



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410088556.7

[45] 授权公告日 2008年8月6日

[11] 授权公告号 CN 100409517C

[22] 申请日 2004.11.5

[21] 申请号 200410088556.7

[30] 优先权

[32] 2003.12.10 [33] US [31] 10/731,960

[73] 专利权人 安华高科技光纤 IP (新加坡) 私人有限公司

地址 新加坡新加坡市

[72] 发明人 威尔逊·H·威德贾贾  
伯纳德·乌尔里克·克勒

[56] 参考文献

US5821571A 1998.10.13

US6515305B2 2003.2.4

CN1335658A 2002.2.13

审查员 任晓东

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司  
代理人 肖善强

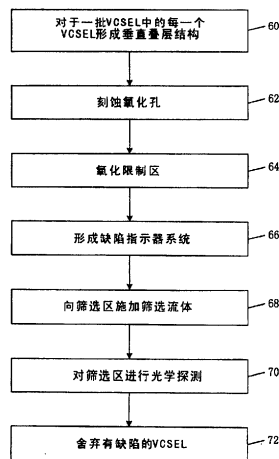
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 4 页

## [54] 发明名称

可筛选水分钝化平面折射率导向型垂直腔面发射激光器

## [57] 摘要

本发明描述了可筛选的垂直腔面发射激光器 (VCSEL) 及其制造方法。这些方法和系统解决了这些器件特别容易受到损伤的问题, 否则浸入到用于形成折射率导向型限制区的刻蚀孔中的水分可能导致该损伤。一方面, VCSEL 包括具有顶表面的垂直叠层结构。垂直叠层结构包括顶反射镜, 底反射镜和腔区, 该腔区布置在顶反射镜和底反射镜之间并包括活性光产生区。顶反射镜和底反射镜中的至少一个具有至少一个限定出孔隙区的层。垂直叠层结构限定出至少一个侧壁区域, 所述侧壁区域从所述顶表面至少延伸到对应于所述孔隙区的深度。VCSEL 还包括布置在侧壁区域处的筛选区的缺陷指示器系统。缺陷指示器系统包括具有化学可变的光学性能的指示器层和上覆于指示器层的阻挡层。



