



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103959469 B

(45)授权公告日 2017.06.06

(21)申请号 201280059198.X

安-劳尔·巴文科夫

(22)申请日 2012.11.30

(74)专利代理机构 上海申新律师事务所 31272

(65)同一申请的已公布的文献号

代理人 董科

申请公布号 CN 103959469 A

(51)Int.Cl.

(43)申请公布日 2014.07.30

H01L 27/15(2006.01)

(30)优先权数据

H01L 33/08(2006.01)

1103670 2011.12.01 FR

H01L 33/18(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H01L 33/16(2006.01)

2014.05.30

H01L 33/38(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

H01L 33/24(2006.01)

PCT/IB2012/056866 2012.11.30

H01L 33/06(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

(56)对比文件

W02013/080174 FR 2013.06.06

DE 102010012711 A1,2011.09.29,

(73)专利权人 原子能及能源替代委员会

US 2011/0012167 A1,2011.01.20,

地址 法国巴黎

CN 102187477 A,2011.09.14,

(72)发明人 菲利普·吉莱

审查员 张斌

权利要求书1页 说明书12页 附图7页

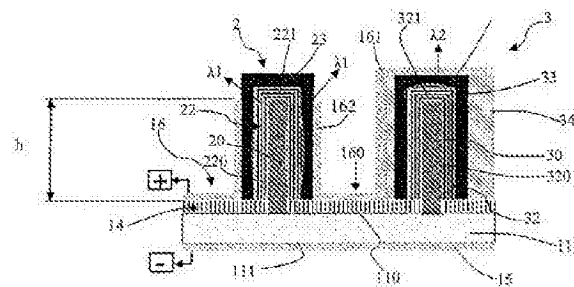
(54)发明名称

具有核/壳型结构纳米线的光电装置

发光装置至少分成两组进行分布,电连接是通过连续导电层加以实现的,为了所述有源区不同区域内至少两组中任意一组发光装置并且控制电源,从而获得多波长光的发射。

(57)摘要

本发明涉及一光电装置,其包括有纳米线形式(1,7)的发光装置,所述纳米线具有核/壳型结构并形成于衬底(11)上,其中,所述纳米线包括有源区(12,72),所述有源区包括至少两种具有不同发射波长的量子阱以及分布在所述有源区内至少两个不同的区域(120,121;720,721,722),所述纳米线(1,7)上的所述有源区(12,72)中设有第一区域(120,720),所述第一区域是至少部分包围所述纳米线的芯部(10,70)的外围部分,实质上是其垂直部分,并且还包含有径向量子阱,所述有源区上第二区域(121,721)是位于所述纳米线芯部端面的一上端部分,实质上是其水平部分,并设置有轴向量子阱,其中,所述光电装置还包括位于衬底上方的第一电连接区(15)和所述发光装置上方的第二电连接区(16,51;17,81),所述第二电连接区这样安排是为了,当



1. 一光电装置,包括具有纳米线形式(1,7)的发光装置,所述纳米线具有核/壳型结构并形成于衬底(11)上方,其特征在于,所述纳米线包括有源区(12,72),所述有源区包括至少两种具有不同发射波长的量子阱以及分布在所述有源区内至少两个不同的区域(120,121;720,721,722),所述纳米线(1,7)上的所述有源区(12,72)中设有第一区域(120,720),所述第一区域是至少部分包围所述纳米线的芯部(10,70)的外围部分,并且是垂直部分,并且还包含有径向量子阱,所述有源区上第二区域(121,721)是位于所述纳米线芯部端面的一上端部分,并且是水平部分,并设置有轴向量子阱,其中,所述光电装置还包括位于衬底上方的第一电连接区(15)和所述发光装置上方的第二电连接区(16,51;17,81),所述第二电连接区这样设置是为了,当发光装置至少分成两组进行分布,所述电连接是通过连续导电层加以实现的,为了所述有源区不同区域内至少两组中任意一组发光装置,并且控制电源以获得多波长光的发射。

2. 如权利要求1所述的光电装置,其特征在于,所述有源区(72)包括一第三区域(722),所述第三区域位于所述第一区域和第二区域之间。

3. 如权利要求1或2所述的光电装置,其特征在于,所述第二电连接区域向外延伸并覆盖所述纳米线有源区的中至少一部分第一区域。

4. 如权利要求1或2所述的光电装置,其特征在于,所述光电装置包括多个并联连接的部分(40至48),在所述部分的内部的所述发光装置并联连接,对于相邻两个部分,在有源区不同区域内产生第二电连接区域的电连接。

5. 如权利要求1或2所述的光电装置,其特征在于,所述发光装置的所述有源区包括两个不同的区域,第二组的发光装置(3)是由一种电绝缘材料(34)所包围,除了正对所述衬底的上表面(330),并且所述第二电连接区域完全包围第二组的发光装置并且在第一组的发光装置(2)外围上形成,所述第一组和所述第二组直接接触,并且对应于有源区域的第一区域超出一高度 h ,从而使这些发光装置(2)的上端部暴露在外。

6. 如权利要求5所述的光电装置,其特征在于,所述发光装置包括一含有第三区域的有源区,一第三组的发光装置(7b)上超出的高度 h 被电绝缘材料所包围,所述第二电连接区域形成于第三区域内发光装置(7b)的外围,其超出一高度 h_1 大于高度 h ,从而使所述发光装置的上端部分部分地暴露在外。

7. 如权利要求1或2所述的光电装置,其特征在于,对至少某些发光装置,设置所述第二电连接区域,从而使有源区至少两个区域形成电连接。

8. 如权利要求7所述的光电装置,其特征在于,所述发光装置分布在至少两个电气独立组(60,61)中,并且控制电源从而使所述有源区的不同区域内至少两组的其中之一得到电力供应。

9. 如权利要求1或2所述的光电装置,其特征在于,所述纳米线的所述有源区由氮化镓或者氮化镓构成。

具有核/壳型结构纳米线的光电装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光电领域,尤其涉及基于具有核/壳型结构的纳米线的光发射器。

背景技术

[0002] 事实上,生产光电器件特别是生产基于氮化镓/氮化镓纳米线的发光二极管(LED)是众所周知的。

[0003] 在一般情况下,纳米线可以有两种不同的结构,一种是轴向结构或一种是径向结构。

[0004] 在这两种情况下,纳米线包括一n型掺杂区,一P型掺杂区和位于这两个区域之间的一个非故意掺杂有源区,其包括有量子阱。

[0005] 使用氮化镓(InGaN)从而形成的量子阱在现有技术中是已知的。通过增加镓的浓度,可以减少这三元材料的禁带宽度,即从氮化镓(GaN)的禁带宽度大约为3.5电子伏特减小到氮化铟(InN)的禁带宽度大约为0.69电子伏特。因此,这在理论上可以扫描整个可见光谱。

[0006] 在具有轴向结构的纳米线中,所述有源区位于平行于纳米线生长衬底的位置。在具有径向结构的纳米线中,所述有源区围绕从生长衬底中获得的纳米线进行外延生长。

[0007] 所得到的径向结构被认为是核/壳结构。术语“纳米线”也将被用于指代完整的结构,包括芯部,轴向有源区和外壳。

[0008] 拥有轴向结构的纳米线通常是由分子束外延(MBE)来获得,而拥有径向结构的纳米线是通过金属有机物化学气相沉积(MOCVD)来沉积的。

[0009] 许多文献描述了能得到拥有径向有源区的纳米线的方法。

[0010] 它可以特别的引用对比文件US 7 521 274,它描述了一个所谓的脉冲式生长法,或者是对比文件US 7 829 445,它描述了一种氨流动生长的方法。

[0011] 拥有径向结构的纳米线具有许多优点,而这些优点是拥有轴向结构的纳米线所没有的。

[0012] 它可以特别引用在结表面和有源区体积内对同一基板表面进行扩大,并且限制表面再结合,从而可以增加场致发光电的产量。

[0013] 另外,通常根据一并联设置进行拥有径向结构的纳米线的电连接。由此,一上电极能够使载流子被注入到纳米线的外壳内,而下电极确保了纳米线芯部的连接。之后每个纳米线的端口的电位差相同。

[0014] 该并联连接图是依赖于芯部,外壳和所用衬底的性能。

[0015] 可以特别地引用对比文件WO 2009/ 087319,其描述了一个图表,该图表中当离开它们露出的上表面,上电极包围纳米线的上半部。对比文件US 2005/ 0253138描述了完全包围纳米线上半部的上电极。

