例提供的突起物的概略透视图和俯视图；
- [0015] 图 5C 为本发明一实施例提供的用于形成半导体发光元件的基板的概略透视图；
- [0016] 图 6 为根据本发明一实施例提供的基板而形成的半导体发光元件的剖面示意图。
- [0017] 主要元件符号说明：
- | | |
|---------------------------|--------------------|
| [0018] 10 :发光二极管； | 12 :基板； |
| [0019] 14 :第一导电型半导体层； | 16 :发光层； |
| [0020] 18 :第二导电型半导体层； | 20 :欧姆接触层； |
| [0021] 22 :第一电极； | 24 :第二电极； |
| [0022] 30 :图案化基板； | 32、32'、32" :磊晶层； |
| [0023] 33 :表面； | 34 :底部平面； |
| [0024] 36 :突起物； | 38 :顶部平面； |
| [0025] 39 :空隙缺陷； | 40、40'、40" :基板； |
| [0026] 42 :图案化保护层； | 44 :凹陷； |
| [0027] 46、46' :突起物； | 48 :顶部平面； |
| [0028] 50 :表面； | 52 :平面； |
| [0029] 54 :侧壁表面； | 56 :底部侧壁表面； |
| [0030] 58 :上方侧壁表面； | 60 :底面； |
| [0031] 62 :转角； | 70 :半导体发光元件； |
| [0032] 72 :第一导电型半导体层； | 74 :发光层； |
| [0033] 76 :第二导电型半导体层； | 78 :欧姆接触层； |
| [0034] 80 :第一电极； | 82 :第二电极； |
| [0035] P :转折点； | L :外轮廓线； |
| [0036] $\theta 1$:第一倾斜角； | $\theta 2$:第二倾斜角。 |

具体实施方式

[0037] 本发明列举一些实施例详述如下，其中相同的数字符号表示相同或具有相同功能的元件，而所附的相关图示并未依据实际比例绘制，其作用仅在于表达本发明的结构特征。当以下说明表示一元件位于另一元件之上时，其可表示此元件为直接位于另一元件的上面或可存有中间元件；同样地，当表示一元件为“连接”至另一元件时，其可表示此元件为直接连接至另一元件或可存有中间元件。反之，当表示一元件“直接”位于另一元件上或一元件“直接连接”至另一元件时，则表示其间没有中间元件。

[0038] 以下提出许多具体细节,例如特定结构、成分、材料、尺寸、制程步骤及技术,以用于详细说明本发明的实施例,但其并非用以限制本发明。本领域技术人员在不背离申请专利范围的范畴下可有各种的修改及变化,因此本发明的范畴将不受限于构成组件的数量、材料、形状及相关配置等,且所揭露的实施例仅为范例而已。为了避免模糊本发明的焦点,所熟知的结构或制程步骤并未加以详述,然此并不影响本发明的实施。

[0039] 图 2A 和图 2B 为本发明一实施例采用一图案化基板形成磊晶层的概略剖面示意图。参照图 2A,图案化基板 30 具有用以形成磊晶层 32 的表面 33,而表面 33 包括底部平面 34 和突出于底部平面 34 的突起物 36,其中突起物 36 具有平行于底部平面 34 的顶部平面 38。如图 2A 所示,由于图案化基板 30 的底部平面 34 与突起物 36 的顶部平面 38 均具有适于磊晶层 32 成长的晶面方向,因此磊晶层 32'、32"将分别同时自底部平面 34 与顶部平面 38 上开始形成。然而,当磊晶层 32'、32"同时于底部平面 34 与顶部平面 38 横向成长时,则最后形成的磊晶层 32 将容易在接近突起物 36 的上方处造成空隙缺陷 39(如图 2B 所示),进而影响到后续所形成的半导体发光元件的发光效率。

