



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105470362 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201511035170. 4

(22) 申请日 2015. 12. 31

(71) 申请人 天津三安光电有限公司

地址 300384 天津市滨海新区高新区海泰发展南道 20 号

(72) 发明人 王晶 吴俊毅 吴超瑜 王笃祥

(74) 专利代理机构 天津滨海科纬知识产权代理有限公司 12211

代理人 刘莹

(51) Int. Cl.

H01L 33/44(2010. 01)

H01L 33/42(2010. 01)

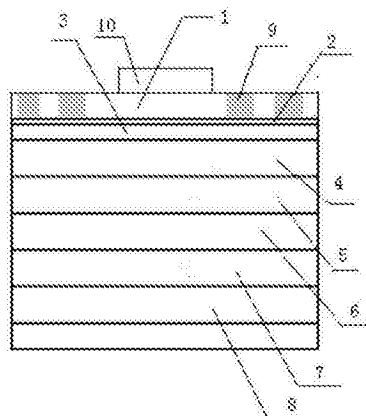
权利要求书1页 说明书4页 附图7页

(54) 发明名称

一种发光二极管的制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种发光二极管的制备方法, 包括如下步骤, 1) 在外延片表面生长比理论厚度更厚的增透膜层 ;2) 将所述增透膜层图形化 ;3) 生长透明的导电膜层 ;4) 利用 CMP 技术将导电膜层和增透膜层减薄到理论增透最佳厚度, 图形化的增透模组因此从导电膜层中裸露出来 ;5) 蒸镀上用于焊线的电极。本发明利用 CMP 技术制造出的图形化芯粒表面可以避免两种材料高低不平的现象。



1. 一种发光二极管的制备方法,其特征在于:包括如下步骤,
 - 1) 在外延片表面生长比最佳理论厚度更厚的增透膜层;
 - 2) 将所述增透膜层图形化;
 - 3) 生长透明的导电膜层;
 - 4) 利用CMP技术将导电膜层和增透膜层减薄到最佳理论厚度,图形化的增透膜层因此从导电膜层中裸露出来;
 - 5) 蒸镀上用于焊线的电极。
2. 根据权利要求1所述的发光二极管的制备方法,其特征在于:步骤1)中的增透膜的折射率介于外延片的折射率与封装体的折射率之间。
3. 根据权利要求1或2所述的发光二极管的制备方法,其特征在于:外延片折射率为 n_1 ,封装体折射率为 n_2 ,则增透膜的折射率 n_3 要介于 n_1 、 n_2 之间,满足公式 $n_3 = (n_1 * n_2)^{1/2}$ 。
4. 根据权利要求1所述的发光二极管的制备方法,其特征在于:所述步骤1)中,最佳理论厚度为 $d_1 = \lambda / (4 * n)$ 其中 d_1 为膜层厚度, λ 为波长, n 为增透膜层材料的折射率。
5. 根据权利要求4所述的发光二极管的制备方法,其特征在于:所述步骤1)中,增透膜层比理论厚度更厚的膜层 $d' = b * d_1$, b 大于等于2。
6. 根据权利要求3所述的发光二极管的制备方法,其特征在于:所述外延片为GaP、GaAsAl、GaAlInP、GaN中的一种;所述封装体材料为环氧树脂或硅胶;所述增透膜为ITO、SiO₂、SiN_x、IZO或940波段透明的GaAs。

一种发光二极管的制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于发光二极管技术领域,尤其是涉及一种发光二极管的制备方法。

背景技术

[0002] LED具备芯粒小,亮度高,节能等特点,正在逐渐扩大应用范围,亮度提升也是LED行业不断追求的目标。DBR型垂直发光二极管的亮度提升多以表面增加导电透光膜,用以优化电流扩展以及增加透光率。市场上现有的典型结构为在GaP窗口层上生长高浓度掺杂的高掺GaP。高掺GaP上层蒸镀E-Beam ITO,用于与高掺GaP共同作用形成欧姆接触,同时控制ITO膜层厚度,使ITO同时扮演增透膜的角色,如图1所示。利用光学膜达到增透效果需要严格控制膜层厚度,但是现有的E-Beam ITO蒸镀的膜层表面平整度有限,如图2~图7所示;使得实际的膜层厚度波动幅度较大。实际厚度与理论的厚度的差异也是导致亮度无法达到预期的不可避免因素之一。即光学膜要达到预期的增透效果需要良好的表面平整度,这与E-Beam蒸镀导电透光膜固有的粗糙度是一组矛盾体。