[0016] 一般来说,为了确保照明,理想状况是拥有高效的系统发射白光。然而,发光二极管是单色的。

[0017] 因此,在现有技术中提出了各种解决方案已经,为了使基于单色LEDs产生白光。

[0018] 对于通过传统平面技术获得的白光LEDs,第一解决方案包括将发射短波长为 λ_1 的二极管,例如,来自蓝色LED,和发射长互补波长为 λ_2 的发光体相组合。该发光体包括,例如,YAG :Ce型磷光体的发光主要在黄光的范围内。

[0019] 由人眼(或多或少明显白)来感知来自两个波长 λ_1 和 λ_2 的组合后光的颜色。

[0020] 然而,相关于荧光体的转换效率的功效损失是十分显著的并且发射的质量难以控制。

[0021] 对于这些平面发光二极管,第二方案包括使用至少三个LED发射不同波长的可见光,其结合后得到白光。

[0022] 事实上,发射蓝色光的LED与发射绿光的LED,以及与一个发射红光LED联合。这些LED由不同材料制成的。

[0023] 由于缺少了发光体和磷光体,因此,可以解决由磷光体而产生的损失。然而,事实上,其显色指数和颜色温度(相对于发射同样光谱的黑体的温度)是依赖于色光中每一部分的比例。然而,这种比例是很难在一个装置中进行控制的,因为每个LED在电注入的情况下都具有不同的电学性能(波长偏移,老化等)。

[0024] 此外,有必要联合一些单色二极管,这些单色二极管的外部量子效率比三色二极管高了50%。

[0025] 然而,平面工艺不可能使人们获得这样的性能,特别是黄绿色光谱区,该光谱区中的设备的外部量子效率下降了约10%。

[0026] 关于基于纳米线的LED,两个主要的解决方案已经在现有技术中提出了,从而用于产生白光。

[0027] 第一解决方案通常包括将磷光体与基于纳米线的结构相结合。

[0028] 例如,可以引用对比文件US 2005/0208302,该文件描述了一种异质结构,该结构包括在端部或在纳米线的完整表面上的纳米线和磷光体层。

[0029] 该异质结构与一包括平面发光二极管和一发光体的结构具有相同的缺点。

[0030] 另一个解决方案包括不使用荧光体,并提出了非常具体的结构。

[0031] 因此,对比件US 7045375描述了一白光发光系统,其中一平面LED结构和发射不同波长的纳米线LED结构进行结合。

[0032] 这种结构还具有一些缺点,即使用不同的材料时,该材料的电气特性可能会发生变化。

[0033] 另外,也可以引用对比文件EP2254164,它描述了一装置,该设备中的不同高度以及发出不同波长的纳米线相互结合。值得注意的是,在这种装置中,很难控制的纳米线的高度。

[0034] 最后,在现有技术中描述的装置中,由于纳米线采用轴向结构。因此,在相对于一个平面结构的发光表面上会有一些损失,也因此的功效上会有损失。

发明内容

[0035] 本发明的目的是通过提出一种光电器件,该光电器件支持多波长光的发射,尤其是白光,从而克服上述这些缺点,并使该发射的质量可容易地控制,以克服上述的缺点。

[0036] 因此,本发明涉及一种光电装置,该光电装置包括在纳米线形式内的发光装置,所述纳米线具有核/壳型结构并形成于衬底上,其中,所述纳米线包括有源区,所述有源区包括至少两种具有不同发射波长的量子阱以及分布在所述有源区内至少两个不同的区域,所述纳米线上的所述有源区中设有第一区域,所述第一区域是至少部分包围所述纳米线的芯部的外围部分,并且是其垂直部分,并且还包含有径向量子阱,所述有源区上第二区域是位于所述纳米线芯部端面的一上端部分,并且是其水平部分,并设置有轴向量子阱,其中,所述光电装置还包括位于衬底上方的第一电连接区和所述发光装置上方的第二电连接区,所述第二电连接区这样安排是为了,当发光装置至少分成两组进行分布,电连接是通过连续导电层加以实现的,为了所述有源区不同区域内至少两组中任意一组发光装置并且控制电源,从而获得多波长光的发射。

[0037] 该光电装置避免使用荧光体,并且它是从同一生长衬底获得,所有纳米线都是由同一种材料组成的

[0038] 这使得它能够消除不同程度的老化或根据温度情况的不同反应,这是在公知的设备中遭遇到的问题。

[0039] 此外,纳米线在同一外延生长工序中形成,这可以节省制造该装置的时间,从而导致较低的成本。

[0040] 最后,根据本发明的由装置发射的光的颜色是直接依赖于在每个存在的组中发光装置的数量。

[0041] 根据本发明另一个光电装置的实施例中所述,所述有源区包括一第三区域,所述第三区域位于第一区域和第二区域之间,

[0042] 优选的,所述第二电连接区域向外延伸并覆盖所述纳米线有源区的中至少一部分第一区域。

[0043] 优选的,所述光电装置包括多个并联连接的部分,在所述部分的内部的所述发光装置并联连接,随着第二电连接区域的电连接在有源区不同区域内的产生,并针对相邻两个部分。

[0044] 进一步,当所述发光装置的所述有源区包括两个不同的区域时,所述第二组的发光装置被一种电绝缘材料所包围,除了上表面正对所述衬底,并且所述第二电连接区域完全包围第二组的发光装置并且在第一组的发光装置外围上形成,第一组和第二组直接接触,并且对应于有源区域的第一区域超出一高度 h ,从而使这些发光装置的上端部暴露在外。

[0045] 当所述发光装置包括一含有第三区域的有源区,一第三组的发光装置(7b)上超出的高度 h 被电绝缘材料所包围,所述第二电连接区域形成于第三区域内发光装置(7b)的外围,其超出一高度 h_1 大于高度 h ,从而使所述发光装置的上端部分部分暴露在外。

[0046] 根据本发明另一个光电装置的实施例中所述,对于至少多个发光装置,所述第二电连接区域被设置以使有源区至少两个区域形成电连接。

[0047] 另外,所述发光装置分布在至少两个独立组之间,并且控制电源从而使所述有源区不同区域内至少两组的其中之一得到电力供应。

[0048] 最后,所述纳米线的所述有源区用氮化铟镓(InGa_N)或者氮化镓(GaN)构成。

附图说明

[0049] 在下面的描述中,本发明可以被更好地理解,并且其它目的、优点和它的特征将变得更加清楚,而下面的描述对应附图给出的,其中:

[0050] 图1为一具有核/壳型结构的纳米线的剖面示意图,该结构的有源区包括两个不同的区域,

[0051] 图2为本发明光电装置的剖面示意图,

[0052] 图3a-3h为用于制造图2所示的光电器件方法的不同步骤的剖面示意图,

[0053] 图4为本发明光电装置中纳米线电连接的示意图,

[0054] 图5为本发明光电装置中采用如图1所示纳米线的第一实施例的示意图,

[0055] 图6示为本发明光电装置中基于图5所示的替代性实施例的示意图,

[0056] 图7为另一个具有核/壳型结构的纳米线的剖面示意图,其中的有源区包括三个不同区域,

[0057] 图8为如图7所示的另一个采用纳米线制造的光电装置的剖面示意图,

[0058] 图9为如图8所示的光电器件另一个实施例的示意图,

[0059] 图10为本发明的光电装置关于衬底的另一替代方案的示意图,

[0060] 图11为本发明光电装置的另一替代方案的示意图,其中,发光装置串联连接。

具体实施方式

[0061] 在不同的图中,共同的元件将用相同的附图标记来表示。

[0062] 图1显示了具有核/壳型结构的纳米线1。

[0063] 在整个说明书中,术语“纳米线”,将定义为一个细长的结构,即,高度与直径的比值(或者底部宽度的延伸)大于1的结构。

[0064] 纳米线1的芯部10包括一个实际的纳米线,该纳米线通过外延生长在垂直于生长衬底11中形成。

[0065] 作为一个例子,该衬底由强n型掺杂硅构成,并且芯部10是由n型掺杂的氮化镓构成。

[0066] 因此,芯部10具有两个拥有不同的结晶面的家族:在芯部外围100之上的m平面,和在芯部的上端部101且正对着衬底的c平面,。

[0067] 纳米线的有源区12围绕芯部10形成,它包括径向布置在芯部的周围的量子阱,该量子阱由氮化镓(InGaN)/氮化镓(GaN)构成,并且是从垂直于c平面的平面生长而来,例如m平面。