1. 一种垂直腔面发射激光器，包括：

垂直叠层结构，该垂直叠层结构具有顶表面，并包括

顶反射镜，

底反射镜，

腔区，所述腔区布置在所述顶反射镜和所述底反射镜之间，并包括活性光产生区，

所述顶反射镜和所述底反射镜中的至少一个具有至少一个限定出孔隙区的层；

其中，所述垂直叠层结构限定出至少一个侧壁区域，所述至少一个侧壁区域从所述顶表面至少延伸到对应于所述孔隙区的深度；和

布置在所述侧壁区域处的筛选区的缺陷指示器系统，所述缺陷指示器系统包括具有化学可变的光学性能的指示器层和上覆于所述指示器层的阻挡层。

2. 如权利要求 1 所述的垂直腔面发射激光器，其中所述缺陷指示器系统布置在所述垂直叠层结构的限定出至少一个刻蚀孔的表面的上方。

3. 如权利要求 1 所述的垂直腔面发射激光器，其中所述指示器层具有化学可变的光反射率。

4. 如权利要求 3 所述的垂直腔面发射激光器，其中所述指示器层的所述化学可变的光反射率可在约 390 nm 到约 770 nm 范围内的辐射波长下进行检测。

5. 如权利要求 1 所述的垂直腔面发射激光器，其中所述指示器层包括金属。

6. 如权利要求 5 所述的垂直腔面发射激光器，其中所述指示器层包括铝、铝合金、钛和钛合金中的至少一种。

7. 如权利要求 1 所述的垂直腔面发射激光器，其中所述指示器层包括浸渍有染料的基底层。

8. 如权利要求 1 所述的垂直腔面发射激光器，其中所述指示器层包括聚合物。

9. 如权利要求 1 所述的垂直腔面发射激光器，其中所述上覆的阻挡层由电绝缘材料形成。

10. 如权利要求 9 所述的垂直腔面发射激光器，其中所述上覆的阻挡层由电绝缘半导体材料形成。

11. 如权利要求 10 所述的垂直腔面发射激光器，其中所述上覆的阻挡层由半导体氧化物材料和半导体氮化物材料中的至少一种形成。

12. 如权利要求 1 所述的垂直腔面发射激光器，其中所述缺陷指示器系统还包括位于所述指示器层下方的阻挡层。

13. 如权利要求 12 所述的垂直腔面发射激光器，其中所述下方的阻挡层由电绝缘材料形成。

14. 如权利要求 13 所述的垂直腔面发射激光器，其中所述下方的阻挡层包括氮化物。

15. 如权利要求 1 所述的垂直腔面发射激光器，其中：

所述缺陷指示器系统包括在水分渗透界面与所述垂直叠层结构的所述顶表面相交的周围边缘；以及

在所述垂直叠层结构的所述顶表面，所述侧壁区域被具有实质部分各周围边缘环绕，所述实质部分离所述水分渗透界面的距离约  $1\mu\text{m}$  或者更大。

16. 一种制造垂直腔面发射激光器的方法，包括形成：

垂直叠层结构，该垂直叠层结构具有顶表面，并包括

顶反射镜，

底反射镜，

腔区，所述腔区布置在所述顶反射镜和所述底反射镜之间，并包括活性光产生区，

所述顶反射镜和所述底反射镜中的至少一个具有至少一个限定出孔隙区的层；

其中，所述垂直叠层结构限定出至少一个侧壁区域，所述至少一

个侧壁区域从所述顶表面至少延伸到对应于所述孔隙区的深度；和

布置在所述侧壁区域处的筛选区的缺陷指示器系统，所述缺陷指示器系统包括具有化学可变的光学性能的指示器层和上覆于所述指示器层的阻挡层。

17. 如权利要求 16 所述的方法，还包括至少将所述筛选区暴露至筛选剂的步骤，所述筛选剂具有至少一种可与所述指示器层发生化学反应、以改变被暴露的指示器层的所述光学性能的组分。

18. 如权利要求 17 所述的方法，还包括基于被暴露的指示器层的所述光学性能的改变而探测被暴露的筛选区的缺陷。

19. 如权利要求 17 所述的方法，其中所述指示器层包括至少一种可被所述筛选剂的至少一种氧化组分氧化的组分。

20. 如权利要求 17 所述的方法，其中所述上覆的阻挡层由基本对于所述筛选剂不可渗透的无缺陷材料区形成。

## 可筛选水分钝化平面折射率导向型垂直腔面发射激光器

### 技术领域

本发明涉及垂直腔面发射激光器，具体地涉及可筛选水分钝化平面折射率导向型垂直腔面发射激光器。

### 背景技术

VCSEL（垂直腔面发射激光器）是由夹在一对高反射性的反射镜叠层之间的光活性半导体层（例如 AlInGaAs 或 InGaAsP）形成的激光器件，其中这种反射镜叠层可以由金属材料层、电介质材料层或外延生长半导体材料层形成。通常，其中一个反射镜叠层的反射性能做得不如另一个，这样使得在这两个反射镜叠层之间的光活性半导体层中形成的共振腔中产生的相干光的一部分可以从器件发射出去。通常，VCSEL 从共振腔的顶面或底面发射出光束发散相对较小的激光。VCSEL 可以被布置成独立的、或者是一维或二维阵列、可以在晶片上进行测试并易于结合到可耦合至光缆的光收发器模块内。

一般来说，VCSEL 可以表征为增益导向型 VCSEL 或折射率导向型（index-guided）VCSEL。注入式 VCSEL 是最普遍的商用增益导向型 VCSEL。注入式 VCSEL 包括一个或多个限制电流并减少寄生的高电阻注入区。另一方面，氧化物 VCSEL 是最普遍的横向折射率导向型 VCSEL。氧化物 VCSEL 包括限制电流和光的氧化层（和可能的注入区）。用于单模操作和在一系列不同波长（例如 650 nm、850 nm、980 nm、1300 nm 和 1550 nm）下的多模操作的 VCSEL 和 VCSEL 阵列已被成功开发出来。

已经提出了用于提高 VCSEL 的性能和可靠性的技术。例如，美国专利 No. 5,719,893 描述了一种用于钝化背脊和注入式 VCSEL 而防止物理和化学损伤的方案。根据此方案，一层绝缘材料覆盖包括了光发射孔隙区及其周围的顶部金属电极的整个 VCSEL 结构。绝缘材料的光学厚度是

VCSEL 设计发射的光的半波长的整数倍。钝化层覆盖整个 VCSEL 器件结构，以便保护器件不受物理和化学损伤。

### 发明内容

一方面，本发明的特征在于一种包括具有顶表面的垂直叠层结构 VCSEL。该垂直叠层结构包括顶反射镜、底反射镜和腔区，所述腔区布置在所述顶反射镜和所述底反射镜之间并包括活性光产生区。所述顶反射镜和所述底反射镜中的至少一个具有至少一个限定出孔隙区的层。所述垂直叠层结构限定出至少一个侧壁区域，所述至少一个侧壁区域从所述顶表面至少延伸到对应于所述孔隙区的深度。所述 VCSEL 还包括布置在所述侧壁区域处的筛选区的缺陷指示器系统。所述缺陷指示器系统包括具有化学可变的光学性能的指示器层和上覆于所述指示器层的阻挡层。