[0003] 首先,E-Beam ITO膜层本身的平整度有限,设定厚度d,但实际厚度为 $d \pm \Delta d$,如图8所示。按照理论公式 $d = \text{奇数倍} \lambda / 4n$,当厚度d满足该公式时形成增透膜,但当厚度出现偏差时就会影响到该层膜的透过率,甚至当差异到 $\lambda / 4n$ 时,反而增透膜变成增反膜,透射光波干涉相消,对亮度的影响较大。

[0004] 其次,膜层的粗糙度直接影响了其表面后续蒸镀的电极的表面平整度,如图2~图7所示。而电极表面的平整度又直接影响着部分封装焊线过程中的焊线质量,尤其是Al线的焊线。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明旨在提出一种发光二极管的制备方法,以解决上述矛盾,且优化光学膜的光学特性,提高芯粒封装时的焊线质量。

[0006] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0007] 一种发光二极管的制备方法,包括如下步骤,

[0008] 1)在外延片表面生长比最佳理论厚度更厚的增透膜层;

[0009] 2)将所述增透膜层图形化;

[0010] 3)生长透明的导电膜层;

[0011] 4)利用CMP技术将导电膜层和增透膜层减薄到最佳理论厚度,图形化的增透模组因此从导电膜层中裸露出来;

[0012] 5)蒸镀上用于焊线的电极。

[0013] 优选的,步骤1)中的增透膜的折射率介于外延片的折射率与封装体的折射率之间。

[0014] 优选的,外延片折射率为 n_1 ,封装体折射率为 n_2 ,则增透膜的折射率 n_3 要介于 n_1 、 n_2 之间,满足公式 $n_3 = (n_1 * n_2)^{1/2}$ 。

[0015] 优选的,所述步骤1)中,最佳理论厚度为 $d_1 = \lambda / (4 * n)$ 其中 d_1 为膜层厚度, λ 为波长, n 为增透膜层材料的折射率。

[0016] 优选的,所述步骤1)中,增透膜层比理论厚度更厚的膜层 $d' = b * d_1$, b 大于等于2。

[0017] 优选的,所述外延片为GaP、GaAsAl、GaAlInP、GaN中的一种;所述封装体材料为环氧树脂或硅胶;所述增透膜为ITO、SiO₂、SiN_x、IZO或940波段透明的GaAs。

[0018] CMP(chemical Mechanical Polishing)化学机械抛光,是化学与机械的综合作用,在一定压力及抛光液存在下,在抛光液中腐蚀介质作用下工件表面形成一层软化层,抛光液中的磨粒对工件上的软化层进行磨削,因而在被研磨的工件表面形成光洁表面。这种抛光形式可以在保证材料去除效率的同时,获得较完美的表面,得到的平整度比单纯使用化学或者机械研磨高出1~2个数量级,并且可以实现纳米级到原子级的表面粗糙度。

[0019] 相对于现有技术,本发明所述的一种发光二极管的制备方法,具有以下优势:

[0020] 1、增透膜层的选取最优的是选取折射率满足理论公式 $n_3 = (n_1 * n_2)^{1/2}$ 的透明且导电性好的材料,但经常遇到的问题是折射率最优的材料导电性不好,以上制造方法可以弥补这个矛盾。电流沿导电膜向外扩展,在增透膜组周围向下扩展,在窗口层的作用下,电流扩展至增透膜的下方,同时激发增透膜下方的量子阱发光。当光通过芯粒表面时,由于我们采用了折射率和厚度最优化的增透膜,从而提升出光效率。

[0021] 2、提高光学膜或其他功能性膜层的平整度,从而提升光学膜或其他功能性膜层的光学或其他效益;

[0022] 3、提高焊盘的表面平整度,提高焊线质量,尤其是针对Al电极的焊线;

[0023] 4、利用CMP技术实现的导电膜与增透膜的组合可以有效的避免两种材料之间产生缝隙。当两种材料之间产生缝隙时,容易造成封装盖胶时在增透膜和导电膜之间出现空洞,该处折射率为1,出光过程中容易出现全反射而影响光取出。

[0024] 5、本发明先生长厚度大于预设厚度的光学膜层,再通过CMP方式将光学膜的厚度控制到预设厚度,同时CMP过程会降低表面粗糙度。利用CMP技术制造出的图形化芯粒表面可以避免两种材料高低不平的现象。

附图说明

[0025] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0026] 图1是现有技术中典型的发光二极管的结构示意图;

[0027] 图2是现有技术中典型的透明导电膜表面形貌图;

[0028] 图3是蒸镀在图2所示的透明导电膜上的Al电极的表面形貌图;

[0029] 图4是现有技术中典型的透明导电膜表面形貌图;

[0030] 图5是蒸镀在图4所示的透明导电膜上的Al电极的表面形貌图;