[0068] 根据其所在外延生长的结晶面,它可以区分两个族的量子阱。

[0069] 因此,在这种情况下,纳米线1的有源区12包括两个区域,一个第一外围区域120,其中的量子阱为径向的,以及一个第二上端区域121,其中的量子阱是轴向的。

[0070] 该第一区域120基本垂直延伸,即相对于基板11基本垂直,该第二区域121基本水平地延伸,即平行于衬底11。

[0071] 它已经建立的是,这两个家族的量子阱具有发光特性(波长与内部量子效率),它们在很大程度上依赖于量子阱中内部压电场中的存在。

[0072] 参考由雷(Lai)等人所撰写的文章,在JAP 106(2009) 113104上刊载,题为“Excitation current dependent cathodoluminescence study of InGaN/GaN quantum wells grown on m-plane and c-plane GaN substrates”。

[0073] 此外,由氮化镓 / 氮化铟组成和具有径向结构的量子阱,其生长的第一研究似乎表明,其生长机制都依赖于其结晶面上的孔外延生长。

[0074] 参考自Bergbauer W.等人所撰写的文章,来源于“纳米技术”21(2010) 305201,题为“(Continuous-flux MOVPE growth of position-controlled N-face GaN nanorods and embedded InGaN quantum wells)”。

[0075] 因此,本发明人已经开始使用的假设在c平面或m平面的生长率和镓的掺入速率是不同的。这种特殊性导致量子阱具有不同厚度和/或组合物,因此,进行不同波长的发射。

[0076] 通过低温阴极,发明人实验研究了在轴向极性量子阱和径向非极性量子阱之间发射的差异,轴向极性量子阱和径向非极性量子阱在通过MOCVD形成的纳米线型LED结构上,其中所述纳米线具有核/壳型结构,该结构拥有通过的氮化镓 / 氮化铟量子阱构成的有源区。

[0077] 这些实验表明,两个量子阱中家庭中的发射的波长差异为32纳米到10 K纳米。

[0078] 因此,本发明表明,可以拥有具有核/壳型结构的纳米线,该结构中拥有轴向量子阱和径向量子阱,其发射的波长位于各自光谱范围中。

[0079] 因此在一般情况下,可以考虑对应于两种类型的量子阱的光线不仅是波长不同,并且由两种类型的量子阱发射的两个光谱之间没有显著重叠。换句话说,这两个波长之间的差值至少等于在中间高度处光谱的半宽度之和。

[0080] 最后,纳米线包括一个外壳13,该外壳13包围着有源区12形成,外壳13可以由p型掺杂氮化铟(GaN)构成。

[0081] 图2为本发明光电装置的剖面示意图。在这种情况下,这个光电装置包括两个发光装置,该发光装置为图1所示的纳米线1的类型,在这种情况下,这些发光装置2和3包括一个类似的结构。它们仅通过电连接区域中其中一个的结构来区分。

[0082] 当然,根据本发明的光电装置事实上包括两个以上的发光装置。

[0083] 发光装置2和3的芯部20和30是由一实际的纳米线所构成,该实际的纳米线已经垂直于生长衬底11进行外延生长,对于所述绝缘生长掩膜14被沉积在衬底的表面110上。

[0084] 每个发光装置2、3包括一有源区22、32,其围绕芯部20、30,以及一个外壳23、33。

[0085] 在有源区22、32的内部,对应于具有不同发射波长的量子阱的两个区域可以被区分。

[0086] 因此,外围区域,并且是其垂直区域220、320包括径向量子阱,以及上端区域,并且是其水平区域221、321包括轴向量子阱。

[0087] 轴向量子阱的特点是相比径向量子阱更大程度上的松弛应力。因此,本发明人已经开始假设它在理论上是可能将更多的镓结合在轴向量子阱内。这使得轴向量子阱产生的光子的发射波长 λ_2 大于由径向量子阱中产生的光子的波长 λ_1 。

[0088] 此外,本发明人注意到,如果所有都是通过基于该结构的导线几何结构,那核/壳型结构中的径向量子阱发出的光只能被略微的被引导。

[0089] 因此,该波长 λ_1 的光子离开发光装置而不会到达轴向量子阱,这限制了在传统的

结构中观察到光子吸收的现象。因此,该发光装置的效率会提高。

[0090] 如图2所示的光电器件包括两个电连接区域。

[0091] 第一电连接区域15形成与衬底上,在发射装置2和3的对面一侧上,它延伸到了衬底11的整个表面111上。

[0092] 第二电连接区域16形成于发射装置2和3上。

[0093] 图2显示了发光装置3,包括包围着外壳33,由绝缘材料制成的护套34,除了该包围壳的上表面330,整个包围壳的外围都设置了绝缘材料。

[0094] 因此,第二电连接区域被设置在所有的发光装置之间。第二电连接区域的该部分160是在与绝缘生长掩膜14相连接。

[0095] 由于部分160的连续性,所述第二电连接区域完全包围发光装置3。因此,通过绝缘护套(34),电连接的部分161与发光装置3的外围部分绝缘,但它是直接连接在外壳33的上表面330。

[0096] 最后,也由于部分160的延伸与它的连续性,所述第二电连接区域16被设置在发光装置2的外围并且与外壳23直接连接,然而,第二电连接区域的部分162仅延伸超过发光装置2一高度 h ,如此以致它在芯部的轴向方向上或者有源区22的外围区域220上,没有延伸超过芯部20。

[0097] 因此,除了在发光装置2的上端区域的221,第二电连接区域16是连续的。

[0098] 换句话说,第二电连接区域中延伸与所有的发光装置以及至少部分沿发光装置的垂直区域220、320之间,径向量子阱也位于其中。

[0099] 因此,在发光装置2和3中垂直区域220、320上,第二区域16是连续的,并且在发光装置3上端部区域321上,第二区域16也是连续的。

[0100] 因此,第二电连接区域的这种结构是不同于通过一系列不同的焊盘所形成的。

[0101] 由于第二电连接区域16中的这种特殊的结构,当第一和第二电连接区域15和16之间施加一个电位差,发光装置2将产生发射波长 λ_1 的光子,而发光装置3将发出波长 λ_2 的光子。

[0102] 因此,将通过人眼所感知的光感将导致从波长 λ_1 和 λ_2 的结合。

[0103] 在实践中,根据本发明光电装置的宏观频谱是由发光装置2这种类型的装置的数量和发光装置3这种类型的装置的数量之间的比值来确定。

[0104] 因此,通过修改这个比值,也可能修改光电装置的宏观光谱。

[0105] 因此,它通过选择第二连接区域的结构,该光电装置的宏观频谱也可以适应的。

[0106] 一种用于获得如图2所示的光电装置的方法,现在将参照着附图3a到3h进行描述。

[0107] 图3a显示了这种方法的第一步骤,该生长掩模形成与衬底上。

[0108] 因此,由电绝缘材料制成的一层,其沉积在衬底11上,从而防止随后形成的p型的电连接区域和衬底11之间的短路。

[0109] 衬底可以是一个强n掺杂硅衬底,其厚度为400 mm。

[0110] 该层可特别由 Si_xNyO_z 制成,并且,例如 SiO_2 和 SiN 。

[0111] 然后,一刻蚀掩模施加在该绝缘材料层上。该蚀刻掩模可以通过常规的纳米压印或光刻技术进行设置。

[0112] 然后,执行刻蚀步骤,这使得可以获得如图3a所示的绝缘生长掩膜14。该绝缘生

长掩模的特征在于,其中形成没有任何绝缘材料的区域140。

[0113] 图3b显示了纳米线中的芯部20、30中的局部生长工序,从而形成了上述发光装置2、3。

[0114] 该生长形成于区域140中,根据常规技术,优选非催化,诸如MOCVD, MBE或HVPE(混合气相外延)。

[0115] 这些芯部可由n-型氮化镓特别制成。

[0116] 根据本发明的一个优选的方案中,该生长的制备是通过的MOCVD法,该MOCVD法具有低比率V / III、并根据硅烷流量,以及在高压下(接近大气压)用氮气作为的载体气体。