[0040] 为解决上述问题,下列实施例提供了一种半导体发光元件,其具有可改善磊晶品质与光萃取率的图案化基板。

[0041] 图 3A 至图 3D 为根据本发明一实施例形成一图案化基板的一系列概略剖面侧视图,而此图案化基板可后续用于形成一半导体发光元件。参照图 3A,首先提供一基板 40,而基板 40 的材料及特性可根据所欲形成的半导体发光元件类型和后续形成于基板 40 上的磊晶层材质而定。本实施例以形成一蓝光发光二极管为例,而采用的基板 40 为一蓝宝石基板。

[0042] 接着,在基板 40 上形成图案化保护层 42。在本实施例中,图案化保护层 42 利用现有的薄膜沉积方法先形成氧化硅薄膜,接着再利用现有的微影、蚀刻等技术,形成适当直径的圆形图案。然而,图案化保护层 42 可根据实际的需求,而在基板 40 上形成适当的形状、尺寸和排列,本发明并非以此为限。

[0043] 参照图 3B,执行第一次蚀刻步骤,以形成具有凹陷 44 的基板 40',而此时基板 40'受到图案化保护层 42 所遮蔽的地方则形成具有两个倾斜面的突起物 46。在本实施例中,第一次蚀刻步骤较佳以湿式蚀刻法完成,将基板 40 浸润于一蚀刻剂中,而此蚀刻剂较佳为对基板 40 和图案化保护层 42 有良好蚀刻选择比的溶液。在此实施例中,基板 40 为 C plane 晶面方向(0001)的蓝宝石基板,而图案化保护层 42 为氧化硅,因此蚀刻剂可例如为包含硫酸、磷酸、或其组合的溶液,然而本发明并非以此为限。

[0044] 接着,将图案化保护层 42 自基板 40'上移除,而此时基板 40'的突起物 46 的顶部将具有一受到图案化保护层 42 所保护的顶部平面 48,如图 3C 所示。

[0045] 在移除图案化保护层 42 之后,对基板 40'执行第二次蚀刻步骤,以将突起物 46 的顶部平面 48 尖化,进而形成一后续用以形成磊晶层的基板 40",如图 3D 所示。基板 40"具有一表面 50,而表面 50 包括具有适于磊晶层成长的晶面方向的平面 52、以及复数个不具有平行于平面 52 的顶部平面的突起物 46'。在本实施例中,此蚀刻步骤也为一湿式蚀刻法,且所使用的蚀刻剂和第一次湿式蚀刻法所采用的蚀刻剂相同。

[0046] 本实施例所提供的突起物 46'具有仅由复数个侧壁表面 54 所构成的外表面,而这些侧壁表面 54 未平行于基板 40"的平面 52,即侧壁表面 54 的晶面方向大致上不包括平面

52 的晶面方向,即 C plane 晶面方向 (0001),如此一来,后续将形成品质较佳的磊晶层。参照图 3D,突起物 46' 由侧面观视具有一外轮廓线 L,而此外轮廓线 L 自突起物 46' 的底部至顶部包括至少一转折点 P。参照图 3D,由侧面观视,突起物 46' 的侧壁表面 54 具有底部侧壁表面 56 和上方侧壁表面 58,其中底部侧壁表面 56 夹置于平面 52 与上方侧壁表面 58 之间,并且连接于平面 52 与上方侧壁表面 58,其中底部侧壁表面 56 与平面 52 间具有第一倾斜角 θ_1 ,而上方侧壁表面 58 与平面 52 间则具有第二倾斜角 θ_2 ,且第一倾斜角 θ_1 和第二倾斜角 θ_2 互异。在此实施例中,第一倾斜角 θ_1 大于第二倾斜角 θ_2 ,而突起物 46' 的侧壁表面 54 的倾斜度可通过调整蚀刻制程的处理参数而控制。

[0047] 在本实施例中,由于基板 40" 的突起物 46' 不具有平行于平面 52 的顶部平面,即突起物 46' 不具有适合磊晶层成长的 C plane 晶面方向 (0001) 的顶部平面,因此后续在基板 40" 的表面 50 上所形成的磊晶层将可避免形成例如空隙等缺陷,进而具有较佳的磊晶品质。