[0031] 图6是现有技术中典型的透明导电膜表面形貌图;

[0032] 图7是蒸镀在图6所示的透明导电膜上的Al电极的表面形貌图;

[0033] 图8是透明导电膜层实际厚度差异示意图;

[0034] 图9~图13为本发明实施例中二极管的制备流程中的结构示意图;

[0035] 图14为样品1的AFM形貌图;

[0036] 图15为样品2的AFM形貌图；

[0037] 图16为本发明实施例未生长电极的表面经CMP处理前的AFM形貌图；

[0038] 图17为本发明实施例未生长电极的表面经CMP处理后的AFM形貌图；

[0039] 1、导电膜层；2、高掺GaP层；3、电流扩展层(GaP)；4、P型层(P-cladding)；5、P间隙层(P-space)；6、多量子阱层(MQW)；7、N间隙层(N-space)8、N型层(N-cladding)9、增透膜层；10、电极。

具体实施方式

[0040] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0041] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0042] 实施例一

[0043] 一种发光二极管的制备方法,包括如下步骤,

[0044] 1)在外延片(波长为620nm)表面生长比最佳理论厚度更厚的增透膜材质 $d' \geq 2d$, $d = \lambda / (4 * n)$;如图9所示;

[0045] 2)将所述增透膜层图形化,如图10所示;

[0046] 3)生长透明的导电膜层,如图11所示;

[0047] 4)利用CMP技术将导电膜层和增透膜层减薄到最佳理论厚度更厚 $d = \lambda / (4 * n)$,图形化的增透模组因此从导电膜层中裸露出来,如图12所示;

[0048] 5)蒸镀上用于焊线的电极,如图13所示。

[0049] 步骤1)中的增透膜的折射率介于外延片的折射率与封装体的折射率之间。外延片折射率为 n_1 ,封装体折射率为 n_2 ,则增透膜的折射率 n_3 要介于 n_1 、 n_2 之间,满足公式 $n_3 = (n_1 * n_2)^{1/2}$ 。外延片为GaP;封装体为环氧树脂;增透膜为ITO。

[0050] 效果实验:

[0051] 采用发光波长620nm的外延片一分为二,其中一半按照常用方法直接E-Beam蒸镀ITO光学膜,设定厚度按照公式 $d = 3\lambda / 4n$ 计算,设定为2900A,采用椭偏仪测量其实际蒸镀厚度为2962A。而另外一半E-Beam蒸镀ITO设定厚度为6000A,同样采用椭偏仪测量其实际厚度为5874A,此半片实验片通过CMP工艺将其厚度减薄到2900A,实际测量厚度为3167A。其他制程两个半片同时无差异进行。之后用切割的方式独立为 $165\mu\text{m} * 165\mu\text{m}$ 大小的芯粒,同时测量其光电性。实验结果证实经过优化后的光学膜确实能够一定程度上的增加出光,采用CMP工艺对光学膜进行处理后的芯粒亮度比未做处理的高出1.5~3.5%的亮度。如下表1所示,

[0052] 表1

[0053]

实验条件	Vfavg. (V)	LOPavg. (mcd)	WLDavg. (nm)	亮度提升
586-05-表面CMP处理	2.03	130.8	620.8	1.72%
586-05-refer	2.06	128.6	620.8	
586-07-表面CMP处理	2.02	124.4	620.3	3.44%
586-07-refer	2.03	120.3	620.3	
586-08-表面CMP处理	2.06	127.7	620.4	2.63%
586-08-refer	2.04	124.4	620.4	
avg.				2.60%

[0054]

	AFM 3D形貌	Ra值
CMP前	图16	0.101 μm
CMP后	图17	0.000306 μm

[0055] 另一方面,光学导电膜的表面平整度提升后,对于后续生长在其上的电极表面平整度同样有优化的作用。而电极表面平整度直接影响着芯片封装过程中的焊线质量,尤其是对于数码应用的产品,数码应用产品的封装形式中多用A1线焊线。本发明内容同样对CMP后电极表面平整度做了研究,样品1为未作光学导电膜CMP处理的样品,样品2为光学导电膜经CMP处理后的样品。两种样品的电极均蒸镀A1电极结构,其表面粗糙度有明显差异,如图14以及图15所示。每个样品各取1000颗样本做焊线测试,其中光学导电膜经过CMP的样品2的焊线异常比例明显降低,焊线质量提升。

[0056]

	AFM 3D形貌	Ra值	A1线焊线样本数	打不粘	拉力断焊	拉力值
样品1	图14	0.0236 μm	1000	0	3	>8g
样品2	图15	0.00442 μm	1000	0	0	>8g