[0117] 采用在硅衬底11上进行外延生长的方法使他们具有良好的电连续性。

[0118] 另外,钛,铂,钨,铝,硼,碳化硅,氮化硅,氮化铝,钽和氮化镁的一细层在衬底11和芯部20和30之间插入。

[0119] 它使得可以保护衬底11免受从任何镓的攻击。也为了纳米线的生长提供了良好的接口,。

[0120] 在这种情况下,该层必须足够细从而为了纳米线的芯部以及不被修改的衬底之间的电连续性。

[0121] 图3c显示了有源区生长以及纳米线外壳生长的制备方法的另一个步骤。

[0122] 在该步骤中,所述有源21、31,例如通过一个相对较厚的氮化镓层或由氮化镓 / 氮化镓构成的量子阱,从而再径向上沉积。

[0123] 根据优选的生长方法中,量子阱的生长是通过提高V / III比,并降低加工应力,同时,保持硅烷流量,并用氮气作为载体气体,从而进行制备。

[0124] 然后,外壳23、33包围着有源区来制备。外壳是由p型氮化镓(或氮化镓)构成的。

[0125] 根据优选的生长方法,采用高V / III比、在低压下、任选采用硅烷流量以及用氢气作为载体气体,从而进行p掺杂。

[0126] 因此,形成一含有pn结的LED。

[0127] 另外,对于有源区量子阱的生长条件可以改变,以致改变沿芯部量子阱元素的扩散,从而选择促进有源区中轴向或径向量子阱内镓掺入。的确,本发明人注意到,在这两种类型的量子阱中可以促进镓的掺入,开始假设只有轴向量子阱关注而言。这将使得可能以更好的区分量子阱的波长 λ_1 和 λ_2 。

[0128] 因此,在这一步骤结束时,径向量子阱和轴向量子阱将具有不同的发射波长。

[0129] 图3d显示了沉积电绝缘材料层18的步骤。

[0130] 这种材料可以是,例如,包括一个聚合物或SiO₂。

[0131] 随后,该层18通过传统的光刻技术进行蚀刻,从而维持一个护套(34)包围发光装置3,如图3e所示。

[0132] 图3f和3g显示了发光装置2和3上的电连接区域的制备步骤。

[0133] 在第一步骤中,如图3f所示,由导电材料制成的层18形成于生长掩模14的整个表面上,并且,包围发光装置2和3,因此,该层18是连续的。

[0134] 该导电材料是半透明的,从而使光可以从发光装置2和3萃取。

[0135] 因此,该层18可以是,例如细金属层(Ni/Au, Pd/Au or Pt/Au)或有ITO(铟锡氧化

物)层的形式。

[0136] 在第二步骤中,层18被蚀刻在发光装置2的上端部分。该蚀刻可以在常规的光刻步骤下来进行。

[0137] 因此,在这两个步骤结束时,形成了连接区域16。它是一个p-型电连接。

[0138] 如参考图2的解释,这第二电连接区域包括与所述掩模14的连接的部分160,完全包围发光装置3的部分161,以及只对发光装置2上延伸一高度h的部分162,从而使得电连接区域不在超出的发光装置2的芯部20的区域延伸。部分161和162被部分160所连接。

[0139] 因此,通过部分162,电连接区域16在发光装置2上形成了所谓的外围连接,并且通过部分161,在发光装置3上形成了所谓的平面连接。

[0140] 图3h显示了另一制备在衬底上的最后步骤,并且电连接区域15正对发光装置2和3。

[0141] 这个其它的电连接区域可通过沉积金属层来获得,例如镍/金的。

[0142] 如上所示,光电装置将包括多个发光装置2、3。

[0143] 之后,可以设想两个电气接线图的类型。

[0144] 不同的发光装置可单独串联连接到彼此。

[0145] 图4显示了另一种类型的连接图,其中光电装置包括九个不同的部分:部分40~44只包括发光装置2这种类型的装置,即纳米线中电连接区域16形成的外围连接,还包括部分45~48,其中包括发光装置3这种类型的专用发光装置,即纳米线包含平面电连接。

[0146] 每个部分内部,所述发光装置被并联连接,并且不同的部分也被并联连接到彼此。

[0147] 因此,对于两个相邻的部分,在有源区的不同的区域制备第二电连接区域的电连接。

[0148] 图5为本发明光电装置的第一替代实施例的示意图。

[0149] 如图2所示的光电器件的替代方案中,所有的发光装置都可以产生发射波长 λ_1 的光子或发射波长 λ_2 的光子。

[0150] 因此,该光电装置包括多个发光装置5,每一个都包括纳米线1,如图1中所示,该纳米线是由在衬底11中生长得到的,其中第一电连接区域15形成在衬底11的表面,正对纳米线1。

[0151] 发光装置5是通过所述第二电连接区域的结构来与发光装置2或3辨别的。

[0152] 在实践中,该第二电连接区域510是由两部分510和511组成。

[0153] 第一部分510在纳米线1周围形成的外围电连接区域,这种形式的制备为的是发光装置2

[0154] 因此,该部分510与绝缘掩模14连接,并且直接与外壳13的外围部分相连接的。换言之,部分510形成一电连接区域,该电连接区域在有源区12中至少一部分第一区域120上,其对应于纳米线1的高度h,如此以致它不延伸于超出纳米线1的芯部10的区域。

[0155] 此外,绝缘材料层52是围绕纳米线1,除了外壳13的上表面130,它是完全用绝缘材料包在外围的。

[0156] 第二部分511覆盖在所有的发光装置5上,并且它与整个存在于该处的绝缘材料层52相连接,或者与外壳13上表面130相连接,外围都是绝缘材料制成的。因此,部分511通过绝缘层52与纳米线1的外围部分绝缘,但它是直接与所述外壳的上表面130电连接。因此,该

部分511产生类似的电连接区域,该区域设置在发光装置3上。

[0157] 因此,除了在上端区域121或超出芯部10的区域,该部分510是连续的,而部分511是完全连续的。

[0158] 由于区域51的结构,通过在电连接区域15和510之间施加适当的电位差,在同一组的发光装置5可以产生波长 λ_1 的光子,或通过在电连接区域15和511之间施加适当的电位差,在同一组的发光装置5可以产生波长 λ_2 的光子,因此,同一组的发光装置5只能发出波长 λ_1 的光子或波长 λ_2 的光子。

[0159] 因此,根据本发明的光电装置将通过结合至少发光装置5的两个组来得到,其中两组是电独立的。

[0160] 如图6所示,是根据本发明的光电装置的一个例子。

[0161] 因而,此光电装置包括发光装置5的两个组60和61,其中两个组是电独立的。当然,光电器件可以包括两个以上发光装置组。

[0162] 对第一组60的电力供给进行控制,从而在所述第一电连接区域15和第二电连接区域51中的部分510之间施加电位差。因此,在发光装置5的组60将产生发射波长 λ_1 的光子。

[0163] 与此相反,对第二组61内发光装置5的电力供给进行控制,从而在所述第一电连接区域15和第二电连接区域51中的部分511之间施加电位差,因此,在发光装置5的组61将产生发射波长 λ_2 的光子。

[0164] 所获得的光电装置的宏观光谱可以通过调节施加到每个组60和61的工作电压来控制。的确,通过每个组的发光强度依赖于穿过所述发光装置的电流以及在其终端的电压。

[0165] 这个宏观光谱也依赖于存在于每组发光装置的数量。

[0166] 最后,如果存在于每组发光装置的数量不同,宏观光谱还可以通过转化电气连接图来改变,使得第一组60发射出的波长 λ_2 的光子和第二组61发射出波长 λ_1 的光子。

[0167] 现在参考图7,其显示了纳米线7也具有核/壳结构。

[0168] 该纳米线的芯部70包含一个实际的纳米线,其已经通过在垂直于生长衬底11中进行外延生长而得到。

[0169] 在此示例中,芯部70具有三个结晶面:在m平面在所述芯部的外围部分700上,c平面在芯部的上端部分701,正对衬底,以及R平面,在芯部70的截头圆锥形部分702的上方,位于外围部分700和上端部分701之间。芯部70的形式可以根据特定的生长条件来获得。在这方面,可以参考上面提到的Bergbauer W.等人的文章。

[0170] 参考72表示,纳米线的有源区是围绕芯70制备的。

[0171] 根据其所在外延生长的结晶面,此有源区包括量子阱的三个家族。这三个家族分布在三个不同的区域:一第一外围区域720,其中的所述量子阱是径向的,一第二外围区域721,其中的量子阱是轴向,以及第三外围区域722,其中量子阱根据R-面倾斜的。