另一方面，本发明的特征在于制造上述的 VCSEL 的方法。

通过下面的描述，包括对附图和权利要求的描述，本发明的其他特征和优点将变得更明了。

### 附图说明

图 1A 是平面 VCSEL 的顶视图，该平面 VCSEL 具有四个刻蚀孔，所述刻蚀孔被上覆的水分渗透阻挡层水分钝化。

图 1B 是图 1A 的平面 VCSEL 沿线 1B-1B 的横截面侧视图。

图 1C 是图 1A 的平面 VCSEL 沿线 1C-1C 的横截面侧视图。

图 2 是图 1A-1C 的 VCSEL 的刻蚀孔附近的区域的放大的横截面侧视图。

图 3 是制造图 1A、1B 和 1C 的 VCSEL 实施例的方法的流程图。

图 4 是暴露至潮湿环境的 VCSEL 实施例的横截面侧视图。

图 5 是平面 VCSEL 的顶视图，该平面 VCSEL 具有四个刻蚀孔，所述刻蚀孔被上覆的水分渗透阻挡层水分钝化。

### 具体实施方式

在下面的描述中，类似的标号用来标识类似的元件。而且，附图意在以图示的方式来原因说明示例性实施例的主要特征。附图并非意在描绘实际实施例的每个特征，也非描绘所绘元件的相对尺寸，并且没有按比例绘制。

下面所详细描述的实施例的特征是钝化平面折射率导向型 VCSEL 的系统和方法，解决了这些器件特别容易受到损伤的问题，否则，浸入到用于形成折射率导向型限制区的刻蚀孔中的水分可能导致所述损伤。此外，这些实施例的特征是具有缺陷指示器系统的 VCSEL，其中该缺陷指示器系统提供对于 VCSEL 刻蚀孔水分钝化的缺陷的指示，允许具有潜在缺陷的 VCSEL 被精确和高效地识别并从大批量的 VCSEL 中被筛选出。

参考图 1A、1B 和 1C，在一个实施例中，平面折射率导向型 VCSEL 10 包括夹在第一反射镜叠层 14 和第二反射镜叠层 16 之间的腔区 12，第二反射镜叠层 16 形成在衬底 18 上。腔区 12 包括夹在一对间隔层 22 和 24 之间的一个或多个活性层 20，活性层 20 可以包括例如一个或多个量子阱，或者一个或多个量子点。在另一个实施例中，活性层 20 可以位于单个的间隔层的上方或者下方。如图所示，在此实施例中，VCSEL 10 具有平面结构，该平面结构包括许多孔 26，所述孔 26 使第一反射镜叠层 14 的若干相应的侧壁区域暴露而被氧化。至少第一反射镜叠层 14 的一部分 28 从暴露侧壁区域向内朝向位于中心的孔隙区 30（见图 1C）发生氧化。在此所使用的术语“孔隙区”是指在 VCSEL 10 的垂直叠层结构中的这样的区域，即该区域具有比周围区域更高的电导率，使得电流相对于周围区域优先流过所述孔隙区。在示出的实施例中，四个孔 26 被开口在距离第一电触头 32 的中心相等距离的位置上，如图 1A 所示。其他的 VCSEL 实施例可以包括更多或者更少的暴露孔 26，或者包括具有不同形状的孔，例如分割的弧形或者环形。孔 26 从第一反射镜叠层 14 的基本上的平面顶表面向下至少延伸到对应于氧化部分 28 的（多个）层。在示出的实施例中，每一个刻蚀孔 26 的深度为约  $8\mu\text{m}$ ，在第一反射镜叠层 14 的顶表面处的宽度为约  $26\mu\text{m}$ 。当将 VCSEL 10 结构暴露至经加热的水蒸气时，经加热的水蒸气进入孔 26 并在离开孔 26 的径向上对部分 28 进行氧化。持续进行氧化过程，直到自每一个孔 26 的氧化前端 33 并接形成未氧化的孔隙区 30，

在此处，氧化过程中断了。

在另一个 VCSEL 实施例中，孔隙区 30 通过对垂直叠层结构的周围区域的选择性刻蚀而限定出，而不是通过对周围区域的选择性氧化而限定出。此外，在其他的实施例中，VCSEL 10 可以通过将垂直叠层结构的围绕柱状结构的区域从顶部表面刻蚀到至少对应于孔隙区 30 的深度，而被形成为具有圆柱侧壁的柱状结构。

电触头 32 和位于器件的相对一端的第二电触头 34 可以使 VCSEL 10 能够被合适的驱动电路驱动。在操作中，操作电压被施加在电触头 32、34 两端，以在 VCSEL 10 中产生电流。通常，电流流过 VCSEL 结构的中心区域并且在腔区 12 的中心区域（此后称为“活性区”）发生激光。第一反射镜叠层 14 的氧化部分 28 形成横向地限制载流子和光子的氧化物限制区。载流子限制是由于限制区的相对的高电阻率造成的，其中限制区的相对的高电阻率导致电流优先流过 VCSEL 10 的位于中心的区域。光学限制是由限制区的折射率的显著减小造成的，其中限制区产生了引导在腔区 12 中产生的光子的横向折射率特性。载流子和光子的横向限制增大了活性区中的载流子和光子的密度，因此增大了在活性区中产生光的效率。