[0057] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

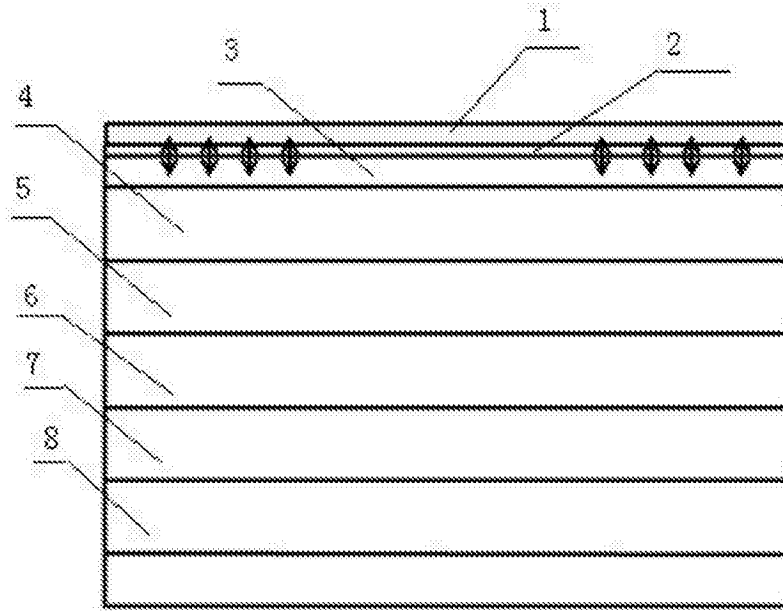


图1

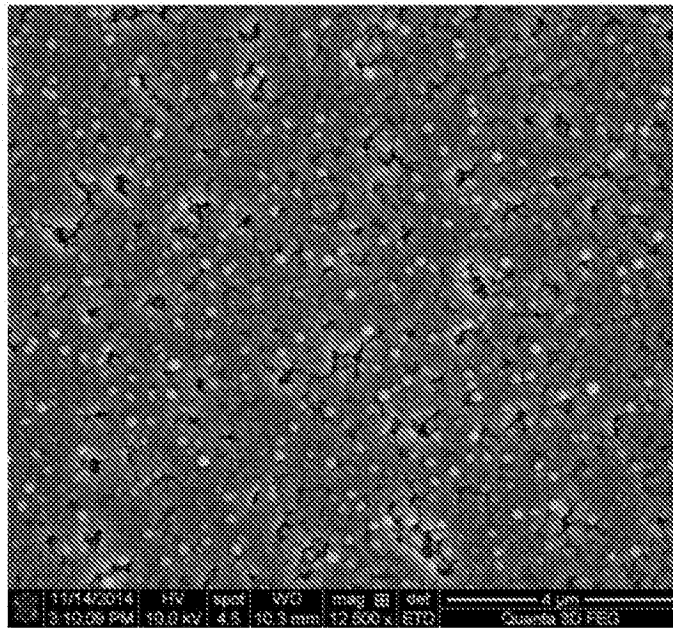


图2