[0048] 图 4A 和图 4B 分别为本发明一实施例形成的图案化蓝宝石基板的剖面侧视图和俯视图,其为利用 SEM 仪器所实际拍摄的图式。

[0049] 图 5A 和图 5B 分别为本发明一实施例提供的突起物的概略透视图和俯视图,而图 5C 为本发明一实施例提供的用于形成半导体发光元件的基板的概略透视图。

[0050] 突起物 46' 具有一近似多边形的底面 60。在本实施例中,参照图 5A 和 5B,突起物 46' 所具有的多边形底面 60 大抵具有三个转角 62,而多边形底面 60 在转角 62 间呈弧状。

[0051] 侧壁表面 54 可大抵为一曲面、一平面或其组合,而突起物 46' 由侧面观视时,则底部侧壁表面 56 与上方侧壁表面 58 的一连接处则显示为转折点 P,其中转折点 P 可大抵为具有不同倾斜度的平面、或具有不同曲率的曲面的侧壁表面 54 间的连接处。在本实施例中,突起物 46' 的侧壁表面 54 仅由三个底部侧壁表面 56 与三个上方侧壁表面 58 所构成。

[0052] 参照图 5C,多个突起物 46' 在基板 40" 上彼此分离,并且以交错的方式而规则排列。然而,突起物 46' 间的距离和排列方式可根据实际需求而定,即本发明并非受限于此。

[0053] 图 6 为根据本发明一实施例提供的基板而形成的半导体发光元件的剖面示意图。参照图 6,半导体发光元件 70 包括位于基板 40" 的表面 50 上的第一导电型半导体层 72、位于第一导电型半导体层 72 上的发光层 74、以及位于发光层 74 上的第二导电型半导体层 76。在本实施例中,第一导电型半导体层可为 N 型半导体层,而第二导电型半导体层则为 P 型半导体层,且第一导电型半导体层 72、发光层 74、以及第二导电型半导体层 76 均可作为磊晶层。第一电极 80 和第二电极 82 可分别设置于第一导电型半导体层 72 和第二导电型半导体层 76 上,而在此实施例中,一欧姆接触层 78 设置于第二导电型半导体层 76 与第二电极 82 之间。

[0054] 根据本实施例,第一导电型半导体层 72 可直接磊制于基板 40" 的表面 50 上,由于基板 40" 的表面 50 具有复数个突起物 46', 因此可减少磊晶层的差排现象。此外,在本实施例中,由于基板 40" 的突起物 46' 的侧壁表面 54 大抵不具有适于磊晶层成长的晶面方向,如此可减少磊晶层所产生的缺陷,因而提升磊晶品质与光萃取效率。如此一来,本实施例所提供的半导体发光元件 70 将具有较佳的制程良率和量子发光效率。

[0055] 进一步,在本实施例中,由于基板 40" 的突起物 46' 的侧面自其底部至顶部具有一个以上的转折点,因此可更为有效地反射光束,以便提升光萃取效率。

[0056] 然而,根据基板 40”的材质、图案化保护层 42 的形状和尺寸、以及蚀刻方法和制程参数,基板 40”可具有不同形状的突起物 46’,例如突起物 46’的多边形底面也可包括其他种多边形形状,且突起物 46’的侧面的转折点可为一个以上,例如突起物 46’的上方侧壁表面 58 可包括第一上方侧壁表面与第二上方侧壁表面,且其中第一上方侧壁表面夹置于底部侧壁表面与第二上方侧壁表面之间,并且连接于底部侧壁表面与第二上方侧壁表面,而观视突起物 46’的侧面,则第一上方侧壁表面与第二上方侧壁表面的连接处也可为一转折点。

[0057] 尽管本发明已结合特定较佳的实施例而描述,然而很明显地,本领域技术人员可在参考本说明书的情况下进行多种替代、修改及变更。因此,本申请专利的保护范围应在不背离本发明实际范围及精神下涵盖任何这些替代、修改及变更。