活性层 20 可以由 AlInGaAs（即 AlInGaAs、GaAs、AlGaAs 和 InGaAs）、InGaAsP（即 InGaAsP、GaAs、InGaAs、GaAsP 和 GaP）、GaAsSb（即 GaAsSb、GaAs 和 GaSb）、InGaAsN（即 InGaAsN、GaAs、InGaAs、GaAsN 和 GaN）或 AlInGaAsP（即 AlInGaAsP、AlInGaAs、AlGaAs、InGaAs、InGaAsP、GaAs、InGaAs、GaAsP 和 GaP）形成。也可以使用其他量子阱层组合物。第一和第二间隔层 22、24 可以由根据活性层的材料组成所选择的材料形成。第一反射镜叠层 14 和第二反射镜叠层 16 的其中每一个都包括不同折射率材料的交替层的系统，这种系统形成为规定的工作激光波长（例如在 650 nm-1650 nm 范围内的波长）而设计的分布式布拉格反射器（DBR）。例如，第一反射镜叠层 14 和第二反射镜叠层 16 可以由高铝含量的 AlGaAs 层和低铝含量的 AlGaAs 层的交替层形成。第一反射镜叠层 14 和第二反射镜叠层 16 中的层的有效光学厚度（即层厚度与层的折射率的乘积）优选为工作激光波长的约 1/4。衬底 18



可以由 GaAs、InP、蓝宝石 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 或 InGaAs 形成, 并且可以是未掺杂的、掺杂 n 型 (例如用 Si 掺杂) 或掺杂 p 型 (例如用 Zn 掺杂)。在形成 VCSEL 10 之前, 可以在衬底 18 上生长缓冲层 36。在图 1A、1B 和 1C 的图示表示中, 第一反射镜叠层 14 和第二反射镜叠层 16 被设计成激光从 VCSEL 10 的顶表面发射出。在另一个实施例中, 第一反射镜叠层 14 和第二反射镜叠层 16 被设计成激光从衬底 18 的底表面发射出。

VCSEL 10 可以通过常规的外延生长工艺形成, 例如金属有机化学气相沉积 (MOCVD) 和分子束外延 (MBE)。

如图 1A、1B 和 2 所示, 在图示的实施例中, 在位于 VCSEL 10 的各个刻蚀孔 26 处的各筛选区的是缺陷指示器系统 35, 该缺陷指示器系统 35 包括指示器层 37、上覆于指示器层 37 的阻挡层 39 以及指示器层 37 之下的阻挡层 40。如在此所使用的, 当提及缺陷指示器相对于刻蚀孔 26 被布置的筛选区位置时, 介词“位于……”指的是筛选区存在于刻蚀孔 26 之中、之上或者其附近。通常, 缺陷指示器系统 35 的位置应该足够靠近至少一个刻蚀孔 26, 以提供在上覆于刻蚀孔 26 的表面的一个或者多个水分钝化层中的缺陷发生率的统计意义的指示。在一些实施例中, 缺陷指示器系统 35 和水分钝化层分离且不同。在这些实施例中, 可以根据在 2003 年 1 月 13 日递交的美国专利申请 No. 10/341,089 和 2001 年 12 月 7 日递交的美国专利申请 No. 10/013,108 中所描述的一种或者多种水分钝化方法来形成水分钝化层。在这些实施例中缺陷指示器系统 35 可以位于水分钝化层的附近区域 (例如位于之中、或者邻近、或者靠近)。

在图示的实施例中, 除了提供水分钝化的缺陷指示之外, 缺陷指示器系统 35 还钝化刻蚀孔 26 中的每一个, 防止水分浸入。这样, 缺陷指示器系统 35 解决了 VCSEL 10 特别容易受到损伤的问题, 否则, 浸入到刻蚀孔 26 中的水分可能导致所述损伤。具体来说, 已经观察到未钝化的和非气密封的平面折射率导向型 VCSEL 在潮湿环境中受到高比例的灾难性故障。在高湿度的环境下, 这样的 VCSEL 器件的寿命被限制到数百小时的数量级, 这明显小于对于类似的 VCSEL 器件在标准的高温、快速老化条件下所观察到的  $10^5$  小时的寿命。

缺陷指示器系统 35 覆盖刻蚀孔 26 表面上的缺陷和粒子，由此利用均一和完整的水分渗透阻挡层钝化刻蚀孔表面。在图示的实施例中，缺陷指示器系统 35 对应于被图案化成一组四个矩形补片的薄膜叠层。每一个补片在相应的刻蚀孔 26 的表面上方延伸，以减小到刻蚀孔 26 中的水分浸入，并由此显著地延迟或者有效地防止对 VCSEL 10 的与水分相关的损伤。

指示器层 37 由任何具有化学可变光学性能的材料组合物形成。示例性的光学性能包括光反射率、光吸收性能和光传播性能。总之，指示器层 37 的光学性能响应于暴露至筛选剂而变化，所述筛选剂可以是气体（蒸气）、液体或者等离子体的形式。利用自动或者手动的光学设备可检测光学性能的变化。例如，在一些实施方式中，指示器层 37 的光反射率响应于暴露至相关的筛选剂而变化。光反射率的变化可以被检测为例如指示器层 37 颜色的变化，或者被检测为反射的光学探测信号的强度的变化。在一些示例性实施方式中，由暴露至筛选剂所引起的光反射率变化可以通过在可见辐射波长范围内（即，在约 390 nm 到约 770 nm 的范围内）的一个或者多个辐射波长下的可见颜色探测进行检测。