[0172] 该第一外围区域720基本垂直延伸,即相对于衬底11基本垂直,该第二外围区域721基本水平延伸,即平行于所述衬底。最后,第三区域722相对于所述衬底是以倾斜的方式延伸的,该第三外围区域连接第一外围区域和第二外围区域。

[0173] 图8显示了本发明的光电装置包括三个图7所示的纳米线7类型的发光装置。

[0174] 这些发光装置7a,7b和7c可以通过第二电连接区域的结构来区分彼此,第一电连接区域15制备于衬底11的表面111上正对纳米线,并且第一电连接区域15是连续的。

[0175] 当然,根据本发明的光电装置事实上包含有三个以上发光装置7a,7b和7c类型的发光装置。

[0176] 因此,每个发光装置7a至7c具有有源区,其包括对应于具有不同发射波长量子阱的三个区域。此有源区包括一个外围区域,并且基本垂直的区域720a至720c,其能够产生发射波长 λ_1 的光子,一上端区域,并且基本水平的区域721a至721c,能够产生发射波长 λ_2 的光子,以及中间和倾斜区域722a至722c,其能够产生发射波长 λ_3 的光子。

[0177] 现在将更详细地说明第二电连接区域17。

[0178] 图8显示了发光装置7b中包括在外壳73b的外围部分730b,以及由绝缘材料制成的护套74b。

[0179] 此外,在发光装置7c包括,包围壳部外壳73c,以及由绝缘材料制成的护套74c,除了外壳73c的上表面731c,它是完全由绝缘材料组成。

[0180] 第二电连接区域17被设置在发光装置7a至7c上方,因此,它是在这些装置之间与掩模14相连接。它是根据一连续层,然后将其蚀刻来制备。

[0181] 因此,第二电连接区域完全包围发光装置7c。因此,与发光装置7c绝缘,除了发光装置的上表面731c,第二电连接区域与发光装置7c直接接触的。

[0182] 此外,该第二电连接区域被设置在外壳73a的外围部分730a的周围,并同样直接电接触。然而,第二电连接区域不在发光装置7a的上端部分的外围延伸,并且是通过外壳73a的所述中间部分732a和上端部分731a,或者超出了有源区的外围区域720a来定义。

[0183] 对于发光装置7b,第二电连接区域在绝缘护套74b的周围延伸。它也部分延伸在外壳73b的中间部分732b上。换句话说,第二电连接区域被设置在发光装置7b的周围,超出一高度 h_1 ,使该发光装置的上端部分部分地暴露在外。在这种情况下,发光装置7b的上端部分是部分732b,它终结于外壳73b的上表面731b。

[0184] 因此,第二电连接区域17是一层,其延伸在所有的发光装置上,除了在上述发光装置7b的上端区域721b,以及发光装置7a的上端区域721a和中间区域722a。

[0185] 换句话说,第二电连接区域17延伸在所有的发光装置之间并至少覆盖发光装置中垂直区域720a、720b以及720c的一部分,所述径向量子阱位于其中,在发光装置的垂直区域720a、720b和720c上,因此该层17是连续的。发光装置7c的上端区域721c,以及发光装置7b的中间区域722b,它也是连续的。

[0186] 由于第二电连接区域17的这种特定结构,第一和第二电连接区域15和17之间的电压差,导致通过发光装置7a产生发射波长 λ_1 的光子、通过发光装置7b产生发射波长 λ_3 的光子、并且通过发光装置7c产生发射波长 λ_2 的光子。

[0187] 因此,,通过人眼所感知的光感将来自波长 λ_1 , λ_2 和 λ_3 的组合。

[0188] 按照显色性指数(CRI)和相关色温(CCT)的条款,根据图8由光电装置发射的光将在质量上高于根据图1的装置所发射的光。

[0189] 参考图2的解释,该光电装置的宏观频谱由对应于7a、7b和7c每个类型发光装置的数量来确定。

[0190] 一种用于获得如图8所示的光电装置的制造方法是从参考图3a~3h的描述从而单简的推导出来的。

[0191] 现在将参考图9,其中显示了根据图8中另一种光电装置的实施例,该方法是类似

于图5所示的内容。

[0192] 的确,图9显示一组发光装置,对于第二电连接区域81,每个发光装置都包括7a到7c所示的三种类型的电连接。

[0193] 第一电连接区域15制备在衬底11上,正对发光装置8一侧。

[0194] 每个发光装置8包括一纳米线7,如图7所示,并且将不再详细地描述。

[0195] 第二电连接区域81包括三个部分810、811和812。

[0196] 第一部分810形成一电连接区域围绕在纳米线外壳73的外围部分730,为了发光装置7a。

[0197] 绝缘材料层82存在于所述第二电连接区域810的第一部分上,除了外壳73上表面731的中间部分732,因此,该层82在纳米线7周围设置绝缘护套,类似为了发光装置7b而描述的护套74b。

[0198] 第二电连接区域81的第二部分811延伸在该层82上,它也部分地在外壳73的中间部分732延伸。

[0199] 换言之,纳米线7的上端部分在由中间部分732和外壳的上表面731附近形成,并且部分外围设置任意电连接。

[0200] 因此,该第二部分811的形成一类似于发光装置7b中所描述的电连接。

[0201] 最后,绝缘材料的第二层83被沉积在第二部分811的上方,因此,只有纳米线7外壳73的上表面731有绝缘材料设置在外围。

[0202] 第二电连接区域的第三部分812连续沉积在绝缘材料83的层上,因此,它是直接与纳米线7外壳上表面731电连接。

[0203] 因此,每个发光装置8包括第二电连接区域中三种类型的电连接,其被描述为发光装置7a、7b和7c。

[0204] 因此在实践中,图9所示的三个发光装置8,如果是在第一电连接区域15和第二电连接区域81的第一部分810之间施加一电位差,可以产生发射波长 λ_1 的光子,电连接区域15和811之间施加电位差将使得可能产生发射波长 λ_3 的光子。最后,电连接区15和812之间施加的电位差将使得可能产生发射波长 λ_2 的光子。

[0205] 参考图6的解释,根据本发明的光电装置可以通过多个发光装置8基形成,其中所述发光装置组是电独立的。

[0206] 对于在图6所示的光电装置中提出的意见同样适用于在图9所示的光电装置。

[0207] 在所有所示的实施例中,电连接上至少产生在有源区中一个区域内,并且采用了连续的导电层的方法。这相对于通过不同的焊盘制备电连接存在一个优点。的确,焊盘的生产是比较复杂的,并且之后需要一个导线将它们彼此相连。

[0208] 还应当注意的是,这些焊盘是由所谓的剥离法制备获得的。然而,这种技术不能在垂直表面上实施,通常在有源区的外围区域,对应的是m平面。

[0209] 图10显示了本发明的另一种选择,其中的n型掺杂的氮化镓纳米线生长形成一个n-掺杂的氮化镓衬底18上方。

[0210] 在这种情况下,衬底11不一定是导电的,并且可以,例如,可以由蓝宝石构成。

[0211] p型的第二电连接区域16如上所述进行制备。

[0212] 相比之下,n型第一电连接区域19形成于衬底18上方,这需要蚀刻生长掩模14以及

第一电连接区域16的预备步骤。

[0213] 现在将参考图11,它显示了在图10中的一种替代方法,其中提出了发光装置串联连接。

[0214] 该光电装置是这样设置的,包括两个发光装置2和3,纳米线9位于发光装置2和3之间,纳米线9的芯部90在光学上是不活跃的,因为没有电流穿过pn结。

[0215] 通过部分162,第二电连接区域16上在发光装置2上形成外围电连接,通过部分161,并且在发光装置3上形成一平面连接。

[0216] 这两个部分161和162之间,第二区域16包括与所述生长掩模连接的部分160,通过一个连接纳米线9的芯部90的部分163来延伸。

[0217] 图11显示了活性部分92的上端部分以及纳米线9的外壳93的已经被移除,并且绝缘体34不仅围绕发光装置3,也围绕上端部分中所述纳米线芯部90。

[0218] 与此相反,芯部90的上表面900与所述第二电连接区的部分163直接连接。在这种方式中,在发光装置2的p型电连接区域和发射装置3的n型电连接区域162之间建立电连接,事实上,该纳米线9的芯部90通过衬底18与发光装置3的芯部30相连接。这确保了发光装置2和3的串联设置。