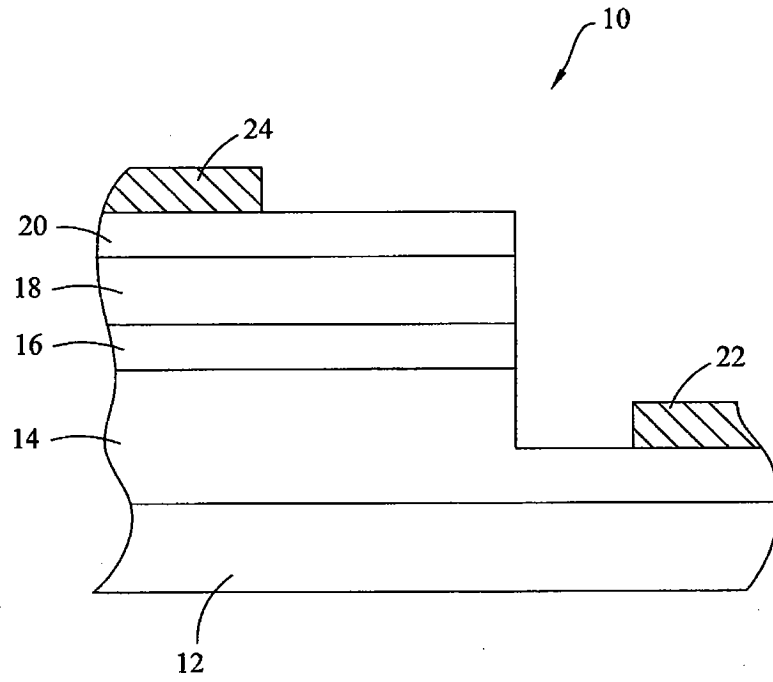


图 1

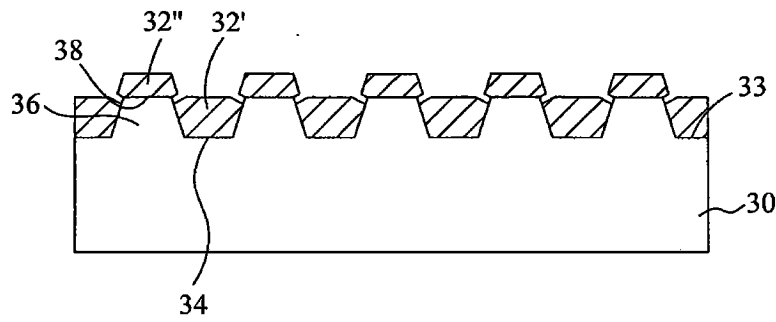


图 2A

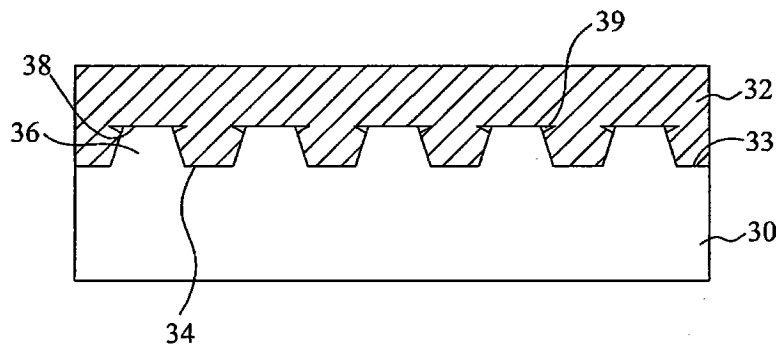


图 2B