在一些实施例中，指示器层 37 包括至少一种组分，该组分可被筛选剂的至少一种氧化组分氧化。例如，在一些实施方式中，指示器层 37 包括金属（例如，铝、钛及其合金中的一种或者多种），该金属可被筛选剂中的酸性组分或者碱性组分氧化。在这些实施方式中，指示器层金属一经氧化就表现出可检测的颜色变化。

在一些实施方式中，指示器层 37 包括浸渍有染料的基底层。例如，铝层或者铬酸盐转化层可以用金属含氮染料进行浸渍，所述金属含氮染料的颜色一经暴露至筛选剂就通过漂白或氧化而变化。在一些实施例中，指示器层 37 包括光学性能可变的聚合物。例如，在这种类型的一些实施方式中，聚合物指示器层 37 一经暴露至筛选剂就改变颜色或者包含一经暴露至筛选剂就改变颜色的颜料。聚合物可以由任何光学性能可变的并且与用于制造 VCSEL 10 的工艺技术相容的聚合物材料形成。

上覆的阻挡层 39 和下方的阻挡层 40 可以由任何与用于制造 VCSEL

10 的工艺技术相容的防湿材料形成。除了提供刻蚀孔 26 的水分钝化之外，阻挡层 40 还增强了缺陷指示器系统 35 和 VCSEL 10 垂直叠层结构的顶表面之间的粘接。在一些实施例中，阻挡层 40 由电绝缘材料（例如，诸如氮化硅、氧氮化硅、以及氮化钛钨之类的氮化物材料，或者诸如氧化硅和氧化钛之类的氧化物材料）形成。上覆的阻挡层 39 可以由与阻挡层 40 相同的或者不同的电绝缘材料形成。或者，阻挡层 39 可以由金属形成。在刻蚀孔 26 的钝化不完整或者有缺陷的情况下，阻挡层 39 可能会具有孔、裂纹或者其他缺陷，筛选剂可以通过所述孔、裂纹或者其他缺陷进行渗透，并由此与下方的指示器层 37 反应。在一些实施例中，阻挡层 39、40 中的每一个都是低应力、高密度的氮化硅层，所述氮化硅层利用传统的低压化学气相沉积工艺进行沉积并具有约 100 nm 到约 1000 nm 范围的厚度。在指示器层 37 是电绝缘的一些实施例中，下方的阻挡层 40 可以被省略。

示例性的 VCSEL 实施方式包括 540 nm 的氮化硅下方阻挡层 40、500 nm 的铝指示器层 37 和 760 nm 的上覆阻挡层 39。用于该实施方式的一种示例性筛选剂是被加热到约 60°C 到约 80°C 温度范围的氢氧化钾水溶液。

图 3 示出了制造 VCSEL 10 的方法的实施例的流程图。对于一批 VCSEL 中的每一个 VCSEL 形成垂直叠层结构（步骤 60）。垂直叠层结构具有顶表面，并包括顶反射镜、底反射镜和腔区，其中所述腔区被布置在顶反射镜和底反射镜之间并包括活性光产生区。氧化孔被刻蚀到垂直叠层结构中，从顶表面至少到被氧化的周围区域（步骤 62）。顶反射镜和底反射镜中的至少一个具有在周围区域被氧化成电绝缘体的层，以形成限制区（步骤 64）。在位于一个或者多个刻蚀孔处，在筛选区中形成缺陷指示器系统（步骤 66）。将筛选剂施加到筛选区（步骤 68）。筛选剂可以是气体、蒸气或者液体，这些气体、蒸气或者液体与缺陷指示器系统的指示器层反应，导致指示器层的可变光学性能发生变化。在一些实施方式中，清洗 VCSEL 以去除任何残留的筛选剂。对筛选区进行光学探测（步骤 70）。例如，在一些实施方式中，在显微镜下对筛选区进行可视探测，以检测筛选区中任何变色区域的出现。观察或者检测到可变光学性能发生变

化的 VCSEL 被标记并随后被舍弃（步骤 72）。

上述的制造工艺可以包括在前段中没有具体指出的一个或者多个其他的制造工艺步骤，包括工业标准的前端、中间和后端 VCSEL 制造工艺步骤。

其他的实施例落在权利要求的范围中。

参考图 4，在一些实施例中，下方的阻挡层 40 的厚度 (t) 足够防止到刻蚀孔 26 中的明显垂直水分浸入 42。如 2002 年 12 月 7 日递交的美国专利申请 No. 10/013,108 中说明的，已经观察到在钝化层厚度达到第一阈值后，VCSEL 在高湿度环境中的故障率随着钝化层的厚度显著降低。但是，超过第二阈值后，故障率的降低不再那么明显。在一个实施例中，下方的阻挡层 40 由根据传统的低应力氮化硅沉积工艺所沉积的氮化硅形成。在此实施例中，第一阈值厚度约为 300 nm，第二阈值厚度约为 500 nm。在其他的实施例中，阈值厚度的实际值将依赖于许多因素，包括阻挡层 40 的材料性能。