[0219] 该光电设备的这种替代方案具有提高工作电压并更接近行业的电压等优势。因此,该设备这样会更有效率。

[0220] 在技术特征后插入的附图标记出现在权利要求中,仅仅为了更容易地理解这些特征,并且不会限制相同的范围。

[0221] 以上仅为本发明较佳的实施例,并非因此限制本发明的实施方式及保护范围,对于本领域技术人员而言,应当能够意识到凡运用本发明说明书及图示内容所做出的等同替换和显而易见的变化所得到的方案,均应当包含在本发明的保护范围内。

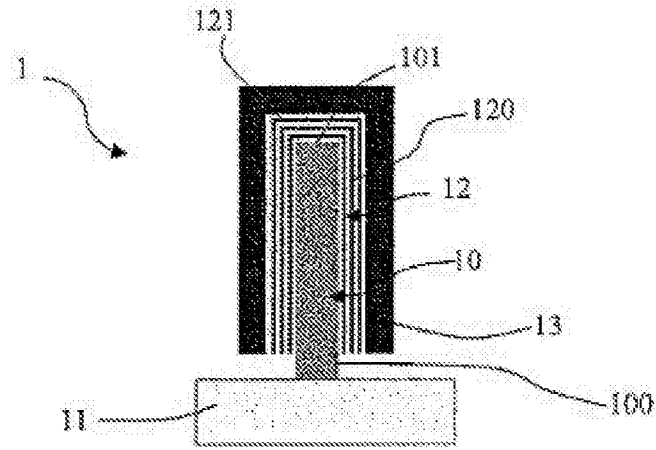


图1

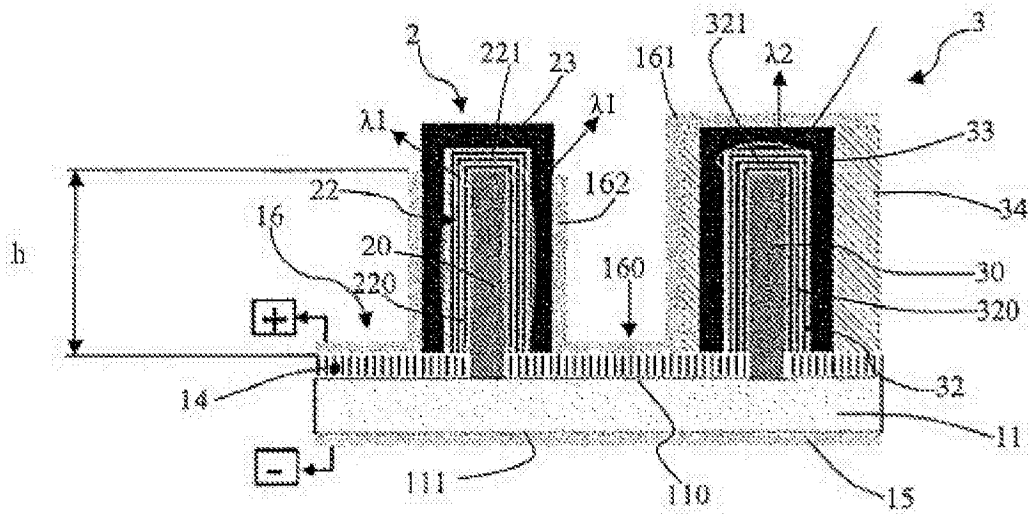


图2

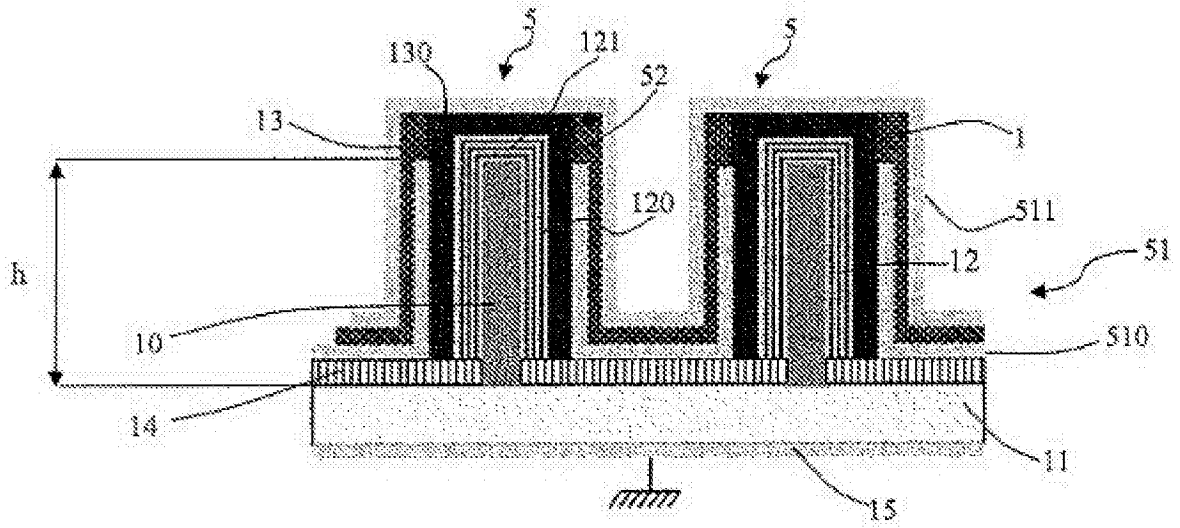