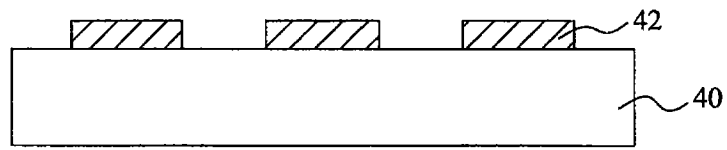


图 3A

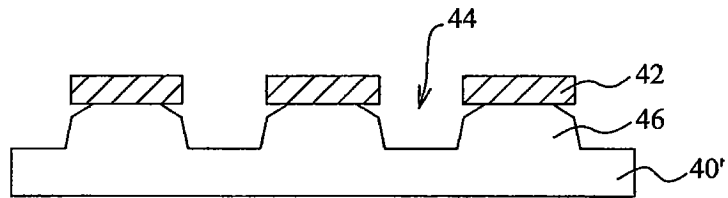


图 3B



图 3C

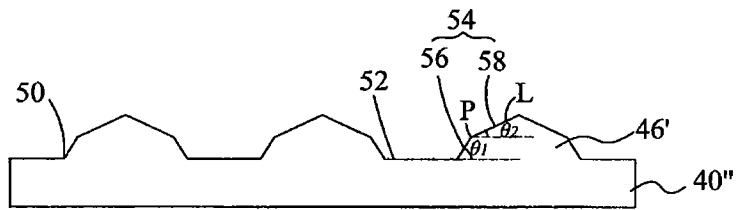