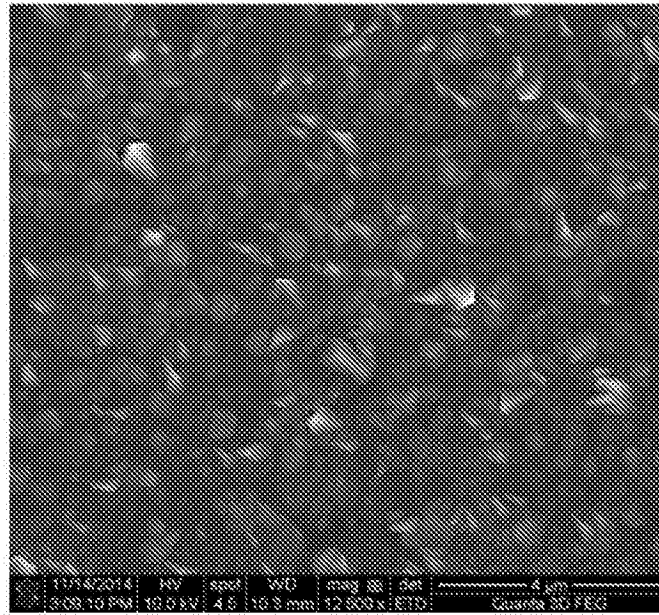


图3

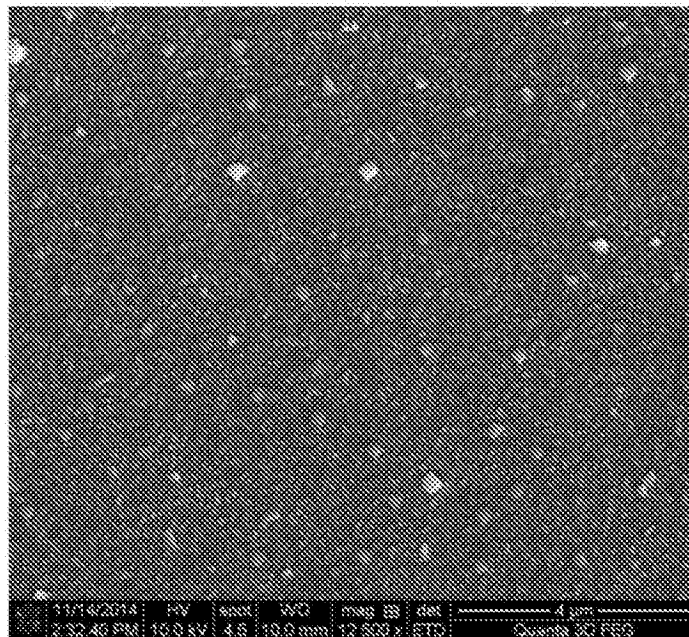


图4

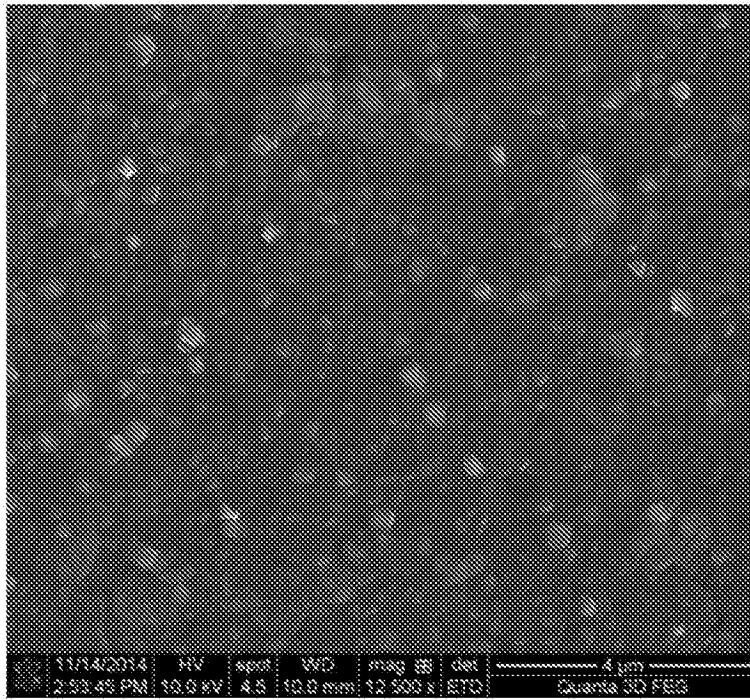


图5

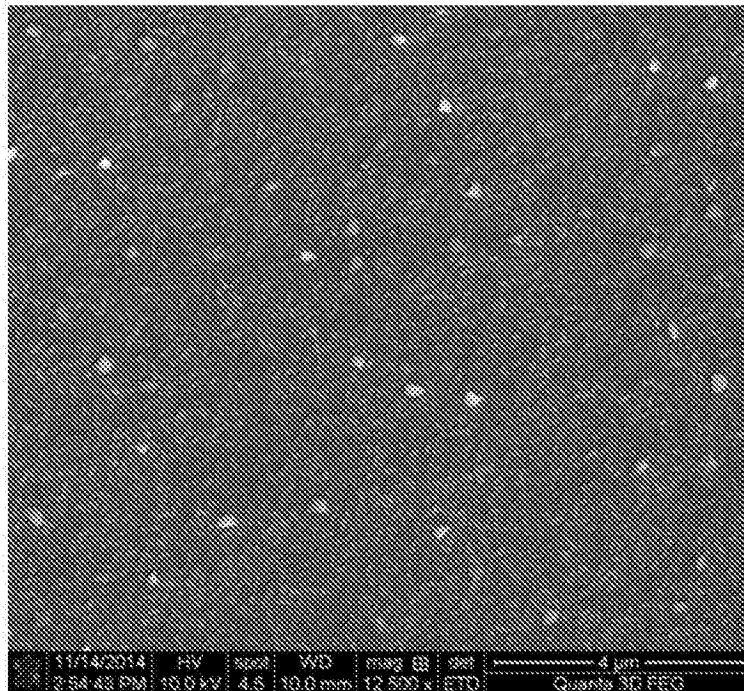


图6