图5

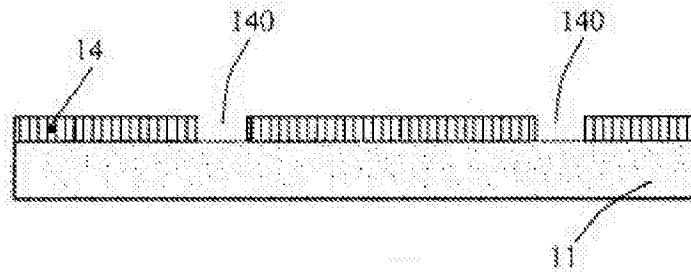


图3A

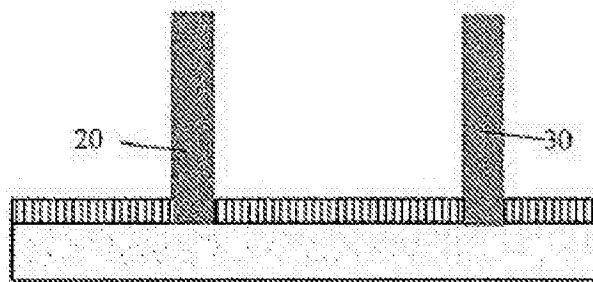


图3B

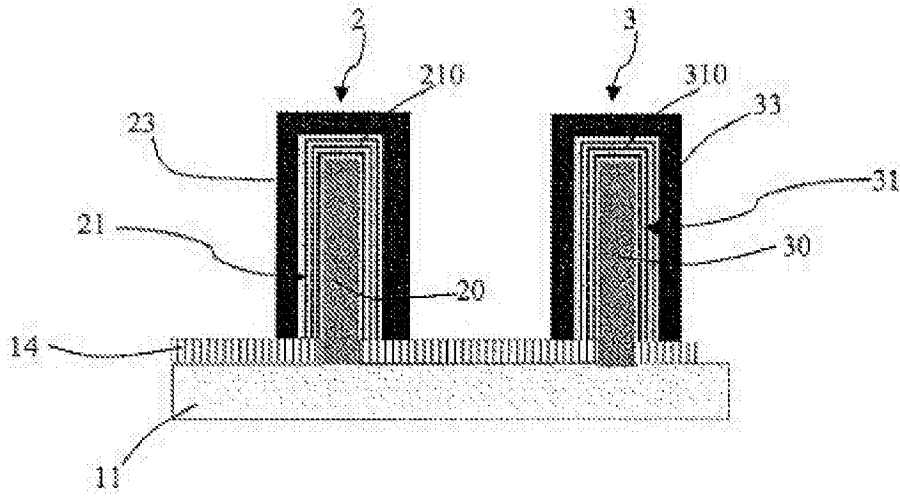


图3C

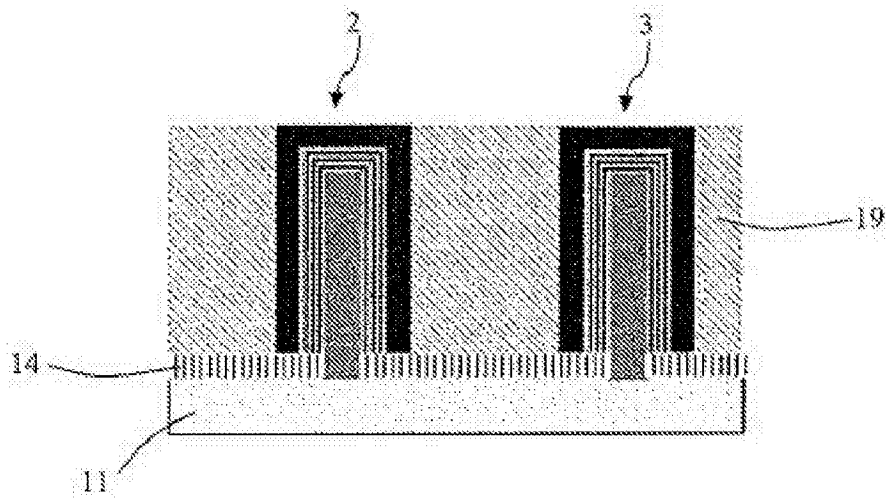


图3D

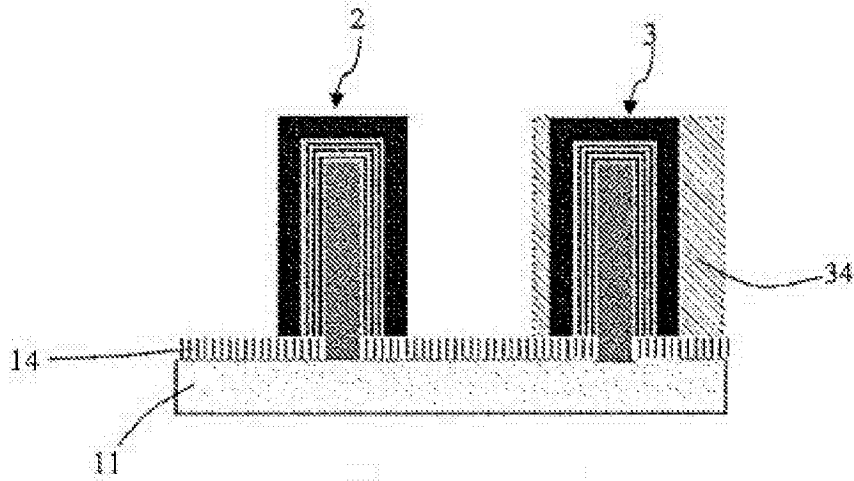


图3E

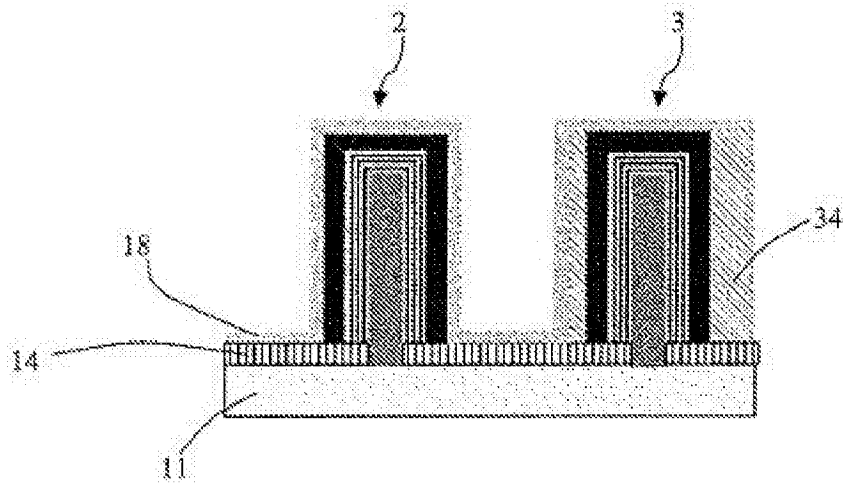


图3F

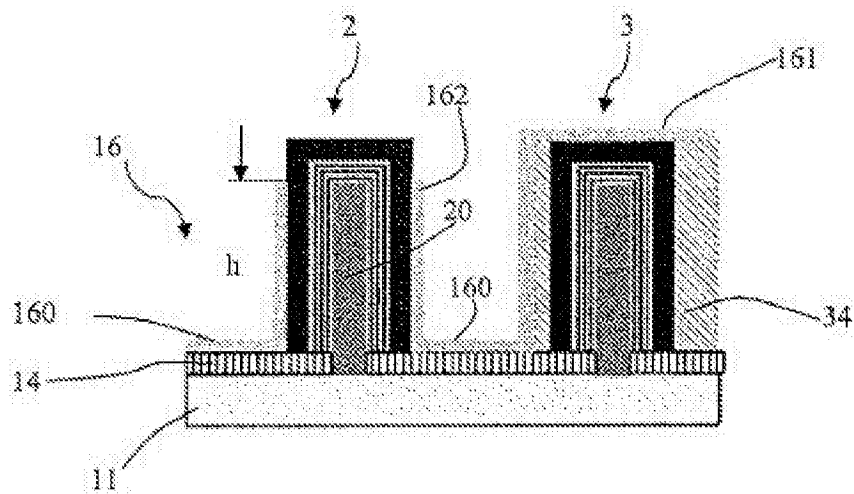


图3G