图 3D

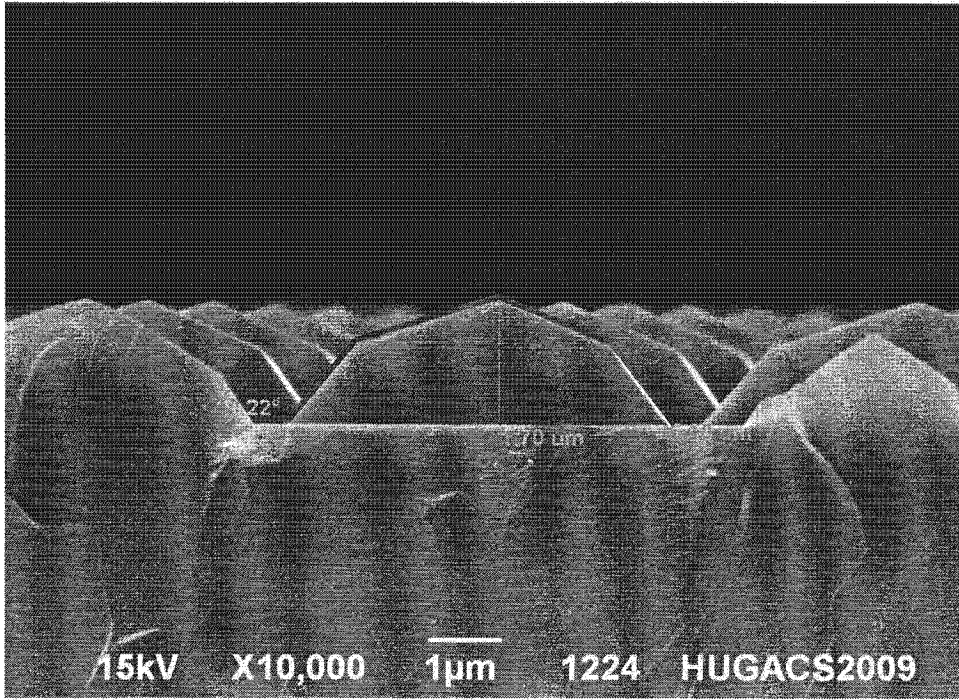


图 4A

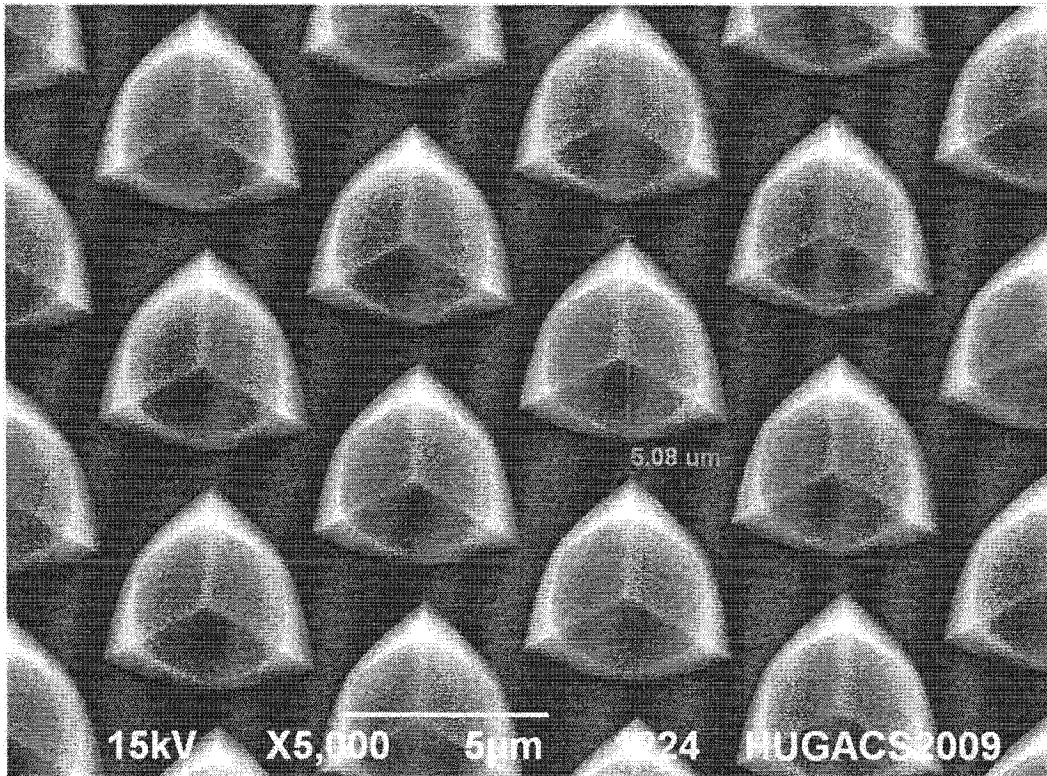


图 4B

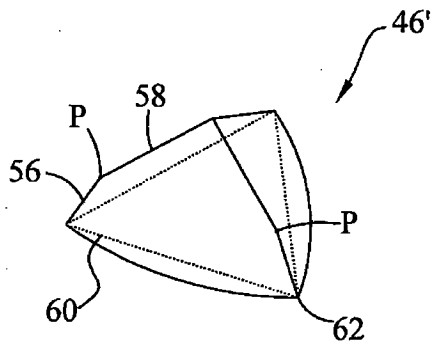