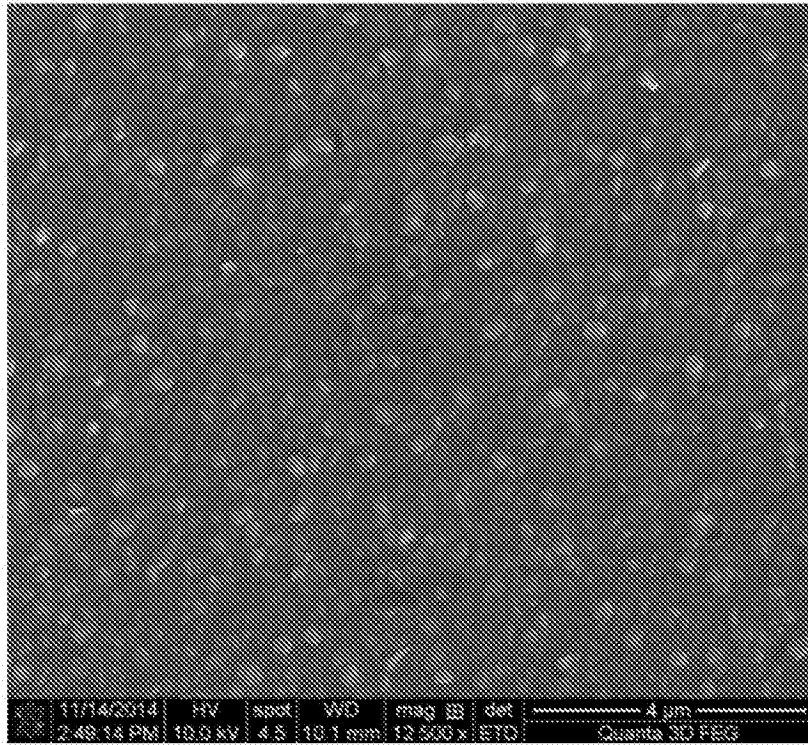


图7

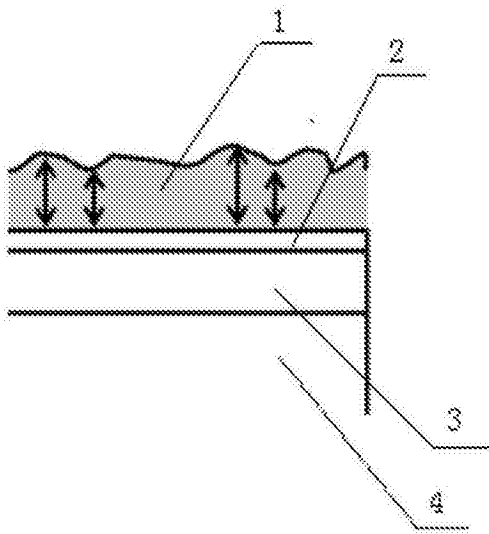


图8

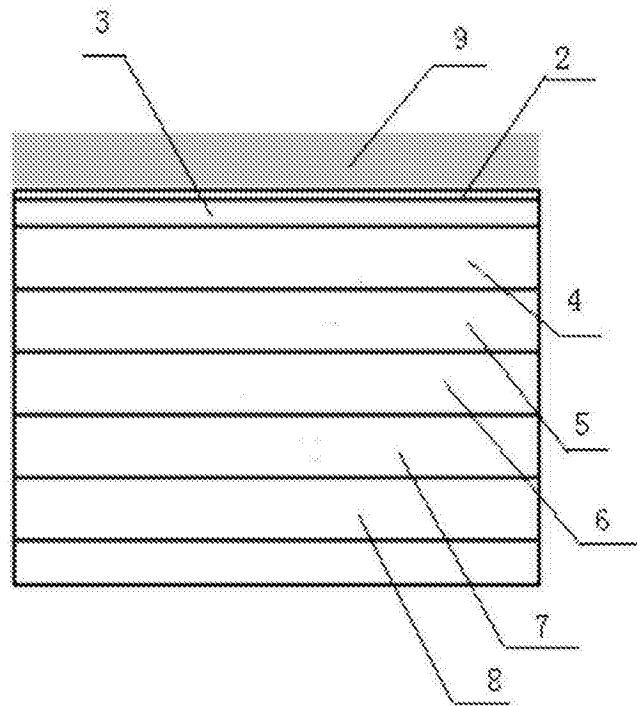


图9

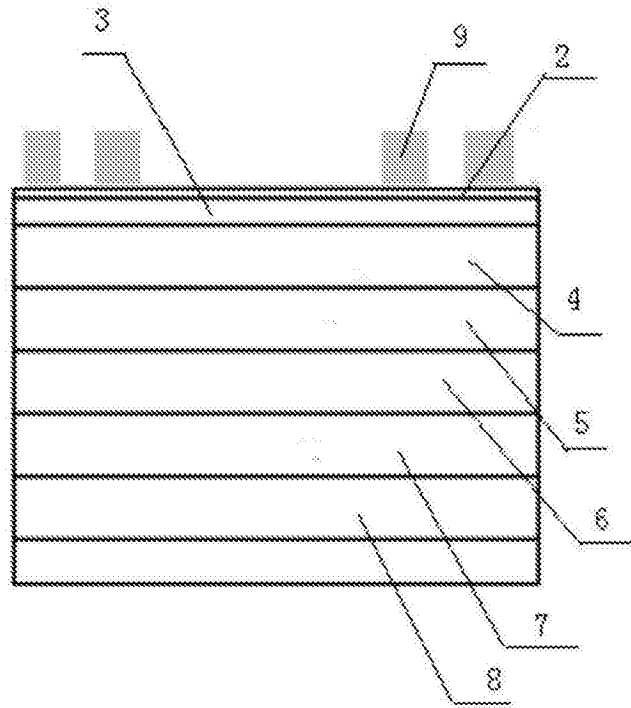