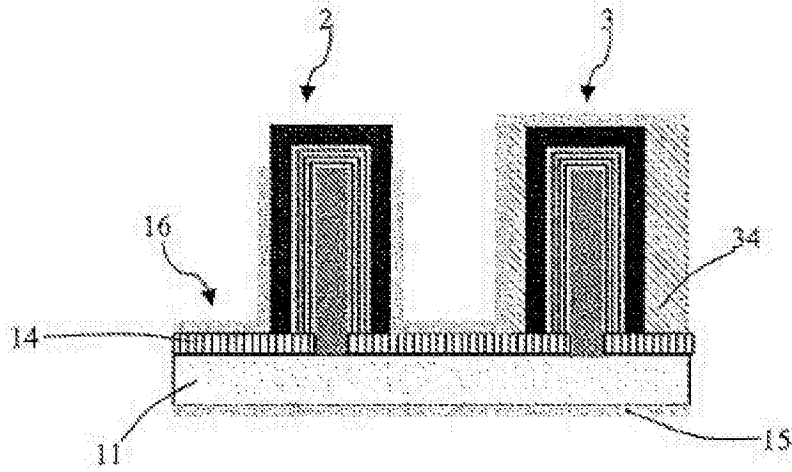


图3H

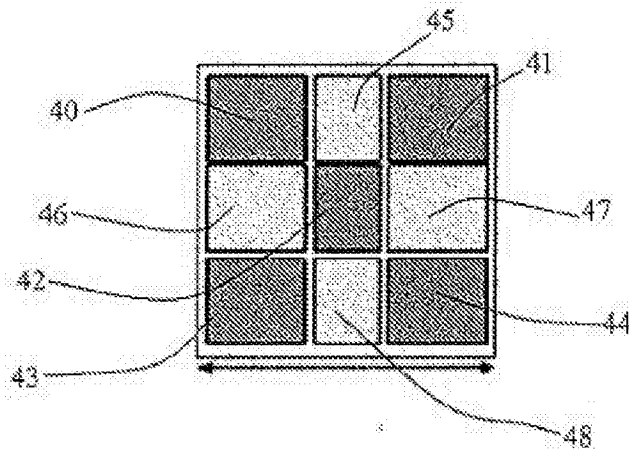


图4

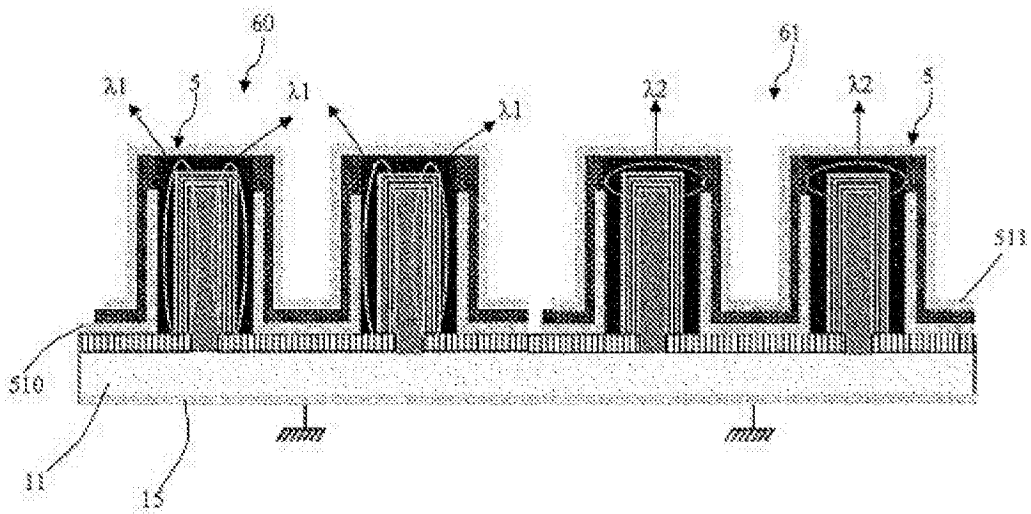


图6

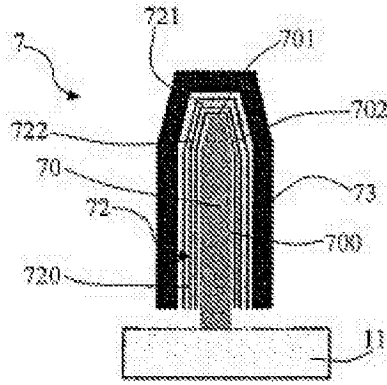


图7

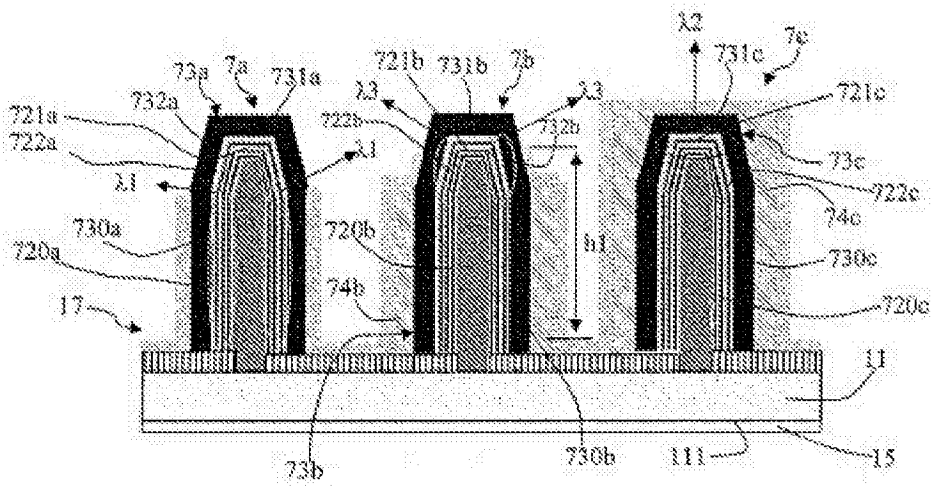


图8

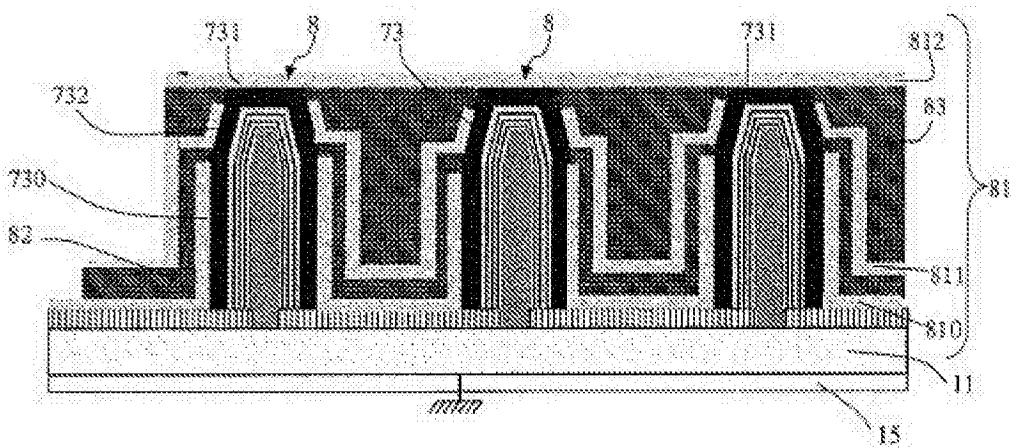


图9

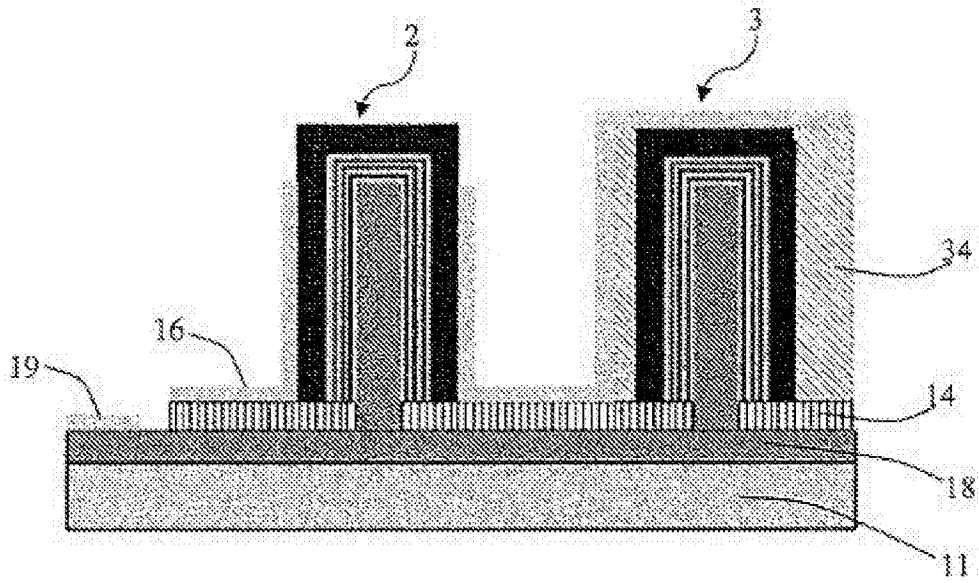


图10

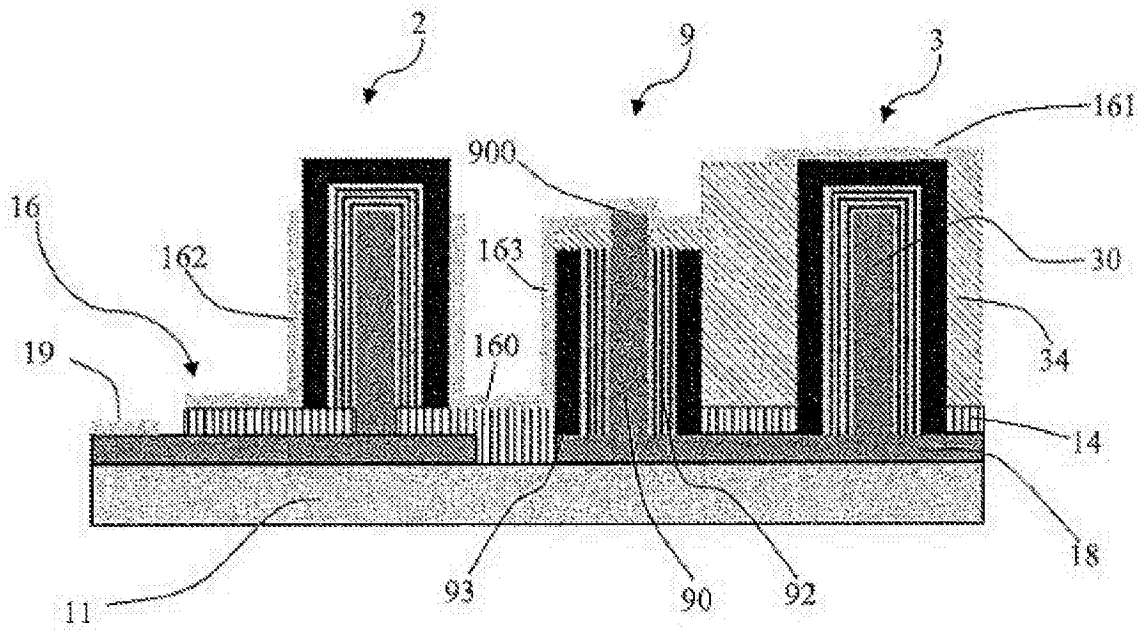


图11