在一些实施例中，阻挡层 40 还横向延伸分别超过刻蚀孔 26 的边缘一定的距离 ( $d_1$ ,  $d_2$ )，该距离足够基本防止到刻蚀孔 26 中的横向水分浸入。横向水分浸入可能是由来自水分渗透界面 46 的沿着延伸到刻蚀孔的路径的渗漏造成的，其中所述水分渗透界面 46 形成在第一反射镜叠层 14 的顶表面和阻挡层 40 的周围边缘的相交部分。在一些具有氮化硅水分渗透阻挡的实施例中，阻挡层 40 的周围边缘和刻蚀孔的周围边缘之间的间隔距离 ( $d_1$ ,  $d_2$ ) 在第一反射镜叠层 14 的顶表面为至少  $1\ \mu\text{m}$  的数量级。在一些实施例中，取决于在第一反射镜叠层 14 的顶表面上的其他器件结构，阻挡层 40 的周围边缘和刻蚀孔的周围边缘之间的间隔距离可以在一个或者多个方向上受到限制。例如，在一些实施例中，光发射区基本没有任何上覆的水分渗透阻挡材料，在这样的情况下，间隔距离不能超过刻蚀孔和光发射区之间的间隔距离。

参考图 5，在一些实施例中，横向水分浸入可以是主要由阻挡层 40 从第一反射镜叠层 14 的顶表面剥离造成的。在一些实施例中，阻挡层 40 的总的膜应变随表面积呈指数递减，其中所述阻挡层 40 的总的膜应变与阻

挡层将从第一反射镜叠层 14 的顶表面剥离的可能性相关。在这些实施例中，为了减小到刻蚀孔 26 中的横向水分浸入，阻挡层 40 被图案化成补片，每一个补片具有足以将单位面积的膜应力减小到避免阻挡层 40 的明显剥离的横向表面积。在图 5 的实施例中，阻挡层 40 被形成为上覆于第一反射镜叠层顶表面的实质部分（包括每一个刻蚀孔 26）的单一连续的材料膜。在这些实施例中，阻挡层 40 的面积足以避免阻挡层 40 的明显剥离，并由此明显减小到刻蚀孔 26 中的横向水分浸入。在一些实施例中，阻挡层 40 在第一反射镜叠层的可用的所有顶表面上延伸。在图示的实施例中，金属线 50、52 可以在阻挡层 40 上方从电极 32 延伸到焊盘 54、56，其中所述焊盘 54、56 也被布置在阻挡层 40 上方。

在潮湿环境中，具有带有示于图 5 的表面布局和 500 nm 厚度的氮化硅阻挡层 40 的 VCSEL 器件已经表明具有比未钝化器件的寿命长十倍的寿命。

其他的实施例仍然落入权利要求的范围。例如，虽然结合 AlGaAs 反射镜叠层系统描述了上面的实施例，但是其他的半导体合金组合物或者电介质层可以用于形成 DBR 反射镜结构。