图 5A

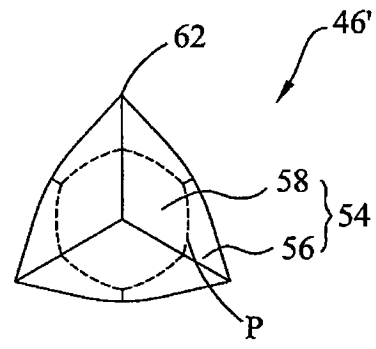


图 5B

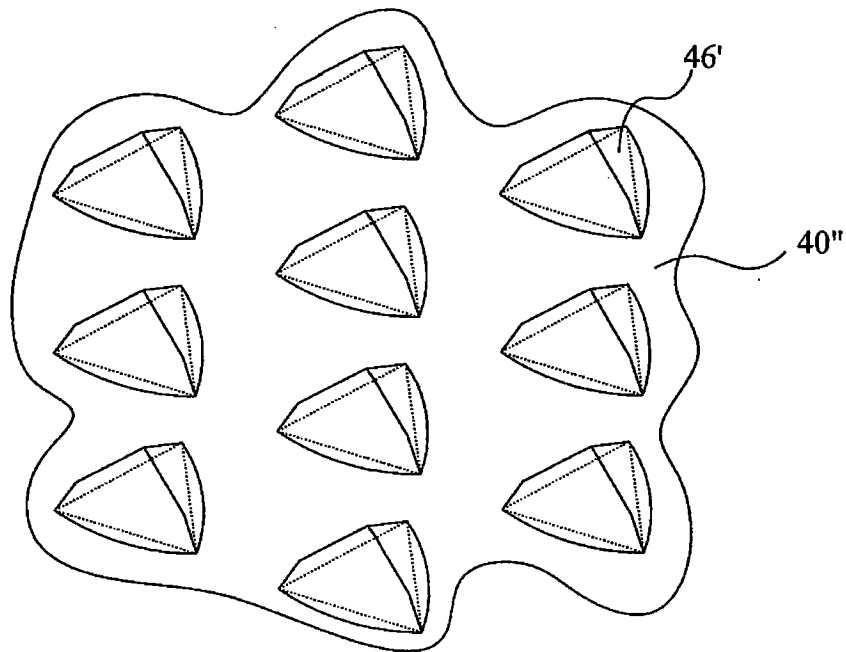


图 5C

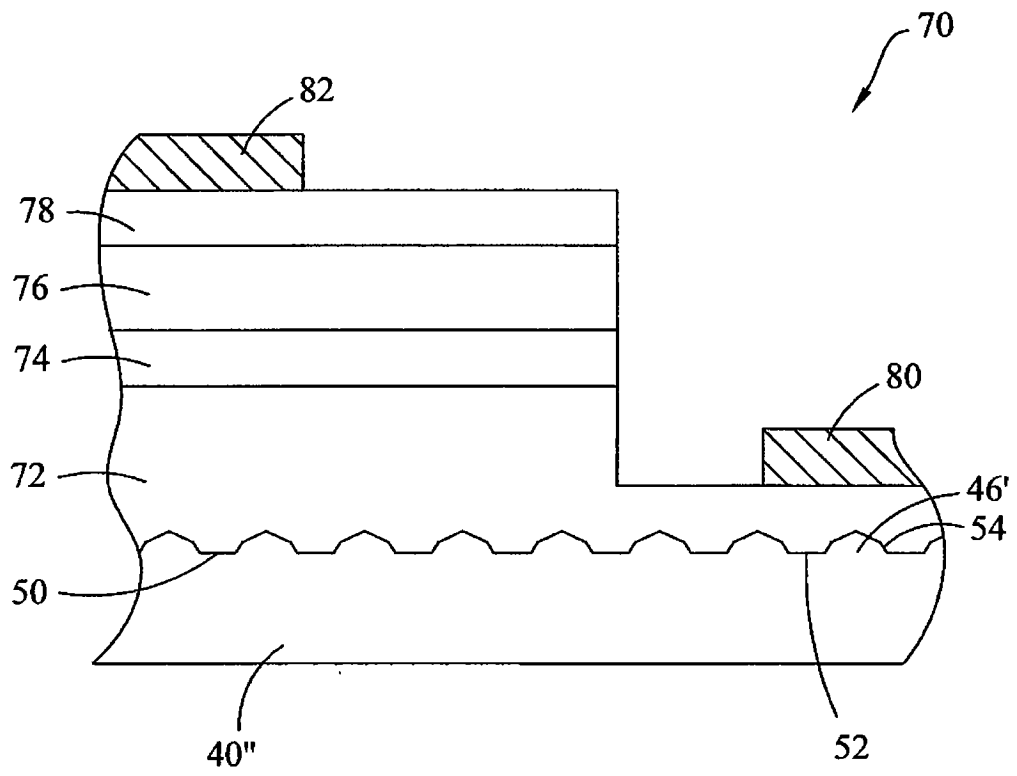


图 6