图10

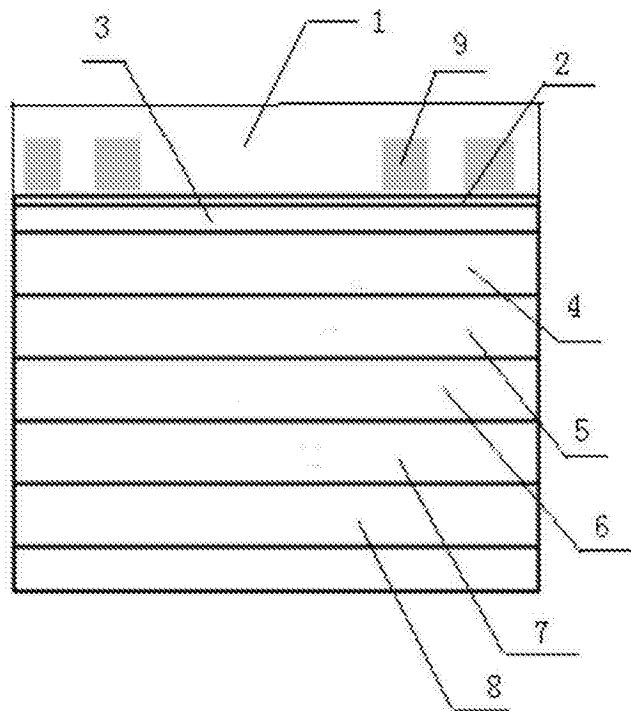


图11

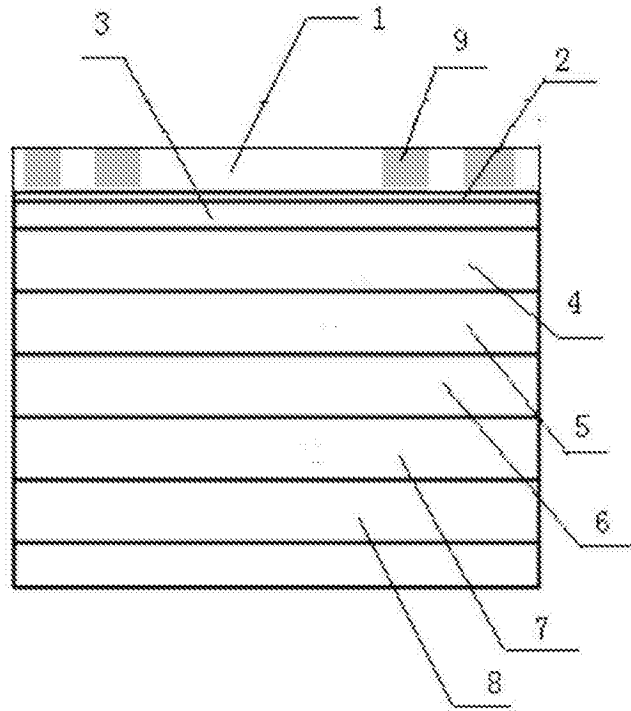


图12

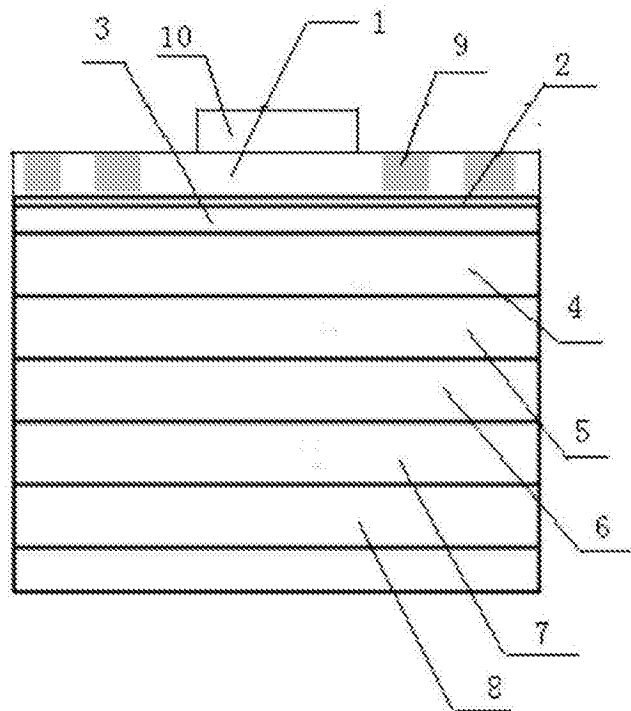


图13