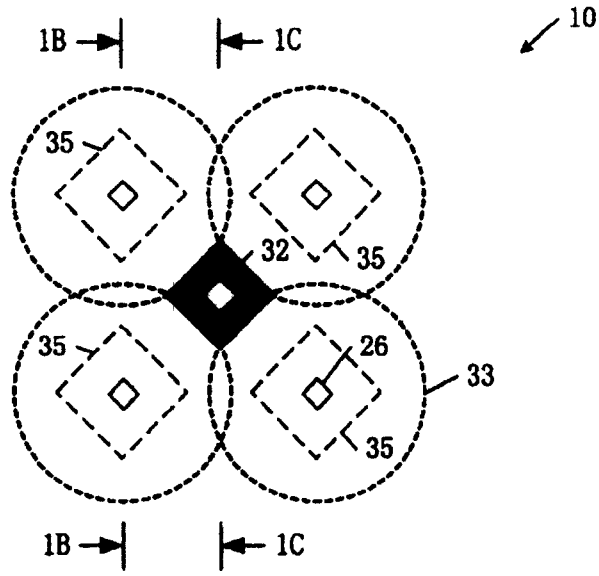


图1A

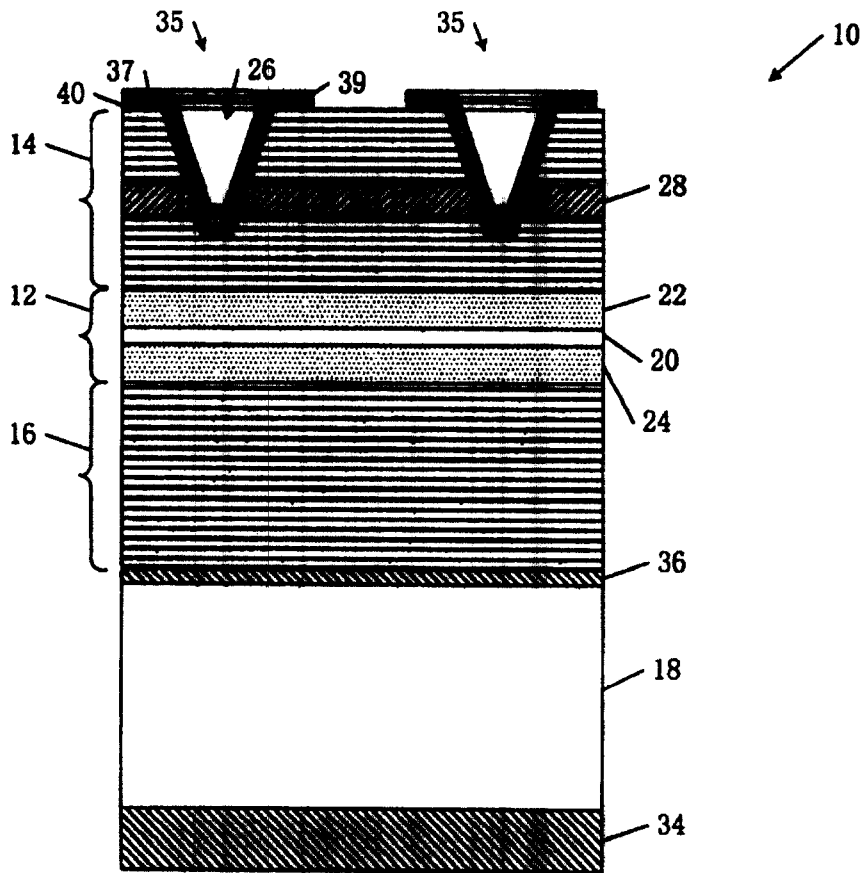


图1B

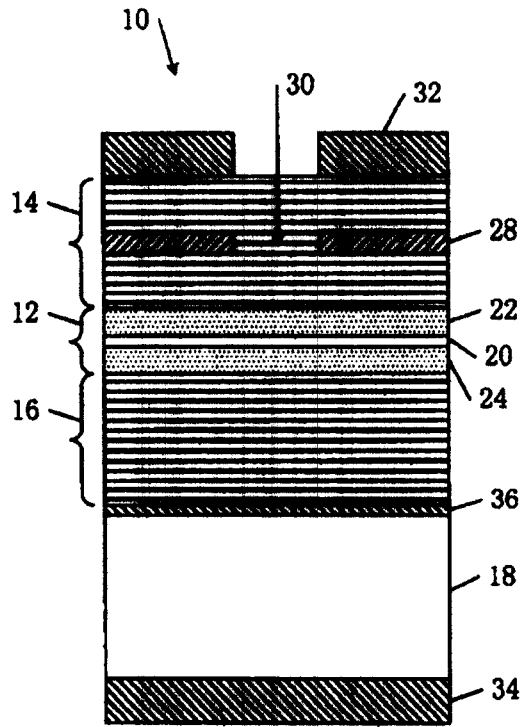


图1C

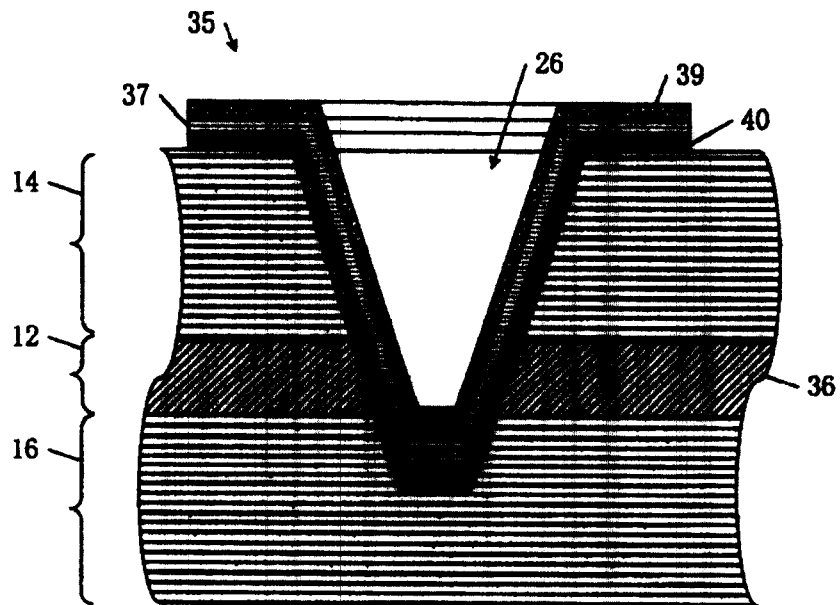