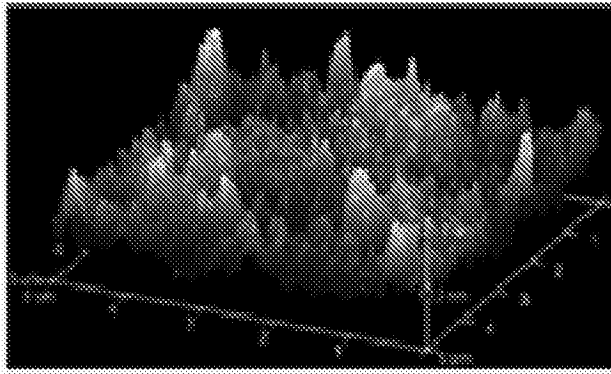


图14

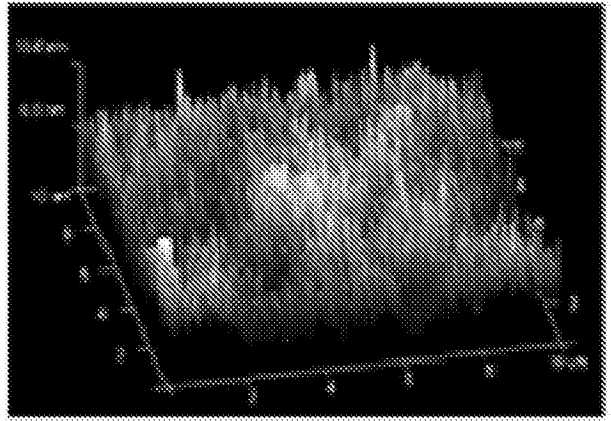


图15

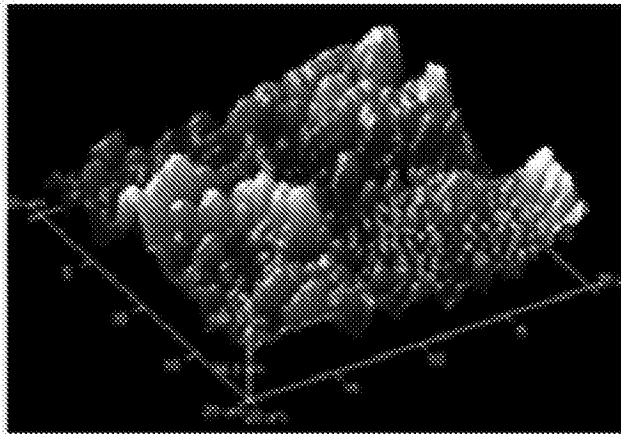


图16

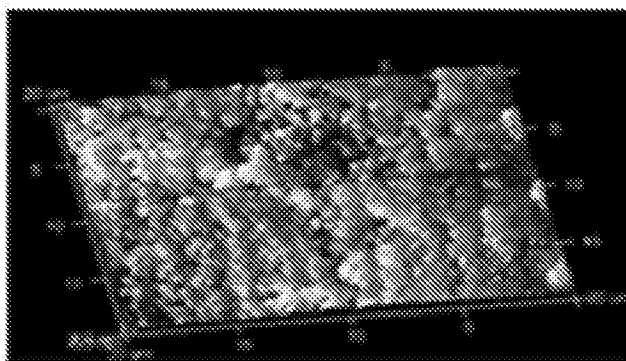


图17