图2

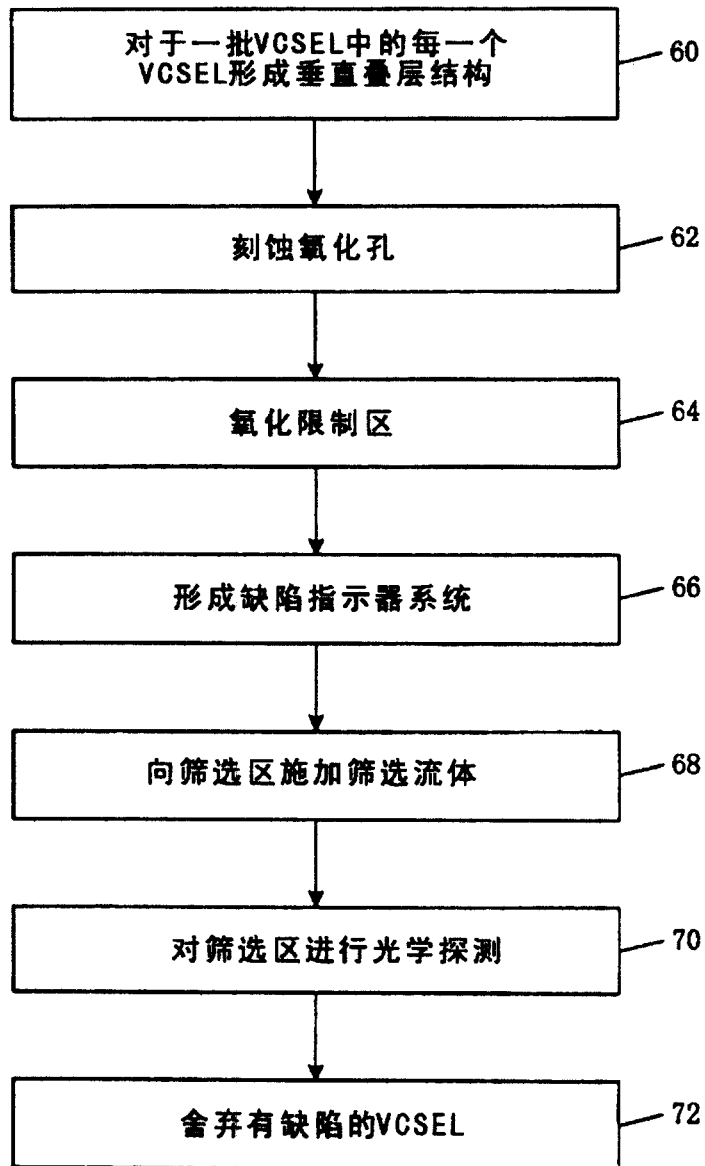


图3



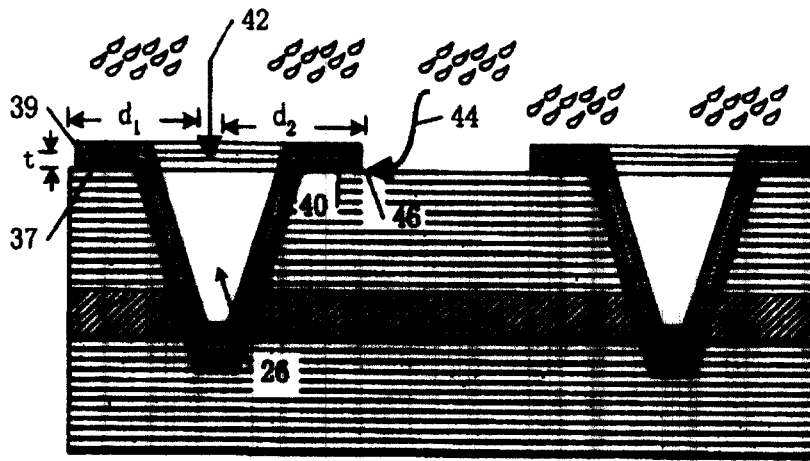


图4

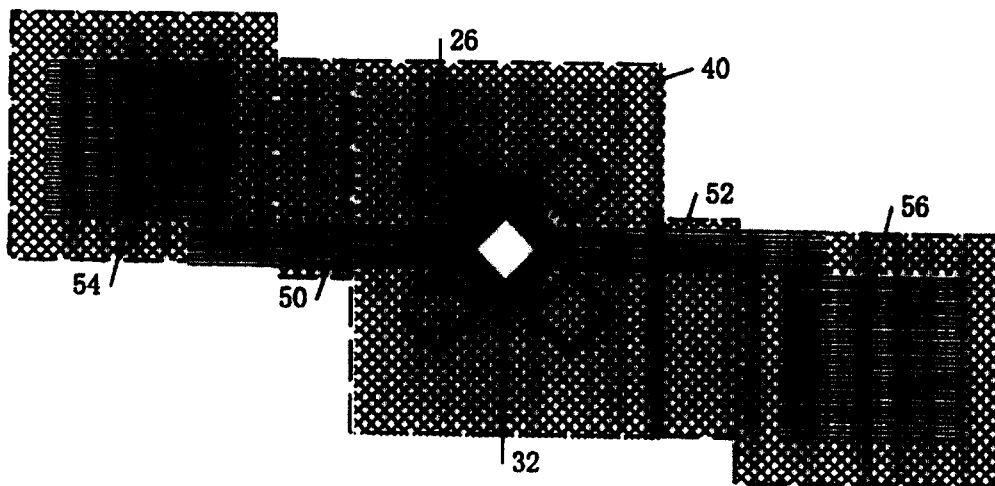


图5